



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS



DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Mayo de 2020

Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos

Primera edición, mayo 2020

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac I, C.P. 11320, Alcaldía Miguel Hidalgo
Ciudad de México
Teléfono: 01 (55) 56280600
www.gob.mx/semarnat
www.gob.mx/inecc

Todos los Derechos Reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la fotocopia o grabación, sin la autorización previa de sus titulares.

Impreso y hecho en México

Diseño y edición: Lucart Estudio S.A. de C.V.

Directorio Institucional

Dr. Víctor Manuel Toledo Manzur
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Lic. Julio César Jesús Trujillo Segura
Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental

Ing. Ricardo Ortiz Conde
Director General de Gestión Integral de Materiales
y Actividades Riesgosas
Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental

M. en I. Alejandra Medina Arévalo
Directora de Materiales y Residuos Peligrosos
Dirección General de Gestión Integral de Materiales
y Actividades Riesgosas

Ing. Luis Felipe Acevedo Portilla
Director General de Gestión de la Calidad del Aire
y Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes
Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental

Ing. José Ernesto Navarro Reynoso
Director de Regulación Industrial y Registro de Emisiones
y Transferencia de Contaminantes

Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire
y Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes

Mtra. Georgina Alcantar López
Directora de Estadísticas Ambientales
Dirección General de Estadística e Información Ambiental

Mtro. Sergio Israel Mendoza Aguirre
Director General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico
Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental

Mtra. Regina Trigueros Esquiliano
Directora de Gestión Integral de Residuos
Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico

Quim. Maricela Díaz Ortiz
Subdirectora de Residuos de Manejo Especial
Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico

Dra. María Amparo Martínez Arroyo
Directora General del Instituto Nacional de
Ecología y Cambio Climático

Dr. Luis Gerardo Ruíz Suárez
Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Coordinación Técnica y Editorial

Ing. Tania Ramírez Muñoz
Jefa del Departamento de Estudios de Residuos
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dr. Arturo Gavilán García
Director de Investigación de Contaminantes,
Sustancias, Residuos y Bioseguridad
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dra. Ania Mendoza Cantú
Subdirectora de Investigación sobre Sustancias y Residuos
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Banco Interamericano de Desarrollo

Rodrigo Riquelme Bentjerodt
Carolina Alcalá Juárez

Consultores

Dr. Ernesto Soto Galera
Coordinación Técnica
Mtro. Raúl Sergio Cuellar Salinas
Coordinación de Residuos Sólidos Urbanos
M. en C. Sergio Gasca Álvarez
Coordinación de Residuos de Manejo Especial

Ing. Jorge Alonso Marbán Hernández
Coordinación de Residuos Peligrosos
Ing. Alfonso Chávez Vasavilbaso
Especialista en Indicadores de Sustentabilidad
Ing. Edgar Lugo Chávez
Coordinación de Temas Transversales

Especialistas

Teresa Adriana Arredondo Martínez
Miguel Ángel Butrón Silva
América Katia Cid Bouchán
Ana Belén Cuéllar Sánchez
Ernesto Gómez González

Karina Hernández Noguez
Adriana Márquez Estrada
Humberto Martínez Román
José Luis Bogard Ramos Casillas
Francisco Valdez Mendoza

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes instituciones:

Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)
Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD)
Administración Portuaria Integral (API)
Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos
Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
Cámara Nacional de la Industria Hulera
Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel
Gobierno de la Ciudad de México
Gobierno del Estado de Aguascalientes
Gobierno del Estado de Baja California
Gobierno del Estado de Baja California Sur
Gobierno del Estado de Campeche
Gobierno del Estado de Chiapas
Gobierno del Estado de Chihuahua
Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza
Gobierno del Estado de Colima
Gobierno del Estado de México
Gobierno del Estado de Guanajuato
Gobierno del Estado de Jalisco
Gobierno del Estado de Querétaro
Gobierno del Estado de Tamaulipas
Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Municipio de Apan del Estado de Hidalgo
Municipio de Chilcuautla del Estado de Hidalgo
Municipio de Tepeapulco del Estado de Hidalgo
Municipio de Emiliano Zapata del Estado de Hidalgo
RLGA del Sector Electrónico
Secretaría de Salud
Walmart México

A la siguiente persona:

Ricardo Martínez Lagunes



Se agradece de manera especial al **Banco Interamericano de Desarrollo** por el apoyo financiero y técnico para la realización y difusión del presente Diagnóstico.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| 1 INTRODUCCIÓN | 8 |
| 2 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS | 11 |
| 2.1 Características de los Residuos Sólidos Urbanos: generación per cápita, peso volumétrico y composición | 14 |
| 2.1.1 Generación per cápita | 15 |
| 2.1.2 Generación de residuos..... | 17 |
| 2.1.3 Peso volumétrico..... | 21 |
| 2.1.4 Composición de los residuos..... | 23 |
| 2.2 Descripción del sistema de manejo de RSU: recolección, transporte, transferencia y tratamiento | 28 |
| 2.2.1 Recolección de RSU | 28 |
| 2.2.2 Transferencia de los residuos | 44 |
| 2.2.3 Aprovechamiento de los residuos..... | 48 |
| 2.3 Recursos asignados por el Gobierno Federal a instalaciones para el aprovechamiento de residuos (2009-2018)..... | 59 |
| 2.4 Proyectos asociados a la gestión integral de RSU financiados por el Gobierno Federal 2013-2018 | 60 |
| 2.5 Disposición final de los RSU | 66 |
| 2.5.1 Costos de la recolección y de la disposición final de residuos..... | 78 |
| 2.6 Análisis de la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos | 81 |
| 3 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL | 85 |
| 3.1 Situación actual | 87 |
| 3.2 Corrientes de Residuos de Manejo Especial | 91 |
| 3.2.1 Residuos de servicios de salud | 91 |
| 3.2.2 Residuos de actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo sus insumos | 93 |
| 3.2.3 Residuos de transporte..... | 108 |
| 3.2.4 Lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales | 109 |
| 3.2.5 Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en gran volumen..... | 112 |
| 3.2.6 Residuos de la construcción y demolición..... | 115 |
| 3.2.7 Residuos tecnológicos..... | 118 |
| 3.2.8 Pilas | 121 |
| 3.2.9 Neumáticos usados..... | 122 |
| 3.2.10 Otros Residuos de Manejo Especial..... | 124 |
| 3.3 Sistema de manejo..... | 128 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.4 | Análisis de la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial..... | 130 |
| 3.4.1 | Razones de tipo reglamentario..... | 130 |
| 3.4.2 | Razones de tipo operativo o técnico..... | 134 |
| 4 | RESIDUOS PELIGROSOS..... | 137 |
| 4.1 | Generación..... | 138 |
| 4.2 | Generación de Residuos Peligrosos por Sectores Industriales..... | 141 |
| 4.3 | Generación estimada de Residuos Peligrosos por tipo o corriente de residuos..... | 144 |
| 4.3.1 | Residuos sólidos..... | 144 |
| 4.3.2 | Líquidos de proceso..... | 146 |
| 4.3.3 | Aceites gastados..... | 146 |
| 4.4 | Generación por tipos de sustancias peligrosas registradas en el RETC..... | 147 |
| 4.5 | Sistema de manejo..... | 148 |
| 4.5.1 | Recolección y transporte de Residuos Peligrosos..... | 149 |
| 4.5.2 | Almacenamiento y acopio de Residuos Peligrosos..... | 150 |
| 4.5.3 | Reciclado de Residuos Peligrosos Industriales..... | 152 |
| 4.5.4 | Co-procesamiento de Residuos Peligrosos Industriales..... | 155 |
| 4.5.5 | Tratamiento de Residuos Peligrosos Industriales..... | 156 |
| 4.5.6 | Incineración de Residuos Peligrosos Industriales..... | 158 |
| 4.5.7 | Confinamiento de Residuos Peligrosos Industriales..... | 158 |
| 4.5.8 | Aprovechamiento de Residuos Peligrosos Industriales..... | 161 |
| 4.5.9 | Reutilización de Residuos Peligrosos Industriales..... | 162 |
| 4.6 | Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos..... | 163 |
| 4.6.1 | Tratamiento de RPBI <i>in situ</i> | 163 |
| 4.6.2 | Tratamiento RPBI <i>ex situ</i> | 164 |
| 4.6.3 | Incineración de RPBI..... | 166 |
| 4.7 | Manejo de Bifenilos Policlorados..... | 168 |
| 4.8 | Exportación–Importación..... | 168 |
| 4.8.1 | Exportación..... | 168 |
| 4.8.2 | Importación..... | 170 |
| 4.9 | Análisis de la gestión integral de los Residuos Peligrosos..... | 172 |
| 5 | RESIDUOS PETROLEROS..... | 179 |
| 5.1 | Cadena de valor del sector petrolero..... | 180 |
| 5.2 | Corrientes de residuos en la cadena de valor..... | 183 |
| 5.3 | Generación reportada por PEMEX..... | 183 |
| 5.4 | Generación del sector hidrocarburos..... | 184 |
| 5.5 | Análisis de la gestión integral de los residuos del sector hidrocarburos..... | 195 |
| 6 | RESIDUOS MINEROS..... | 197 |
| 6.1 | Corrientes de residuos del sector minero..... | 209 |
| 6.2 | Análisis de la gestión integral de los residuos mineros..... | 211 |
| 7 | TEMAS TRANSVERSALES Y EMERGENTES..... | 213 |
| 7.1 | Cambio climático..... | 213 |
| 7.2 | Carbono negro..... | 216 |
| 7.3 | Economía circular..... | 217 |
| 7.4 | Contaminación del mar por plásticos..... | 219 |
| 7.5 | Contaminación del mar por sargazo..... | 224 |
| 7.6 | Residuos sólidos generados en casos de desastres..... | 228 |
| 7.7 | Ciudades sustentables..... | 230 |
| 7.8 | Objetivos de desarrollo sostenible..... | 231 |
| 7.8.1 | Objetivo de desarrollo sostenible 12: Producción y consumo responsables..... | 232 |
| 7.9 | Sostenibilidad financiera..... | 234 |
| 7.10 | Aprovechamiento energético de residuos..... | 235 |
| 7.11 | Organismos operadores..... | 240 |
| 7.12 | Convenios internacionales..... | 243 |

| | |
|--|-----|
| 8 MARCO JURÍDICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS | 245 |
| 8.1 Áreas de oportunidad..... | 253 |
| 9 GLOSARIO | 257 |
| 10 ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES DE MEDIDA | 263 |
| 11 FUENTES DE INFORMACIÓN | 267 |
| ANEXO 1 | 274 |
| Relación de Programas Estatales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos consultados para el Diagnóstico Básico 2020 | 275 |
| ANEXO 2 | 286 |
| Datos de los municipios utilizados para el cálculo de la generación per cápita | 287 |
| ANEXO 3 | 296 |
| Metodología sobre el cálculo de la generación y de la clasificación de los residuos sólidos urbanos..... | 297 |
| ANEXO 4 | 301 |
| Datos relativos a peso volumétrico en los Programas para la Prevención y Gestión Integral de Residuos..... | 302 |
| ANEXO 5 | 306 |
| Composición de los RSU en el Censo de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 del INEGI..... | 307 |
| ANEXO 6 | 326 |
| Datos sobre recolección de Residuos Sólidos Urbanos | 327 |
| ANEXO 7 | 330 |
| Forma de eliminación de los residuos en los hogares..... | 331 |
| ANEXO 8 | 332 |
| Datos de recolección de residuos reportados en el Censo de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 | 333 |
| ANEXO 9 | 336 |
| Cantidad de residuos separados por tipo de residuos, por entidad federativa y municipio..... | 337 |
| ANEXO 10 | 351 |
| Sistema de recolección de residuos utilizado en el municipio o demarcación territorial | 352 |
| ANEXO 11 | 354 |
| Transferencia de residuos, por entidad federativa y municipio | 355 |
| ANEXO 12 | 360 |
| Vehículos recolectores por tipo y antigüedad..... | 361 |
| ANEXO 13 | 364 |
| Centros de acopio..... | 365 |
| ANEXO 14 | 372 |
| Plantas de tratamiento..... | 373 |
| ANEXO 15 | 381 |
| Sitios de disposición final de los RSU..... | 382 |
| ANEXO 16 | 498 |
| Cumplimiento de características básicas de infraestructura y de operación en los SDF..... | 499 |
| ANEXO 17 | 502 |
| Cantidad de residuos ingresados en los SDF según infraestructura y procesos, por entidad federativa..... | 503 |
| ANEXO 18 | 505 |
| Costos del manejo de Residuos Sólidos Urbanos | 506 |

1 INTRODUCCIÓN

El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (DBGIR) es el estudio que identifica la situación que presenta nuestro país en la generación y el manejo de los residuos a nivel nacional, donde se consideran temas como: la cantidad y su composición, infraestructura instalada, así como la capacidad y efectividad para manejarlos integralmente, de acuerdo con las definiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y el reglamento de dicha ley.

En la LGPGIR se expresa que el DBGIR constituye un herramienta para formular e instrumentar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) y el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial (PNPGIRME), con fundamento en los principios de reducción, reutilización y reciclado de los residuos, en un marco de sistemas de gestión holística, en los que se aplica la responsabilidad compartida y diferenciada entre los diferentes sectores sociales y productivos en conjunto con los tres órdenes de gobierno.

El Gobierno de México, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), ha cumplido este mandato de ley. En el año 2006 se realizó el primer DBGIR, documento base para elaborar el Programa

Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009–2012. Mientras que, la actualización de dicho programa publicado en el 2012, sirvió para la formulación de los objetivos inscritos en el Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018.

El presente diagnóstico, en aras de contribuir al desarrollo de políticas públicas sobre este tema, incluye información relevante, acerca del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) en México, para apoyar el diseño del PNPGR y el PNPGRME.

Por lo tanto, el DBGIR debe ser considerado por los gobiernos, en cualquiera de sus niveles, para desarrollar la política pública en gestión de residuos, misma que debe incluir temas trascendentales como la planeación de la infraestructura, a fin de mejorar los servicios públicos y la valorización de los residuos.

A principios del año 2019, la SEMARNAT publica una Visión Nacional hacia una Gestión Sustentable: Cero Residuos, cuyo objetivo es:

[...] Transformar el esquema tradicional del manejo de los residuos en un modelo de economía circular, para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y favorecer el desarrollo sustentable en el país.

Esta visión está sustentada en seis principios rectores:

1. Desarrollo sustentable
2. Economía circular
3. Combate a la corrupción y transparencia en la gestión pública
4. Atención a poblaciones vulnerables y justicia social
5. Reducción del riesgo e impactos en la salud y el medio ambiente
6. Bienestar social y reducción de la desigualdad

Así, la prevención y minimización de los residuos, tienen como objetivo central el bienestar social y la reducción de la desigualdad, como lo marca la visión de gobierno, por lo que basados en un modelo de negocio sustentable y de economía circular, la gestión integral de los residuos, considera las siguientes cinco acciones:

1. Mejora de servicios
2. Valorización material y energética
3. Inspección y vigilancia
4. Creación de organismos operadores
5. Generación de cadenas productivas para el aprovechamiento

Por lo tanto, el presente diagnóstico aporta datos e información oportunos para la toma de decisiones y la provisión de los elementos necesarios para sustentar la política nacional en el manejo sustentable de residuos y sus respectivos planes inscritos en la LGPGIR:

Garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano.

Propiciar el desarrollo sustentable, mediante acciones de prevención en la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos.

Prevenir la contaminación de sitios causada por tales residuos, con criterio de responsabilidad compartida de los diversos participantes:

- a. generadores;
- b. importadores;
- c. exportadores;
- d. comercializadores;
- e. consumidores;
- f. empresas de servicios de manejo de residuos;
- g. autoridades de los tres órdenes de gobierno.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

2 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La definición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), contenida en la fracción XXXIII del Artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), establece que son:

Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

Por otra parte, en el Artículo 10 de la LGPGIR se señala que:

Por tanto, los ayuntamientos son los responsables o de la gestión integral de los RSU, contando, para ello, con la colaboración y el apoyo del gobierno estatal y federal.

Los Programas Estatales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PEPGIR) son instrumentos de planeación para la gestión integral de los RSU, así como los Programas Municipales e Intermunicipales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PMPGIR), de los cuales se consultaron 21 y 76 programas respectivamente para la elaboración de este Diagnóstico y son considerados como una fuente importante de información para el conocimiento de la realidad nacional en la gestión de los RSU (Ver Anexo 1).

Otro instrumento relevante para el conocimiento de la gestión integral de residuos es el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales (CNGMD) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que es realizado cada dos años y tiene un módulo especializado sobre la gestión de los RSU (Módulo 6 para el Censo de 2017). Finalmente, también fueron consultados estudios e informes sobre tópicos o aspectos particulares de la gestión de residuos.

Los aspectos más significativos encontrados para este diagnóstico de los RSU se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

| | |
|----------------------------------|---|
| Generación de residuos | La generación per cápita calculada fue de 0.944 kg/hab/día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 t/día. |
| Clasificación de los RSU | El 31.56% corresponde a residuos susceptibles de aprovechamiento, el 46.42% a residuos orgánicos y el 22.03% a "otros residuos" ¹ . |
| Recolección de residuos | De los residuos generados se recolectan 100,751 t/día, para una cobertura a nivel nacional del 83.87%. |
| Parque vehicular de recolección | El parque vehicular de recolección a nivel nacional está conformado por 16,615 vehículos, de los cuales el 59.30%, tienen sistemas de compactación. Del total de vehículos, el 29% son modelos anteriores a 1995 con al menos 24 años de operación. |
| Transferencia de residuos | En el país existen 127 instalaciones para la transferencia de residuos, ubicadas en 112 municipios de 23 entidades federativas. De ellas, el 49.61% se ubican en municipios con población superior a 100,000 habitantes. |
| Centros de acopio | Hay 173 centros de acopio en operación en el país, en 63 municipios de 19 entidades federativas. |
| Recolección separada de residuos | La recolección separada de residuos se realiza en 144 municipios, de 23 entidades federativas y en las 16 demarcaciones territoriales de la Ciudad de México ² . Diariamente se recolectan separadamente 5,281 t de residuos, alrededor del 5% del total de los residuos recolectados en el país: 2,062 t de residuos orgánicos y 3,219 t de residuos inorgánicos. |
| Tratamiento de residuos | En el país existen 47 plantas donde se realizan los siguientes procesos: <ul style="list-style-type: none"> a. en 26, separación o reciclaje b. en 5, trituración c. en 13, compactación d. en 19, compostaje e. en 5, biodigestión |

¹ Se utilizó la misma clasificación de los residuos del DBGIR 2012.

² Considerando los datos para la Ciudad de México del CNGMD 2017, ya que no se tienen estos datos en el Inventario de Residuos CDMX 2017.

| | |
|---|---|
| <p>Pepena de residuos reciclables</p> | <p>No hay cifras oficiales sobre la cantidad de residuos que se recuperan para reciclaje mediante la pepena ni sobre la cantidad de personas o familias que realizan esta actividad. En los Programas de Prevención y Gestión Integral de Residuos (PPGIR) se menciona que el fenómeno de la pepena se realiza prácticamente en todos los Sitios de Disposición Final (SDF) y en los sistemas de recolección de residuos.</p> |
| <p>Recursos públicos federales en apoyo a la gestión integral de residuos</p> | <p>Durante el periodo 2013-2018 se destinaron recursos públicos federales por un monto de \$2,373'100,784.00 para financiar 346 proyectos en apoyo a la gestión integral de los residuos. El 44.59% de estos recursos fueron para maquinaria, construcción, ampliación, rehabilitación o clausura y saneamiento de rellenos sanitarios; el 24.58% para equipamiento del sistema de recolección, el 16.07% para instalaciones de aprovechamiento de residuos y el 7.16% a maquinaria para diversas instalaciones.</p> |
| <p>Disposición final de residuos</p> | <p>De acuerdo con los datos disponibles³, en el año 2017 ingresan en los 2,203 Sitios de Disposición Final (SDF), un promedio de 86,352.7 t/día de residuos, estos sitios están ubicados en 1,722 municipios, de prácticamente todas las entidades federativas, a excepción de la Ciudad de México, que no cuenta con este tipo de instalaciones.</p> |
| <p>Características de los Sitios de Disposición Final de residuos</p> | <p>El análisis de la infraestructura y procesos con los que cuentan los SDF muestra que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 190 sitios (8.62%) cuentan con báscula para el pesaje de los residuos. b. 359 sitios (16.30%) cuentan con infraestructura para la captación de lixiviados, y 25% con tratamiento de éstos. c. 213 sitios (9.67%) cuentan con infraestructura para la captura de biogás. d. 326 sitios (14.80%) cuentan con geomembrana para aislar a los residuos del suelo. e. 955 sitios (43.35%) cuentan con cerca perimetral. f. 1,053 sitios (47.80%) no cuentan con infraestructura básica para la protección del ambiente⁴. g. En 753 sitios (34.18%) se tiene control de acceso. h. En 417 sitios (18.93%) se tiene control de los residuos que ingresan. |

³ Para los SDF se tomaron como base los datos del CNGMD 2017 y los del Inventario de Residuos CDMX 2017. Las características de los SDF consideradas en el CNGMD 2017 no hacen referencia a la NOM-083-SEMARNAT-2003.

⁴ La infraestructura básica considerada en el CNGMD 2017 consiste en báscula, captura de lixiviados, captura de biogás, geomembrana y cerca.

| | |
|---|--|
| <p>Características de los Sitios de Disposición Final de residuos</p> | <ul style="list-style-type: none"> i. En 955 sitios (43.35%) se compactan los residuos y se cubren con materiales térreos. j. En 260 sitios (11.80%) se realizan actividades de monitoreo de aspectos relacionados con la higiene y la seguridad. k. En 883 sitios (40.08%) no se realiza ninguno de los procesos señalados⁵. <p>Los datos disponibles no permiten clasificar a los SDF como “Rellenos sanitarios”, “Sitios controlados” o “Sitios no controlados”. Sin embargo, el análisis de las características de los SDF señala que se depositan 34,726 t/día, el 40.21% del total, en 82 sitios, ubicados en 79 municipios, de 28 entidades federativas, que cumplen todas las características básicas de infraestructura y de operación consideradas en la Cédula de Recolección de Datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 del INEGI.</p> <p>Por el contrario, 3,695 t/día, el 4.28% del total, se depositan en 685 sitios de disposición final ubicados en 509 municipios, de 27 entidades federativas, en los que no se cumple ninguna de las características básicas de infraestructura y de operación señaladas en el censo citado.</p> |
| <p>Costos del manejo de residuos</p> | <p>En promedio, el costo es de \$434.00 por cada tonelada recolectada; y \$122.00 por tonelada dispuesta. En estos costos sólo se incluye la operación de los servicios y no incluyen la depreciación de los vehículos, equipos o maquinaria, ni las provisiones financieras para la reposición de éstos o para la clausura tecnificada de los SDF al final de su vida útil.</p> |

2.1 Características de los Residuos Sólidos Urbanos: generación per cápita, peso volumétrico y composición

La generación per cápita, el peso volumétrico y la composición de los RSU son características que se utilizan para determinar y dimensionar las instalaciones y equipo requerido para su adecuada gestión, por ejemplo: equipo de recolección; estaciones de transferen-

cia; sistemas de tratamiento o aprovechamiento; y sitios de disposición final. Adicionalmente, la determinación de estas características de los residuos a nivel nacional apoya el diseño y la orientación de las políticas públicas.

⁵ Los procesos considerados en la operación de los SDF en el CNGMD 2017 fueron: control de acceso, control de admisión de residuos, compactación y cubrimiento con tierra, y monitoreo de aspectos de higiene y seguridad.

2.1.1 GENERACIÓN PER CÁPITA

La generación per cápita es un indicador que se utiliza para estimar la cantidad de residuos producidos en las localidades, para dimensionar las instalaciones o equipos necesarios para su recolección, aprovechamiento o disposición final.

Para calcular la generación per cápita se dispuso de 287 datos, todos ellos respaldados en estudios de generación y composición, realizados de acuerdo con la normatividad en la materia. A partir de estos datos, se estimó la cantidad de residuos generados por tamaño de municipio, región y nivel nacional. Más detalles de la informa-

ción empleada para los cálculos y sus fuentes de procedencia s muestran en el Anexo 2. De acuerdo con el procedimiento metodológico enunciado en el Anexo 3 se determinó la generación per cápita de residuos de nivel nacional como se detalla en la Tabla 2.

Utilizando estos datos, se realizó la estimación de la generación per cápita de residuos por región y por tamaño de municipio⁶, los cuales se muestran en las Tablas 3 y 4 y en las Figuras 1 y 2.

Los índices de generación de los distintos tamaños de los municipios, lo cual se muestra en la Tabla 4 y en la Figura 2.

TABLA 2. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS EN MÉXICO

| PROMEDIO DE GENERACIÓN PER CÁPITA | kg/hab/día |
|-----------------------------------|--------------|
| De origen domiciliario | 0.653 |
| De origen no domiciliario | 0.291 |
| Total | 0.944 |

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

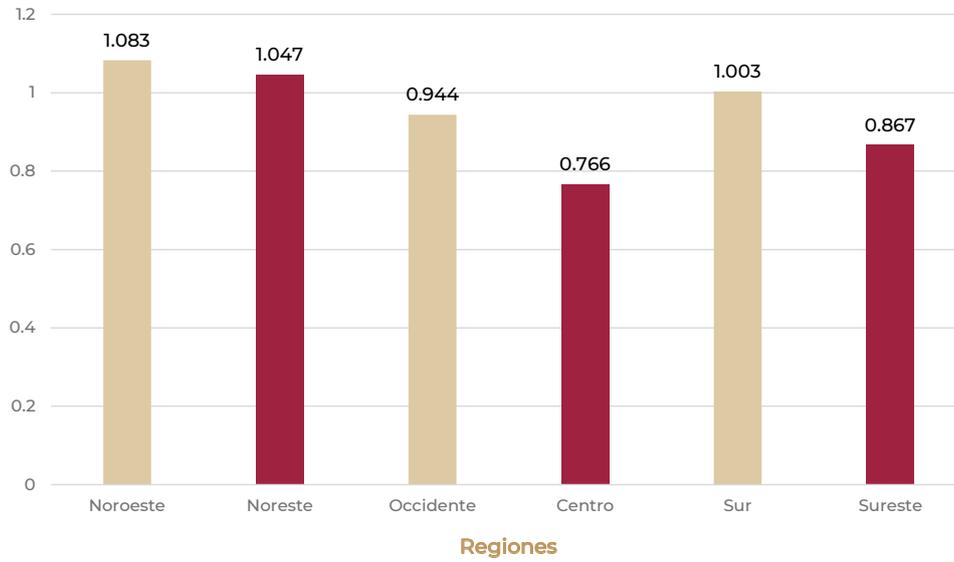
TABLA 3. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS, POR REGIÓN

| REGIÓN | GENERACIÓN PER CÁPITA (kg/hab/día) | | |
|-----------|------------------------------------|-----------------|-------|
| | DOMICILIARIA | NO DOMICILIARIA | TOTAL |
| Noroeste | 0.727 | 0.356 | 1.083 |
| Noreste | 0.762 | 0.285 | 1.047 |
| Occidente | 0.663 | 0.281 | 0.944 |
| Centro | 0.588 | 0.178 | 0.766 |
| Sur | 0.629 | 0.374 | 1.003 |
| Sureste | 0.743 | 0.124 | 0.867 |

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

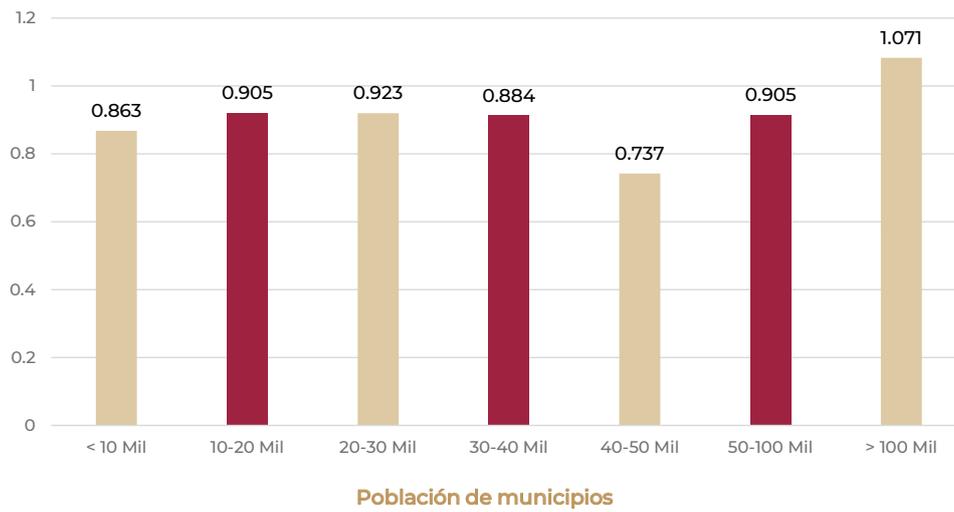
⁶ Se utilizaron los mismos datos de tamaño de municipio y de región del DBGIR 2012. Las regiones consideradas son: Noroeste: Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora; Noreste: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas; Occidente: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas; Centro: Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Ciudad de México; Sur: Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz; Sureste: Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.

FIGURA 1. GENERACIÓN PER CÁPITA, POR REGIÓN



Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

FIGURA 2. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

TABLA 4. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS POR TAMAÑO DE MUNICIPIO

| POBLACIÓN (MILES) | GENERACIÓN PER CÁPITA (kg/hab/día) | | |
|----------------------|------------------------------------|-----------------|----------|
| | DOMICILIARIA | NO DOMICILIARIA | PROMEDIO |
| < 10 | 0.642 | 0.221 | 0.863 |
| 10 - 20 | 0.653 | 0.252 | 0.905 |
| 20 - 30 | 0.671 | 0.252 | 0.923 |
| 30 - 40 | 0.642 | 0.242 | 0.884 |
| 40 - 50 | 0.529 | 0.208 | 0.737 |
| 50 - 100 | 0.635 | 0.270 | 0.905 |
| > 100 | 0.695 | 0.376 | 1.071 |

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

Se debe considerar que los índices de generación per cápita deben obtenerse con cierta periodicidad, utilizando la misma metodología y los mismos niveles de confiabilidad en la selección de las muestras, a fin de tener series de tiempo que puedan ser comparadas y mostrar las variaciones en los índices, que reflejen el resultado de las políticas públicas en materia de gestión de residuos o la modificación de las condiciones, que incidan en las variaciones que se produzcan.

2.1.2 GENERACIÓN DE RESIDUOS

Actualmente todas las entidades federativas cuentan con un PEPGIR y, en algunos de ellos, se detalla la generación de residuos de cada municipio. Sin embargo, los programas estatales fueron elaborados en diferentes años, y la metodología para estimar o determinar la generación de residuos presenta diferencias notables, señaladas a continuación:

- En 12 programas, el cálculo de la generación de residuos se realizó con base en los índices de generación calculados en estudios realizados en municipios seleccionados, de conformidad con la normatividad en la materia.

- En algunos otros, se utilizaron los índices de generación del DBGIR 2012 para el cálculo de la generación de residuos.
- En otros más, las estimaciones de la generación se basaron en lo declarado por los responsables de los sistemas de limpia o por las autoridades ambientales de los respectivos gobiernos estatales.

Ante ello, para estimar la generación de residuos de las entidades federativas se realizó la proyección por tamaño de municipios y, a nivel regional, a partir de la generación per cápita. Con estas estimaciones, se conjuntaron los datos calculados para cada municipio, por entidad federativa, para compararlos con los datos de generación reportados en los PEPGIR y, posteriormente, determinar los coeficientes de valor correspondientes.

A partir de los datos de generación per cápita por tamaño de municipio y la cantidad de habitantes reportado por el INEGI, en el Censo de Población de 2015, en el presente diagnóstico se determinó la generación de residuos a nivel nacional en 120,128 t/día; 17,233 t/día más que las estimadas en el DBGIR 2012.

En la Tabla 5 y en la Figura 3 se incluyen los datos de la generación de RSU por entidad. Se aprecia que el Estado de México, la Ciudad de México y Jalisco generan 28.5% de los residuos del país, y que los estados de Baja Cali-

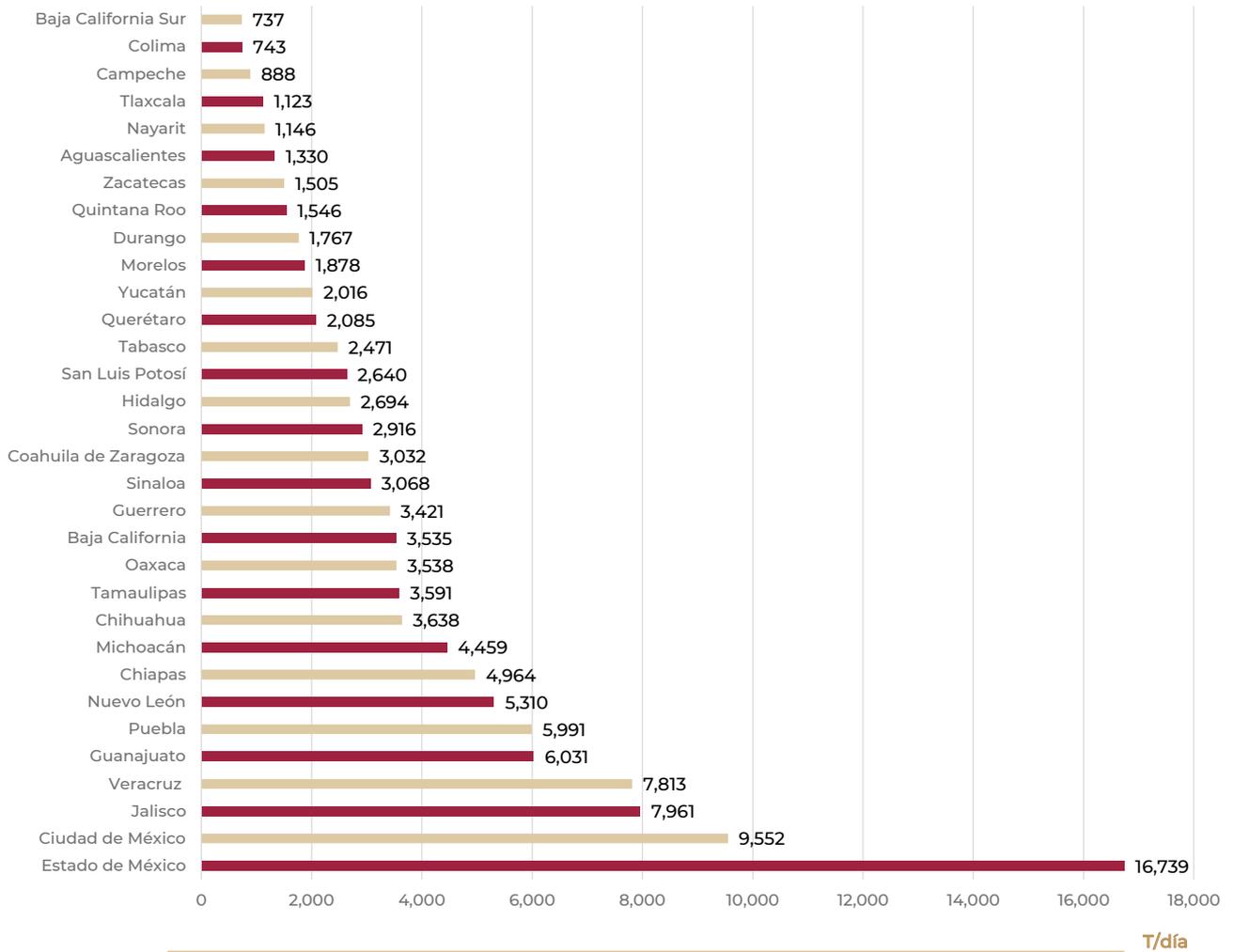
fornia Sur, Colima y Campeche representan en conjunto apenas un 2.3% del total nacional. Es oportuno indicar que 23 entidades federativas presentan valores de generación de residuos inferior al promedio nacional.

TABLA 5. GENERACIÓN ESTIMADA DE RSU, POR TAMAÑO DE POBLACIÓN, POR ENTIDAD FEDERATIVA

| ENTIDAD FEDERATIVA | TONELADAS POR DÍA | ENTIDAD FEDERATIVA | TONELADAS POR DÍA |
|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| Aguascalientes | 1,330 | Morelos | 1,878 |
| Baja California | 3,535 | Nayarit | 1,146 |
| Baja California Sur | 737 | Nuevo León | 5,310 |
| Campeche | 888 | Oaxaca | 3,538 |
| Chiapas | 4,964 | Puebla | 5,991 |
| Chihuahua | 3,638 | Querétaro | 2,085 |
| Ciudad de México | 9,552 | Quintana Roo | 1,546 |
| Coahuila de Zaragoza | 3,032 | San Luis Potosí | 2,640 |
| Colima | 743 | Sinaloa | 3,068 |
| Durango | 1,767 | Sonora | 2,916 |
| Estado de México | 16,739 | Tabasco | 2,471 |
| Guanajuato | 6,031 | Tamaulipas | 3,591 |
| Guerrero | 3,421 | Tlaxcala | 1,123 |
| Hidalgo | 2,694 | Veracruz | 7,813 |
| Jalisco | 7,961 | Yucatán | 2,016 |
| Michoacán | 4,459 | Zacatecas | 1,505 |
| Nacional | | 120,128 t/día | |

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 3. GENERACIÓN ESTIMADA DE RSU, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 y en la Figura 4 se muestra la generación de RSU por región. Se observa que, de manera similar al DBGIR 2012, la mayor generación corresponde a las regiones Centro y Occidente.

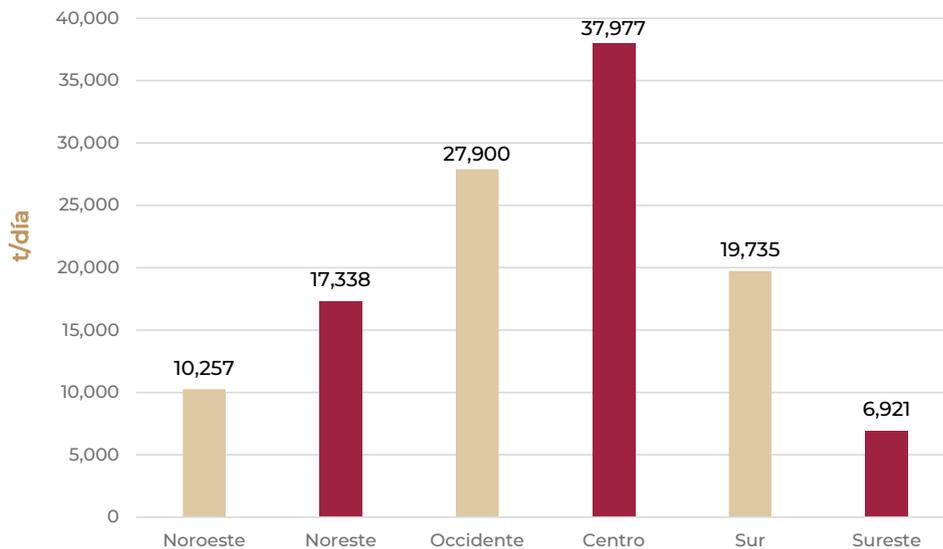
La cantidad de residuos generados a nivel estatal y regional, no corresponden necesariamente a la cantidad de residuos que se producen en lugares o localidades específicas, ni pueden ser utilizados para ello con altos niveles de confiabilidad.

TABLA 6. GENERACIÓN CALCULADA DE RESIDUOS, POR REGIÓN

| REGIÓN | GENERACIÓN CALCULADA POR REGIÓN (t/día) |
|--------------|---|
| Noroeste | 10,257 |
| Noreste | 17,338 |
| Occidente | 27,900 |
| Centro | 37,977 |
| Sur | 19,735 |
| Sureste | 6,921 |
| Total | 120,128 |

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 4. GENERACIÓN CALCULADA DE RESIDUOS, POR REGIÓN



Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 PESO VOLUMÉTRICO

La determinación del peso volumétrico de los residuos permite delimitar la capacidad de las unidades de recolección que se requieren para prestar un adecuado servicio a la población. En otros casos, este indicador se utiliza para determinar el tipo y la capacidad de los contenedores requeridos para recibir los residuos. Para determinar

el peso volumétrico se dispuso de 123 datos detallados en el Anexo 4. El promedio de los datos de peso volumétrico en los programas fue de 140.447 kg/m³, inferior al calculado en el DBGIR 2012, que fue de 153.12 kg/m³.

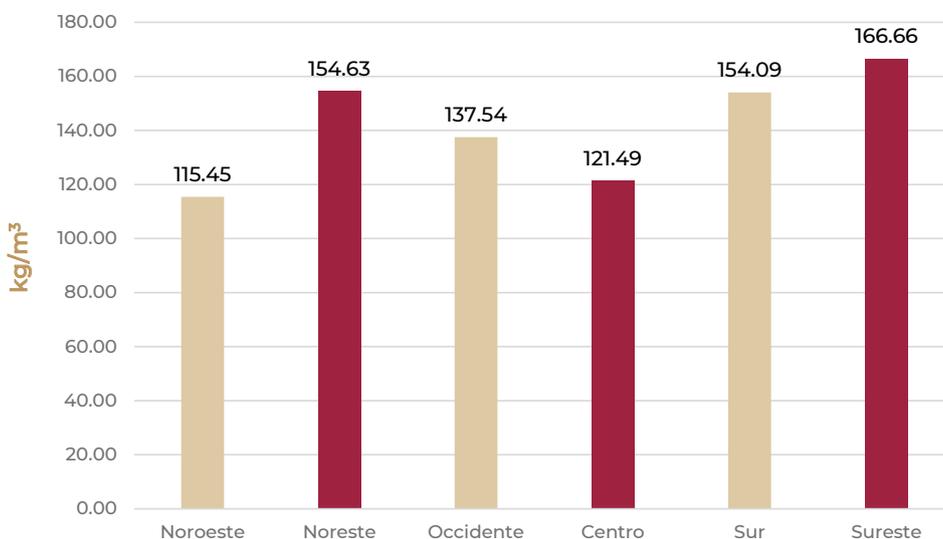
Con los mismos datos se calcularon los pesos volumétricos promedio por región y por tamaño de municipio, los cuales se aportan en la Tabla 7 y en la Figura 5.

TABLA 7. PESO VOLUMÉTRICO DE RESIDUOS, POR REGIÓN

| REGIÓN | PESO VOLUMÉTRICO (kg/m ³) |
|-----------|---------------------------------------|
| Noroeste | 115.45 |
| Noreste | 154.63 |
| Occidente | 137.54 |
| Centro | 121.49 |
| Sur | 154.09 |
| Sureste | 166.66 |

Fuente: Elaboración propia con información de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

FIGURA 5. PESO VOLUMÉTRICO DE RESIDUOS, POR REGIÓN



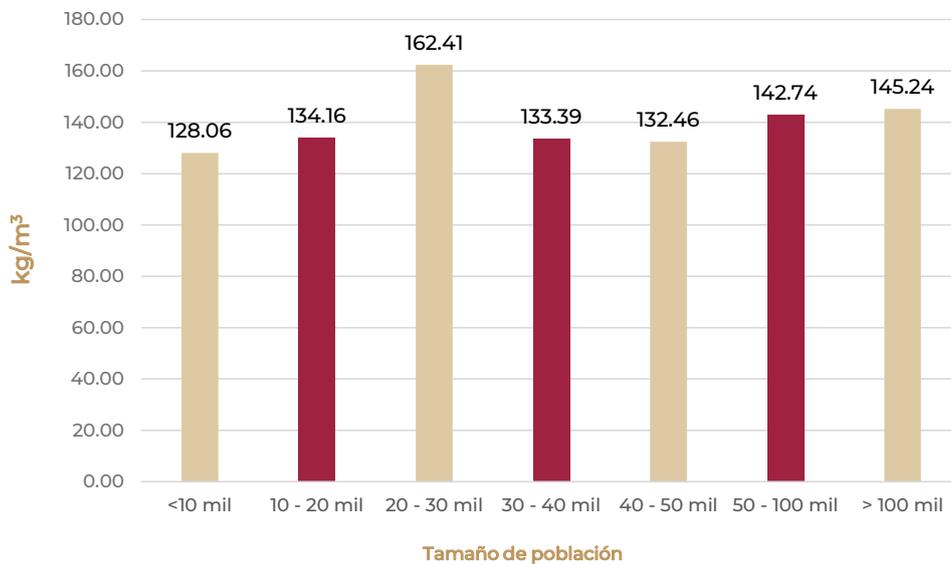
Fuente: Elaboración propia con información de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

TABLA 8. PESO VOLUMÉTRICO DE RESIDUOS, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO

| TAMAÑO DE MUNICIPIO (MILES) | PESO VOLUMÉTRICO (kg/m ³) |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| < 10 | 128.06 |
| 10 - 20 | 134.16 |
| 20 - 30 | 162.41 |
| 30 - 40 | 133.39 |
| 40 - 50 | 132.46 |
| 50 - 100 | 142.74 |
| > 100 | 145.24 |

Fuente: Elaboración propia con información de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

FIGURA 6. PESO VOLUMÉTRICO DE RESIDUOS, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con información de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

Como se puede observar en las tablas y figuras anteriores, las diferencias entre los pesos volumétricos son mínimas tanto por región como por tamaño de municipio. En el caso de las

regiones, la diferencia entre los valores máximo y mínimo es de 51.21 kg/m³. Por tamaño de municipio, la diferencia de los valores mayor y menor fue de 34.35 kg/m³.

2.1.4 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

El conocimiento de la composición de los residuos⁷ se utiliza fundamentalmente para determinar los subproductos o fracciones de los residuos aprovechables o que puedan ser valorizados, y cuáles serían los sistemas más adecuados para ello.

Para calcular el promedio de la composición de los residuos en el presente diagnóstico hubo disponibles 135 datos, cuyo tratamiento para su cálculo se detalla en el Anexo 3 y las fuentes de procedencia específica en el Anexo 5.

Adicionalmente a las estimaciones anteriores, se consideró la clasificación de los subproductos marcada en la NMX-AA-022-1985 la cual se indica en la Tabla 9.

TABLA 9. COMPOSICIÓN PORCENTUAL PROMEDIO DE LOS RESIDUOS

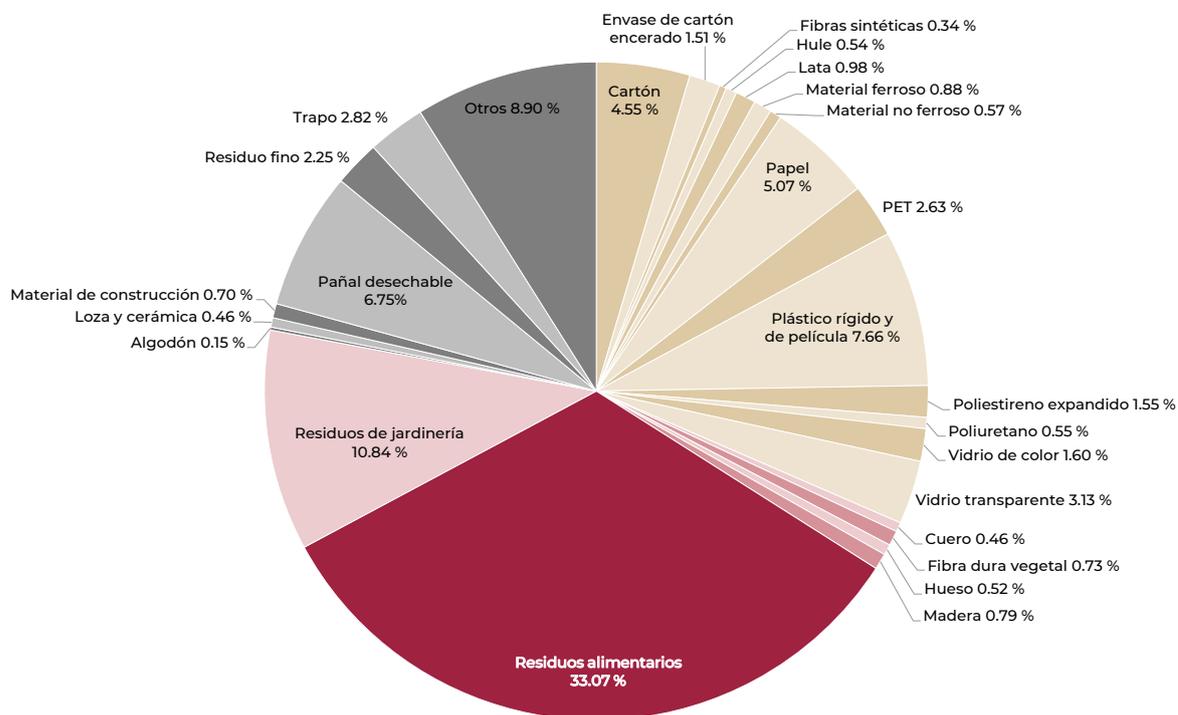
| CATEGORÍA ⁸ | SUBPRODUCTOS | PORCENTAJE |
|--|-------------------------------|------------|
| Susceptibles de aprovechamiento: 31.55% | Cartón | 4.55 |
| | Envase de cartón encerado | 1.51 |
| | Fibras sintéticas | 0.34 |
| | Hule | 0.54 |
| | Lata | 0.98 |
| | Material ferroso | 0.88 |
| | Material no ferroso | 0.57 |
| | Papel | 5.07 |
| | PET | 2.63 |
| | Plástico rígido y de película | 7.66 |
| | Poliestireno expandido | 1.55 |
| | Poliuretano | 0.55 |
| | Vidrio de color | 1.60 |
| | Vidrio transparente | 3.13 |
| | Orgánicos: 46.42% | Cuero |
| Fibra dura vegetal | | 0.73 |
| Hueso | | 0.52 |
| Madera | | 0.79 |
| Residuos alimentarios | | 33.07 |
| Residuos de jardinería | | 10.84 |
| Otros: 22.03% | Algodón | 0.15 |
| | Loza y cerámica | 0.46 |
| | Material de construcción | 0.70 |
| | Pañal desechable | 6.75 |
| | Residuo fino | 2.25 |
| | Trapo | 2.82 |
| | Otros | 8.90 |
| Total | | 100 |

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal. *Se muestran los datos normalizados.

⁷ Los porcentajes señalados en este apartado se refieren a la composición en peso o masa.

⁸ Para fines de comparación, se utilizaron las mismas categorías de clasificación de los residuos que las utilizadas en el Diagnóstico Básico 2012.

FIGURA 7. COMPOSICIÓN PORCENTUAL PROMEDIO DE LOS RESIDUOS



Nota: No se muestran todas las categorías en la gráfica por razones de legibilidad.

*Se muestran los datos normalizados.

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

Debe hacerse notar que en la composición porcentual de los residuos determinada en el presente diagnós-

tico hay diferencias significativas con respecto a la del DBGIR 2012, como se aprecia en la Tabla 10.

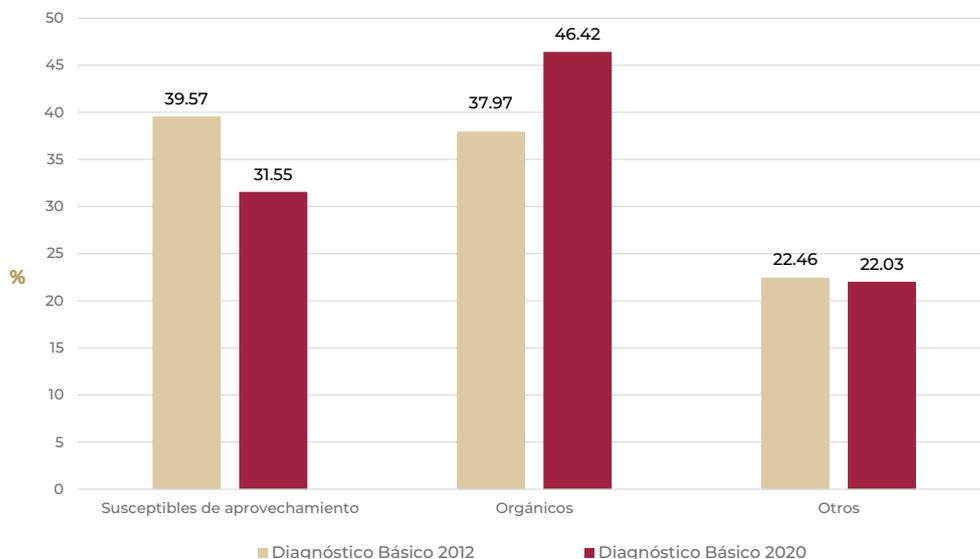
TABLA 10. COMPARACIÓN POR CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS ENTRE DBGIR 2012 Y DBGIR 2019

| CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS | DBGIR 2012 (%) | DBGIR 2020 (%) |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| Susceptibles de aprovechamiento | 39.57 | 31.55 |
| Orgánicos | 37.97 | 46.42 |
| Otros | 22.46 | 22.03 |

*Se muestra el porcentaje normalizado.

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 8. COMPARACIÓN POR CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS ENTRE DBGIR 2012 Y DBGIR 2020



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 y en la Figura 9 se muestran los datos de la participación porcentual de las categorías de subproductos, por tamaño de municipio.

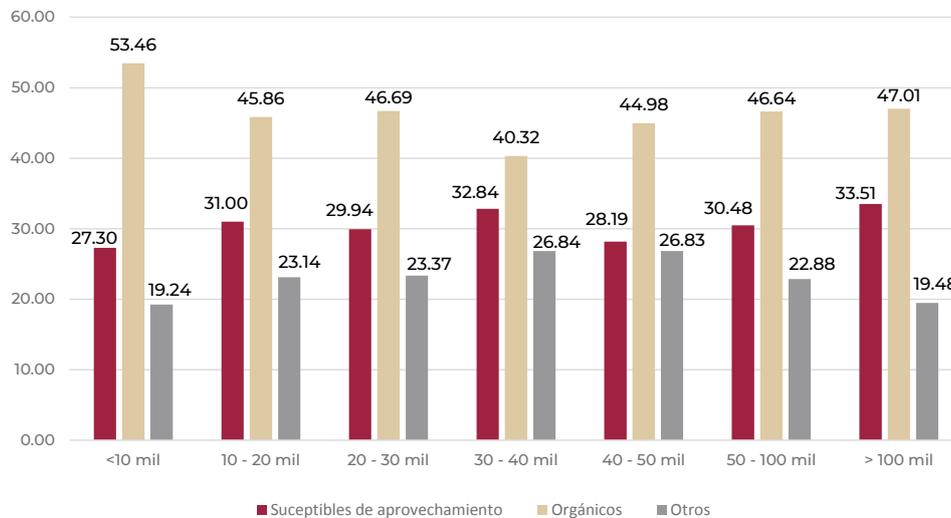
TABLA 11. CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS EN LA COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS RESIDUOS, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO

| TAMAÑO DE MUNICIPIO (MILES DE HABITANTES) | CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS | | |
|---|---------------------------------|-----------|-------|
| | SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO | ORGÁNICOS | OTROS |
| < 10 | 27.30 | 53.46 | 19.24 |
| 10–20 | 31.00 | 45.86 | 23.14 |
| 20–30 | 29.94 | 46.69 | 23.37 |
| 30–40 | 32.84 | 40.32 | 26.84 |
| 40–50 | 28.19 | 44.98 | 26.83 |
| 50–100 | 30.48 | 46.64 | 22.88 |
| > 100 | 33.51 | 47.01 | 19.48 |

*Se muestran los porcentajes normalizados.

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

FIGURA 9. CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS EN LA COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS RESIDUOS, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

Algunos aspectos relevantes sobre la clasificación de los residuos según el tamaño de los municipios, son:

- a. El mayor porcentaje de residuos orgánicos ocurre en las localidades inferiores a 10 mil habitantes, con el 53.46%, mientras que el menor porcentaje (40.32%), se presenta en las localidades con población entre 30 y 40 mil habitantes.
- b. La generación de residuos susceptibles de aprovechamiento varía entre 27.30% y 33.51%.

El mayor porcentaje se presenta en las localidades de más de 100 mil habitantes.

- c. Los residuos restantes, denominados "otros", varían entre 19.24% y 26.84%, las localidades donde habitan menos de 10 mil personas generan el menor porcentaje.

En la Tabla 12 y en la Figura 10 se aportan los datos de la participación porcentual de las categorías de subproductos por región.



Foto: Freepik Image Bank.

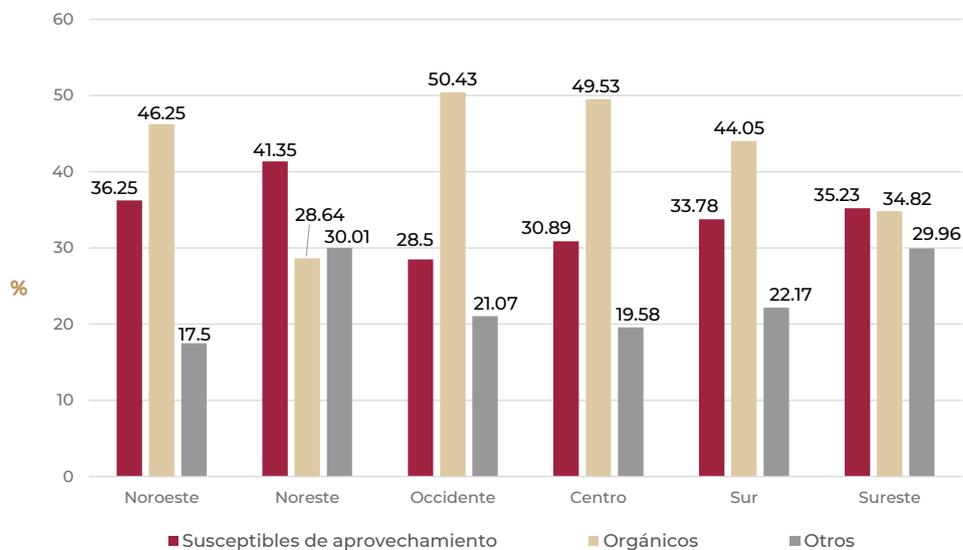
TABLA 12. CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS EN LA COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS RESIDUOS, POR REGIÓN

| REGIÓN | CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS | | |
|-----------|-------------------------------------|---------------|-----------|
| | SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO (%) | ORGÁNICOS (%) | OTROS (%) |
| Noroeste | 36.25 | 46.25 | 17.50 |
| Noreste | 41.35 | 28.64 | 30.01 |
| Occidente | 28.50 | 50.43 | 21.07 |
| Centro | 30.89 | 49.53 | 19.58 |
| Sur | 33.78 | 44.05 | 22.17 |
| Sureste | 35.23 | 34.82 | 29.96 |

*Se muestran los porcentajes normalizados.

Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

FIGURA 10. CATEGORÍA DE SUBPRODUCTOS EN LA COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS RESIDUOS, POR REGIÓN



Fuente: Elaboración propia con información del CNGMD 2017 y de los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal.

Respecto a la clasificación de los residuos por región, algunos aspectos destacables son:

- a. La participación porcentual de los residuos orgánicos está comprendida entre el 28.64% y el 50.43%. El porcentaje mayor de orgánicos ocurre en la región Occidente. El menor se localiza en la región Noreste.
- b. El porcentaje más alto de residuos susceptibles de aprovechamiento (41.35%) se genera en la región Noroeste. En la región Occidente se genera el menor: 28.50 por ciento.
- c. Otros residuos varían entre el 17.50% y el 30.01% del total. Donde se genera el porcentaje mayor es en la región Noreste; el menor, en la región Noroeste.

A nivel nacional, se estiman 38,351 t/día de residuos aprovechables mediante el reciclaje o la recuperación de energía; 56,427 t/día de residuos orgánicos que pueden ser tratados mediante compostaje o biodigestión; y 26,779 t/día de otros residuos, que posiblemente no sean aprovechables. Estos datos pueden servir de base para estimar las posibilidades de aprovechamiento de los residuos en el país, al mismo tiempo que visibiliza la magnitud del desafío para toda la sociedad de avanzar hacia la gestión integral de una mayor cantidad de los residuos que se generan diariamente.

Aunado a lo que se ha señalado, al analizar los estudios de generación y composición contenidos en los PPGIR a los que se ha hecho referencia, se hizo evidente la necesidad de revisar y actualizar las Normas Mexicanas NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985 y NMX-

AA-061-1985, las cuales establecen las bases para la metodología con que se realizan los estudios de generación y composición y que tienen más de 30 años de haberse elaborado y entrado en vigencia, por lo que hay muchos elementos en los procesos de producción y consumo que han cambiado y, por consecuencia, la generación de residuos.

2.2 Descripción del sistema de manejo de RSU: recolección, transporte, transferencia y tratamiento

Toda la información aquí presentada fue analizada a partir de distintos datos obtenidos a través del CNGMD 2017 y los PPGIR en sus versiones estatal, municipal e intermunicipal, para los distintos años de reporte. El sustento se encuentra disponible en el Anexo 6.

2.2.1 RECOLECCIÓN DE RSU

Para una adecuada gestión integral de los residuos, la prevención de su generación debe ser la piedra angular. Sin embargo, en los sitios donde no se ha podido evitar la generación de residuos, la recolección de los mismos resulta muy relevante, debido a que previene que los generadores propicien su dispersión sin control en el ambiente. Por tanto, la recolección, es el punto de partida de los sistemas para la gestión integral de los residuos.

En la Tabla 13 y la Figura 11, se muestran la cantidad de residuos generados por entidad federativa, la recolección promedio, así como el porcentaje de cobertura.

TABLA 13. GENERACIÓN Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA

| ENTIDAD FEDERATIVA | GENERACIÓN CALCULADA (t/día) | RECOLECCIÓN (t/día PROMEDIO) | PROMEDIO DE COBERTURA (%) ⁹ |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| Aguascalientes | 1,330 | 942 | 70.83 |
| Baja California | 3,535 | 2,957 | 83.65 |
| Baja California Sur | 737 | 1,081 | 146.68 |
| Campeche | 888 | 792 | 89.19 |
| Coahuila | 3,032 | 2,286 | 75.40 |
| Colima | 743 | 787 | 105.92 |
| Chiapas | 4,964 | 2,886 | 58.14 |
| Chihuahua | 3,638 | 3,504 | 96.32 |
| Ciudad de México ¹ | 9,552 | 10,049 | 105.20 |
| Durango | 1,767 | 1,327 | 75.10 |
| Guanajuato | 6,031 | 4,155 | 68.89 |
| Guerrero | 3,421 | 2,670 | 78.05 |
| Hidalgo | 2,694 | 2,128 | 78.99 |
| Jalisco | 7,961 | 7,451 | 93.59 |
| Estado de México | 16,739 | 12,409 | 74.13 |
| Michoacán | 4,459 | 4,615 | 103.50 |
| Morelos | 1,878 | 1,456 | 77.53 |
| Nayarit | 1,146 | 1,843 | 160.82 |
| Nuevo León | 5,310 | 4,564 | 85.95 |
| Oaxaca | 3,538 | 1,985 | 56.11 |
| Puebla | 5,991 | 4,218 | 70.41 |
| Querétaro | 2,085 | 1,867 | 89.54 |
| Quintana Roo | 1,546 | 2,538 | 164.17 |
| San Luis Potosí | 2,640 | 1,870 | 70.83 |
| Sinaloa | 3,068 | 3,139 | 102.31 |
| Sonora | 2,916 | 2,468 | 84.64 |
| Tabasco | 2,471 | 1,991 | 80.57 |
| Tamaulipas | 3,591 | 3,054 | 85.05 |
| Tlaxcala | 1,123 | 1,059 | 94.30 |
| Veracruz | 7,813 | 6,102 | 78.10 |
| Yucatán | 2,016 | 1,487 | 73.76 |
| Zacatecas | 1,505 | 1,071 | 71.16 |
| Nacional | 120,128 | 100,751 | 83.87 |

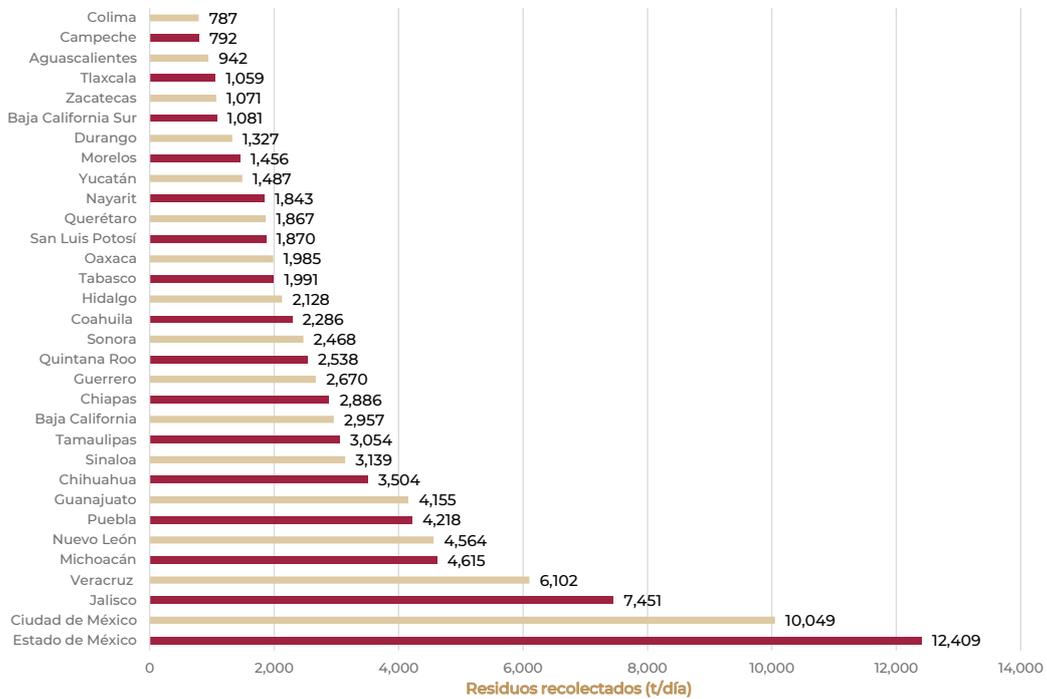
(1) El dato sobre recolección de residuos de la Ciudad de México se tomó del Inventario de Residuos CDMX 2017.

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI y del Inventario de Residuos CDMX 2017.

⁹ Se consideró la cobertura en la recolección como la relación porcentual entre la generación estimada y la recolección de residuos reportada en CNGMD 2017.

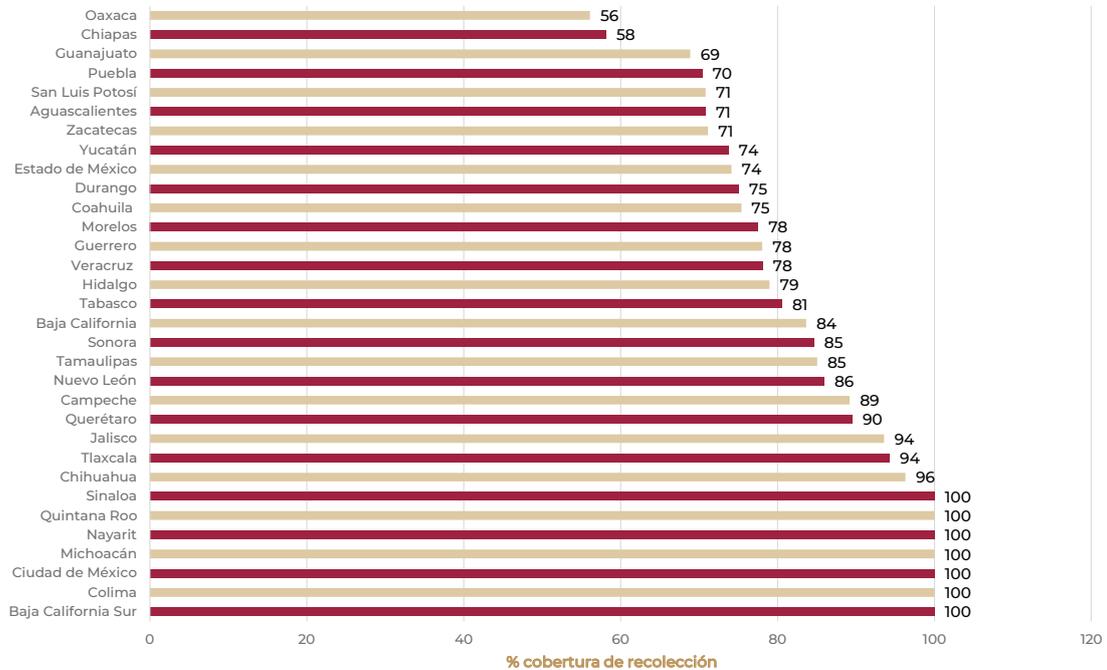
En algunas entidades federativas, como Baja California Sur, Nayarit y Quintana Roo, el índice de cobertura de recolección es superior al 100%, debido a que la cantidad de residuos recolectados que se reportan en el CNGMD 2017, posiblemente incluya los residuos generados en las actividades turísticas.

FIGURA 11. RECOLECCIÓN DE RESIDUOS POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI y del Inventario de Residuos CDMX 2017.

FIGURA 12. PORCENTAJE DE COBERTURA EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Nota: Se consideró una cobertura del 100% en las entidades federativas en las que los datos la recolección se reportan mayor que la generación.

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI y del Inventario de Residuos CDMX 2017.

La cobertura de recolección nacional es de 83.87%, es decir, 0.06% menor al índice de cobertura calculado en el DBGIR 2012, que fue de 83.93%. Lo cual significa que 19,377 t/día de residuos no son recolectados.

Cabe destacar que los estados de Colima, Baja California Sur, Ciudad de México, Michoacán, Nayarit, Quintana Roo y Sinaloa tienen una cobertura de recolección de los residuos generados del 100%, mientras que los índices me-

nores de recolección ocurren en Chiapas y Oaxaca, los cuales son inferiores al 60 por ciento.

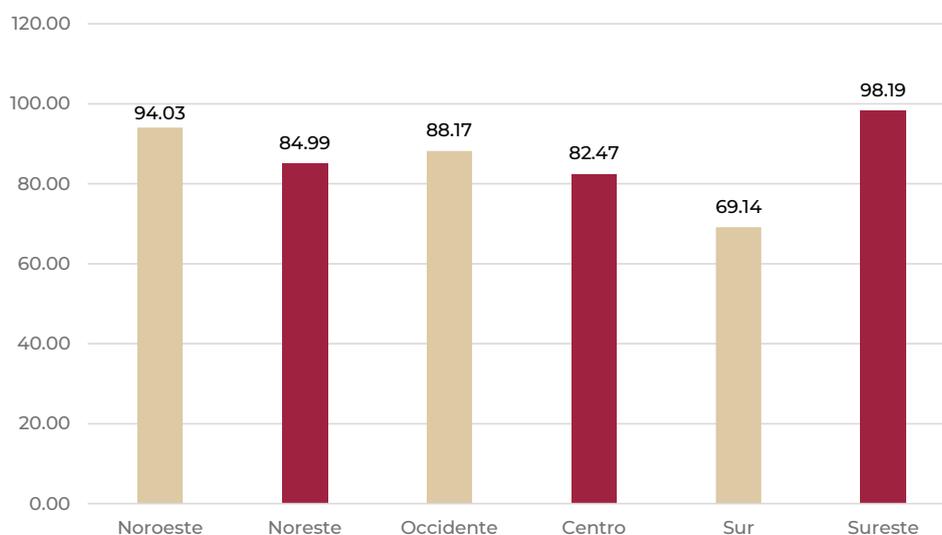
En la Tabla 14 y en la Figura 13 se muestra la cantidad de residuos generados y el promedio de recolección diaria, así como la cobertura promedio a nivel regional. De acuerdo con ellas, la región Sureste tiene el mayor índice de cobertura en la recolección con el 98.19%, mientras que en la región Sur se tiene la cobertura más baja, con el 69.14 por ciento.

TABLA 14. COBERTURA DE RECOLECCIÓN, POR REGIÓN

| REGIÓN | GENERACIÓN CALCULADA (t/día) | RECOLECCIÓN (t/día) | COBERTURA PROMEDIO (%) |
|-----------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| Noroeste | 10,257 | 9,645 | 94.03 |
| Noreste | 17,338 | 14,734 | 84.99 |
| Occidente | 17,900 | 24,601 | 88.17 |
| Centro | 37,977 | 31,319 | 82.47 |
| Sur | 19,735 | 13,643 | 69.14 |
| Sureste | 6,921 | 6,808 | 98.19 |

Fuente: Elaboración propia con datos CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 13. COBERTURA DE RECOLECCIÓN, POR REGIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos CNGMD 2017 del INEGI.

Finalmente, en la Tabla 15 y en la Figura 14 se muestra la cantidad de residuos generados y recolectados, así como la cobertura de recolección según el tamaño de municipio.

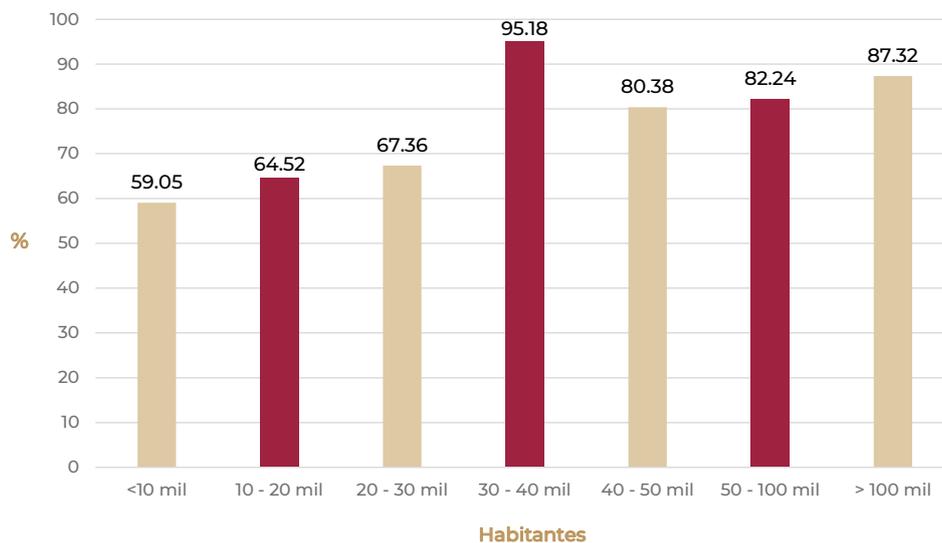
De acuerdo a la Figura 14, en los municipios grandes, con población superior a 100 mil habitantes, la cobertura del servicio de recolección de residuos es mayor, con un promedio

TABLA 15. COBERTURA DE RECOLECCIÓN POR TAMAÑO DE MUNICIPIO

| TAMAÑO DE MUNICIPIO (MILES) | GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS (t/día) | RECOLECCIÓN (t/día) | COBERTURA SEGÚN DATOS (%) |
|-----------------------------|---|---------------------|---------------------------|
| < 10 | 3,675 | 2,170 | 59.05 |
| 10-20 | 6,215 | 4,010 | 64.52 |
| 20-30 | 5,839 | 3,933 | 67.36 |
| 30-40 | 4,811 | 4,579 | 95.18 |
| 40-50 | 3,262 | 2,622 | 80.38 |
| 50-100 | 13,278 | 10,920 | 82.24 |
| > 100 | 83,048 | 72,517 | 87.32 |

Fuente: Elaboración propia con datos CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 14. COBERTURA DE RECOLECCIÓN POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017 del INEGI.

del 87.32%. En cambio, en los municipios pequeños, con población inferior a 10 mil habitantes, la cobertura en el servicio de recolección de residuos es menor, con el 59.05 por ciento.

Existen diversos elementos a los que se puede atribuir el origen de la reducida cobertura en la recolección de residuos en algunas entidades federativas, entre ellos se identifica el presupuesto disponible para llevar a cabo esta operación, el cual está destinado principalmente a la disposición final, así como la disponibilidad de caminos y puentes que permitan la recolección en los lugares más remotos que reflejan carencias en la operación del servicio. Algunas de estas deficiencias serán abordadas en los apartados siguientes.

Es importante señalar que la información disponible sobre la cobertura de la recolección así como otras etapas del manejo de los residuos no son precisos, de acuerdo a los datos del CNGMD 2017, provienen de lo declarado por las autoridades municipales, cuya información se basa en estimaciones, dada la carencia de registros o pesaje de los residuos a la entrada de los SDF. Por tanto, se considera que esta carencia de información y registros durante las etapas de manejo deberá mejorarse y ser una base para las políticas públicas a diseñar en la materia.

2.2.1.1 PRESTADORES U OPERADORES DEL SERVICIO DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

En los resultados del CNGMD 2017 también se incluye información sobre los prestadores u operadores del servicio de recolección en los municipios del país, tanto en su cantidad, como en su procedencia de los sectores público, privado o social (Ver Anexo 6).

Los datos del censo registran un total de 2,516 prestadores del servicio de recolección en los municipios del país. De ellos, 2,192 –87.12% del total– son del sector público, en su mayoría de los gobiernos municipales o, en el caso de Ciudad de México, de las demarcaciones territoriales.

En este censo también se asienta que existen 247 prestadores del servicio de recolección de residuos del sector privado, equivalente al 9.82% del total. Se estima que la operación de estos servicios privados es realizada en los municipios de mayor población, así como en los que se realicen actividades turísticas, probablemente, debido a que cuentan con ingresos que les permiten tener la prestación del servicio bajo estas características.

Respecto al tipo de operación según el tamaño de municipio, en aquellos con población mayor a 100,000 habitantes es notable la participación del sector privado (40.61%). Caso contrario de los municipios con población menor a 10,000 habitantes, donde en el 98.65% de los casos el sector público se encarga de la prestación del servicio de recolección y el sector privado sólo participa en el 0.45% de los procesos.

Por lo que se refiere a la participación del sector social¹⁰ en la prestación del servicio de recolección, de acuerdo con el censo, 77 entidades equivalente al 3.06%, manejan esta modalidad. La participación de este sector se concentra en municipios con población superior a 100,000 habitantes, con el 9.67% y se limita a organizaciones sociales, informales o formalizadas, que participan en la recolección de residuos, en ocasiones sólo con la autorización o la tolerancia de las autoridades municipales.

Es importante destacar que el 87.12% del total de los prestadores u operadores del servicio de recolección son las autoridades municipales, lo que significa que la calidad y la cobertura dependen, en última instancia, de los recursos que los municipios dedican a esta actividad y de la eficiencia

¹⁰ En la Cédula de Recolección de Datos del CNGMD 2017 no se define al sector social. Puede referirse a organizaciones sociales informales o formalizadas que participan u operan la recolección de residuos, que no son empresas o entidades gubernamentales.

TABLA 16. CANTIDAD DE PRESTADORES DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN SEGÚN TAMAÑO DE MUNICIPIO Y EL RÉGIMEN DE GESTIÓN EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

| TAMAÑO DE MUNICIPIO (MILES DE HABITANTES) | CANTIDAD DE PRESTADORES DEL SERVICIO | RÉGIMEN DE GESTIÓN O TIPO DE PRESTADORES DEL SERVICIO | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | | PÚBLICO | | PRIVADO | | SOCIAL | |
| | | CANTIDAD | % | CANTIDAD | % | CANTIDAD | % |
| < 10 | 888 | 876 | 98.65 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10 - 20 | 474 | 446 | 94.09 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 20 - 30 | 279 | 252 | 90.32 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 30 - 40 | 175 | 148 | 84.57 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 40 - 50 | 101 | 93 | 92.08 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 50 - 100 | 237 | 197 | 83.12 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| > 100 | 362 | 180 | 49.72 | 147 | 147 | 147 | 147 |
| Total | 2,516 | 2,192 | 87.12 | 247 | 247 | 247 | 247 |

Fuente: CNGMD 2017 del INEGI.

con que se administran los mismos; sin embargo, no hay datos en el CNGMD 2017 sobre el presupuesto que los municipios destinan a la prestación del servicio.

2.2.1.2 MUNICIPIOS SIN SERVICIO DE RECOLECCIÓN

Los municipios que no prestan el servicio de recolección de residuos ascienden a 179, lo que afecta a 620,358 habitantes, equivalente al 0.52% de la población del país. Esta ausencia de recolección ocurre principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Adicionalmente se evaluaron los datos que reporta el INEGI en los resultados de la Encuesta Nacional de los Hogares, en relación con la forma en la que los habitantes eliminan sus residuos. En los datos que reporta la encuesta de 2017 se asienta que el 80.5% de los hogares la dispone en un carrito o en un camión de la basura y el 6.0% la deposita en un contenedor; en ambos casos, los hogares encuestados disponen del servicio de recolección de residuos. En la misma encuesta del

INEGI se mencionan otras prácticas que se realizan en los hogares para desechar los residuos: quema, con el 11.4% y el entierro o depósito en otros lugares (calle, baldío, río) con el 2.1%.

Los resultados sobre la forma que utilizan los habitantes a nivel nacional para desechar los residuos de la Encuesta Nacional de los Hogares del INEGI, corresponde a los años 2014, 2015, 2016 y 2017 y puede ser consultada en el Anexo 7.

2.2.1.3 RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS

Una modalidad de la recolección de residuos que merece ser abordada en lo particular es: la recolección selectiva. La importancia de este tipo de recolección se alinea con lo señalado en la LGPGIR, en donde se subraya que los residuos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con el objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, lo cual facilita el reciclaje de la Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FIRSU), y el compostaje o la biodigestión de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (FORSU).

En México, se recolectan por separado 5,281 t/día de residuos, alrededor del 5% del total de los residuos recolectados; 2,062 t/día correspondientes a la FORSU y 3,219 t/día a la FIRSU. De acuerdo con el CNGMD 2017, la recolección selectiva de residuos se realiza en 144 municipios de las 24 entidades federativas siguientes: Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. Las entidades federativas donde no se realiza la recolección selectiva de residuos son: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Nayarit, Sinaloa y Tlaxcala (Ver Anexo 9)¹¹.

Subrayar que para el caso de la Ciudad de México, se tomaron los datos del

Inventario de Residuos de CDMX2017, que reporta las 1,587 rutas de recolección selectiva que atendieron en 1,849 colonias, con un promedio de eficiencia de separación del 46%.

Aunque el inventario no reporta la cantidad de residuos recolectados, sí indica que 1,347 t/día de residuos orgánicos ingresaron a la Planta de Composta (1,251 t de residuos orgánicos y 123 t de residuos de poda) y 2,500 t de residuos inorgánicos ingresaron a las Plantas de Separación.

Respecto a los datos reportados para el estado de Puebla, éstos no se registraron en el Diagnóstico debido a que presentan inconsistencias en la proporción entre residuos orgánicos e inorgánicos comparados con la separación de todos los que se recolectan, de acuerdo con la clasificación otorgada a nivel nacional o estatal.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

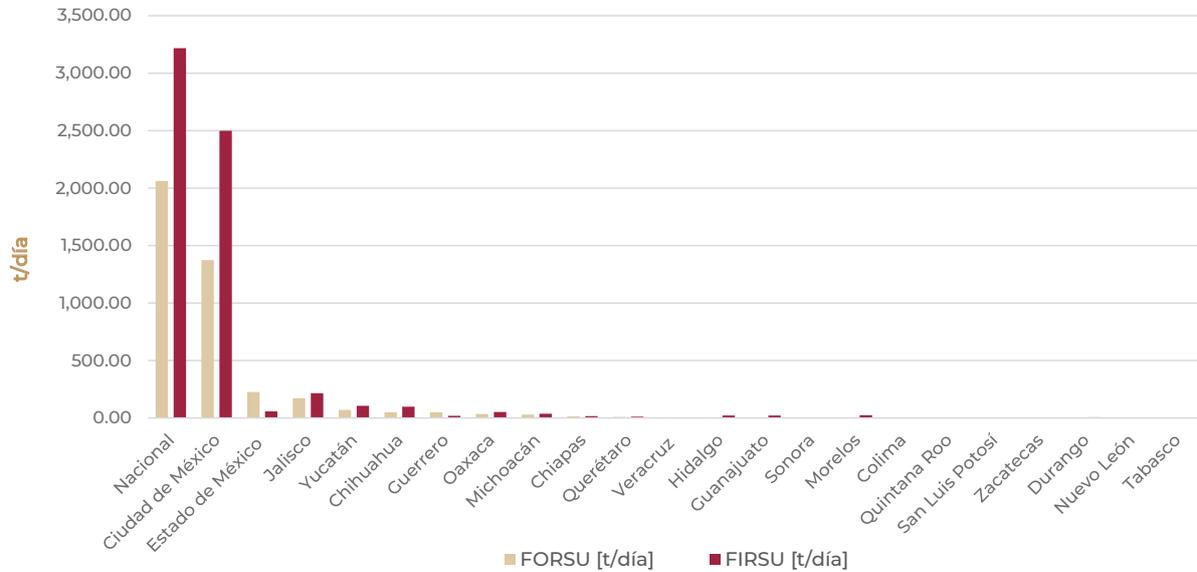
¹¹ Se incluyen dos tablas: una donde se muestra a los municipios que recolectaron los residuos separados de la FORSU y los enviaron total o parcialmente a compostaje, y otra donde se incluyen los municipios que enviaron los residuos de la FORSU separados total o parcialmente a los SDF.

TABLA 17. CANTIDAD DE RSU RECOLECTADOS DE MANERA SEPARADA, POR ENTIDAD FEDERATIVA, SEGÚN TIPO DE RESIDUOS SEPARADOS

| ENTIDAD | CANTIDAD DE RESIDUOS POR FRACCIÓN | | CANTIDAD TOTAL DE RSU DE RECOLECCIÓN SEPARADA (t/día) |
|------------------|-----------------------------------|-----------------|---|
| | FORSU (t/día) | FIRSU (t/día) | |
| Chiapas | 15.50 | 17.50 | 33.00 |
| Chihuahua | 50.00 | 100.00 | 150.00 |
| Ciudad de México | 1,374.00 | 2,500.00 | 3,874.00 |
| Colima | 0.92 | 4.83 | 5.75 |
| Durango | 0.00 | 7.70 | 7.70 |
| Estado de México | 227.64 | 59.20 | 286.84 |
| Guanajuato | 3.00 | 23.02 | 26.02 |
| Guerrero | 50.00 | 20.00 | 70.00 |
| Hidalgo | 7.64 | 23.36 | 31.00 |
| Jalisco | 172.98 | 215.74 | 388.72 |
| Michoacán | 30.85 | 38.66 | 69.51 |
| Morelos | 1.90 | 24.47 | 26.37 |
| Nuevo León | 0.00 | 1.70 | 1.70 |
| Oaxaca | 34.91 | 52.65 | 87.56 |
| Puebla | * | * | * |
| Querétaro | 9.46 | 12.41 | 21.87 |
| Quintana Roo | 0.44 | 0.87 | 1.31 |
| San Luis Potosí | 0.35 | 1.15 | 1.50 |
| Sonora | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| Tabasco | 0.00 | 1.50 | 1.50 |
| Tamaulipas | 0.00 | 1.00 | 1.00 |
| Veracruz | 8.30 | 5.25 | 13.55 |
| Yucatán | 71.30 | 107.20 | 178.50 |
| Zacatecas | 0.20 | 0.30 | 0.50 |
| Nacional | 2,062.39 | 3,218.51 | 5,280.9 |

Fuente: Elaboración propia con datos de CNGMD 2017 del INEGI y del Inventario de Residuos de CDMX 2017.
*Datos inconsistentes

FIGURA 15. CANTIDAD DE RSU RECOLECTADOS DE FORMA SEPARADA, POR ENTIDAD FEDERATIVA, SEGÚN FRACCIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos de CNGMD 2017 del INEGI y del Inventario de Residuos de CDMX 2017. 2019.

Respecto al destino de las fracciones recolectadas selectivamente en otras entidades federativas, el método utilizado para realizar la recolección separada de residuos en los 144 municipios del país que la llevan a cabo, se registró que:

- En 62 municipios la recolección se realiza el mismo día empleando vehículos con compartimientos.
- En 60 municipios se realiza la recolección separada colectando una fracción por día.
- En 22 municipios se utiliza otro método de recolección no especificado.

Esta información demuestra que la recolección separada de los residuos no depende de que se cuente con vehículos con separación, sino que es posible realizarla sin tener este tipo de equipo.

Asimismo, en la legislación y la normatividad de diversas entidades federativas se ha establecido la obligatoriedad

de la separación de los residuos, aunque no se ha reflejado en la operación real, lo cual podría deberse a aspectos normativos particulares en los sistemas de recolección, limitaciones presupuestales de los municipios para emprender proyectos de recolección separada que requieren mayores recursos que la recolección mezclada, la costumbre de la población a entregar los residuos mezclados al sistema de limpia –que dificulta las iniciativas para la separación de residuos en la fuente de origen– y a la insuficiencia de instalaciones para el aprovechamiento de los residuos que reciben y procesen los residuos separados.

El análisis de estas circunstancias es una tarea pendiente que debe ser atendida en el corto plazo, porque los esfuerzos destinados a reducir la generación de residuos, debe complementarse con el aprovechamiento de los residuos que se generen y, los primeros elementos para alcanzar esta meta, es la separación de los residuos en la fuente de origen y su recolección separada.

2.2.1.4 SISTEMAS Y EQUIPOS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

La información sobre los sistemas y el equipamiento que se utilizan actualmente en el país para la recolección de los residuos, resulta determinante para estudiar las posibilidades de definir las condiciones que existen para la separación de los residuos en la fuente de origen, su recaudación separada y las posibilidades de su tratamiento o aprovechamiento.

En los datos analizados se observa que el sistema de recolección que predomina es el de mano a mano, donde los generadores entregan directamente los residuos a los operadores del servicio, sea casa por casa, en la acera o en la calle. Este sistema se utiliza en 1,650 municipios del país, equivalentes al 72% del total e involucra la recolección de 57,054 t/día, el 54% del total recolectado (Ver Anexo 10).

En las respuestas sobre el sistema de recolección de residuos, se incluye la opción: recolección mixta, cuando se combina mediante contenedores y de mano a mano. Esta alternativa se utiliza en 559 municipios, el 25% del total, e involucra la recolección de 46,096 t/día de residuos, equivalente al 44.01% del total. No obstante, no se contempla el porcentaje de residuos que se recolectan por uno u otro sistema, lo que no permite apreciar el dato en toda su magnitud. Por ejemplo, entre los municipios que utilizan este sistema se incluyen cuatro demarcaciones territoriales de Ciudad de México, donde predomina el sistema de recolección de mano a mano y el sistema de contenedores sólo se utiliza en áreas marginales de difícil acceso para los vehículos recolectores.

Por último, la recolección exclusiva mediante contenedores se utiliza solamente en 64 municipios del país, es decir, el 3% del total, e involucra 1,585 t/día, es decir, el 1.51% del total de los residuos recolectados.

Estos datos sobre el sistema que se utiliza para la recolección de residuos son muy importantes; la experiencia en la recolección separada de la Ciudad de México ha demostrado que la recolección de mano a mano, sea con vehículos con compartimientos o cuando se realiza en días alternados facilita la separación, porque el personal del servicio de limpia que recibe los residuos puede revisar que no se le entreguen residuos mezclados.

En cambio, en algunos países e incluso en áreas de la Ciudad de México donde se realiza la recolección mediante contenedores, sobre todo, cuando estos se colocan en la vía o en áreas públicas, la separación de residuos se dificulta, ya que los ciudadanos suelen mezclar los residuos sin respetar la diferenciación establecida en los contenedores.

En los resultados del CNGMD 2017 se incluye una clasificación muy detallada del tipo de vehículos que se utilizan para la recolección. En el presente diagnóstico se consideró adecuado adoptar la clasificación de vehículos utilizada en el DBGIR 2012, en el que se clasificó a los vehículos en los siguientes tipos:

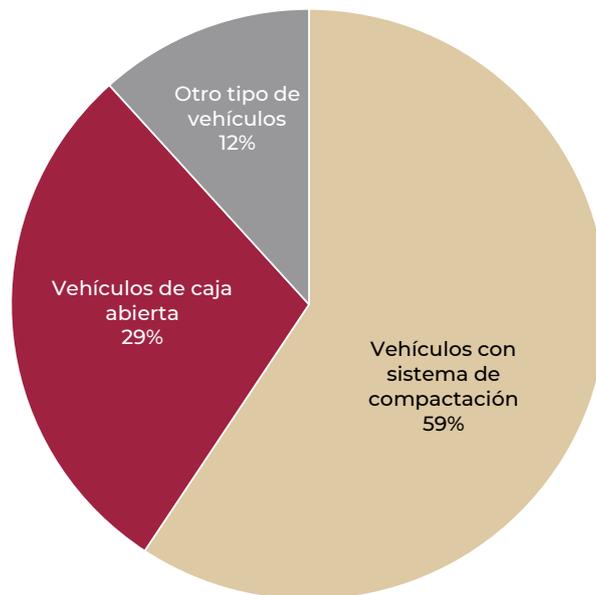
- Vehículos con caja abierta, incluye: camión de caja abierta, camión de volteo, camioneta de redilas y camioneta de volteo.
- Vehículos con compactador, incluye: cilindro con compactador, compactador con separación, con carga lateral, carga delantera, carga trasera, minicompactador de carga lateral, octagonal con compactador y otro (con compactador).
- Otro tipo de vehículos, incluye: vehículos sin compactador, barredoras, camioneta de carga, grúas, camión con separación para basura, remolque, contenedor móvil y contenedor hidráulico.

De acuerdo con esta clasificación y con los datos del CNGMD 2017, a nivel nacional se utilizan 16,615 vehículos para la recolección, de los cuales 9,852 (59.30%) son vehículos con compactación; 4,821 (29.02%) son vehículos de caja abierta sin compactación; y 1,942 (11.69%), son vehículos de otro tipo (Ver Anexo 12).

Las entidades federativas que destacan por la cantidad de vehículos que utilizan para la recolección son: Ciudad de México, 2,688 vehículos; el

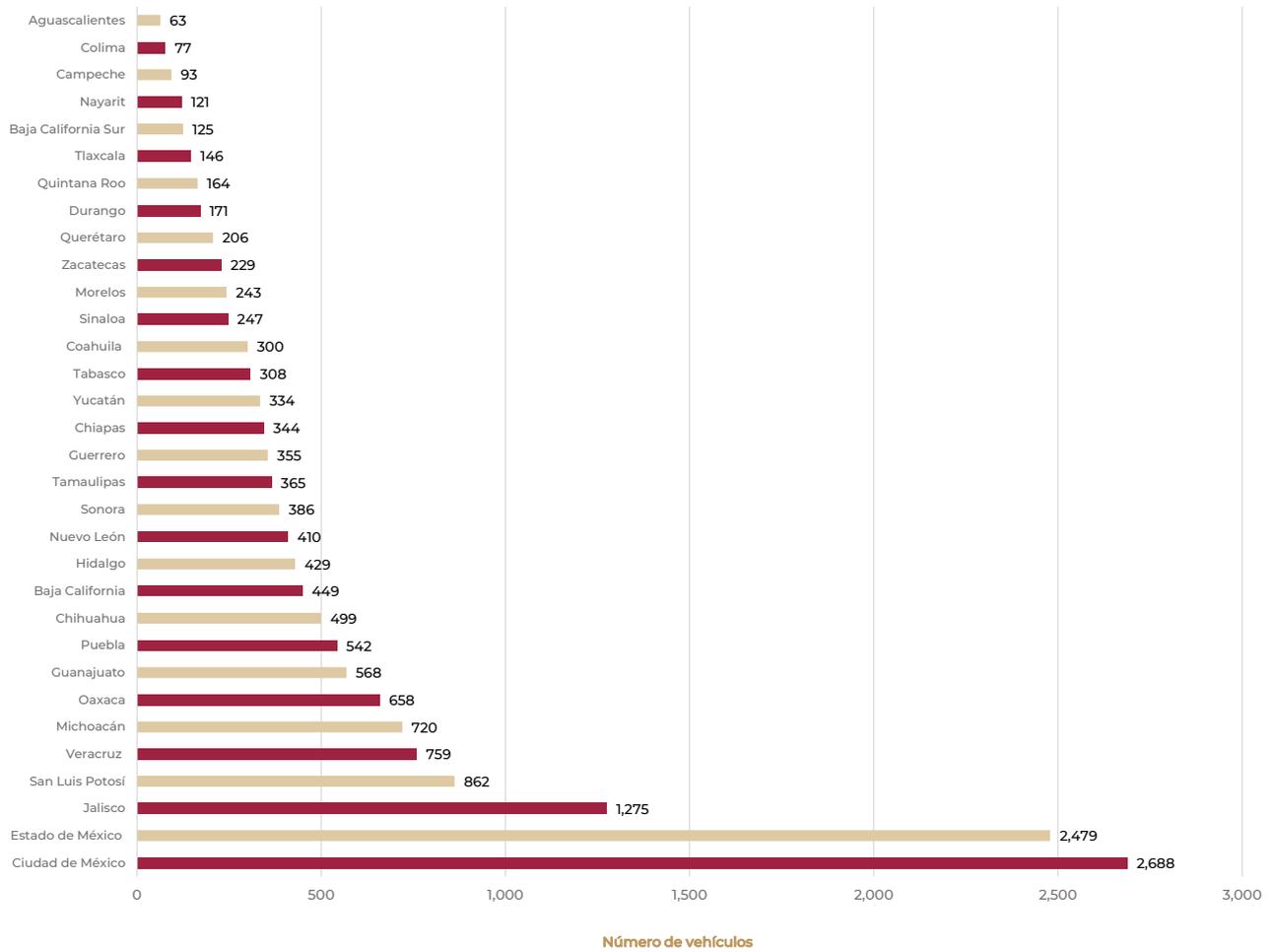
Estado de México, 2,479 vehículos y; Jalisco, 1,275 vehículos. En estas tres entidades se concentra el 38.77% de los vehículos que se utilizan para la recolección de residuos en todo el país, los cuales representan el 32.36% de los residuos recolectados a nivel nacional. Las entidades federativas que tienen una menor cantidad de vehículos recolectores son: Aguascalientes con 63, Campeche 93 y Colima 77 vehículos, aunque también son entidades que recolectan cantidades reducidas de residuos en relación con el total nacio-

FIGURA 16. PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN, SEGÚN TIPO



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017.

FIGURA 17. CANTIDAD DE VEHÍCULOS RECOLECTORES, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

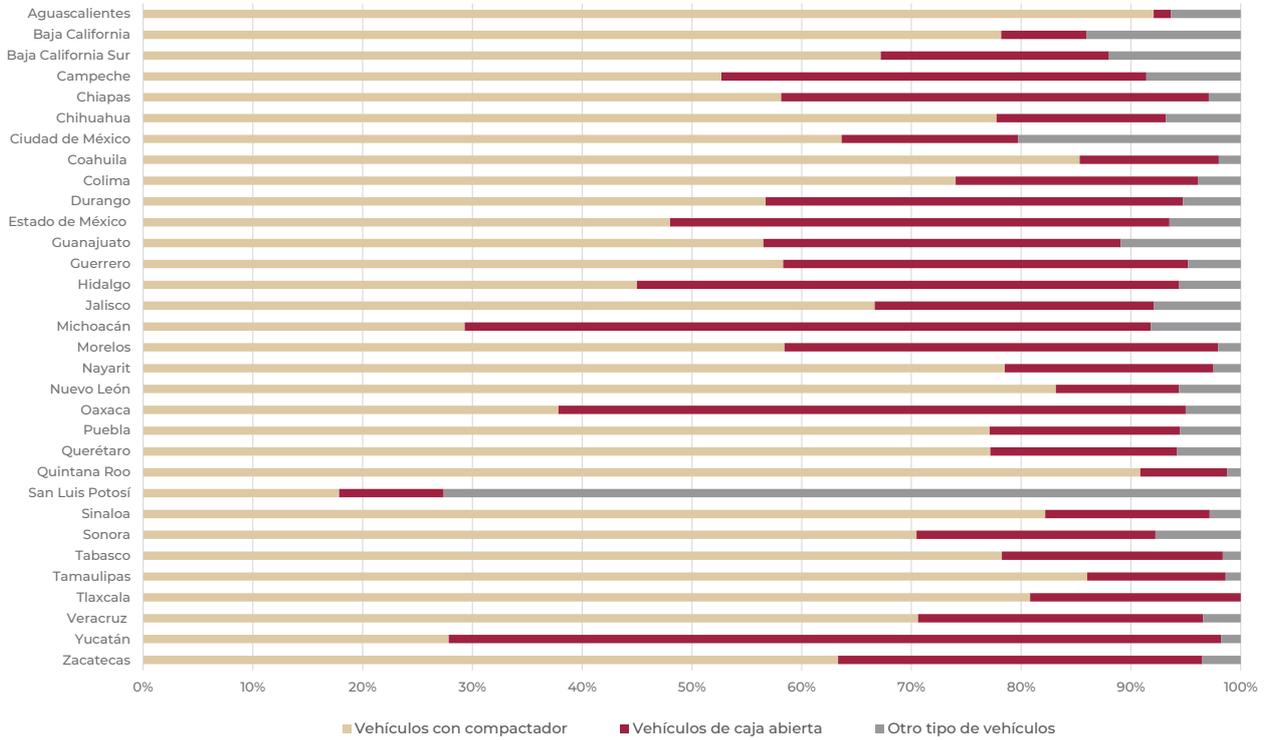
nal (Figura 17).

En relación con el tipo de vehículos recolectores por entidad federativa, la Ciudad de México y el Estado de México tienen la mayor cantidad de vehículos con compactación, mientras que Oaxaca y Yucatán la menor (Ver Anexo 12). En la Figura 18 se muestra la composición porcentual del parque vehicular de las entidades federativas, según el tipo de vehículo.

En correspondencia con la distribu-

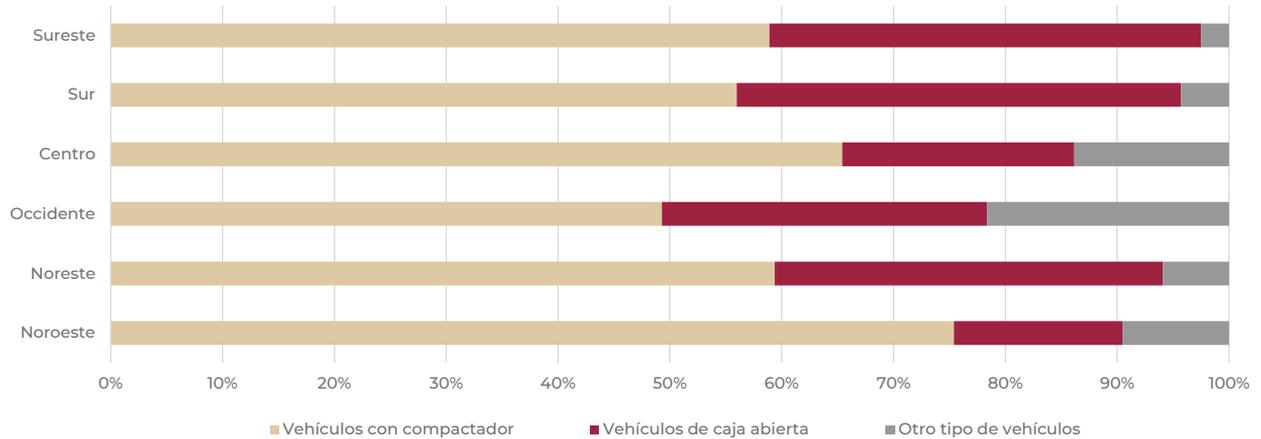
ción del parque vehicular de recolección según su tipo, tanto por región, como por tamaño de municipio, se tiene que las regiones Noreste, Occidente y Centro concentran el 75% de los vehículos recolectores y en ellos predominan los vehículos con compactación, mientras que las regiones Noroeste, Sur y Sureste sólo participan con el 25% del parque vehicular a nivel

FIGURA 18. TIPO DE VEHÍCULOS RECOLECTORES POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 19. PORCENTAJE DE VEHÍCULOS RECOLECTORES SEGÚN TIPO, POR REGIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

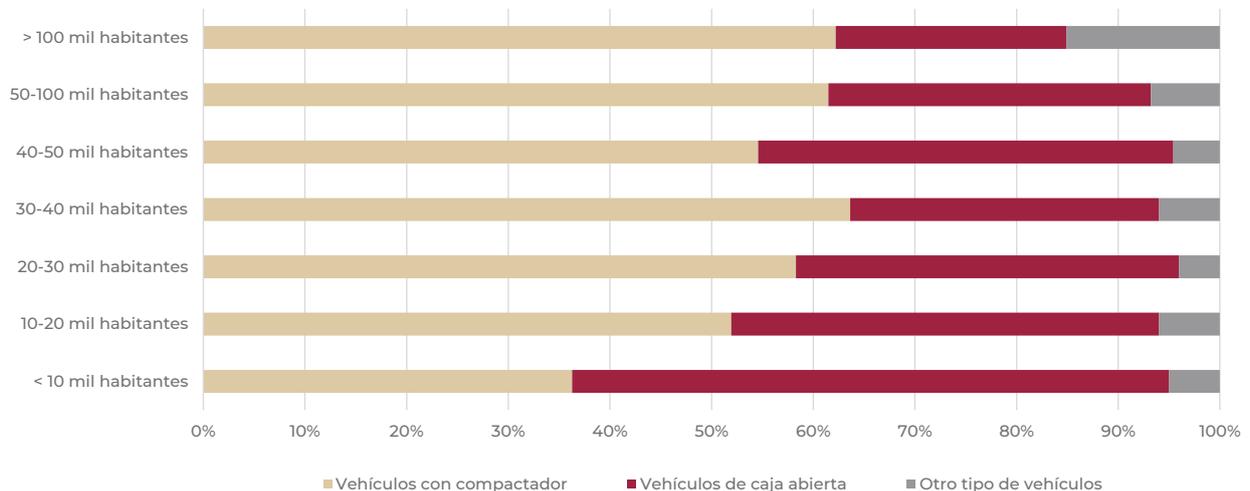
nacional (Ver Figura 19).

En relación con la distribución del parque vehicular por tamaño de municipios, se tiene que el 64.32% de los vehículos recolectores se concentra en los municipios con población mayor a 100 mil habitantes, mientras que los municipios con población menor a 10 mil, disponen del 7.10% del parque vehicular a nivel nacional (Ver figura 20).

Los resultados del CNGMD 2017 también ofrecen datos sobre la antigüedad del parque vehicular de recolección, registro muy importante porque permite prever la necesidad de

sustitución de los vehículos que han terminado su vida útil. En este sentido, en la Tabla 18 se presentan los datos de la antigüedad del parque vehicular de recolección a nivel nacional, donde se aprecia que 4,931 vehículos (30%) están en condiciones de operación aceptables, modelos posteriores al año 2010 con poco más de 9 años de operación. Sin embargo, también se registra que 4,765 vehículos (29%) prácticamente han concluido su vida útil al ser modelos anteriores a 1999, lo que significa que tienen al menos 20 años de operación al año 2019 y que

FIGURA 20. PORCENTAJE DE VEHÍCULOS RECOLECTORES SEGÚN TIPO, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

TABLA 18. ANTIGÜEDAD DEL PARQUE VEHICULAR DE RECOLECCIÓN

| MODELO | CANTIDAD DE VEHÍCULOS |
|-----------------|-----------------------|
| 2015–2016 | 1,668 |
| 2010–2014 | 3,263 |
| 2005–2009 | 3,658 |
| 2000–2004 | 2,566 |
| 1995–1999 | 1,531 |
| 1990–1994 | 1,575 |
| Anterior a 1990 | 1,659 |
| Sin datos | 695 |
| Total | 16,615 |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

requieren ser sustituidos.

En el desarrollo de este apartado se han descrito las características del parque vehicular que se utiliza en el país para la recolección de los residuos; sin embargo, es conveniente reflexionar sobre algunos aspectos que revelan los datos que se han mostrado:

- Un primer aspecto lo constituye la antigüedad del parque vehicular que utilizan los municipios para la recolección de residuos, el cual presenta 4,765 vehículos con más de 20 años de operación y que seguramente en el corto plazo pueden quedar fuera de servicio y requerirán sustitución, de lo contrario se acentuarán las deficiencias en el sistema de recolección de residuos.
- Si se divide la cantidad de residuos que se recolectan y la cantidad de vehículos que se utilizan para ello, resulta que cada vehículo recolecta y transporta un promedio de 6.3 t/día, lo cual es muy reducido, considerando que la mayoría de los vehículos de recolección son del tipo carga trasera con sistema de compactación, con

una capacidad de carga de al menos 10 toneladas. Esta baja eficiencia en la utilización de los vehículos para la recolección de residuos puede corresponder a diversos factores: la dispersión de las zonas de generación de residuos en el caso de los municipios pequeños, la escasa planeación de las rutas de recolección en las localidades con mayor número de habitantes, así como los retrasos en la recolección de residuos originados por la actividad de recuperación de residuos reciclables durante el recorrido de los vehículos recolectores que se ha generalizado en el país, originada en parte, por los bajos salarios de las tripulaciones de los vehículos recolectores.

No hay estudios que indiquen el impacto que pudieran tener éstos y otros factores en las deficiencias de los sistemas de recolección y en la baja eficiencia de operación de las unidades, por lo que la elaboración de los mismos se convierte en una necesidad, con el fin de aprovechar de la mejor manera los escasos recursos que se tienen para renovar la flota de vehí-

culos recolectores.

2.2.1.5 VEHÍCULOS CON COMPARTIMIENTOS Y RECOLECCIÓN SEPARADA DE RESIDUOS

El análisis de los resultados del equipamiento con el que cuentan los municipios que declararon realizar la recolección separada en el CNGMD 2017, reflejan inconsistencias en la información (Anexo 12)¹².

Sin considerar a la Ciudad de México (que como se ha señalado realiza la recolección separada de residuos utilizando indistintamente los métodos de recolectar las dos fracciones el mismo día o en días alternos, según se cuente en las distintas rutas con vehículos equipados con compartimientos), en 61 municipios de 17 entidades federativas se cuenta con 248 vehículos del tipo “compactador con separación”, los cuales, se supone, se utilizan para la recolección separada de los residuos.

Los datos indican que, contar con vehículos especializados para la recolección separada de los residuos, debe ser un factor determinante que motive la separación en la fuente de origen y la consecuente recolección separada, pero aparentemente esto no sucede. Los registros reportan que sólo en dos de los 61 municipios que tienen vehículos con separación, se realiza la recolección separada el mismo día, mientras que de 57 municipios no se tienen datos en el CNGMD del 2017 de que se realice recolección separada, y en los dos restantes se realiza colectando una fracción por día.

Estos resultados invitan a la reflexión, sobre las razones que han tenido los municipios para adquirir

vehículos con compartimientos, si no se tienen las condiciones para realizar la separación de residuos en la fuente de origen, ni la necesidad de realizar la recolección separada de las fracciones. Se deberá evaluar la conveniencia de seguir adquiriendo estos vehículos, principalmente, por dos motivos: uno, porque no se realiza la separación de residuos; dos, se pueden recolectar las fracciones de residuos en días alternos, considerando que el costo de los vehículos con compartimientos es en promedio 40% más elevado que los vehículos de carga trasera con compactación.

2.2.2 TRANSFERENCIA DE LOS RESIDUOS

En el país existen 127 estaciones para la transferencia de los residuos, ubicadas en 112 municipios de 23 entidades federativas (Ver Anexo 11). En 71 de ellas únicamente se transfieren los residuos de los vehículos recolectores a vehículos de mayor capacidad para transportar a los SDF o a otras estaciones, mientras que en 56 se realizan, además, otros procesos, como: la compactación de residuos (24 instalaciones), la selección de residuos reciclables (37) y otras actividades complementarias no especificadas, como lo muestra la Tabla 19.

Los PPGIRS estatales, municipales e intermunicipales, también presentan información sobre las estaciones de transferencia, sin embargo la información reportada no está actualizada. Se pueden destacar algunos datos de los PEPGIR que no dependen del año de su levantamiento, como la capacidad de las Estaciones de Transferencia ubicadas en 25 municipios de nueve entidades federativas. Estos datos se pueden consultar en el Anexo 12.

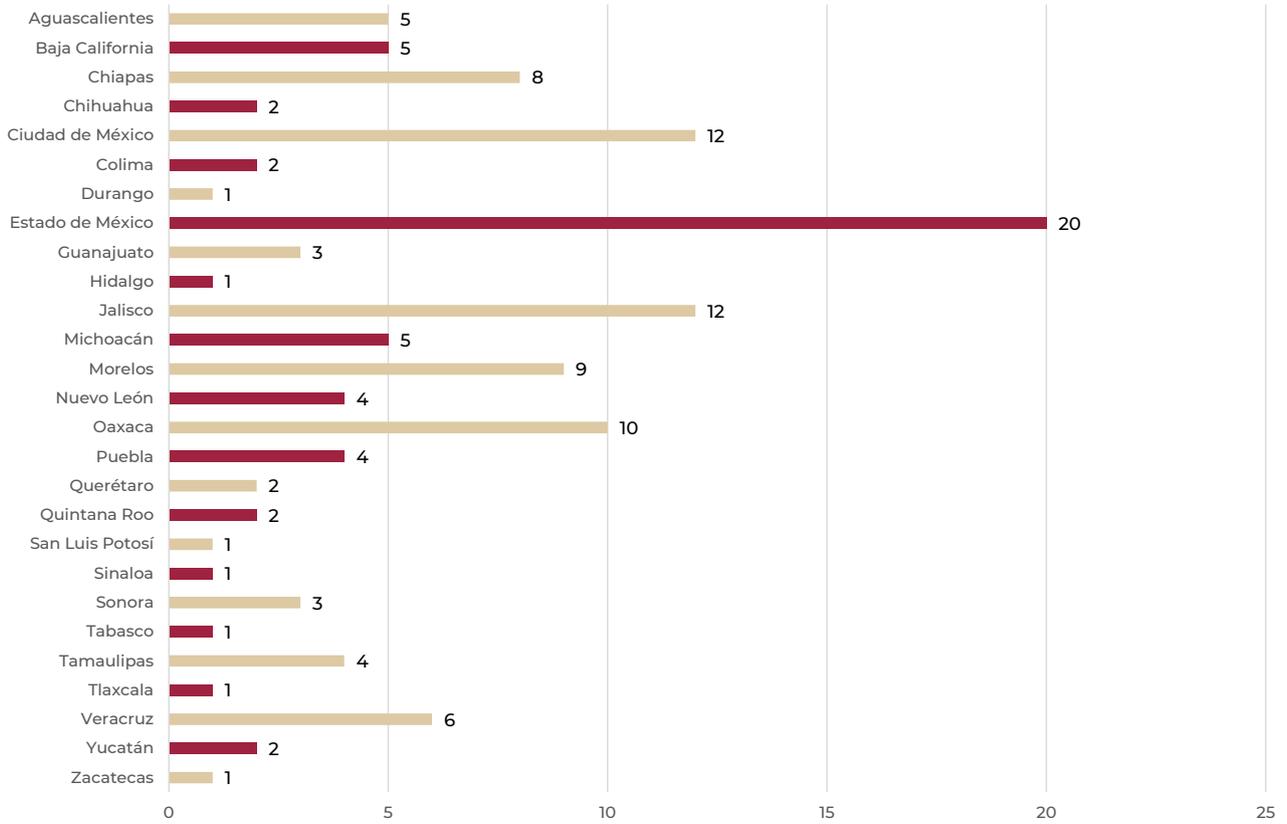
¹² Se incluye una tabla para describir los datos del CNGMD 2017 sobre los municipios que cuentan con vehículos compactadores con separación y lo que los municipios declararon en cuanto a la realización de la recolección separada de residuos y el método que utilizan para llevarla a cabo.

TABLA 19. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RSU POR ENTIDAD FEDERATIVA

| ENTIDAD | CANTIDAD | SIN SERVICIOS EXTRA | SERVICIOS EXTRA QUE PRESTAN LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA | | |
|------------------|------------|---------------------|---|------------------------|-----------------------|
| | | | COMPACTACIÓN | SELECCIÓN O SEPARACIÓN | OTROS SERVICIOS EXTRA |
| Aguascalientes | 5 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| Baja California | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| Colima | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Chiapas | 8 | 5 | 2 | 0 | 1 |
| Chihuahua | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Ciudad de México | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| Durango | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Guanajuato | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Hidalgo | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Jalisco | 12 | 5 | 1 | 6 | 0 |
| Estado de México | 20 | 10 | 6 | 6 | 0 |
| Michoacán | 5 | 2 | 0 | 3 | 0 |
| Morelos | 9 | 4 | 1 | 5 | 0 |
| Nuevo León | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Oaxaca | 10 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| Puebla | 4 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| Querétaro | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Quintana Roo | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| San Luis Potosí | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Sinaloa | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Sonora | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Tabasco | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Tamaulipas | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Tlaxcala | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Veracruz | 6 | 1 | 2 | 4 | 1 |
| Yucatán | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Zacatecas | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Nacional | 127 | 71 | 24 | 37 | 4 |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 21. CANTIDAD DE INSTALACIONES PARA LA TRANSFERENCIA DE RSU, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

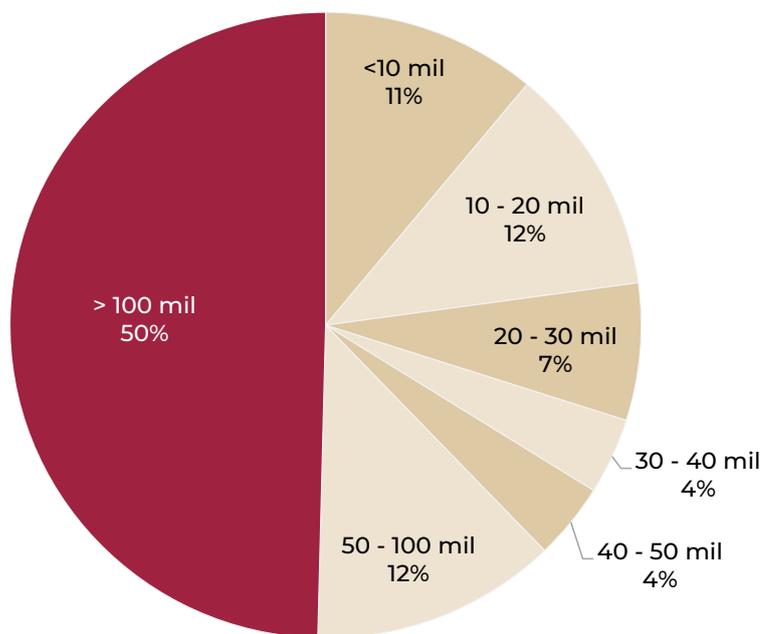
Es importante resaltar que el 50% de las estaciones de transferencia están ubicadas en municipios con población mayor a 100,000 habitantes (Tabla 20 y Figura 22).

TABLA 20. CANTIDAD DE INSTALACIONES DE TRANSFERENCIA DE RSU, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO

| TAMAÑO DE MUNICIPIO (MILES DE HABITANTES) | CANTIDAD DE ESTACIONES | PORCENTAJE |
|---|------------------------|------------|
| <10 mil | 14 | 11.02 |
| 10–20 | 15 | 11.81 |
| 20–30 | 9 | 7.09 |
| 30–40 | 5 | 3.94 |
| 40–50 | 5 | 3.94 |
| 50–100 | 16 | 12.60 |
| > 100 | 63 | 49.61 |
| Total | 127 | |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 22. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RSU, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

De las 127 estaciones de transferencia registradas, se identificó que 93 son operadas por entidades públicas, 29 por el sector privado y tres por el sector social, mientras que, en dos de ellas, no se registró información sobre los operadores. El detalle de los municipios con los distintos tipos de operadores se puede consultar en el Anexo 11.

Conforme a los datos mostrados, sólo el 4.5% de los municipios del país cuenta con estaciones de transferencia para el traslado de los residuos recolectados hacia los sitios de disposición final, mientras que en el 95.5% de los municipios, los residuos son transportados en los mismos vehículos recolectores a los SDF.

2.2.3 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS

En este apartado se analizarán los datos del CNGMD 2017 y de otras fuentes sobre las instalaciones que existen en México para el aprovechamiento de los residuos, entre los que se encuentran los Centros de Acopio y las Plantas de Aprovechamiento, tanto para residuos orgánicos como inorgánicos. Además, se dedicará un apartado completo al análisis de la recuperación informal de residuos reciclables, mejor conocida como “pepena”.

2.2.3.1 CENTROS DE ACOPIO

El acopio de residuos con potencial de aprovechamiento se realiza en instalaciones establecidas y operadas por los gobiernos estatales o municipales, con el objetivo de recibir los subproductos reciclables que han sido separados en la fuente de origen por los generadores, tanto a título gratuito como entregando a cambio algunos materiales, enseres o dinero.

En el CNGMD 2017 se señala que en el país existen 1,060 Centros de Acopio de materiales reciclables en 21 entidades federativas, mientras que 11 entidades federativas no reportan tener Centros de Acopio (Anexo 13). Cabe destacar que este censo reporta 423 centros en la Ciudad de México y 464 centros en San Luis Potosí, los cuales fueron excluidos del análisis debido a que estos son contenedores y no centros de acopio formalmente constituidos.

Con respecto a los 173 centros de acopio en el resto de las 19 entidades federativas identificadas, en 128 de estos se entrega alguna retribución a los ciudadanos que entregan los residuos reciclables. El tipo de retribución que se entrega en estos centros de acopio

TABLA 21. RETRIBUCIONES ENTREGADAS EN LOS CENTROS DE ACOPIO

| RETRIBUCIÓN | CANTIDAD DE CENTROS DE ACOPIO |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Alimentos o despensas | 43 |
| Vales | 25 |
| Materiales | 5 |
| Dinero depositado en tarjeta bancaria | 4 |
| Otra retribución | 51 |
| Total | 128 |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

se muestra en la Tabla 21.

A continuación se incluye una tabla con los datos del número de centros

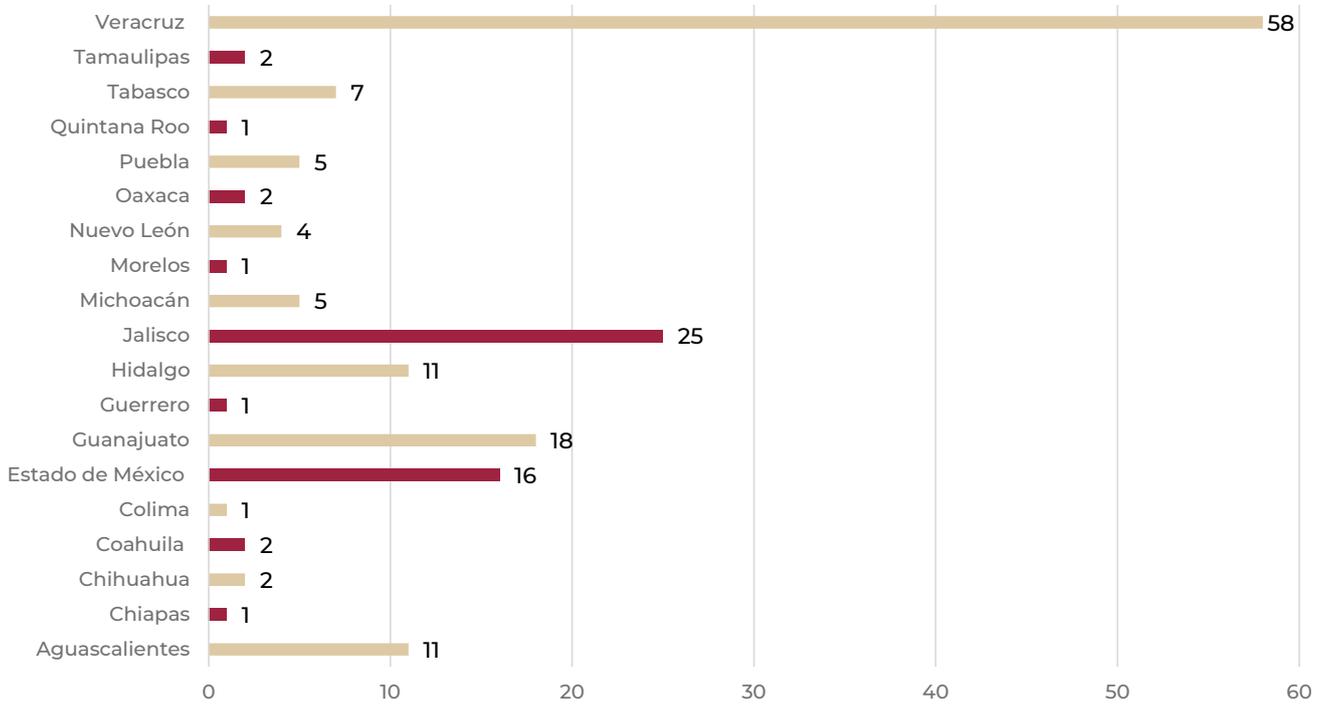
de acopio por entidad federativa, sin incluir los datos de Ciudad de México y de San Luis Potosí, por los motivos

TABLA 22. CANTIDAD DE CENTROS DE ACOPIO, POR ENTIDAD FEDERATIVA

| ENTIDAD | CENTROS DE ACOPIO |
|----------------------------|-------------------|
| Aguascalientes | 11 |
| Chiapas | 1 |
| Chihuahua | 2 |
| Coahuila | 2 |
| Colima | 1 |
| Estado de México | 16 |
| Guanajuato | 18 |
| Guerrero | 1 |
| Hidalgo | 11 |
| Jalisco | 25 |
| Michoacán | 5 |
| Morelos | 1 |
| Nuevo León | 4 |
| Oaxaca | 2 |
| Puebla | 5 |
| Quintana Roo | 1 |
| Tabasco | 7 |
| Tamaulipas | 2 |
| Veracruz | 58 |
| Total de 19 estados | 173 |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 23. CENTROS DE ACOPIO, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

previamente expuestos.

En cuanto a la cantidad de materia-

les reciclables captados en estos cen-

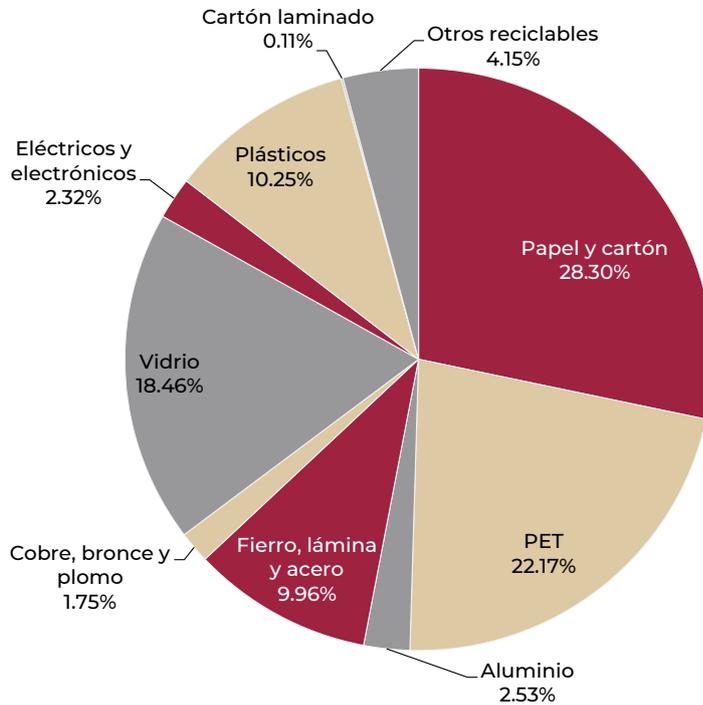
tros de acopio, el CNGMD 2017 reporta

TABLA 23. PROMEDIO DE MATERIALES RECICLABLES RECIBIDOS DIARIAMENTE EN LOS CENTROS DE ACOPIO

| MATERIAL RECICLABLE | CANTIDAD PROMEDIO RECIBIDA EN LOS CENTROS DE ACOPIO (kg/día) | PORCENTAJE |
|---------------------------|--|---------------|
| Papel y cartón | 10,874 | 28.30 |
| PET | 8,521 | 22.17 |
| Aluminio | 974 | 2.53 |
| Fierro, lámina y acero | 3,827 | 9.96 |
| Cobre, bronce y plomo | 672 | 1.75 |
| Vidrio | 7,094 | 18.46 |
| Eléctricos y electrónicos | 893 | 2.32 |
| Plásticos | 3,940 | 10.25 |
| Cartón laminado | 43 | 0.11 |
| Otros reciclables | 1,593 | 4.15 |
| Total | 38,431 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 24. CANTIDAD PROMEDIO RECIBIDA EN LOS CENTROS DE ACOPIO



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

lo siguiente:

Es conveniente evaluar las experiencias que se han tenido en cuanto a la instalación y operación de los centros de acopio por parte de instancias gubernamentales, ya que los datos evidencian que su número es muy reducido, a pesar de que se han dedicado recursos del presupuesto federal para apoyar su instalación. En la evaluación debe considerarse que los centros de acopio gubernamentales que reciben los residuos reciclables, compiten con los establecimientos mercantiles que se dedican a esta misma actividad y que compran dichos materiales, tanto al público en general como a los pepenadores.

Desde luego que se justifica el establecimiento de centros de acopio gubernamentales en localidades pequeñas donde no existen establecimientos mercantiles que se dediquen al mismo ramo, a fin de incentivar el reciclaje y evitar que los residuos no

biodegradables permanezcan en el ambiente, en particular, en ecosistemas frágiles como en las áreas naturales protegidas.

2.2.3.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO O DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

Las plantas de tratamiento o de aprovechamiento de los residuos son las instalaciones expresamente dedicadas para la valorización de los residuos. Deberían ser el destino de todos los residuos que pueden ser aprovechados o valorizados en el país, sin embargo, el número de plantas disponibles es muy limitado: en el país existen 47 plantas, ubicadas en 43 municipios de 15 entidades federativas, mientras que en las 17 restantes no se reportan ins-

13 De acuerdo con datos del CNGMD 2017 y del Inventario de Residuos CDMX 2017.

talaciones de este tipo¹³.

En la Tabla 24 se muestran las Plantas de Tratamiento de los Residuos por entidad federativa, según el proceso que se realiza en ellas.

En 44 de estas plantas se realizan procesos de tratamiento o de aprovechamiento para la FIRSU, categorizados de la siguiente forma: selección de residuos reciclables en 26, la tritu-

ración en cinco y la compactación en 13; mientras que en 24 instalaciones se realizan procesos de aprovechamiento de la FORSU: 19 realizan compostaje y cinco de ellas, biodigestión.

Es claro que la cantidad de plantas de tratamiento (47) no coincide con la suma de los procesos que se realizan en ellas, debido a que en algunas se realizan varios procesos en la misma insta-

TABLA 24. PLANTAS DE TRATAMIENTO POR ENTIDAD FEDERATIVA, SEGÚN PROCESOS

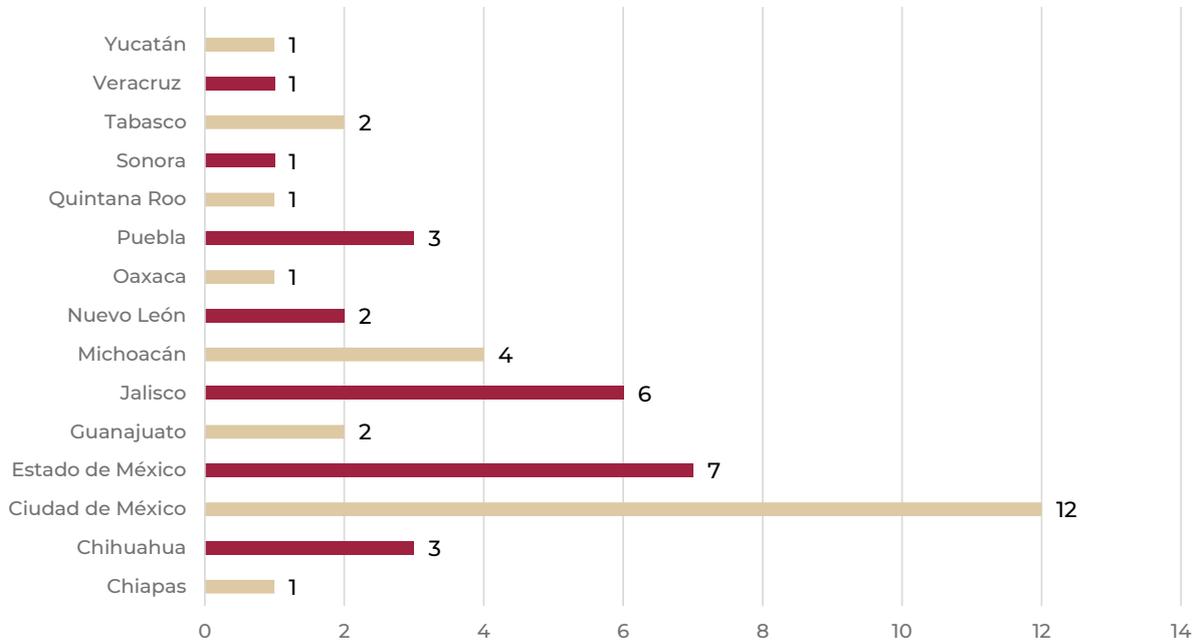
| ENTIDAD FEDERATIVA | TOTAL DE PLANTAS | PROCESOS DE LA PLANTA | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-----------------------|-------------|--------------|-----------|---------------------|----------|
| | | FIRSU | | | FORSU | | OTRO |
| | | SEPARACIÓN | TRITURACIÓN | COMPACTACIÓN | COMPOSTEO | DIGESTIÓN ANAEROBIA | |
| Chiapas | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chihuahua | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ciudad de México ¹ | 12 | 2 | 0 | 2 | 7 | 1 | 0 |
| Estado de México ² | 7 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 |
| Guanajuato | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Jalisco | 6 | 5 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| Michoacán | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| Nuevo León | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oaxaca | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Puebla | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| Quintana Roo | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Sonora | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Tabasco | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Veracruz | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Yucatán | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 47 | 25 | 4 | 13 | 18 | 5 | 1 |

1. Se incluyen la planta de separación de Santa Catarina y la planta de composta de Bordo Poniente, debido a que son propiedad del Gobierno de la Ciudad de México y se mencionan en el Inventario de Residuos CDMX 2017.

2. No se incluyeron la planta de separación de Santa Catarina y la planta de Composta de Bordo Poniente a pesar de estar ubicadas en el Estado de México, debido a que son propiedad y operadas por el Gobierno de la Ciudad de México.

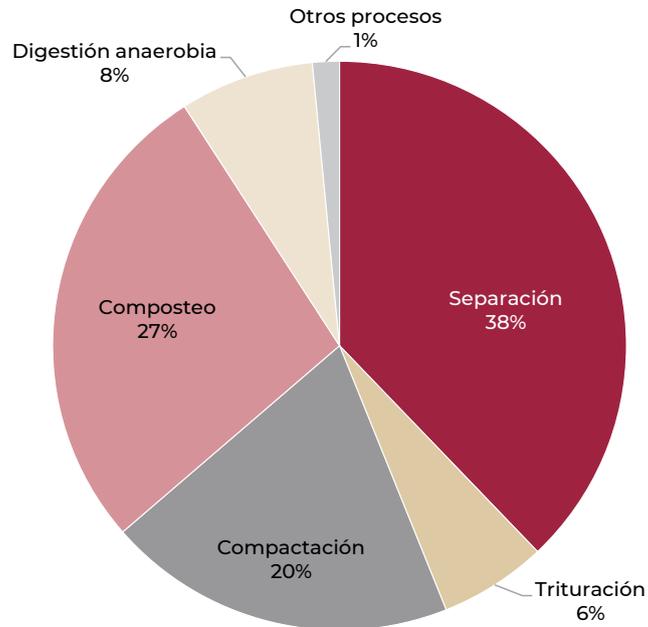
Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI e Inventario de Residuos CDMX 2017.

FIGURA 25. PLANTAS DE TRATAMIENTO POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI e Inventario de Residuos CDMX 2017.

FIGURA 26. PROCESOS EN LAS PLANTAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI e Inventario de Residuos CDMX 2017.

lación, como se observa en la Tabla 24.

Respecto a la cantidad de residuos que ingresan a las plantas de tratamiento, en promedio ingresaron 6,472 t/día a las plantas de selección de residuos reciclables, de las cuales 3,858 t/día

corresponden a la plantas de selección de la Ciudad de México (CNGMD, 2017); 1,392 a las plantas de Nuevo León, y 1,221 t/día a las plantas de selección ubicadas en el resto de las entidades federativas

TABLA 25. CANTIDAD DE RESIDUOS INGRESADOS A PROCESO EN LAS PLANTAS DE SELECCIÓN, POR ENTIDAD FEDERATIVA

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE RESIDUOS ENVIADOS (t/día) |
|--------------------|---------------------------------------|
| Chiapas | 15.00 |
| Chihuahua | 224.53 |
| Ciudad de México* | 6,199.00 |
| Estado de México | 60.72 |
| Guanajuato | 25.80 |
| Jalisco | 86.86 |
| Michoacán | 81.88 |
| Nuevo León | 1,392.13 |
| Oaxaca | 42.70 |
| Puebla | 0.90 |
| Quintana Roo | 457.63 |
| Sonora | 0.75 |
| Tabasco | 248.61 |
| Yucatán | 102.00 |
| Total | 8,944.49 |

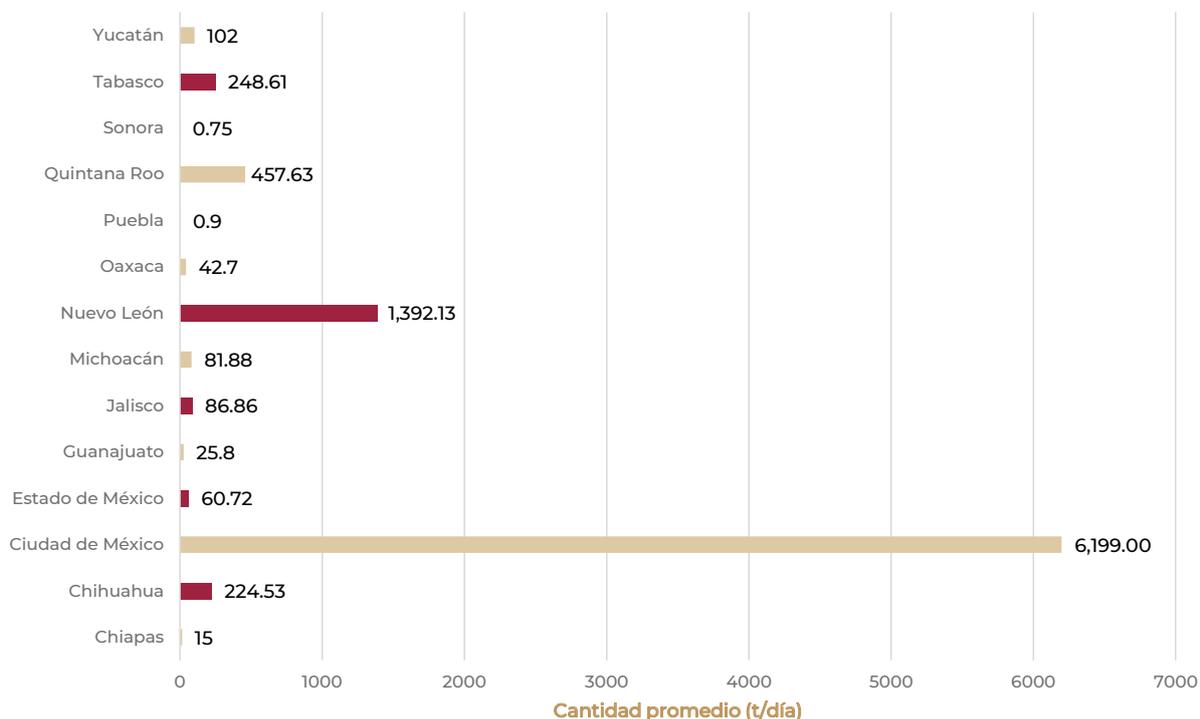
Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD, 2017 del INEGI.

*Para la Ciudad de México se consideró el dato reportado en el Inventario de Residuos de la CDMX 2017.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

FIGURA 27. CANTIDAD DE RESIDUOS INGRESADOS A PROCESO EN LAS PLANTAS DE SELECCIÓN, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI e Inventario de Residuos CDMX 2017.

(Tabla 25) (Ver Anexo 14).

Exceptuando las plantas de la Ciudad de México, que no presentan datos en

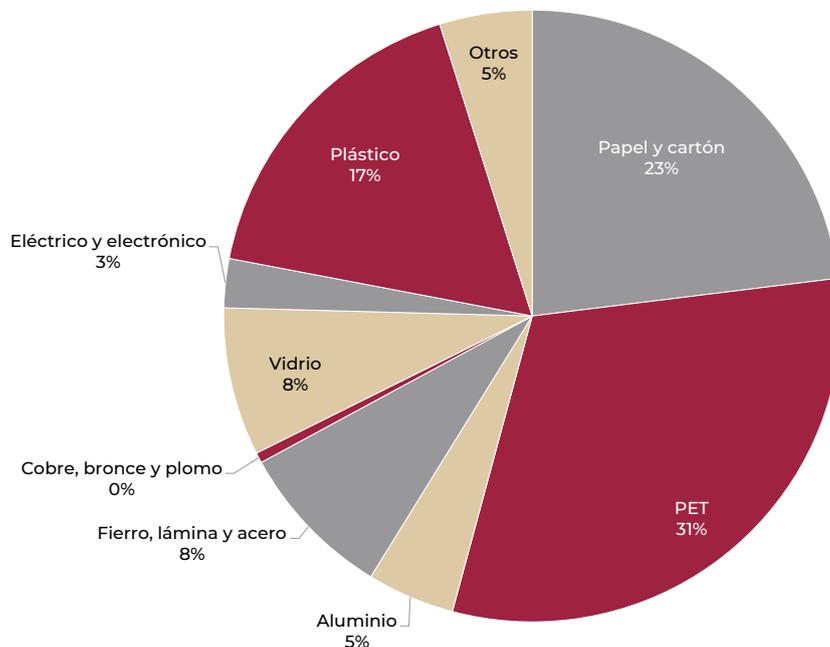
el Inventario de Residuos CDMX 2017, en las plantas de selección instaladas en el país se recuperaron, en promedio,

TABLA 26. MATERIALES RECICLABLES RECUPERADOS EN PROMEDIO EN LAS PLANTAS DE SEPARACIÓN

| MATERIALES RECICLABLES | CANTIDAD RECUPERADA (T/DÍA) |
|-------------------------|-----------------------------|
| Papel y cartón | 63.974 |
| PET | 86.528 |
| Aluminio | 12.765 |
| Fierro, lámina y acero | 23.049 |
| Cobre, bronce y plomo | 1.508 |
| Vidrio | 21.740 |
| Eléctrico y electrónico | 7.190 |
| Plástico | 47.621 |
| Otros | 13.460 |
| Total | 277.835 |

Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 28. MATERIALES RECICLABLES RECUPERADOS EN PROMEDIO EN LAS PLANTAS DE SEPARACIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos del CNGMD 2017 del INEGI.

los siguientes materiales diariamente: Como se observa en las tablas y gráficas anteriores, se registran: 24 plantas de tratamiento o de aprovechamiento de FORSU, 19 con procesos de composteo y cinco con procesos de biodigestión. De éstas, siete plantas de composta y una de biodigestión están ubicadas en la Ciudad de México.

De las 24 plantas para el aprovechamiento de residuos orgánicos, solamente la planta de composta de Bordo Poniente procesa en promedio 1,374 t/día de residuos orgánicos; 1,251 t/día de residuos orgánicos provenientes de la recolección domiciliar y de grandes generadores y 123 t/día de residuos de poda, con una producción de composta de 269 t/día. Las demás plantas de la Ciudad de México procesan en conjunto 26 t/día. Es importante señalar que estos datos no son precisos, debido a que en cinco plantas reportadas en el censo, además de los procesos de compostaje, realizan otros procesos y los datos reporta-

dos sobre el ingreso de residuos no especifican las cantidades que ingresaron a cada proceso.

En el caso de las plantas de biodigestión, son cinco con las que se cuenta en el territorio nacional, ubicadas en los municipios de Xalatlaco (Estado de México), Parícuaro (Michoacán), Comalcalco (Tabasco) y dos en Chiconcuautla (Puebla). En el Inventario de Residuos CDMX 2017, se señala la existencia de una planta de digestión anaerobia en la alcaldía de Milpa Alta, con capacidad de 3 t/día de residuos de nopal.

Además, también se tiene registro de una planta de digestión anaerobia en el municipio de Atlacomulco, Estado de México, con capacidad de 30 t/día, pero que no procesa residuos orgánicos de origen domiciliario, sino residuos de grandes generadores como restaurantes, mercados, rastros, etcétera.

En los PPGIR en sus modalidades estatal, municipal e intermunicipal se menciona la existencia de otras instalaciones de aprovechamiento de resi-

duos que no se incluyen en el CNGMD 2017 y el Inventario de Residuos de la CDMX, así como en estudios o documentos elaborados por investigadores de algunas instituciones académicas, lo anterior debido a que dichas instalaciones no estaban en operación durante el levantamiento del censo, por lo cual no fueron consideradas. Estos programas registraron 25 instalaciones para el aprovechamiento de la FORSU y 11 instalaciones para el aprovechamiento de la FIRSU, en el Anexo 14 se incluye una tabla con la información sobre las instalaciones de aprovechamiento de residuos.

Finalmente, no se identificó información sobre las condiciones de operación de las plantas de separación de residuos reciclables, pero hay indicios que apuntan a que estas plantas no son financieramente autosuficientes y que operan gracias a subsidios otorgados por las autoridades gubernamentales de las cuales dependen. Se han mantenido en operación por razones ambientales, para cumplir acuerdos contractuales de las empresas que las operan o para ofrecer empleo a pepenadores desplazados de los sitios de disposición final donde realizaban sus actividades, como en el caso de la Ciudad de México.

Con estos registros, es conveniente evaluar las condiciones en las que operan las plantas de selección de residuos reciclables, incluyendo los aspectos operativos, la tecnología utilizada en su construcción, el tipo de residuos que se procesan, así como los aspectos financieros de su funcionamiento para evitar que se construyan plantas que en el corto plazo, se abandonen por incosteables o por deficiencias en la operación.

Se presume que la existencia de las pocas plantas de biodigestión a nivel nacional se debe al elevado costo de instalación y mantenimiento de este tipo de tecnologías, además de las dificultades que constituyen procesar residuos orgánicos de origen domiciliario por la heterogeneidad de

su composición.

2.2.3.3 RECUPERACIÓN INFORMAL DE RESIDUOS RECICLABLES (PEPENA)

La recuperación de residuos reciclables en los centros de acopio y en las plantas de separación o de selección impulsadas u operadas por instancias gubernamentales o por organizaciones sociales es muy importante, pero se estima que la principal fuente de recuperación es en la pepena, la cual es una actividad de recolección informal que realizan miles de personas de manera informal durante todas las etapas del manejo de los residuos: principalmente en los contenedores o acumulaciones de residuos en la vía pública previo a su recolección, en las actividades de recolección durante el recorrido de los vehículos, así como en instalaciones habilitadas por las autoridades previo al envío de los residuos a disposición final, donde laboran familias enteras en esta actividad.

No hay cifras oficiales sobre la cantidad de residuos que se recuperan para reciclaje mediante la pepena ni sobre la cantidad de personas o familias que realizan esta actividad, los cuales son denominados genéricamente en México como “pepenadores”. Sólo se localizan algunos datos, estimaciones o inferencias realizadas a partir de estudios en sitios específicos, aquí algunos ejemplos de lo que sucede en esta materia, a nivel nacional:

- De acuerdo con declaraciones de Enrique Martínez Franco, Director del Instituto Nacional de Recicladores, A. C. (INARE), se estima que al menos dos millones de familias dependen de esta actividad (el reciclaje), desde pepenadores, compradores de metales, plásticos y aluminio, incluyendo a

14 Viven de la pepena más de 2 millones en México. Por Víctor Gómez. Reportaje en el periódico PUBLIMETRO. Disponible en <https://www.publimetro.com.mx/mx/noticias/2014/04/01/viven-pepene-mas-2-millones-mexico.html>

- los transportistas¹⁴.
- En declaraciones al diario Milenio el Ing. Jaime Cámara Creixell, CEO de la empresa PETSTAR, señaló que esta empresa cuenta con mil 200 puntos de recolección de botellas de plástico, en los cuales trabajan más de 24 mil pepenadores¹⁵.
 - El investigador de la Universidad de Yale, Dr. Martín Medina, en su artículo “Ocho mitos sobre el reciclaje informal en América Latina”, señala que “...el impacto de las actividades de recolección y reciclaje informal en cinco ciudades mexicanas es de más de 21 millones de dólares al año (y proporciona empleo para más de 3,000 personas)”¹⁶.
 - De acuerdo con declaraciones de Jane Olley, coordinadora de la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRR, por sus siglas en inglés *Regional Inclusive Recycling Initiative*), en América Latina y el Caribe, alrededor de 4 millones de personas trabajan como pepenadores, y de éstos casi 500 mil están en México¹⁷.
 - En un estudio realizado por el Instituto Politécnico Nacional para la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México en 2016, sobre la operación de los vehículos recolectores de residuos, se pudieron obtener algunos datos sobre la cantidad de residuos reciclables que se estima recuperan, durante la recolección, las tripulaciones de los vehículos recolectores. El método utilizado fue pesar

el vehículo a su arribo en las estaciones de transferencia durante una semana, para luego comparar las diferencias de peso de los vehículos después de depositar los residuos, de tal manera que las diferencias de pesos observadas en el mismo vehículo pueden atribuirse a la cantidad de materiales reciclables recuperados y transportados sobre la carrocería del vehículo.

- En dicho estudio se observa que “el promedio general de diferencias de peso fue de 1,026 kg, que puede considerarse una estimación sobre la cantidad de residuos reciclables que se separan en las rutas de recolección por las tripulaciones durante el seguimiento de vehículos. Sin embargo, no puede afirmarse que esta cantidad se refiera a los recuperados en un lapso determinado, por ejemplo: al día o a la semana”¹⁸.
- En los PPGIR estatales, municipales e intermunicipales se menciona que el fenómeno de la pepena se realiza prácticamente en todos los SDF y en todos los sistemas de recolección de residuos.

Esta carencia de cifras oficiales y el escaso conocimiento, tanto de la cantidad aproximada de personas que se dedican de manera informal a la recuperación y al reciclaje de residuos, denominados pepenadores, así como de

15 Los pepenadores. J. Jesús Rangel M. Reportaje en el periódico Milenio del 22 de febrero de 2017. Disponible en <https://www.milenio.com/opinion/jesus-rangel/estira-afloja/los-pepenadores>

16 Dr. Martín Medina. Ocho mitos sobre el reciclaje informal en América Latina. Disponible en <http://www.inforegion.pe/51962/ocho-mitos-sobre-el-reciclaje-informal-en-america-latina/>

17 Pepenadores sólo ganan 5 % de la basura que recolectan. SIPSE.com. Disponible en <https://sipse.com/mexico/pretenden-mejorar-economia-de-pepenadores-91219.html>

18 Estudio para determinar la cantidad de residuos sólidos urbanos recolectados por los vehículos del servicio público de limpia de las delegaciones. Convenio Específico de Colaboración entre la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y el Instituto Politécnico Nacional. CPSCG/0110A/2016 FA. No publicado.

la cantidad de materiales reciclables que se recuperan por este sector de la población, puede tener origen en las deficiencias que existen en nuestro país en la documentación de las actividades del manejo de residuos; pero en particular la ausencia de información oficial sobre la pepena y los pepenadores puede atribuirse a que prácticamente toda la legislación y la normatividad en materia de residuos prohíbe la pepena de reciclables en la vía pública, durante la recolección o en los sitios de disposición final, que es donde realmente se realiza.

2.3 Recursos asignados por el Gobierno Federal a instalaciones para el aprovechamiento de residuos (2009-2018)

En el apartado 2.2.3.2 Plantas de tratamiento o de aprovechamiento de los

residuos, se aprecia que la cantidad de instalaciones existentes en el país dedicadas al aprovechamiento de la FORSU y de la FIRSU es muy reducida e insuficiente para la cantidad y el tipo de residuos que se generan en México y que son susceptibles de ser aprovechados o valorizados.

En relación con los recursos destinados para el financiamiento de instalaciones para el aprovechamiento de los residuos, en sus dos fracciones, es conveniente hacer un análisis profundo de la aplicación de los recursos provenientes del presupuesto del Gobierno Federal que se han otorgado, al menos desde el año 2009, para financiar el aprovechamiento de los residuos mediante instalaciones o plantas de selección o de reciclaje y plantas de composta o de biodigestión.

Se tiene registro que a partir del año señalado se han destinado recursos del presupuesto federal a instalaciones para el aprovechamiento de los residuos. A continuación un resumen de los datos obtenidos (Tabla 27 y 28).

TABLA 27. RESUMEN DE RECURSOS DE SEMARNAT PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS INORGÁNICOS

| INSTALACIONES | 2009-2012 | | 2013-2018 | | TOTAL | |
|------------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| | NÚM. | MONTO (\$) | NÚM. | MONTO (\$) | NÚM. | MONTO (\$) |
| Centros de Acopio | 20 | 27,637,779.38 | 10 | 13,313,419.00 | 30 | 40,951,198.38 |
| Plantas de Selección | 9 | 36,895,962.20 | 23 | 229,254,460.15 | 32 | 266,150,422.35 |
| Plantas de Tratamiento | 0 | 0 | 5 | 44,000,000.00 | 5 | 44,000,000.00 |
| Total | 29 | 64,533,741.58 | 38 | 286,567,879.15 | 67 | 351,101,620.73 |

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 28. RESUMEN DE RECURSOS DE SEMARNAT PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

| INSTALACIONES | 2009-2012 | | 2013-2018 | | TOTAL | |
|------------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------------------|
| | NÚM. | MONTO (\$) | NÚM. | MONTO (\$) | NÚM. | MONTO (\$) |
| Plantas de Tratamiento | 19 | 17,167,578.69 | 16 | 95,050,915.73 | 35 | 112,218,494.42 |
| Total | 19 | 17,167,578.69 | 16 | 95,050,915.73 | 35 | 112,218,494.42 |

Fuente: Elaboración propia.

En los años 2009–2018 se destinaron \$463'320,115.15 del presupuesto federal para 102 proyectos con el objetivo de impulsar el aprovechamiento de los residuos; 67 proyectos por un monto de \$351'101,620.73 para proyectos o instalaciones para el aprovechamiento de los residuos inorgánicos y 35 proyectos por un monto de \$ 112'218,494.42 para el aprovechamiento o instalaciones de los residuos orgánicos.

De estos proyectos que fueron financiados con recursos del presupuesto federal, se incluyen ocho Centros de Acopio, cuatro Plantas de Selección y cinco Plantas de Tratamiento de Residuos Orgánicos, para un total de 17 instalaciones o proyectos, por un monto de \$85,008,393.49 en distintos municipios de las entidades federativas de Chiapas, Colima, Estado de México, Jalisco, Oaxaca y Puebla, mismos que han sido identificados como existentes u operando en los datos del CNGMD 2017. Los demás proyectos o instalaciones financiados con recursos del presupuesto federal no son mencionados en los resultados del censo, por lo que se desconoce su situación.

Es posible que estas diferencias se originen en deficiencias en la información proporcionada por los gobiernos municipales al personal del INEGI que recabó la información para el CNGMD 2017, pero también es posible que las instalaciones para el aprovechamiento de residuos se hayan construido y hayan dejado de operar, por lo cual,

no fueron identificadas en el levantamiento de datos del censo.

Resulta imperante recabar la información sobre la situación de las instalaciones para el aprovechamiento de residuos que fueron financiadas con recursos del presupuesto federal, a fin de identificar, en su caso, las causas que originaron que dejaran de operar y con el fin de aplicar con mayor eficiencia los recursos del presupuesto público en el futuro.

2.4 Proyectos asociados a la gestión integral de RSU financiados por el Gobierno Federal 2013-2018

Durante el periodo de 2013 a 2018, los recursos del Presupuesto de Egresos de la Federación para financiar proyectos en apoyo a la gestión integral de residuos fueron aplicados mediante los Programas de Gestión Integral de los Residuos y el Programa de Fortalecimiento Ambiental a Entidades Federativas.

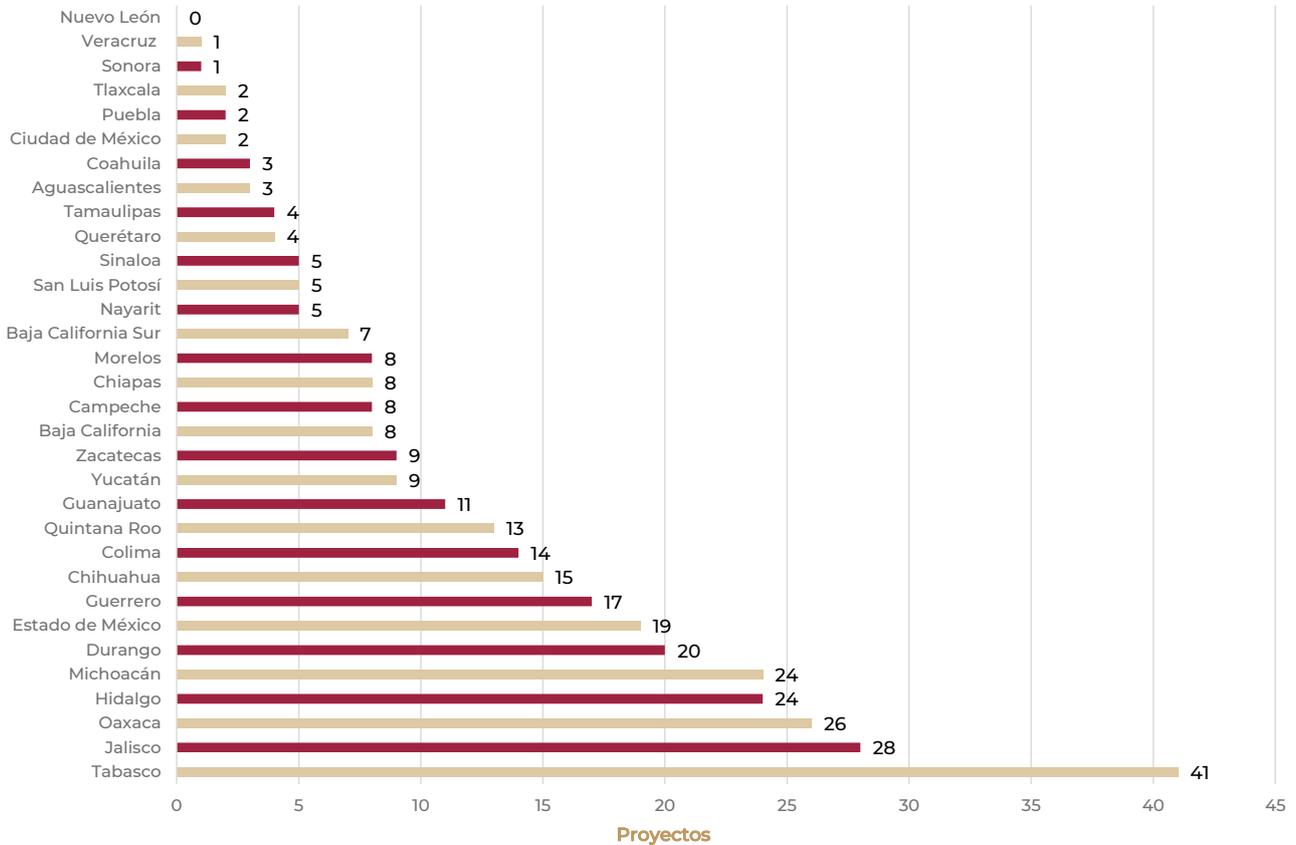
De acuerdo con los padrones de beneficiarios, durante el periodo 2013–2018 se otorgaron subsidios para 346 proyectos y la entidad federativa con el mayor número de proyectos apoyados con recursos del presupuesto federal fue Tabasco, seguido de Jalisco y Oaxaca, como se muestra en la Tabla 29.

TABLA 29. DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS APOYADOS CON RECURSOS FEDERALES, POR ENTIDAD FEDERATIVA 2013-2018

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE PROYECTOS APOYADOS CON RECURSOS DEL PRESUPUESTO FEDERAL | | | | | | |
|---------------------|---|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|
| | TOTAL | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Aguascalientes | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Baja California | 8 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Baja California Sur | 7 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Campeche | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiapas | 8 | 1 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Chihuahua | 15 | 8 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Ciudad de México | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coahuila | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Colima | 14 | 6 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Durango | 20 | 3 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Estado de México | 19 | 8 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| Guanajuato | 11 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Guerrero | 17 | 3 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Hidalgo | 24 | 8 | 13 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Jalisco | 28 | 12 | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 |
| Michoacán | 24 | 11 | 7 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Morelos | 8 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 1 |
| Nayarit | 5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Nuevo León | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oaxaca | 26 | 9 | 13 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Puebla | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Querétaro | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Quintana Roo | 13 | 1 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| San Luis Potosí | 5 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Sinaloa | 5 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Sonora | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tabasco | 41 | 19 | 10 | 1 | 8 | 3 | 0 |
| Tamaulipas | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tlaxcala | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Veracruz | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Yucatán | 9 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zacatecas | 9 | 3 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 346 | 130 | 131 | 70 | 11 | 3 | 1 |

Fuente: Relación de Proyectos de Aprovechamiento 2009-2018 proporcionada por la Dirección de Gestión Integral de Residuos de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Documentos relativos al Programa U012 Gestión Integral de Residuos.

FIGURA 29. PROYECTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SUBSIDIADOS CON RECURSOS DEL PRESUPUESTO FEDERAL 2013-2018



Fuente: Relación de Proyectos de Aprovechamiento 2009-2018 proporcionada por la Dirección de Gestión Integral de Residuos de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Documentos relativos al Programa U012 Gestión Integral de Residuos.

Respecto al monto económico, estos apoyos significaron una inversión de 2 mil 373 millones de pesos, siendo las entidades de Tabasco, Jalisco y Estado de México las que recibieron el mayor apoyo económico, como se

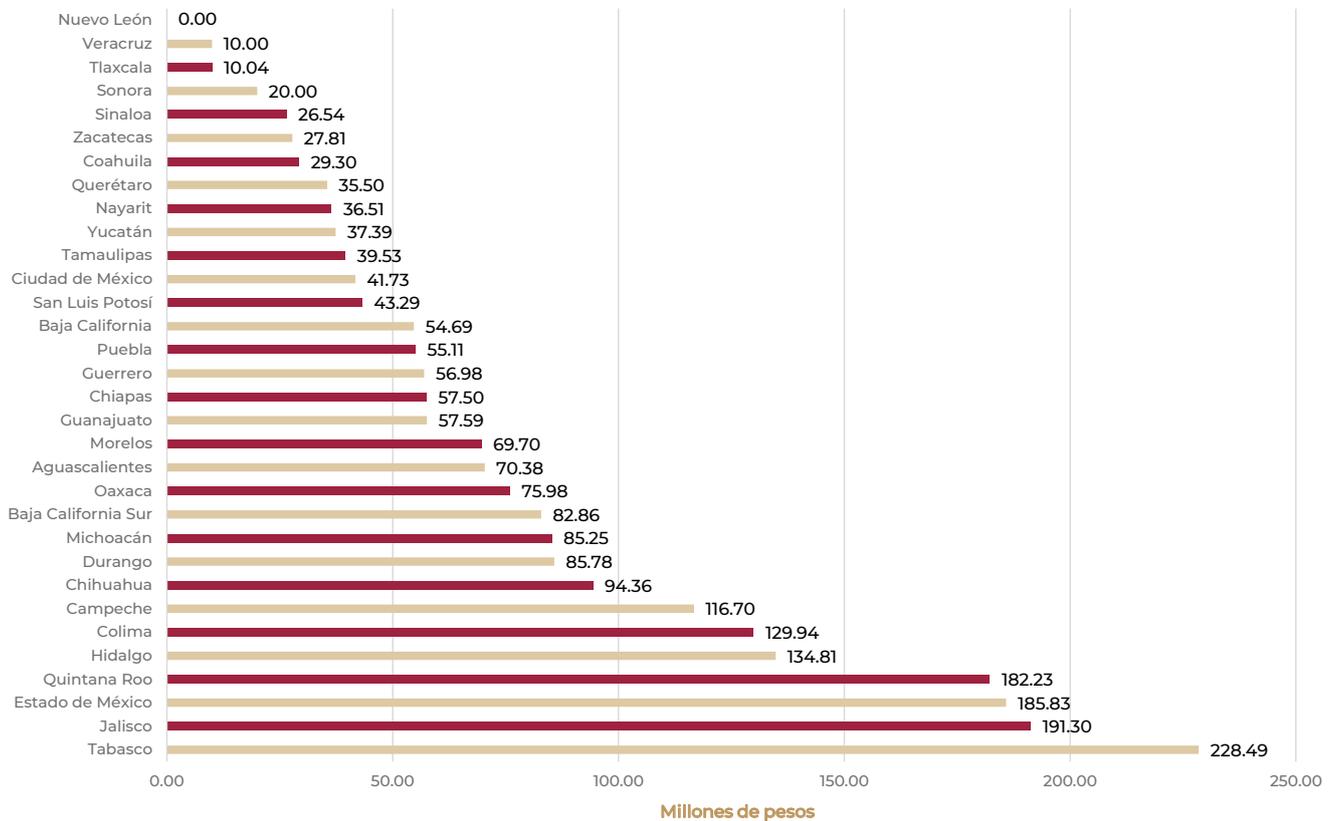
visualiza en la Tabla 30. En contraste, las entidades que recibieron un menor apoyo económico fueron Sonora, Tlaxcala y Veracruz, destaca Nuevo León que no recibió apoyo económico durante este periodo.

TABLA 30. DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS DEL PRESUPUESTO FEDERAL DESTINADOS A LOS PROYECTOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA 2013-2018

| ENTIDAD FEDERATIVA | RECURSOS DEL PRESUPUESTO FEDERAL PARA FINANCIAR PROYECTOS SOBRE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (pesos) | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | TOTAL |
| Aguascalientes | 19,836,000 | 20,541,595 | 30,001,262 | 0 | 0 | 0 | 70,378,858 |
| Baja California | 3,000,000 | 40,189,403 | 11,500,000 | 0 | 0 | 0 | 54,689,403 |
| Baja California Sur | 58,598,489 | 0 | 24,262,372 | 0 | 0 | 0 | 82,860,861 |
| Campeche | 67,700,000 | 49,000,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 116,700,000 |
| Chiapas | 23,500,000 | 29,000,000 | 5,000,000 | 0 | 0 | 0 | 57,500,000 |
| Chihuahua | 39,000,000 | 30,000,000 | 25,365,000 | 0 | 0 | 0 | 94,365,000 |
| Ciudad de México | 0 | 41,728,800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41,728,800 |
| Coahuila | 21,300,000 | 0 | 8,000,000 | 0 | 0 | 0 | 29,300,000 |
| Colima | 42,000,000 | 57,556,154 | 30,380,000 | 0 | 0 | 0 | 129,936,154 |
| Durango | 19,085,397 | 43,596,450 | 23,100,000 | 0 | 0 | 0 | 85,781,847 |
| Estado de México | 89,427,000 | 12,000,000 | 49,279,000 | 35,122,414 | 0 | 0 | 185,828,414 |
| Guanajuato | 15,585,000 | 42,000,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57,585,000 |
| Guerrero | 24,500,000 | 31,981,000 | 500,000 | 0 | 0 | 0 | 56,981,000 |
| Hidalgo | 39,500,000 | 49,609,214 | 45,700,000 | 0 | 0 | 0 | 134,809,214 |
| Jalisco | 63,626,441 | 47,308,460 | 30,365,742 | 50,000,000 | 0 | 0 | 191,300,643 |
| Michoacán | 41,956,840 | 29,043,089 | 14,250,000 | 0 | 0 | 0 | 85,249,929 |
| Morelos | 0 | 57,300,000 | 10,600,000 | 0 | 0 | 1,800,000 | 69,700,000 |
| Nayarit | 25,000,000 | 0 | 11,513,900 | 0 | 0 | 0 | 36,513,900 |
| Nuevo León | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oaxaca | 13,090,000 | 50,387,525 | 12,500,000 | 0 | 0 | 0 | 75,977,525 |
| Puebla | 8,306,000 | 0 | 46,800,000 | 0 | 0 | 0 | 55,106,000 |
| Querétaro | 35,500,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35,500,000 |
| Quintana Roo | 17,000,000 | 75,799,563 | 89,427,594 | 0 | 0 | 0 | 182,227,157 |
| San Luis Potosí | 33,637,001 | 1,650,000 | 0 | 8,000,000 | 0 | 0 | 43,287,001 |
| Sinaloa | 15,040,000 | 6,000,000 | 5,500,000 | 0 | 0 | 0 | 26,540,000 |
| Sonora | 0 | 20,000,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,000,000 |
| Tabasco | 99,487,150 | 34,700,000 | 3,400,000 | 58,000,000 | 32,900,000 | 0 | 228,487,150 |
| Tamaulipas | 30,150,000 | 9,379,913 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39,529,913 |
| Tlaxcala | 0 | 10,035,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,035,000 |
| Veracruz | 0 | 10,000,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,000,000 |
| Yucatán | 23,641,646 | 13,753,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37,394,646 |
| Zacatecas | 14,500,000 | 3,000,000 | 10,307,370 | 0 | 0 | 0 | 27,807,370 |
| Total | 883,966,964 | 815,559,166 | 487,752,240 | 151,122,414 | 32,900,000 | 1,800,000 | 2,373,100,784 |

Fuente: Relación de Proyectos de Aprovechamiento 2009-2018 proporcionada por la Dirección de Gestión Integral de Residuos de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Documentos relativos al Programa U012 Gestión Integral de Residuos.

FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN DE LOS APOYOS ECONÓMICOS POR ENTIDAD 2013-2018



Fuente: Relación de Proyectos de Aprovechamiento 2009-2018 proporcionada por la Dirección de Gestión Integral de Residuos de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Documentos relativos al Programa U012 Gestión Integral de Residuos.

En lo que concierne a la distribución de los recursos por tipo de proyecto, un 44.59% fue para maquinaria, construcción, ampliación, rehabilitación o clausura y saneamiento de rellenos sanitarios; 24.58% fue para equipamiento del sistema de recolección; un 16.07% para instalaciones para el aprovechamiento de residuos y un 7.16% destinado a maquinaria para diversas instalaciones. Los rubros con menor cantidad de recursos para los proyectos en este periodo fueron: estudios y elaboración de programas de gestión integral de residuos con el 4.8%, y construcción

de estaciones de transferencia, con el 2.8% (Tabla 31 y Figura 31).

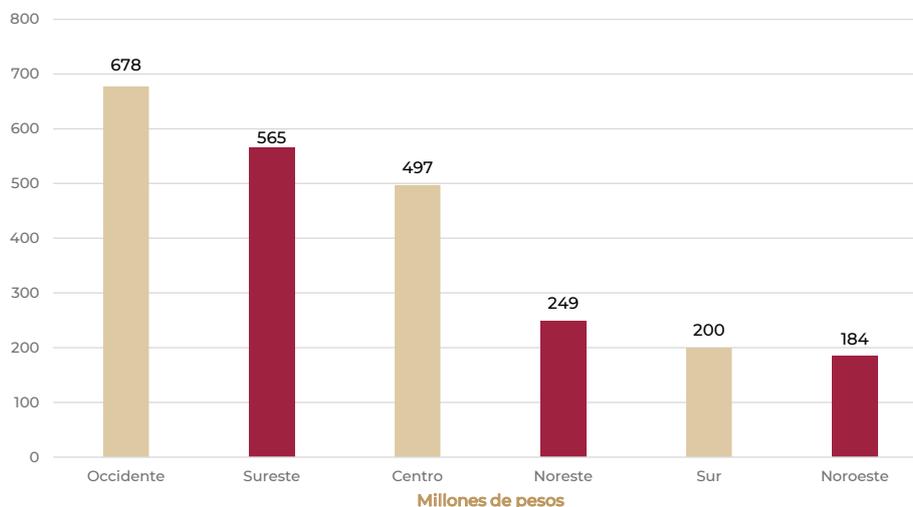
Si se realiza el análisis de la distribución de los recursos asignados por región dentro de los años 2013 a 2018, se puede observar que la región Occidente es la que mayor presupuesto ha recibido. En contraste, la región Noroeste es la que menor asignación tuvo en este periodo de tiempo. La distribución de recursos del presupuesto federal para el financiamiento de proyectos para la gestión integral de residuos se puede apreciar en la Figura 31.

TABLA 31. DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS FINANCIADOS CON RECURSOS DEL PRESUPUESTO FEDERAL, SEGÚN TIPO DE PROYECTO

| TIPO DE PROYECTOS | MONTO (pesos) | % RESPECTO AL MONTO |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Vehículos de Recolección | \$530,764,668.43 | 22.37 |
| Contenedores | \$52,369,010.68 | 2.21 |
| Maquinaria para Relleno | \$252,842,791.31 | 10.65 |
| Maquinaria | \$169,870,201.35 | 7.16 |
| Relleno Sanitario | \$391,953,579.20 | 16.52 |
| Rehabilitación | \$89,285,193.22 | 3.76 |
| Ampliación de Relleno | \$163,516,688.26 | 6.89 |
| Clausura y Saneamiento | \$160,741,869.91 | 6.77 |
| Estación de Transferencia | \$66,365,369.55 | 2.80 |
| Planta de Tratamiento de Orgánicos | \$95,050,915.73 | 4.00 |
| Planta de Tratamiento de Inorgánicos | \$44,000,000.00 | 1.85 |
| Centro de Acopio | \$13,313,419.00 | 0.56 |
| Planta de Selección | \$229,254,460.15 | 9.66 |
| Estudios | \$49,297,967.12 | 2.08 |
| PEPGIR | \$15,650,000.00 | 0.66 |
| PIPGIR | \$34,388,400.00 | 1.45 |
| PMPGIR | \$14,436,250.00 | 0.61 |
| Total periodo 2013–2018 | \$2,373,100,783.91 | 100.00 |

Fuente: Relación de Proyectos de Aprovechamiento 2009-2018 proporcionada por la Dirección de Gestión Integral de Residuos de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Documentos relativos al Programa U012 Gestión Integral de Residuos.

FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS DEL PRESUPUESTO FEDERAL POR REGIÓN SOCIOECONÓMICA, 2013–2018



Fuente: Relación de Proyectos de Aprovechamiento 2009-2018 proporcionada por la Dirección de Gestión Integral de Residuos de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Documentos relativos al Programa U012 Gestión Integral de Residuos.

A manera de conclusión, la distribución de los recursos del presupuesto público para apoyar instalaciones y procesos para la gestión integral de residuos en el periodo 2013-2018, hace evidente que los criterios con que se ha realizado la distribución no han obedecido a razones técnicas ni a un análisis de necesidades o de eficiencia en la aplicación de los recursos del presupuesto federal. Es evidente que los estados con mayores carencias en materia de instalaciones para el manejo de residuos han recibido escasos recursos, tal es el caso de la región Sur del país y, en cambio, los estados con mayores recursos han recibido también los mayores montos de financiamiento, como el caso de los estados que conforman las regiones Occidente, Centro y Sureste, en particular las entidades federativas de Jalisco, Estado de México, Tabasco y Quintana Roo.

A pesar de que la distribución de los recursos presupuestales es una atribución del Poder Legislativo, se debe insistir en que los recursos deben asignarse a las entidades federativas con mayores carencias y en aquellos rubros en que las necesidades sean más acentuadas, ya que éstas representan los mayores riesgos para el medio ambiente y las áreas de oportunidad en materia de gestión de los residuos del país.

2.5 Disposición final de los RSU

De acuerdo con los datos reportados en el CNGMD 2017, en los 2,203 SDF se ingresan 86,352.7 t/día de residuos, dichos sitios están ubicados en 1,722 municipios, de prácticamente todas las entidades federativas, a excepción de la Ciudad de México. (Ver Anexo 15).

Por otra parte, 736 municipios de 27 entidades federativas, no tienen en su territorio SDF. Las entidades federativas en las cuales la totalidad de sus municipios tienen al menos un sitio de disposición final de residuos son: Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora.

De la totalidad de sitios de disposición final que existen en nuestro país, considerando la cantidad de residuos que reciben diariamente, se identifica que 162 son de Tipo A, porque reciben una cantidad de residuos igual o mayor a 100 t/día; 109 son de Tipo B, porque reciben entre 50 a 100 t/día; 457 son de Tipo C, porque reciben entre 10 y 50 t/día; y 1,475 son sitios Tipo D ya que reciben menos de 10 t/día¹⁹ (Tabla 32 y Figura 32).

¹⁹ La clasificación de los SDF corresponde a la señalada en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

TABLA 32. SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RSU, POR ENTIDAD FEDERATIVA

| ENTIDAD FEDERATIVA | MUNICIPIOS | | TOTAL SDF | RESIDUOS INGRESADOS EN LOS SDF (t/día) | CANTIDAD DE SDF | | | |
|-------------------------------|--------------|------------|--------------|--|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | CON SDF | SIN SDF | | | TIPO A MAYOR A 100 (t/día) | TIPO B DE 50 A 100 (t/día) | TIPO C DE 10 A 50 (t/día) | TIPO D MENOR A 10 (t/día) |
| Aguascalientes | 1 | 10 | 1 | 942.1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Baja California | 5 | 0 | 28 | 2,957.4 | 4 | 1 | 7 | 16 |
| Baja California Sur | 5 | 0 | 33 | 1,080.9 | 3 | 1 | 7 | 22 |
| Campeche | 10 | 1 | 28 | 790.2 | 2 | 2 | 4 | 20 |
| Chiapas | 98 | 20 | 113 | 2,861.6 | 5 | 6 | 30 | 72 |
| Chihuahua | 57 | 10 | 137 | 3,408.9 | 5 | 1 | 10 | 121 |
| Ciudad De México ¹ | 0 | 16 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coahuila | 29 | 9 | 35 | 2,286.0 | 6 | 2 | 6 | 21 |
| Colima | 3 | 7 | 3 | 787.1 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Durango | 41 | 2 | 50 | 1,319.1 | 2 | 1 | 13 | 34 |
| Estado de México | 67 | 58 | 71 | 10,873.7 | 14 | 6 | 33 | 18 |
| Guanajuato | 44 | 2 | 44 | 4,138.6 | 9 | 13 | 15 | 7 |
| Guerrero | 79 | 2 | 116 | 2,650.4 | 4 | 4 | 29 | 79 |
| Hidalgo | 59 | 25 | 65 | 1,891.6 | 6 | 2 | 24 | 33 |
| Jalisco | 98 | 27 | 122 | 7,431.7 | 9 | 13 | 41 | 59 |
| Michoacán | 83 | 30 | 99 | 5,143.9 | 9 | 8 | 37 | 45 |
| Morelos | 13 | 20 | 14 | 518.4 | 0 | 3 | 10 | 1 |
| Nayarit | 18 | 2 | 27 | 1,842.6 | 2 | 6 | 9 | 10 |
| Nuevo León | 32 | 19 | 40 | 4,517.3 | 4 | 2 | 8 | 26 |
| Oaxaca | 372 | 198 | 385 | 1,867.1 | 4 | 3 | 14 | 364 |
| Puebla | 91 | 126 | 94 | 3,506.8 | 8 | 4 | 16 | 66 |
| Querétaro | 15 | 3 | 15 | 1,631.5 | 3 | 1 | 8 | 3 |
| Quintana Roo | 9 | 2 | 44 | 2,516.8 | 5 | 1 | 3 | 35 |
| San Luis Potosí | 52 | 6 | 57 | 1,868.5 | 5 | 2 | 17 | 33 |
| Sinaloa | 18 | 0 | 49 | 3,139.0 | 7 | 1 | 15 | 26 |
| Sonora | 72 | 0 | 123 | 2,354.6 | 5 | 7 | 13 | 98 |
| Tabasco | 16 | 1 | 17 | 2,000.7 | 9 | 2 | 5 | 1 |
| Tamaulipas | 34 | 9 | 46 | 3,133.7 | 8 | 3 | 11 | 24 |
| Tlaxcala | 4 | 56 | 5 | 552.7 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| Veracruz | 140 | 72 | 150 | 5,956.8 | 15 | 9 | 38 | 88 |
| Yucatán | 104 | 2 | 116 | 1,314.0 | 1 | 2 | 15 | 98 |
| Zacatecas | 53 | 5 | 76 | 1,069.1 | 2 | 1 | 18 | 55 |
| Nacional | 1,722 | 736 | 2,203 | 86,352.7 | 162 | 109 | 457 | 1,475 |

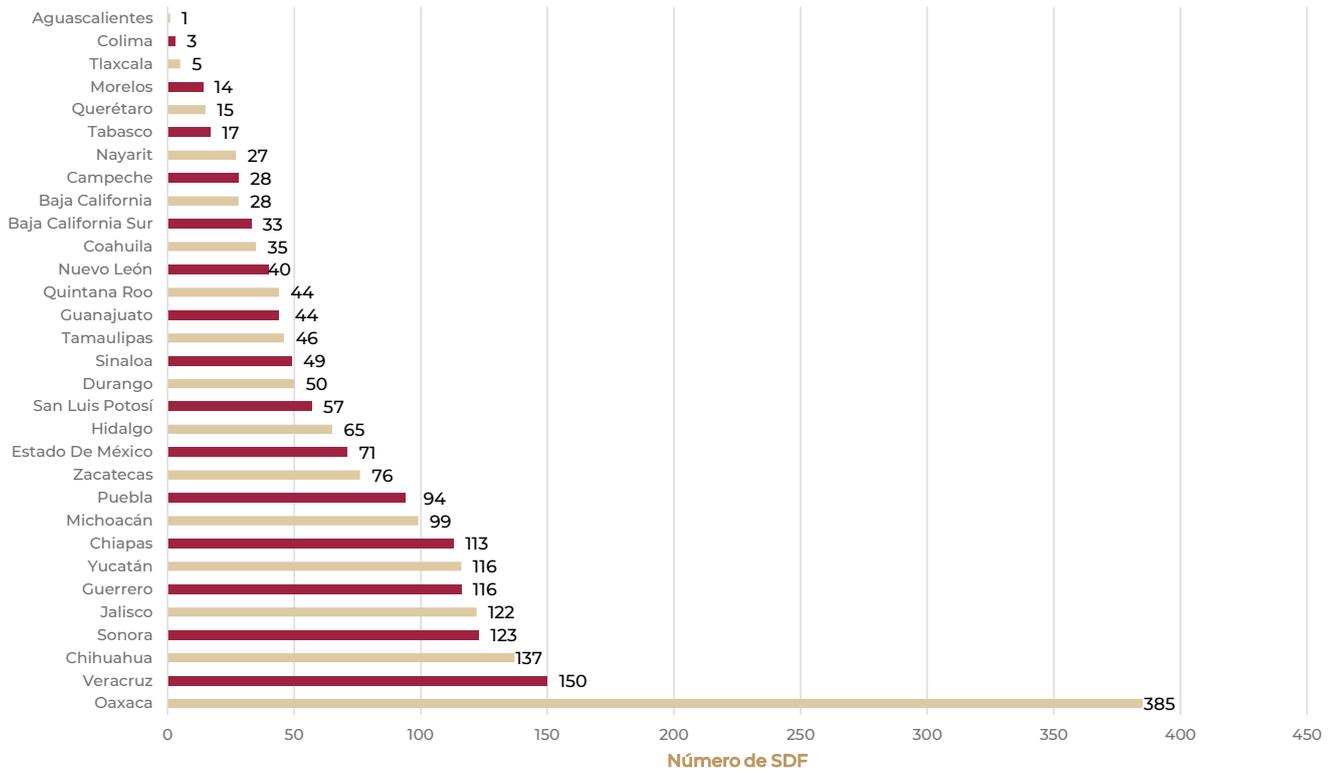
1. Los residuos que envía Ciudad de México a disposición final están considerados en los sitios del Estado de México y de Morelos.

Fuente: CNGMD 2017 del INEGI.



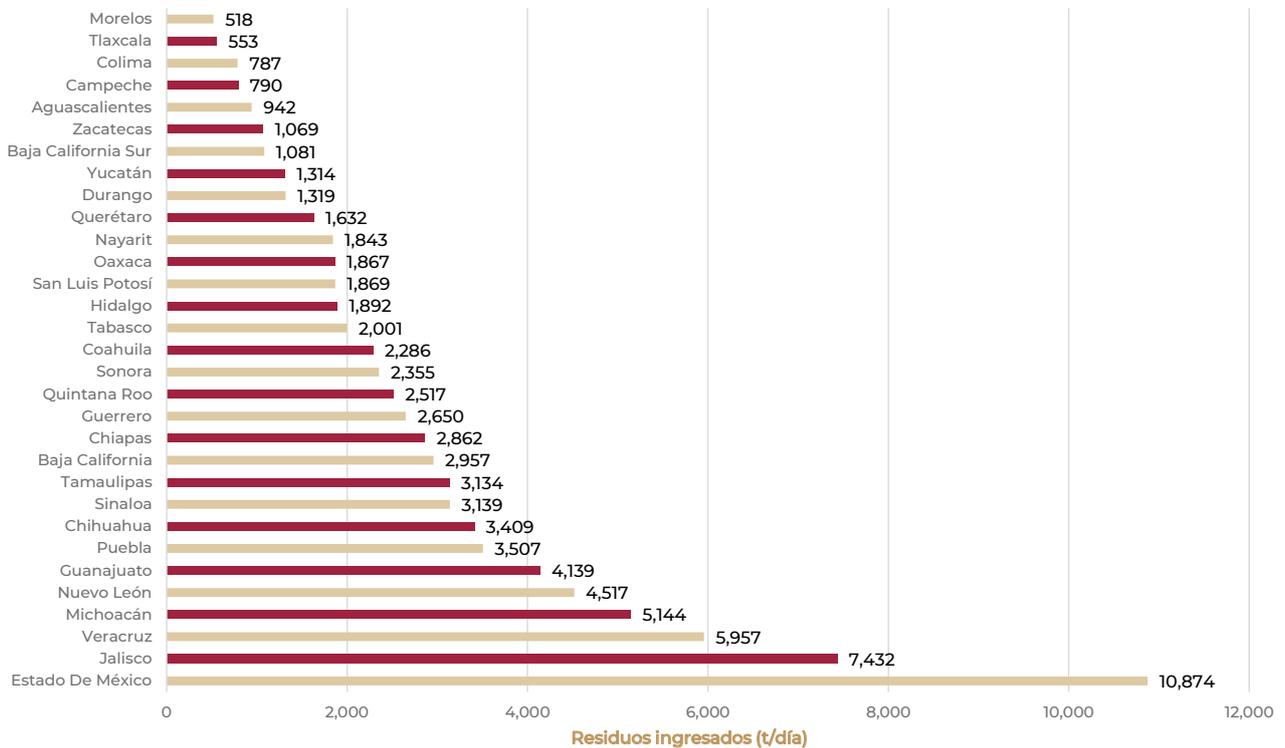
Foto: Archivo de la DGFAUT.

FIGURA 32. SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 33. CANTIDAD DE RESIDUOS INGRESADOS EN LOS SDF, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: CNGMD 2017 del INEGI.

Al realizar el diagnóstico de la cantidad de sitios y de la cantidad de residuos ingresados en los sitios, según el tamaño del municipio, se encontró que, si bien es elevada la cantidad de sitios ubicados en los municipios más pequeños, con población menor a 10 mil habitantes (877 sitios), la cantidad de residuos que se ingresan es pequeña: equivalente a 2,416 t/día, para un promedio de 2.76 t/día de en cada uno de estos sitios.

En cambio, sólo se localizan 228 SDF, ubicados en municipios con población mayor a 100 mil habitantes, los cuales

reciben es decir, conjunto 51,884 t/día de residuos, el 60% de la totalidad de los residuos que se envían a disposición final en el país. En cada uno de estos sitios se ingresan en promedio 228 toneladas de residuos diariamente.

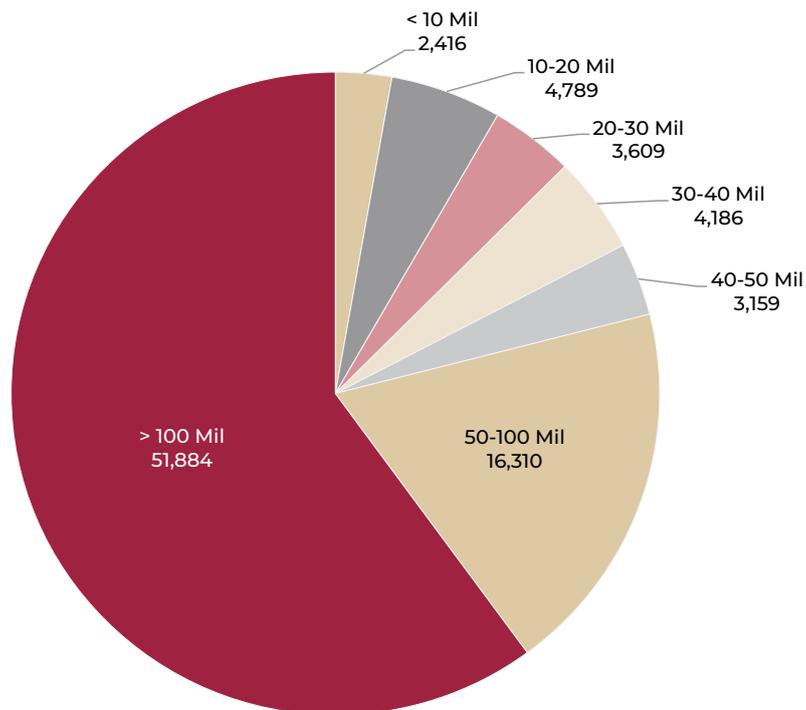
El 72% de los residuos que se envían a sitios de disposición final tipo A se ingresa en sitios que se ubican en municipios con población mayor a 100 mil habitantes. En cambio, el 58% de los residuos que se envían a sitios de disposición final tipo D se ingresa en sitios que se ubican en municipios con población menor a 10 mil habitantes (Tabla 33).

TABLA 33. CANTIDAD DE SDF Y DE RESIDUOS INGRESADOS A LOS SITIOS, POR TAMAÑO DE MUNICIPIO Y TIPO DE SDF

| TAMAÑO DE MUNICIPIO (miles de habitantes) | CANTIDAD INGRESADA DE RESIDUOS (t/día) | TOTAL DE SDF | CANTIDAD DE SDF SEGÚN CLASIFICACIÓN | | | |
|---|--|--------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | | | TIPO A, MAYOR A 100 t/día | TIPO B, DE 50 A 100 t/día | TIPO C, DE 10 A MENOR DE 50 t/día | TIPO D, MENOR A 10 t/día |
| < 10 | 2,416 | 877 | 3 | 0 | 22 | 852 |
| 10-20 | 4,789 | 395 | 4 | 6 | 113 | 272 |
| 20-30 | 3,609 | 234 | 3 | 8 | 88 | 135 |
| 30-40 | 4,186 | 152 | 4 | 6 | 77 | 65 |
| 40-50 | 3,159 | 108 | 4 | 7 | 57 | 40 |
| 50-100 | 16,310 | 209 | 27 | 59 | 72 | 51 |
| > 100 | 51,884 | 228 | 115 | 25 | 28 | 60 |

Fuente: CNGMD 2017 del INEGI.

FIGURA 34. CANTIDAD DE RESIDUOS INGRESADOS EN LOS SDF (t/día), POR TAMAÑO DE MUNICIPIO



Fuente: CNGMD 2017 del INEGI.

La información que contiene el CNGMD 2017 sobre las características de infraestructura y de los procesos que se realizan en los sitios de disposición final de residuos no permite clasificarlos como “Rellenos Sanitarios”, “Sitios Controlados” o “Sitios no Controlados”, como se ha hecho frecuentemente, en particular en el DBGIR 2012. Pero ofrecen información detallada de las características de infraestructura y de los procesos que se realizan en los 2,203 SDF.

En el CNGMD 2017 se cuestiona a los municipios sobre la cantidad de residuos y las características de los sitios de disposición final a los cuales envían sus residuos, lo cual no significa que estén ubicados en su territorio, por lo que se tuvieron que analizar los datos que reporta el INEGI para eliminar los datos duplicados sobre la cantidad de sitios, porque algunos municipios declararon que enviaron sus residuos a varios sitios de disposición final, lo que incrementaba el número de sitios. La eliminación de sitios duplicados se logró con la determinación de la ubicación de los sitios y sumando la cantidad de residuos que los diversos municipios depositaban en cada uno de ellos.

Al margen de estas aclaraciones, las características de la infraestructura de los SDF abarcan los siguientes aspectos:

- Báscula
- Captura de lixiviados
- Tratamiento de lixiviados
- Captura de gas
- Captura de Gas con Producción de Energía
- Producción de Energía
- Geomembrana
- Celdas de Confinamiento
- Cerca
- Otra
- Ninguna

El CNGMD 2017 reporta 282 SDF con celdas de confinamiento, sin embargo el censo no incluye su definición, por tanto se eliminaron del presente Diagnóstico. Asimismo reporta 330 SDF con infraestructura de “captura de lixivios”

y 91 SDF que realizan “tratamiento de lixiviados”, algunos de estos sitios SDF que reportaron infraestructura para el tratamiento de lixiviados no indicaron su captura. Por tanto se analizó cada uno de los SDF, se eliminaron las duplicidades y se consideró que aquellos que realizan tratamiento también realizan captura, lo cual significa un total 356 SDF con captura de lixiviados. Cabe destacar que el adecuado reporte de esta infraestructura es una mejora para el próximo CNGMD ya que es posible que el tratamiento de lixiviados reportado consiste únicamente en el almacenamiento de los mismos y su evaporación.

Asimismo, se unificó la información que reportaron los SDF para “Captura de gas” y de “Captura de Gas con Producción de Energía”, ya que esta última característica solo se identificaba en cinco sitios de disposición final: el Relleno Sanitario de San Nicolás, en Aguascalientes, Ags., el Relleno Sanitario Portezuelos, en Tijuana, B.C., el Relleno Sanitario La Perseverancia, en Cuautla, Mor., el Relleno Sanitario Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE) en Salinas Victoria, N. L., y el Relleno Sanitario Municipal en Querétaro, Qro.

Adicionalmente, se incluyeron los siguientes puntos en el análisis de las características de la infraestructura de los sitios de disposición final:

- Báscula
- Captura de lixiviados
- Captura de biogás
- Geomembrana
- Cerca
- Ninguna infraestructura

Asimismo, las características de los procesos que se realizan en los SDF se refieren a los siguientes aspectos:

- Control de acceso
- Control de admisión de residuos
- Compactación y cubrimiento con tierra
- Monitoreo de aspectos de higiene y seguridad

- Registros de empresas que depositan residuos provenientes de industria, comercio y servicios
- Otro
- Ninguno

En el Anexo 15 y el análisis correspondiente respecto al cumplimiento de los aspectos básicos en materia de infraestructura y de los procesos en los SDF, no se incluyeron los aspectos relativos a: “Registro de empresas que RSU de industrias, comercio y servicios”, y a “Otros procesos”, ya que se consideró que no eran aspectos significativos relacionados con la protección ambiental en la operación del sitio.

Además de que el “Registro de empresas de RSU de industrias, comercio y servicios” se presentó en 290 SDF, 13.16% del total, mientras que los SDF que tienen “Otros procesos” son sólo 86, es decir, el 3.90% del total de SDF. Entre los otros procesos que se señalan y se desarro-

llan en los SDF se registra el control de plagas en dos sitios, el movimiento de la basura para hacer espacio en tres sitios, la compactación de los residuos en seis sitios y la quema de los residuos en 61 SDF.

Por tanto, en la descripción de las características de los procesos en los SDF, se incluyeron los aspectos de:

- Control de acceso
- Control de admisión de residuos
- Compactación y cubrimiento con tierra
- Monitoreo de aspectos de higiene y seguridad
- Ninguno

De acuerdo con estas consideraciones, se incluye en la Tabla 34 la cantidad de SDF de cada entidad federativa que cumplen las características señaladas, tanto de infraestructura como de procesos.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

TABLA 34. CANTIDAD DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL POR ENTIDAD FEDERATIVA, DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE INFRAESTRUCTURA Y LOS PROCESOS QUE SE REALIZAN PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RSU

| EQUIVALENCIA DE COLUMNAS | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--|------------|------------|------------|
| INFRAESTRUCTURA | | | | | | | | PROCESOS | | | | |
| I | Báscula | | | | | | | A | Control de Acceso | | | |
| II | Captura de Lixiviados | | | | | | | B | Control de Admisión de Residuos | | | |
| III | Captura de Biogás | | | | | | | C | Compactación y cubrimiento con tierra | | | |
| IV | Geomembrana | | | | | | | D | Monitoreo de aspectos de higiene y seguridad | | | |
| V | Cerca | | | | | | | E | Ninguna | | | |
| VI | Ninguna | | | | | | | | | | | |
| ENTIDAD FEDERATIVA | TOTAL SDF | INFRAESTRUCTURA | | | | | | PROCESOS | | | | |
| | | I | II | III | IV | V | VI | A | B | C | D | E |
| Aguascalientes | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Baja California | 28 | 4 | 3 | 3 | 3 | 7 | 18 | 5 | 5 | 13 | 4 | 15 |
| Baja California Sur | 33 | 3 | 2 | 2 | 3 | 13 | 20 | 11 | 4 | 5 | 4 | 22 |
| Campeche | 28 | 4 | 2 | 3 | 4 | 7 | 20 | 12 | 2 | 7 | 3 | 16 |
| Chiapas | 113 | 2 | 11 | 11 | 11 | 44 | 60 | 36 | 15 | 39 | 10 | 41 |
| Chihuahua | 137 | 5 | 17 | 9 | 7 | 87 | 35 | 47 | 16 | 62 | 9 | 47 |
| Ciudad de México | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Coahuila | 35 | 8 | 12 | 7 | 13 | 25 | 7 | 20 | 11 | 19 | 0 | 9 |
| Colima | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 |
| Durango | 50 | 3 | 11 | 4 | 10 | 35 | 13 | 19 | 8 | 22 | 4 | 20 |
| Estado de México | 71 | 17 | 32 | 22 | 24 | 38 | 25 | 48 | 32 | 56 | 0 | 9 |
| Guanajuato | 44 | 13 | 20 | 12 | 19 | 33 | 7 | 37 | 25 | 39 | 22 | 1 |
| Guerrero | 116 | 2 | 9 | 6 | 6 | 38 | 74 | 22 | 10 | 40 | 6 | 73 |
| Hidalgo | 65 | 8 | 18 | 10 | 19 | 46 | 11 | 40 | 24 | 51 | 11 | 6 |
| Jalisco | 122 | 14 | 50 | 13 | 40 | 95 | 14 | 85 | 55 | 107 | 53 | 8 |
| Michoacán | 99 | 11 | 19 | 12 | 18 | 45 | 47 | 51 | 22 | 64 | 12 | 24 |
| Morelos | 14 | 3 | 8 | 2 | 6 | 9 | 3 | 10 | 6 | 11 | 5 | 1 |
| Nayarit | 27 | 7 | 8 | 2 | 8 | 14 | 10 | 12 | 11 | 16 | 6 | 7 |
| Nuevo León | 40 | 4 | 8 | 5 | 14 | 25 | 13 | 17 | 16 | 28 | 17 | 5 |
| Oaxaca | 385 | 6 | 14 | 14 | 16 | 73 | 270 | 40 | 13 | 51 | 2 | 248 |
| Puebla | 94 | 17 | 22 | 17 | 20 | 35 | 47 | 33 | 22 | 38 | 12 | 37 |
| Querétaro | 15 | 6 | 14 | 12 | 14 | 13 | 1 | 13 | 9 | 13 | 9 | 1 |
| Quintana Roo | 44 | 3 | 7 | 6 | 7 | 5 | 37 | 8 | 6 | 7 | 4 | 36 |
| San Luis Potosí | 57 | 3 | 12 | 5 | 12 | 34 | 21 | 26 | 15 | 35 | 11 | 18 |
| Sinaloa | 49 | 7 | 4 | 6 | 6 | 10 | 35 | 8 | 7 | 25 | 6 | 23 |
| Sonora | 123 | 10 | 9 | 5 | 6 | 73 | 38 | 22 | 11 | 47 | 9 | 52 |
| Tabasco | 17 | 2 | 4 | 2 | 6 | 13 | 2 | 13 | 4 | 9 | 4 | 0 |
| Tamaulipas | 46 | 7 | 8 | 7 | 8 | 22 | 23 | 20 | 13 | 23 | 8 | 17 |
| Tlaxcala | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 4 | 0 |
| Veracruz | 150 | 9 | 15 | 8 | 9 | 33 | 97 | 44 | 22 | 65 | 12 | 56 |
| Yucatán | 116 | 6 | 7 | 1 | 5 | 32 | 74 | 32 | 17 | 8 | 6 | 76 |
| Zacatecas | 76 | 1 | 5 | 1 | 4 | 44 | 31 | 14 | 8 | 46 | 3 | 15 |
| Nacional | 2,203 | 190 | 359 | 213 | 326 | 955 | 1,053 | 753 | 417 | 955 | 260 | 883 |

Fuente: CNGMD 2017.

Como se observa en la tabla anterior, en relación a la infraestructura con la que cuentan los SDF, sólo 190 sitios (8.62 %), cuentan con báscula para el pesaje de los residuos; 359 sitios (16.30%), cuentan con infraestructura para la captura de lixiviados y, como se indicó previamente, de éstos sólo 91 cuentan con infraestructura para su tratamiento; 213 sitios (9.67%) cuenta con infraestructura para la captura de biogás, y no se cuenta con información sobre si esta infraestructura incluye instalaciones para la quema del biogás, lo que permitiría reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera o si esta instalación sólo es para concentrar el biogás y ventearlo; 326 sitios (14.80%) cuentan con geomembrana para aislar a los residuos del suelo y; 955 sitios (43.35%) cuentan con cerca perimetral para delimitar el sitio del entorno.

Los datos anteriores evidencian que la infraestructura con la que cuentan los SDF en nuestro país es insuficiente para suponer que sean instalaciones en las que se puedan depositar los residuos con garantía de protección al ambiente, sobre todo, cuando se observa que 1,053 SDF, el 47.80% del total, no cuentan con ninguna infraestructura básica para la protección del ambiente.

Algo similar se observa en lo relativo a los procesos operativos que se realizan en los SDF, ya que sólo en 753 SDF, el 34.18%, se tiene control de acceso al sitio, y en el 81% de los sitios no se tiene control sobre el tipo y la cantidad de residuos que ingresan. Esto implica que no se puede asegurar que no estén ingresando residuos peligrosos a los sitios de disposición final de RSU.

Cabe destacar las características de los procesos que se realizan en los SDF, en 955 de ellos, el 43.35%, se compactan los residuos y se cubren con materiales térreos, sin señalar la frecuencia con la que se lleva a cabo la compactación y la cobertura de los residuos. Otro de los procesos que se reporta en los SDF es el monitoreo de aspectos relacionados

con la higiene y la seguridad en el sitio, lo cual se realiza sólo en 260 sitios, es decir, sólo en el 11.80% del total.

En la Tabla 35 se muestra el conjunto de características de infraestructura y de operación de la totalidad de los SDF del país, así como la cantidad de residuos ingresados en estos sitios. En el Anexo 17 se incluyen los datos sobre la cantidad de residuos ingresados a los SDF de acuerdo con las características de infraestructura y de los procesos que se realizan en ellos, por cada entidad federativa.

Con sustento en la información presentada, es posible señalar que en el país se depositan 34,726 t/día de residuos (40.21% del total), en 82 sitios de disposición final de 28 entidades federativas que cumplen todas las características básicas de infraestructura y de operación.

Asimismo, 3,695 t/día de residuos, el 4.28% del total, se depositan en 685 sitios de disposición final, ubicados en 509 municipios de 27 entidades federativas, que no cumplen con ninguna de las características básicas de infraestructura y de operación. En este sentido, destaca el estado de Oaxaca, con 207 sitios que no cumplen ninguna de las características básicas de infraestructura y de operación, donde se depositan 316.17 t/día.

En el Anexo 16 se incluye la relación de los 82 SDF que cumplen todas las características básicas de infraestructura y de operación y la cantidad de residuos que se depositan en cada uno de ellos. Asimismo, se incluye la relación de los 685 SDF que no cumplen ninguna de las características básicas de infraestructura y de operación, y la cantidad de residuos que se depositan en cada uno de ellos.

En las Tablas 36 y 37, se pueden observar los años de inicio de operaciones de los SDF, así como la vida útil remanente de los sitios. Es importante destacar que lo señalado por los municipios, 1,440 SDF (65% del total) han concluido su vida útil y prácticamente no tienen vida remanente.

TABLA 35. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN LOS SDF Y CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE INGRESAN EN LOS SITIOS SEGÚN LA INFRAESTRUCTURA CON LA QUE CUENTAN

| INFRAESTRUCTURA | CANTIDAD DE SDF | PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE SDF | RESIDUOS INGRESADOS EN LOS SDF | PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE RESIDUOS INGRESADOS A LOS SDF |
|--|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|
| Báscula | 190 | 8.62 | 55,252 | 64 |
| Captura de lixiviados | 359 | 16.30 | 63,577 | 74 |
| Captura de biogás | 213 | 9.67 | 53,949 | 62 |
| Geomembrana | 326 | 14.80 | 61,063 | 71 |
| Cerca | 955 | 43.35 | 64,949 | 75 |
| Ninguna | 1,053 | 47.80 | 11,915 | 14 |
| Control de acceso | 753 | 34.18 | 74,000 | 86 |
| Control de admisión de residuos | 417 | 18.93 | 61,758 | 72 |
| Compactación y cubrimiento con tierra | 955 | 43.35 | 75,533 | 87 |
| Monitoreo de aspectos de higiene y seguridad | 260 | 11.80 | 3,003 | 3 |
| Ninguna | 883 | 40.08 | 6,397 | 7 |

Fuente: CNGMD 2017.

TABLA 36. INICIO DE OPERACIONES EN LOS SDF

| AÑOS | CANTIDAD DE SDF |
|-----------------|-----------------|
| Antes de 1999 | 441 |
| De 2000 a 2005 | 411 |
| De 2006 a 2010 | 385 |
| De 2011 a 2015 | 424 |
| 2016 | 106 |
| 2017 | 8 |
| 2018 | 0 |
| Sin información | 428 |
| Total | 2,203 |

Fuente: CNGMD 2017.

TABLA 37. VIDA ÚTIL REMANENTE DE LOS SDF

| CANTIDAD DE AÑOS | CANTIDAD DE SDF |
|------------------|-----------------|
| 0 | 1,440 |
| De 1 a 5 | 134 |
| De 6 a 10 | 184 |
| Más de 10 | 445 |
| Total | 2,203 |

Fuente: CNGMD 2017.

En el presente apartado dedicado a la disposición final de los RSU se ha abundado en la descripción de las características de la infraestructura y de la operación de los SDF que existen en el país; sin embargo, es conveniente reflexionar en algunos de los datos que se han presentado.

El impacto ambiental es mayor cuando los sitios donde se depositan los residuos se ubican cerca de lechos de escorrentías estacionales, ya que los residuos son arrastrados aguas abajo hacia los ríos y finalmente a los lagos, lagunas y al mar. Aunque en el periodo 2013–2018 se identificó que se destinaron cuantiosos recursos para mejorar la disposición final de los residuos del país, se requiere realizar una evaluación de la eficiencia de la inversión de los recursos públicos para mejorar la disposición de residuos en el país y asimismo revisar la política pública que se ha venido aplicando en torno a la disposición final de los residuos, incluyendo al menos los siguientes aspectos:

- Evaluar las experiencias nacionales en torno a la concesión de la disposición final de los residuos a empresas privadas, en aspectos relativos a los montos promedio de las tarifas que se abonan por tonelada depositada en los sitios, los plazos y garantías que se ofrecen a las empresas para el retorno de sus inversiones, las modalidades de las licitaciones con las que se otorgan las concesiones y los modelos de requisitos técnicos de infraestructura y de operación de los sitios con que se otorgan, entre otros detalles a considerar.
- Evaluar las experiencias de los sitios de disposición final administrados y operados por gobiernos estatales o por organismos operadores intermunicipales, tales como el caso de SIMEPRODE en el estado de Nuevo León y los casos de

algunos organismos operadores intermunicipales del estado de Jalisco.

- Evaluar algunas experiencias de fracaso en la construcción y operación de algunos SDF intermunicipales, los cuales terminaron atendiendo sólo a los municipios en los cuales estaban ubicados, como el caso del sitio instalado en el municipio de Juchitepec en el Estado de México y el del municipio de Jalpa de Serra en el estado de Querétaro. En particular se requiere evaluar los mecanismos de asociación intermunicipal que se aplicaron en los casos de referencia y en el impacto en los costos de disposición final en algunos de los municipios involucrados.
- También se requiere analizar la alternativa de construir rellenos sanitarios manuales que, en su momento, propuso la Organización Panamericana de la Salud, para pequeñas localidades donde no es factible técnica, operativa y financieramente la operación de rellenos sanitarios tradicionales, donde por la falta de coordinación entre los municipios, por limitaciones presupuestales o de lejanía entre las localidades, no es factible la construcción de rellenos sanitarios intermunicipales.

Finalmente, se sugiere incluir los puntos indicados en la Tabla 38, en los próximos formatos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales, debido a que se considera un instrumento muy importante para conocer las características básicas del manejo de los residuos en el país, en particular las características de los sitios de disposición final en que se están depositando los residuos que se generan a nivel nacional.

TABLA 38. PROPUESTA DE INFORMACIÓN SOBRE SDF A INCLUIR EN EL CENSO NACIONAL DE GOBIERNOS MUNICIPALES Y DELEGACIONALES

| CARACTERÍSTICA | PARÁMETRO DE RESPUESTA | UTILIDAD |
|--|---|---|
| Superficie | Hectáreas | Evaluar el impacto del sitio en el entorno |
| Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre la ubicación del sitio respecto a cuerpos de agua | Mayor o menor a 500 metros | Evaluar el riesgo de contaminación de cuerpos de agua |
| Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre la ubicación del sitio respecto a pozos | Mayor o menor a 100 metros | Evaluar el riesgo de contaminación del agua extraída |
| Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre la ubicación del sitio respecto a la población | Mayor o menor a 500 metros | Evaluar riesgos a la salud de la población |
| Frecuencia con que se realiza el cubrimiento, con tierra, de los residuos | Veces a la semana | Evaluar los riesgos a la salud y al entorno del sitio |
| Destino de los lixiviados, en caso de que el sitio cuente con sistema de captación | Acumulación en lagunas, reinyección a las celdas de residuos, sistemas de tratamiento, otro | Evaluar el riesgo de contaminación del suelo por mal manejo de los lixiviados extraídos |
| Destino del biogás en el caso de que el sitio cuente con sistema de captación | Venteo, incineración, aprovechamiento | Evaluar el impacto del biogás captado en la emisión de gases de efecto invernadero |
| Cantidad promedio de pepenadores que laboran diariamente en el sitio | Número de personas | Evaluar la situación social de este sector de la sociedad |

Fuente: Elaboración propia. 2019.

2.5.1 COSTOS DE LA RECOLECCIÓN Y DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS

Los datos para abordar el tema sobre los costos de la recolección y la disposición final de residuos, se obtuvieron de los PPGIR estatales, municipales e intermunicipales. El detalle y los costos correspondientes de cada uno de ellos, se pueden consultar en el Anexo 18 del presente diagnóstico.

Los costos de la recolección de residuos que se reportan en los PPGIR corresponden a 167 municipios de 13 entidades federativas. El promedio de ellos es de \$434.03 por tonelada recolectada. Estos costos comprenden sólo la operación del servicio de recolección: generalmente los sueldos del personal, el combustible y, en algunos casos, el mantenimiento de las unidades de recolección. En ningún caso se incluye en el costo del servicio de recolección la depreciación de los vehículos, ni las provisiones para su sustitución al término de su vida útil.

A continuación se incluye una tabla con algunos de los costos más elevados y más reducidos del servicio de recolección, a fin de que se aprecie la diferencia de costos existente en los municipios que reportaron este dato en los PPGIR.

En el caso de los costos de la disposición final de residuos se consideraron los reportados en los PPGIRS de 84 municipios, de 10 entidades federativas, los cuales indican un costo promedio de \$121.58 por tonelada depositada en los sitios de disposición final. Este costo generalmente incluye sólo el salario de los trabajadores que laboran en el sitio y el combustible de la maquinaria que se utiliza en el sitio. En algunos programas se reporta también el costo de alquiler de la maquinaria utilizada.

No se incluye en el costo de disposición final el arrendamiento de los predios donde se depositan los residuos ni la depreciación de la maquinaria, equipos o instalaciones

TABLA 39. COSTOS MÁS ELEVADOS Y MÁS REDUCIDOS DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS REPORTADOS EN LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

| COSTOS MÁS REDUCIDOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS | | |
|--|----------------------------|---|
| PROGRAMA | MUNICIPIO | COSTO DE RECOLECCIÓN POR TONELADA (pesos) |
| PMPGIR | Tizayuca, Hgo. | 52.57 |
| PMPGIR | Tacotalpa, Tab. | 55.52 |
| PIPGIR Cuicatlán Oaxaca | Santa María Pápalo | 80.99 |
| PEPGIR Zacatecas | Cuauhtémoc | 86.00 |
| PMPGIR | Tepetlaóxtoc, Edo. de Mex. | 100.00 |
| COSTOS MÁS ALTOS DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS | | |
| PEPGIR Zacatecas | Susticacán | 1,296.69 |
| PMPGIR | Calakmul, Camp. | 1,552.73 |
| PEPGIR Zacatecas | Loreto | 1,651.74 |
| PEPGIR Zacatecas | El Salvador | 2,547.18 |
| PEPGIR Nayarit | San Blas | 2,666.24 |

Fuente: Programas Estatales, Municipales e Intermunicipales de Prevención y Gestión Integral de Residuos.



Foto: Freepik Image Bank.

utilizadas, cuando no son propiedad de los ayuntamientos. Tampoco se incluyen las previsiones financieras para la clausura, ambientalmente adecuada, de los sitios al término de su vida útil, ni las inversiones que se van a requerir para su sustitución en predios alternativos.

Los costos tan reducidos de la disposición final de los residuos reflejan, en cierta medida, las deficientes condiciones de infraestructura y de operación de la disposición final de los residuos en el país.

De igual manera que en el caso de la recolección de residuos, en la Tabla 40 se incluyen algunos de los costos más elevados y más reducidos de la disposición final de residuos que se reportan en los PPGIRS.

En algunos municipios el costo del manejo de residuos se presenta en forma integral, sin distinguir entre los costos de recolección y disposición final, tal es el caso de 26 municipios, de seis entidades federativas, en los cuales se señala que el costo de manejo de residuos es en promedio de \$540.80 por tonelada dispuesta en el sitio de disposición final.

Este costo integrado del manejo de residuos es similar a la suma del promedio del costo de recolección y de disposición final en aquellos municipios en que se registraron los costos por separado, ya que la suma de los promedios en estos casos asciende a \$555.61 por tonelada.

TABLA 40. COSTOS MÁS ELEVADOS Y REDUCIDOS DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS, REPORTADOS EN LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

| COSTOS MÁS BAJOS DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS | | |
|--|-------------------------|--|
| PROGRAMA | MUNICIPIO | DISPOSICIÓN FINAL POR TONELADA (pesos) |
| PEPGIR Zacatecas | Zacatecas | 2.19 |
| PIPGIR Tejupilco, Edo de Mex. | Tlatlaya | 4.18 |
| PEPGIR Zacatecas | Calera | 4.83 |
| PIPGIR Tejupilco, Edo de Mex. | Temascaltepec | 5.31 |
| PEPGIR Zacatecas | Río Grande | 5.71 |
| COSTOS MÁS ALTOS DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS | | |
| PIPGIR Sierra occidental y costa Jalisco | Cabo Corrientes | 577.55 |
| PIPGIR Sierra occidental y costa Jalisco | Guachinango | 635.29 |
| PIPGIR Sierra occidental y costa Jalisco | San Sebastián del Oeste | 744.00 |
| PIPGIR Sierra occidental y costa Jalisco | Mixtlán | 837.50 |
| PIPGIR Sierra occidental y costa Jalisco | Talpa de Allende | 888.88 |

Fuente: Programas Estatales, Municipales e Intermunicipales de Prevención y Gestión Integral de Residuos.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

2.6 Análisis de la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos

A lo largo de los apartados del presente capítulo, dedicado a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se han incluido los análisis correspondientes por cada tema. Este apartado tiene por objetivo abordar un análisis completo de la gestión integral de los RSU, destacando las problemáticas o las áreas de oportunidad que requieren mayor atención, así como sus principales fortalezas.

La información y el análisis sobre las diferentes etapas del manejo de los residuos que se han desarrollado en el presente capítulo, evidencia que la definición sobre “gestión integral de los residuos” contenida en la LGPGIR difícilmente se cumple; lo que se tiene en la mayoría de los municipios es un sistema de manejo que se restringe a las actividades básicas de recolectar los residuos generados, trasladarlos y depositarlos en los sitios de disposición final.

Una limitación importante del sistema de manejo de residuos que existe en el país, es la carencia de información confiable que permita la toma de decisiones acertadas o la formulación de políticas públicas que atiendan las áreas más urgentes e importantes relacionadas con el manejo de los residuos a nivel nacional.

La información sobre generación y composición de los residuos, es particularmente significativa porque es la base para identificar los problemas que se tienen en materia de manejo de residuos y dimensionar las instalaciones y sistemas que se requieren para su atención.

A lo largo de este capítulo se ha insistido en la necesidad de que se realicen estudios sobre generación y composición de los residuos que reflejen las condiciones que existen en las diferentes localidades y regiones del país. Es indudable que la existencia

del módulo dedicado a los residuos sólidos urbanos dentro del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales significa una importante contribución al conocimiento de las condiciones en las que se realiza el manejo de los residuos en los municipios del país; sin embargo es conveniente que este instrumento sea un insumo de un sistema de información integral en materia de residuos, en el cual sean incluidas y homogeneizadas otras fuentes oficiales de información.

Con relación a la cobertura del servicio de recolección de residuos, los datos reflejan que en algunas localidades se tiene una cobertura del 100%, mientras que en localidades pequeñas la cobertura es muy reducida o de plano no cuentan con el servicio de recolección. Sin duda, la cobertura de recolección es una de las fortalezas del sistema de manejo de los residuos, sin embargo, la recolección no está exenta de problemas, posiblemente el principal de ellos está relacionado con la obsolescencia del parque vehicular de recolección, el cual no ha sido sustituido oportunamente y en casi una tercera parte del país tiene más de 20 años de antigüedad.

Otra de las deficiencias del sistema de manejo es la escasa separación de residuos en el origen y su recolección separada. A pesar de que se ha insistido en la conveniencia de la separación de los residuos, los datos revelan que la cantidad de residuos que se separan y se recolectan separadamente es muy reducida, y este elemento es esencial para el aprovechamiento de los residuos, porque si se mezclan en el origen, la posibilidad de reciclarlos o de aprovechar los residuos orgánicos se reduce. El escaso número de estaciones de transferencia en el país y su ubicación –en las localidades con ma-



Foto: Freepik Image Bank.

yor población- es otra debilidad del sistema de manejo de los residuos, ya que los municipios con población reducida no cuentan con instalaciones que les permitan trasladar los residuos a distancias mayores y, por consecuencia, ubican sus sitios de disposición final cerca de las localidades, lo cual favorece la proliferación de sitios de disposición final pequeños, por lo que no se pueden instalar sitios de disposición final regionales o intermunicipales.

En contraste, una de las fortalezas del aprovechamiento de residuos lo constituye el reciclaje, ya que en esta materia se registran cifras a la altura de los países desarrollados en materiales como el PET, aluminio, papel y cartón. No obstante, las elevadas cifras del reciclaje es el producto del trabajo de decenas de miles de personas y familias que recuperan los residuos reciclables en condiciones de trabajo

muy precarias, tanto en los sitios de disposición final como en el entorno urbano, durante la recolección o en los contenedores en la vía pública.

La disposición final de los residuos sólidos urbanos es, sin duda, la principal debilidad del sistema de manejo, debido al escaso número de sitios que cumplen con la normatividad en la materia. Aunado a esta problemática en la infraestructura y operación de los SDF existe la gran proliferación de SDF pequeños, sobre todo en las entidades federativas cuyos municipios tienen escasa población y recursos limitados. Cabe destacar que también existen experiencias positivas sobre SDF operados por organismos gubernamentales y empresas privadas, como el SDF ubicado en Salinas Victoria, operado por SIMEPRODE.

Otro elemento del sistema de manejo de los residuos que requiere



ser evaluado es el relacionado con el financiamiento para la prestación del servicio de manejo de residuos por parte de los municipios, ya que a ellos les corresponde por mandato constitucional proporcionarlo a los ciudadanos. Es indudable que los recursos para sostener financieramente el manejo de los residuos provienen del presupuesto de los mismos ayuntamientos, mucho se ha mencionado que cobrar por el servicio de recolección de residuos puede ser una alternativa para resolver la escasez de recursos de los municipios. Sin embargo, es un tema que debe ser estudiado a profundidad, porque las experiencias del cobro por el servicio en algunas localidades se ha traducido simplemente en el incremento del costo de algunos impuestos o servicios, ya que el cobro se realiza junto con el impuesto

predial o con los derechos por el servicio de agua potable. Además, esto no significa que se incremente el presupuesto que los municipios dedican al manejo de residuos, sino que en ocasiones se traduce simplemente en un incremento del ingreso de los ayuntamientos.

De manera adicional a la alternativa del cobro por el servicio de recolección de residuos se ha planteado, para la eficiente administración de los servicios de limpia en los municipios, la creación de organismos públicos descentralizados o desconcentrados de los ayuntamientos, los cuales tendrían capacidad jurídica, personalidad y presupuesto propio para administrar y manejar los servicios relacionados con el manejo de los residuos, de manera similar a los que manejan los servicios de agua potable en algunas localidades.



Foto: Archivo de la DGFAUT.

3 RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Desde la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), la presentación y la recopilación de información relativas a los Residuos de Manejo Especial (RME) han sido tareas difíciles de realizar. Después de esa publicación transcurrieron tres años para que se obtuvieran los primeros datos de generación de estos residuos, los cuales se reportaron en el primer Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (DBGIR) en 2006.

El DBGIR de 2006 incluyó información para las fracciones II (servicios de salud), IV (transporte), V (lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales), VI (tiendas departamentales) y VII (construcción). El resto de las fracciones: I (rocas), III (actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas), VIII (tecnológicos), X (neumáticos usados) no se reportaron, la fracción IX (pilas) sólo se reportó como un caso de éxito. En este diagnóstico quedó de manifiesto que la modificación a la regulación en la LGPGIR 2003 y el nivel de comprensión en la legislación no permitía a los grandes generadores de residuos sólidos urbanos identificarse como generadores de RME.

Al diagnóstico se le consideró como una primera aproximación al tema, en él se recomienda el desarrollo de metodologías para el muestreo de la

generación y las estrategias para la determinación de infraestructura y de servicios que permitieran atender de mejor manera este rubro.

La versión de 2012 del DBGIR incluyó mayor cantidad de información acerca de RME, en particular, con respecto a las fracciones III (actividades pesqueras, agrícolas y ganaderas), IV (Aeropuerto Internacional de Ciudad de México, AICM), V (lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales), VI (tiendas de autoservicio), VII (construcción), IX (pilas), y X (inherentes a otras variantes de RME como vidrio, papel y cartón, residuos sólidos generados en hoteles). Nuevamente, en el diagnóstico de 2012, para la fracción I hubo carencia de información.

Las fuentes de información continúan siendo variadas y dispersas. En algunos casos hubo incremento en otros, decremento. Por ejemplo, las entidades federativas han aumentado sustancialmente su información, derivado de la implementación de instrumentos como los inventarios o de trámites como la Cédula de Operación Anual (COA) y la Licencia Ambiental Única (LAU), así como el reporte, obligado o no, de planes de manejo de residuos de manejo especial; en otros casos, las actividades se han reducido de manera sustancial, un ejemplo de lo anterior son las pilas, cuyos reportes y actividades han perdido presencia y relevancia.

Adicionalmente, se ha reducido la elaboración de nuevos programas y actualización de los Programas Estatales para Prevención y Gestión Integral de Residuos (PEPGIR), para el periodo 2013–2019, únicamente se publicaron cuatro nuevos programas: para las entidades federativas del Estado de México, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas, y se actualizó la información de los PEPGIR para la Ciudad de México, Jalisco, Sinaloa y Tabasco.

Asimismo, se han incorporado nuevas fuentes de información, como las bases de datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y de la Secretaría de Energía (SENER), relacionadas con los residuos provenientes del sector agropecuario, del cual se reporta información de generación y de energía potencial obtenida mediante la correcta gestión de estos residuos.

Con el objetivo de mejorar la organización y la presentación de la información referente a los RME, en este diagnóstico básico se organiza la información a partir de las fracciones indicadas en la LGPGIR y, en su caso, según lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 y sus acuerdos modificatorios.

Para la obtención de información se tomó en consideración, la consulta directa a diferentes entes:

- Asociaciones, cámaras u organizaciones que agrupan a sectores específicos, en virtud de que obtienen información directa de sus agremiados, sea mediante informes anuales o de aportación directa, lo cual permitió acceder a información consolidada por sector. Tales fueron los casos de los residuos de llantas o neumáticos usados, papel y cartón, sector salud, transporte.
- Entidades federativas y otros entes gubernamentales estatales o locales.

Como parte de las fuentes de información oficiales consultadas, se encuentran los PEPGIR, que contienen un diagnóstico con información de residuos de manejo especial, así como los instrumentos COA y LAU.

Es importante mencionar que sólo dos entidades federativas tienen un inventario de residuos de manejo especial RME que pueden ser consultados: el de Guanajuato en el 2015, y la Ciudad de México con varias actualizaciones en su inventario que data del 2006.

Para el caso particular del sector tecnológico, se consultaron reportes entregados a SEMARNAT relativos a los planes de manejo de productos que se mercantilizan y luego se convierten en residuos.



Foto: Tania Ramírez Muñoz.

3.1 Situación actual

A partir de la publicación de la LGPGIR, En el año 2003, a los residuos generados por las actividades productivas y de servicios se les clasificó como Residuos de Manejo Especial (RME), en esa categoría se incluyó además a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados en gran volumen.

A la fecha, esta acción ha provocado situaciones indefinidas técnicamente, como el diferenciar cuándo es un residuo sólido urbano y cuándo este mismo residuo es considerado de manejo especial. También ha propiciado un mercado artificial que ha incrementado costos por servicios de recolección, principalmente por el gran volumen de residuos domésticos, los cuales anteriormente implicaban costos menos onerosos para los generadores.

Por otro lado, existe la práctica común que un residuo que demuestra no ser peligroso, a pesar de haber estado listado como tal en la Norma correspondiente, automáticamente se convierte en residuo de manejo especial, sin embargo: la Ley, el reglamento o la Norma NOM-161-SEMARNAT-2011 (y sus actualizaciones), lo incluyen, como es el caso de los lodos de perforación o de algunos jales mineros.

La regulación en materia de residuos de manejo especial ha mostrado pocos cambios y únicamente las entidades federativas de Estado de México, Ciudad de México y Jalisco han realizado modificaciones en su regulación estatal para modificar algún aspecto relacionado con estos residuos, como se muestra en la Tabla 41.

TABLA 41. RELACIÓN DE NORMAS ESTATALES CON INJERENCIA EN RME Y PUBLICADAS EN EL PERIODO DE 2013-2018

| ENTIDAD | NOMBRE | DESCRIPCIÓN |
|------------------|---|--|
| Estado de México | Norma Técnica Estatal Ambiental NTEAE-001-SEMAGEM-RS-2017 | Que regula las actividades de tratamiento, selección y disposición de residuos provenientes de las afectaciones y la demolición de las construcciones averiadas por los sismos del 7 y 19 de septiembre de 2017, en el Estado de México. |
| Ciudad de México | Norma Ambiental NADF-024-AMBT 2013 | Sobre Separación, Clasificación, Recolección Selectiva y Almacenamiento de los Residuos del Distrito Federal |
| Ciudad de México | PROY-NADF-007-RNAT-2013 | Proyecto de Norma Ambiental para el Distrito Federal que establece la Clasificación y Especificaciones de Manejo para Residuos de la Construcción y Demolición, en el Distrito Federal. |
| Jalisco | Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADET-001/2016: | Criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, valorización y destino de los residuos de la construcción y demolición en el estado de Jalisco. |

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas Secretarías de las Entidades, 2019.

Desde una perspectiva técnica, en la LGPGIR, se define a los residuos de manejo especial, en las fracciones de su artículo 19, pero algunas de estas fracciones son detalladas en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

La información generada de los RME está muy dispersa, incompleta en algunos casos o no actualizada y, en otros, consolidada en cantidades totales. Esta situación no permite obtener el total de residuos de manejo especial y las fracciones que la Ley y la Norma indican. Asimismo, se identificó durante la investigación que los reportes suministrados por diversas oficinas de una misma entidad carecen de homogeneidad, lo cual obliga a realizar estimaciones y cálculos de generación, que en muchos casos están sujetos a discusiones metodológicas y de apreciación.

A pesar de la existencia de trámites como las LAU o las COA, los sectores industrial, comercial y de servicios, a quienes competen estas obligaciones no reportan lo que se enuncia en la legislación aplicable. En muchos casos, esta omisión no permite obtener una información cuantitativa precisa de los RME y, por tanto, la cantidad de residuos de esta índole que manejan los sistemas privados y públicos de recolección. En todos los reportes no se registran los residuos de manejo especial derivados de productos que se ponen en el mercado.

Esta información sólo es posible obtenerla a partir de los planes de manejo o de la información de producción, ventas, importaciones de algunos productos, y en otros casos, de las organizaciones empresariales como cámaras o asociaciones con alta disposición a colaborar como la Cámara de la Industria Hulera, la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel y la Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos, principalmente.

Tras 16 años de publicada la LGPGIR, los planes de manejo de RME enfocados a productos que ya están a la venta

es todavía un tema pendiente, toda vez que los únicos planes existentes son principalmente del sector tecnológico, así como los de papel y cartón, PET, neumáticos usados o de residuos de la construcción.

Algunos de los problemas asociados a los planes de manejo, son:

- No hay una entidad encargada de su seguimiento y control. En la legislación se establece la obligación de las entidades federativas, pero un plan de manejo nacional no puede ser responsabilidad de una entidad federativa. Esta imprevisión obligaría a SEMARNAT a asumir ese rol, pero no cuenta con atribuciones para ello.
- Los planes de manejo regionales son aún más complicados de realizar e implementar, pues requerirían la coordinación de varias entidades federativas.
- Un plan de manejo de una o varias empresas privadas difícilmente tienen una cobertura nacional total.

Esta situación no permite la implementación adecuada de este instrumento. Es por ello que el número de planes de manejo para productos al final de su vida útil no se ha incrementado. Adicionalmente, los actores involucrados son demasiados y, todos ellos, son sujetos obligados.

Por citar un ejemplo, tenemos el caso de la elaboración de un plan de manejo para “Los autos usados al final de la vida útil” que considera, al menos, ocho fabricantes, un gran número de importadores, más de 28 marcas diferentes, 1,600 distribuidores, 32 entidades federativas y una gran cantidad de empresas dedicadas a las autopartes. Fundamentalmente, las preguntas identificadas, son: ¿A quién le toca la responsabilidad de hacer y dar seguimiento al plan de manejo? De qué tipo es ¿Nacional o regional? ¿Individual o colectivo?



Foto: Freepik Image Bank.

Todos ellos son responsables de tener o ser parte de un plan de manejo.

Sin embargo, el resultado es la parálisis en la aplicación del instrumento, ya que hay muchos y diversos actores, todos ellos responsables de al menos de una parte de la cadena de valor, y no hay una autoridad con capacidad y responsabilidad para organizarlos, controlarlos y darles seguimiento.

En términos de legislación, los poderes legislativo y ejecutivo han realizado cambios sin considerar técnicamente las implicaciones en su aplicación. Un caso emblemático, es el de las pilas y baterías, las cuales sólo fueron una política temporal, sin efectos reales en la calidad ambiental del país. En la actualidad hay pocos esfuerzos para su recolección y, por lo tanto, se reporta en pocas ocasiones.

De manera similar, el contenido de la NOM-161-SEMARNAT-2011 tipifica y detalla, para cada fracción del Artículo 19 de la Ley, los residuos que se deben considerar de manejo especial, pero un análisis detallado del contenido de esta Norma revela que hay residuos que son repetitivos en cada fracción, entre otros, papel y cartón, envases metálicos o no metálicos, embalaje, neumáticos usados, PET. Sin embargo, la regulación se enfoca en la fuente de generación y no en el residuo, lo que significa que siempre habrá generadores que no es-

tán considerados y que generan estos residuos en sus actividades.

Por lo anterior, se sugiere considerar a estos residuos como corrientes específicas. Lo que significa que tendrían que ser sujetos a una regulación específica que, independientemente del generador, las actividades de separación o manejo y valorización, la obligación sería de todos. Esto facilitaría la estructuración de sistemas locales que se encarguen de estos residuos.

Es decir, si el interés es el PET, el cartón o el papel, entre otros subproductos, no importa si los residuos provienen de la industria de transporte, centros comerciales o del sector salud, sino que el propio material debería ser el objetivo principal del desarrollo de una política pública, no propiamente el sector que lo genera, toda vez que los generadores –en su totalidad– serían responsables de la selección y de la entrega de estos residuos de manera separada o asociada a la cadena de valor, es decir, implementar actividades coordinadas de manera nacional por la SEMARNAT, en conjunto con las entidades federativas.

Desde la perspectiva de la información y de sus fuentes, se observan las siguientes deficiencias:

- El 94% de las entidades federativas carecen de un

registro de inventario de RME. Entre el 6% restante se encuentran los estados de Guanajuato y Ciudad de México.

- El 19% de las entidades federativas cuentan con trámites para la Licencia Ambiental Única (LAU) o para la Licencia Ambiental de Funcionamiento (LAF).
- El 72% de los estados cuentan con secciones asociadas al registro de los RME en sus trámites de Cédulas de Operación Anual (COA).
- Como parte de la situación actual es importante identificar las fuentes de información oficiales

como los PEPGIR y los Inventarios de Residuos que existen en el país.

La importancia de estos instrumentos tienen su fundamento en el reporte de la cantidad de residuos de manejo especial que son considerados por las autoridades locales y que en principio deben ser acordes a la regulación existente, de tal forma que se debiera reportar la misma información; sin embargo, derivado de su revisión detallada se observa que, en el caso de los PEPGIR, no contienen los mismos criterios para el reporte de estos residuos, lo cual complica la concentración de información y, por tanto, su interpretación (Tabla 42).

TABLA 42. EJEMPLO DE COMO LAS ENTIDADES FEDERATIVAS REPORTAN SUS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL EN SUS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA

| ENTIDAD | CRITERIOS DE REPORTE |
|------------------|--|
| Ciudad de México | Datos declarados por LAU y reportados en los planes de manejo. Así como de programas especiales como el Reciclatron, aceite vegetal culinario usado, neumáticos usados, residuos de instituciones médico-asistenciales, mercado de trueque y pilas usadas. |
| Guanajuato | Datos reportados a partir de su inventario de residuos publicado en el 2015 |
| Jalisco | Datos de Planes de Manejo o estimados a partir de estudios para cada sector productivo registrado. |
| Puebla | Se reportan sectores económicos como agrícolas y ganaderos, lodos de PTAR, construcción, tecnológicos, grandes generadores |
| San Luis Potosí | Sectores económicos como mercados públicos, plazas comerciales, tiendas departamentales y lodos de PTARS. |
| Sinaloa | Análisis por medio de las unidades económicas y el uso de coeficientes de generación. |
| Tabasco | Datos del sector pecuario, llantas usadas y de desecho, así como, residuos de construcción y demolición. |
| Zacatecas | Se reportan datos de sectores económicos, como servicios de alojamiento temporal, comercio al por mayor, minería, información en medios masivos. Servicios profesionales, científicos y técnicos, servicios inmobiliarios, de esparcimiento, entre otros. |

3.2 Corrientes de Residuos de Manejo Especial

Para cada una de las fracciones se han incluido las especificaciones indicadas en la NOM-161-SEMARNAT-2011 y en los acuerdos modificatorios.

3.2.1 RESIDUOS DE SERVICIOS DE SALUD

Los residuos provenientes de actividades de salud indicados en la fracción II del artículo 19 de la LGPGIR se complementan por la especificidad establecida en la NOM-161-SEMARNAT-2011. Sólo se debe considerar RME a los siguientes: papel y cartón, ropa clínica, ropa de cama, colchones, plásticos, madera y vidrio.

Los valores obtenidos por consulta directa al sector salud dieron como resultado únicamente los referidos a papel y cartón. Del resto de los residuos indicados por la Norma mencionada no se obtuvieron datos. Por lo anterior se llevó a cabo una estimación de los residuos correspondientes a la ropa clínica, ropa de cama y a colchones, prin-

cialmente, calculada a partir de las camas censables (la cama en servicio instalada en el área de hospitalización), sin considerar a las camas no censables (la cama que se destina a la atención transitoria o provisional).

Cabe destacar que la cama censable debe contar con los recursos indispensables de espacio, así como los recursos materiales y de personal para la atención médica del paciente. El servicio de admisión se la asigna al paciente en el momento de ingreso al hospital para ser sometido a observación, diagnóstico, cuidado o tratamiento.

Se incluye información de la Secretaría de Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social-Oportunidades, Universitarios, Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, Petróleos Mexicanos, Secretaría de la Defensa Nacional, Secretaría de Marina, Sistema de Transporte Colectivo Metro y estatales.



Foto: Freepik Image Bank.

A pesar de lo anterior, la identificación de las camas censables en México no es clara, y las fuentes de información son pocas. Las fuentes de información en el Sector Salud incluyen indicadores aplicados por el CONEVAL 2008–2010 y reportados por el Observatorio de Desempeño Hospitalario en el año 2011 (Tabla 43).

Para el año 2015 se utilizó el reporte de Mejores Hospitales de la Secretaría de Salud Federal y de los Servicios Estatales de Salud MH2015, documento que mostró una clasificación diferente a la correspondiente en años anteriores, luego constituida de la siguiente forma:

- Comunitarios
- Generales
- Especializados

Según la cantidad de camas, los generales constaban de tres subcategorías:

- < 60 camas
- De 60 a 119 camas
- ≥ 120 camas

Mediante esta clasificación se desconoce la cantidad exacta de camas por unidad hospitalaria, lo cual, al perderse la unidad fundamental de medición, no permite estimar la cantidad de residuos generados.

Con base en ello, la estimación de residuos generados se realizó solamente para el año 2010, por contar con información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y del Observatorio de Desempeño Hospitalario (ODH). Como unidad de medición se utilizaron la cama censable y los factores de la Tabla 44.

En el cálculo no se consideró la colcha, debido a que no se encontró información acerca del peso, ni de la frecuencia de reposición. Por cada cama se tomaron en cuenta seis unidades de cambio: cubrecama, sábana, entremetido, cubre-almohada, toalla, camión, de lo cual se generaron los valores siguientes, Tabla 43 y 44.

TABLA 43. INFORMACIÓN DEL SECTOR SALUD (2008–2010)

| CONCEPTO | 2008 | 2010 |
|--|-------|-------|
| Camas censables/1000 afiliados al Seguro Popular ¹ | 1.720 | 1.082 |
| Camas no censables/1000 afiliados al Seguro Popular ¹ | 1.292 | 0.782 |
| Médicos/1000 afiliados al Seguro Popular ¹ | 3.894 | 2.500 |
| Enfermeras/1000 afiliados al Seguro Popular ¹ | 4.744 | 3.124 |
| Camas censables/1000 habitantes (SS, IMSS, ISSSTE) ² | SD | 0.700 |
| Médicos/1000 habitantes ² | | 1.100 |
| Enfermeras/- 1000 habitantes | | 1.500 |

SD: sin datos

Notas:

1. Datos de CONEVAL, construido con datos del SINAI y de la ENIGH 2008-2010.

2. Datos del Observatorio de Desempeño Hospitalario, 2011 (ODH11).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Observatorio de Desempeño Hospitalario, 2011.

TABLA 44. RESIDUOS ESTIMADOS Y REPORTADOS DEL SECTOR SALUD, EN TONELADAS ANUALES

| AÑO | CANTIDAD DE CAMAS CENSABLES | PIEZAS TEXTILES COMO RESIDUOS | TEXTILES (T) ¹ | FUENTE |
|---|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 2010 | 74,064 | 657,244 | 972.06 | ODH11 |
| 2013 | 80,480 | 482,880 | 714.18 | Línea base PNI 2014–2018 |
| 2018 | 88,528 ² | 531,168 | 785.59 | Meta del PNI 2014–2018 |
| OTROS RESIDUOS REPORTADOS POR EL SECTOR SALUD | | | | |
| AÑO | TIPO DE RESIDUO | CANTIDAD (t) | FRECUENCIA | PERIODO |
| 2019 | Papel y cartón | 93.5 | Anual | 2012–2018 |

Fuente: Elaboración propia, con las consideraciones, fuentes y notas siguientes:

· Para la duración de la lencería hospitalaria (conjunto de ropa de uso doméstico como: sábanas, toallas, manteles, etc.) se tomó del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social del Gobierno de España, del sitio web: http://www.ingesa.mscbs.gob.es/estadEstudios/documPublica/internet/pdf/Capt3_ropa_lavanderia.pdf

· La información de tamaño, peso y especificaciones técnicas de la lencería fue tomada del Hospital Ramón y Cajal, España, de la liga electrónica: <http://www.hrc.es/pdf/info/contratos/2008000001tecnicas.pdf>

Notas

1. Se calculó por cama considerando un peso total de 1.479 kg/cama de lencería, sin considerar la colcha, ni la ropa de médicos y enfermeras. La reposición es estimada en 17 meses (20%), con un promedio de lavadas teóricas de 150.

2. Meta establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018.

3.2.2 RESIDUOS DE ACTIVIDADES PESQUERAS, AGRÍCOLAS, SILVÍCOLAS, FORESTALES, AVÍCOLAS, GANADERAS, INCLUYENDO SUS INSUMOS

Respecto a los residuos de origen agrícola, silvícola, forestal, avícola, ganadero y pesquero (fracción III del Artículo 9 de la LGPGIR), en la Norma se asienta que únicamente los residuos de las actividades intensivas están sujetos a presentación de plan de manejo; no así las actividades extensivas. En esta condición, los agroplásticos y los residuos orgánicos son los que se deben considerar RME.

La información incluida en este apartado proviene de un trabajo realizado por la Secretaría de Energía en

colaboración con la Comisión Federal de Electricidad, cuya finalidad fue ubicar y estimar la cantidad de biomasa útil para fines energéticos, publicada en un documento (instrumento) denominado Atlas Nacional de Biomasa (ANBIO). En este documento se distingue a la biomasa de la biomasa residual, para esta última se clasifica en cuatro grupos:

- a. agrícola y forestal;
- b. pecuaria;
- c. urbana;
- d. industrial.

Se estimaron los volúmenes de biomasa de las 32 entidades federativas en algunas actividades productivas.

La estimación conjunta biomasa-biomasa residual considerada en el ANBIO fue de aproximadamente 278 millones de toneladas de residuos, de los cuales el 58% del potencial proviene de bosques y el 27% consiste en residuos agrícolas y forestales (Figura 35).

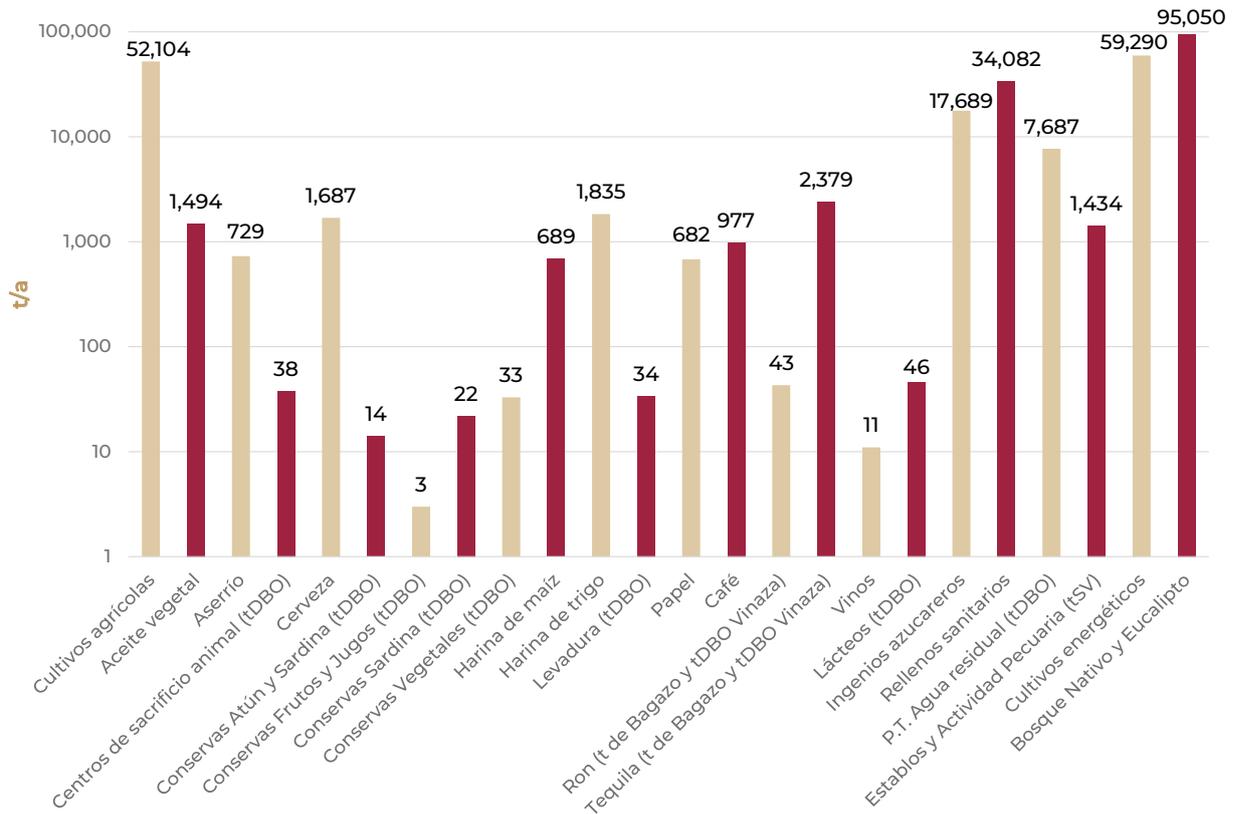
BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA

De acuerdo con los datos mostrados en el ANBIO (elaborado en el año 2014, con datos representativos de los años

2011 y 2012), el total de la generación de biomasa residual agrícola en 2012 fue de 52.102 millones de toneladas en base seca, durante tiempo de cosecha. De estos, la generación de biomasa agrícola de los 20 cultivos temporales fue de 47.063 millones de toneladas. La correspondiente a los 21 cultivos perennes fue de 5.039 millones de toneladas (Figura 36).

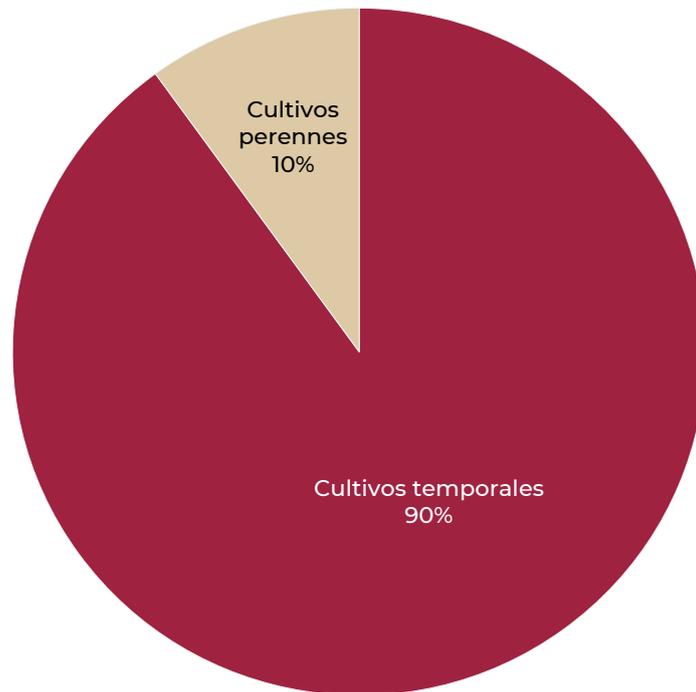
En la Tabla 45 se incluyen los datos relativos a la generación, por estados, de esta biomasa.

FIGURA 35. BIOMASA RESIDUAL POR SECTORES PRODUCTIVOS, EN TONELADAS EN EL 2012



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

FIGURA 36. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA, POR TIPO DE CULTIVO, PARA EL 2012



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.



Foto: Freepik Image Bank.

TABLA 45. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA, POR TIPO DE CULTIVO Y POR ESTADO PARA EL 2012

| ESTADO | CULTIVOS (t/a) | | GENERACIÓN TOTAL (t/a) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| | PERENNES ²⁰ | TEMPORALES ²¹ | |
| Aguascalientes | 9,034.45 | 81,887.40 | 90,921.85 |
| Baja California | 2,789.45 | 850,179.04 | 852,968.49 |
| Baja California Sur | 3,310.08 | 101,423.57 | 104,733.65 |
| Campeche | 57,743.30 | 511,307.79 | 569,051.09 |
| Chiapas | 595,889.97 | 2,008,360.62 | 2,604,250.59 |
| Chihuahua | 16,574.01 | 2,322,840.77 | 2,339,414.78 |
| Ciudad de México | 8,139.42 | 8,090.13 | 16,229.55 |
| Coahuila | 3,212.83 | 166,772.72 | 169,985.55 |
| Colima | 129,376.88 | 51,459.93 | 180,836.81 |
| Durango | 5,575.81 | 490,578.49 | 496,154.30 |
| Guanajuato | 2,586.42 | 4,702,616.53 | 4,705,202.95 |
| Guerrero | 44,937.48 | 1,806,471.82 | 1,851,409.30 |
| Hidalgo | 25,841.87 | 1,290,772.78 | 1,316,614.65 |
| Jalisco | 473,899.18 | 4,704,587.30 | 5,178,486.48 |
| Estado de México | 10,649.37 | 2,221,015.34 | 2,231,664.71 |
| Michoacán | 238,280.26 | 3,521,636.26 | 3,759,916.52 |
| Morelos | 133,519.52 | 357,873.28 | 491,392.80 |
| Nayarit | 174,342.85 | 853,630.67 | 1,027,973.52 |
| Nuevo León | 21,916.83 | 232,094.55 | 254,011.38 |
| Oaxaca | 339,235.29 | 1,119,460.15 | 1,403,812.44 |
| Puebla | 160,948.79 | 1,638,462.52 | 1,799,411.31 |
| Querétaro | 620.45 | 439,752.33 | 440,372.78 |
| Quintana Roo | 111,206.60 | 85,429.43 | 196,636.03 |
| San Luis Potosí | 188,255.24 | 361,162.63 | 549,417.87 |
| Sinaloa | 131,021.15 | 6,007,879.28 | 6,138,900.43 |
| Sonora | 34,849.98 | 2,897,936.48 | 2,932,786.46 |
| Tabasco | 209,142.35 | 28,5446.90 | 494,589.25 |
| Tamaulipas | 276,482.00 | 4,408,490.29 | 4,684,972.29 |
| Tlaxcala | 2,927.91 | 777,735.72 | 780,663.63 |
| Veracruz | 1,584,485.63 | 1,782,958.45 | 3,267,444.08 |
| Yucatán | 26,933.36 | 154,236.34 | 181,169.70 |
| Zacatecas | 15,271.57 | 820,822.29 | 836,093.86 |
| Total | 5,039,000.30 | 47,063,371.80 | 52,102,372.10 |

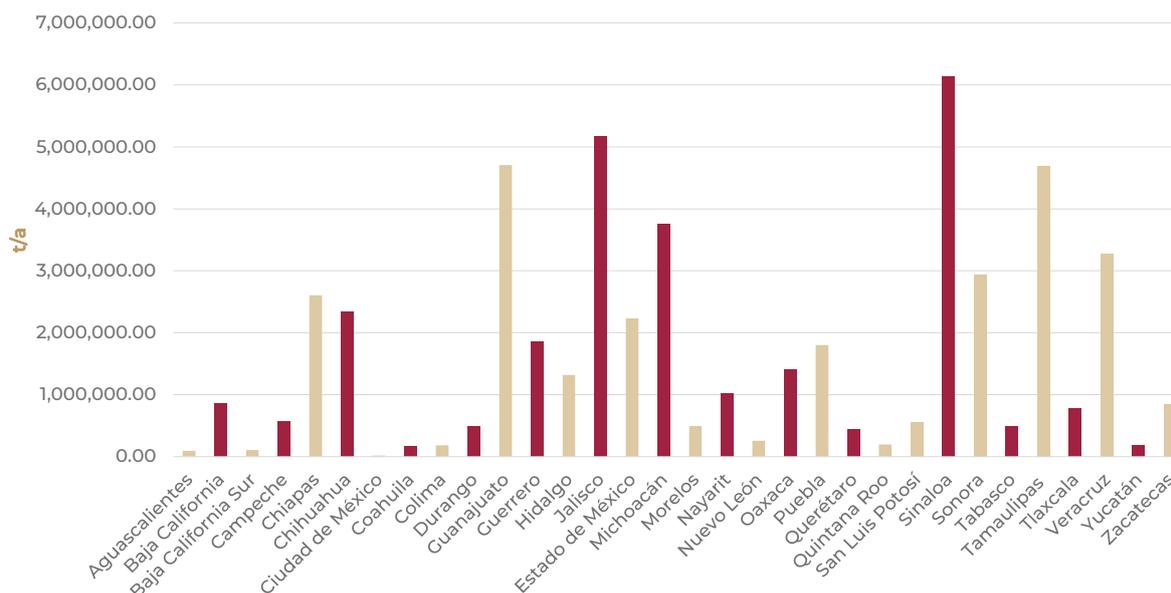
Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

20 La clasificación de cultivos perennes incluye agave, aguacate, café, cereza, caña de azúcar, coco, guayaba, limón, maguey pulquero, mandarina, mango, manzana, naranja, nopales, palma africana, papaya, piña, plátano, tangerina, toronja, tuna y uva.

21 Los cultivos temporales son: algodón hueso, brócoli, calabacita, cebada en grano, cebolla, chile verde, elote, fresa, frijol, garbanzo grano, maíz grano, melón, papa, pepino, sandía y zanahoria.

En la Figura 37 se ilustra la proporción que cada estado aporta en la generación de residuos agrícolas a la generación nacional de residuos de este sector.

FIGURA 37. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA, POR ESTADO PARA EL 2012



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

BIOMASA RESIDUAL FORESTAL DE ASERRADEROS

El total de la biomasa residual forestal proveniente de aserraderos durante el año 2012 fue de 728,846 toneladas.

En la Tabla 46 se aportan los datos de la biomasa residual generada por tipo de fuente generadora (clase taxonómica de árbol).

TABLA 46. GENERACIÓN POR TIPO DE FUENTE GENERADORA PARA EL 2012

| TIPO | BIOMASA RESIDUAL (t/a) |
|--------------|------------------------|
| Tropicales | 60,282 |
| Coníferas | 552,357 |
| Hojosas | 116,207 |
| Total | 728,846 |

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

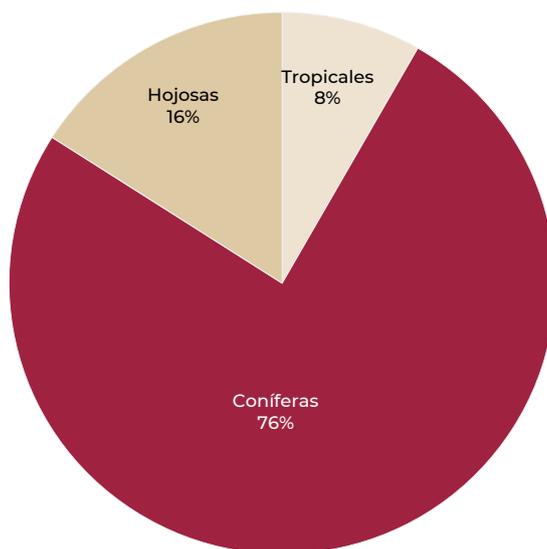
En la Figura 38 se muestra el tonelaje total representativo de cada tipo arbóreo de fuente generadora.

La Tabla 47 es una lista de la cantidad de toneladas de residuos gene-

rados anualmente en aserraderos en cada estado.

En la Figura 39 se ilustra la participación de cada estado en la generación de residuos forestales.

FIGURA 38. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL FORESTAL, POR TIPO DE FUENTE (2012)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

TABLA 47. GENERACIÓN ANUAL DE BIOMASA RESIDUAL FORESTAL, POR ESTADO (2012)

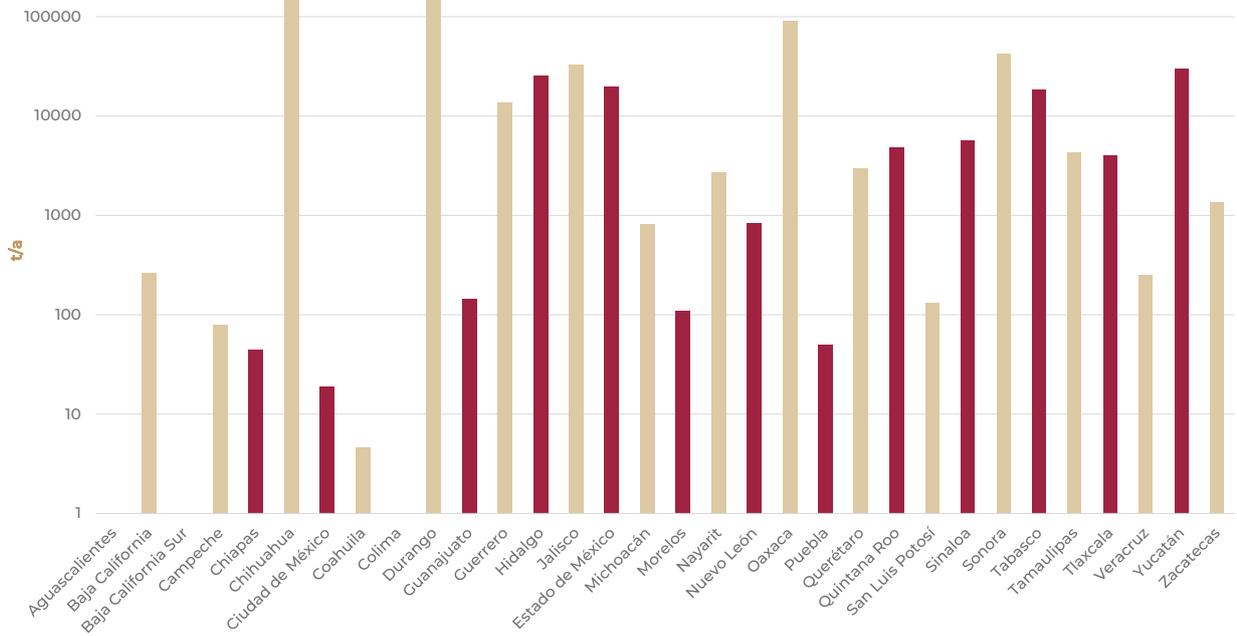
| ESTADO | GENERACIÓN (t/a) | ESTADO | GENERACIÓN (t/a) |
|---------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Aguascalientes | SD | Morelos | 108.81 |
| Baja California | 264.16 | Nayarit | 2,725.37 |
| Baja California Sur | SD | Nuevo León | 833.34 |
| Campeche | 79.53 | Oaxaca | 90,049.19 |
| Chiapas | 44.85 | Puebla | 49.91 |
| Chihuahua | 185,135.53 | Querétaro | 2,970.06 |
| Ciudad de México | 18.83 | Quintana Roo | 4,900.66 |
| Coahuila | 4.67 | San Luis Potosí | 131.37 |
| Colima | SD | Sinaloa | 5,691.25 |
| Durango | 242,090.10 | Sonora | 42,503.41 |
| Guanajuato | 144.65 | Tabasco | 18,492.27 |
| Guerrero | 13,754.57 | Tamaulipas | 4,336.00 |
| Hidalgo | 25,493.40 | Tlaxcala | 4,041.96 |
| Jalisco | 32,766.89 | Veracruz | 252.76 |
| Estado de México | 19,631.07 | Yucatán | 30,141.04 |
| Michoacán | 816.22 | Zacatecas | 1,353.28 |

t/a: toneladas por año.

SD: sin dato.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

FIGURA 39. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL FORESTAL, POR ESTADO (2012)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.



Foto: Freepik Image Bank.

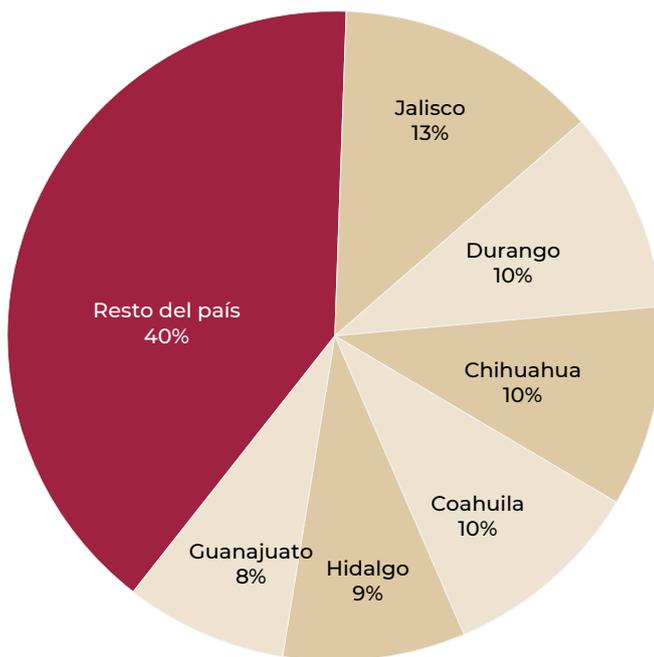
BIOMASA RESIDUAL GANADERA
ESTIÉRCOL BOVINO

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) referente a 2011, a nivel nacional se consideró solamente la información de unidades productivas sistema Bovino-Leche de producción especializadas y semiespecializada, por la calidad y consistencia de su información, reportándose una población de 2.38 millones de cabezas de bovino. De estas,

el 60% del ganado bovino se ubicaba en seis entidades federativas: Jalisco, Durango, Chihuahua, Coahuila, Hidalgo y Guanajuato. Cabe señalar que la información de la cría de ganado bovino doble propósito (carne y leche, familiar y de traspatio) no se consideró por la calidad e inconsistencia de la información reportada.

En términos de biomasa residual, el año 2011 se generaron 7.578 millones de toneladas.

FIGURA 40. POBLACIÓN DE GANADO BOVINO (2011)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.



Foto: Freepik Image Bank.

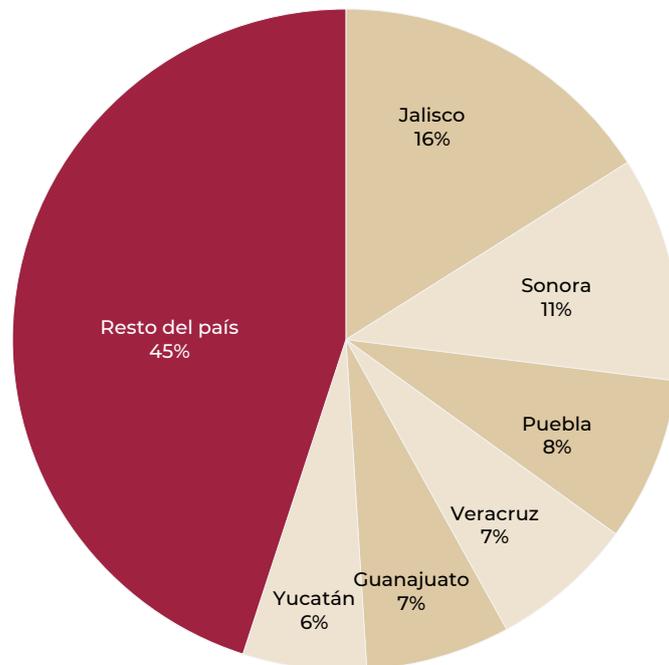
ESTIÉRCOL PORCINO

De acuerdo con el SIAP, en 2011 la población porcina era de 15.54 millones de cabezas a nivel nacional, de las cuales el 56% estaba distribuida en seis entidades federativas: Jalisco,

Sonora, Puebla, Veracruz, Guanajuato y Yucatán.

En términos de biomasa residual, en el año se generaron 9.198 millones de toneladas.

FIGURA 41. POBLACIÓN PORCINA (2011)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

ESTIÉRCOL AVÍCOLA

Para el 2011 el SIAP reportó una población de 324 millones de aves exclusivamente para la producción de carne. Los estados de contribución destacados en esta actividad son Veracruz, Jalisco, Aguascalientes, Durango y Querétaro. En ocho entidades se concentra el 64% de todo el inventario nacional, con un total de 185.4 millones de aves para producción de huevo, destacan los estados de Jalisco, Puebla, Nuevo León, Durango, Guanajuato y Yucatán.

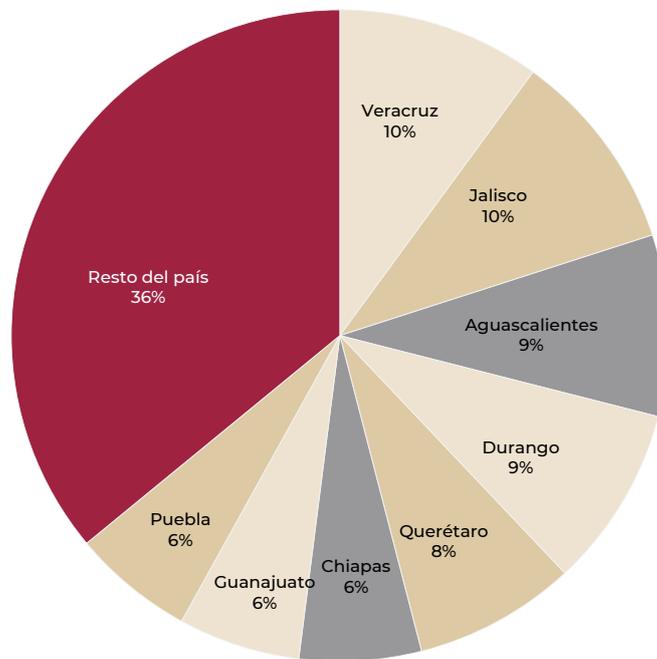
Se contabilizaron 185.4 millones de aves para producción de huevo en el entorno nacional. Las principales entidades generadoras de esta especie son Jalisco, Puebla, Nuevo León, Durango, Guanajuato y Yucatán.

En términos de biomasa residual (gallinaza/pollinaza) y considerando la información contenida en el ANBIO, se estima una generación de 18,007 millones de toneladas de residuos provenientes de la producción de huevo y carne avícola, susceptible de transformación biológica para producción de biogás.

La biomasa proveniente de residuos del sector ganadero se muestra en la Tabla 48 e incluye la generación, por estado, de estiércol bovino, estiércol porcino, gallinaza y pollinaza del año 2011.

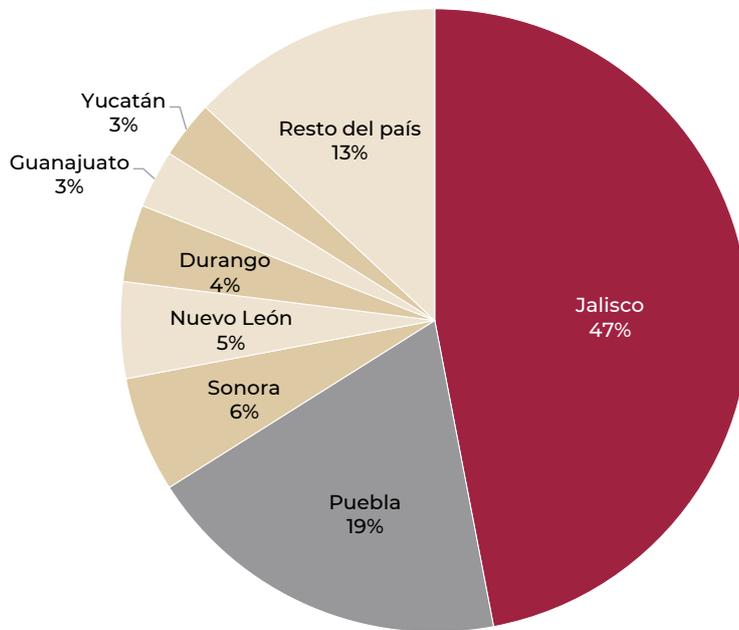
En la Figura 44 se presentan gráficamente los datos de generación de biomasa residual ganadera por estado para el 2011.

FIGURA 42. POBLACIÓN AVÍCOLA (2011)



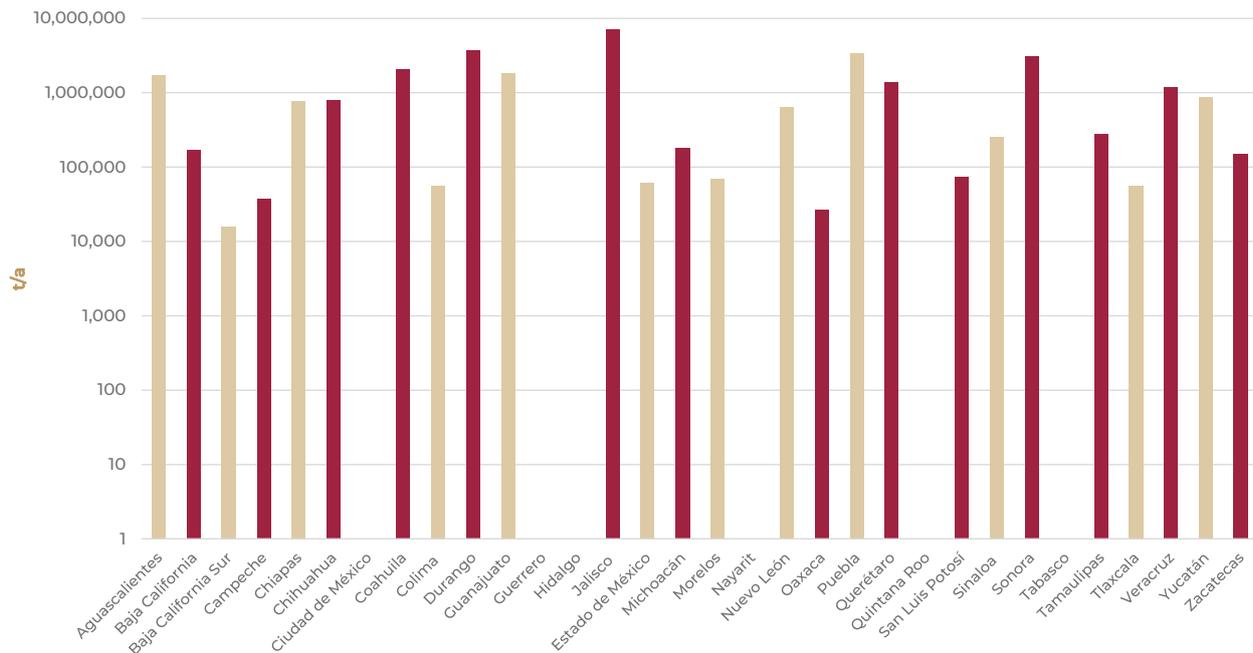
Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

FIGURA 43. PRODUCCIÓN DE HUEVO (2011)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO.

FIGURA 44. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL GANADERA, POR ESTADO (2011)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBIO, 2014

TABLA 48. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL GANADERA, POR ESTADO PARA EL 2011

| ESTADO | TIPO DE BIOMASA | | | TOTAL POR ESTADO (t/a) |
|---------------------|-----------------|-----------|-----------------------------|------------------------|
| | ESTIÉRCOL (t/a) | | GALLINAZA - POLLINAZA (t/a) | |
| | BOVINO | PORCINO | | |
| Aguascalientes | 589,969 | 79,620 | 1,030,840 | 1,700,429 |
| Baja California | 150,075 | 19,995 | -- | 170,071 |
| Baja California Sur | 10,750 | 5,000 | -- | 15,750 |
| Campeche | -- | 36,956 | -- | 36,956 |
| Chiapas | -- | 84,187 | 687,226 | 771,413 |
| Chihuahua | 770,729 | 20,378 | -- | 791,108 |
| Ciudad de México | -- | -- | -- | -- |
| Coahuila | 2,022,983 | 21,533 | -- | 2,044,516 |
| Colima | -- | 56,074 | -- | 56,074 |
| Durango | 2,467,370 | -- | 1,293,004 | 3,760,374 |
| Guanajuato | 466,910 | 445,862 | 883,849 | 1,796,621 |
| Guerrero | -- | -- | -- | -- |
| Hidalgo | -- | -- | -- | -- |
| Jalisco | 583,652 | 2,223,919 | 4,225,806 | 7,033,377 |
| Estado de México | 9,293 | 51,380 | -- | 60,674 |
| Michoacán | -- | 182,696 | -- | 182,696 |
| Morelos | -- | 68,955 | -- | 68,955 |
| Nayarit | -- | -- | -- | -- |
| Nuevo León | 20,283 | 283,537 | 327,705 | 631,525 |
| Oaxaca | -- | 26,920 | -- | 26,920 |
| Puebla | 34,164 | 1,389,574 | 1,932,506 | 3,356,244 |
| Querétaro | 222,048 | 233,439 | 916,302 | 1,371,789 |
| Quintana Roo | -- | -- | -- | -- |
| San Luis Potosí | 43,003 | 30,961 | -- | 73,964 |
| Sinaloa | 21,334 | 230,066 | -- | 251,401 |
| Sonora | -- | 2,673,530 | 393,246 | 3,066,766 |
| Tabasco | -- | -- | -- | -- |
| Tamaulipas | -- | 281,278 | -- | 281,278 |
| Tlaxcala | 50,720 | 4,806 | -- | 55,526 |

Continúa en la página 105.

VIENE DE LA PÁGINA 104

| ESTADO | TIPO DE BIOMASA | | | TOTAL POR ESTADO (t/a) |
|----------------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|
| | ESTIÉRCOL (T/A) | | GALLINAZA – POLLINAZA (t/a) | |
| | BOVINO | PORCINO | | |
| Veracruz | -- | 40,561 | 1,145,377 | 1,185,938 |
| Yucatán | -- | 671,950 | 196,623 | 868,573 |
| Zacatecas | 115,393 | 35,799 | -- | 151,192 |
| Resto del País | -- | -- | 4,975,392 | 4,975,392 |
| Total | 7,578,676 | 9,198,976 | 18,007,876 | 34,785,528 |

--: No aplicable o No disponible

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida del ANBio y transformada de sólidos volátiles a toneladas.

Nota: La fórmula utilizada para la transformación de sólidos volátiles a toneladas es la siguiente:

$$t = (t \text{ ODM}) / (\%DM * \%OM)$$

Donde:

t: toneladas de biomasa residual

t ODM: toneladas de fracción orgánica seca

%DM: porcentaje de materia seca

%OM: fracción orgánica de la materia seca

Para llevar a cabo los cálculos se usaron los siguientes factores obtenidos de

https://www.researchgate.net/publication/304704142_emina_life :

| Tipo de Biomasa | % de materia seca (DM) | % fracción orgánica de la materia seca (OM) |
|-----------------|------------------------|---|
| Bovino | 11% | 75% |
| Porcino | 8% | 75% |
| Avícola | 15% | 75% |



Foto: IBTech®.

BIOMASA RESIDUAL PESQUERA

A pesar de lo establecido en la Norma NOM-161-SEMARNAT-2011, a continuación se presenta una estimación de los residuos pesqueros generados en el año 2016.

En el Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013-2016, publicado por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), se incluyen los valores totales de pesos desembarcados. Se muestran en la Figura 45.

En este diagnóstico se analizan a detalle los valores relativos al año 2016. El monto del peso desembarcado de la captura fue de 1.634 millones de toneladas de las especies siguientes: abulón, algas, almeja, anchoveta, atún, bagre, bandera, baqueta, barrilete, berrugata, besugo, bonito, cabrilla, calamar, camarón, caracol, carpa, cazón, charal, cintilla, corvina, erizo, esmedregal, fauna de acompañamiento, guachinango, jaiba, jurel, langosta, langostino, lebrancha, lenguado, lisa,

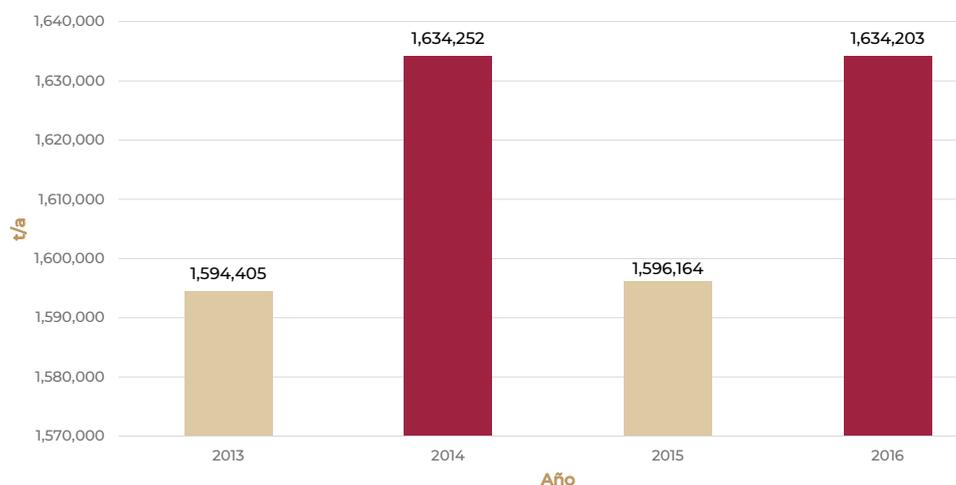
lobina, macarela, mero, mojarra, ostión, pámpano, pargo, peces de ornato, pepino de mar, peto, pierna, pulpo, raya y similares, robalo, ronco, rubia y villajaiba, rubio, sardina, sargazo, sierra, tiburón, trucha y otras.

De acuerdo con el estudio publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) titulado “El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2018”, se estima que la pérdida o merma entre el desembarque y el consumo representa 27% del pescado desembarcado.

Por ello, a nivel nacional, referente al año 2016, se estima que la generación de residuos pesqueros haya sido de 441,235 toneladas, de las cuales el 76% proviene de la captura. El 24% restante tuvo origen en actividades de acuicultura (Figura 46).

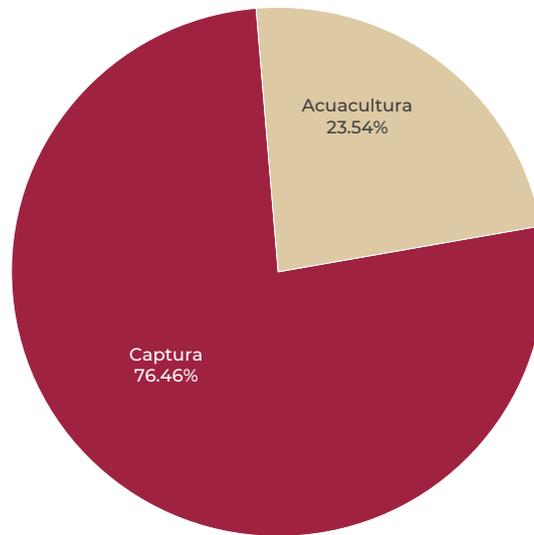
Por su parte, la Figura 47 da cuenta de la generación de residuos pesqueros, originados por estados.

FIGURA 45. PRODUCCIÓN TOTALES ANUALES DE PESCA DESEMBARCADA PARA EL PERIODO 2013-2016



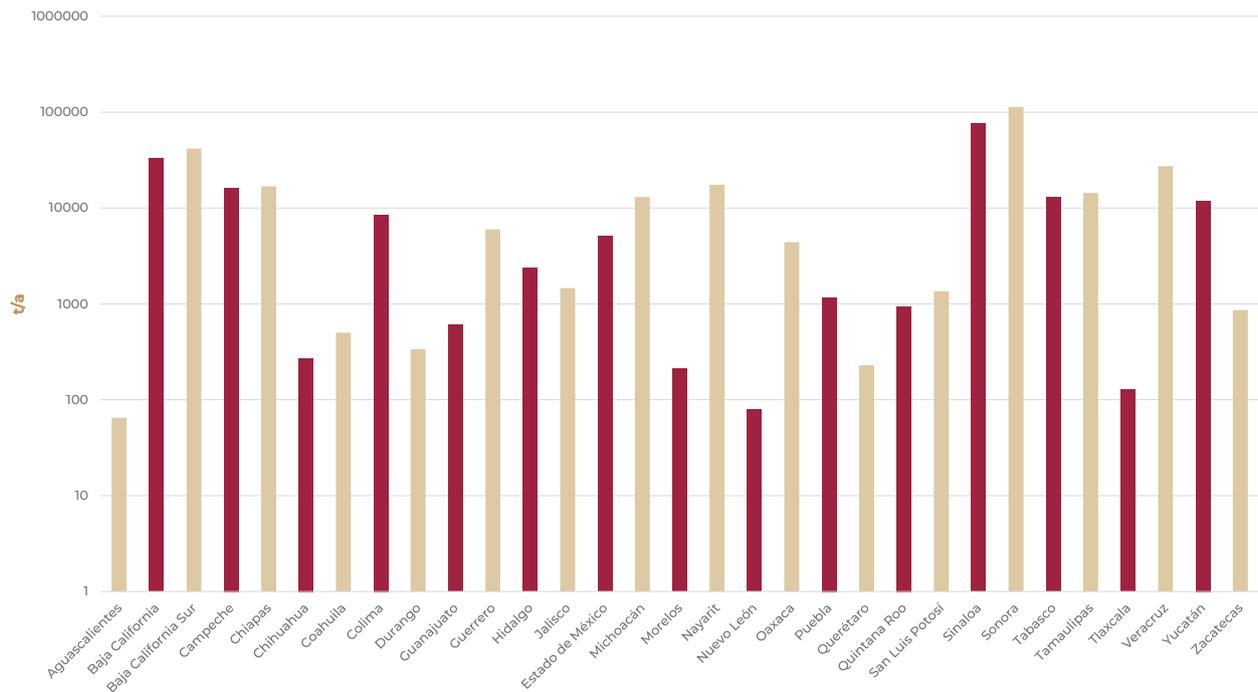
Fuente: Elaboración propia de acuerdo con la información obtenida de los Anuarios Estadísticos de Acuicultura y Pesca.

FIGURA 46. ORIGEN DE LOS RESIDUOS PESQUEROS EN EL AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información del estudio El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2018, publicado por la FAO-2018.

FIGURA 47. RESIDUOS DE LA PESCA Y DE LA ACUICULTURA, POR ESTADO (2016)



Fuente: Elaboración propia con información del estudio El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2018, publicado por la FAO-2018.

3.2.3 RESIDUOS DE TRANSPORTE

En la NOM-161-SEMARNAT-2011, para la fracción IV del Artículo 19 de la LGPGIR, como Residuos de Manejo Especial (RME) se especifican los siguientes, envases: metal, vidrio, tereftalato de polietileno (PET), polietileno expandido (unicel), envases y embalajes de papel y cartón, bolsas de polietileno, tarimas de madera y neumáticos de desecho.

ADMINISTRACIONES PORTUARIAS INTEGRALES

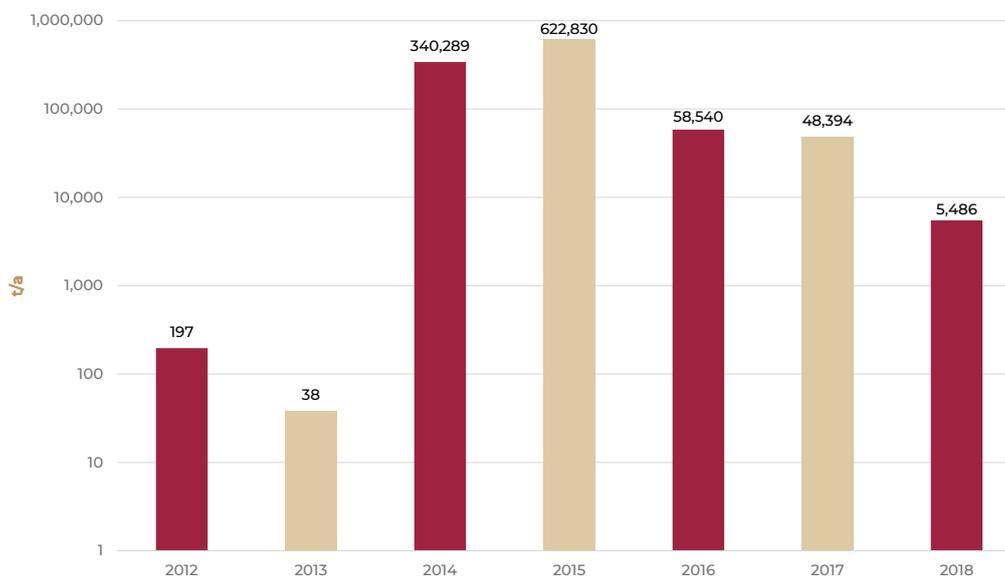
La información se obtuvo mediante cuestionarios enviados a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y de la información de 15 Administraciones Portuarias Integrales (API), quienes proporcionaron información de la generación y del manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Con relación a los RME, en estas instalaciones se reportan, entre otros residuos, los indicados en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

Además se consideran residuos de construcción y materiales de desmonte o limo arcilloso, generados temporalmente, los cuales, de manera importante, elevan las cantidades de los valores de los años 2014 a 2017.

Adicionalmente se generan residuos de manera constante, como son: cartuchos de tóner, pilas que se supone que son alcalinas, chatarra electrónica y, en algunos casos, eléctrica. Ocasionalmente se generan residuos como lodos de plantas de tratamiento de aguas y otros residuos, como medicinas caducas, residuos orgánicos y material de curación.

De manera consolidada, en la Figura 48 se incluyen los valores de residuos de manejo especial informados por 15 API (Administraciones Portuarias Integrales), correspondientes a los años 2012 a 2018. Únicamente Puerto Vallarta reportó información de residuos provenientes de crucesos turísticos.

FIGURA 48. RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL REPORTADOS POR 15 APIS (2012-2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada mediante los cuestionarios llenados por las diferentes APIs del país.

RESIDUOS DE AEROPUERTOS INTERNACIONALES Y NACIONALES

La información se calculó mediante estimaciones de los índices de generación de residuos por persona (kg/persona) y de generación de residuos generados por las operaciones²² realizadas en los aeropuertos, expresados en kg/operación. Todos los valores fueron convertidos a toneladas.

En la Tabla 49 se muestran únicamente los valores totales obtenidos mediante la aplicación de los índices mencionados, expresados en toneladas.

3.2.4 LODOS PROVENIENTES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para la fracción V, en la Norma se especifica que únicamente los lo-

dos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales de las que surjan más de 100 toneladas al año son considerados RME.

La fuente de información de este apartado proviene de un estudio gestionado por la Secretaría de Energía en el año 2016, realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), luego integrado al Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE). El estudio se realizó en 104 plantas de tratamiento de aguas residuales con caudales de diseño superiores a 200 litros por segundo (*ℓ/s*).

En la Figura 49 se representa cómo está distribuida la generación de residuos de este sector en los estados de la República Mexicana.

TABLA 49. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN AEROPUERTOS NACIONALES E INTERNACIONALES. PERIODO 2012-2018

| AÑO | NO. DE PASAJEROS | RESIDUOS GENERADOS (t) ⁽¹⁾ | NO. DE OPERACIONES | RESIDUOS GENERADOS (t) ⁽²⁾ | RESIDUOS TOTALES GENERADOS (t) |
|------|------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 2012 | 86,369,804 | 50,613 | 2,418,648 | 99,987 | 150,600 |
| 2013 | 93,140,617 | 54,580 | 2,409,213 | 99,597 | 154,177 |
| 2014 | 100,931,763 | 59,146 | 2,533,012 | 104,715 | 163,861 |
| 2015 | 113,615,671 | 66,579 | 2,646,706 | 109,415 | 175,994 |
| 2016 | 126,023,101 | 73,850 | 2,768,009 | 114,429 | 188,279 |
| 2017 | 136,691,528 | 80,101 | 2,864,997 | 118,439 | 198,540 |
| 2018 | 148,610,759 | 87,086 | 3,022,632 | 124,956 | 212,041 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la SCT. Estadística operativa de Aeropuertos/Statistics by Airport 2006-2019.

<http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/5-estadisticas/55-estadistica-operacional-de-aeropuertos-statistics-by-airport/>.

Notas:

1. Valores estimados considerando un índice de generación en kg/pasajero = 0.586, expresado en toneladas.

2. Valores estimados considerando un índice de generación en kg/operación = 42.34, expresado en toneladas.

Datos obtenidos del Plan de Manejo Integral de residuos para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, del 2004.

²² Las actividades aeroportuarias no solamente incluyen el transporte de pasajeros, además se realizan operaciones de aviación corporativa, de aviación general, de transporte aéreo comercial, todas estas operaciones forman parte del negocio aeronáutico.

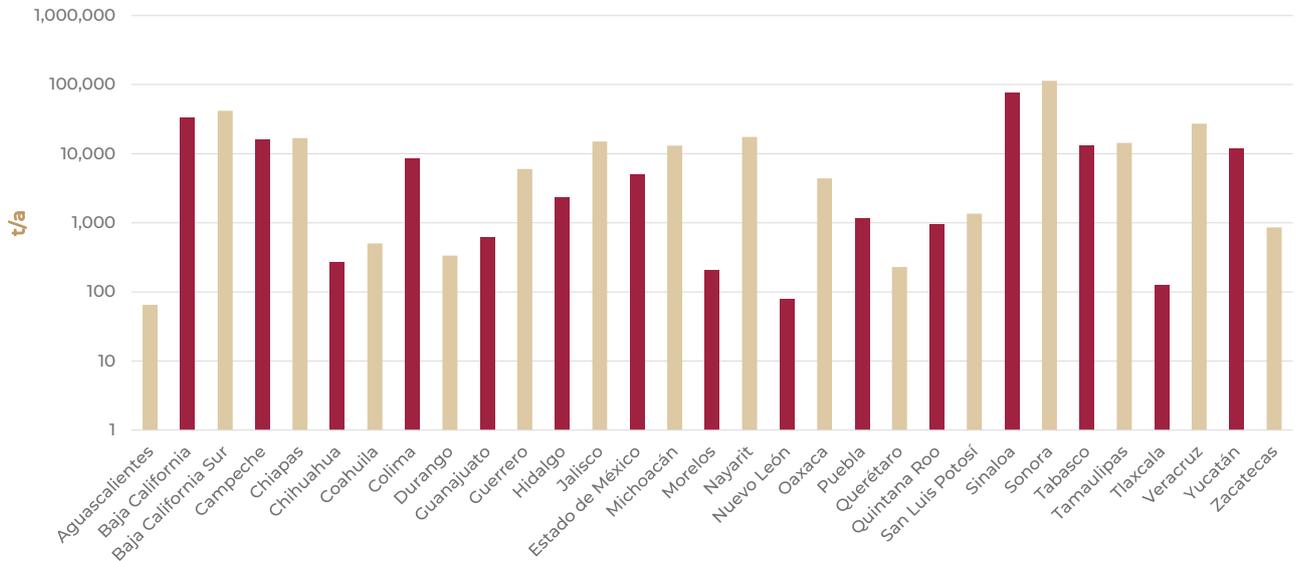
TABLA 50. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL PROVENIENTE DE PTARS

| ESTADO | NOMBRE PTAR | BIOMASA RESIDUAL (lodos, m ³ /a) | BIOMASA RESIDUAL (lodos, t/a) |
|---------------------------------|-------------------------|--|----------------------------------|
| Aguascalientes | Cd. Aguascalientes | 422,874 | 431,332 |
| Aguascalientes | Presa El Cedazo | 216,321 | 220,647 |
| Aguascalientes | Pabellón de Arteaga | 109,734 | 111,928 |
| Aguascalientes | Rincón de Romos | 82,793 | 84,449 |
| Baja California | El Gallo | 363,263 | 370,528 |
| Baja California | Binacional o pitar | 1,717,037 | 1,751,377 |
| Baja California Sur | La Paz | 721,415 | 735,844 |
| Coahuila de Zaragoza | PTAR 3 AHMSA | 705,903 | 720,021 |
| Coahuila de Zaragoza | Principal | 1,822,722 | 1,859,177 |
| Colima | Colima-Villa de Álvarez | 576,226 | 587,750 |
| Chihuahua | Chihuahua Norte | 463,703 | 472,977 |
| Chihuahua | Chihuahua Sur | 1,532,350 | 1,562,997 |
| Ciudad de México | Santa Fe | 57,053 | 58,194 |
| Ciudad de México | Coyoacán | 196,355 | 200,283 |
| Ciudad de México | San Juan de Aragón | 164,995 | 168,294 |
| Ciudad de México | Cd. Deportiva | 77,099 | 78,641 |
| Ciudad de México | Cerro de la Estrella | 2,919,737 | 2,978,132 |
| Guanajuato | León (planta municipal) | 918,355 | 936,722 |
| Guanajuato | Salamanca (municipal) | 312,648 | 318,901 |
| Guanajuato | La Purísima | 159,972 | 163,172 |
| Jalisco | El Ahogado | 2,713,096 | 2,767,358 |
| México | Lechería | 95,291 | 97,196 |
| Michoacán de Ocampo | Uruapan | 205,714 | 209,828 |
| Morelos | Acapantzingo | 115,158 | 117,461 |
| Morelos | La gachupina | 65,996 | 67,316 |
| Nuevo León | Norte | 3,513,512 | 3,583,782 |
| Nuevo León | PEMEX San Rafael | 1,431,983 | 1,460,622 |
| Nuevo León | Dulces Nombres | 6,563,492 | 6,694,762 |
| Querétaro | San Pedro Mártir | 1,268,415 | 1,293,783 |
| Quintana Roo | Caribe 2000 | 225,650 | 230,163 |
| San Luis Potosí | Tanque Tenorio | 451,655 | 460,688 |
| Sinaloa | El Creston | 255,708 | 260,822 |
| Tamaulipas | Ptar Morelos | 34,401 | 35,089 |
| Veracruz de Ignacio de la Llave | Xalapa | 747,779 | 762,735 |
| Zacatecas | Osiris | 602,757 | 614,812 |
| Total | | 31,831,161 | 32,467,784 |

Fuente: Elaboración propia a partir del estudio gestionado por la Secretaría de Energía el año 2016, realizado por el IMTA, integrado al INERE.

Nota. El factor de conversión empleado para expresar los lodos en t/a es de 1.02 t/m³.

FIGURA 49. GENERACIÓN DE BIOMASA RESIDUAL PROVENIENTE DE PTARS, POR ESTADO



Fuente: Elaboración propia.
 Nota: Gráfico en escala logarítmica.



Foto: IBTech®.

3.2.5 RESIDUOS DE TIENDAS DEPARTAMENTALES O CENTROS COMERCIALES GENERADOS EN GRAN VOLUMEN

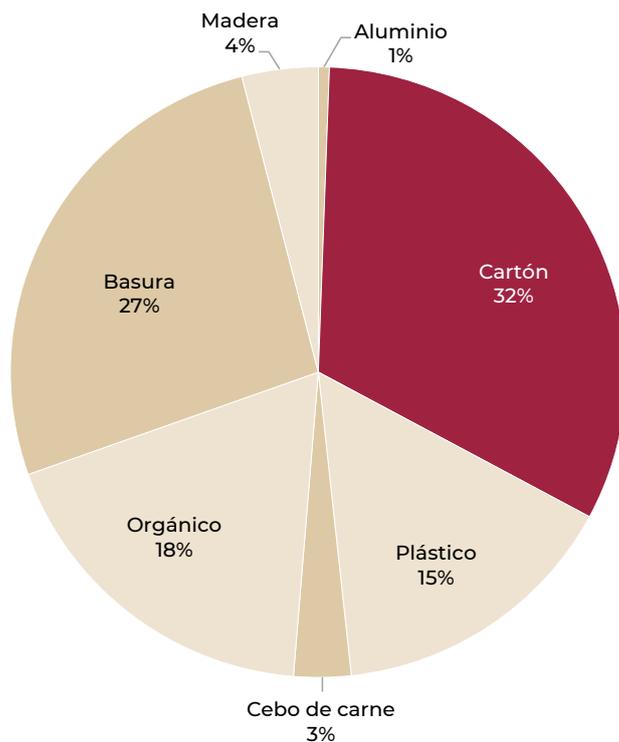
La NOM-161-SEMARNAT-2011 detalla en esta fracción como generadores de residuos a las tiendas de autoservicio, centrales de abasto, mercados públicos y ambulantes, todos ellos generadores en alto volumen de residuos considerados de manejo especial: envases metálicos; envases y embalajes de papel y cartón; envases de vidrio; envases de tereftalato de polietileno (PET); envases de polietileno expandido (unicel); tarimas de madera; residuos orgánicos y películas de polietileno para embalaje (playo).

De acuerdo con el reporte de la industria de autoservicios emitido en

julio de 2018, se tuvo un crecimiento de tiendas de autoservicio del orden de 2.3% y de acuerdo con algunos estudios realizados en tiendas de esta modalidad (Fierro, et al. 2010), las cantidades de generación de residuos oscilan entre 6,800 y 13,700 kg/semana por tienda. Por lo cual, se estimó una generación de 3.527 millones de toneladas al año de residuos, compuestas principalmente por cartón, residuos orgánicos y otros residuos variados (Figura 50).

En la Tabla 51 se asientan los datos de la totalidad de los residuos de manejo especial provenientes de la empresa Walmart de México, con 2,369 unidades en México a julio del 2018, de acuerdo al reporte de la industria de autoservicios de julio del 2018 publicado por *Seale & Associates*.

FIGURA 50. COMPOSICIÓN DE RESIDUOS PROVENIENTES DE TIENDAS DE AUTOSERVICIO



Fuente: Fierro O. A, Armijo V. C, Buenrostro D. O y Valdez S. B., 2010.

TABLA 51. RESIDUOS GENERADOS POR WALMART DE MÉXICO EN EL PERIODO 2012-2018. PRIMERA DE DOS PARTES

| MATERIAL | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Kg | | | |
| RELLENO SANITARIO/CONFINAMIENTO | | | | |
| Orgánicos | 88,451,173 | 88,451,173 | 80,884,953 | 69,555,543 |
| Residuos peligrosos | 11,819 | 141,693 | 89,046 | 958,254 |
| Residuos mezclados | | ND | | 25,637,850 |
| Total disposición final | 88,451,173 | 88,592,865 | 80,973,999 | 96,151,647 |
| DONADOS | | | | |
| Orgánicos (a bancos de alimentos) | 20,616,611 | 13,268,000 | 19,222,287 | 20,809,545 |
| RECICLADOS | | | | |
| Papel | | ND | 859,337 | 1,560,718 |
| Cartón | 163,058,900 | 175,020,679 | 189,372,520 | 208,637,186 |
| Playo | 11,389,979 | 19,401,619 | 13,088,914 | 13,541,094 |
| Plásticos (película) | | ND | | 85,083 |
| Plástico rígido | 554,485 | 6,488,476 | 524,026 | 3,440,387 |
| PET | | | | 80,557 |
| Unicel | | | | 0 |
| Metales | | ND | | 197,820 |
| Aluminio | | | | 2,485 |
| Inorgánicos mezclados | | | | 25,637,850 |
| Total reciclados | 175,003,364 | 200,910,774 | 203,844,797 | 253,183,180 |
| REUTILIZADOS | | | | |
| Aceite | 523,682 | 523,682 | 455,509 | 891,999 |
| Sebo, hueso y despojos | 6,164,955 | 6,428,002 | 5,682,413 | 5,847,228 |
| Orgánicos alimento ganado | | | 0 | 0 |
| Baterías | | ND | ND | |
| Total reutilizados | 6,688,637 | 6,951,684 | 6,137,922 | 6,739,227 |
| COMPOSTEADOS | | | | |
| Orgánicos | 5,335,139 | 6,409,964 | 6,101,019 | 5,656,977 |
| Total reciclados/reutilizados | 207,643,751 | 227,540,421 | 235,306,025 | 286,388,929 |
| Gran total | 296,094,924 | 316,133,287 | 316,280,024 | 382,540,576 |

ND: No Disponible.

Fuente: Información proporcionada directamente por Walmart de México.

TABLA 52. RESIDUOS GENERADOS POR WALMART DE MÉXICO EN EL PERIODO 2012-2018. SEGUNDA DE DOS PARTES

| MATERIAL | 2016 | 2017 | 2018 |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Kg | | |
| RELLENO SANITARIO/CONFINAMIENTO | | | |
| Orgánicos | 76,812,886 | 81,876,765 | 83,862,655 |
| Residuos peligrosos | 583,080 | 958,038 | 991,042 |
| Residuos mezclados | 24,886,026 | 19,656,486 | 22,708,536 |
| Total disposición final | 102,281,992 | 102,491,288 | 107,562,232 |
| DONADOS | | | |
| Orgánicos (a bancos de alimentos) | 26,188,774 | 27,160,860 | 29,360,121 |
| RECICLADOS | | | |
| Papel | 2,843,429 | 1,692,086 | 1,772,035 |
| Cartón | 217,468,450 | 218,146,256 | 243,160,105 |
| Playo | 14,114,662 | 14,274,991 | 15,500,624 |
| Plásticos (película) | 34,966 | 16,334 | 18,954 |
| Plástico rígido | 1,151,457 | 1,276,750 | 1,593,237 |
| PET | 61,866 | 51,234 | 55,687 |
| Unicel | 0 | 948 | ND |
| Metales | 280,010 | 318,182 | 103,936 |
| Aluminio | 3,895 | 2,197 | 5,139 |
| Inorgánicos mezclados | ND | 1,869,102 | 3,933,777 |
| Total reciclados | 235,958,730 | 264,808,940 | 295,503,616 |
| REUTILIZADOS | | | |
| Aceite | 925,298 | 766,486 | 763,312 |
| Sebo, hueso y despojos | 5,465,400 | 4,458,024 | 4,610,225 |
| Organicos alimento ganado | 303,100 | 2,426,322 | 773,014 |
| Baterías | ND | 209,949 | ND |
| Total reutilizados | 6,693,799 | 7,860,781 | 6,146,551 |
| COMPOSTADOS | | | |
| Orgánicos | 5,170,915 | 2,325,826 | 5,380,042 |
| Total reciclados/reutilizados | 247,823,444 | 274,995,547 | 307,030,209 |
| Gran total | 350,105,436 | 377,486,835 | 414,592,441 |

ND: No Disponible.

Fuente: Información proporcionada directamente por Walmart de México.

3.2.6 RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Para esta fracción considerada en la Ley, la Norma NOM-161-SEMARNAT-2011 indica que se consideran residuos de manejo especial las obras de construcción, mantenimiento y demolición que generen más de 80m³. Adicionalmente, los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) se encuentran dispuestos en cualquier lugar: terrenos baldíos a las orillas de carreteras, barrancos, pantanos, o donde puedan servir para nivelar o ganar terreno en zonas irregulares.

Con relación a la generación de estos residuos, en México solamente se han generado y publicado dos estudios oficiales. El primero, elaborado en el 2002 por el gobierno del Distrito Federal, hoy CDMX y; el segundo, por la SEMARNAT en 2011. En ambos casos se realizaron estimaciones de los RCD.

La Ciudad de México es la entidad federativa con mayor cantidad de información y con una planta de reciclaje registrada. Por ello se reporta de manera directa la información que la empresa Concretos Reciclados ha recibido y procesado en el periodo 2012-2018.

Además, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), elaboró una estimación de la generación nacional para 2018 basada en valores de producción para seis tipos de obras de los sectores: a) agua; b) riego y saneamiento; c) electricidad y comunicaciones; d) transporte; e) petróleo y petroquímica; f) otras obras en base a información estadística (INEGI, 2018), a partir de las cuales se obtuvieron los costos por construcción que, relacionándolos con los precios unitarios para cada tipo, dio como resultado los metros cuadrados construidos. Posteriormente, aplicando parámetros establecidos en el plan de manejo y la fórmula siguiente, dieron como resultado la generación estimada de residuos de la construcción.

$$G_{RC} = Mc \times Fv \times I \times P_{RC}$$

Donde:

Mc = Superficie de obra construida,

Fv = Factor de volumen de obra (FV=0.85 m³/m²),

I = Porcentaje de residuos de la construcción

(I=6.8%)

PRC =Peso volumétrico promedio

(PRC=1.5 ton/m³).

Adicionalmente se aplicó un factor de 1.3158

por obra no registrada.

Cabe mencionar que el parámetro de generación de residuos dependerá del tipo de obra del que se trate y está sujeto a la optimización en el empleo de los materiales, puede reducirse a un 4% promedio, valor utilizado para la estimación y cuyos resultados se muestran en la Tabla 53 y que muestra lo siguiente:

- La generación total estimada de residuos de la construcción para 2018 es de 10.15 millones de toneladas.
- El sector que más residuos generó fue el de transporte y urbanización con 3.8 millones de toneladas, con un porcentaje de 38.2% de la generación total.
- Se generaron más residuos por parte de la inversión en obra pública que en obra privada con 56.76% del total de residuos generados.
- Dentro de la inversión en obra pública el sub sector que más residuos generó fue el de carreteras, caminos y puentes con 1.8 millones de toneladas, lo que representa el 32% del total de la generación de residuos por parte de la obra pública.
- En la inversión de obra privada el sub sector que generó más residuos fue el de instalaciones para edificaciones con 0.9 millones de toneladas, lo que representa el 20% de la generación de residuos generados por la inversión en obra privada.

TABLA 53. ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL 2018 PARA MÉXICO, INCLUYE OBRA PÚBLICA Y PRIVADA, VALORES EN TONELADAS

| TIPO DE OBRA | GENERACIÓN EN (TON) | PORCENTAJE DE GENERACIÓN |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Edificación | 1,593,512.64 | 16% |
| Agua, riego y saneamiento | 900,576.75 | 9% |
| Electricidad y telecomunicaciones | 536,280.50 | 5% |
| Transporte y urbanización | 3,880,234.01 | 38% |
| Petróleo y petroquímica | 1,049,782.31 | 10% |
| Otras construcciones | 2,192,936.43 | 22% |
| Total | 10,153,322.63 | 100% |

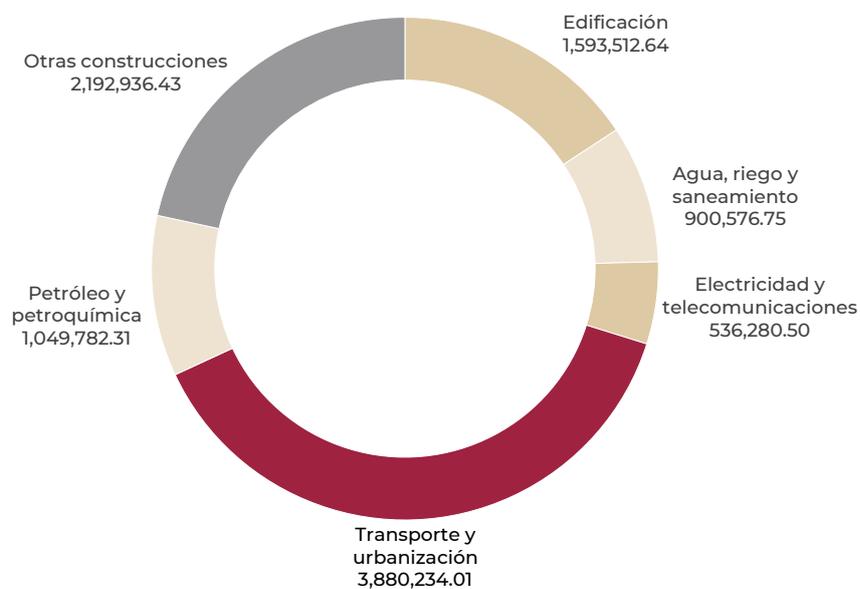
Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2018

Los resultados de los cálculos de residuos de la construcción se muestran en toneladas en la Figura 51.

Respecto a la generación de residuos por demolición en México, las posibles fuentes de información provendrían de los valores registrados en los permisos de demolición que cada entidad autorice. Sin embargo, no fue posible acceder a estos valores.

En el presente diagnóstico se presentan los datos proporcionados por la compañía Concretos Reciclados, que es la única empresa autorizada para la recepción y reciclaje de estos residuos de la construcción y demolición en la Ciudad de México.

No obstante, también se analizaron los valores de demolición, producto del terremoto del 19 de septiembre de

FIGURA 51. DISTRIBUCIÓN DE LA GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN PARA EL 2018

Fuente: Fierro O. A, Armijo V. C, Buenrostro D. O y Valdez S. B., 2010.

2017 y de las demoliciones registradas en la página de la Ciudad de México.

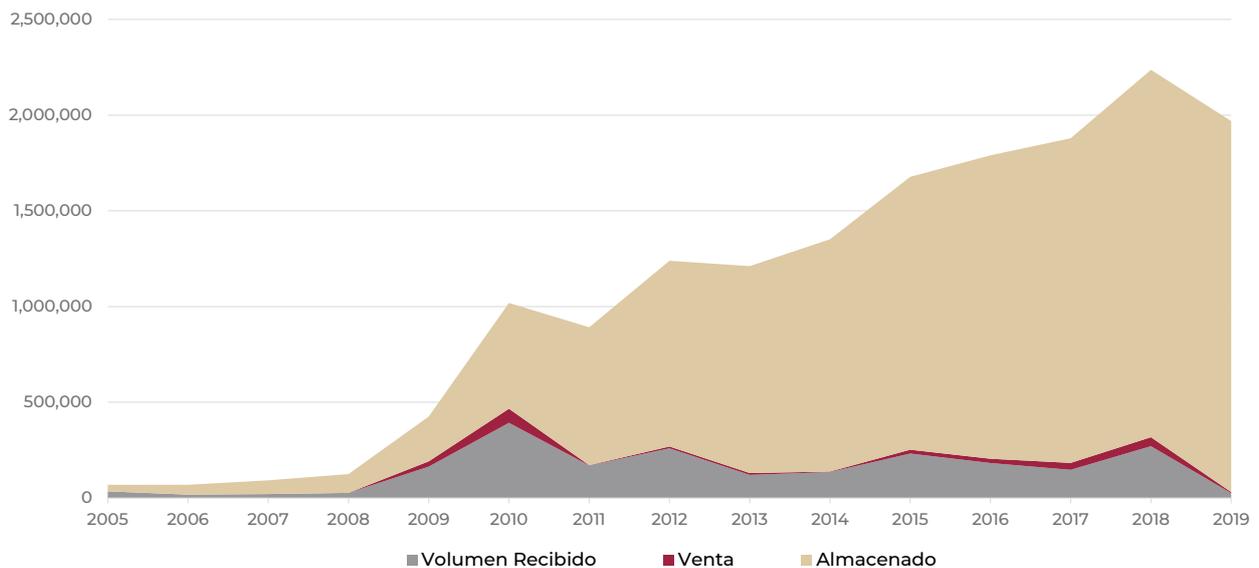
Concretos Reciclados reporta un volumen de agregados reciclados que son reintegrados a la construcción de nuevas obras inferior al 13% de los residuos recibidos y que equivalen a 255,901 toneladas. Esta situación indica que hay un alto almacenamiento de material aprovechable. De continuar esta tendencia, dicha planta llegará a su máxima capacidad y dejará de recibir estos residuos para su reciclaje en la ciudad.

La Ciudad de México cuenta con información específica derivada de los terremotos sufridos en el 2017, donde varios edificios fueron declarados con daño estructural y fueron demolidos,

registrándose un valor de al menos 59,425 toneladas de escombro en las siguientes edificaciones demolidas (Tabla 54).

En virtud que los datos reportados son derivados de un fenómeno natural cuya generación es temporal y no representativa de las actividades cotidianas de una ciudad o localidad, estos datos no deben ser considerados como parte del diagnóstico, pero si es importante señalar que su generación, aunque ocasional, afecta sustancialmente el manejo de estos residuos, debido a que su volumen y peso es muy alto y los sitios de disposición y de reciclaje actualmente disponibles en el país son insuficientes e inadecuados para su procesamiento.

FIGURA 52. COMPORTAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEL AÑO 2005 A MARZO DE 2019 EN CONCRETOS RECICLADOS



Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por consulta directa a Concretos Reciclados, 2019.

TABLA 54. GENERACIÓN DE ESCOMBRO DE LA DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS EN EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

| ALCALDÍA | OBRA | FECHA DE REPORTE/ UBICACIONES | CANTIDAD DE ESCOMBRO RETIRADO EN m ³ |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| Benito Juárez y Cuauhtémoc | Demolición de 30 edificios | Mar – 2018 | 44,200 |
| Benito Juárez | Demolición en Nicolás San Juan | Sep – 2018 | 2,030 |
| Coyoacán | Demolición Conjunto Habitacional | Pacífico 223 | 3,300 |
| Tlalpan | Demolición en División del Norte | División del Norte | 1,000 |
| Gustavo A. Madero | Demolición Coquimbo | Lindavista | 2,500 |
| Coyoacán | Demolición Coyoacán | | 595 |
| Coyoacán – Iztapalapa | Demolición Escocia y La viga | Calle Escocia y Calzada la Viga | 3,000 |
| Benito Juárez | Demolición Nápoles | | 1,700 |
| Benito Juárez | Demolición Roma | Sinaloa | 1,100 |
| Total | | | 59,425 |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos reportados en la liga electrónica: <https://www.obras.cdmx.gob.mx/proyectos/demolicionesS19>.

La generación mostrada en el NADF-007-RNAT de la Ciudad de México, en su versión publicada del 2013 mostró una generación de 7,000 toneladas diarias, y en su primera versión del 2004 consideró un valor de 3,000 toneladas al día. En la reciente presentación del Programa Ambiental para la Ciudad de México y en Plan de Acción de la Ciudad de México para una economía circular, se mostró un valor de 14,000 toneladas de residuos de la construcción y demolición generados diariamente en la ciudad.

3.2.7 RESIDUOS TECNOLÓGICOS

Para esta fracción, en la Norma 161-SEMARNAT-2011 se especifica a los residuos de las industrias de la informática y fabricantes de los productos electrónicos siguientes: a) computadoras personales de escritorio y sus accesorios; b) computadoras personales portátiles y sus accesorios; c)

teléfonos celulares; d) monitores con tubo de rayos catódicos –incluidos televisores–; e) reproductores de audio y video portátiles; f) cables para equipos electrónicos; g) impresoras; h) fotocopadoras; i) multifuncionales.

El sector tecnológico muestra un comportamiento principalmente individual. Cada marca o importador guarda gran secrecía en su información de mercado, el cual influye en la obtención de información y de claridad acerca de varios rubros de los productos que se comercializan en el mercado mexicano.

Asimismo, el comportamiento de la sociedad mexicana también influye en la cantidad de residuos presentes o recolectados por los pocos sistemas de captación de residuos, de manera que en muchos casos, se puede encontrar residuos en sitios de disposición final sin cumplimiento de la regulación.

En otros casos, algunos consumidores conservan en sus hogares, una buena cantidad de residuos tecnológicos: computadoras, celulares, impresoras, multifuncionales, cartuchos de tóner, baterías, cables.

La información recabada en este diagnóstico proviene de los planes de manejo presentados a SEMARNAT para su conocimiento, de los cuales se muestran los resultados en la Tabla 55.

Asimismo, de acuerdo con información aportada por ANATEL en sus informes, se pueden realizar análisis generales que son de llamar la atención. Tal es el caso de los accesorios, de los cuales los valores de los celulares acumularon 2.1 millones de equipos, que en peso representan 325 toneladas, pero los accesorios recuperados casi duplicaron (633 toneladas) el peso total.

TABLA 55. RELACIÓN DE RESIDUOS ACOPIADOS Y TRATADOS DE ACUERDO CON LOS PLANES DE MANEJO DE RME EN EL PERIODO 2013-2018

| PLAN DE MANEJO | MODALIDAD | PERIODO DE INFORME | ACOPIADO (toneladas) | TRATAMIENTO | PROMOVENTE |
|--|----------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|--|
| Residuos de electrónicos de Apple | Privado, individual y nacional | 2014 | 3.60 | Reciclaje (empresa PROAMBI) | Apple Operations México, S.A. de C.V. |
| | | 2015 | 13.67 | | |
| | | 2016 | 8.84 | | |
| RME teléfonos celulares | Privado, colectivo y nacional | 2013 | 98.36 | N/R* | Asociación Nacional de Telecomunicaciones, A. C. |
| | | 2014 | 560.55 | | |
| | | 2015 | 170.84 | | |
| | | 2016 | 38.29 | | |
| | | 2017 | 41.74* | | |
| Residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE) de PROAMBI | Individual, colectivo y nacional | 2013 | 1,245,431.00 | | Índigo Proambiental SAPI de C. V. |

N/R: No Registrado.

*Dato reportado al primer semestre de 2017. ANATEL, 2018. Incluye celulares y accesorios.

Fuente: Apple Operations México, 2014. / ANATEL, 2013 / PROAMBI, 2014.

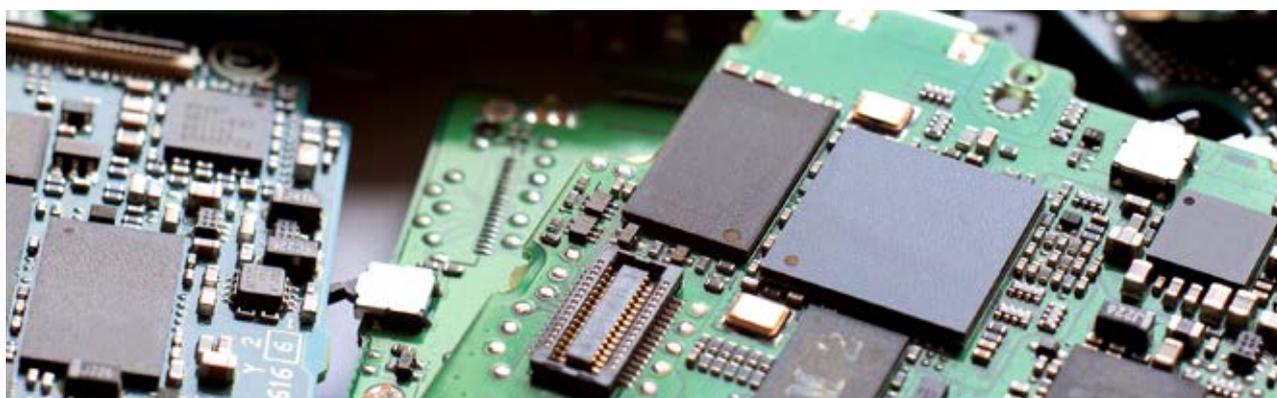


Foto: Freepik Image Bank.

Algunos planes de manejo registrados en SEMARNAT no incluyen información de recolección. Sus datos se muestran en la Tabla 56.

Los recicladores de residuos tecnológicos constituyen la segunda fuente de información. La que se incluye en este diagnóstico fue proporcionada por el plan de manejo de PROAMBI e información enviada por REMSA (Tabla 57).

Ambas recicladoras reportan en sus páginas el reacondicionamiento de equipos. Informan incluso un 95% de reúso o de reciclaje de materiales, piezas, componentes, refacciones, productos y materias primas provenientes de los productos electrónicos obsoletos.

De acuerdo con el Inventario de Residuos Electrónicos de SEMARNAT-PNUD, se estima que al 2015, a nivel nacional, se generaron un total de 1,103,570 t de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con un 65.12% de material con potencial económico.

El 5.99% de estos residuos, debido a su contenido de componentes tóxicos, debe ser separado y manejado adecuadamente como residuos peligrosos. El 28.89% restante se refiere a materiales que actualmente no son aprovechados, tales como: cerámicos, fibras y otros tipos de plásticos no valorizables.

En septiembre de 2015, se implementó el Programa Nacional para la Gestión Integral de los Televisores Desechados por la transición a la televisión digital terrestre, SEMARNAT y SCT, 2015. Los centros de acopio de dicho programa estuvieron abiertos hasta 2017, de acuerdo a SEMARNAT se recibieron alrededor de 50,000 aparatos en los centros de acopio operados por la SEMARNAT, la SCT y autoridades locales. Como se observa, la diversidad, secrecía y fuentes de información para el sector de electrónicos no permiten dimensionar el esfuerzo que la industria de reciclaje debe hacer respecto de estos residuos.

TABLA 56. RELACIÓN DE PLANES DE MANEJO DE RME EN EL PERIODO DE 2013-2018

| NOMBRE | MODALIDAD | PROMOVENTE | FECHA DE PUBLICACIÓN |
|--|-------------------------------|---|--------------------------|
| Plan colectivo de manejo integral de productos tecnológicos marca Sony que al transcurrir su vida útil se desechan | | Sony de México S. A de C. V. Sony Mobile Communications México S. A. de C. V. Sony Nuevo Laredo S. A de C. V. | 13 de mayo de 2014 |
| Plan colectivo RLGA de manejo integral de los RAEE en México | Privado, colectivo y nacional | Sin información | 18 de septiembre de 2013 |
| Plan de manejo de REMSA para equipos electrónicos y eléctricos al final de su vida útil | | | 27 de mayo de 2014 |
| Plan de manejo nacional para los residuos tecnológicos de las industrias de la informática de IBM | | IBM de México, Comercialización y Servicios S. de R. L. de C.V. | 15 de junio de 2016 |

Fuente: SEMARNAT, 2019.

TABLA 57. CANTIDADES RECICLADAS DE ELECTRÓNICOS POR RECICLADORES CON PLAN DE MANEJO REGISTRADO EN SEMARNAT, 2012-2018

| AÑO | PROAMBI | REMSA | RLGA | TOTAL RECICLADO (t/a) |
|------|---------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 2012 | SD | 1,250 ²³ | SD | 1,250.00 |
| 2013 | 1,245,431.00* | 1,250 | 83.70 | 1,246,764.70 |
| 2014 | 3.60 | 1,250 | 80.93 | 1,334.53 |
| 2015 | 13.67 | 1,250 | 68.62 ²⁴ | 1,332.29 |
| 2016 | 8.84 | 1,250 | | 1,258.84 |
| 2017 | SD | 1,250 | SD | 1,250.00 |
| 2018 | | 1,250 | | 1,250.00 |

SD: Sin Datos.

*Dato reportado en el plan de manejo de PROAMBI disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-de-proambi>.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información presentada por REMSA y PROAMBI.

3.2.8 PILAS

Desde el año 2001 se suspendió en nuestro país la producción de pilas, razón por la cual se importa el 100%. En ese sentido, México ha ratificado el Convenio de Minamata sobre mercurio, el cual establece que, con excepción de las pilas de botón de óxido de plata y las de botón zinc-aire, que deberán contener menos de 2% de mercurio a partir del año 2020, los países firmantes no deben producir, importar o exportar pilas con mercurio

agregado. La inclusión de las pilas como residuos de manejo especial ha sido, en gran medida, por la presencia de mercurio en estos productos; por lo tanto, la presencia de estos residuos como residuos de manejo especial podría ser reconsiderada. En promedio, por año, cada habitante consume seis pilas primarias no recargables.

Según sus componentes, las pilas de manejo especial son las mostradas en la Tabla 58.

TABLA 58. PILAS CONSIDERADAS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

| PILAS PRIMARIAS O DESECHABLES | PILAS SECUNDARIAS O RECARGABLES |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Alcalinas | De hidruro de níquel-metal |
| De carbón-zinc | De ion-litio |
| De zinc-aire | De litio con polímero |
| De litio | NA |

NA: No Aplicable.

Fuente: SEMARNAT, 2018.

²³ Valores promedio informados por REMSA.

²⁴ Valores hasta junio de 2015.

En Ciudad de México, la Dirección de Educación Ambiental ha puesto en marcha el programa “Ponte Pilas por tu Ciudad”, mediante el cual se brinda una alternativa para el manejo y el reciclaje de pilas usadas.

Para ello, en las 16 alcaldías se han instalado 13 columnas adicionales a las 400 columnas de acopio disponibles en vialidades de la ciudad. En ellas se pueden depositar las pilas AA, AAA, C, D, CR, cuadradas, de botón y de celular.

Cada quince días, la empresa Imágenes y Muebles Urbanos (IMU) recoge las pilas y elabora un registro de las pilas recuperadas por columna. Las pilas se almacenan en un centro de acopio temporal ubicado en el municipio de Naucalpan, Estado de México. Cuando se reúne más de una tonelada de pilas se trasladan a la planta de

reciclaje de la empresa SITRASA, ubicada en Irapuato, Guanajuato.

En la Figura 53 se muestran los datos reportados como resultado de la implementación del programa “Ponte las Pilas por tu Ciudad”.

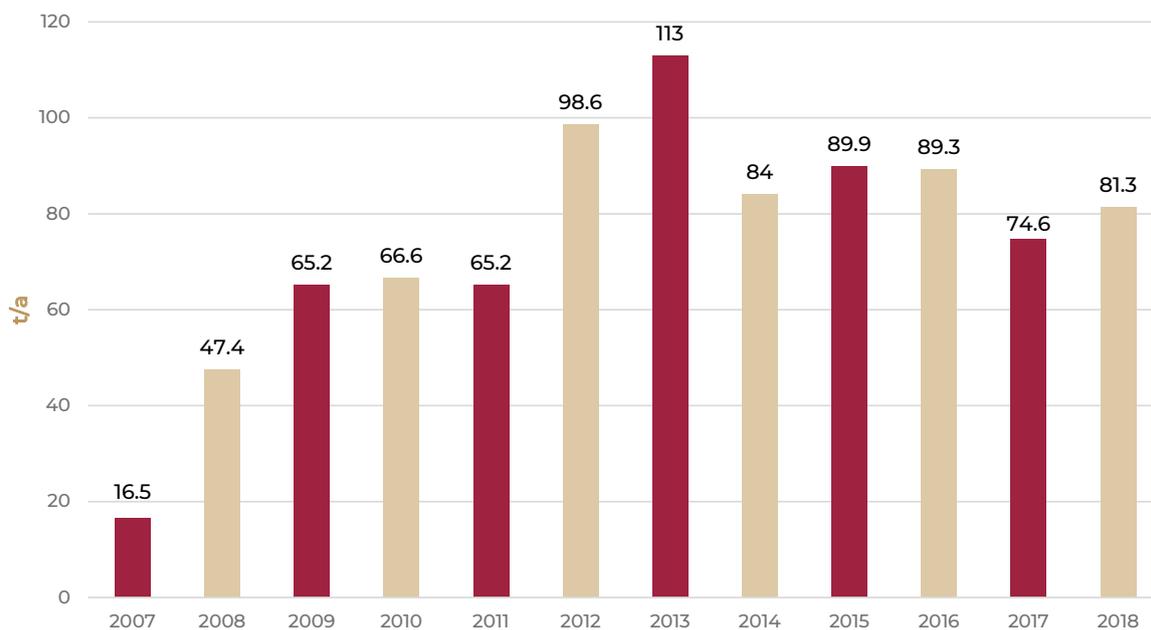
Cabe señalar que a nivel nacional no se cuenta con información suficiente para reportar la generación y el manejo de las pilas.

3.2.9 NEUMÁTICOS USADOS

En la NOM-161-SEMARNAT-2011 no se detalla esta fracción. Por ello, en este documento se considera y se reporta como se indica.

La información que constituye el contenido de este apartado se obtuvo a partir de la contribución realizada por la Cámara Nacional de la Industria Hulera (CNIH).

FIGURA 53. ACOPIO DE PILAS EN CIUDAD DE MÉXICO DEL PERIODO 2007 A 2018



t/a: toneladas por año.
Fuente: SEDEMA, 2018.

Las actividades que comercializan este producto en el mercado mexicano son la producción y las importaciones, principalmente en la frontera norte del país.

Todas las llantas importadas se convierten finalmente en residuos. Es importante destacar que las llantas importadas no necesariamente son nuevas. En muchos casos, primordialmente en la frontera norte, se introducen llantas usadas que en el país de origen se les desecharía, por no cumplir las especificaciones de seguridad vial, pero que en México sí se pueden utilizar porque no existe una regulación similar que limite su uso.

En contraparte, un porcentaje de las llantas producidas en México se exporta a diversos países, por lo cual únicamente las llantas que se quedan en el país potencialmente se convierten en residuos. Una manera, un tanto indirecta de exportación, consiste en: una buena cantidad de neumáticos nuevos mediante la exportación de vehículos fabricados en México, ya incorpora en todos los vehículos al menos cinco llantas nuevas.

En la Tabla 59 se muestran datos de la producción de neumáticos en México de 2012 a 2018, referente exclusivamente a las unidades producidas para su uso en autos, camionetas y camiones.

TABLA 59. PRODUCCIÓN DE LLANTAS EN MÉXICO EN EL PERIODO 2012-2018 (MILES DE UNIDADES)

| AÑO | PRODUCCIÓN DE NEUMÁTICOS | % CONVERTIDO EN RESIDUOS: 70 | RESIDUOS RECUPERADOS: 52 % | RESIDUOS NO RECUPERADOS: 48 % |
|------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 2012 | 27,155 | 19,009 | 9,884 | 9,124 |
| 2013 | 26,777 | 18,744 | 9,747 | 8,997 |
| 2014 | 26,914 | 18,840 | 9,797 | 9,043 |
| 2015 | 29,316 | 20,521 | 10,671 | 9,850 |
| 2016 | 31,476 | 22,033 | 11,457 | 10,576 |
| 2017 | 33,452 | 23,416 | 12,177 | 11,240 |
| 2018 | 32,312 | 22,618 | 11,762 | 10,857 |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por la CNIH.

TABLA 60. IMPORTACIÓN DE LLANTAS A MÉXICO EN EL PERIODO 2012-2018 (MILES DE UNIDADES)

| AÑO | IMPORTACIÓN | % QUE SE CONVIERTE EN RESIDUO | TOTAL DE RESIDUOS |
|------|-------------|-------------------------------|-------------------|
| 2012 | 14,991 | | 14,991 |
| 2013 | 16,449 | | 16,449 |
| 2014 | 19,864 | | 19,864 |
| 2015 | 21,987 | 100 | 21,987 |
| 2016 | 21,040 | | 21,040 |
| 2017 | 22,180 | | 22,180 |
| 2018 | 22,263 | | 22,263 |

Fuente: Elaboración propia a partir de información aportada por la CNIH.

Las unidades recuperadas o los residuos recolectados se reciclan en México, mediante procesos tales como co-procesamiento en hornos cementeros, pirólisis, y mecánicos de diferentes niveles de trituración.

A los subproductos generados a partir del tratamiento mecánico se les destina a la fabricación de impermeabilizantes, artesanías, polvo de hule para usos diversos: en canchas deportivas, tapetes, loderas de camión, equipo urbano, pisos, decorativos para jardineras o parques públicos.

En conjunto, considerando lo expresado anteriormente, se estima que 70% de los neumáticos comercializables se convierte en residuos, incluidos los de exportación. De este valor, se estima que al final de su vida útil se recupera 52% de las llantas usadas. Es decir, los generadores o usuarios disponen de manera inadecuada aproximadamente la mitad de estos neumáticos.

3.2.10 OTROS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

En la NOM-161-SEMARNAT-2011 se presenta un desglose adicional de residuos que derivan de productos que al finalizar su vida útil se convierten en residuos. Se enlista a los siguientes:

- Residuos de fábricas de vehículos automotores, en específico de los vehículos al final de su vida útil.
- Residuos de grandes generadores de:
 - Aceite vegetal usado
 - Neumáticos usados
 - Envases y embalajes de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC)
 - Artículos publicitarios, en vía pública, de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC)
- Artículos de promoción de campañas políticas, en vía pública, de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC)
- Envases, embalajes y artículos de madera
- Envases, embalajes y perfiles de aluminio
- Envases, embalajes y perfiles de metal ferroso
- Envases, embalajes y perfiles de metal no ferroso
- Papel y cartón
- Vidrio
- Ropa, recorte y trapo de algodón y de fibras sintéticas
- Hule natural y sintético
- Envase de multilaminados de varios materiales
- Refrigeradores
- Aire acondicionado
- Lavadoras
- Secadoras
- Hornos de microondas

En virtud del detalle presentado por la mencionada Norma, los datos que esta sección presenta han sido recolectados de planes de manejo, páginas electrónicas de entidades federativas o de la SEMARNAT, así como de aportaciones de cámaras o asociaciones.

En el sitio web de SEMARNAT se incluyen planes de manejo con propósitos de conocimiento, para casos en que no se atiende en su totalidad lo estipulado en la NOM-161-SEMARNAT-2011, los cuales podrían considerarse otras corrientes, como las indicadas en la fracción XI. Comprende los siguientes:

- Plan de manejo de residuos de manejo especial de Samsung Electronics México.
- Plan de manejo de residuos de manejo especial. Secadoras de ropa a gas de LG Electronics.
- Plan de manejo de la disposición y manejo integral de los residuos de

- manejo especial de TES-AMM LATIN AMERICA, S. de R. L. de C. V., que al transcurrir su vida útil se desechan.
- Plan de manejo de la disposición y manejo integral de los residuos de manejo especial de Ecofrigo, S. A. de C. V., los cuales al transcurrir su vida útil se desechan.
- Plan de manejo integral de productos de manejo especial de Canon Mexicana, S. de R. L. de C. V., que al

transcurrir su vida útil se desechan.

- Plan de manejo de residuos de manejo especial de equipos usados de la marca Brother.

3.2.10.1 RESIDUOS DE PET

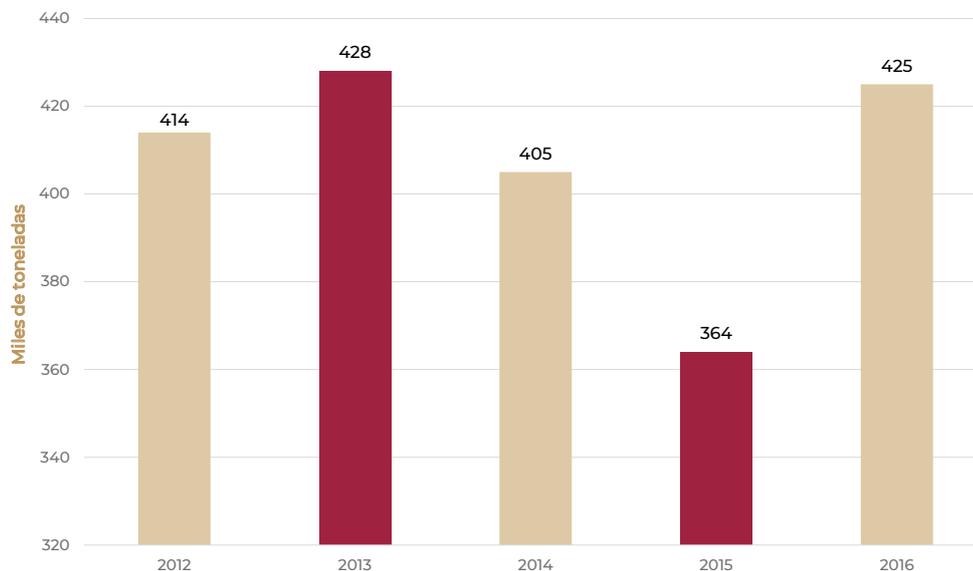
De acuerdo con el informe elaborado por ECOCE relativo al año 2017, se registraron las siguientes cantidades de consumo aparente de PET a nivel nacional, así como el total de residuos recuperados.

TABLA 61. CONSUMO NACIONAL APARENTE Y TOTAL RECUPERADO DE PET, POR AÑO

| CONCEPTO | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| Consumo aparente de PET para envases | Miles de toneladas | 715 | 710 | 700 | 722 | 745 |
| Total de PET recuperado | | 414 | 428 | 405 | 364 | 425 |
| Tasa de recuperación de PET (%) | | 57.9 | 60.3 | 57.8 | 50.4 | 57.0 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la información aportada por ECOCE en su informe de 2017.

FIGURA 54. TOTAL DE PET RECUPERADO, POR AÑO



Fuente: Elaboración propia a partir de la información elaborada por ECOCE en su informe de 2017.

En el caso particular del tereftalato de polietileno (PET), los factores principales que han impulsado su acopio y reciclaje son:

- Valorización del material al nivel adecuado para crear interés de su recuperación, en distintos orígenes o fuentes de acopio: gubernamentales, privados y gremios u organizaciones de la pepena. Inclusive propiciando, vía subsidio, certidumbre de negocio a las empresas dedicadas al acopio y a la separación de PET y de otros materiales aún valiosos.
- Fijación de metas graduales y factibles de acopio, que generen suficiente material e incentiven inversiones en materia de reciclaje.
- Compromiso de la industria por mantener sus políticas de sustentabilidad e incrementar la demanda interna de residuos de PET para su reciclaje.
- Ritmo adecuado de exportaciones de residuos de PET para su reciclaje, a pesar de un entorno económico-financiero complejo.
- Avances en la legislación referente a manejo integral de residuos sólidos urbanos.
- Consolidación de una cultura de reciclaje en amplios sectores de la población.
- Difusión de la información acerca de la separación, la valorización y los resultados del acopio.

3.2.10.2 RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN

La información incluida en esta sección fue proporcionada para la Cámara Nacional de las Industrias de Celulosa y del

Papel (Cámara del Papel) en su Informe Anual 2017, la cual contiene información del periodo 2008–2017.

La recuperación de papel y cartón está dividida en:

- a. tipo de papel;
- b. tipo de generador;
- c. logística de recolección.

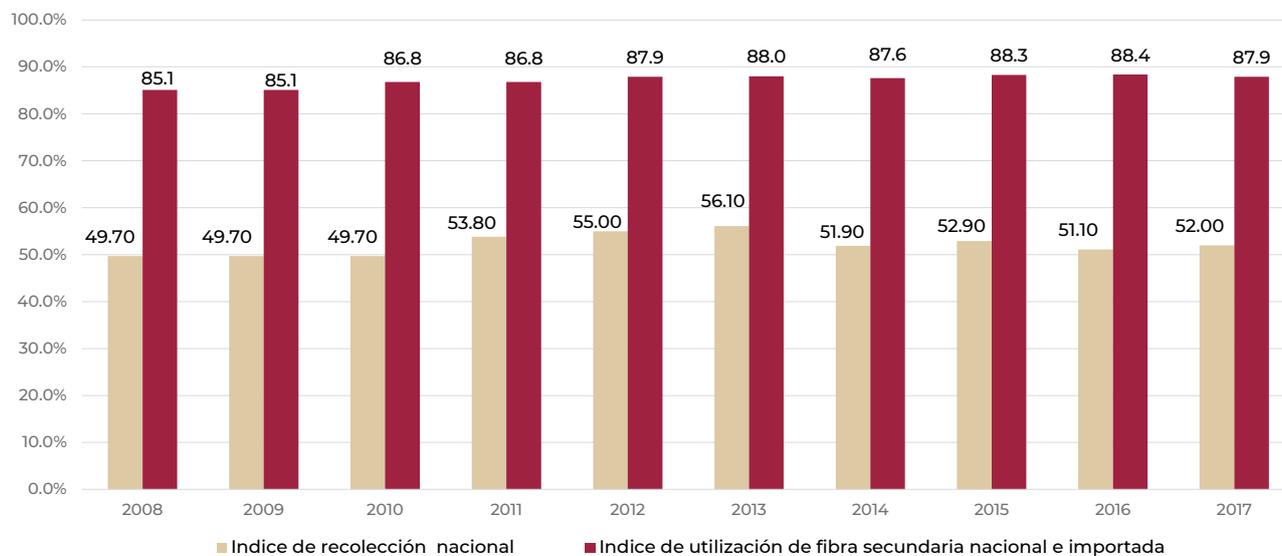
La recuperación del tipo de papel depende directamente del producto deseado. El papel blanco requiere papel blanco usado. El cartón corrugado demanda cartón corrugado usado. Ello implica un esquema de acopio por calidades cromáticas, de modo que se establecieron tres grandes familias de color: blancos, cafés y grises, con algunas subdivisiones.

Para el tipo de generador y la logística de recolección ligada al volumen generado: generadores pequeños y grandes generadores, la Cámara del Papel ha diseñado un plan de manejo con recolección; y para los medianos y pequeños generadores ha creado una red de centros de acopio y transferencia.

En tan solo cinco años, México avanzó 10 lugares en una modalidad de recuperación: en 2017 pasó del lugar 32 de acopio de fibra secundaria –en 2012– al 22, con un índice de recolección de 52%. En reciclaje avanzó una posición: del lugar cinco –2012– pasó al cuatro en 2017 para el concepto de reciclaje de fibra secundaria mundial, con un porcentaje de 88.4 de fibras secundarias de origen nacional. El resto es importado.

El consumo aparente en 2017, expresado porcentualmente, está integrado por el relativo a: empaque 65% del total, seguido por escritura e impresión 15%, sanitario y facial 13%, especiales 4% y periódico 3 por ciento.

FIGURA 55. ÍNDICES DE RECOLECCIÓN NACIONAL Y DE UTILIZACIÓN DE FIBRA SECUNDARIA, NACIONAL E IMPORTADA



Fuente: Informe anual 2017. Cámara del Papel. Periodo 2008–2017.

TABLA 62. PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y CONSUMO APARENTE DE PAPEL Y CARTÓN 2012–2017 (MILES DE TONELADAS MÉTRICAS)

| AÑO | PRODUCCIÓN DE PAPEL | IMPORTACIÓN | CONSUMO APARENTE | ÍNDICE DE RECOLECCIÓN NACIONAL |
|------|---------------------|-------------|------------------|--------------------------------|
| 2012 | 4,857.7 | 2,491.5 | 6,990.1 | 55.0 |
| 2013 | 4,832.7 | 2,553.6 | 6,995.9 | 56.1 |
| 2014 | 4,977.7 | 2,609.4 | 7,181.6 | 51.9 |
| 2015 | 5,381.3 | 2,765.5 | 7,669.3 | 52.9 |
| 2016 | 5,628.6 | 2,894.2 | 8,070.1 | 51.1 |
| 2017 | 5,754.8 | 3,104.3 | 8,464.2 | 52.0 |

Nota: La diferencia en el consumo aparente y los valores de producción e importación se debe a los valores de exportaciones no mostrados en la tabla.

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe anual 2017 de la Cámara del Papel.

3.2.10.3 RESIDUOS DE ENVASES METÁLICOS

En Tabla 63 se muestran los datos proporcionados por la Cámara Nacional de los Envases Metálicos para el periodo 2013–2018; se presenta la producción de envases metálicos, así como la cantidad que son importados.

3.3 Sistema de manejo

El sistema de manejo utilizado para los Residuos de Manejo Especial (RME) es el mismo que el de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). A continuación presentamos un análisis del diagnóstico realizado.

Generalmente el mismo sistema de recolección con el que cuenta el municipio realiza la recolección. El envío a estaciones de transferencia y plantas de selección se hace en conjunto con el sistema de limpia del ayuntamiento.

En caso de que existan materiales de valor provenientes de los RME, se mezclan con los provenientes de los RSU. Los centros de acopio y las plantas de reciclaje siguen los mismos procedimientos. La disposición final se lleva a cabo de manera simultánea con los RSU.

El sistema de manejo de RME cambia cuando lo realiza una empresa privada

que proporciona los servicios de recolección con vehículos propios. Por lo general, estas empresas tienen un centro de concentración de los residuos, de manera que puedan aprovechar al máximo los materiales valorizables.

Las empresas privadas están asociadas con acopiadores mayores o con compradores de la materia prima, principalmente cartón, papel, algunos envases plásticos diferentes al PET, maderas, metales. Cuando un residuo no puede ser valorizado, el prestador del servicio paga por la disposición final en el sitio que el ayuntamiento ofrezca para ello.

El esquema de negocio seguido por los prestadores de servicio de RME involucra negociar un área dentro de la empresa a las que presta el servicio para acopio temporal de sus residuos y prepararlos para su entrega a los compradores. Para ello, organizan, presan o lavan los residuos, según sea el caso, y realizan operaciones para reducir los movimientos internos de transporte y alinear a los compradores de la materia prima en tiempos y movimientos.

El balance final con el cliente consiste, generalmente, en integrar los precios obtenidos por la venta de materiales y compensarlo con los precios por disposición final de los residuos sin valor comercial.

TABLA 63. PRODUCCIÓN E IMPORTACIÓN EN MILLONES DE ENVASES METÁLICOS 2013-2018

| AÑO | ENVASES METÁLICOS PRODUCIDOS | ENVASES METÁLICOS IMPORTADOS |
|------|------------------------------|------------------------------|
| 2013 | 12,600 | 800 |
| 2014 | 14,800 | 1,200 |
| 2015 | 14,500 | 1,400 |
| 2016 | 15,900 | 970 |
| 2017 | 16,900 | 380 |
| 2018 | 18,100 | 300 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la Información proporcionada por la Cámara Nacional de los Envases Metálicos.

En resumen, podría expresarse que, al momento de integrar este Diagnóstico Base, el único sistema de manejo específico para RME que está organizado y que es efectivo para valorización o disposición de los residuos es el ofrecido por prestadores de servicios privados.

Sin embargo, no todos los generadores de este tipo de residuos tienen servicios con prestadores privados, generalmente porque el costo es mayor y porque el sistema de limpieza del ayuntamiento les ofrece el servicio de recolección por cantidades sustancialmente menores.

Como parte del manejo de los RME, existen otras consideraciones a tomar en cuenta, las cuales no se restringen a las operaciones de recolección, transporte, selección, tratamiento o valorización y disposición final. Se trata de tópicos de la gestión integral relacionados principalmente con temas jurídicos o legislativos que guardan estrecha relación con el manejo y los costos aplicados a los residuos de manejo especial, de manera que el manejo implícito en la legislación no está reflejado en el manejo cotidiano de los residuos de manejo especial.

En la clasificación de los residuos de manejo especial establecida en la LGPGIR indica que son RME los generados por grandes generadores de RSU (10 t al año).

Esta clasificación expresada a partir de la regulación, no es aplicada por los sistemas públicos de recolección, de manera que igual recogen de un domicilio que de una pequeña industria, comercio o servicio.

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 y sus modificaciones, está diseñada para elaborar planes de manejo de RME, ya que contiene los elementos y procedimientos para su elaboración e implementación; pero en la práctica, su contenido no se cumple y los planes de manejo registrados actualmente en SEMARNAT en general no responden a los fines que persigue la regulación: fomentar el reciclaje y reintegrar los materiales valiosos a las cadenas de valor.

Los planes, por lo general, involucra a los residuos presentados por una sola empresa y sus productos, y no se incluyen los participantes de la cadena de valor: importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores, lo que hace que su plan no sea efectivo en el control de residuos que se desea, llegando incluso a ser sólo educativos o una guía de procedimientos para sus miembros, dejando de lado el objetivo principal del instrumento: reintegrar los materiales con valor nuevamente a las circuitos productivos, cumpliendo, lo que ahora se hace llamar ,economía circular.

Lo mismo sucede cuando el plan de manejo está diseñado por una asociación, cámara o agrupación. En ese caso el diseño del plan de manejo es únicamente considerado como un requisito para cumplir la Ley, que no tiene mayor implicación, ya que su presentación les permite continuar sus actividades, pero en la realidad no hay un efecto directo en mejorar el manejo o la gestión de los residuos, y mucho menos en reintegrar los materiales con valor nuevamente a circuitos productivos.

Un fenómeno común en el manejo de los RME es su clasificación *per se*, toda vez que estos residuos se clasifican como RME, solamente cuando cumplen los requisitos establecidos en la regulación, sin embargo, y de manera pragmática, los generadores consideran a un residuo como de manejo especial cuando lo desclasifican de peligroso (a través de análisis o gestión), pero al no estar en los listados contenidos en la regulación (LGPGIR, Reglamento de la Ley y la NOM-161-SEMARNAT-2011), se encuentran en un limbo jurídico, tal es el caso de algunos residuos del sector petrolero y minero.

Finalmente, en algunos sectores productivos sólo se tiene la competencia federal en materia de residuos y aunque los estados tienen las atribuciones para regular los RME, en estos casos no pueden ejercer su potestad afectando la gestión integral de los RME.

3.4 Análisis de la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial

Los esfuerzos que se han emprendido para cumplir lo establecido en la LCPGIR y en la NOM-161-SEMARNAT-2011 no han logrado el cometido de modificar el manejo de los RME para reintegrarlos a la cadena productiva. Las razones son múltiples. Algunas son reglamentarias, otras son operativas o técnicas. Sin duda, en los exiguos resultados obtenidos, un elemento de gran importancia es la falta de aplicación de la Ley. A continuación se detallan las causas mencionadas.

3.4.1 RAZONES DE TIPO REGLAMENTARIO

Las razones de esta índole incluyen rubros legislativos, normativos, de trámites, entre otras. El análisis ha permitido identificar, a manera de resumen, las siguientes:

- a. La elaboración del listado para definir residuos de manejo especial siempre es limitada, incompleta y desactualizada, por lo que debe desarrollarse otra manera de identificar a los residuos. Por ejemplo, identificar aquellos útiles para el reciclaje y definir con claridad las características que deben cumplir de manera que un residuo nuevo pueda ser identificado con facilidad, tanto por el generador como por las autoridades encargadas de la vigilancia, o de aquellos residuos que deben ser destinados a la generación de energía eléctrica, térmica o mecánica, como los residuos orgánicos.
- b. Corregir los vacíos entre autoridades federales y locales en materia de residuos de manejo especial y aclarar sus atribuciones con relación a empresas identificadas de ámbito federal.
- c. Los planes de manejo han mostrado ser inoperantes por falta de claridad, las entidades federativas aplican estos planes como una manera de obtener información de los generadores y, en todos los casos, no se aplica el plan de manejo para productos puestos en el mercado y que se convierten en residuos después de su consumo. Las excepciones a esto es el PET, donde hay clara evidencia de la recuperación de este material por los productores y aún con resultados limitados, el de neumáticos usados, los cuales a pesar de los esfuerzos no se ha consolidado como un plan de manejo adecuado para fomentar el reciclaje de estos residuos. El del sector electrónico se encuentra disgregado y los esfuerzos de reciclaje y recuperación son reducidos, sin un mecanismo de trazabilidad claro por parte de la autoridad.
- d. Es necesario que la regulación, su aplicación, reporte y seguimiento sea estandarizado, de manera que todo el país reporte de la misma forma, con el mismo nivel de información y criterios, esto mejorará sustancialmente la vigilancia a los generadores y permitirá el desarrollo de mejores instrumentos de regulación, económicos y sociales que contribuyan al desarrollo sustentable del país. Mucho de esto puede ser alcanzado con una buena estrategia de comunicación, una gestión adecuada con las entidades federativas y buenos instrumentos de reporte de información que organice adecuadamente la gestión de residuos en el país y reduzca aspectos como:

diferencia en la separación de residuos en las entidades, reporte con información diferente a la indicada en la NOM-161-SEMARNAT-2011 y sus modificaciones

La estructura regulatoria indica que una Ley General es la de mayor jerarquía, siendo el reglamento de ésta, el que la clarifica y complementa, mientras las normas detallan y especifican aquellos elementos que se requieren por el reglamento para una correcta aplicación por la población.

En el caso de los RME, el detalle de cada fracción indicada en la Ley y siguiendo lo especificado en el reglamento, no ha sido del todo efectivo debido a que las fracciones incluyen corrientes de residuos específicos como son:

- Residuos de la construcción
- Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales
- Neumáticos usados
- Autos usados al final de su vida útil

Y por otro lado se enfoca a ciertos generadores que conjuntan a muchos actores, como:

- Sector Salud
- Sector Transporte
- Tiendas departamentales
- Sector Tecnológico

Estos dos listados causan ciertas confusiones en su interpretación y en la responsabilidad de los diversos actores y se observa también, que existen de manera repetitiva algunos



Foto: Freepik Image Bank.

residuos que no están listados como residuo, pero está indicado de manera repetitiva en algunos sectores:

- Papel y cartón
- Plásticos
- Envases y embalajes de madera
- Vidrio
- Orgánicos
- Envases metálicos
- Neumáticos usados
- Electrónicos y algunos electrodomésticos

Lo anterior, hace difícil la implementación de la regulación, debido a lo complicado de los criterios para la elab-

boración de los listados contenidos en la regulación; la falta de reporte por los generadores de RME y que los listados son siempre incompletos, vuelven en su conjunto, una interacción difícil de entender por los generadores y por las autoridades encargadas de su vigilancia.

Una posible alternativa a esta situación es definir los residuos de manejo especial a través de características específicas, complementado con una clara identificación de aquellos residuos con un destino de reciclaje o de valorización, eliminando los listados y aportando mayor estabilidad y durabilidad al contenido de todos estos instrumentos.



Foto: Freepik Image Bank.

Adicionalmente, la inclusión de los productos que al transcurrir su vida útil se desechan, entre otros los electrodomésticos (refrigeradores, secadoras, lavadoras, aires acondicionados y hornos de microondas) que no están incluidas como fracción en la LGPGIR y tampoco en el reglamento de la mencionada Ley, no son reportadas ni existe algún plan de manejo asociado, mucho menos se ha identificado la necesidad de contar con lugares para su disposición final o de control en su manejo y disposición final. En general, algunos planes de manejo incluso no son operativos y son más educativos o contemplativos que funcionales y operativos.

El diseño actual de los planes de manejo no permite conjuntar la cadena de valor, toda vez que consiente a cada integrante realizar su propio plan o en su caso asociarse a otros planes. Estas condiciones únicamente permitieron sensibilizar a algunos generadores de RME a presentar un plan de manejo, pero al no haber implicación o sanción asociada a su falta, tampoco hay efecto ambiental asociado a esta acción, y ninguna motivación para estar en –o contar con– un plan de manejo como estrategia para mejorar la gestión de residuos de manejo especial.

Como ejemplo de ello, al plan de manejo del PET se le identifica como el de mejores resultados, a pesar de que sólo se logra recuperar ligeramente más de 50% de los envases que se expenden en el mercado, y a pesar de ser una tasa de recuperación considerada de las más altas del mundo, el déficit en relación con la producción es aún muy elevado. En este plan no se incluye a todos los actores involucrados en la presencia de envases de PET en el mercado, ni las importaciones o exportaciones del material.

Finalmente, la elaboración de un plan de manejo no recae sobre un tipo de residuo, sino en cada uno de los ge-

neradores, responsables todos. Pero la regulación permite la existencia de muchas estrategias que, adicionadas a la falta de sanciones por no contar con un plan de manejo, propician incertidumbre de la aplicación de este instrumento y de conjunción de los esfuerzos en una solución, sino que disgrega, divide y reduce los esfuerzos a emprendimientos individuales.

Otra razón de tipo regulatorio se enfoca en el análisis de los cambios legislativos que se han hecho a la LGPGIR, los cuales se han enfocado en adicionar fracciones que sólo responden a intereses temporales, como las pilas, las cuales se han incluido como de manejo especial.

De igual forma, de manera pragmática la población autodefine a los residuos de manejo especial, cuando quieren desclasificarlos como residuos peligrosos, entonces, en automático pasan a ser de manejo especial.

Es importante mencionar que uno de los elementos de tipo legislativo que ha hecho muy difícil la implementación de los residuos de manejo especial, la cual se ha hecho con base en listados que no son adecuados, por generar a su vez grandes listados, y a pesar de ello siempre habrá un residuo que no esté incluido en los mismos.

La inclusión de los RSU generados en alto volumen, como residuos de manejo especial, causa confusión en la aplicación de la regulación de los mismos. Por ejemplo, los residuos relacionados con unidades habitacionales que, por la cantidad generada, correspondería clasificarlos como de manejo especial, no sucede porque son atendidas por los servicios de limpia municipales y no pagan las cuotas correspondientes; esto se replica en oficinas, escuelas, entre otros sitios generadores de altos volúmenes de residuos.

3.4.2 RAZONES DE TIPO OPERATIVO O TÉCNICO

Los generadores de residuos de manejo especial tienen dos maneras de reportar la gestión de sus residuos:

- a. A través de los instrumentos locales como Licencias Ambientales o Cédulas de Operación –ambos trámites anuales–. Sin embargo, su presentación no implica necesariamente realizar acciones de mejora en su gestión o de incremento del reciclaje, porque no hay seguimiento. Estos trámites son para planes de manejo individual donde el beneficio sólo es para el promovente, en virtud de involucrar los residuos generados por su proceso productivo, y cualquier modificación solamente lo afecta o beneficia al mismo.
- b. A través de los planes de manejo de sus productos que al terminar su vida útil se convierten en residuos. En estos planes los mecanismos de reporte no son claros, toda vez que el Estado es quien tiene atribuciones para sancionar la operación del plan, pero muchos de ellos son registrados en SEMARNAT y, por tanto, presentar reportes entra en consideraciones más de tipo voluntario que obligatorio, y no son sancionables, ni homogéneos. Cabe señalar que los beneficios de la aplicación de este tipo de planes son para toda

la población y no se restringen a un beneficio individual.

Otro aspecto operativo o técnico está relacionado con la recolección de estos residuos, toda vez que es realizada por el servicio de limpia municipal o empresas privadas. Esta situación es una competencia que favorece claramente a los servicios de limpia municipal, los cuales no están sujetos a esquemas de regulación sancionables como sí lo están los servicios privados. Dicha recolección se realiza sin considerar la actualización o las mejoras en tecnologías y equipamiento. En ambos casos no son obligados a presentación de informes o reportes frecuentes.

Una excepción ocurre en la Ciudad de México, donde mediante el trámite denominado Registro y Autorización de Establecimientos Mercantiles y de Servicios para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (RAMIR) se presiona a las empresas registradas a proporcionar u obtener servicios adicionales con empresas también registradas. Para conservar el registro, este procedimiento obliga a realizarse de manera anual, con reportes semestrales.

Por lo que respecta a los generadores del sector petrolero, éstos no están incluidos en los listados de los residuos de manejo especial y no es clara su aplicación. Sin embargo, ellos se consideran una actividad federal, donde los estados y, mucho menos, los municipios no tienen atribuciones para incidir en su actividad, esto a pesar de que generan también residuos sólidos urbanos y de manejo especial.



Foto: Freepik Image Bank.



Foto: Freepik Image Bank.

4 RESIDUOS PELIGROSOS

La problemática relacionada con la generación, incremento, manejo y procesamiento de residuos peligrosos en un país de gran población como México, con centros de población bien focalizados que, para la satisfacción de bienes y servicios, demandan mayor cantidad de materias primas, también implica desafíos a futuro en la búsqueda de la sustentabilidad y de las buenas prácticas en las actividades económicas, con el objetivo de reducir los impactos negativos sobre la salud de la población y el entorno.

El objetivo de la legislación mexicana en materia de residuos peligrosos, desde 1988, es asegurar la trazabilidad desde su fuente de generación hasta su destino final, utilizando diversos instrumentos de gestión ambiental; entre otros, el Inventario Nacional de Generación de Residuos Peligrosos (INGRP), el cual constituye una herramienta clave para la toma de decisio-

nes, porque proporciona información para conocer las necesidades de infraestructura relativas a su manejo, establece prioridades y fija indicadores para la valorización y la reducción de los residuos referidos.

Es importante resaltar las facultades establecidas en el marco jurídico de México, en el cual se establece que el ente responsable del control y de la gestión de los residuos peligrosos es la Federación, a través de la SEMARNAT, aunque también las entidades federativas y los municipios pueden intervenir en el control de los residuos generados por microgeneradores mediante la firma de un convenio con la Federación.

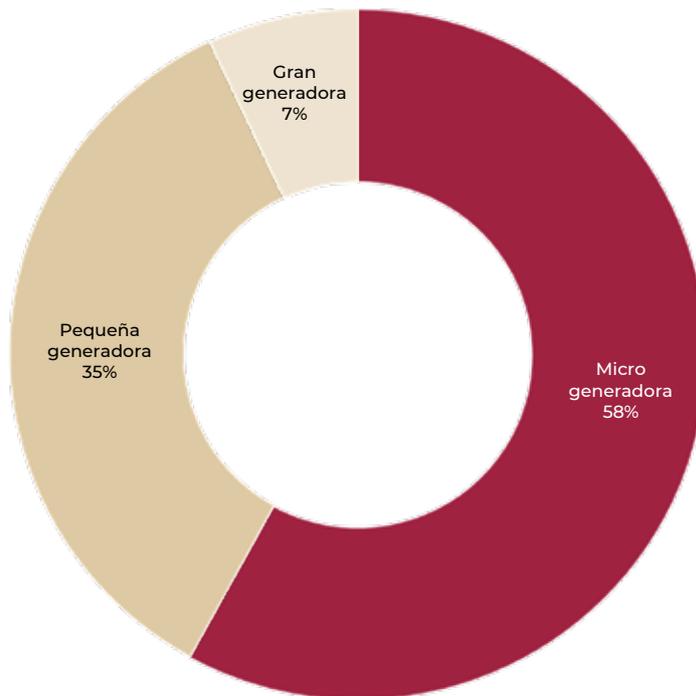
En el presente diagnóstico se tratan de forma puntual los datos rendidos por las principales instancias federales que dan seguimiento a la generación y al manejo integral de los residuos peligrosos en el país.

4.1 Generación

De acuerdo con el INGRP y el padrón de generadores de residuos peligrosos de la SEMARNAT, la generación total de residuos en México en el año 2017 fue de 2,447,596.58 t. Con base en la categorización de generadores establecida en la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en 2017 existían 67,342 establecimientos de microgeneradores²⁵,

en los cuales se generaron 14,197 toneladas de residuos peligrosos, asimismo 40,268 establecimientos e industrias de pequeños generadores²⁶, que generaron 116,560.91 toneladas, y 7,548 empresas industriales y establecimientos de grandes generadores²⁷, que generaron 2,316,838.10 toneladas a nivel nacional (Ver Figura 56).

FIGURA 56. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL POR NÚMERO DE EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN CATEGORÍA DE GENERACIÓN, 2014-2017



Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

25 Establecimientos de carácter industrial, comercial o de servicios que generen hasta 400 kg de residuos peligrosos anuales.

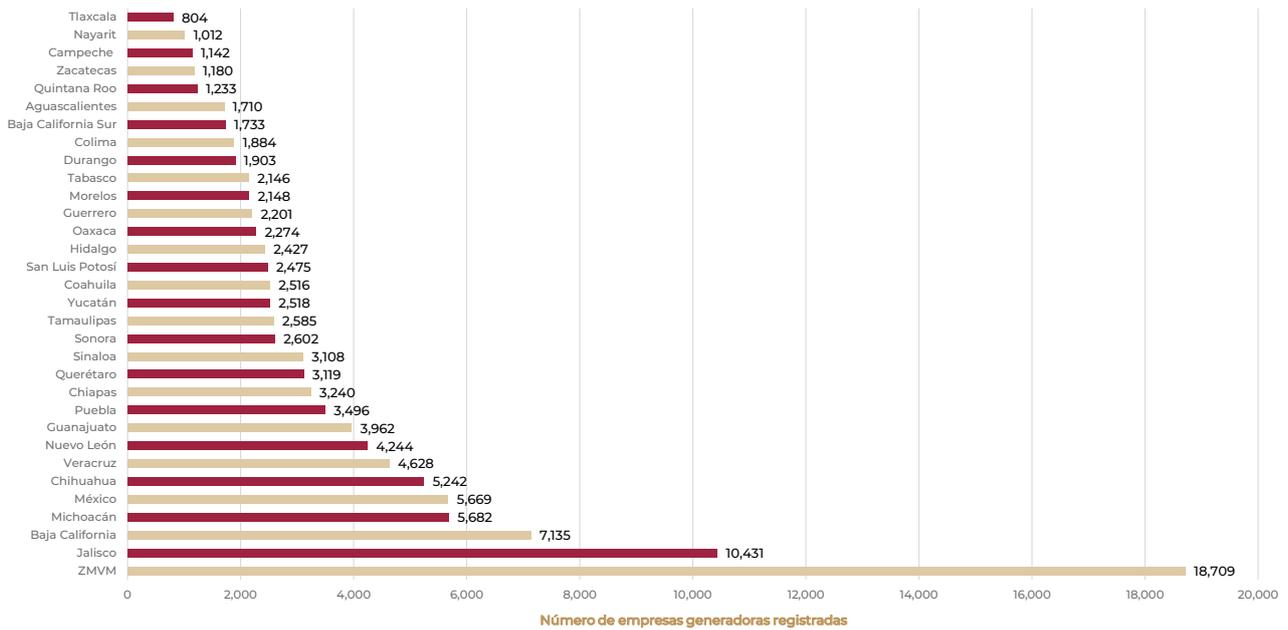
26 Personas físicas o morales que generen entre 400 kg y 10 toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año.

27 Personas físicas o morales que generen una cantidad igual o superior a 10 toneladas de peso bruto total de residuos peligrosos al año.

El 94.7% de los residuos peligrosos generados en el país provino de grandes generadores; 4.7% de los pequeños generadores, y 0.6% de los microgeneradores. En la Figura 57 se muestra el número de empresas registradas como generadoras de residuos peligrosos por entidad federativa, referente al periodo 2004 a 2017; se observa que la

mayor cantidad de empresas generadoras de residuos peligrosos se ubica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)²⁸, con 18,709 establecimientos. Le secundan las entidades federativas de Jalisco (10,431); Baja California (7,135); Michoacán (5,682) y Estado de México (5,669).

FIGURA 57. NÚMERO DE EMPRESAS REGISTRADAS COMO GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2014-2017



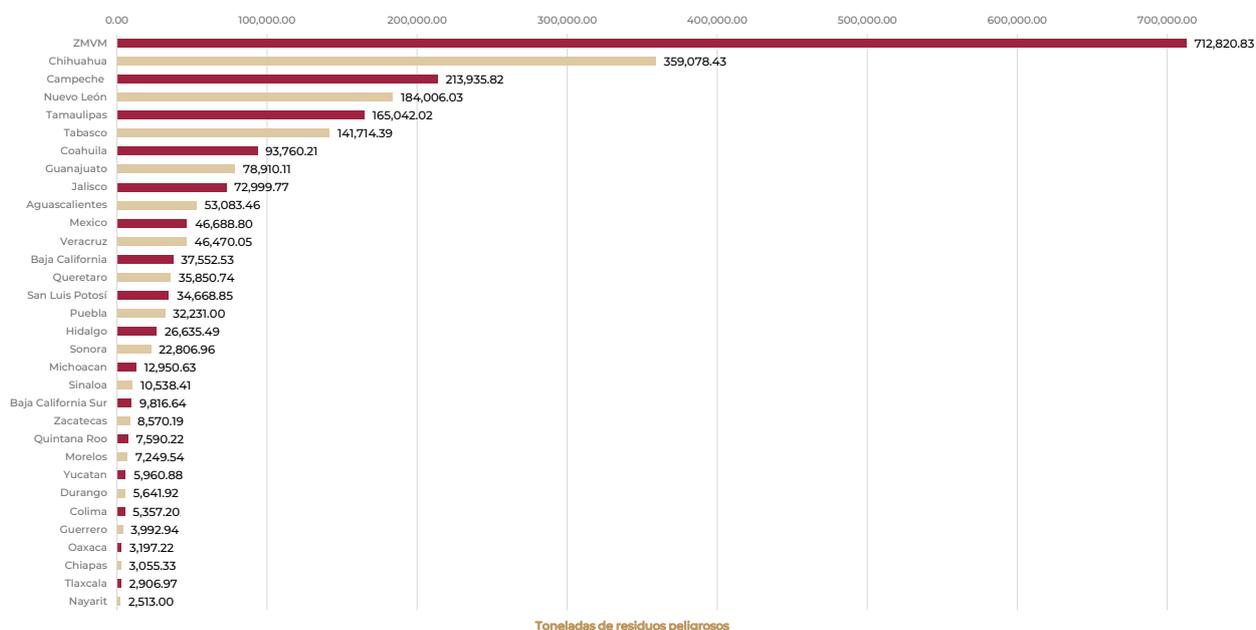
Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

²⁸ Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) comprende, además de la Ciudad de México, los municipios de Atizapán de Zaragoza, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Tecámac, Texcoco, Tlalnepantla, Tultitlan, Valle de Chalco.

En la Figura 58 se muestra la generación de residuos peligrosos, distribuida por entidad federativa en el periodo 2004-2017. Los estados que reportan más de 100 mil toneladas son: la ZMVM, seguida por Chihuahua, Campeche, Nuevo León, Tamaulipas y Tabasco, cuyo resultado es 1,776,597.52

toneladas generadas el año 2017. Estos representan el 73.29% del total. La ZMVM registra la mayor generación: 712,820 toneladas. En contraste, Tlaxcala cuantifica una generación de 2,906 toneladas mientras que Nayarit sólo registra 2,513 toneladas.

FIGURA 58. GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS PELIGROSOS POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2014-2017



Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

4.2 Generación de Residuos Peligrosos por sectores industriales

Con base en los datos de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR), de la SEMARNAT²⁹, al cierre de 2017, se

registraron 33 sectores como generadores de residuos peligrosos (Ver Tabla 64).

TABLA 64. GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS REPORTADA POR EMPRESAS REGISTRADAS, SEGÚN SECTOR INDUSTRIAL, 2004-2017

| SECTOR | GENERACIÓN ESTIMADA (t) |
|--|-------------------------|
| Acuacultura | 399.31 |
| Agrícola | 763.00 |
| Alimentario | 81,188.62 |
| Artículos y productos de diferentes materiales | 39,140.75 |
| Artículos y productos de plástico | 32,821.81 |
| Artículos y productos metálicos | 60,576.90 |
| Asbesto | 226.91 |
| Automotores | 248,821.88 |
| Celulosa y papel | 10,600.78 |
| Cemento y cal | 15,524.66 |
| Comunicaciones | 268.48 |
| Congelación, hielo y productos | 887.97 |
| Construcción | 18,497.76 |
| Equipos y artículos electrónicos | 87,661.90 |
| Exploraciones y explotaciones mineras | 527.47 |
| Explotación de bancos de materiales | 5,436.09 |
| Forestal | 205.86 |
| Generación de energía eléctrica | 14,496.57 |
| Madera y productos | 5,328.70 |
| Marítimo | 1,370.19 |
| Metalúrgica | 264,221.24 |
| Minero | 2,617.58 |

²⁹ Disponible en <http://cort.as/-K530> (Consultado el 19 de abril de 2019).

| SECTOR | GENERACIÓN ESTIMADA (t) |
|--|-------------------------|
| Petróleo y petroquímica | 139,731.72 |
| Pinturas y tintas | 63,266.49 |
| Prendas y artículos de vestir | 17,126.63 |
| Química | 240,827.66 |
| Servicios mercantiles que generan residuos peligrosos (SMGRP) | 148,771.74 |
| Servicios en manejo de residuos peligrosos (SMRP) | 44,367.53 |
| Prestadores de servicios que generan residuos peligrosos (PSGRP) | 883,087.78 |
| Siderúrgica | 525.52 |
| Textil | 9,528.15 |
| Vida silvestre | 36.48 |
| Vidrio | 8,742.44 |
| Total | 2,447,596.58 |

Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

Como se observa en la tabla anterior, los siguientes sectores reportaron una mayor generación de residuos peligrosos para el periodo 2004–2017, fueron: el de Prestadores de Servicios que Generan Residuos Peligrosos (PSGRP) con 883,087.78 toneladas; Servicios Mercantiles que Generan Residuos

Peligrosos (SMGRP) con 148,771.74 toneladas; y Servicios de Manejo de Residuos Peligrosos (SMRP) con 44,367.53 toneladas. Los giros productivos que componen estos sectores son diversos y pueden consultarse en los Cuadros 1, 2 y 3 siguientes.



Foto: Freepik Image Bank.

CUADRO 1. GIROS DEL SECTOR DE PRESTADORES DE SERVICIOS QUE GENERAN RESIDUOS PELIGROSOS

Reparación y mantenimiento de equipos · máquinas y vehículos industriales · servicio médico forense · maquila de acabado y pintado de piezas metálicas y de otros materiales · transporte de materiales peligrosos · edición, encuadernación y/o impresión · revitalización de llantas · ensobretado de documentos y publicidad comercial · servicios de hotel · transporte de carga en general · baños públicos · concesionarios de restaurantes, estacionamientos, locales y otros · recolección y transporte de residuos no peligrosos · recuperación de materiales · unidades de diagnóstico de enfermedades, solas o incluidas en instalaciones médicas · compra, empaque y venta de materiales reciclables · reconstrucción de acumuladores eléctricos · envasado de bebidas alcohólicas y de otros productos · laboratorios de rayos x · servicios públicos y privados de educación superior · investigación en ciencias biológicas y médicas · laboratorios de análisis clínicos, clínicas, centros de salud y consultorios · hospitales · laboratorios fotográficos · reparación y mantenimiento automotriz · servicios de administración de aeropuertos y helipuertos · almacenes de sustancias químicas · bancos de sangre · lavado y engrasado de autos · venta de lubricantes y cambio de aceites · lavanderías, tintorerías o planchadoras de ropa, textiles y otros · laboratorios de análisis de control de calidad de productos, sustancias y materiales · servicios funerarios y panteones · almacén de materiales, productos y otros.

CUADRO 2. GIROS DEL SECTOR DE SERVICIOS MERCANTILES QUE GENERAN RESIDUOS PELIGROSOS

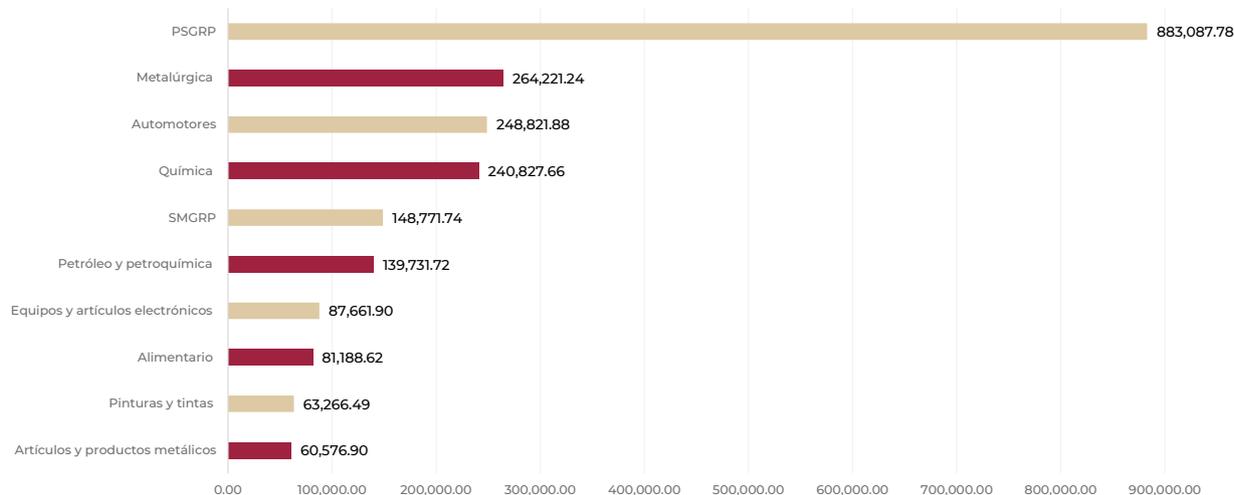
Estaciones de gas carburante · farmacias y droguerías · centros distribuidores de autotransportes · almacenes de refacciones y aditivos automotrices · gasolineras ubicadas fuera de zonas federales · almacén y venta de llantas para automotores · equipos para suspensión · centros comerciales y/o tiendas departamentales.

CUADRO 3. GIROS DEL SECTOR DE SERVICIOS EN MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Tratamientos de diversas modalidades de residuos peligrosos: físico · químico · biológico · térmico · para uso como combustibles alternos *in situ* · centros integrales de manejo de residuos peligrosos · otros tratamientos de residuos peligrosos.

Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. (Información al 2017) Consultado el 19 Abril, 2019.

FIGURA 59. SECTORES GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS CON ESTIMACIONES MAYORES A 50 MIL TONELADAS, 2004-2017



Notas

PSGRP: Prestadores de servicios que generan residuos peligrosos.

SMGRP: Servicios mercantiles que generan residuos peligrosos.

Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. (Información al 2017) Consultado el 19 Abril, 2019.

Los 10 sectores que en el periodo 2004–2017 reportaron una generación de residuos peligrosos superior a 50 mil toneladas se muestran en la Figura 59. Concentran el 91% del total de toneladas generadas para el periodo señalado. Encabeza la lista el sector PSGRP con 883,087.78 toneladas, le secundan, Metalúrgica (264,221.24 t), Química (240,827.66 t), Automotores (248,821.88 t), SMGRP (148,771.74 t), Petróleo y petroquímica (139,731.72 t).

4.3 Generación estimada de Residuos Peligrosos por tipo o corriente de residuos

Con información del SNIARN para el periodo 2004-2017³⁰, en relación con

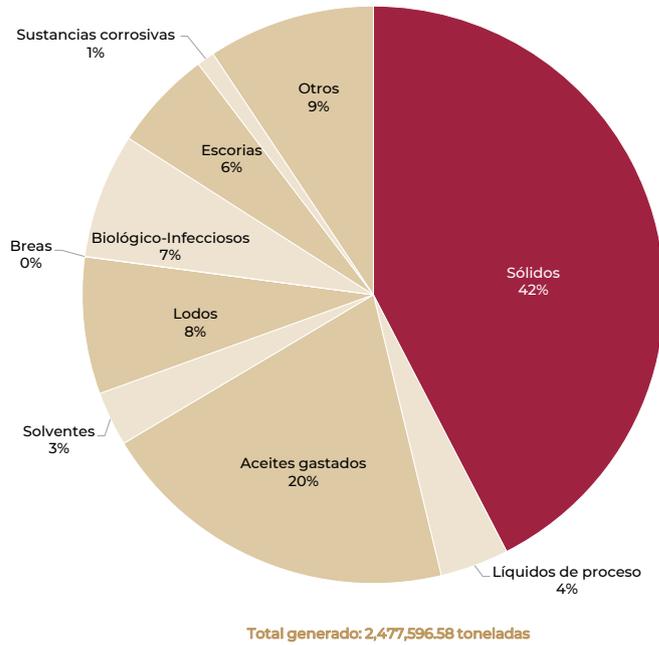
los tipos de residuos peligrosos generados por diversos sectores industriales, se observa que de un gran total de 2,447,596.58 toneladas, los más frecuentes son los sólidos, con el 42.43%, seguido por los aceites usados (20.14%) (Ver Figura 60).

4.3.1 RESIDUOS SÓLIDOS

En el periodo comprendido entre 2004–2017 los volúmenes de residuos peligrosos con mayor cantidad correspondieron a los residuos sólidos, reportando una generación estimada de 1,038,488.07 toneladas y representando el 42.43% del total generado, que incluyen: telas, pieles o asbestos; de mantenimiento automotriz, con metales pesados, tortas de filtrado y otros sólidos.

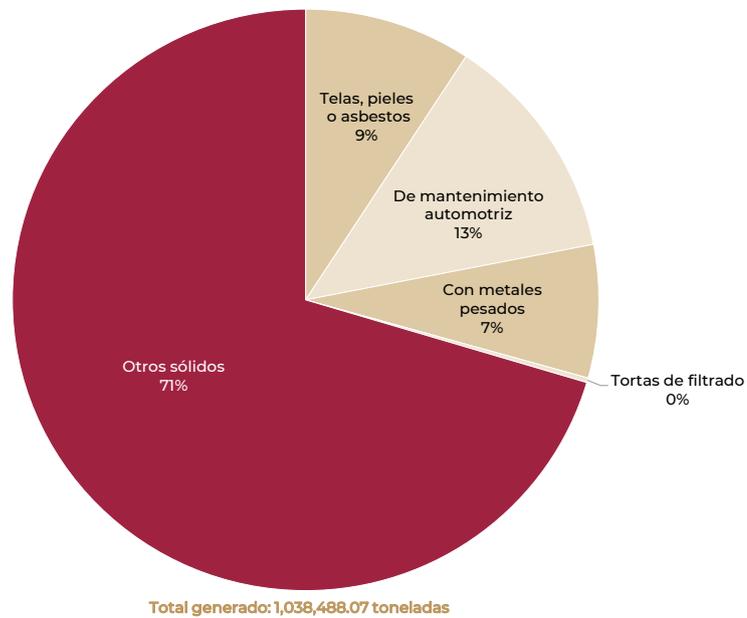
³⁰ Disponible en <http://cort.as/-K58e> (Consultado el 19 de abril de 2019).

FIGURA 60. PORCENTAJE DE GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN TIPO DE RESIDUOS, 2004-2017



Fuente: SNIARN.SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

FIGURA 61. TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS GENERADOS, 2004-2017



Fuente: SNIARN.SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

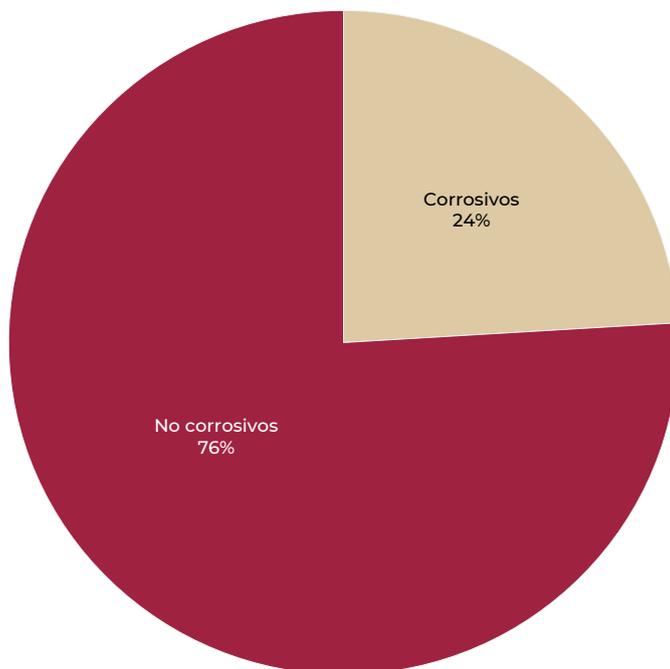
4.3.2 LÍQUIDOS DE PROCESO

Los líquidos residuales de proceso reportan una generación de 93,523.24 toneladas entre el 2004-2017 y representan el 3.82%, provienen principalmente de las industrias productoras de sustancias químicas, derivados del petróleo y el carbón, hule y plástico, así como de las industrias textiles, del cuero, metal básica y de minerales no metálicos.

4.3.3 ACEITES GASTADOS

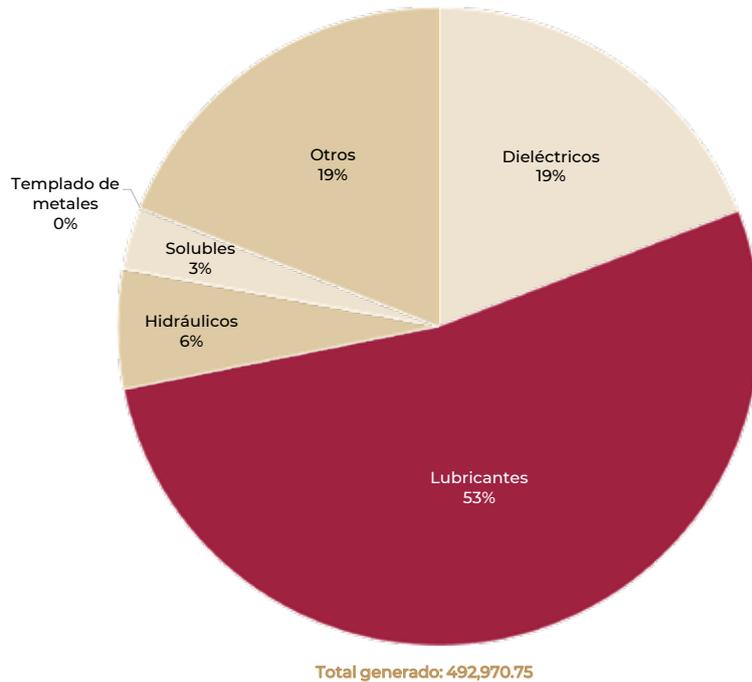
Los aceites gastados fueron generados principalmente por servicios de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo de todos los giros industriales, así como en el sector de transporte, en el periodo de 2004-2017 se cuantificaron 492,970.75 toneladas, ocupando así el segundo lugar de la generación de residuos por tipo y representando el 20.14% del total; incluye: dieléctricos, lubricantes, hidráulicos, solubles, templado de metales y otros aceites.

FIGURA 62. LÍQUIDOS DE PROCESO SEGÚN TIPO DE CLASIFICACIÓN, 2004-2017



Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

FIGURA 63. ACEITES GASTADOS POR TIPO GENERADO, 2004-2017



Fuente: SNIARN. SEMARNAT-DGGIMAR. Consultado el 19 Abril, 2019.

4.4 Generación por tipos de sustancias peligrosas registradas en el RETC

La Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (DGGCARETC)³¹, de la SEMARNAT, concentra datos de 2,690 empresas en el territorio mexicano, las cuales están identificadas a nivel estatal y municipal. En el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) se identifican 21 sectores, 236

subsectores y 76 sustancias peligrosas, así como de contaminación en el aire.

La ubicación de estas 2,690 empresas generadoras de residuos en el territorio nacional se muestra en el mapa de la Figura 64. Es importante hacer hincapié que, como se mencionó en el párrafo anterior, esta representación incluye tanto lo referente las sustancias peligrosas como de contaminantes del aire.

³¹ <http://sinat.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php>

FIGURA 64. UBICACIÓN DE EMPRESAS REGISTRADAS EN EL RETC, 2017



Fuente: RETC. SEMARNAT-DGGCARETC. (Información de 2017). Consultado el 19 Abril, 2019.

4.5 Sistema de manejo

El sistema de manejo de los residuos peligrosos es presentado con el análisis de cada fase que lo compone, de acuerdo con la cantidad de empresas registradas y a la capacidad instalada, resaltando que la recolección y transporte, así como el acopio, son fases del manejo de los residuos donde no se realiza ninguna actividad de transformación de éstos.

La información de las fases de manejo de los Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI) y los Bifenilos Policlorados (BPCS), se analiza de forma independiente ya que cuentan con in-

fraestructura propia para su manejo; lo mismo ocurre con los datos de las actividades de importación y exportación.

Con base en el Artículo 50 de la LGPGIR, la SEMARNAT establece la autorización para el manejo de los residuos peligrosos que incluye transporte, reciclado, aprovechamiento, co-procesamiento, reutilización, tratamiento, incineración, confinamiento, almacenamiento y acopio, con el objetivo de su control y la prevención de los impactos negativos asociados a un mal manejo y recuperar los materiales que sean útiles por medio del reciclado y reutilización.

La información del sistema de manejo se encuentra organizada en nueve fases las cuales se presentan a continuación:

1. Recolección y transporte de residuos peligrosos
2. Almacenamiento y acopio
3. de residuos peligrosos
4. Reciclado de residuos peligrosos industriales
5. Co-procesamiento de residuos peligrosos industriales
6. Tratamiento de residuos peligrosos industriales

7. Incineración de residuos peligrosos industriales
8. Confinamiento de residuos peligrosos industriales
9. Aprovechamiento de residuos peligrosos industriales
10. Reutilización de residuos peligrosos industriales

4.5.1 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS

A lo largo del país se encuentran 1,562 empresas autorizadas que se dedican a este rubro, las cuales se muestran en la Tabla 65.

TABLA 65. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS, 2019

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE RECOLECCIÓN Y/O TRANSPORTE |
|----------------------|--|
| Aguascalientes | 10 |
| Baja California | 54 |
| Baja California Sur | 6 |
| Campeche | 33 |
| Chiapas | 7 |
| Chihuahua | 69 |
| Ciudad de México | 99 |
| Coahuila de Zaragoza | 68 |
| Colima | 16 |
| Durango | 23 |
| Guanajuato | 67 |
| Guerrero | 7 |
| Hidalgo | 19 |
| Jalisco | 97 |
| Estado de México | 277 |
| Michoacán | 5 |
| Morelos | 13 |
| Nayarit | 1 |
| Nuevo León | 197 |
| Oaxaca | 2 |

Continúa en la página 150

VIENE DE LA PÁGINA 149

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE RECOLECCIÓN Y/O TRANSPORTE |
|--------------------|--|
| Puebla | 44 |
| Querétaro | 29 |
| Quintana Roo | 1 |
| San Luis Potosí | 38 |
| Sinaloa | 7 |
| Sonora | 21 |
| Tabasco | 69 |
| Tamaulipas | 109 |
| Tlaxcala | 8 |
| Veracruz | 157 |
| Yucatán | 8 |
| Zacatecas | 1 |
| Total | 1,562 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.5.2 ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Un total de 640 empresas autorizadas para el almacenamiento y acopio, cuentan con una capacidad total ins-

talada de 2,910,914.41 toneladas aproximadamente, vigente al 15 de febrero del 2019. La distribución de capacidades por entidad federativa se muestra en la Tabla 66.



Foto: Freepik Image Bank.

TABLA 66. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES, 2019

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE ALMACENAMIENTO Y ACOPIO | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|---|------------------------------------|
| Aguascalientes | 8 | 10,221.28 |
| Baja California | 25 | 31,424.06 |
| Baja California Sur | 6 | 17,570.00 |
| Campeche | 7 | 2,516.12 |
| Chiapas | 7 | 1,222.70 |
| Chihuahua | 45 | 21,508.39 |
| Ciudad de México | 28 | 7,304.29 |
| Coahuila de Zaragoza | 31 | 588,634.88 |
| Colima | 12 | 4,051.84 |
| Durango | 13 | 6,214.06 |
| Guanajuato | 24 | 59,112.77 |
| Guerrero | 6 | 7,607.30 |
| Hidalgo | 6 | 15,308.00 |
| Jalisco | 46 | 43,859.26 |
| Estado de México | 106 | 1,055,056.06 |
| Michoacán | 7 | 2,371.44 |
| Morelos | 6 | 310.10 |
| Nayarit | 3 | 259.60 |
| Nuevo León | 60 | 524,549.88 |
| Oaxaca | 1 | 5.76 |
| Puebla | 17 | 6,452.00 |
| Querétaro | 16 | 76,655.77 |
| Quintana Roo | 2 | 161.77 |
| San Luis Potosí | 18 | 16,333.12 |
| Sinaloa | 11 | 1,134.77 |
| Sonora | 21 | 14,683.76 |
| Tabasco | 22 | 6,637.89 |
| Tamaulipas | 28 | 103,475.60 |
| Tlaxcala | 5 | 11,057.50 |
| Veracruz | 42 | 192,273.64 |
| Yucatán | 10 | 1,051.80 |
| Zacatecas | 1 | 81,889.00 |
| Total | 640 | 2,910,914.41 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponibile en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

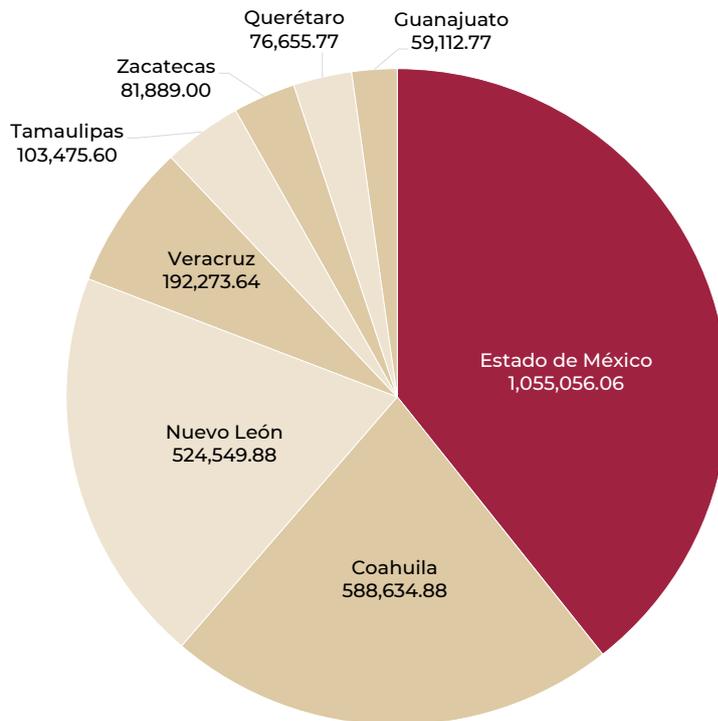
Con base en la información de almacenamiento y acopio de residuos peligrosos organizadas por entidad federativa, reportada por las empresas autorizadas, las entidades con una capacidad instalada de manejo mayor a 50 mil toneladas anuales son: Estado de México con 1,055,056.06 toneladas, Coahuila de Zaragoza 588,634.88 toneladas, Nuevo León 524,549.88 toneladas, Tamaulipas 103,475.60 toneladas, Zacatecas 81,889 toneladas, Querétaro 76,655.77 toneladas, Vera-

cruz 192,273.64 toneladas y Guanajuato 59,112.77 toneladas (Figura 66). Estas entidades agrupan el 92% de la capacidad nacional en este rubro.

4.5.3 RECICLADO DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

Existen 208 empresas autorizadas para el reciclaje con una capacidad total instalada de 9,751,743.9 toneladas aproximadamente, vigente al 15 de febrero del 2019, las cuales se muestran en la Tabla 67.

FIGURA 66. ENTIDADES FEDERATIVAS CON CAPACIDAD INSTALADA MAYOR A 50 MIL TONELADAS PARA EL ALMACENAMIENTO Y ACOPIO DE RESIDUOS PELIGROSOS. 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

TABLA 67. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA RECICLAJE DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE RECICLADO | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Aguascalientes | 1 | 5,160.00 |
| Baja California | 21 | 582,407.16 |
| Baja California Sur | 0 | 0.00 |
| Campeche | 0 | 0.00 |
| Chiapas | 0 | 0.00 |
| Chihuahua | 3 | 8,780.00 |
| Ciudad de México | 5 | 13,096.40 |
| Coahuila de Zaragoza | 8 | 1,079,351.00 |
| Colima | 1 | 100,800.00 |
| Durango | 1 | 24,000.00 |
| Guanajuato | 7 | 81,095.80 |
| Guerrero | 1 | 15,000.00 |
| Hidalgo | 9 | 225,016.00 |
| Jalisco | 11 | 117,392.00 |
| Estado de México | 36 | 2,373,110.40 |
| Michoacán | 2 | 51,456.00 |
| Morelos | 0 | 0.00 |
| Nayarit | 1 | 645.48 |
| Nuevo León | 45 | 2,351,997.40 |
| Oaxaca | 2 | 2,854.00 |
| Puebla | 6 | 240,437.00 |
| Querétaro | 9 | 330,224.00 |
| Quintana Roo | 0 | 0.00 |
| San Luis Potosí | 11 | 143,244.00 |
| Sinaloa | 3 | 53,520.00 |
| Sonora | 4 | 70,700.00 |
| Tabasco | 5 | 773,440.00 |
| Tamaulipas | 2 | 107,240.00 |
| Tlaxcala | 3 | 96,289.00 |
| Veracruz | 8 | 888,216.26 |
| Yucatán | 2 | 15,840.00 |
| Zacatecas | 1 | 432.00 |
| Total | 208 | 9,751,743.90 |

* Al 15 de febrero de 2019.

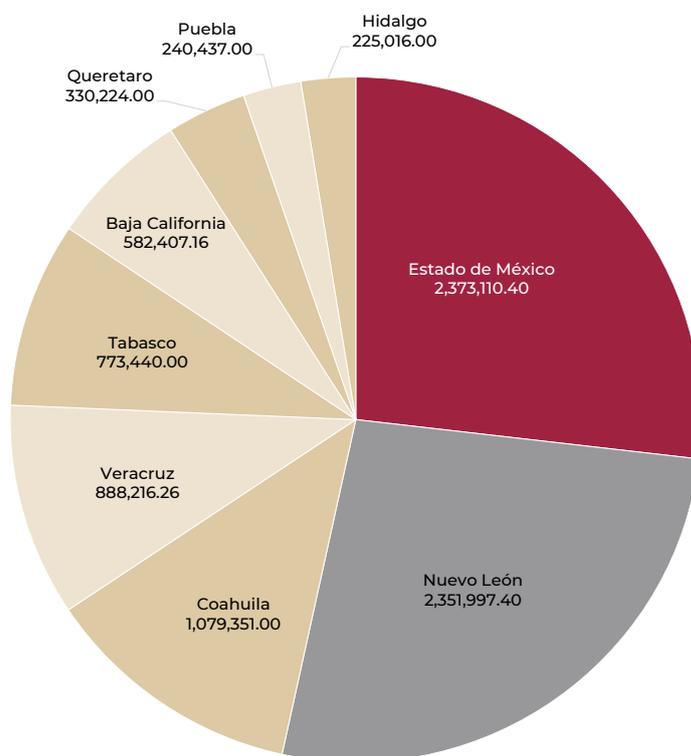
Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.

Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

Con base en la información de reciclaje de residuos peligrosos organizada por entidad federativa, reportada por las empresas autorizadas, las nueve entidades con una capacidad instalada de manejo mayor de 200,000 toneladas son: Estado de México con 2,373,110.4 toneladas, Nuevo León 2,351,997.4 toneladas, Veracruz 888,216.26 toneladas,

Tabasco 773,440 toneladas, Coahuila de Zaragoza 1,079,351 toneladas, Hidalgo 225,016 toneladas, Querétaro 330,224 toneladas y Baja California con 582,407.16 toneladas (Figura 67). Estas entidades agrupan el 91% de la capacidad instalada nacional en materia de reciclaje.

FIGURA 67. ENTIDADES FEDERATIVAS CON CAPACIDAD INSTALADA MAYOR A 200 MIL TONELADAS, PARA EL RECICLAJE DE RESIDUOS PELIGROSOS, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.5.4 CO-PROCESAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

Un total de 33 empresas autorizadas se dedican al rubro de co-procesamiento con una capacidad total instalada de

160,420 toneladas aproximadamente, vigente al 15 de febrero del 2019. En la Tabla 68 y Figura 68 se muestran las empresas registradas por entidad federativa.

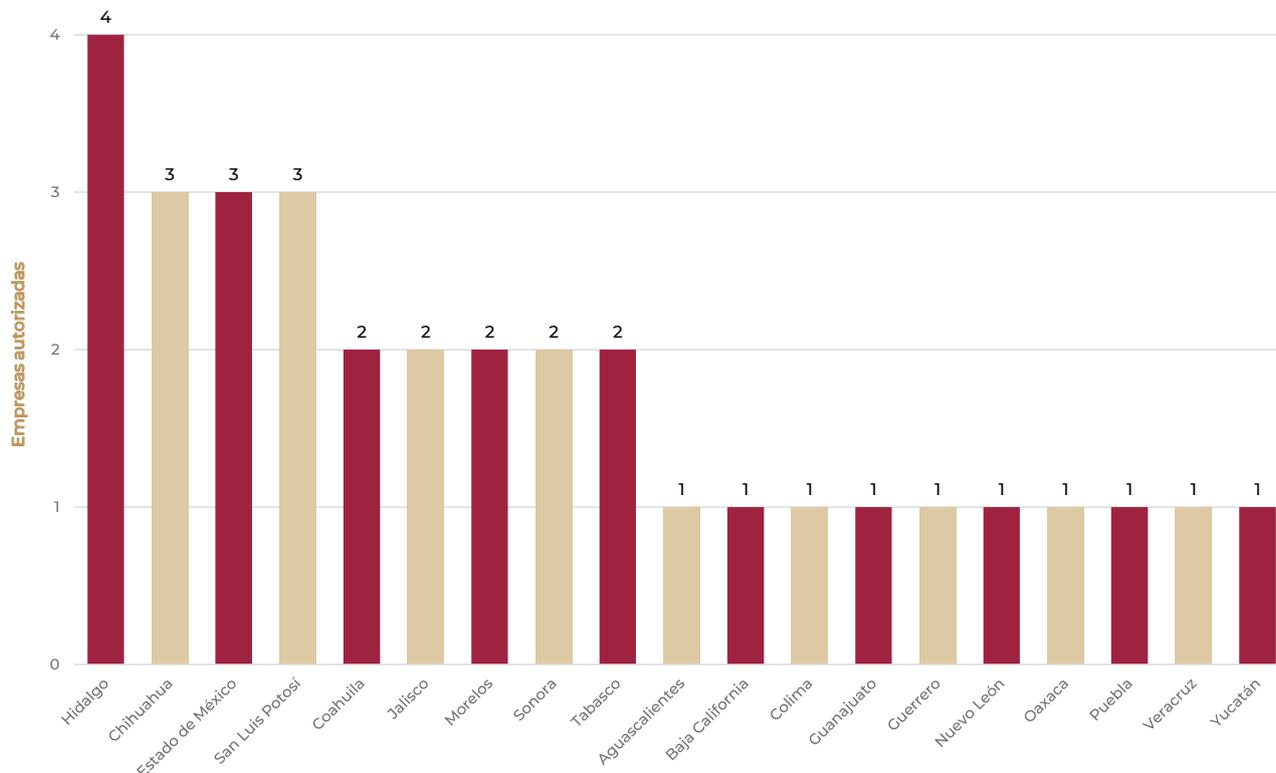
TABLA 68. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL CO-PROCESAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES, PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN ALTERNO

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE CO-PROCESAMIENTO | % DE SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLE ALTERNO | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|--|---|------------------------------------|
| Aguascalientes | 1 | 30% | 0 |
| Baja California | 1 | 30% | 0 |
| Chihuahua | 3 | 30%, 30%, 45% | 0 |
| Coahuila de Zaragoza | 2 | 30%, 30% | 0 |
| Colima | 1 | 48% | 0 |
| Guanajuato | 1 | 0 | 39,420 |
| Guerrero | 1 | 58% | 0 |
| Hidalgo | 4 | 30%, 30%, 30%, 40% | 0 |
| Jalisco | 2 | 30%, 30% | 0 |
| Estado de México | 3 | 58%, 30 % | 1,000 |
| Morelos | 2 | 30%, 30% | 0 |
| Nuevo León | 1 | 30% | 0 |
| Oaxaca | 1 | 30% | 0 |
| Puebla | 1 | 30% | 0 |
| San Luis Potosí | 3 | 30%, 60%, 30% | 0 |
| Sonora | 2 | 30%, 30% | 0 |
| Tabasco | 2 | 30% | 120,000 |
| Veracruz | 1 | 30% | 0 |
| Yucatán | 1 | 30% | 0 |
| Total | 33 | | 160,420 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 68. NÚMERO DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL CO-PROCESAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.5.5 TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

Se cuenta a nivel nacional con un total de 65 empresas autorizadas dedicadas al rubro de tratamiento³², con una capacidad total instalada de 6,962,036 toneladas aproximadamente, vigente al 15 de febrero del 2019. La distribución de autorizaciones por entidad federativa se muestra en la Tabla 69.

Con base en la información de tratamiento de residuos peligrosos orga-

nizadas por entidad federativa reportada por las empresas autorizadas, las entidades con una capacidad instalada de manejo mayor a 100 mil toneladas son siete y concentran el 96% de la capacidad nacional en este rubro: Nuevo León (3,298,189 t), Coahuila de Zaragoza (1,827,096 t), Tabasco (719,989 t), Estado de México (310,478 t), Ciudad de México (222,480 t), Guanajuato (156,180 t) y Veracruz (125,400 t), ver Figura 69.

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

TABLA 69. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES, POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2019

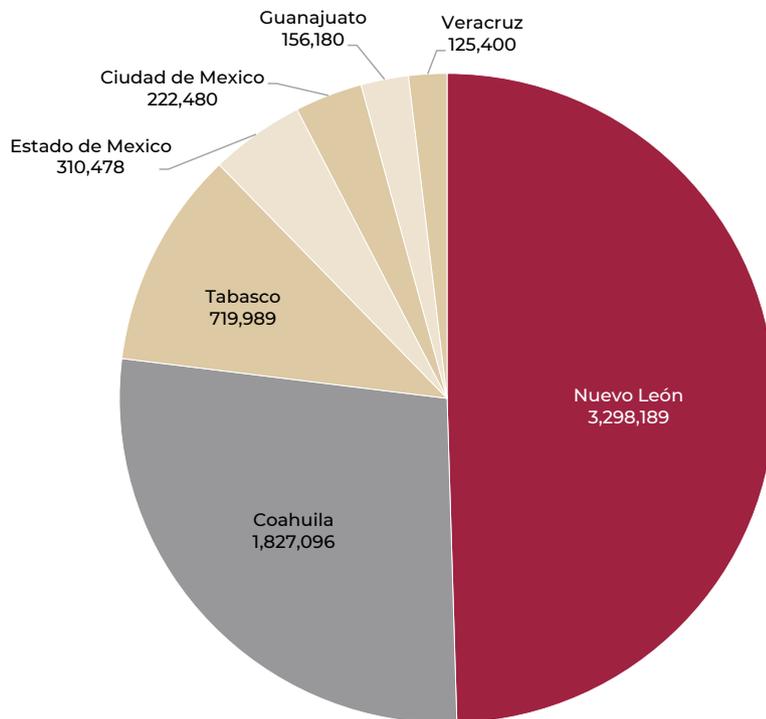
| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Baja California | 4 | 62,133 |
| Campeche | 1 | 37,800 |
| Chiapas | 1 | 17 |
| Chihuahua | 2 | 20,736 |
| Ciudad de México | 8 | 222,480 |
| Coahuila de Zaragoza | 7 | 1,827,096 |
| Guanajuato | 5 | 156,180 |
| Jalisco | 1 | 21,000 |
| Estado de México | 7 | 310,478 |
| Nuevo León | 14 | 3,298,189 |
| Querétaro | 2 | 63,000 |
| San Luis Potosí | 1 | 12,746 |
| Sonora | 1 | 12,000 |
| Tabasco | 5 | 719,989 |
| Tamaulipas | 3 | 68,300 |
| Veracruz | 2 | 125,400 |
| Yucatán | 1 | 4,493 |
| Total | 65 | 6,962,036 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.

Disponible en <http://cort.as/-K5R3>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 69. ENTIDADES FEDERATIVAS CON CAPACIDAD INSTALADA MAYOR A 100 MIL TONELADAS, PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.5.6 INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

Se cuenta con un total de nueve empresas autorizadas, que se dedican al rubro de incineración con una capacidad total instalada vigente al 15 de febrero del 2019, de 101,657.5 toneladas aproximadamente. La distribución por entidad federativa se muestra en la Tabla y Figura 70.

4.5.7 CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

El país cuenta con tres empresas autorizadas para el confinamiento de residuos peligrosos, con una capacidad total instalada de 1,917,378 aproximadamente, vigente al 15 de febrero del 2019. Se citan en la Tabla 71.

TABLA 70. EMPRESAS AUTORIZADAS PARA INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS, Y CAPACIDADES, POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2019

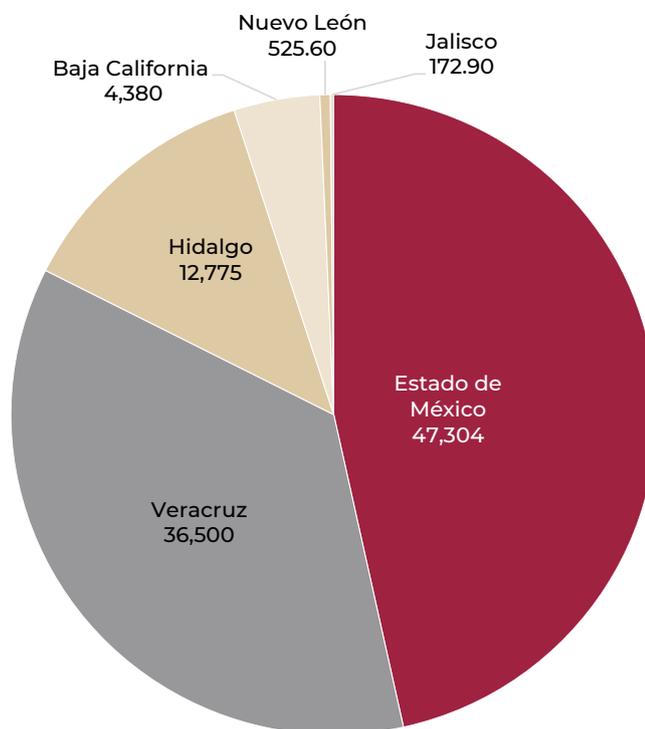
| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE INCINERACIÓN | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Baja California | 1 | 4,380.0 |
| Hidalgo | 1 | 12,775.0 |
| Jalisco | 1 | 172.9 |
| Estado de México | 4 | 47,304.0 |
| Nuevo León | 1 | 525.6 |
| Veracruz | 1 | 36,500.0 |
| Total | 9 | 101,657.5 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.

Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 70. ENTIDADES FEDERATIVAS CON EMPRESAS AUTORIZADAS PARA LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.

Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

TABLA 71. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE CONFINAMIENTO | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Coahuila de Zaragoza | 2 | 1,257,378 |
| Nuevo León | 1 | 660,000 |
| Total | 3 | 1,917,378 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
 Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 71. ENTIDADES FEDERATIVAS CON EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
 Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.5.8 APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

En el país existe un total de 12 empresas autorizadas para el rubro de aprovechamiento de residuos peligrosos,

con una capacidad total instalada vigente al 15 de febrero del 2019 de 12,788.62 toneladas aproximadamente. Las entidades federativas con participación en este rubro se muestran en la Tabla 72.

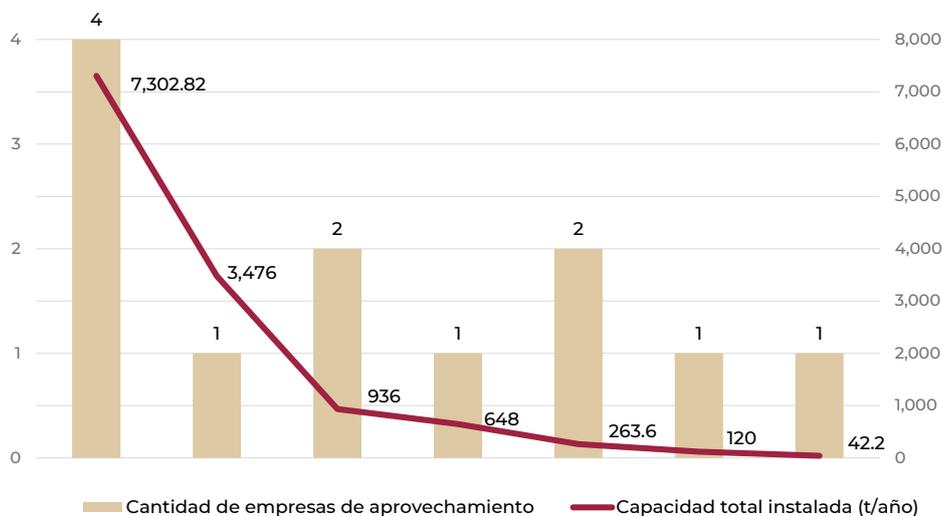
TABLA 72. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES, POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2019

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE APROVECHAMIENTO | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año) |
|----------------------|---|-----------------------------------|
| Baja California | 1 | 120.00 |
| Baja California Sur | 1 | 3,476.00 |
| Chiapas | 2 | 936.00 |
| Coahuila de Zaragoza | 2 | 263.60 |
| Estado de México | 1 | 648.00 |
| San Luis Potosí | 1 | 42.20 |
| Veracruz | 4 | 7,302.82 |
| Total | 12 | 12,788.62 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
 Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 72. ENTIDADES FEDERATIVAS CON EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
 Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.5.9 REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES

En el país existen cuatro empresas autorizadas para la reutilización de residuos peligrosos, con una capacidad

total instalada vigente al 15 de febrero del 2019, de 2,734 toneladas aproximadamente. Las entidades con empresas autorizadas se muestran en la Tabla 73.

TABLA 73. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA LA REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y CAPACIDADES, 2019

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE REUTILIZACIÓN | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Estado de México | 2 | 399.8 |
| Querétaro | 1 | 2,333.0 |
| Sinaloa | 1 | 1.5 |
| Total | 4 | 2,734.3 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 73. ENTIDADES FEDERATIVAS CON EMPRESAS DE REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.6 Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos

La información sobre los Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI) se analiza de forma independiente ya que cuentan con infraestructura propia para su manejo; ésta se organiza en tres aspectos:

1. Tratamiento de Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos *in situ*.
2. Tratamiento de Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos *ex situ*.

3. Incineración de Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos.

4.6.1 TRATAMIENTO DE RPBI *IN SITU*

En el país existen seis empresas autorizadas en el rubro de tratamiento de RPBI *in situ*, con una capacidad total instalada, vigente al 15 de febrero del 2019, de 178,331.75 toneladas aproximadamente, las cuales se muestran en la Tabla 74.

TABLA 74. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL TRATAMIENTO DE RPBI *IN SITU* Y CAPACIDADES, 2019

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO DE RPBI <i>IN SITU</i> | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|--------------------|--|------------------------------------|
| Ciudad de México | 4 | 62,844 |
| Estado de México | 1 | 108,000 |
| Tlaxcala | 1 | 7,488 |
| Total | 6 | 178,332 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 74. ENTIDADES FEDERATIVAS CON TRATAMIENTO DE RPBI *IN SITU*, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.6.2 TRATAMIENTO RPBI *EX SITU*

En el país existen 32 empresas autorizadas para el tratamiento de RPBI *ex situ* con una capacidad total instalada, vigente al 15 de febrero del 2019,

de 215,321.84 toneladas aproximadamente. Las entidades federativas con empresas autorizadas en este rubro se muestran en la Tabla 75.

TABLA 75. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL TRATAMIENTO DE RPBI EX SITU Y CAPACIDADES, 2019

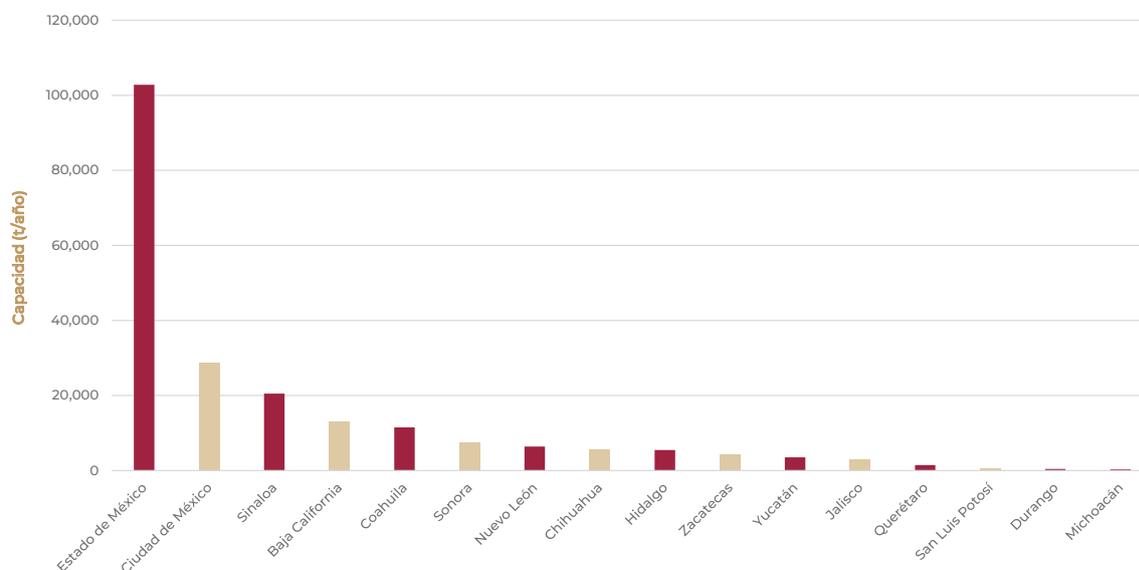
| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO DE RPBI EX SITU | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|---|------------------------------------|
| Baja California | 4 | 13,012.5 |
| Chihuahua | 2 | 5,730.0 |
| Ciudad de México | 4 | 28,851.0 |
| Coahuila de Zaragoza | 1 | 11,475.0 |
| Durango | 1 | 420.0 |
| Hidalgo | 1 | 5,472.0 |
| Jalisco | 1 | 2,976.0 |
| Estado de México | 8 | 102,810.8 |
| Michoacán | 1 | 300.0 |
| Nuevo León | 1 | 6,379.0 |
| Querétaro | 2 | 1,461.5 |
| San Luis Potosí | 1 | 584.0 |
| Sinaloa | 1 | 20,500.0 |
| Sonora | 2 | 7,478.0 |
| Yucatán | 1 | 3,504.0 |
| Zacatecas | 1 | 4,368.0 |
| Total | 32 | 215,321.8 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.

Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 75. ENTIDADES FEDERATIVAS CON EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL TRATAMIENTO DE RPBI EX SITU, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.

Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

4.6.3 INCINERACIÓN DE RPBI

A nivel nacional hay 19 empresas autorizadas para la incineración de RPBI, con una capacidad total instalada vigente

al 15 de febrero del 2019, de 117,645.96 toneladas aproximadamente. Las entidades federativas con autorizaciones se muestran en la Tabla 76.

TABLA 76. CANTIDAD DE EMPRESAS AUTORIZADAS PARA LA INCINERACIÓN DE RPBI Y CAPACIDADES

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE INCINERACIÓN DE RPBI | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|--|------------------------------------|
| Chiapas | 1 | 624.00 |
| Chihuahua | 1 | 86.40 |
| Coahuila de Zaragoza | 1 | 329.96 |
| Guanajuato | 1 | 6,132.00 |
| Jalisco | 1 | 2,400.00 |
| Estado de México | 6 | 16,183.00 |
| Morelos | 1 | 40.00 |
| Nuevo León | 2 | 3,690.00 |
| Sinaloa | 2 | 15,597.20 |
| Tamaulipas | 1 | 70,000.00 |
| Yucatán | 1 | 788.40 |
| Zacatecas | 1 | 1,775.00 |
| Total | 19 | 117,645.96 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

FIGURA 76. ENTIDADES FEDERATIVAS CON EMPRESAS AUTORIZADAS PARA LA INCINERACIÓN DE RPBI, 2019



Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT.
Disponible en <http://cort.as/-K5R3J>, (Consultada en abril de 2019).

4.7 Manejo de Bifenilos Policlorados

En el país están autorizadas 13 empresas para el manejo de Bifenilos Policlorados (BPCS), con una capacidad total instalada, vigente al 15 de febrero del 2019, de 68,720 toneladas aproximadamente. Se muestran en la Tabla 77.

4.8 Exportación-Importación

4.8.1 EXPORTACIÓN³³

En el rubro de exportación de residuos peligrosos en los años 2013,

2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 se expidieron 316 autorizaciones, como se muestra en la Tabla 78, y se realizaron exportaciones con un total asociado de 188,316.91 toneladas.

En el año 2018 se realizaron movimientos transfronterizos de cinco países con un total asociado de 96,261.19 toneladas, Estados Unidos es el principal país con el que se realizan exportaciones de residuos peligrosos con 83,961.19 t, seguido de Bélgica 6,400 t, Francia con 3,200 t, Japón 1500 t y Corea del Sur con 1,200 t anuales.

TABLA 77. EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL MANEJO DE BPCS Y CAPACIDADES, 2019

| ENTIDAD FEDERATIVA | CANTIDAD DE EMPRESAS DE MANEJO DE BPCS | CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)* |
|----------------------|--|------------------------------------|
| Ciudad de México | 3 | 17,500 |
| Coahuila de Zaragoza | 1 | 12,720 |
| Guanajuato | 2 | 2,075 |
| Hidalgo | 1 | 12,775 |
| Estado de México | 3 | 4,500 |
| Nuevo León | 2 | 14,000 |
| Tabasco | 1 | 5,150 |
| Total | 13 | 68,720 |

* Al 15 de febrero de 2019.

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT. Disponible en <http://cort.as/-K5RJ>, (Consultada en abril de 2019).

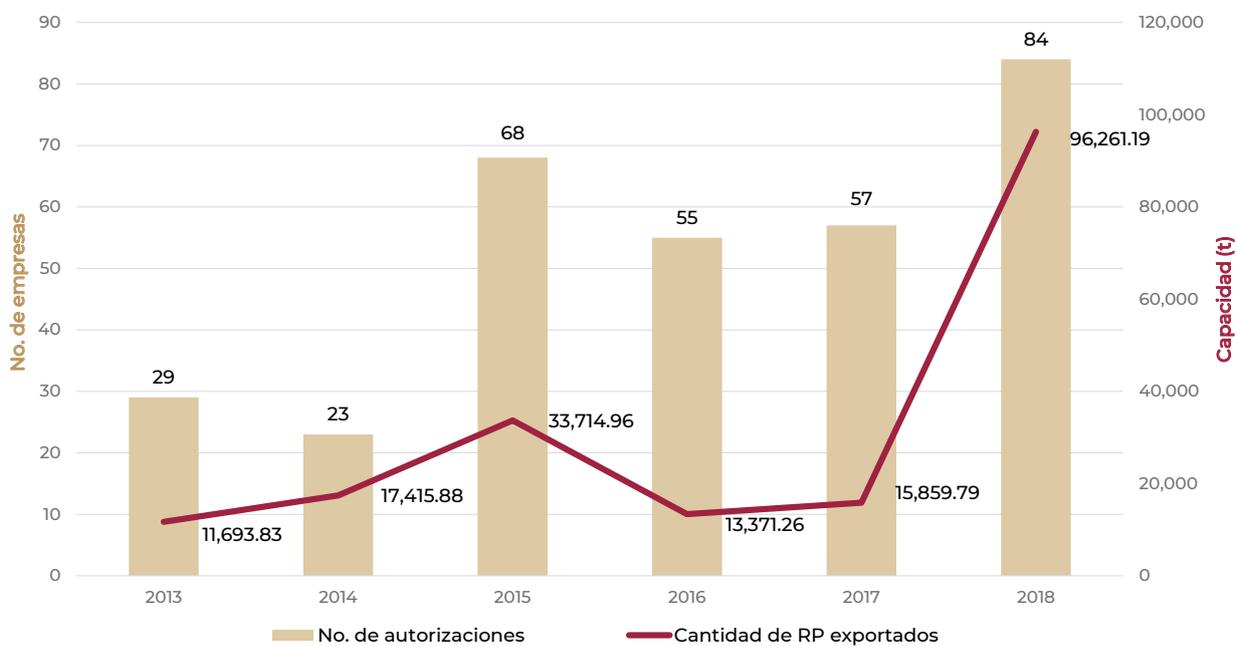
³³ Los datos corresponden a las cantidades y tipos de residuos que se autorizan; cabe aclarar que las empresas tienden a solicitar la exportación e importación de una cantidad mayor de residuos peligrosos de la que realmente movilizan.

TABLA 78. EXPORTACIONES DE RESIDUOS PELIGROSOS CON OTROS PAÍSES, PERIODO 2013- 2018

| EXPORTACIÓN | | |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| AÑO | NO. DE AUTORIZACIONES | CANTIDAD DE RP (t/año) |
| 2013 | 29 | 11,693.83 |
| 2014 | 23 | 17,415.88 |
| 2015 | 68 | 33,714.96 |
| 2016 | 55 | 13,371.26 |
| 2017 | 57 | 15,859.79 |
| 2018 | 84 | 96,261.19 |
| Total | 316 | 188,316.91 |

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la DGGIMAR-SEMARNAT (abril de 2019).

FIGURA 77. EXPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS CON OTROS PAÍSES, 2013-2018



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la DGGIMAR-SEMARNAT (abril de 2019).

4.8.2 IMPORTACIÓN³⁴

En el rubro de importación de residuos peligrosos en el 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 se expedieron 424

autorizaciones. Como se muestra en la Tabla 79, se realizaron movimientos transfronterizos con un total asociado de 6,887,252.70 toneladas (Figura 78).

TABLA 79. IMPORTACIONES DE RESIDUOS PELIGROSOS CON OTROS PAÍSES, 2013-2018

| IMPORTACIÓN | | |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| AÑO | NO. DE AUTORIZACIONES | CANTIDAD DE RP (t/año) |
| 2013 | 66 | 1,231,600.23 |
| 2014 | 94 | 1,343,779.63 |
| 2015 | 64 | 1,161,763.77 |
| 2016 | 72 | 1,188,494.35 |
| 2017 | 55 | 1,050,964.72 |
| 2018 | 73 | 910,650.00 |
| Total | 424 | 6,887,252.70 |

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la DGGIMAR-SEMARNAT (abril de 2019).



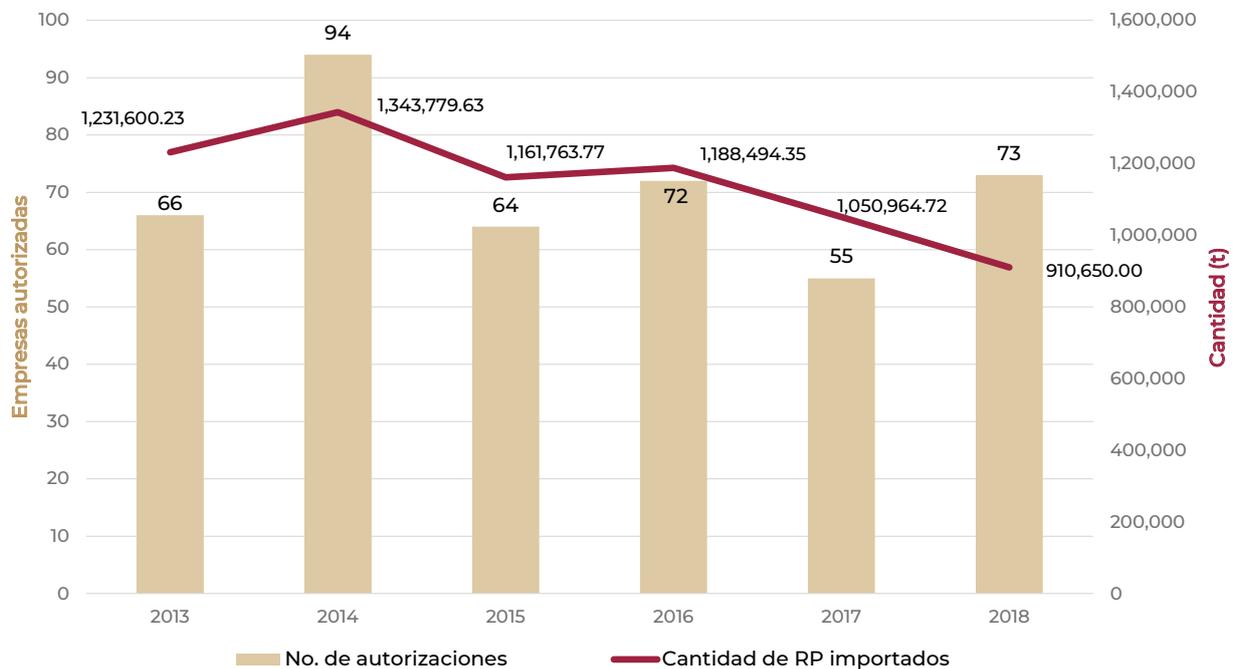
Foto: Freepik Image Bank.

³⁴ Los datos corresponden a las cantidades y tipos de residuos que se autorizan; cabe aclarar que las empresas tienden a solicitar la exportación e importación de una cantidad mayor de residuos peligrosos de la que realmente movilizan.



Foto: Freepik Image Bank.

FIGURA 78. IMPORTACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS CON OTROS PAÍSES, 2013-2018



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la DGGIMAR-SEMARNAT (abril de 2019).

En el año 2018 se realizaron importaciones de residuos peligrosos procedentes de dos países con un total

de 910,650 toneladas, Estados Unidos con 898,950 toneladas, y Canadá con 11,700 toneladas anuales.

4.9 Análisis de la gestión integral de los residuos peligrosos

La gestión integral de los residuos, especialmente, de los peligrosos, debe ser el conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región” (LGPGIR, Art. 5º, Fracción X).

En este sentido, y con motivo de la actualización del INGRP, resulta de gran interés revisar a la luz de los avances en la gestión integral de estos residuos las experiencias acumuladas desde la vigencia de la LGPGIR, considerando los siguientes elementos de discusión y análisis:

1. La generación oficialmente reportada por la autoridad ambiental, al 2017, para residuos peligrosos asciende a 2,447,596.58 toneladas anuales, en todo el territorio nacional, correspondientes a un total de 115,158 establecimientos micro, pequeños y grandes generadores. En el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) presentado por el INEGI en su página web, se señala que el número total de unidades económicas en el país es de 5,031,295 excluyendo a las actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y mantenimiento del orden público y organismos internacionales; es decir, el número de establecimientos
- que reportan generación de residuos peligrosos apenas llega a un 2% del total de unidades económicas en el país, y dada la definición de residuos peligrosos establecida en la LGPGIR, prácticamente todos los establecimientos comerciales, de servicios o de manufactura generarían residuos peligrosos, aunque se clasificarían en distintas categorías conforme a nuestra ley vigente en la materia. Esto permite suponer algunos puntos a considerar dentro de la próxima estrategia nacional de manejo de residuos peligrosos:
- a. El desconocimiento e incumplimiento de la ley por parte de las autoridades fiscales y administrativas de los tres ámbitos de gobierno, ya que desde el establecimiento de la unidad económica se debería de obligar al registro como generador de residuos peligrosos, con obligaciones diferenciadas dado el tipo de residuos generados y el tamaño del establecimiento.
 - b. Una fuerte carencia de control y supervisión por parte de las autoridades de los tres ámbitos de gobierno, que si bien, al tratarse del tema de residuos peligrosos es de competencia federal, queda demostrado que se rebasa con mucho la capacidad de vigilancia de la autoridad ambiental sobre esta materia, lo que implicaría la posibilidad de generar convenios concurrentes entre autoridades estatales y municipales con la autoridad federal; o modificar la legislación para establecer la

competencia de las autoridades estatales y municipales para supervisar a los micro y pequeños generadores o a aquellos residuos peligrosos similares a los generados en casa-habitación o que cumplen con características que deberán definirse mediante criterios técnicos basados en la peligrosidad y riesgo de exposición y efectos a la salud de la población y de los ecosistemas.

2. De acuerdo con la LGPGIR, el manejo integral de los residuos considera “las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar” (LGPGIR, Art. 5º, Fracción XVII). En este sentido, se entiende entonces que el manejo integral implica todas las actividades técnicas inherentes a los residuos peligrosos, partiendo del hecho de que el total de residuos peligrosos generados, sería el universo total a atender; y conforme a la Ley de la Conservación de la Materia y de la Energía, desarrolladas en el ámbito científico, se entendería que el total de residuos peligrosos generados, sería el total de residuos peligrosos que entrarían a alguna de las corrientes (o a la combinación de más de una) del manejo integral. Sin embargo, las cifras reportadas por la SEMARNAT en las etapas del manejo integral de residuos peligrosos están referidas a la capacidad reportadas por las

empresas más no a las cantidades realmente atendidas.

Una segunda situación se refiere a que existen establecimientos generadores de residuos peligrosos que no se dan de alta como generadores, pero que dan el tratamiento adecuado a sus residuos peligrosos al contratar los servicios de empresas prestadoras de servicios autorizadas y por ello las cifras del manejo resultan superiores a las de la generación. Esta situación debería ser detectada, haciendo el seguimiento de los manifiestos de entrega-transporte-recepción y verificar, empresa por empresa, que cumplan con su registro como generadores o como empresas prestadora de servicios para el manejo de residuos peligrosos. Este segundo supuesto podría empezar a subsanarse si se considera un esfuerzo similar realizado por las autoridades federales: el de la Secretaría de Administración Tributaria (SAT), quien desde que se creó la firma electrónica y la emisión de facturas electrónicas, ha podido dar un seguimiento puntual a cada contribuyente, permitiéndole también rastrear las transferencias de recursos, y que aunque aún presenta mejoras, sin duda, fue un gran avance en materia fiscal. Si este ejemplo federal ya aplicado se replicara con las empresas generadoras y prestadoras de servicios de manejo integral, podría iniciarse una revolución en nuestro país en materia de gestión de residuos peligrosos. Desde el punto de vista del control y la supervisión, hasta ahora no es posible seguir el rastro preciso del destino de los residuos peligrosos generados, a

través de las distintas etapas de su manejo. El reto es ambicioso, pero igual fue la gestión de residuos iniciada en 1988 con la LGEEPA y fortalecida en 2003 con la LGPGIR; y bien podrían analizarse a detalle determinadas corrientes de residuos o iniciar con los grandes generadores de residuos peligrosos que en número de establecimientos son menos, pero mayores en cuanto a generación de residuos.

3. El 94.7% de los residuos peligrosos generados proceden de grandes generadores (7,548 establecimientos); 4.7% de los pequeños (40,268 establecimientos); y el restante 0.6% de microgeneradores (67,342 establecimientos). Si del universo total de unidades económicas registradas por el INEGI en México, se seleccionan aquellas cuyo número de empleados es superior a 251, el universo de establecimientos se constriñe a 14,073 unidades económicas; lo que lleva nuevamente a reflexionar sobre la carencia de registro de establecimientos generadores de residuos peligrosos. Si bien no necesariamente las grandes empresas (de más de 251 empleados) son grandes generadores, debería ser posible analizar en principio la situación de las unidades económicas grandes, con respecto a su generación de residuos peligrosos; lo que requeriría del esfuerzo coordinado de las autoridades federales con las estatales y municipales. Si bien existen registros de generadores por sector, totalizando 33 identificados por la autoridad; es imprescindible que estos sectores se agrupen de conformidad con el Sistema

de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), para efectuar comparaciones de generación de residuos entre empresas del mismo sector de países como Canadá y Estados Unidos. De esta forma, la precisión en el análisis permitiría realizar un análisis más profundo y detallado por sector productivo, tratando de identificar aquellos procesos productivos que generan una mayor cantidad de residuos peligrosos por unidad de producción, y a partir de ello, la autoridad federal ambiental podrá promover el desarrollo tecnológico mediante esquemas de colaboración mutua entre distintas autoridades federales; por ejemplo, a través de los fondos sectoriales o los mismos fondos mixtos con las entidades federativas.

4. Los indicadores sugeridos en numerales anteriores y lo referente al uso del SCIAN, podrían utilizarse por las autoridades gubernamentales encargadas, por ejemplo, de la planeación urbana o el crecimiento económico de una región o municipio; por citar un caso, si se planea la conformación de un parque industrial con empresas de diferentes giros productivos, estos indicadores y la clasificación SCIAN permitirían realizar una estimación de la generación promedio de residuos en el parque industrial, e incluso por tipo; a fin de prever servicios de gestores, o de sinergias internas entre empresas dentro del parque industrial. Para ello, existen diversas iniciativas de organismos internacionales como la ONUDI, quien promueve desde hace varios

años, la formación de parques industriales sustentables que favorezcan sinergias entre las empresas ocupantes, a fin de reducir los impactos ambientales que podrían generarse. Estos indicadores podrían sumarse a los aspectos de carga acumulada de impactos ambientales o para referencias en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), entre otros muchos usos.

5. También dentro de la generación de residuos es de suma relevancia la presentación de residuos peligrosos por tipo de residuo o por corriente de residuos, ya que de esta manera, se aportaría información muy necesaria para los aspectos de investigación y desarrollo tecnológico que facilite su reducción, tratamiento o aprovechamiento bajo alguno de los esquemas impulsados por la LGPGIR.
6. Es recomendable que aunque exista la tradición de agrupar la generación de residuos en aspectos regionales como en el caso de las zonas metropolitanas más grandes del país (como la ZMVM) que abarcan a más de una entidad federativa; o en sectores productivos que abarquen más de una de las clasificaciones del SCIAN (como en SMGRP); esta información debería poder desglosarse por entidad federativa o por clasificación SCIAN dentro del sistema de registro de información sobre residuos peligrosos del país; efectuar un análisis de producción de estos residuos entre Ciudad de México y Estado de México, por ejemplo, es necesario efectuar supuestos que permitan “seccionar” las cifras reportadas para la ZMVM,

y en la medida en que se hacen esos supuestos, se pierde precisión en la información. En este sentido, podría tomarse como referencia el DENU del INEGI, sistema en el cual es posible consultar el número de unidades económicas existentes por sector productivo, por tamaño de la unidad económica, por entidad federativa e incluso, por municipio. Si se busca homologar un sistema similar para la información de residuos peligrosos, podría buscarse un sistema de consulta específico que considere la consulta en línea para distintas variables, todas ellas, planteadas ya en esta discusión.

7. La información presentada por el Sistema Nacional de Consulta de Información Sobre Residuos Peligrosos, requeriría reflejar, en la medida de lo posible, un esquema sobre el flujo de los residuos peligrosos generados en el país y su destino, según las distintas etapas del manejo integral. Esto no es posible en la actualidad debido a lo mencionado en numerales anteriores; sin embargo, esto no debiera ser un impedimento para presentar la información con sus limitaciones actuales, pero con la tendencia a mejorarlo, corregirlo y precisarlo. De esta manera, como si se tratase de un tablero de control central utilizado en empresas manufactureras, la misma autoridad debería identificar oportunidades de acción y mejora, con el análisis ágil, expedito y puntual de la información registrada en el sistema.
8. Partiendo de las definiciones plasmadas en la LGPGIR, se entiende que los residuos

peligrosos no son de generación exclusiva del sector industrial, ya que se considera también a los sectores mercantil y de servicios; esta universalidad debería verse reflejada desde el uso mismo de los términos promovidos por la autoridad ambiental en la materia; así, el sistema de información sobre el manejo de los residuos peligrosos (dentro del SNIARN), señala en sus distintos rubros el adjetivo de “industriales”, lo que en estricto sentido excluye a los sectores mercantil y de servicios, situación que por la información analizada sabemos que no es correcta, ya que sólo por citar un ejemplo, el sector Servicios PSGRP genera 883,087.78 toneladas de residuos peligrosos y concentra al sector productivo con mayor aportación en la generación de los residuos peligrosos (el 36% del total reportado). El uso del adjetivo contribuye a que la población en general continúe viendo al sector industrial (entiéndase manufacturero) como si fuera el único sector productivo generador de este tipo de residuos, aunque necesariamente no lo sea. Por otra parte, contribuye a que los sectores de servicios y mercantiles puedan parecer a ojos del público en general, sectores productivos que no generan impactos ambientales por este concepto, ayudando a no denunciar los casos en que sí. Sería recomendable revisar con este enfoque el nombre de los distintos trámites, formatos y rubros de registro en general para el tema.

9. En el sistema actual de información de registro sobre residuos peligrosos, no existe una base de datos que permita

analizar el comportamiento de una empresa con respecto al manejo que le proporciona a sus residuos desde su generación hasta su etapa final, entendiendo que esta información sería confidencial y no podría estar disponible para el público en general, pero sí para las autoridades ambientales tanto de planeación, como de supervisión.

El Número de Registro Ambiental (NRA) de las empresas, debería ser suficiente para hacer el seguimiento específico de los residuos peligrosos generados por cada empresa en el país y sus múltiples destinos, por cantidades, por tipo de residuos y por etapa de manejo. Y el sistema de consulta debería estar disponible para las autoridades en línea y con la actualización más pronta posible. De esta forma, podría tenerse un mayor control en el flujo de residuos e ir precisando el esquema de manejo integral como el propuesto en el numeral 9 de esta discusión.

10. El sistema de reporte de información sobre la importación y exportación de residuos peligrosos no permite un verdadero seguimiento de la situación de los residuos que ingresan al país y que en muchos casos, se quedan dentro del territorio nacional, con el consecuente daño ambiental a nuestros ecosistemas y a la salud de la población. Por ello, es necesario que esta información se precise en diversas variables diferentes a las que actualmente pueden consultarse oficialmente; por ejemplo, tipo de corrientes de residuos importados, origen y destino (incluso por entidad federativa), empresas que les dan

el tratamiento o por el motivo de ingreso que son reportados. En la medida en que esta información empiece a seguirse de forma puntual, se evitará generar pasivos ambientales en nuestro país, reflejados en forma de sitios contaminados.

11. Los planes de manejo referidos a residuos peligrosos y las Cédulas de Operación Anual (COA) son instrumentos muy valiosos para la gestión de éstos; sin embargo, se requiere trabajar en ellos para que la información que contienen sea comparable entre los registros de generadores, planes de manejo y COA; otro aspecto importante a considerar, debido a que estos instrumentos son llenados por los regulados, con frecuencia presentan errores notables, por lo que se requiere facilitar su registro y la detección automática de errores usuales. Es sustancial que los datos que proporciona la COA puedan ser accesibles para su manejo y análisis, guardando la confidencialidad, propiciando la interacción entre los distintos instrumentos que tiene la SEMARNAT para la gestión integral de los residuos.

A la luz de los puntos aquí señalados, se concluye que existen múltiples oportunidades de mejora en la gestión y manejo de información referida a la gestión integral de residuos peligrosos y que la actualización del INGRP es una excelente oportunidad para hacerlo; los primeros años después de la publicación de la LGEEPA y su reglamento en materia de residuos peligrosos sirvieron para sentar las bases de la gestión integral de estos residuos. Los relativos a la vigencia de la LGPGIR han fortalecido la información para su gestión y algunos aspectos de planeación y prospección, pero con la posibilidad de establecer una nueva estrategia nacional en materia de residuos, se abre un abanico de oportunidades asociadas a la revolución industrial 4.0 y a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que permitan, ambas, impulsar no sólo el manejo adecuado de los residuos, sino un verdadero análisis de información para fomentar una adecuada planeación y crecimiento del sector, que favorezca los principios fundamentales promovidos por la LGPGIR y citados al inicio de esta sección.



Foto: Freepik Image Bank.

5 RESIDUOS PETROLEROS

México se ubica entre los quince grandes productores de petróleo en el mundo, en el año 2018 produjo 2,071 millones de barriles de hidrocarburos líquidos por día. En lo referente a gas natural, globalmente está entre los veinte productores principales, generó 4,487 millones de pies cúbicos diarios³⁵, lo cual denota que la actividad del sector hidrocarburos es de las actividades económicas más relevantes del país y desde hace muchos años genera, en las distintas etapas de su

cadena de valor, empleo y recursos económicos en todas las entidades federativas mexicanas.

La cadena de valor del sector hidrocarburos es muy amplia, inicia desde la exploración del territorio para localizar hidrocarburos hasta la comercialización de los petrolíferos (Figura 79), por lo cual, cuando se requiere obtener información de los residuos que genera el sector se deben considerar los distintos eslabones de la cadena.

FIGURA 79. CADENA DE VALOR DEL SECTOR HIDROCARBUROS



*Pemex (2014).

³⁵ Estadísticas Petroleras. Petróleos Mexicanos, 2018.

En el año 2013, con el propósito de modernizar el sector energético del país, se realizan cambios en la Constitución Política y en leyes federales. Mediante la denominada reforma energética se permite la participación del sector privado en toda la cadena de valor de los hidrocarburos. Así, Petróleos Mexicanos (PEMEX), que tenía reservados ciertos trabajos de la cadena, ha pasado a ser un participante más.

Por lo anterior, en materia de residuos, aunque en la mayoría de las actividades petroleras todavía PEMEX es el actor principal, se deben considerar otros participantes, en particular en los últimos eslabones de la cadena, es decir: en el transporte y la comercialización de petrolíferos.

Otro tema importante derivado de la reforma energética está contenido en el artículo transitorio decimonoveno de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos³⁶. En este Artículo se establecieron las bases para la creación de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA). Este ente entró en operación el 2 de marzo de 2015 y funge como órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT. Regula y supervisa la seguridad industrial, la seguridad operativa y la protección ambiental respecto de las actividades del sector hidrocarburos.

Referente a los residuos generados por el sector, la ASEA es el organismo al que se le ha asignado la competencia de regular y supervisar la gestión integral de tales residuos en todo el país.

En el presente trabajo se considera que, para obtener un diagnóstico básico de los residuos sólidos generados en el sector hidrocarburos y su

gestión, es necesario evaluar cada eslabón de la cadena de valor, así como considerar la gran cantidad de actividades que se realizan y los actores involucrados en cada proceso donde se generan RME y RP.

5.1 Cadena de valor del sector petrolero

Como se detalló previamente, para el análisis de los residuos que genera el sector hidrocarburos se deben considerar las fuentes y los procesos participantes en la totalidad de la cadena de valor. Para ello, se han de integrar las variables espacio-temporales, debido a que las actividades de este sector se realizan no sólo en las regiones petroleras, sino en todo el territorio nacional. La cadena de valor de los hidrocarburos se divide en tres etapas, conocidas en el ambiente petrolero como *upstream*, *midstream* y *downstream*. Las actividades respectivas consisten principalmente en lo siguiente:

- *Upstream*. Exploración, perforación y producción de pozo.
- *Midstream*. Transporte y almacenamiento de hidrocarburos.
- *Downstream*. Refinación, distribución y venta de petrolíferos.

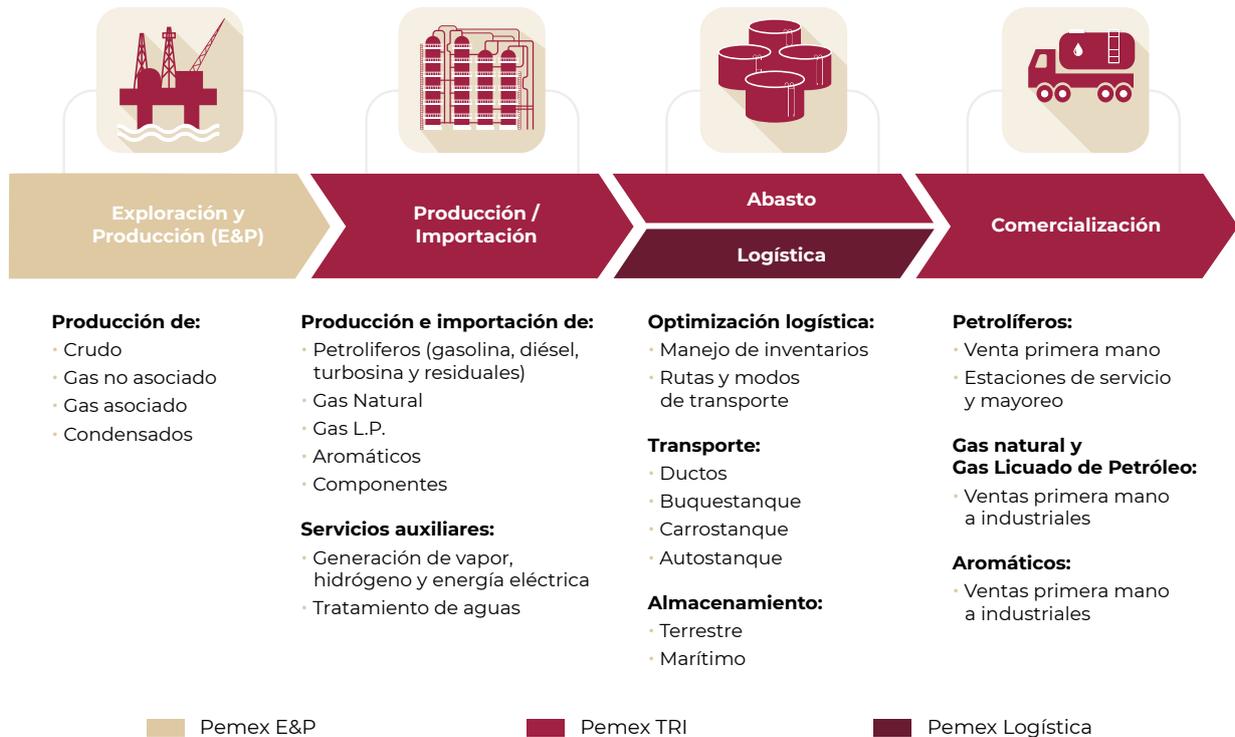
Así, la cadena está constituida por segmentos, procesos y subprocesos de los cuales constan las operaciones de la cadena de valor (Ver figuras 79 y 80).

³⁶ Diario Oficial de la Federación 20/12/2013.

FIGURA 80. CADENA DE VALOR DE PETRÓLEOS MEXICANOS



Cadena de valor de Pemex
Transformación Industrial



www.pemex.com/procura

2016 D.R. Petróleos Mexicanos. Todos los derechos reservados.

La generación de residuos sólidos petroleros se analiza según las actividades características de la explotación y del aprovechamiento de los hidrocarburos, considerando que, excepto la distribución y el expendio de petrolíferos al público, PEMEX ac-

tualmente sigue siendo el principal operador en el país.

De acuerdo con el Informe Anual 2017 de Petróleos Mexicanos (2018), en el país existen las instalaciones que se resumen en la Tabla 80.

TABLA 80. INSTALACIONES Y ACTIVOS DE PEMEX, 2017

| INSTALACIONES Y ACTIVOS | UNIDADES |
|--|----------|
| Campos en producción | 392 |
| Pozos productores promedio en operación | 8,008 |
| Plataformas marinas | 255 |
| Equipos de perforación y reparación de pozos | 83 |
| Unidades de servicio a pozos | 125 |
| Refinerías | 6 |
| Complejos procesadores de gas | 9 |
| Terminales de distribución de gas licuado | 10 |
| Terminales de almacenamiento y despacho de productos petrolíferos | 74 |
| Terminales marítimas | 6 |
| Residencias de operaciones y servicios portuarios | 10 |
| Buques tanque | 16 |
| Carros tanque | 520 |
| Autos tanque | 1,485 |
| Ductos en PEMEX Logística para transportación de petrolíferos y petroquímicos (km) | 17,397 |

Fuente: Informe Anual 2017 de Petróleos Mexicanos (2018).

También se cuenta con instalaciones donde la participación de terceros es mayoritaria (Tabla 81). La información

se obtuvo de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), relativa a los permisos que ha otorgado³⁷.

TABLA 81. INSTALACIONES EN LAS QUE OCURRE PARTICIPACIÓN MAYORITARIA DE TERCEROS

| INSTALACIONES | UNIDADES | |
|---|----------------------------|----|
| Gasolineras | 12,253 | |
| Expendio al público de gas licuado de petróleo mediante estación de servicio con fin específico | 3,408 | |
| Plantas de distribución de gas licuado | 1,183 | |
| Expendio de gas licuado de petróleo mediante estación de servicio para autoconsumo | 523 | |
| Almacenamiento | En aeródromos | 60 |
| | De gas licuado de petróleo | 32 |

Fuente: Comisión Reguladora de Energía.
Disponible en <https://www.gob.mx/cre>. (Consultada el 11 de Febrero de 2019).

³⁷ Disponible en <https://www.gob.mx/cre> (Consultada el 11 de Febrero de 2019).

5.2 Corrientes de residuos en la cadena de valor

Las corrientes de residuos que se generan en el sector petrolero en el ámbito nacional provienen de distintos procesos e instalaciones, donde los residuos peligrosos constituyen un importante porcentaje. Para su manejo integral se requiere una política de sustentabilidad y de responsabilidad social.

La información acerca de los residuos petroleros es exigua. En el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos del año 2012, el tema se aborda someramente, únicamente se menciona que se generan algunas corrientes. PEMEX, en sus informes de sustentabilidad anuales, incluye un apartado de residuos, donde expresa los millones de toneladas que genera de RME y RP, las principales corrientes de residuos y su inventario. No obstante, la información no permite evaluar si se realiza una gestión integral.

5.3 Generación reportada por PEMEX

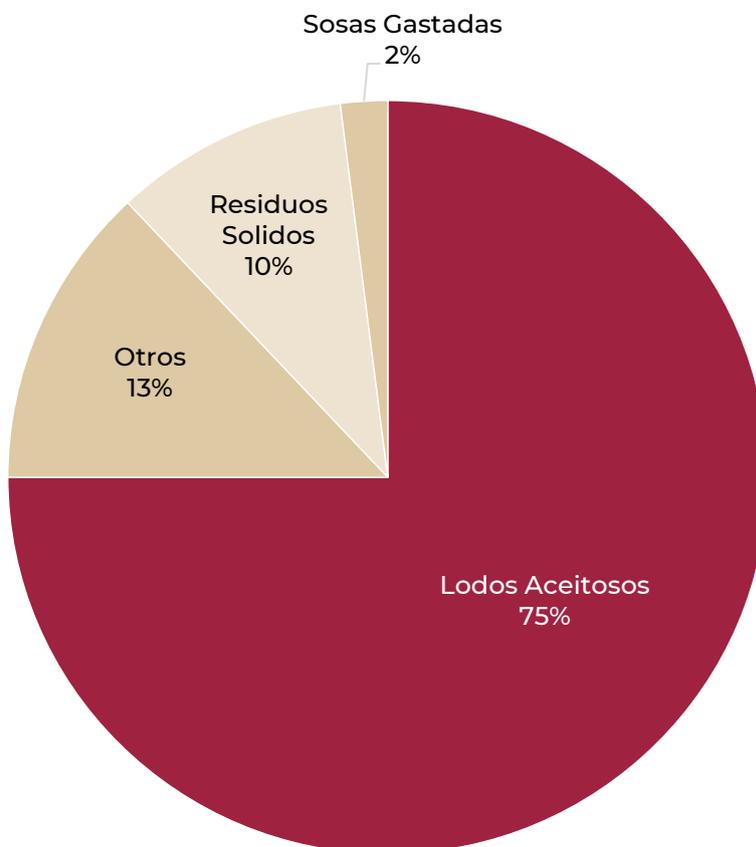
En el informe de sustentabilidad de PEMEX (2018) se declara que en el año 2017 la empresa generó 115,200 toneladas de Residuos Peligrosos (RP), las cuales se sumaron a las 44,100 t reconocidas en el inventario de 2016. Se dispusieron 139,100 t, lo cual, al cierre de 2017, representó un inventario final de 20,200 t de RP. PEMEX Transformación Industrial (Refinación) generó el mayor volumen de RP: 93.7% de la generación total, seguido por PEMEX Perforación y Servicios: 2.8%, de acuerdo a los datos, el 75% de los RP generados corresponde a lodos aceitosos (Figura 81).

Respecto de Residuos de Manejo Especial (RME), en el informe sólo se menciona que en 2017 se dispusieron 50,800 t de recortes de perforación, derivados de las actividades de exploración y perforación, lo cual constituye el 100% del volumen generado, y que esta es la corriente principal –única, realmente– de RME.



Foto: PEMEX, Informe de Sustentabilidad 2013.

FIGURA 81. GENERACIÓN DE RESIDUOS PETROLEROS POR TIPO



Fuente: Informe de sustentabilidad. PEMEX (2017).

5.4 Generación del sector hidrocarburos

En este apartado se analizó la información obtenida en abril de 2019 del SNIARN así como de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, ambos organismos dependientes de la SEMARNAT y, por otra parte, de la recabada el 10 de mayo de 2019 con información recibida de la ASEA.

Esta agencia estima que el año 2017, a nivel nacional, se generaron 21,433.66 t de RP relacionados con el sector. Esta generación está dividida en dos subsectores: Petrolero, y Petróleo y Petroquímica, división que no precisa qué instalaciones están inclui-

das, ni las partes comprendidas en la cadena de valor.

De esta generación nacional, para el año 2017, se estimó que los microgeneradores³⁸, originaron 246.39 t; los pequeños generadores 3,042.76 t; y los grandes generadores 18,144.51 toneladas (Tabla 82).

38 Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere hasta 400 kg de RP anuales. Pequeño generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor que 400 kg e inferior a 10 t en peso bruto total de residuos al año. Gran generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 t en peso bruto total de residuos al año.

TABLA 82. GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS PELIGROSOS EN TONELADAS POR CATEGORÍA DE GENERADOR, COMPETENCIA DE LA ASEA, 2017

| ENTIDAD FEDERATIVA | MICROGENERADOR | | PEQUEÑO GENERADOR | | GRAN GENERADOR | | TOTAL POR ENTIDAD |
|---------------------|----------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|
| | PETROLERO | PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA | PETROLERO | PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA | PETROLERO | PETRÓLEO Y PETROQUÍMICA | |
| Aguascalientes | 5.54 | SD | 15.76 | SD | | SD | 21.30 |
| Baja California | 7.49 | 0.02 | 167.27 | 1.10 | 0.00 | 0.00 | 175.88 |
| Baja California Sur | 0.96 | SD | 116.14 | SD | | SD | 117.10 |
| Campeche | 0.64 | 0.00 | 0.48 | 0.00 | | 4,642.30 | 14.20 |
| Chiapas | 9.99 | SD | 213.83 | SD | 0.00 | SD | 223.82 |
| Chihuahua | 1.00 | | 1.80 | | | | 2.80 |
| Ciudad de México | 6.94 | 0.00 | 44.64 | 4.08 | | | 1,579.85 |
| Coahuila | 3.70 | 0.01 | 305.15 | 35.26 | | 0.00 | 344.12 |
| Colima | 6.82 | SD | 20.02 | SD | | | 26.84 |
| Durango | 5.05 | | 13.08 | | 18.13 | | |
| Estado de México | 20.61 | | 76.16 | | 96.77 | | |
| Guanajuato | 33.04 | 0.18 | 79.07 | 9.30 | 0.00 | 0.00 | 121.59 |
| Guerrero | 5.18 | SD | 35.45 | SD | | SD | 40.63 |
| Hidalgo | 3.13 | 0.38 | 16.41 | 9.79 | | 0.00 | 29.71 |
| Jalisco | 15.91 | 0.00 | 152.66 | 4.13 | | 0.00 | 172.70 |
| Michoacán | 6.99 | | 10.96 | | | | 17.95 |
| Morelos | 2.90 | SD | 30.97 | | | SD | 33.87 |
| Nayarit | 4.50 | | 17.13 | SD | | | 21.63 |
| Nuevo León | 4.09 | 0.00 | 1,232.13 | | 30.06 | 0.00 | 1,274.66 |
| Oaxaca | 8.85 | | 6.18 | 30.40 | 45.83 | | |
| Puebla | 12.59 | | 21.32 | 0.00 | 97.40 | 131.31 | |
| Querétaro | 4.59 | | 12.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.23 |
| Quintana Roo | 3.45 | SD | 4.21 | SD | | SD | 7.66 |
| San Luis Potosí | 2.95 | 0.00 | 24.94 | 8.03 | | 10.99 | 46.91 |
| Sinaloa | 5.38 | | 14.95 | 19.69 | | 0.00 | 40.02 |
| Sonora | 12.90 | 0.01 | 43.00 | 3.17 | 0.00 | 0.00 | 59.08 |
| Tabasco | 6.20 | 0.00 | 33.29 | 3.43 | 785.00 | 228.20 | 1,056.12 |
| Tamaulipas | 10.98 | | 77.52 | 1.63 | 18.80 | 506.79 | 615.72 |
| Tlaxcala | 0.84 | 0.32 | 17.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.70 |
| Veracruz | 17.45 | 0.00 | 85.31 | 10.32 | 562.02 | 117.60 | 792.70 |
| Yucatán | 8.24 | | 8.88 | 0.00 | 0.00 | 45.35 | 62.47 |
| Zacatecas | 6.57 | SD | 16.16 | SD | | SD | 22.73 |
| Varios estados* | 0.00 | 0.00 | 9.00 | 0.00 | 8,356.42 | 1,085.03 | 9,450.45 |
| Nacional | 245.47 | 0.92 | 2,924.05 | 118.71 | 15,974.45 | 2,170.06 | 21,433.66 |

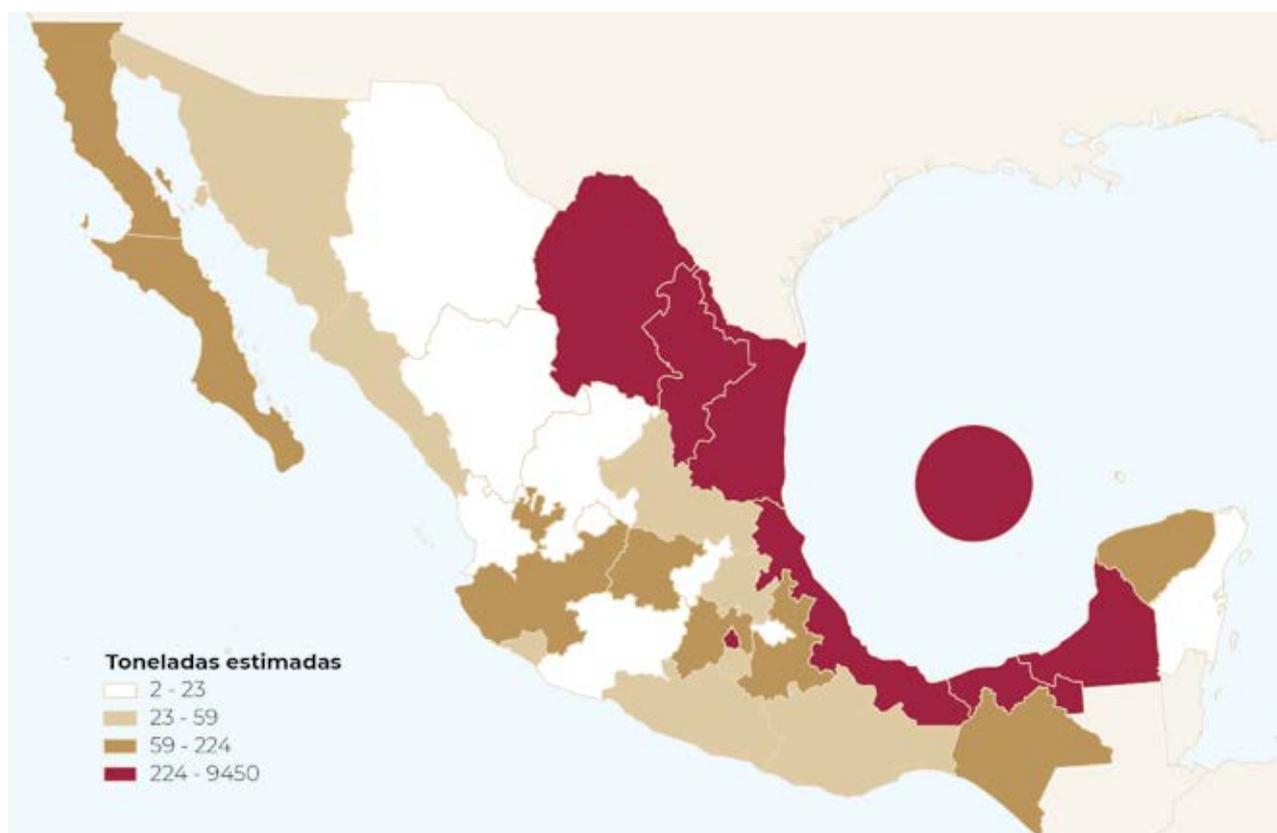
SD: Sin Datos.

Fuente: Elaboración propia con información de ASEA al año 2017.

Las entidades donde se estimó gran generación de RP fueron: Golfo de México (Varios estados) 9,450.45 t; Campeche 4,657.62 t; Ciudad de México 1,669.61 t; Nuevo León 1,274.66 t; Tabasco 1,056.12 t (Ver Figura 82); coincidentes con las entidades donde existe una mayor actividad petrolera (señaladas con rojo en el mapa).

Con respecto a las empresas que se han registrado ante la ASEA como generadoras de residuos, en el año 2017 se tenían 2,420 de las cuales: 1,116 eran microgeneradores, 1,235 eran pequeños generadores y 69 eran grandes generadores como se muestra en la Tabla 83.

FIGURA 82. ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS DEL SECTOR HIDROCARBUROS, POR ENTIDAD FEDERATIVA. ASEA, 2017



* El círculo representa la entidad Varios estados.
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 83. EMPRESAS REGISTRADAS COMO GENERADORES DE RP POR CATEGORÍA DE GENERADOR, COMPETENCIA DE LA ASEA, 2017

| ENTIDAD FEDERATIVA | MICROGENERADOR | | PEQUEÑO GENERADOR | | GRAN GENERADOR | | TOTAL POR ENTIDAD |
|---------------------|----------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|
| | PETROLERO | PETRÓLEO Y PETROQUÍ-MICA | PETROLERO | PETRÓLEO Y PETROQUÍ-MICA | PETROLERO | PETRÓLEO Y PETROQUÍ-MICA | |
| Aguascalientes | 30 | SD | 10 | SD | | SD | 40 |
| Baja California | 25 | 1 | 135 | 1 | 0 | 0 | 162 |
| Baja California Sur | 13 | SD | 17 | SD | | SD | 30 |
| Campeche | 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 10 |
| Chiapas | 39 | SD | 43 | SD | 0 | SD | 82 |
| Chihuahua | 4 | | 3 | | | | |
| Ciudad de México | 23 | 0 | 9 | 1 | 1 | 1 | 35 |
| Coahuila | 15 | 1 | 129 | 5 | | 0 | 150 |
| Colima | 22 | SD | 18 | SD | | SD | 40 |
| Durango | 19 | | 15 | | 34 | | |
| Estado de México | 89 | | 63 | | 152 | | |
| Guanajuato | 172 | 1 | 56 | 1 | 0 | 0 | 230 |
| Guerrero | 20 | SD | 29 | | 0 | SD | 49 |
| Hidalgo | 14 | 1 | 15 | 2 | | 0 | 32 |
| Jalisco | 75 | 0 | 143 | 1 | | | 219 |
| Michoacán | 42 | | 19 | | | | 61 |
| Morelos | 15 | SD | 23 | SD | | SD | 38 |
| Nayarit | 27 | | 10 | | | | 37 |
| Nuevo León | 18 | 0 | 183 | 1 | 2 | 0 | 204 |
| Oaxaca | 43 | | 6 | 1 | | 2 | 52 |
| Puebla | 57 | | 23 | 0 | | 1 | 81 |
| Querétaro | 21 | 1 | 15 | | | 0 | 37 |
| Quintana Roo | 13 | SD | 5 | SD | 0 | SD | 18 |
| San Luis Potosí | 14 | 0 | 19 | 1 | | 1 | 35 |
| Sinaloa | 22 | | 25 | 2 | | 0 | 49 |
| Sonora | 54 | 2 | 52 | 1 | | 0 | 109 |
| Tabasco | 9 | 0 | 16 | 2 | 3 | 2 | 32 |
| Tamaulipas | 58 | | 19 | 2 | 1 | 2 | 82 |
| Tlaxcala | 7 | 1 | 15 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| Veracruz | 83 | 0 | 72 | 3 | 3 | 8 | 169 |
| Yucatán | 30 | | 5 | 0 | 0 | 3 | 38 |
| Zacatecas | 28 | | 17 | | 0 | SD | 45 |
| Varios estados* | 0 | SD | 1 | SD | 16 | 21 | 38 |
| Nacional | 1,108 | 8 | 1,211 | 24 | 27 | 42 | 2,420 |

* Varios estados se refiere a entidades del Golfo de México.
Fuente: Elaboración propia.

Con base en la información del año 2017, la entidad con mayor cantidad de empresas registradas ante la ASEA es Guanajuato (230), seguida por Jalisco (219) y Nuevo León (204). Este mayor monto de empresas registradas

ante la ASEA no se circunscribe a las zonas donde se genera la mayor cantidad de residuos peligrosos del sector hidrocarburos. La mayoría corresponde a pequeños generadores, como se observa en la Figura 83.

FIGURA 83. EMPRESAS REGISTRADAS ANTE LA ASEA COMO GENERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS, POR ENTIDAD FEDERATIVA, 2017



* El círculo representa la entidad Varios estados.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la generación estimada de residuos de competencia de ASEA, 2017, se registraron 62 tipos de residuos peligrosos de 18 categorías (Tabla 84).

Las corrientes de residuos peligrosos que más se generan son los residuos sólidos no especificados (9,054.79 t). Le siguen residuos sólidos, otros sólidos (4,566.08 t) y agua contaminada con hidrocarburos, combustibles, aceite o

grasa (2,154.78 t), como se asienta en la Tabla 84 y se resume en la Tabla 85. Así, cinco corrientes representan alrededor de 84% de los residuos generados. De esta observación destaca que de cuatro de estas corrientes no se tiene identificado específicamente el tipo de residuos, lo cual dificulta su manejo integral o la búsqueda de opciones tecnológicas para su adecuado tratamiento o aprovechamiento.

TABLA 84. GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS PELIGROSOS POR TIPO DE RESIDUO COMPETENCIA DE ASEA, 2017

| NÚMERO | CATEGORÍA DEL RESIDUO | TIPO DEL RESIDUO | TONELADAS | PORCENTAJE DEL TOTAL |
|--------|---|---|-----------|----------------------|
| 1 | 1. Aceites gastados | Lubricantes | 303.91 | 1.42 |
| 2 | | Hidráulicos | 7.67 | 0.04 |
| 3 | | Dieléctricos | 1.53 | 0.01 |
| 4 | 2. Baterías, celdas y pilas | Pilas o baterías zinc-óxido de plata usadas o desechadas | 67.18 | 0.31 |
| 5 | | No especificado | 5.72 | 0.03 |
| 6 | | Pilas alcalinas | 2.19 | 0.01 |
| 7 | 3. Biológico-infecciosos | Residuos no anatómicos | 0.18 | 0.00 |
| 8 | | Objetos punzocortantes | 0.16 | |
| 9 | 4. Escorias | Residuos de soldadura | 0.20 | |
| 10 | 5. Gasolina, diésel y naftas gastados o sucios, provenientes de estaciones de servicio y de talleres automotrices | Gasolina, diésel y naftas gastados o sucios provenientes de estaciones de servicio y de talleres automotrices | 74.21 | 0.35 |
| 11 | | No especificado | 54.00 | 0.25 |
| 12 | | Mezclas de combustibles sucios y mezclas de hidrocarburos, naftas | 11.39 | 0.05 |
| 13 | | Gasolinas sucias | 5.55 | 0.03 |
| 14 | | No especificado | 5.00 | 0.02 |
| 15 | | Diésel sucio | 1.69 | 0.01 |
| 16 | | No especificado | 0.50 | 0.00 |
| 17 | 6. Líquidos de proceso | Agua contaminada con hidrocarburos, combustibles, aceites o grasas | 2,154.78 | |
| 18 | | No corrosivos | 9.79 | 0.05 |
| 19 | | Líquidos con residuos de hidrocarburos | 1.46 | 0.01 |
| 20 | | Otros residuos | 0.20 | 0.00 |
| 21 | | Contaminados por gas natural, mercaptano | 0.01 | |

Continúa en la página 190

VIENE DE LA PÁGINA 189

| NÚMERO | CATEGORÍA DEL RESIDUO | TIPO DEL RESIDUO | TONELADAS | PORCENTAJE DEL TOTAL |
|--------|---|--|-----------------|----------------------|
| 22 | 7. Lodos | Lodos provenientes de tanques de almacenamiento | 471.71 | 2.20 |
| 23 | | Lodos residuales de procesos de tratamiento de aguas residuales | 57.48 | 0.27 |
| 24 | | Lodos del separador API y cárcamos en la refinación de petróleo y en almacenamiento de productos derivados | 51.60 | 0.24 |
| 25 | | Otros lodos | 6.69 | 0.03 |
| 26 | | Lodos procedentes de trampas de grasas e hidrocarburos | 6.62 | 0.03 |
| 27 | | | No especificado | 1,578.80 |
| 28 | | Otros lodos | 713.13 | 3.33 |
| 29 | 8. Lodos aceitosos | Contaminados con hidrocarburos, combustibles, aceites | 249.84 | 1.17 |
| 30 | | Lodos procedentes de trampas de grasas e hidrocarburos | 128.23 | 0.60 |
| 31 | 9. Material textil | Telas, felpas, estopas | 150.23 | 0.70 |
| 32 | 10. Metales | No especificado | 10.00 | 0.05 |
| 33 | | Fierro contaminado | 0.20 | 0.00 |
| 34 | | Otros: Varios | 160.00 | 0.75 |
| 35 | 11. Otros | No especificado | 22.00 | 0.10 |
| 36 | | Otros: Varios | 2.60 | 0.01 |
| 37 | | Pilas, baterías, focos | 1.40 | 0.01 |
| 38 | 12. Pinturas y productos relacionados | Residuos de pinturas, pinturas caducadas | 15.45 | 0.07 |
| 39 | | Proceso de pinturas | 0.03 | 0.00 |
| 40 | 13. Productos químicos caducos | No especificado | 65.00 | 0.30 |
| 41 | | Fármacos caducos | 0.02 | 0.00 |
| 42 | 14. Residuos de pigmentos base cromo y base plomo | No especificado | 10.00 | 0.05 |
| 43 | 15. Residuos líquidos | Residuos de hidrocarburos, combustibles, aceites, grasas, pinturas | 111.33 | 0.52 |
| 44 | | De mantenimiento automotriz | 5.08 | 0.02 |

Continúa en la página 191

VIENE DE LA PÁGINA 190

| NÚMERO | CATEGORÍA DEL RESIDUO | TIPO DEL RESIDUO | TONELADAS | PORCENTAJE DEL TOTAL | |
|--------|-----------------------|---|----------------------------|----------------------|------|
| 45 | 16. Residuos sólidos | No especificado | 9,054.79 | | |
| 46 | | Otros sólidos | 4,566.08 | | |
| 47 | | Tierra, grava, aserrín impregnados con aceites, grasas e hidrocarburos | 536.18 | 2.50 | |
| 48 | | Estopa, trapo, plásticos, cartón, madera, brochas, papel, cepillo, etc., impregnados con pinturas, grasas, aceites, hidrocarburos | 420.81 | 1.96 | |
| 49 | | Botes o recipientes que contuvieron contaminantes diversos, latas de pintura, aerosoles | 235.27 | 1.10 | |
| 50 | | Lámparas fluorescentes | 23.72 | 0.11 | |
| 51 | | De mantenimiento automotriz | 19.84 | 0.09 | |
| 52 | | Asbesto | 12.49 | 0.06 | |
| 53 | | Tratamiento de aguas de proceso | 8.80 | 0.04 | |
| 54 | | Mangueras, pistolas o filtros para despacho de combustibles, descarga de contaminantes | 6.24 | 0.03 | |
| 55 | | Contaminados por gas natural, mercaptano | 3.77 | 0.02 | |
| 56 | | Con metales pesados | 3.09 | 0.01 | |
| 57 | | Balastos | 2.29 | 0.01 | |
| 58 | | Partes electrónicas y consumibles de impresoras | 2.17 | 0.01 | |
| 59 | | Solventes orgánicos usados | 0.02 | 0.00 | |
| 60 | | 17. Solventes | Solventes orgánicos usados | 11.12 | 0.05 |
| 61 | | 18. Sustancias corrosivas | Ácidos | 1.24 | 0.01 |
| 62 | | | Álcalis | 1.18 | 0.01 |

Fuente: Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente. 2017.

TABLA 85. PRINCIPALES CORRIENTES DE RESIDUOS PELIGROSOS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS, GENERACIÓN ESTIMADA ASEA 2017

| CORRIENTE | CATEGORÍA DEL RESIDUO | TIPO DEL RESIDUO | TONELADAS | % DEL TOTAL |
|----------------------------------|-----------------------|--|-----------|-------------|
| 1 | Residuos sólidos | No especificado | 9,054.79 | 42.25 |
| 2 | | Otros sólidos | 4,566.08 | 21.30 |
| 3 | Líquidos de proceso | Agua contaminada con hidrocarburos, combustibles, aceite o grasa | 2,154.78 | 10.05 |
| 4 | Lodos aceitosos | No especificado | 1,578.80 | 7.37 |
| 5 | | Otros lodos | 713.13 | 3.33 |
| Porcentaje del total de residuos | | | | 84.29 |

Fuente: Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente. 2017.

Referente a planes de manejo de empresas que son grandes generadores de residuos peligrosos y que realizan actividades reguladas por la ASEA, de acuerdo con la información que proporcionó esta agencia el 10 de mayo del 2019: el año 2016 se registraron 38 planes de manejo; en 2017, cinco; en 2018, nueve. Si se considera que sólo en el año 2017 se reportaron 69 empresas como grandes generadores, falta que algunos regulados cumplan la NOM-001-ASEA-2019³⁹.

En relación con el transporte de residuos del sector hidrocarburos, el año 2016 se expedieron 29 autorizaciones; el 2017 se concedieron 41 autorizaciones más: para alcanzar un total de 1,380 vehículos (Tabla 86). Para el manejo de residuos se han autorizado 15 instalaciones de acopio, almacenamiento, reciclaje y tratamiento, con una capacidad instalada de 669,809.8 toneladas (Tabla 87).

TABLA 86. AUTORIZACIONES, VEHÍCULOS Y CAPACIDAD AUTORIZADA PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS

| ENTIDAD FEDERATIVA | AÑO | CANTIDAD DE | | CAPACIDAD AUTORIZADA | |
|--------------------|------|----------------|----------------------|----------------------|-----------|
| | | AUTORIZACIONES | UNIDADES (vehículos) | LITROS | TONELADAS |
| Campeche | 2016 | 2 | 5 | 0 | 935 |
| | 2017 | 11 | 61 | | 22,052 |
| Coahuila | 2016 | 1 | 17 | 210,000 | 295 |
| | 2017 | 1 | 17 | 210,000 | 295 |
| Chiapas | 2016 | 1 | 7 | 60,000 | 68 |
| Colima | 2017 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Guanajuato | 2016 | 1 | 13 | 245,500 | 65 |
| | 2017 | 1 | 13 | 238,000 | 85 |
| Hidalgo | 2016 | 4 | 25 | 60,000 | 409 |
| | 2017 | 1 | 4 | 0 | 57 |
| Jalisco | 2017 | 3 | 13 | 61,600 | 30 |
| Nuevo León | 2017 | 3 | 98 | 0 | 2,595 |
| Puebla | 2017 | 1 | 12 | | 87 |
| Tabasco | 2016 | 13 | 126 | 2,091,000 | 2,426 |
| | 2017 | 7 | 213 | 878,000 | 8,039 |
| Tamaulipas | 2016 | 5 | 38 | 0 | 896 |
| | 2017 | 5 | 114 | 802,000 | 1,295 |
| Veracruz | 2016 | 2 | 172 | 28,000 | 72 |
| | 2017 | 7 | 431 | 3,620,500 | 6,840 |
| Nacional | 2016 | 29 | 403 | 2,694,500 | 5,166 |
| | 2017 | 41 | 977 | 5,810,100 | 41,378 |

Fuente: ASEA 2019, información recibida el 10 de mayo de 2019.

39 Norma Oficial Mexicana NOM-001-ASEA-2019, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y la gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

TABLA 87. AUTORIZACIONES, INSTALACIONES Y CAPACIDAD AUTORIZADA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS

| ENTIDAD FEDERATIVA | FASE DE MANEJO | AÑO | CANTIDAD DE | | CAPACIDAD INSTALADA AUTORIZADA (T) |
|--------------------|-------------------------|------|----------------|-------------------------|------------------------------------|
| | | | AUTORIZACIONES | PLANTAS O INSTALACIONES | |
| Colima | | 2017 | 1 | 1 | 200.0 |
| Jalisco | | 2017 | 1 | 1 | 3,582.0 |
| Michoacán | Acopio | 2017 | 1 | 1 | 130.0 |
| Nuevo León | | 2016 | 1 | 1 | 700.8 |
| | | 2016 | 2 | 2 | 1,210.0 |
| | | 2017 | 2 | 2 | 19,361.0 |
| Tabasco | Reciclaje | 2017 | 1 | 1 | 280,320.0 |
| | Tratamiento | 2016 | 1 | 1 | 146,000.0 |
| | | 2017 | 2 | 2 | 194,256.0 |
| Veracruz | Acopio | 2017 | 1 | 1 | 50.0 |
| | Reciclaje | 2016 | 1 | 1 | 12,000.0 |
| | | 2017 | 1 | 1 | 12,000.0 |
| Nacional | Acopio y almacenamiento | 2016 | 3 | 3 | 1,910.8 |
| | Acopio | 2017 | 6 | 6 | 23,323.0 |
| | Reciclaje | 2016 | 1 | 1 | 12,000.0 |
| | | 2017 | 2 | 2 | 292,320.0 |
| | Tratamiento | 2016 | 1 | 1 | 146,000.0 |
| | | 2017 | 2 | 2 | 194,256.0 |

Fuente: ASEA 2019. Información recibida el 10 de mayo de 2019.

Respecto de los Residuos de Manejo Especial generados en el sector hidrocarburos que también son competencia de la ASEA, se asienta que en

el trienio 2016, 2017 y 2018 se emitieron 62 autorizaciones para transporte, acopio, co-procesamiento y confinamiento (Tabla 88).

TABLA 88. AUTORIZACIONES, INSTALACIONES Y CAPACIDAD AUTORIZADA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS

| ENTIDAD FEDERATIVA | AÑO | FASE DE MANEJO | CANTIDAD DE | | CAPACIDAD INSTALADA AUTORIZADA | |
|--------------------|-------|--|----------------|-------------------------|--------------------------------|------------|
| | | | AUTORIZACIONES | PLANTAS O INSTALACIONES | TONELADAS | LITROS |
| Campeche | 2016 | Transporte | 1 | 1 | 132.00 | 0 |
| | 2017 | | 7 | 48 | 14,247.38 | |
| | 2018 | | 6 | 78 | 11,217.67 | 140,000 |
| Coahuila | 2017 | Confinamiento | 1 | 17 | 295.00 | 210,000 |
| | 2017 | | 1 | 1 | 80,000.00 | 0 |
| Jalisco | 2018 | | 1 | 9 | 29.30 | 0 |
| Tabasco | 2016 | Transporte | 6 | 137 | 3,386,794.00 | 130,000 |
| | 2017* | | 5 | 256 | 1,061.46 | 288,000 |
| | 2017 | Acopio | 1 | 1 | 32,850.00 | 0 |
| | 2017 | Confinamiento | 1 | 1 | 18,000.00 | |
| | 2018 | Transporte | 9 | 379 | 8,816.10 | 6,349,000 |
| | 2018 | Acopio | 1 | 1 | 6,482.00 | 0 |
| Tamaulipas | 2017* | Transporte | 4 | 115 | 1,267.42 | 7,850,000 |
| | 2017 | Acopio | 1 | 1 | 30.00 | 0 |
| | 2018 | Transporte | 4 | 308 | 7,008.00 | 3,058,000 |
| Veracruz | 2017 | Transporte | 6 | 431 | 6,836.50 | 3,635,500 |
| | | Acopio | 1 | 1 | 842.40 | 0 |
| | 2018 | Transporte | 5 | 121 | 1,106.07 | 1,414,400 |
| | | Co-procesamiento (combustible alternativo para la generación de energía) | 1 | 1 | 151,000.00 | 0 |
| Nacional | 2016 | Transporte | 7 | 138 | 3,386,926.00 | 130,000 |
| | 2017 | | 23 | 867 | 23,707.76 | 11,983,500 |
| | | Confinamiento | 2 | 2 | 98,000.00 | 0 |
| | 2018 | Acopio | 3 | 3 | 33,722.40 | |
| | | Transporte | 25 | 895 | 28,177.14 | 10,961,400 |
| | | Acopio | 1 | 1 | 6,482.00 | 0 |
| | | Co-procesamiento (combustible alternativo para la generación de energía) | 1 | 1 | 0.00 | |

* Se emitieron modificaciones a las autorizaciones, por lo cual se actualizó la cifra.
Fuente: ASEA 2019. Información recibida el 10 de mayo de 2019.

5.5 Análisis de la gestión integral de los residuos del sector hidrocarburos

Como se mencionó anteriormente, en el área ambiental, la ASEA, que entró en operación el 2 de marzo de 2015, regula y supervisa la gestión de los residuos generados por el sector hidrocarburos.

Si se considera que en el sector de hidrocarburos existen más de 20 mil instalaciones, se comprende la dificultad para la regulación y la supervisión. Aunque inicialmente esta agencia aplicó los procedimientos desarrollados por la SEMARNAT para la gestión de residuos, con el transcurso de los años ha realizado sus propios procedimientos y normatividad.

Es el caso de la NOM-001-ASEA-2019, Norma que establece los criterios para clasificar a los RME del sector hidrocarburos y determina cuáles están sujetos a plan de manejo, así como su listado y los elementos para la formulación y la gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

La información proporcionada por la ASEA, respecto a la generación de RP estimada en el año 2017, queda muy por debajo de lo reportado por PEMEX para el mismo año, con 115,200 t de RP, sin considerar las 50,800 t de RME que también reporta.

Es importante que la ASEA reporte la generación y manejo de los residuos petroleros para cada eslabón de la

cadena de valor de los hidrocarburos, es decir, desde las actividades de exploración hasta la venta directa al público, debido a que los residuos generados son diferentes, tanto en corrientes, como en volúmenes; por ejemplo, lo que se genera en la perforación de un pozo dista mucho de lo generado por una refinería o en una gasolinera.

Tanto la ASEA como la SEMARNAT solicitan a los sujetos regulados la Cédula de Operación Anual (COA), instrumento del cual se puede obtener información, desglosada año por año, relativa a la generación de residuos peligrosos. Sin embargo, para la actualización de los inventarios de RP se ha utilizado poco. Se debe trabajar en la reestructuración de la COA para que sea una fuente de información unificada y oportuna.

Dos objetivos relevantes de la gestión integral de los residuos sólidos en el país deben ser su reducción y la obtención del máximo aprovechamiento material y energético. Por ello se les debe considerar y trabajar de manera global, no importando el sector que los genere. Estas acciones permitirán, entre otros rubros favorables, eficientar la infraestructura y los recursos humanos y económicos disponibles, así como proceder según los conceptos de economía de escala, economía circular y simbiosis industrial.

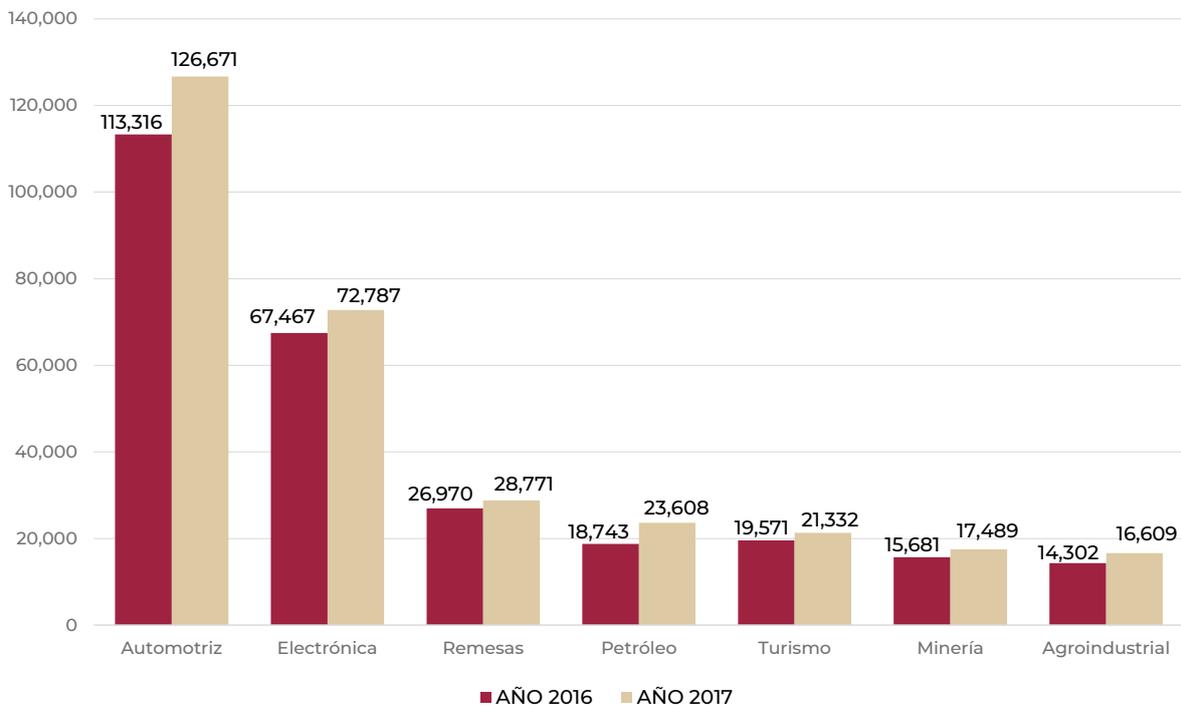


6 RESIDUOS MINEROS

Con base en información del INEGI, el sector minero es uno de los principales sectores industriales que aporta para el crecimiento económico de México. En 2018, este sector representó alrededor del 1.5% del PIB.

De acuerdo a información de BANXICO, el sector minero se ubicó como el sexto generador de divisas en nuestro país, con 17 mil 489 millones de dólares, debajo del sector automotriz, electrónico, las remesas, el petróleo y el turismo (Figura 84).

FIGURA 84. DIVISAS GENERADAS EN 2016-2017

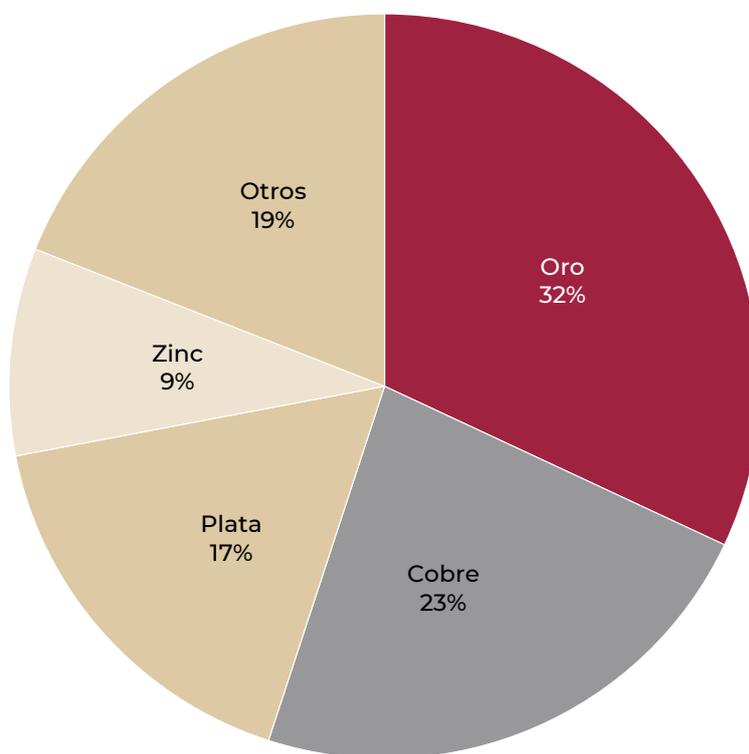


Fuente: SE, BANXICO.

Según datos del INEGI, en la producción minera nacional en 2017, cuatro metales aportaron el 81% del valor total nacional: el oro 32%, el cobre ocupó el segundo lugar con 23%, la plata registró un 17% y el zinc un 9% como se observa en la Figura 85.

A nivel internacional, México ocupa el primer lugar en producción de plata con el 23% de la producción mundial, el sexto lugar en zinc con el 5.11%, el séptimo lugar en cobre con el 3.83% y el noveno en oro con el 4.02% (Fuente: CAMIMEX 2018).

FIGURA 85. PRODUCCIÓN MINERO-METALÚRGICA, 2017



Fuente: INEGI, 2017.

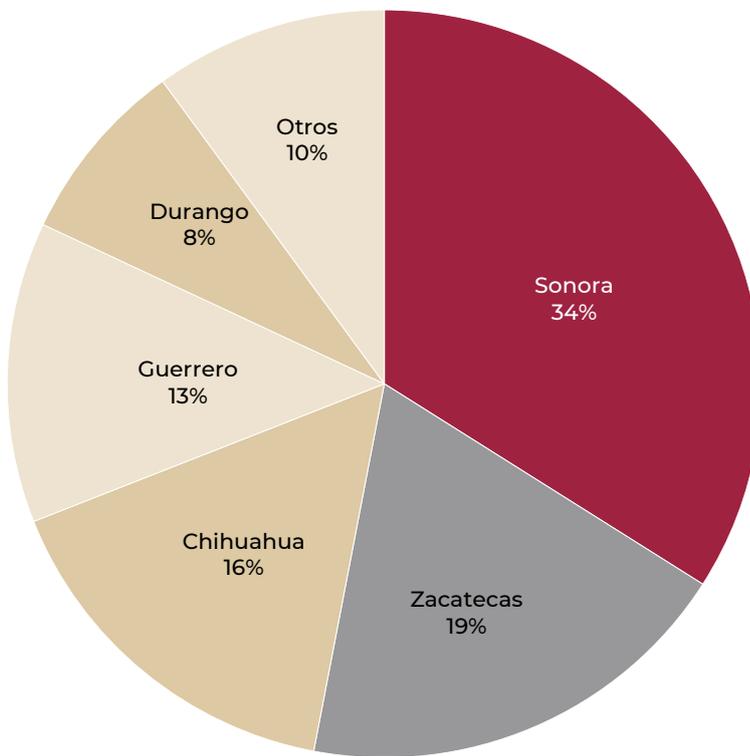


Foto: Freepik Image Bank.

Los reportes del INEGI, en 2017 destacan que la producción minera nacional de oro reportó un total de 130,469.2 kg; este volumen resulta ser casi cinco veces el correspondiente al año 2000; permitiendo que México mantenga un lugar destacado (9) como productor de oro en el mundo (Figura 86).

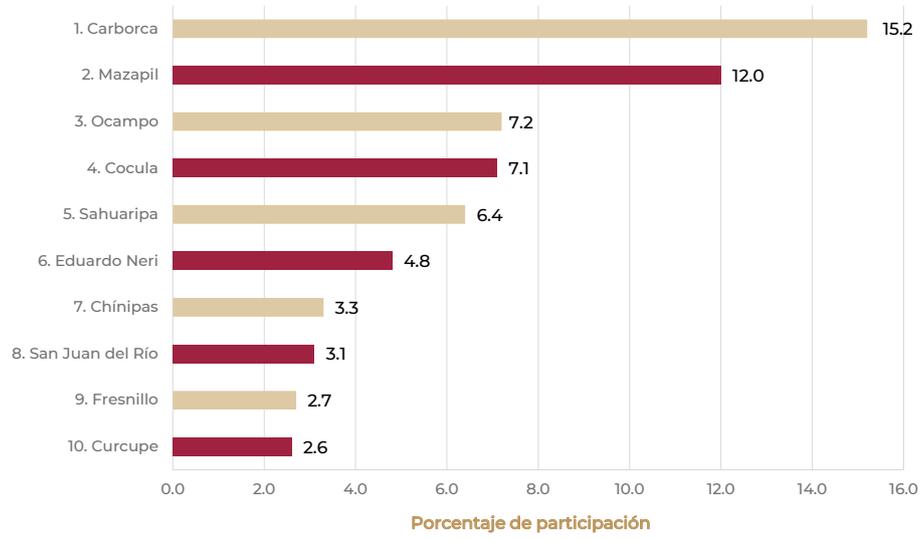
A nivel nacional el estado de Sonora ocupó el primer sitio con una participación de 34%, Zacatecas con 19%, Chihuahua con 16%, Guerrero 13%, Durango 8% y otros estados con el 10%, los principales municipios productores de estas entidades federativas se muestran en la Figura 87.

FIGURA 86. PRODUCCIÓN MINERA DE ORO EN MÉXICO, 2017



Fuente: INEGI, 2017.

FIGURA 87. PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES DE ORO DURANTE 2017

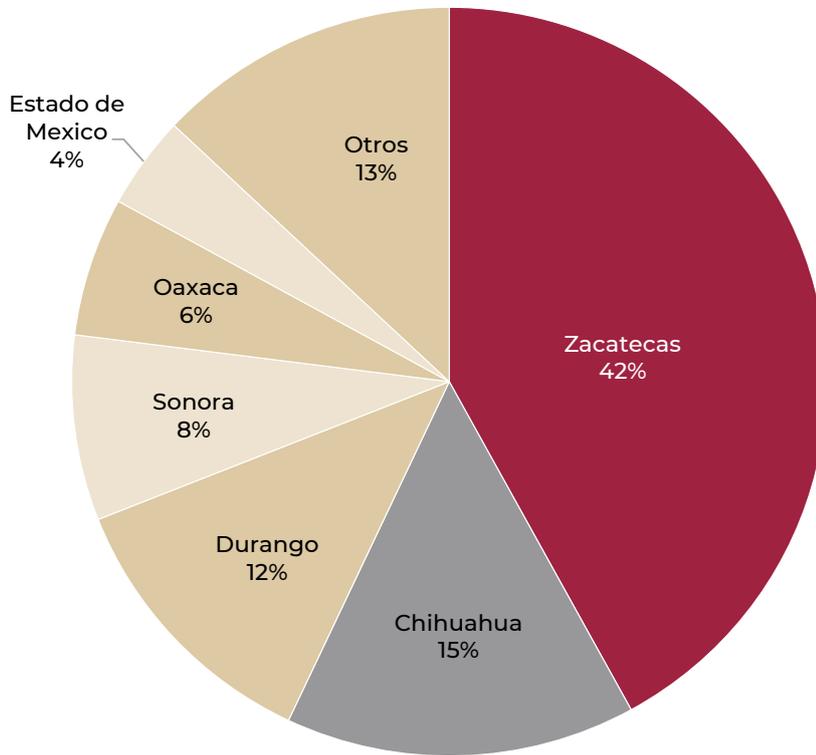


Fuente: CAMIMEX, 2018.

Con base en la información del INEGI, en el año 2017 la producción minera de plata fue de 5,387,690 kg, lo que mantuvo a México como el primer productor de plata a nivel mundial (Figura 88).

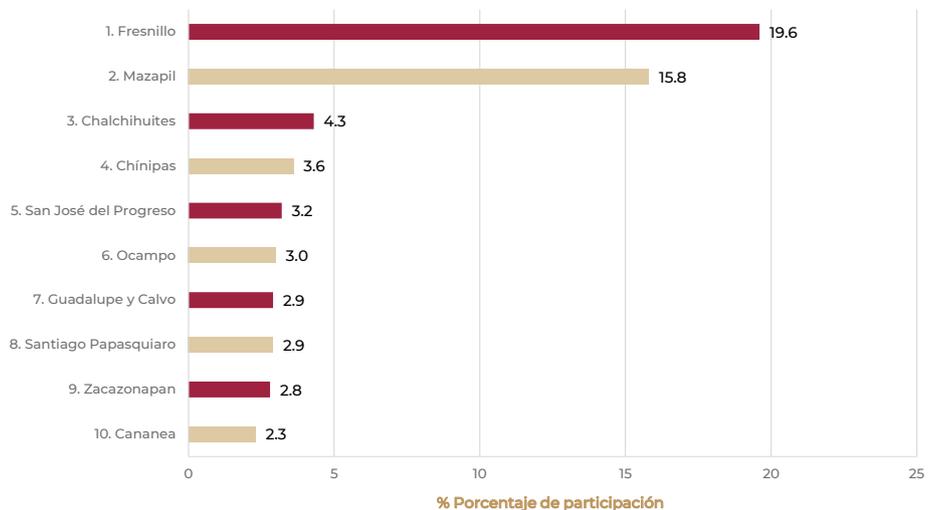
Por entidad federativa, Zacatecas tiene la primera posición con el 42%, Chihuahua con el 15%, Durango aporta el 12%, Sonora el 8%, Oaxaca participa con el 6%, el Estado de México con el 4%. La Figura 89 muestra a los principales municipios productores de plata del país.

FIGURA 88. PRODUCCIÓN MINERA DE PLATA EN MÉXICO, 2017



Fuente: INEGI, 2017.

FIGURA 89. PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES DE PLATA DURANTE 2017



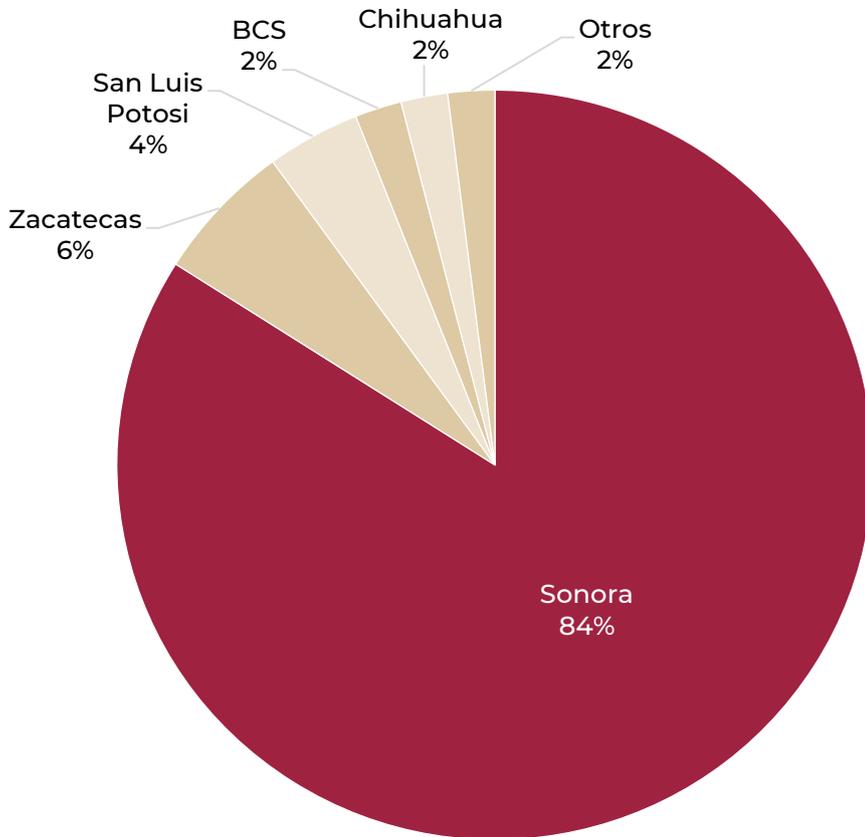
Fuente: CAMIMEX, 2018.

INEGI reportó que en el año 2017 México produjo 755,791 toneladas de cobre, lo que lo ubica como el séptimo productor a nivel mundial (Figura 90).

El mayor estado productor de cobre en México es Sonora con 84%, el se-

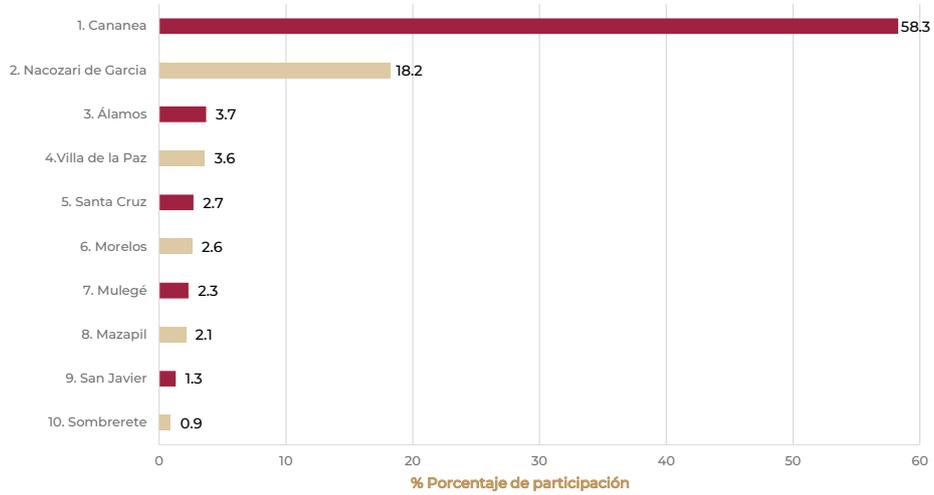
gundo lugar lo ocupa Zacatecas con un 6% y en el tercer lugar se posicionó San Luis Potosí con el 4%. Los principales municipios productores de cobre del país se muestran en la Figura 91.

FIGURA 90. PRODUCCIÓN MINERA DE COBRE EN MÉXICO, 2017



Fuente: INEGI, 2017.

FIGURA 91. PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES DE COBRE DURANTE 2017



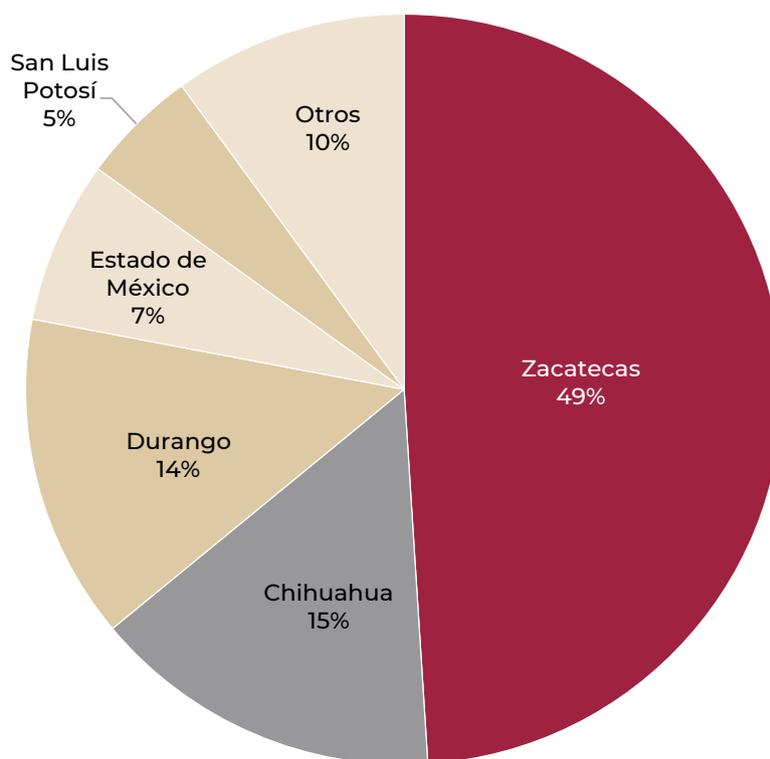
Fuente: CAMIMEX, 2018.

De acuerdo con cifras del INEGI para 2017, la producción minera nacional de zinc registró un incremento de 1.5% con respecto a 2016, alcanzando 674,318 toneladas, lo que posiciona a México en el sexto lugar a nivel mundial (Figura 92).

Zacatecas sigue siendo el estado más importante en producción de

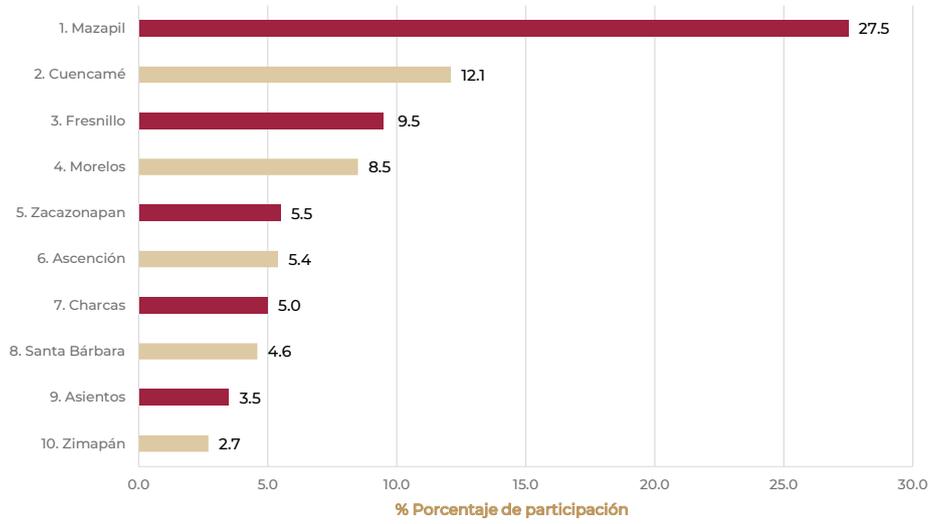
zinc, la participación del estado alcanzó 49% del total nacional, Chihuahua aportó el 15%, mientras que Durango el 14%, Estado de México el 7% y San Luis Potosí tuvo una participación del 5%, respecto a los principales municipios productores de zinc, la Figura 93 muestra a detalle la producción de los estados más productivos del país.

FIGURA 92. PRODUCCIÓN MINERA DE ZINC EN MÉXICO, POR ENTIDADES FEDERATIVAS, 2017



Fuente: INEGI, 2017.

FIGURA 93. PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES DE ZINC DURANTE 2017



Fuente: CAMIMEX, 2018.

Esta actividad económica –la minería– si bien aporta al desarrollo económico del país, también representa una fuente importante de generación de residuos, sin embargo se cuenta con poca información o está dispersa.

Las actividades mineras para el aprovechamiento de minerales conllevan impactos ambientales en diferentes magnitudes, desde la localización del yacimiento, la determinación de calidades y cantidades del mineral, hasta su explotación y posterior traslado del frente de mina hasta la planta de proceso.

Las operaciones mineras, en lo general, se podrían agrupar en tres grandes etapas:

1. Exploración
2. Explotación
3. Beneficio

Estas etapas consumen grandes cantidades de combustibles, energía eléctrica y lubricantes. Cada uno de estos trabajos presenta particularidades que conllevan acciones que inciden de forma directa o indirecta en el ambiente.

EXPLORACIÓN

Se desarrolla para identificar depósitos de minerales o sustancias, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan. De estos trabajos destaca la barrenación cuyo fin es penetrar al macizo rocoso a diferentes profundidades con el objeto de adquirir datos del subsuelo que permitan establecer las características físicas, químicas y geométricas de los depósitos minerales ubicados bajo superficie, para lograrlo se requiere perforar con maquinaria especial. En esta etapa se pueden generar residuos como aceites gastados y lubricantes, estopas impregnadas con aceite y grasa, además de los residuos propiamente mineros: los recortes de los lodos de

perforación (base bentonita y base polímeros), restos de muestras de barrenación y material rocoso.

EXPLORACIÓN

Efectuada la voladura o fragmentación del macizo rocoso se procede a movilizar el material desde la frente hasta el sitio en que se realizará su beneficio. Los trabajos de cargado, acarreo y disposición en las quebradoras de la planta implican la movilización de vehículos para el cargado y posterior transporte los cuales consumen grandes cantidades de energía eléctrica y/o combustible.

En esta etapa se pueden generar aceite o grasas, estopas empleadas en los talleres de mantenimiento mecánico y eléctrico para la limpieza de las herramientas impregnadas de aceite y grasa, neumáticos usados, cajas de cartón, bolsas de plástico, emisión de gases y partículas. Entre los residuos propiamente mineros que corresponden a esta etapa se encuentran los terreros y tepetates.

BENEFICIO

Implica los trabajos de preparación, tratamientos, fundición de primera mano y refinación de los productos minerales. En esta etapa se usan distintas sustancias químicas para diversas reacciones en dispositivos diseñados para tal fin, por ejemplo, reactivos de flotación (reguladores de pH y tensoactivos) y para lixiviación. Entre los residuos que se generan durante esta etapa se encuentran: jales, reactivos y minerales gastados, escorias, lodos, polvos de los hornos y yesos.

Los residuos mineros pueden disponerse en los sitios en los que se generan; el mineral gastado permanece en los patios de lixiviación y los jales, por lo general, en estructuras diseñadas para su contención, conocidas como presas y depósitos de jales.

6.1 Corrientes de residuos del sector minero

La información de los residuos generados por el sector minero que se presenta en este diagnóstico se basa en instrumentos con los que cuenta la SEMARNAT, uno de ellos son los Planes de Manejo para los residuos generados por el sector minero, en los cuales se reportan los residuos peligrosos y no peligrosos que genera el sector.

Con el propósito de identificar las corrientes de residuos que genera el

sector se trabajó con Planes de Manejo registrados en el año 2017, correspondientes a 12 empresas.

Los residuos reportados por las empresas se clasificaron en peligrosos, no peligrosos y residuos no peligrosos/peligrosos (en los análisis para determinar su peligrosidad, NOM-157-SEMARNAT-2009, en la corriente unas muestras resultan peligrosas y otras no), los resultados se presenta en la Tabla 89.

TABLA 89. CORRIENTES DE RESIDUOS GENERADOS POR 12 EMPRESAS DEL SECTOR MINERO REPORTADOS EN SUS PLANES DE MANEJO 2017

| TIPO DE RESIDUO | FUENTE DE LA CORRIENTE DEL RESIDUO | TONELADAS (ton) | TIPO | DESTINO FINAL |
|---|---|-----------------|---------------|--|
| RESIDUOS NO PELIGROSOS 243,586,315 | | | | |
| Grasa carbonatada | Tratamiento (reducción metálica) de materiales de dross-polvo de bismuto en el horno rotatorio | 3,650 | No Peligroso | <i>In situ</i> |
| Jales | Proceso de flotación selectiva de minerales | 2,800,000 | No Peligroso | <i>In situ</i> , como relleno de mina subterránea. |
| Jales cianurados | Beneficio mediante lixiviación dinámica | 517,752 | No Peligrosos | <i>In situ</i> , en presa de jales |
| Jales de flotación | Beneficio mediante flotación de mineral de sulfuros y óxidos | 2,917,448 | No Peligroso | <i>In situ</i> , en presa de jales |
| Jales de flotación y lixiviación dinámica | Beneficio mediante flotación de minerales de plomo y zinc y lixiviación con cianuro de sodio | 405,000 | No Peligroso | <i>In situ</i> , en presa de jales |
| Jarosita | Lodos de precipitación del hierro del proceso de lixiviación de la planta electrolítica de zinc | 8,000 | No Peligroso | <i>In situ</i> |
| Lodo blanco | Yesos de la neutralización de purgas ácidas de la planta electrolítica de zinc | 10,500,000 | No Peligroso | <i>In situ</i> |

| TIPO DE RESIDUO | FUENTE DE LA CORRIENTE DEL RESIDUO | TONELADAS (ton) | TIPO | DESTINO FINAL |
|--|---|-----------------|----------------------------|---|
| Mineral gastado | Formación de montones de mineral para lixiviado | 900,500 | No Peligroso | "Patio de Lixiviación en montones" de conformidad con la NOM-155-SEMARNAT-2007. |
| Tepetate | Material extraído de interior de mina | 150,000,000 | No Peligroso | <i>In situ</i> , en el interior de mina del tiro. |
| Tepetates | Residuos provenientes de minado a cielo abierto | 75,533,965 | No peligroso | <i>In situ</i> , en Tepetatera |
| RESIDUOS PELIGROSOS 4,088,548 | | | | |
| Hollín | | 3 | Peligroso | Confinamiento |
| Jales de flotación | (Flotación de minerales de plomo, zinc y cobre) | 1,460,000 | Peligroso | <i>In situ</i> , en la presa de jales |
| Jales de flotación | Beneficio mediante flotación de mineral de sulfuros | 2,628,000 | Peligroso | <i>In situ</i> , en la presa de jales |
| Lodos de limpieza de gases | Provenientes de las purgas de la planta de ácido | 150 | Peligroso | Tratamiento |
| Patios de lixiviación | Formación de montones de mineral para ser lixiviado | 383 | Peligroso | <i>In situ</i> , en "Patios de Lixiviación en montones" |
| Terrón de escorias de aluminio | | 12 | Peligroso | Confinamiento |
| RESIDUOS NO PELIGROSOS/PELIGROSOS* 25,617,502 | | | | |
| Tepetates | Residuos provenientes de minado subterráneo | 297,502 | No Peligroso/ Peligroso | <i>In situ</i> |
| Tepetates | Residuos provenientes de minado a cielo abierto y subterráneo | 25,320,000 | No Peligroso/ Peligroso | <i>In situ</i> |

*En los análisis para determinar su peligrosidad (NOM-157-SEMARNAT-2009), en la corriente unas muestras resultan peligrosas y otras no.

Sólo estas 12 empresas reportaron en sus planes de manejo 243,586,315 t de residuos no peligrosos, donde las principales corrientes son tepetates, lodo blanco y jales.

Respecto a los peligrosos reportan 4,088,548 t donde el mayor porcentaje son jales clasificados como peligrosos. En la categoría no peligroso/peligroso se reportó 25,617,502 t de tepetates.

6.2 Análisis de la gestión integral de los residuos mineros

La información de los residuos generados por el sector minero es escasa, no obstante que se generan millones de toneladas de residuos peligrosos y no peligrosos.

En el análisis de los planes de manejo de los residuos generados por el sector registrados ante la SEMARNAT, se identifican que algunas de sus principales corrientes jales y tepetates se clasificaron como no peligrosos. Aún cuando hay empresas que reportan sus jales como peligrosos con millones de toneladas, no los registran en la Cedula de Operación Anual.

Si se quiere tener una mejor gestión integral de los residuos que se generan en el país, no se debe sectorizar la información, es decir, si se reporta de diferente forma los residuos del sector hidrocarburos, de los mineros y la de otros sectores productivos no se puede tener un seguimiento, control y valorización de los mismos, aunado a las competencias que tiene el municipio, el estado y la federación en los diferentes tipos de residuos.



Foto: Freepik Image Bank.



Foto: Freepik Image Bank.

7 TEMAS TRANSVERSALES Y EMERGENTES

Esta sección toca ejes transversales que son afectados por el manejo integral de los residuos sólidos y que nos permiten tener una idea más clara de la situación actual que se presenta en el contexto nacional.

7.1 Cambio climático

México ha padecido los efectos adversos del cambio climático. En los 100 años previos, la temperatura de las superficies terrestre y marina se ha incrementado entre 1.2 y 1.5 °C con respecto a los promedios registrados con anterioridad.

Al país le han afectado también fenómenos hidrometeorológicos extremos: huracanes, sequías y en zonas costeras, el aumento del nivel del mar. Estos efectos climáticos han ocasionado altos costos económicos y sociales.

Lo más lamentable es que, en algunos casos, se han perdido vidas humanas.

En 2015, el gobierno mexicano entregó el documento “Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de México” a la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), México fue el primer país en vías de desarrollo en hacerlo, y en el cual se compromete a reducir incondicionalmente para el año 2030, 25% de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, de contaminantes climáticos de vida corta. Este compromiso implica una reducción de 22% de los GEI y una disminución de 51% de carbono negro, teniendo como línea base el año 2013. El 22 de abril de 2016, México suscribió el Acuerdo de París. Con ello confirma las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND).



Foto: Freepik Image Bank.

TABLA 90. REDUCCIÓN DE GEI PROYECTADA AL AÑO 2030

| | -22 GEI | | | | EMISIONES DE GEI |
|---------------------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------------|
| | | | | | META AL 2020 |
| | LÍNEA BASE | | | | NO. CONCECIONADA |
| | 2013 | 2020 | 2025 | 2030 | 2030 |
| Transporte | 174 | 214 | 237 | 266 | 218 |
| Generación de electricidad | 127 | 143 | 181 | 202 | 139 |
| Residencial y comercial | 26 | 27 | 27 | 28 | 23 |
| Petróleo y gas | 80 | 123 | 132 | 137 | 118 |
| Industria | 115 | 125 | 144 | 165 | 157 |
| Agricultura y ganadería | 80 | 88 | 90 | 93 | 86 |
| Residuos | 31 | 40 | 45 | 49 | 35 |
| Subtotal | 633 | 760 | 856 | 941 | 776 |
| USCUSS ⁴⁰ | 32 | 32 | 32 | 32 | -14 |
| Emisiones totales⁴¹ | 665 | 792 | 888 | 973 | 762 |

-22

Fuente: Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020–2030, Gobierno de la República, 2015.

Se definieron dos medidas de mitigación en el sector de residuos, específicamente para los sólidos urbanos, cuya estimación de mitigación es de 14.38 MtCO₂e de GEI al 2030. Las medidas son:

1. Alcanzar cero emisiones de metano en rellenos sanitarios en 2030

Esta medida supone que los rellenos sanitarios de más de 50 mil habitantes, podrían capturar y quemar el biogás generado. El escenario de mitigación supone instalar infraestructura de captura y quema de metano en 157 Sitios de Disposición Final (SDF), que se traducirá en una mitigación de 13.82 MtCO₂e en 2030.

2. Lograr cero quema a cielo abierto en 2030

La quema a cielo abierto de residuos es una práctica común para el 12% de los 31 millones de viviendas del país. En 2013, las emisiones por quema de residuos a cielo abierto alcanzaron 0.3 MtCO₂e de CCVC y 0.2 MtCO₂e de GEI.

El escenario de mitigación de esta medida considera dos acciones para desalentar la quema a cielo abierto en traspatio y en SDF, las cuales permitirán mitigar 0.56 MtCO₂e de GEI en 2030:

1. Llevar a cabo acuerdos intermunicipales para construir rellenos sanitarios

⁴⁰ USCUSS: Usos del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.

⁴¹ La suma de los valores de los sectores puede no coincidir con el total por efectos del redondeo.

Se estimó el costo de la construcción de 66 rellenos sanitarios intermunicipales con infraestructura para captura y quema de metano. Estos rellenos se ubicaron en 219 municipios que no contaban con rellenos sanitarios, actualmente queman el mayor tonelaje de la basura, pero cuentan con el mayor número de habitantes y presentan condiciones de accesibilidad a los municipios participantes.

2. Construir plantas de transferencia

Se estimó el costo de construir 204 plantas de transferencia, en el mismo número de municipios para desalentar la quema en sitios no controlados y de difícil acceso. Las condiciones son que los municipios estén ubicados en zonas de difícil acceso, no cuenten con rellenos sanitarios, que quemaran altos volúmenes de basura y con mayor número de habitantes.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) presentó los avances de los indicadores del Programa Especial

de Cambio Climático 2014–2018, en el cual se consideran los datos más recientes respecto de lo que deberían haber avanzado para el alcance de la Meta 2018, tomando en cuenta la calidad de los indicadores, cumplimiento de los criterios mínimos de relevancia, monitoreo, pertinencia y claridad.

En el caso de los residuos, el seguimiento se encuentra en el objetivo cuatro, primer indicador: reducción de las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta, lo cual propiciaría co-beneficios de salud y bienestar.

En el año 2018 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) publicó la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990–2015, donde se determinó que el sector residuos contribuyó con un 6.6% al total de emisiones del 2015. De 1990 al 2015 las emisiones del sector se tuvieron un incremento del 265.8%, en 1990 eran de 12,550.11 gigagramos (Gg)⁴² de CO₂e, en 2015 fueron 45,909.01 Gg, durante este periodo se tiene una tasa de crecimiento media anual de 5.3% (Ver Tabla 90).

TABLA 91. EMISIONES EN EL SECTOR RESIDUOS 1990-2015. Gg DE CO₂E

| AÑO | DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS | TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS SÓLIDOS | INCINERACIÓN Y QUEMA DE RESIDUOS A CIELO ABIERTO | TRATAMIENTO Y DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES | TOTAL |
|------|---|---|--|--|-----------|
| 1990 | 129.67 | | 1,588.60 | 10,831.83 | 12,550.11 |
| 1995 | 2,518.36 | 163.28 | 1,803.62 | 14,706.15 | 19,191.40 |
| 2000 | 5,091.46 | 163.29 | 1,778.68 | 16,482.94 | 23,516.37 |
| 2005 | 8,899.39 | 167.50 | 1,689.50 | 17,757.61 | 28,514.00 |
| 2010 | 15,640.21 | 208.40 | 2,070.14 | 22,029.59 | 39,948.34 |
| 2011 | 16,945.89 | 213.44 | 1,877.10 | 22,253.37 | 41,289.80 |
| 2012 | 18,241.54 | 199.46 | 1,817.96 | 22,067.99 | 42,326.95 |
| 2013 | 19,540.02 | 199.51 | 1,706.16 | 22,107.23 | 43,552.92 |
| 2014 | 20,779.81 | 199.46 | 1,604.99 | 21,850.96 | 44,435.22 |
| 2015 | 21,920.61 | 199.51 | 1,487.15 | 22,301.74 | 45,909.01 |

Fuente: INECC 2018, Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990–2015.

⁴² Gigagramo (Gg, o 109 g) equivale a mil millones de toneladas.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Unidades_de_masa. Consultado el 30/05/2019.

En el año 2015 las emisiones por tipo de gas son las siguientes:

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------|
| Metano (CH ₄) | 43,093.22 Gg de CO ₂ e | 93.9% |
| Óxido nitroso (N ₂ O) | 2,085.57 Gg de CO ₂ e | 4.5% |
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 730.23 Gg | 1.6% |

7.2. Carbono negro

El carbono negro es un contaminante climático de vida corta (CCVC), es un aerosol carbonoso, su tiempo de vida media es de algunos días o semanas. Se genera principalmente por la combustión incompleta de combustibles fósiles como el diésel y el combustóleo. De acuerdo al quinto reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) *Fifth Assessment Report AR5*, el carbono negro es la segunda emisión antropogénica, superada sólo por el dióxido de carbono. El efecto en el ambiente no sólo produce el calentamiento de la atmósfera y daños a diversos ecosistemas, también afecta a la salud humana debido a los compuestos asociados con su emisión, que se encuentran contaminando el aire en la mayor parte del material particulado (PM, por sus

siglas en inglés *Particulate Matter*) de diámetro menor que 2.5 micras (PM_{2.5}), y que representan una de las principales causas de enfermedades y muertes prematuras. Se estima que mueren entre 3.2 y 3.5 millones de personas en el mundo, debido a la exposición a PM_{2.5} en exteriores e interiores⁴³.

En el sector residuos el carbono negro sólo se produce por la quema de residuos a cielo abierto, a consecuencia de la combustión incompleta. De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, en 1990 en México se quemaban 2,414,976 t, en 2015 se quemaron 1,788,349 t la tasa de crecimiento es de -1.19 (Tabla 93).

El sector residuos contribuyó con el 1% del total de emisiones de carbono negro en 2015 con 1.16 Gg.

TABLA 92. EMISIONES DE CARBONO NEGRO POR QUEMA DE RESIDUOS A CIELO ABIERTO. GG

| 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.56 | 1.77 | 1.86 | 1.68 | 1.60 | 1.49 | 1.39 | 1.30 | 1.23 | 1.16 |

Fuente: INECC 2018, Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015.

⁴³ A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010 *Lancet* 380 2224-60.

7.3 Economía circular

Hasta ahora, el principal modelo económico ha sido el de producir, consumir y desechar. Este modelo genera un sistema lineal, donde se extrae, produce, distribuye, consume y desecha. Aunque existen grandes esfuerzos por incorporar cambios en el sistema, como el cuidado de la materia prima para no agotarla o el reciclaje, estos cambios son sólo adecuaciones para mantener el sistema funcionando por más tiempo. El problema implícito es que los recursos son finitos, pero el sistema no tiene límite.

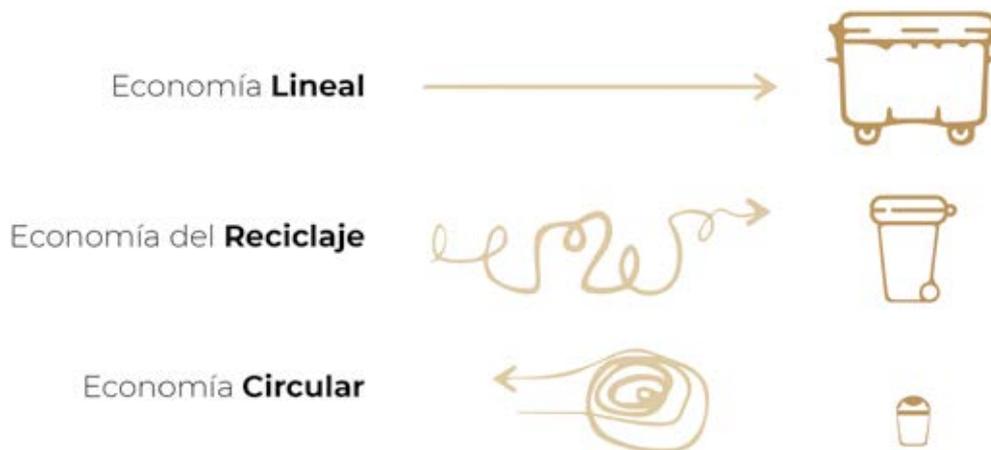
Es indispensable el cambio en el sistema actual. El modelo actual de creación de valor genera residuos aun en sectores que se consideran optimizados, las investigaciones de la Fundación Ellen MacArthur, encontraron que en Europa, el automóvil promedio pasa 92% del tiempo estacionado, 31% de los alimentos se desecha a lo largo de la cadena de valor, y la oficina media sólo se usa el 50% del tiempo⁴⁴.

La economía del reciclaje no es economía circular. La economía circular se caracteriza por ser restaurativa y regenerativa como fin, y se trata de que, en todo momento, los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor máximo, así como que se distinga entre ciclos técnicos y biológicos (Figura 102).

La economía circular se basa en tres principios:

1. Preservar y mejorar el capital natural, a través del control de las reservas finitas y equilibrio en los flujos de recursos renovables.
2. Optimizar el rendimiento de los recursos, a través de la distribución de productos, componentes y materias habilitados todo el tiempo para su máxima utilidad, en ciclos técnicos como biológicos.
3. Promocionar la eficacia de los sistemas, a través de la detección y eliminación del diseño de los factores externos negativos.

FIGURA 94. TIPOS DE ECONOMÍA EN EL MANEJO DE RESIDUOS



Fuente: Fundación Ellen MacArthur. Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada. 2012.

⁴⁴ Growth Within: A Circular Economy vision for a Competitive Europe, Foundation Ellen MacArthur, 2015

En México un ejemplo de economía basada en el reciclaje, es ECOCE, cuyo modelo está basado en un plan de manejo de empresas que son fabricantes, distribuidores y comercializadores de productos de consumo cuyos productos al desecharse generan grandes cantidades de residuos sólidos urbanos. PETSTAR con su modelo botella a botella es un ejemplo exitoso de Economía Circular, el modelo consiste en fabricar botellas de PET usando solo PET reciclado.

Aunque los principales ejemplos de la aplicación de economía circular están en Europa, los resultados registrados indican la factibilidad de los beneficios económicos, sociales y ambientales. Es importante iniciar en México el cambio hacia una economía circular.

7.4 Contaminación del mar por plásticos

En la actualidad, a nivel global, la principal causa de morbilidad es la contaminación. La degradación ambiental por la acumulación de contaminantes, compromete la existencia de los seres vivos, incluido el hombre. El tema de los residuos sólidos urbanos cobra relevancia, ya que una gestión integral de residuos sólidos tiende a minimizar el impacto de estos en la naturaleza.

En los últimos años se ha identificado que el mayor contaminante del mar es el plástico. De acuerdo a datos de *National Geographic*⁴⁵, se estiman las siguientes cifras:

- Más de 5 billones (5,000 millones: 5 x 10⁹) de fragmentos de plástico están flotando en los océanos.

- Aproximadamente 73% de la basura en las playas es de plástico.
- Unas 700 especies de animales marinos han consumido o han quedado atrapadas en plástico.
- En 2050:
 - Casi todas las especies de aves marinas del planeta comerán plástico.
 - En el mar habrá más plástico que peces.
- 100 mil animales marinos mueren cada año por consecuencia de la contaminación por basura marina, de las cuales el 80% son plásticos.
- En el mundo, cada minuto se vende casi un millón de envases de plásticos de bebidas.
- Más del 40% de plásticos se usa una sola vez y se tira.

Actualmente, entre California y Hawái, en el Pacífico septentrional, existe una concentración de desechos marinos, principalmente de plástico. Esta aglomeración ocurre por corrientes oceánicas que ocasionan giros (remolinos) que impiden la dispersión de los desechos. A esta enorme acumulación se le conoce como la Isla de la basura, o Isla del plástico. Su área es de aproximadamente 2.5 millones de kilómetros cuadrados, es decir, superior a la superficie de Groenlandia.

Otra de las consecuencias adversas del alto consumo de plásticos es por los microplásticos que se generan por la rutina en la vida cotidiana, de acuerdo a los investigadores de la Universidad Estatal de Nueva York y la Universidad de Minnesota, quienes participaron en el estudio comisionado por Orb Media, una organización sin fines de lucro en Washington DC⁴⁶:

⁴⁵ https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico_12712/1

⁴⁶ https://orbmedia.org/stories/EL_p1%25C3%25A1stico/multimedia

- Al lavar la ropa, una carga de seis kilos de tela sintética puede desprender hasta 700,000 microfibras.
- Los neumáticos en movimiento arrojan 20 gramos de polvo plástico, cada 100 kilómetros.
- La pintura del hogar contiene por lo menos 14% de plástico.
- Los 8 millones de toneladas aproximadas de plástico que cada año entran a los océanos se descomponen en fragmentos más pequeños que el diámetro de un cabello humano.

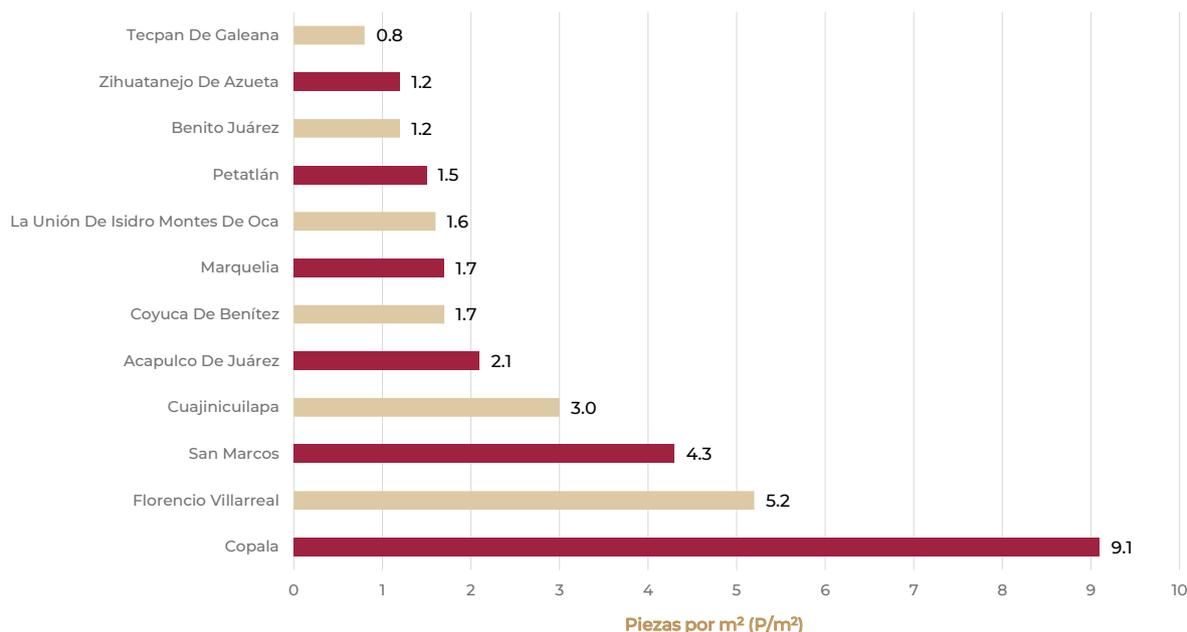
Un estudio reciente⁴⁷ reveló que, las fibras plásticas están en el agua que consumimos, por esto se puede suponer que están también en los alimentos, como leche, pastas, sopas y salsas. Esto implica que los desechos no se biodegradan o se descomponen

químicamente; sólo se desintegra en pedazos diminutos, incluso hasta partículas en escala nanométrica, una milésima de una milésima de milímetro. Los estudios demuestran que las partículas de ese tamaño pueden migrar a través de la pared intestinal y llegar a los ganglios linfáticos y a otros órganos corporales.

En México se han llevado a cabo estudios puntuales con respecto a la concentración de residuos sólidos en las playas. Dichos estudios se han realizado en los estados de Oaxaca, Veracruz y Baja California Sur. En todos ellos se han encontrado residuos de plásticos y de microplásticos.

Los datos que se obtuvieron en el Primer Muestreo Estatal de Residuos Sólidos en Playas del estado de Guerrero, elaborado por SEMARNAT en 2018, en el que se analizaron 25 playas del estado de Guerrero, se muestran en la Figura 103.

FIGURA 96. DENSIDAD PROMEDIO DE RESIDUOS SÓLIDOS, POR MUNICIPIO



Fuente: SEMARNAT. Reporte del Primer Muestreo Estatal de Residuos Sólidos en Playas del Estado de Guerrero.

⁴⁷ Human Consumption of Microplastics, Kieran D. Cox, Garth A. Covernton, Hailey L. Davies, Environmental Science & Technology, American Chemical Society, Jun 1, 2019.

Los muestreos arrojan un rango de densidad de 0.2 a 16.3 piezas por m² de playa. De estos niveles se concluye que el problema de los residuos en las playas mencionadas es importante, persistente y común.

En 2018, Greenpeace realizó dos ejercicios para conocer más detalles de la contaminación plástica en México.

El primer ejercicio consistía en conocer la cantidad de residuos en las playas. Se levantaron muestras en 10 ciudades, en costas de 42 sitios: cuatro del Océano Pacífico, tres del Caribe mexicano y tres del Golfo de México.

El resultado del ejercicio mostró que del 100% de fragmentos de residuos encontrados, los porcentajes particulares fueron los siguientes: plásticos, 47.9; colillas de cigarrillos, 16.4; papel, 8.5; alga/planta, 7.3; madera, 6.9; metal, 5.6; vidrio, 2.7; otros, 5 (Ver Tabla 94).

El segundo ejercicio se realizó en 16 estados. Consistió en:

- Delimitación de un área de limpieza.
- Recolección de todos los residuos encontrados en la zona.
- Conteo y registro de la marca.
- Anotación de la razón social del fabricante principal.
- Tipo de:
 - Producto: alimento, cuidado personal, producto para el hogar.
 - Empaque: HDPE, PET, PVC, PP, PS, plásticos multicapas, plásticos de una capa, entre otros.

Se recolectaron 19 mil 797 piezas plásticas. De éstas, 4 mil 507 fueron de Coca Cola, que representaron el 22.77% del total de la contaminación. Por su parte, de PepsiCo hubo 2 mil 298 (12.11%); de Nestlé 747 piezas (3.77%) del total, como se muestra en la Tabla 95.

TABLA 93. FRAGMENTOS DE RESIDUOS Y PLÁSTICOS ENCONTRADOS EN LAS DIFERENTES ZONAS

| ZONA | FRAGMENTOS | PLÁSTICOS | PROPORCIÓN | PLÁSTICOS X m ² | BASURA X m ² |
|--------------|------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------------|
| Pacífico | 199 | 81 | 0.41 | 2.08 | 5.10 |
| Caribe | 197 | 116 | 0.59 | 2.76 | 4.69 |
| Golfo | 431 | 202 | 0.47 | 4.49 | 9.58 |
| Total | 827 | 399 | 1.46 | 9.33 | 19.37 |

Fuente: Greenpeace. Invasión Plástica ¿Quiénes son los responsables en México? Reporte. 2018.

TABLA 94. PIEZAS DE RESIDUOS PLÁSTICOS ENCONTRADOS EN LA AUDITORÍA DE MARCA

| MARCA | PIEZAS | PORCENTAJE |
|----------------|--------|------------|
| Otro | 11,366 | 57.41 |
| Coca-Cola | 4,507 | 22.77 |
| PepsiCo | 2,298 | 12.11 |
| Nestlé | 747 | 3.77 |
| Bimbo | 572 | 2.89 |
| Unilever | 90 | 0.45 |
| Procter&Gamble | 76 | 0.38 |
| Herdez | 35 | 0.18 |
| Starbucks | 6 | 0.03 |

Fuente: Greenpeace. Invasión Plástica ¿Quiénes son los responsables en México? Reporte. 2018.

Conscientes de la contaminación plástica que afecta no sólo a México, sino al planeta, el poder legislativo de diferentes estados y municipios de la República Mexicana han aprobado

cambios en leyes para prohibir el plástico de un solo uso. La siguiente tabla es un resumen de las prohibiciones estatales y municipales hasta ahora aprobadas y el material que se prohíbe.

TABLA 95. ESTADO / MUNICIPIO DONDE SE APROBÓ LA PROHIBICIÓN DE PLÁSTICOS

| ESTADO/MUNICIPIO | LEY | PROHIBE POPOTES | PROHIBE BOLSAS DE PLÁSTICO | PROHIBE UNICEL |
|---------------------|---|-----------------|----------------------------|----------------|
| Baja California | Ley de protección al ambiente (2001). Reforma 2007, 2009 y 2016. | | • | |
| Baja California Sur | Reforma y Adición de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente. | • | • | • |
| Sonora | Reformas a la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. | • | | |
| Chihuahua | Modificación a la Ley para la prevención y gestión integral de los residuos del estado. | • | | |
| Nuevo León | Reforma a la Ley ambiental del estado (2017), no se aplica. | • | • | |
| Coahuila | Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado. | • | • | • |
| Tamaulipas | Adición los párrafos 6 y 7 al artículo 36 del Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas. (Permite 30% material reciclado). | | • | |
| Durango | Reformó la fracción 38 del artículo 5 de la Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango. | | • | |
| Sinaloa | Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa. Obliga a preguntar al cliente si requiere bolsa o popote. | | | |
| San Luis Potosí | Modificaciones a algunos artículos de la Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí. | • | • | |
| Nayarit | Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. | • | • | • |
| Jalisco | Reforma a los artículos 6, 7 y 8 de la Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Para 2020 permite "reciclables". | • | • | • |

Continúa en la página 223

VIENE DE LA PÁGINA 222

| ESTADO/MUNICIPIO | LEY | PROHIBE POPOTES | PROHIBE BOLSAS DE PLÁSTICO | PROHIBE UNICEL |
|------------------|--|-----------------|----------------------------|----------------|
| Hidalgo | Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo. | • | • | • |
| Ciudad de México | Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. | • | • | • |
| Veracruz | Modificación de la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. | • | • | |
| Puebla | Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla. | • | • | |
| Guerrero | Ley 593 de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero. | • | • | • |
| Oaxaca | Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos. | • | • | • |
| Tabasco | Ley de Protección Ambiental. | • | • | • |
| Tlaxcala | Ley de Ecología y de Protección al Medioambiente. | • | • | • |
| Tijuana | Modificación de Reglamento de Protección al Ambiente. Prohibición de Bolsas. | | • | |
| Aguascalientes | Reglamento de Protección al Medio Ambiente y Manejo de Áreas Verdes. | • | • | • |
| Salamanca | Disposición Ambiental. | | • | |
| Querétaro | Reglamento de Protección Ambiental y Cambio Climático. | | • | |
| Pátzcuaro | Reglamento para el Manejo y Gestión Integral de los Residuos. | • | • | • |
| Toluca | Bandos de Buen Gobierno. | • | • | • |
| Metepec | Bandos de Buen Gobierno. | • | • | • |
| Tlalnepantla | Bandos de Buen Gobierno. | • | • | • |
| Benito Juárez | Reglamentos de Residuos Sólidos y de Ecología. | • | • | • |

Fuente: Legislación de los diferentes estados.

7.5 Contaminación del mar por sargazo

El *Sargassum* pelágico, comúnmente conocido como sargazo, es una macroalga flotante parda o café. Se ubica en un área del Océano Atlántico donde las corrientes marinas impulsan las aguas en forma de círculos concéntricos en sentido horario, por lo cual el sargazo se aglomera en grandes conjuntos enmarañados de miles de kilómetros cuadrados. Esta zona es conocida como el mar de los Sargazos. Se sabe que las corrientes marinas y los vientos ocasionan grandes desprendimientos de este mar, que luego son impulsados a la deriva.

Se tiene registro del arribo de sargazo en las playas del mar Caribe (Figura 104), en ocasiones, en grandes cantidades que provocan afectaciones graves en diversos sectores, particularmente en el ambiental y en el turístico.

Actualmente no hay certeza de las causas de la proliferación del sargazo, ni de su variabilidad temporal. Se han identificado posibles causas de su incremento, todas derivadas del cambio climático: aumento de la temperatura superficial del océano; del flujo de nutrientes, actividades inadecuadas del hombre, fertilización atmosférica proveniente del polvo del Sahara y cambios de patrones de circulación oceánica.

Las principales afectaciones causadas por el impacto del arribo masivo de sargazo son:

A nivel ecológico:

- Acumulación masiva en las playas (con algunos animales muertos).

- Interferencia con anidación y eclosión de tortugas.
- Mortalidad de los pastos marinos cercanos a las costas.
- Eutrofización, acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino.
- Mortandad de peces, por hipoxia (ausencia de oxígeno suficiente en los tejidos como para mantener las funciones corporales).
- Interrupción del tránsito de especies.
- Cambios en los ecosistemas costeros, ocasionado, entre otros factores, por exceso de nutrientes que resulta en aguas menos transparentes, perdiendo el color azul turquesa, aunado a la erosión de playas por el efecto combinado de malas prácticas de remoción y pérdida de pastos marinos.

A nivel de impacto ambiental:

- Pérdida de:
 - Transparencia del agua.
 - Del color azul turquesa.
 - Playas como atracción turística.
- Emisión de sustancias nocivas, principalmente ácido sulfhídrico (H_2S), por la rápida descomposición del sargazo.
- Generación de mal olor y ambientes insalubres

A nivel económico:

- Pérdidas en turismo.
- Impacto en los prestadores de servicios.

FIGURA 97. ACUMULACIÓN DE SARGAZO EN PLAYAS DE TULUM

Foto: Edgar Lugo Chávez.

En 2018, el estado de Quintana Roo, a través de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente, colocaron 2 mil metros lineales de barreras, para contención del sargazo y evitar su llegada a playas en destinos turísticos como Cancún, Playa del Carmen, Mahahual, Tulum y Puerto Morelos. Estas barreras han posibilitado el retiro de aproximadamente 213 mil metros cúbicos de sargazo y residuos de la línea de costa en siete municipios.

Aunque ya existen lineamientos y se han emprendido acciones, el arribo de sargazo ha superado la capacidad de eliminación. Las acciones principales han sido:

ESTRATEGIA 2005

Primera etapa (emergente)

- Limpieza de playas con maquinaria. La SERMARNAT emitió lineamientos para no afectar a las

zonas de anidación de tortuga marina.

- El Gobierno Federal dispuso de 15 millones de pesos para el Programa de Empleo Temporal (PET) y 12 millones para la renta de maquinaria.

Segunda etapa:

- Se integró un equipo técnico-científico y se concluye que la mejor solución es el bloqueo y recoja del sargazo en el mar. La SERMARNAT emitió lineamientos para la contención y el retiro del sargazo en el mar.
- El Gobierno Federal dispuso de 45 millones de pesos para esta segunda etapa: a) 30 millones para la recolección, acopio, transporte y disposición; y b) 15 millones para un proyecto piloto en Puerto Morelos.

LINEAMIENTOS PARA LA REMOCIÓN DEL SARGAZO EN PLAYAS (10 DE JULIO DE 2015)

- Los concesionarios de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) son los responsables de la limpieza de sus zonas concesionadas. Sin embargo, este fenómeno los superó y solicitaron apoyo para usar maquinaria. Los lineamientos se emiten para minimizar el impacto de estas acciones y no causar daños ambientales. En particular, en las zonas de anidamiento de tortuga marina, así como en las dunas primarias y embrionarias, y en la vegetación de duna costera.
- Las acciones que se lleven a cabo dentro del polígono de alguna Área Natural Protegida (ANP), deberá contar con el visto bueno de la CONANP.
- Los concesionarios de la ZOFEMAT deben coordinarse con las autoridades municipales para determinar las zonas para la limpieza, así como la maquinaria a utilizar.

LINEAMIENTOS PARA LA CONTENCIÓN Y RETIRO DEL SARGAZO EN LA ZONA MARINA (17 DE DICIEMBRE DE 2015)

- Contención: Colocación de sistemas de barreras flotantes en la laguna arrecifal. Se prohíbe el uso de redes de pesca.
- Retiro: Retiro manual o motorizado. Embarcaciones con motores fuera de borda. Definir sitios de desembarco y confinamiento temporal.

RESULTADOS TEMPORADA 2015

- Se emitieron ocho validaciones de proyectos de contención de sargazo en zona marina.
- El ámbito geográfico de aplicación, considerando los frentes de playa de los hoteles,

fue de un total de 2,188 metros lineales de frente costera.

ADENDUM A LOS LINEAMIENTOS DE PLAYAS 2018

Los lineamientos del 2015 están vigentes, pero en el 2018 se emitió un “adendum” para aclarar el tema de reintegración de arena después de la limpieza:

- Con la finalidad de evitar la pérdida neta de arena o sedimentos en la playa durante los trabajos de remoción o retiro de sargazo, todos los que sean recuperados mediante dichos trabajos deberán reintegrarse en la misma celda litoral de las zonas donde los sedimentos sean compatibles con el sedimento nativo extraído.
- La disposición de estos sedimentos deberá evidenciarse con los estudios técnicos correspondientes previa validación de la Secretaría.

AVISOS DE EMERGENCIA EN 2018

1. Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas (ANP), requiere autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, sin embargo, ante este fenómeno, el reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que las obras o actividades que se ejecuten para salvar una situación de emergencia, no requerirán autorización en materia de impacto ambiental, pero deberán dar aviso a la secretaría a las 72 horas a partir de que las obras inicien y deberán presentar un informe de las acciones realizadas en un plazo de 20 días.
2. Respecto a lo anterior:
 - La SEMARNAT en Quintana Roo recibió 36 avisos de emergencia: Benito Juárez 3, Puerto Morelos

9, Solidaridad 12, Tulum 8, Isla Mujeres 2, Solidaridad y Othón P. Blanco 1, Solidaridad, Puerto Morelos y Tulum Una.

- De los 36 avisos 23 corresponden a playa, 11 a marina y 2 son mixtos (playa y marina). Aunque se han presentado los avisos y sus posteriores informes existe falta de información en ellos.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático ya inició los primeros trabajos sobre el conocimiento del

arribo de sargazo a la costa del Caribe Mexicano mediante un taller de investigadores y academia, al cual deberá seguir la incorporación de los múltiples actores que permitan encontrar una solución factible y viable que detenga las afectaciones al medioambiente.

Aún en las labores de limpieza ocurren malos procedimientos. Lograr la solución a la problemática implica un esfuerzo multidisciplinario e integral para comprender las posibles causas, la evolución y desarrollar métodos de atenuación de sus impactos.



Foto: Freepik Image Bank.

7.6 Residuos sólidos generados en casos de desastres

México ha avanzado en la prevención de desastres. En mayo de 1986, ocho meses después de los sismos de 1985, se creó el Sistema Nacional de Protección Civil. Dos años después, en septiembre de 1988, se instauró el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), cuyas funciones consisten en investigación, capacitación, instrumentación y difusión acerca de fenómenos naturales y antropogénicos que pueden originar situaciones de desastre, así como acciones para reducir y mitigar los efectos negativos de tales fenómenos, para coadyuvar a una mejor preparación de la población para enfrentarlos. Aunque hay avances en esta prevención, aún no existe un Plan para la Gestión de Residuos en caso de desastres.

El 7 de septiembre de 2017, aconteció un sismo de magnitud de 8.2 cuyo epicentro fue en el municipio de Pijijiapan en el estado de Chiapas. Este fenómeno efecto directamente a 118 municipios en Chiapas y 41 municipios en Oaxaca.

Las afectaciones posteriores al sismo, fueron muchas, dentro de las cuales se identificó la gran generación de residuos de manejo especial, residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.

La SEMARNAT para atender la emergencia que representaba la generación extraordinaria de residuos de la construcción y demolición publicó los “Criterios para el manejo de los residuos de construcción y demolición generados por el sismo en los estados de Oaxaca y Chiapas”. Estos criterios consideran los siguientes apartados:

1. Ubicación de sitios para disposición final. En este apartado se establece las restricciones que se deben considerar para un sitio de disposición final y los criterios aplicables que establece que el sitio, preferentemente, no se

encuentre en un rango mayor a los 20 km de la zona del desastre; se deben considerar sitios donde el paisaje se encuentre degradado como minas y canteras y se debe considerar zonas con suelos poco productivos.

2. Operación de los sitios de disposición final. Las recomendaciones especifican las buenas prácticas a considerar para este tipo de residuos y la recomendación de no usar rellenos sanitarios existentes, ya que acorta la vida útil, de ser la única opción se recomienda establecer una celda específica para el depósito de este tipo de residuos.
3. Aprovechamiento y reciclaje de escombros. Las recomendaciones para su valorización y aprovechamiento son: establecer un manejo separado; evitar la contaminación con otros residuos; establecer convenios con empresas privadas dedicadas a materiales pétreos, quienes podrían estar interesados en la trituración y uso de estos materiales y usarlos en obras como sub-bases, caminos y rellenos.
4. Saneamiento y clausura de sitios de disposición final. Se establecen las mínimas acciones que se deberán seguir para el cierre y saneamiento del sitio de disposición final.

El 19 de septiembre de 2017 ocurrió un sismo de Mw 7.1 (Mw = magnitud de momento), el cual afectó principalmente a los estados de México, Morelos, Puebla y la Ciudad de México. En el caso de la Ciudad de México, el sismo afectó los inmuebles que se señalan en la Tabla 97.

El segundo sismo de magnitud 7.5 Mw-superior al del 19 de septiembre de 2017, de Mw 7.1 derribó 20 edificios adicionales.

La afectación a estos inmuebles e infraestructura en la Ciudad de México fue desde daños mínimos hasta los que requerían demolición. La cantidad extraordinaria de residuos de construcción y demolición debió tratarse de manera adecuada. En caso contrario habría suscitado diversos problemas ambientales de imagen urbana y salud. Dado el nivel de la emergencia, la SEMARNAT estableció “Criterios para el Manejo de los Residuos de Construcción y Demolición Generados por el Sismo del 19 de septiembre para los estados de México, Morelos, Puebla y Ciudad de México”. En estos criterios se consideran los apartados siguientes.

- Ubicación de sitios para disposición final y almacenes temporales

- Operación de los sitios de disposición final y almacenes temporales
- Aprovechamiento y reciclaje de residuos de construcción y demolición
- Saneamiento y clausura de sitios de disposición final

El gobierno de la Ciudad de México, a través de la “Comisión para la Reconstrucción, Recuperación y Transformación de la Ciudad de México, en una CDMX cada vez más Resiliente”, reportó la remoción, la recolección y el traslado de residuos sólidos urbanos (cascajo, tepetate, tierra, concreto, fresado, asfalto y residuos de la construcción en general) de 203,361 m³ de cascajo, cuyo peso fue de 330,416.7 toneladas de residuos de la construcción y demolición generadas por los sismos del 19 y del 20 de septiembre⁴⁸ de 2017.

TABLA 96. INMUEBLES AFECTADOS POR EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE EN LA CIUDAD DE MÉXICO

| TIPO | CANTIDAD |
|---|----------|
| Inmuebles habitables | 7,021 |
| Patrimonio cultural urbano e histórico | 358 |
| Mercados públicos, micro- y pequeñas empresas | 2603 |
| Infraestructura de salud (hospitales, centros de salud) | 47 |
| Red hidráulica (fugas, pozos y bordos dañados) | 1,429 |
| Edificios de gobierno | 83 |
| Inmuebles educativos | 1,900 |
| Infraestructura de vialidades y mobiliario | 11 |
| Infraestructura cultural y religiosa (bibliotecas, iglesias, centros sociales que no son patrimonio cultural) | 326 |

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México, 2018.

⁴⁸ Día 21 el segundo sismo, según la hora UTC: tiempo universal coordinado, referencia oficial de información sismológica, ya que ocurrió a las 19:37:13 del día 20 en la Ciudad de México, equivalente a la hora UTC 01:37:13 del día 21, cuando en ella aún no se implantaba el horario de verano.

7.7 Ciudades sustentables

Debido a la alta concentración demográfica de las ciudades, los desafíos para lograr la sustentabilidad sin perder de vista los ejes económicos, políticos, sociales y culturales, exigen un alto nivel de planeación, preparación y tecnología.

Actualmente, el 55% de la población mundial vive en ciudades y se estima que para 2050 se llegue a 68% (ONU, 2018). Las ciudades consumen entre el 60 y 80% de la energía y generan aproximadamente el 70% de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) provocados por la actividad humana (ONU-Habitat, 2016).

Este aumento conlleva un gran desafío, ya que las ciudades demandan el consumo de grandes cantidades de recursos, tanto económicos como naturales, y generan una presión importante sobre el medio ambiente, y la emisión de gases de efecto invernadero, causantes principales del cambio climático.

Aunque no existe una definición universal de ciudad sustentable, el consenso general determina que:

Una ciudad sustentable es aquella que permite a sus ciudadanos satisfacer sus propias necesidades y asegurar su bienestar sin dañar el entorno natural, ni poner en peligro sus condiciones de vida ni las de otras personas en el presente y el futuro.

Ello implica la reducción de las huellas de carbono y la ecológica.

Actualmente el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) lleva a cabo la construcción de una Plataforma de Conocimiento sobre Ciudades Sustentables. El objetivo es evaluar la sustentabilidad en las ciudades mexicanas y suministrar información, asesoría y vinculación acerca de este tema.

Para evaluar la sustentabilidad de una ciudad se han identificado las diez dimensiones siguientes:

1. Agua
2. Aire
3. Uso de suelo
4. Edificaciones
5. Industria
6. Energía
7. Movilidad
8. Habitabilidad
9. Bienes y servicios ambientales
10. Residuos sólidos urbanos

Los indicadores para los Residuos Sólidos Urbanos son tres:

- Generación de RSU per cápita
- Porcentaje de residuos recolectados selectivamente
- Nivel de disposición final conforme a la LGPGIR

La plataforma cuenta con aproximadamente 175 parámetros y 95 indicadores.



Foto: Freepik Image Bank.

7.8 Objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ods) son: 17 y se definieron como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual fue aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas. En ella se propone establecer, al 2030, acciones con una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados miembros que la suscribieron.

Esta agenda incluye, además de los 17 objetivos, 169 metas y 267 indicadores globales, mediante los cuales se promueve en los países la planificación a nivel nacional y local.

La Estrategia Nacional para la Puesta en Marcha de la Agenda 2030 es un plan de acción conjunto para lograr personas con las características siguientes:

- Libres, sanas y seguras
- Comprometidas con la comunidad, la naturaleza y el entorno
- Preparadas, productivas e innovadoras
- Que propugnen por la igualdad

El tema de residuos dentro de la estrategia nacional se ubica en el objetivo 12.

FIGURA 98. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Fuente: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, ONU

7.8.1 OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

Las modalidades actuales de consumo y producción están causando daños al medio ambiente que podrían llegar a ser irreversibles.

El propósito de este Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) es garantizar las modalidades de producción y de consumo sostenibles. La meta en el tema de residuos es:

Disminuir de manera sustancial la generación de desechos mediante políticas de prevención, reducción, reciclaje y reutilización.

La Coordinación de Estrategia Digital Nacional (CEDN) de la Oficina de la Presidencia de la República y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) desarrollaron una plataforma en código abierto para presentar avances en el monitoreo y el seguimiento de

los ods. Esta plataforma permite acceder al contenido de indicadores, datos abiertos y visualizaciones referentes al desarrollo sostenible en México.

La plataforma es un proyecto a largo plazo, por lo cual los indicadores se irán generando y agregando periódicamente. Actualmente se cuenta con el seguimiento de 121 indicadores. En ella aún no se han cargado las metas e indicadores del ODS 12 acerca del tema de residuos.

En el informe nacional voluntario para el foro político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible se reportan los avances en materia de residuos:

- Anualmente se reciclan 9.6% de los 42.9 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (SEMARNAT, 2010).
- 70% de los residuos sólidos urbanos son dispuestos en rellenos sanitarios (INEGI, 2016)

Acciones emblemáticas:

- La Red de Ciudades Sustentables es una estrategia para el manejo de residuos sólidos, el rescate de espacios públicos y la construcción de vivienda con ecotecnologías.
- México cuenta con legislación sobre gestión integral y planes de manejo de residuos sólidos,

así como modelos de organismos operadores descentralizados.

- El Perfil Nacional de Sustancias Químicas muestra la infraestructura para la gestión de sustancias y residuos.

El enlace para la plataforma es:
<http://agenda2030.mx/#/home>



Foto: Freepik Image Bank.

7.9 Sostenibilidad financiera

El compromiso de México, firmado en el Acuerdo del París, establece que mediante las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND), en 2030 se reducirá 22% del total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con línea base de 2013.

Las CND se integraron con treinta medidas indicativas, distribuidas en ocho sectores de la economía nacional. Para cada medida, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), con apoyo de la Agencia Danesa de Energía, elaboró un análisis de los costos de mitigación.

Las treinta medidas originales se agrupaban en ocho sectores: I) Transporte (fuentes móviles); II) Eléctrico; III) Residencial y Comercial; IV) Petróleo y gas; V) Industrial; VI) Agricultura y ganadería; VII) Residuos; VIII) Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS).

En el caso del sector residuos, en 2013 las emisiones de GEI alcanzaron 31 MtCO₂e (megatoneladas de bióxido de carbono equivalente), 4.6% de las emisiones nacionales. Se estima que, para 2030, debido al crecimiento poblacional y la urbanización, dichas emisiones aumentarán hasta 49 MtCO₂e (Figura 106).

Se determinaron dos medidas de mitigación en el sector residuos, en específico de los sólidos urbanos, cuya estimación fue de 14.38 MtCO₂e de GEI al 2030. Las medidas son:

1. Alcanzar cero emisiones de metano en rellenos sanitarios en 2030.
2. Disminuir a cero la quema a cielo abierto en 2030.

El costo de ambas medidas es de 318.8 millones de dólares para el periodo 2014–2030. Su costo medio es

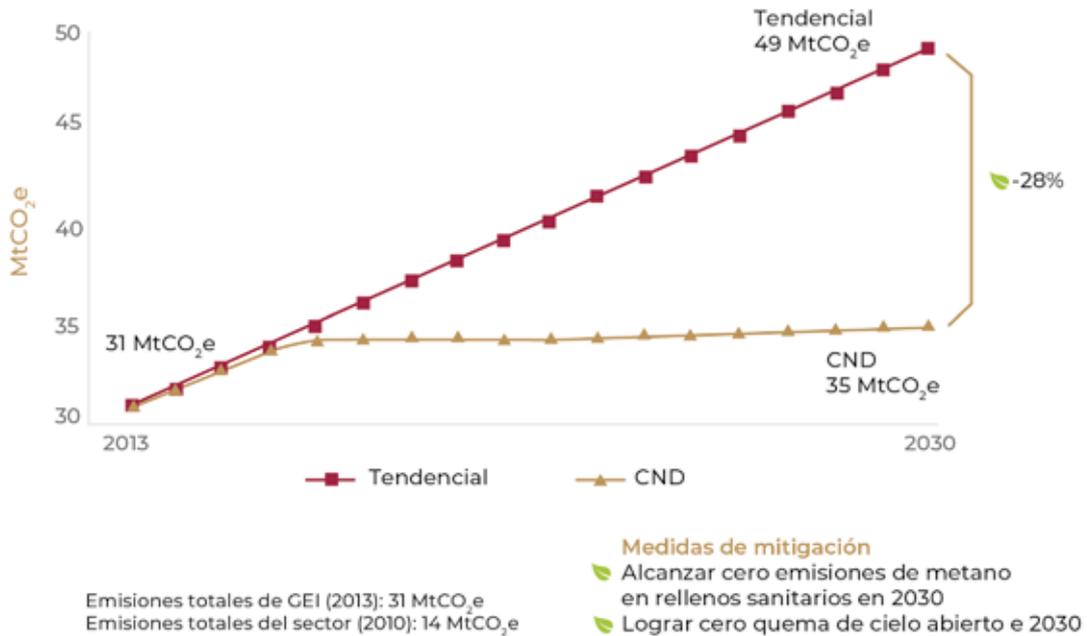
de 64.64 dólares por tonelada de CO₂e mitigada.

Para lograr estas estimaciones se debe asignar recursos presupuestales a los municipios para que lleven a cabo las inversiones en infraestructura. Asimismo se debe asegurar la sustentabilidad financiera de la gestión integral de los RSU, considerando el cobro de tarifas por la prestación de los servicios, para asegurar el correcto funcionamiento de los rellenos sanitarios, estaciones de transferencia y los sistemas para captura y quema de biogás a largo plazo.

Las facultades en relación con el cobro del manejo de los RSU, se establece en la LGPGIR, el Estado tiene la atribución de regular y establecer las bases para el cobro por la prestación de uno o varios de los servicios de manejo integral de residuos de manejo especial a través de mecanismos transparentes que induzcan la minimización y permitan destinar los ingresos correspondientes al fortalecimiento de la infraestructura respectiva (Artículo 9, Inciso XVII), en el caso de los municipios, estos tienen la facultad de efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos (Artículo 10, Inciso XI).

Si tomamos en cuenta las recomendaciones dadas en el modelo mexicano para la conformación de Organismos Operadores para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, el cobro de una tarifa no es producto de un análisis de costo sino de la percepción mensual promedio que pueden pagar los usuarios. El modelo propone una tarifa mensual de \$40 por vivienda/mes, de acuerdo a los criterios de distribución por zonas económicas.

FIGURA 99. ESCENARIO TENDENCIAL Y MITIGACIÓN DEL SECTOR RESIDUOS



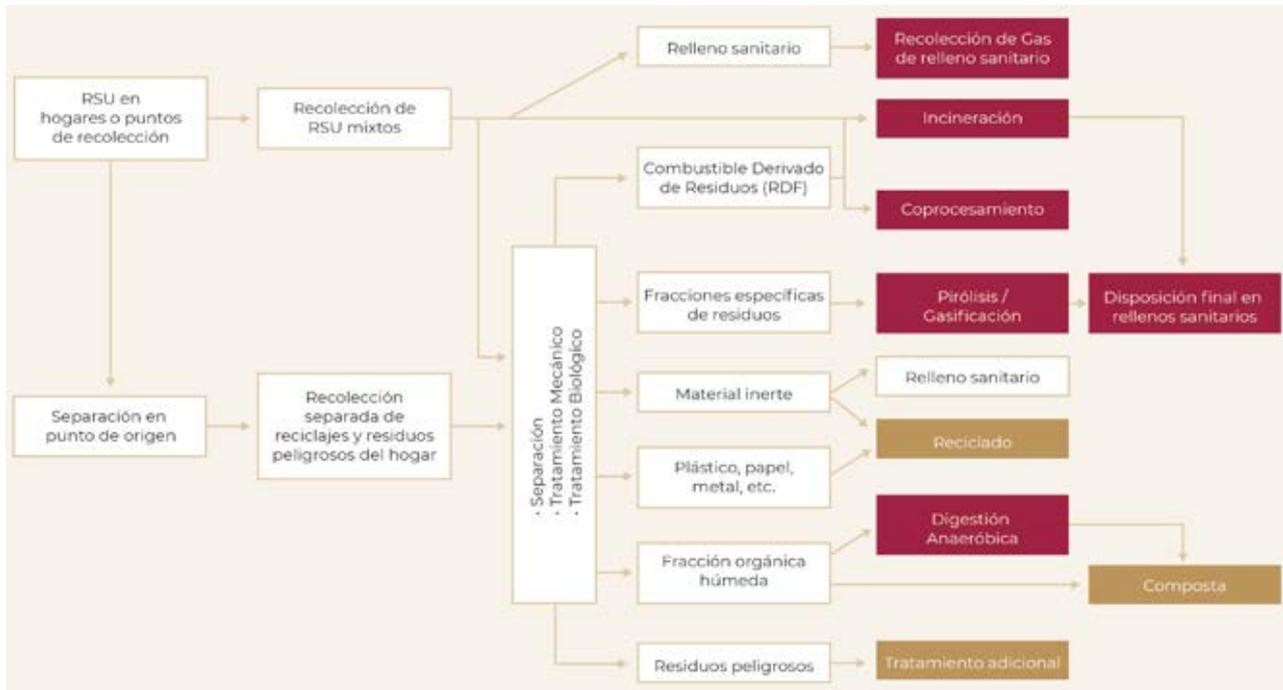
Fuente: INECC, 2015.

7.10 Aprovechamiento energético de residuos

En el país, el aprovechamiento de los residuos para generación eléctrica aún está en su fase inicial, sólo se tiene 5 plantas de biodigestión. El aprovechamiento energético de los residuos, conocido como *Waste to Energy*, hace referencia a una gama muy diversa de tecnologías de tratamiento de residuos para recuperar energía en forma de calor, electricidad o combustibles alternos, como el biogás (Figura 107).

Actualmente en nuestro país existe el marco legal que permite la generación y comercialización de energía eléctrica por parte de privados. Existen cinco leyes que tratan el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad, los residuos sólidos son considerados como una fuente de energía renovable o limpia, a excepción de la incineración.

FIGURA 100. ESQUEMA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RSU Y RME



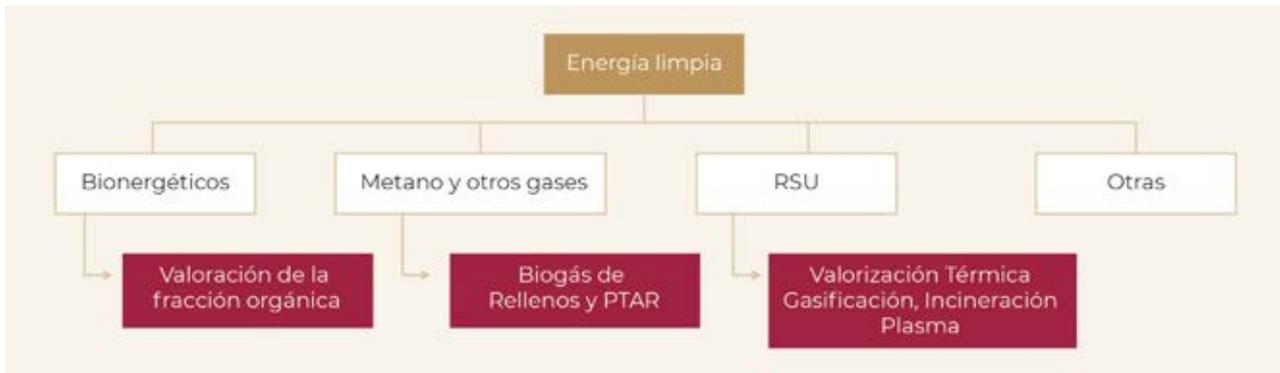
Fuente: Fuentes de recursos financieros para proyectos de aprovechamiento energético de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME) en México, 2016

TABLA 97. ESQUEMA LEGAL DEL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS RSU

| APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS | | |
|--|---|--|
| TEMA | FEDERAL | ESTATAL |
| Manejo Integral de Residuos Sólidos | <ul style="list-style-type: none"> • Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos | |
| Generación de Fuentes de Energía Limpia | <ul style="list-style-type: none"> • Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento de la Transición Energética • Ley de Bioenergéticos • Ley de la Industria Energética • Ley de la Comisión Reguladora de Energía • Ley de Aprovechamiento Sustentable de Energía • Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica | |
| Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Medio Ambiente | <ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Cambio Climático | <ul style="list-style-type: none"> • Ley Ambiental del Estado de Nuevo León |

Fuente: Fuentes de recursos financieros para proyectos de aprovechamiento energético de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME) en México, 2016.

FIGURA 101. DEFINICIÓN DIAGRAMÁTICA DE ENERGÍA LIMPIA



Fuente: Fuentes de recursos financieros para proyectos de aprovechamiento energético de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME) en México, 2016.

La normatividad actual promueve el uso de energías limpias y renovables, dando prioridad a la valorización de residuos sobre el relleno sanitario y exige a los estados acciones contra el cambio climático.

La SEMARNAT, SENER y el Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) a través de la GIZ, realizaron un proyecto del 2014 al 2018 cuyo objetivo fue el aprovechamiento energético de los RSU en México. Derivado del programa se obtuvieron diferentes insumos, entre los cuales destacan el análisis de las diferentes tecnologías de *Waste to Energy*, cuyo resultado se presenta a continuación:

INCINERACIÓN

Consiste en quemar los materiales combustibles de los RSU en un proceso controlado, con temperaturas que alcancen los 850°C y 1,450°C. Se requiere un poder calorífico de los RSU para permitir la reacción térmica en cadena y que la combustión sea autosostenible, autotérmica, es decir, no tenga la necesidad de agregar otro combustible.

Durante la incineración se generan gases de escape que después de su limpieza se liberan a la atmósfera. Generalmente existe un 25% de residuos

en forma de escoria (ceniza del fondo y ceniza volante). El proceso de combustión libera simultáneamente energía térmica, el cual se usa para producir vapor y generar electricidad.

Generalmente los residuos que alimentan una planta de incineración son residuos mezclados y sin tratar, pero para asegurar la combustión autotérmica, el poder calorífico inferior (PCI) de los residuos no debe ser menor a 7 MJ/kg (megajoules por kilogramo). En países en vías de desarrollo, el PCI de los RSU no separados está por debajo de los 7 MJ/kg, debido al predominio de la fracción orgánica y un porcentaje de residuos inertes como cenizas y arenas.

Las plantas generan grandes cantidades de gases de combustión que deben ser tratados, incluso si la incineración ocurrió bajo óptimas condiciones. El cumplimiento de los estándares internacionales de emisiones es esencial. Ciertos compuestos sólo pueden eliminarse mediante procesos químicos avanzados, que aumentan los costos del proyecto en forma sustancial.

En el 2017 el gobierno de la Ciudad de México licitó un contrato de prestación de servicios para el diseño, construcción, puesta en marcha, opera-

ción y mantenimiento de una planta de aprovechamiento de poder calorífico de los residuos sólidos urbanos para la generación y entrega al Sistema Colectivo Metro de la energía eléctrica de 965,000 MWh al año, con la carga de diseñar y construir el Parque Tláhuac. La licitación fue adjudicada, pero después de firmado el contrato la empresa no inició el proyecto. Con el cambio de administración el proyecto fue cancelado, esta incineradora recibiría 4,500 toneladas de residuos sólidos urbanos mezclados.

COPROCESAMIENTO

Es el uso de materiales derivados de residuos para reemplazar recursos minerales naturales o combustibles fósiles tradicionales como carbón, combustóleo y gas natural. El coprocesamiento requiere flujo de residuos relativamente homogéneos con características defi-

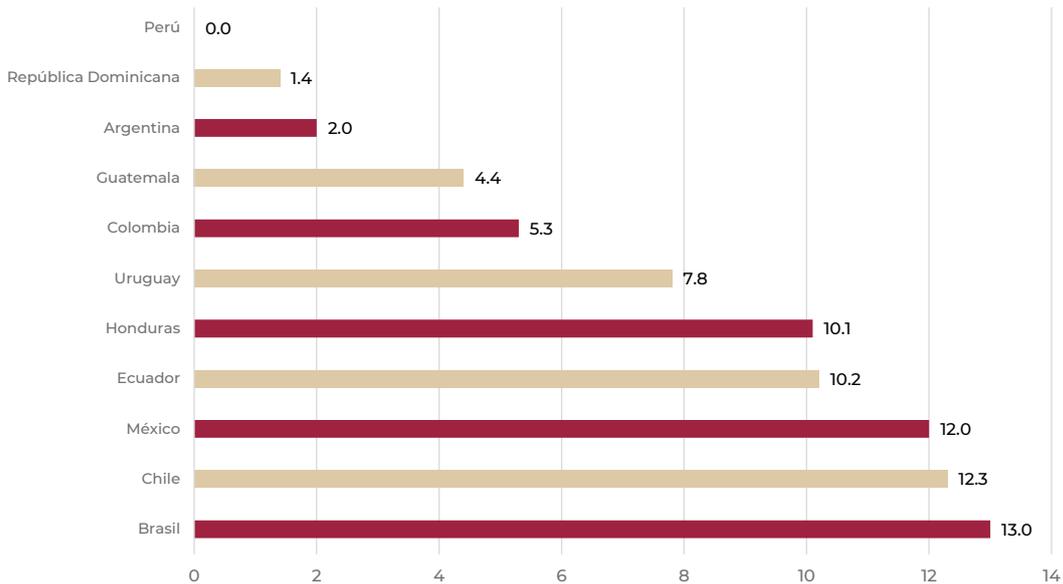
nidas. Mediante diferentes procesos de tratamiento previo (preprocesamiento), los residuos se pueden transformar en los llamados Combustibles Derivados de Residuos (CDR).

El CDR normalmente es una fracción separada de los RSU, donde se eliminó el pvc plástico, los inertes y los orgánicos. El PCI recomendado está entre 10 y 15 MJ/kg para una operación económica robusta.

En cuanto a emisiones, el CDR sustituirá a un combustible, por lo que las emisiones deben ser iguales o menores que con el combustible original. Las plantas, generalmente cementeras, ya cuentan con un sistema de limpieza de emisiones bajo normas internacionales.

De acuerdo a la Federación Internacional del Cemento la tasa de sustitución térmica en México es del 12%.

FIGURA 102. TASAS DE SUSTITUCIÓN TÉRMICA 2013



Fuente: Federación Interamericana del Cemento.

DIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaerobia o biodigestión es la descomposición acelerada y controlada de la materia orgánica en condiciones controladas. Para llevar a cabo la biodigestión se utiliza un reactor hermético, llamado digestor anaeróbico, en el que se tienen las condiciones favorables para que los microorganismos conviertan la materia orgánica en un sustrato llamado digestato y se genere el biogás. El biogás es generalmente entre 50 a 70% metano (CH_4), 49 a 29% CO_2 y el resto trazas de otros gases.

Existen digestores anaerobios de muchos tipos y de diferentes grados de complejidad o tecnificados. Se pueden diferenciar por las etapas, si la alimentación es continua o por lote, el rango de temperatura en el que las bacterias trabajan y el tipo de reactor, si es seco o húmedo.

El sustrato después de un pretratamiento puede usarse como mejorador de suelo. El biogás se utiliza normalmente para generar electricidad.

Los digestores anaerobios utilizan materia orgánica, es decir biomasa. Para el caso de los residuos se utiliza únicamente la fracción orgánica de los RSU, ya sea separada desde origen o a través de un proceso de separación.

En cuanto a emisiones, el digestor captura el biogás generado y si se usa para generar electricidad, éste sustituirá a algún combustible fósil o a la leña, por lo que se obtendría una reducción de emisiones.

En el año 2017, el gobierno de la Ciudad de México licitó un contrato de prestación de servicios para la construcción, puesta en marcha y operación y mantenimiento de un biodigestor para procesar al día 2,500 toneladas de residuos orgánicos, que generara 159.9 Gwh/año, el proceso de la licitación se alargó y al final se declaró desierto. La nueva administración ya no continuó con la visión de grandes plantas por lo que el proyecto se canceló.

PIRÓLISIS / GASIFICACIÓN

La pirólisis / gasificación consiste en varios procesos para el tratamiento térmico de los residuos, consideradas como una alternativas tecnológicas y financieras viables a la incineración de residuos. Aunque actualmente no existen plantas de escala comercial que procesen RSU mixtos, las existentes, principalmente en Japón y EUA, están operando como un elemento en un sistema integrado de gestión de RSU.

Este proceso ofrece como beneficio, además de reducir el volumen y peligrosidad, un medio para recuperar energía, contenido mineral y/o químico a través de la generación de un subproducto como puede ser el gas de síntesis, metanol, combustóleo, carboncillo o coque.

La pirólisis / gasificación es la desgasificación de los RSU en condiciones controladas de oxígeno. En este proceso los RSU se convierten en gas o coque para ser usados en la generación de electricidad. Existen diferentes tecnologías, que varían en cuanto a la temperatura, residuos utilizados y subproductos generados.

Aunque estas tecnologías ya tienen tiempo en el mercado, aún no se tienen experiencias de grandes volúmenes que utilicen RSU mezclados. Estas tecnologías deben ser un componente en un sistema integral de gestión de residuos.

Aunque determinar los costos para cada proceso puede ser muy impreciso, se llegó a una tabla de estimación de costos de las principales tecnologías. La tabla permitió establecer que cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas en cuanto a costos se refiere.

El aprovechamiento energético de los RSU debe ser una etapa en la gestión integral. Por sí misma no debe considerarse una solución y debe ser utilizada principalmente a una fracción específica de los RSU para mejores beneficios económicos y ambientales.

TABLA 98. ESTIMACIÓN DE COSTOS. EUR = EUROS. CIFRAS ÚNICAMENTE INDICATIVAS

| CONCEPTO | INCINERACIÓN, TÉCNICA AVANZADA EN 2 LÍNEAS | COMBUSTIBLE DERIVADO DE RESIDUOS (CDR) | DIGESTIÓN ANAEROBIA | PIRÓLISIS / GASIFICACIÓN |
|--|--|---|------------------------|-----------------------------|
| Inversión inicial | 135–185 millones de EUR | 5–25 millones de EUR incluyendo pre-procesamiento | 12–20 millones de EUR | 80–120 millones de EUR |
| Costo de capital por tonelada de residuos | 80–115 EUR/t | 10–25 EUR/t | 12–19 EUR/t | 35–45 EUR/t |
| Costo de Operación y Mantenimiento por tonelada | 180 EUR/t | 10–20 EUR/t | 10–15 EUR/t | 30–40 EUR/t |
| Costo total por tonelada | 260–295 EUR/t | 20–45 EUR/t | 22–34 EUR/t | 65–85 EUR/t |
| Ingresos por tonelada | 60 EUR/t calor y electricidad | | | |
| 27 EUR/t solo electricidad | 1–5 EUR/t | 8–16 EUR/t | 2–5 EUR/t | |
| Costo a cubrirse por tonelada (costo total por tonelada – Ingresos por tonelada) | 200 – 235 EUR/t | 19 – 40 EUR/t | 14 – 18 EUR/t | 63 – 80 EUR/t |
| Capacidad | 150,000 t/año | 50,000 t/año PCI 10 MJ/kg | 50,000–150,000 t/año | 250,000 t/año |

Fuente: Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos, GIZ 2017.

7.11 Organismos operadores

La gestión de los residuos sólidos urbanos es una competencia de los municipios, que existen en el país 2,457. Sin embargo, la administración de éstos cambia cada tres años, por lo que en casi todos los municipios, los cambios constantes no permiten llevar a cabo proyectos de mediano y largo plazo. En ocasiones, la definición de la visión, planeación de infraestructura, contar con los recursos, licitar, construir y finalmente la puesta en marcha, lleva más de tres años.

Aunado a lo anterior, si tomamos en cuenta que muchos municipios tienen insuficiencia presupuestal para la operación, es difícil que puedan realizar inversión en nueva infraestructura o nuevas tecnologías para el aprovechamiento de los RSU.

Como no es posible que todos los municipios tengan su propia infraestructura, debido a las restricciones presupuestales, capacitación, de personal, de visión a mediano y largo plazo, la solución es el trabajo conjunto de varios municipios para la creación de infraestructura y un organismo que opere, independiente de los cambios administrativos de cada tres años.

La SEMARNAT promueve la conformación, conformación y consolidación de los organismos operadores para fortalecer el esquema institucional y profesionalizar al sector. La conformación de un organismo operador consiste en tres etapas que son:

FIGURA 103. ETAPAS PARA CONFORMAR UN ORGANISMO



Fuente: Modelo mexicano para la conformación de organismos operadores para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, SEMARNAT 2018.

La SEMARNAT logró la aplicación de recursos de cooperación técnica no reembolsables del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para elaborar un modelo mexicano de planeación en el que se integran las variables que intervienen para evaluar la sustentabilidad del servicio de aseo público y se simulan sus interacciones para proyectar en el tiempo las condiciones económico financieras de un organismo operador para distintos escenarios.

El modelo mencionado consta de tres archivos, un manual en formato PDF, y dos archivos de hojas de cálculo, análisis económico y financiero y hoja de indicadores.

La hoja del análisis económico financiero, sirve para conocer, gastos de operación, inversión requerida para un modelo de cumplimiento del servicio.

Generalmente los municipios necesitarán de aportaciones estatales para cubrir las inversiones iniciales, pero mediante la generación de recursos propios, gradualmente se habrá de reducir esa dependencia.

La hoja de indicadores permite medir el índice de sustentabilidad basado en indicadores jurídicos, económicos y ambientales, en la situación actual y su proyección a dos, cinco y diez años.

Este modelo es de uso libre y se puede obtener en la siguiente dirección:

<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/modelo-mexicano-para-la-conformacion-de-organismos-operadores-para-la-gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos>

Hasta ahora existen 33 organismos operadores en catorce estados de la República Mexicana.

TABLA 99. ORGANISMOS OPERADORES EN MÉXICO

| ESTADO | NO. | NOMBRE DEL ORGANISMO OPERADOR |
|------------------|-----|--|
| Chihuahua | 1 | Organismos Operador del Relleno Sanitario Intermunicipal Región Centro Sur |
| Coahuila | 2 | Asociación Pro-Limpia de los Cinco Manantiales de Coahuila A.C. Patronato Prolimpieza de los Cinco Municipios de la Región Centro del Estado de Coahuila. |
| Colima | 2 | IMADES "Región 1" IMADES "Región 2" |
| Estado de México | 1 | OPD encargado de Operar el Relleno Sanitario Regional de Juchitepec-Ayapango |
| Guanajuato | 1 | Sistema Integral del Aseo Público de León, Guanajuato |
| Hidalgo | 1 | Organismo Operador del Relleno Sanitario Regional Metepec |
| Jalisco | 13 | Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos Ayuquila – Valle Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos Ayuquila – Llanos Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos Lagunas Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos Sur Sureste Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos Sureste Junta Intermunicipal del Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila (JIRA) Junta Intermunicipal de la Cuenca del Río Coahuayana (JIRCO) Junta Intermunicipal del Medio Ambiente de la Sierra Occidental y Costa (JISOC) Junta Intermunicipal del Medio Ambiente de la Costa Sur (JICOSUR) Junta Intermunicipal del Medio Ambiente Altos Sur (JIAS) Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Lago de Chapala (AIPROMADES Lago Chapala) Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Región Valles (JIMAV) Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Región Norte (JINOR) |
| Michoacán | 1 | Centro Intermunicipal para el Tratamiento Integral de los Residuos Sólidos (CITIRS) Monarca del Oriente A.C |
| Nayarit | 2 | Relleno Sanitario Intermunicipal M.I.R. "El Sobasto, Tecuala – Acaponeta" Consejo Intermunicipal del M.I.R. del Sur, Relleno Sanitario el Tempizque |
| Oaxaca | 1 | Organismo Operador encargado de la Gestión y Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbano y de Manejo Especial del Estado de Oaxaca (publicado en el periodo oficial del estado pero no está en funciones) |
| Puebla | 4 | Organismo Operador del Servicio de Limpia Organismo Operador del Servicio de Limpia de Tehuacán OOSELITE Consejo Intermunicipal para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la zona de Huejotzingo Consejo Intermunicipal para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la zona de Ciudad Modelo |
| Quintana Roo | 1 | Solución Integral de Residuos Sólidos Cancún (SIRE SOL) |
| Sonora | 1 | Organismo de Limpia Descentralizado de Agua Prieta Sonora |
| Tamaulipas | 2 | Organismo Público Paramunicipal "Relleno Sanitario de la Región Cañera" Organismo Paramunicipal "Servicios de Limpia de la Frontera Ribereña Tamaulipeca" |

7.12 Convenios internacionales

De conformidad con el Artículo 85 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), la importación y la exportación de residuos peligrosos se sujeta a las restricciones o condiciones establecidas en ella, su reglamento, la Ley de Comercio Exterior, la Ley Federal de Competencia Económica, los tratados internacionales de los que México sea parte y los demás ordenamientos legales aplicables.

Por ello, en cumplimiento del Artículo 6 del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación, la Decisión C(2001) 107/Final de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el artículo III del anexo III del Convenio de la Paz, en los cuales se establece un mecanismo de notificación de exportación de residuos peligrosos entre los países participantes, en el Artículo 87 de la misma Ley se prevé que:

Las autorizaciones para la exportación de residuos peligrosos sólo se emitirán cuando quienes las soliciten cuenten con el consentimiento previo del país importador y, en su caso, de

los gobiernos de los países por los que transiten los residuos.

Dicho consentimiento se obtiene de conformidad con el mecanismo de notificación antes mencionado, utilizando las versiones revisadas de los formatos publicados en la página oficial de los Convenios de Basilea (<http://www.basel.int>), de conformidad con el Artículo 119, Fracción IV, del reglamento de la LGPGIR, que para el trámite de exportación establece como requisito la presentación de (un):

Formato de notificación de exportación y de movimiento de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su eliminación o los que establezcan los tratados internacionales de los que México sea parte.

Asimismo, en el caso de la importación, se recibe la notificación de exportación de conformidad con los convenios internacionales antes mencionados y se emite el consentimiento o la negativa al movimiento y, con base en dicha respuesta, se resuelve el trámite de importación correspondiente.



Foto: Arturo Gavilán García.

8 MARCO JURÍDICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El análisis jurídico está referido a las reformas realizadas en el periodo de 2012 a 2018, tomando en consideración la distinción entre las Normas federales y las locales reconociendo que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, señala qué materias son de competencia federal y cuáles de competencia local. De igual forma que existen las competencias, también existe la superioridad jerárquica donde las Normas federales son de orden superior a las Normas locales.

Así, pareciera que el problema de la relación entre Normas federales y locales se constriñe a un asunto de competencia y no de jerarquía. Situación que observamos en este análisis, toda vez que las disposiciones estatales hacen referencia a las facultades y/o atribuciones tanto del Ejecutivo Estatal, como de los municipios, siendo que éstas mismas se encuentran plasmadas en nuestra Carta Magna. Asimismo las Normas deben estar acorde tanto con la Constitución como con las particularidades de cada uno de los estados, es decir, bajo una doble dependencia y que en su elaboración no se sobre regule y se detalle lo que la Ley General indique.

Ahora bien, el Artículo Segundo Transitorio de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003, señala a la letra: “por lo que los gobier-

nos de las entidades federativas y de los municipios, deberán expedir y, en su caso, adecuar sus leyes, reglamentos, bandos y demás disposiciones jurídicas, de acuerdo con las competencias que a cada uno corresponda”.

Lo anterior confirma que los estados son libres y soberanos y pueden emitir sus propias normas jurídico-legislativas, en tanto éstas en ningún caso sean anticonstitucionales o inconstitucionales. Si por alguna circunstancia sucediera, la Constitución haría valer su superioridad jerárquica.

Habiendo hecho las precisiones anteriores, enunciaremos los resultados del presente estudio:

De los 31 estados que conforman la República Mexicana, nueve no cuentan con una Ley Estatal en materia de residuos. Los preceptos relativos a la materia se acogen dentro de leyes ambientales y/o de equilibrio ecológico, siendo estos los estados: Aguascalientes, Baja California Sur, Chiapas, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Estado de México. Dichas legislaciones al no ser específicas de residuos sólidos, sólo se limitan a ser enunciativas.

De los 22 estados que sí cuentan con disposiciones estatales sobre residuos, Baja California –2007–, Campeche –2008–, Tabasco –2012–, no han realizado reforma alguna desde el año de su publicación.

Así, 18 estados de la Federación sí cuentan con la normatividad regulatoria para la gestión integral de los residuos: Ciudad de México, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

De los estados restantes, las principales reformas que se han realizado a los ordenamientos estatales referidos en el párrafo que antecede, se desprende que éstas han versado sobre los siguientes puntos:

- Definen diversos conceptos en materia de residuos. En la mayoría de los casos, introducen por primera vez definiciones de los tipos de residuos, y en algunos otros se establecen planes de manejo. Es el caso de las legislaciones de Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Colima, Ciudad de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Veracruz, Yucatán.
- Enlistan atribuciones y/o facultades ya sea para Ejecutivo Estatal por medio de la Secretaría Ambiental del estado y/o los municipios. En la mayoría se establecen atribuciones que no estaban precisadas anteriormente. Es el caso de las legislaciones de: Baja California Sur, Campeche, Chihuahua, Chiapas (menciona residuos biosólidos y sólidos en procesos industriales; también se hace referencia a presentar un informe preventivo de impacto ambiental para la extracción de materiales pétreos; referente a la disposición de lodos industriales. Colima, Ciudad de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Nayarit, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí (también menciona la disposición lodos industriales), Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán
- Consideran una clasificación detallada de los residuos, la cual no se encontraba precisada anteriormente. Es el caso de los estados de: Colima, Ciudad de México, Oaxaca (incluso detalla una categoría de residuos sólidos urbanos), Querétaro (que incluye el tratamiento término de residuos sólidos urbanos), Tabasco, Veracruz, Yucatán
- Introducen la prohibición del uso de plástico polietileno. Incluso hacen referencia a la Norma Mexicana “Industria del Plástico-Plásticos Biobasados-Métodos de Prueba”, clave NMX-E-267-CNCP-2016, siendo estados pioneros en la prohibición de plásticos en nuestro país: Colima y Coahuila.
- Las legislaciones de Baja California y Tamaulipas, se refieren particularmente a la materia ambiental y poco hablan de residuos. Ésta última cuenta con un reglamento en la materia.
- En el caso de Campeche y Sinaloa, dentro de sus programas estatales de vivienda promueven provisiones para el almacenamiento temporal y recolección de residuos domiciliarios.
- La Ley de Residuos Sólidos de la Ciudad de México, Sinaloa y Yucatán, prohíben la pepena de residuos sólidos en sitios destinados al relleno sanitario.
- La Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado de Oaxaca excluye de su ámbito de aplicación, la gestión y manejo integral de residuos peligrosos.
- Dentro de la Ley de Residuos Sólidos del Estado de Sinaloa, se consideran los elementos que deben incluirse dentro de las licitaciones.

Como es de observarse, nuestro sistema jurídico en materia de residuos ha avanzado, sin embargo, aún no es eficiente y eficaz, considerando que nueve estados ni siquiera cuentan con ordenamiento propio. También es cierto que la duplicidad en funciones de los órganos de la administración pública entorpece la correcta aplicación de las mismas; por lo que habría que unificar criterios y delimitar claramente las funciones que corresponden a cada órgano de la administración pública, integrar y sistematizar las atribuciones y funciones. De esta forma se facilitará su conocimiento y entendimiento, tanto para los funcionarios públicos como para los gobernados, así como su reglamentación adecuada y, en última instancia, su aplicación efectiva.

A manera de ejemplo, la Ley General debería establecer las bases para determinar las funciones y atribuciones de los órganos estatales, es decir, el gobierno del estado sería el encargado de vigilar, autorizar permisos y, por su parte, el municipio se encargaría de la recolección y manejo de residuos. Incluso, las procuradurías ambientales podrían tener atribuciones meramente sancionatorias. Es conveniente

recordar que hay entidades de ámbito federal que no dejan que las entidades federativas cumplan con la atribución del estado, como el caso de los residuos de manejo especial. Como se mencionó previamente, es un ejemplo de cómo se podría hacer la distribución y delimitación de competencias que al momento de su aplicación, sería más sencillo, y sin duplicidades; definiendo claramente las materias de su competencia.

Algunas modificaciones significativas a la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento realizadas desde el 2012 se muestran en las tablas 102 y 103, donde se observa entre otras cosas que:

Las modificaciones o adiciones realizadas en la Ley son, por mucho, un número mayor a las realizadas en el Reglamento. La importancia de esta observación radica en que el Reglamento está estrechamente vinculado a lo indicado en la Ley, por lo que cualquier modificación debe reflejarse en el Reglamento, y es evidente que modificaciones realizadas desde el 2013 no han sido integradas. Cabe señalar que la actualización es una función del Poder Ejecutivo.

TABLA 100. CAMBIOS A LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS A PARTIR DEL AÑO 2012

| LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LOS RESIDUOS (8 DE OCTUBRE DE 2003) | | | |
|---|--------------|------------------------|---|
| ARTÍCULO | FRACCIÓN | REFORMA | CONTENIDO |
| 1 | 2do. Párrafo | 05-11-13 | Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. |
| 7 | I | 19-03-14 | Formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de residuos así como elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados y coordinar su instrumentación con las entidades federativas y municipios, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; |
| 7 | VI | Adicionada 21-05-13 | Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan, entre otros, los criterios de eficiencia ambiental y tecnológica que deben cumplir los materiales con los que se elaborarán productos, envases, empaques y embalajes de plásticos y poliestireno expandido que al desecharse se convierten en residuos. Dichas normas deberán considerar los principios de reducción, reciclaje y reutilización en el manejo de los mismos. |
| 7 | VII | Recorrida 21-05-13 | La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas; |

Continúa en la página 249

VIENE DE LA PÁGINA 2 48

| LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LOS RESIDUOS (8 DE OCTUBRE DE 2003) | | | |
|---|----------|-----------------------|---|
| ARTÍCULO | FRACCIÓN | REFORMA | CONTENIDO |
| 9 | I | Reformado 19-03-14 | Formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos |
| 9 | II | Reformado 19-03-14 | Expedir conforme a sus respectivas atribuciones, y de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, los ordenamientos jurídicos que permitan darle cumplimiento conforme a sus circunstancias particulares, en materia de manejo de residuos de manejo especial, así como de prevención de la contaminación de sitios con dichos residuos y su remediación; |
| 9 | III | Reformado 19-03-14 | Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados |
| 9 | X | Reformado 19-03-14 | Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, materiales, sistemas y procesos que prevengan, reduzcan, minimicen y/o eliminen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos de su competencia |

Continúa en la página 250

VIENE DE LA PÁGINA 249

| LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LOS RESIDUOS (8 DE OCTUBRE DE 2003) | | | |
|---|----------|---|--|
| ARTÍCULO | FRACCIÓN | REFORMA | CONTENIDO |
| 10 | IX | Adicionada 21-05-13 | Participar y aplicar, en colaboración con la Federación y el gobierno estatal, instrumentos económicos que incentiven el desarrollo, adopción y despliegue de tecnología y materiales que favorezca el Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos. |
| 11 | | Reformado 19-01-18 | Corresponde al gobierno de la Ciudad de México, ejercer las facultades y obligaciones que este ordenamiento confiere a las entidades federativas y a los municipios |
| 17 | | Reformado 19-06-07 y reformado 7-06-13 | Los residuos de la industria minera provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirán en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el Artículo 7 Fracción III de esta Ley, son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el Artículo 19, Fracción I de este ordenamiento. |
| 19 | VIII | Reformada 19-03-14 | Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico; Fracción |
| 19 | IX | Adicionada 19-03-14 reformada 4-06-14 | Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la Norma Oficial Mexicana correspondiente; |
| 19 | X | Adicionada 4-06-14 | Los neumáticos usados, |
| 100 | | Adicionado 4-06-14 | Asimismo prohibir la disposición final de neumáticos en predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, en cuerpos de agua y cavidades subterráneas. |

Continúa en la página 251

VIENE DE LA PÁGINA 250

| LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LOS RESIDUOS (8 DE OCTUBRE DE 2003) | | | |
|---|----------|------------------------|--|
| ARTÍCULO | FRACCIÓN | REFORMA | CONTENIDO |
| 100 | | Adicionado 4-06-14 | Los fabricantes, importadores, distribuidores, gestores y generadores quedan obligados a hacerse cargo de la gestión de los neumáticos usados y a garantizar su recolección de acuerdo con lo determinado por la Norma Oficial Mexicana correspondiente y sus planes de manejo. |
| 101 | | Reformada 22-05-06 | La Secretaría realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento, en materia de residuos peligrosos e impondrá las medidas correctivas, de seguridad y sanciones que resulten procedentes, de conformidad con lo que establece esta Ley y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. |
| 104 | | Adicionada 22-05-06 | Si de estas visitas de inspección se desprenden infracciones a la presente Ley, en el emplazamiento respectivo, la autoridad ordenadora requerirá al interesado, cuando proceda, mediante notificación personal o por correo certificado con acuse de recibo, para que adopte de inmediato las medidas correctivas que, en su caso, resulten necesarias para cumplir con las disposiciones jurídicas aplicables, así como con los permisos, licencias, autorizaciones o concesiones respectivas, señalando el plazo que corresponda para su cumplimiento, fundado y motivado el requerimiento. |

TABLA 101. CAMBIOS AL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS A PARTIR DEL AÑO 2012

| REGLAMENTO DE LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS | | | |
|---|-----------------------------------|------------------------|---|
| ARTÍCULO | FRACCIÓN | REFORMA | CONTENIDO |
| 1 | | Adicionado 31-10-14 | La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribuciones correspondientes a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior |
| 2 | II bis | Adicionado 31-10-14 | Actividades del Sector Hidrocarburos, las actividades definidas como tales en el artículo 3º, fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; |
| 2 | II Ter | Adicionado 31-10-14 | Agencia, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; |
| | Adicionado Titulo Tercero bis. | Adicionado 31-10-14 | Residuos Provenientes del Sector Hidrocarburos |
| 34 bis | | Adicionado 31-10-14 | En términos del Artículo 95 de la Ley de Hidrocarburos son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos. |
| 34 bis | | Adicionado 31-10-14 | Los residuos peligrosos que se generen en las actividades señaladas en el párrafo anterior se sujetarán a lo previsto en el presente Reglamento. Los residuos de manejo especial se sujetarán a las reglas y disposiciones de carácter general que para tal efecto expida la Agencia. |
| 73 | I | Reformada 31-10-14 | Se realizará dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo al 30 de junio de cada año, debiendo reportarse la información relativa al periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior |

8.1 Áreas de oportunidad

Del análisis de las tablas anteriores se obtiene lo siguiente:

Los cambios y modificaciones de la LGPGIR no se han reflejado en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por ejemplo el RLPGIR tuvo reformas en 2014 que se publicaron en 2015 y la LGPGIR presentaba incompatibilidad, como es el caso de los Programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos; de Manejo Especial y el Programa de Remediación de Sitios Contaminados, lo que habla de deficiencias en la coordinación de instrumentos.

También es necesario modificar y actualizar la normatividad asociada a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, principalmente lo referente a las normas técnicas mismas que son utilizadas como referencia en numerosos diagnósticos y estudios de generación: NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985, NMX-AA-061-1985, NMX-AA-091-1987.

Otras áreas de oportunidad se mencionan en la Tabla 103, aunque no es exhaustiva, recoge aspectos relevantes que se encontraron en el presente diagnóstico.

TABLA 102. ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN MATERIA JURÍDICA

| SITUACIÓN EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS | LEGISLACIÓN O NORMATIVIDAD QUE REQUIERE REVISIÓN |
|--|--|
| Imprecisiones en la determinación de los residuos que deben ser considerados como RSU y RME. | Actualización o revisión de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su reglamento y la Norma NOM-161-SEMARNAT-2011. |
| Los municipios atienden la generación de todos los residuos sin distinción entre los RSU y los RME. | Actualización o revisión de la LGPGIR, su reglamento y de la Norma NOM-161-SEMARNAT-2011. |
| Los gobiernos estatales no atienden ni controlan la gestión de los RME. | Actualización o revisión de la LGPGIR en relación en las competencias de los niveles de gobierno estatal y municipal para el control y prestación de los servicios relacionados con los RSU y los RME. |
| El límite de 10 t/año para ser considerado generador mayor de RSU no ha tenido efectos para considerarlos como generadores de RME. | Actualización o revisión de la LGPGIR en lo relativo al límite para ser considerado generador mayor de RSU y el paso a la categoría de generador de RME. |
| Sólo se recolectan 3,141 t/día de residuos separados en la fuente de origen. | Actualización o revisión de la LGPGIR y de las normas ambientales estatales relacionadas con la separación de los residuos en la fuente de origen y de la recolección separada de los mismos. |
| Cantidades reducidas de residuos inorgánicos y orgánicos que se aprovechan. | Actualización o revisión de la LGPGIR en lo relativo a la responsabilidad de los generadores y de todos los agentes que participan en la gestión de los residuos, de que sólo se envíen a disposición final los residuos que no puedan ser aprovechados. |

Continúa en la página 254

VIENE DE LA PÁGINA 253

| SITUACIÓN EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS | LEGISLACIÓN O NORMATIVIDAD QUE REQUIERE REVISIÓN |
|---|--|
| Sólo 82 SDF cumplen con todos los requerimientos básicos de infraestructura y de operación considerados por el INEGI en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales. | Revisión de la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre especificaciones de protección ambiental para los SDF. |
| 685 sitios de disposición final no cumplen con ninguna de las características básicas de infraestructura y de operación considerados por el INEGI en el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales. | Revisión de las responsabilidades en que incurren las autoridades municipales que operan los SDF que no cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre especificaciones de protección ambiental para los SDF. Revisión de las competencias en la vigilancia del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 sobre especificaciones de protección ambiental para los SDF. |
| Deficiencias en la contabilidad de costos en los municipios que dificulta la determinación de los recursos presupuestales destinados a la gestión de los residuos. | Actualización o revisión de la LGPGIR o establecimiento en otra legislación o normatividad del establecimiento de una contabilidad de costos en los municipios que permita conocer los recursos presupuestales que se dedican a la gestión de residuos. |
| Se está fraccionando la gestión integral de los residuos en el país por las atribuciones conferidas a la ASEA. | Se debe revisar las reformas legislativas aprobadas en el año 2013 conocidas como “la Reforma Energética”, en materia ambiental y la creación de la ASEA. |
| Fracc. I del Artículo 19 de la LGPGIR, no se entiende a qué se refiere y desde su publicación no se reporta ni se tiene idea a que se refiere. | Revisión de la Fracción I del Art. 19 de la LGPGIR, del reglamento y la NOM-161-SEMARNAT-2011 para darle más claridad o eliminar. |
| El enfoque de los residuos que se detallan en la NOM-161-SEMARNAT-2011, es definido para fracciones que en muchos casos repite a los mismos residuos, perdiendo el valor de la clasificación en fracciones. | Revisar el enfoque de la Ley, Reglamento y NOM-161-SEMARNAT-2011, se sugiere que el enfoque sea por los residuos de interés y no por fracciones como: residuos hospitalarios, transporte, etc, sino por papel, cartón, textiles, etc. Se sugiere que no sean más de ocho fracciones. |
| El contenido de los planes de manejo para productos que al final de su vida útil se convierten en residuos debe ser revisado, son de tipo voluntario y no hay ninguna repercusión si no se tienen. | Revisar el enfoque de la Ley, Reglamento y NOM-161-SEMARNAT-2011. |
| La estructura jurídica de los residuos de manejo especial, no permite el aprovechamiento integral y sólo disgrega los esfuerzos de aprovechamiento. El caso más evidente es el de PEMEX y CFE. | Revisar la Ley, Reglamento y Normas asociadas a planes de manejo. Para enfocarse en residuos realmente de interés o una gestión enfocada a obtención de energía o reciclaje, independientemente de la fuente de origen. Similar a la prohibición del plástico, donde se enfocó en el residuo, no así en la fuente o el tipo de generador. |

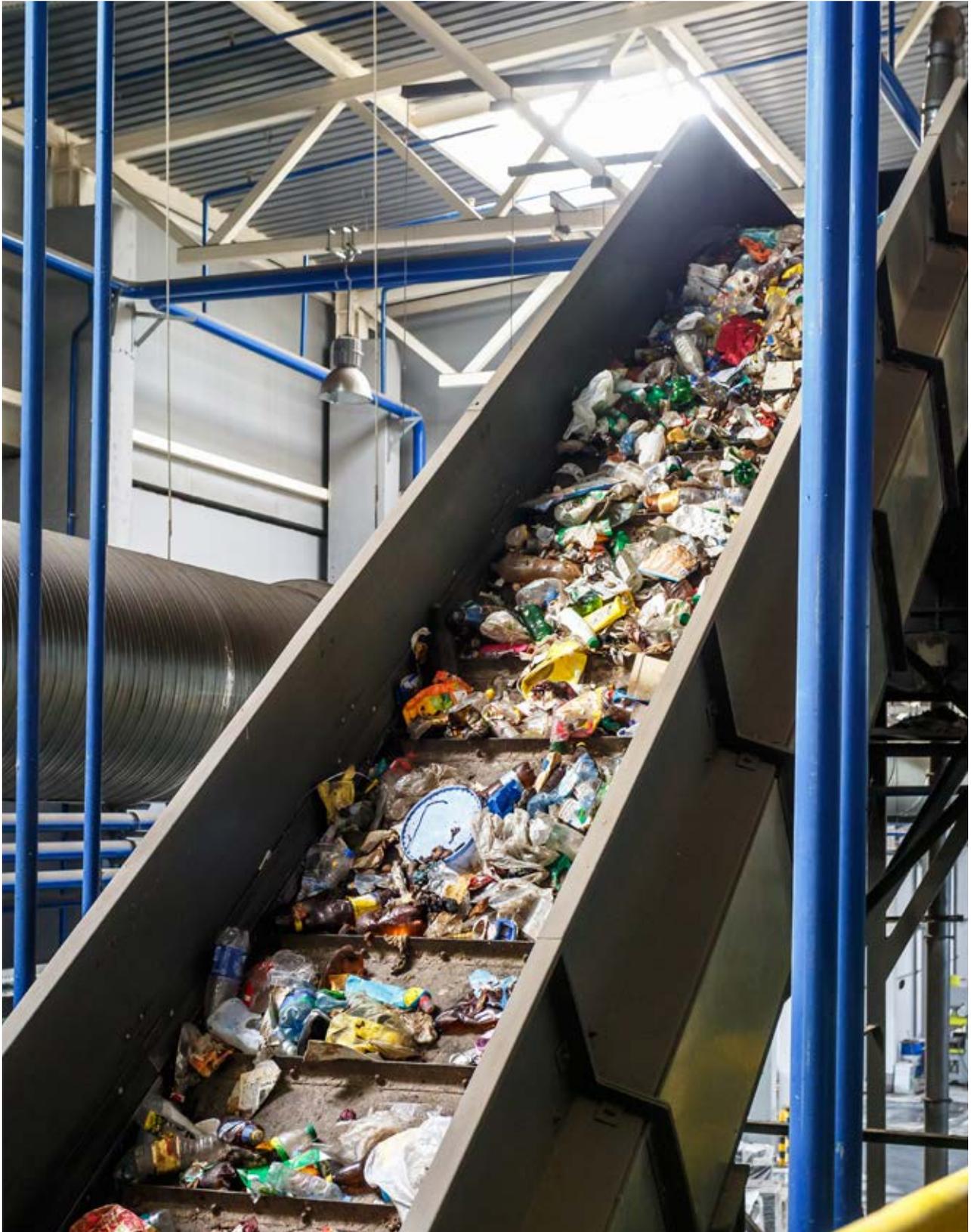


Foto: Shutterstock.com.



9 GLOSARIO

Acopio: Acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo;

Actividades del Sector Hidrocarburos: Las actividades definidas como tales en el Artículo 3º, Fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos;

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

Cédula de Operación Anual: Instrumento de reporte y recopilación de información de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos empleado para la actualización de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes;

Centro de acopio de residuos peligrosos: Instalación autorizada por la Secretaría para la prestación de servicios a terceros en donde se reciben, reúnen, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos para después ser enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, co-procesamiento o disposición final;

Co-procesamiento: Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo;

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

Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios o instalaciones cuya característica permita prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

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

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

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

Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas,

financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta su disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido, o gaseoso, mediante oxidación térmica; en la cual todos los factores de combustión: temperatura, tiempo de retención y turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno;

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

Jales: Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales;

Lixiviados: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los resi-

duos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que pueden dar lugar a la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua, provocando su deterioro y presentar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos;

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

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

Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra medida;

Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con

fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

Proceso Productivo: Conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios;

Producto: Bien que generan los procesos productivos a partir de la utilización de materiales primarios o secundarios. Para los fines de los planes de manejo, un producto envasado comprende sus ingredientes o componentes y su envase;

Programas: Serie ordenada de actividades y operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de esta LGPGIR;

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

Recolección: Acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral;

Relleno sanitario: Instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

Remediación: Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro

para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos, de conformidad con lo que establece esta LGPGIR;

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semi-sólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta LGPGIR y demás ordenamientos que ella deriven;

Residuo de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece esta Ley;

Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuo de otra índole;

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

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

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

Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica;

Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los factores adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.



Foto: Freepik Image Bank.



Foto: Freepik Image Bank

10 ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES DE MEDIDA

| | |
|---------------------|---|
| Ags. | Estado de Aguascalientes |
| ASEA | Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente |
| B.C. | Estado de Baja California |
| BPCs | Bifenilos Policlorados |
| Camp. | Estado de Campeche |
| CDMX | Ciudad de México |
| CNGMD | Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales |
| COA | Cédula de Operación Anual |
| CRE | Comisión Reguladora de Energía |
| DBGIR | Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos |
| DENUE | Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas |
| DGGCARETC | Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes |
| DGGIMAR | Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas |
| Edo. de Méx. | Estado de México |
| FIRSU | Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos |
| FORSU | Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos |
| Hgo. | Estado de Hidalgo |
| INARE | Instituto Nacional de Recicladores, A. C. |
| INEGI | Instituto Nacional de Estadística y Geografía |

| | |
|-------------------------|---|
| INGRP | Inventario Nacional de Generación de Residuos Peligrosos |
| IRRI | Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo |
| kg/hab/día | Kilogramos por habitante por día |
| kg/m³ | Kilogramos por cada metro cúbico |
| LGEEPA | Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente |
| LGPGIR | Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos |
| Mor. | Estado de Morelos |
| N.L. | Estado de Nuevo León |
| NMX | Norma Mexicana Voluntaria o de Referencia |
| NOM | Norma Oficial Mexicana |
| NRA | Número de Registro Ambiental |
| ONUDI | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial |
| PEMEX | Petróleos Mexicanos |
| PEMEX E&P | PEMEX Exploración y Producción |
| PEMEX TRI | PEMEX Transformación Industrial (Refinación) |
| PET | Tereftalato de Polietileno |
| PPGIR | Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos |
| PSGRP | Prestadores de Servicios que Generan Residuos Peligrosos |
| Qro. | Estado de Querétaro |
| RETC | Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes |
| RME | Residuos de Manejo Especial |
| RP | Residuos Peligrosos |
| RPBI | Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos |
| RSU | Residuos Sólidos Urbanos |
| SAT | Sistema de Administración Tributaria |
| SCIAN | Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte |

| | |
|------------------|---|
| SDF | Sitio de Disposición Final |
| SEMARNAT | Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| SENER | Secretaría de Energía |
| SIMEPRODE | Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos |
| SINAT | Sistema Nacional de Trámites de SEMARNAT |
| SMGRP | Servicios Mercantiles que Generan Residuos Peligrosos |
| SMRP | Servicios en Manejo de Residuos Peligrosos |
| SNIARN | Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales |
| t | toneladas |
| Tab. | Estado de Tabasco |
| t/día | toneladas por día |
| TIC | Tecnologías de la Información y la Comunicación |
| ZMVM | Zona Metropolitana del Valle de México |



Foto: Freepik Image Bank.

11 FUENTES DE INFORMACIÓN

Acurio, Guido & Rossin, 1997. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington D.C: BID–Organización Panamericana de la Salud.

ANATEL, 2013. Plan de Manejo de Residuos de manejo especial teléfonos celulares.

ANATEL, 2018. Reporte semestral, 2017. Plan de Manejo de Residuos de manejo especial teléfonos celulares.

Apple Operations México, 2014. Programa Federal de Reciclaje de Apple.

Apple Operations México, 2019. Reporte 2018.

Cámara del Papel, 2017. Informe Anual 2017. Comisión de Planeación y Estadísticas de la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel. México, 70 pp.

Chávez, V. Alfonso, 2019. Generación de residuos de la construcción y la demolición para los principales adjudicados en 2018. CMIC. Presentación digital.

COLMEX, 2018. Informe Desigualdades en México 2018.

CONAPESCA, 2015. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, para los años 2013 a 2016. México.

CONAPO, 2015. Proyecciones de la población de México. Obtenido de: Consejo Nacional de Población.

CONVAL, 2015. Indicadores de acceso y uso efectivo de los servicios de salud afiliados al Seguro Popular. 1ª ed. ISBN: 978–607–9384–02-9. 109 pp. México.

DBGIRME Sinaloa, 2016. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial (RME) y Actualización del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Sinaloa en materia de RME.

Estadística operativa de Aeropuertos/*Statistics by Airport 2006–2019*.

EASA-AICM, 2014 Plan de Manejo Integral de Residuos para el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (Confidencial).

Fierro, Ochoa A., Armijo de la Vega C., Buenrostro Delgado O. y Valdez Salas B., 2010. Análisis de la Generación de Residuos Sólidos en Supermercados de la Ciudad de Mexicali, México. 7 pp.

Fundación Ellen MacArthur, 2012. Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada.

Gobierno de la República, 2014. Programa Nacional de Infraestructura 2014–2018. México.

Gobierno del Distrito Federal, 2002. Minimización y Manejo de Residuos de la Industria de la Construcción. Diagnóstico. Dirección de Agua, Suelo y Residuos.

Guanajuato, 2016. Inventario de Residuos de Manejo Especial en el Estado de Guanajuato 2015.

INECC, 2011. Instrumento de Evaluación para los Programas de Manejo de Residuos Domiciliarios. Investigación ambiental, pp 18–29.

INECC, 2014. 5° Seminario Internacional de Residuos Sólidos. Gestión Integral de Residuos ante el Cambio Climático. México.

INECC, 2014. Dirección de Economía de los Recursos Naturales. México: SEMARNAT.

INECC, 2015. Compromisos de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el Periodo 2020–2030. México.

INECC, 2017. Evaluación Estratégica del Programa Especial de Cambio Climático 2014–2018. México.

INECC, 2018. Costos de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de México. Medidas Sectoriales no Condicionadas. Informe final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México.

INEGI, 2000. Indicadores de desarrollo sustentable en México. Aguascalientes: Agenda 21, capítulo 21.

INEGI, 2014. Anuario Estadístico de Comercio Exterior. Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx>

INEGI, 2015. Encuesta Nacional de Empresas Constructoras 2015. Datos de 2014. Resultados Preliminares. 97 pp.

INEGI, 2015. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

INEGI, octubre de 2016. Banco de Información Económica.

Landrigan, P. J. 2017. The Lancet Commission on pollution and health.

Lencerías Técnicas. Hospital Ramón y Cajal en España.

LPGIR, DOF 19–01–2018. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 19 de enero de 2018.

López Blanco, J. & **Rodríguez Gamiño**, M. D., 2008. Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México. Ciudad de México: Serie Libros de Investigación.

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social del Gobierno de España.

Muñoz & Sánchez, 2008. Percepción y aplicación de la Ley de Residuos Sólidos del D. F. en su fase de recolección en una colonia de la Ciudad de México. Ciencia y Tecnología, pp 70–79.

OCDE, 2014. Estadísticas de la OCDE sobre Salud 2014.

OCDE, 2018. Prospectivas medio ambientales de la OCDE para el 2030.

OECD, 2013. *Environment at a Glance 2013*. Francia: OECD.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2018. El Estado Mundial de la Pesca 2018. ISBN 978–92–5–130688–8. 250 pp.

PEMEX, 2016. Base de datos Institucional. México: CNH.

PEMEX, 2017. Informe Anual de Petróleos Mexicanos 2017.

PEMEX, 2018. Informe de sustentabilidad 2017. Petróleos Mexicanos, Ciudad de México, 112 pp.

PEPGIR Jalisco, 2017. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco 2016–2022.

PEPGIRSUyME Puebla, 2014. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Manejo Especial del Estado de Puebla.

PEPGIRSUyME SLP, 2014. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Manejo Especial del Estado de San Luis Potosí.

PEPGIRSUyME Tabasco, 2013. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Tabasco.

PEPGIRSUyME Zacatecas, 2014. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Manejo Especial del Estado de Zacatecas.

PGIRS Ciudad de México, 2018. Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos para la Ciudad de México 2016–2020

PNPGIR, 2018. Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2017–2018. México: SEMARNAT.

PROAMBI, 2014. Plan de Manejo de Residuos de Aparatos electrónicos y eléctricos RAEE de PROAMBI.

PROFEP, 2014. Subprocuraduría de Auditoría Ambiental.

Puma Chávez, A., Armijo de Vega, C., Calderón de la Barca, N., Leyva Aguilera, J. C. & Ojeda Benítez, S., 2011. Instrumento de Evaluación para los Programas de Manejo de Residuos Domiciliarios. Investigación ambiental INECC, pp 18 a 29.

Salud, 2015. Mejores Hospitales de la Secretaría de Salud Federal y los Servicios Estatales de Salud. Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud. MH2015. 40 pp. México.

SCT, 2015. Presentación disponible en: http://sct.gob.mx/fileadmin/TDT/Presentacion_TDT.pdf

Seale & Associates, 2018. Reporte de la Industria de Autoservicios en México. Con datos de DENUÉ-INEGI.

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2018. Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción. Gobierno del Estado de Jalisco.

Secretaría de Salud, 2012. Observatorio del Desempeño Hospitalario 2011. Dirección General de Evaluación del Desempeño. SS, México.

SEDEMA, 2013. Inventario de Residuos Sólidos. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente.

SEDEMA, 2018. Ponte Pilas con tu Ciudad.

SEDESOL, 2012. Dirección de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbanas Marginadas. México.

SEMARNAT, 2010. Estudio de Análisis, Evaluación y Definición de Estrategias de Solución de las Corrientes de Residuos generadas por las Actividades de Construcción en México. Informe final. Recurso electrónico.

SEMARNAT, 2011. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales. Obtenido de Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México, en el sitio:

https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores_2011/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html

SEMARNAT, 2012. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. México: INECC.

SEMARNAT, 2012. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.

SEMARNAT, 2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT, 2014. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México.

- SEMARNAT, 2015. Presentación disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/programa-nacional-para-la-gestion-integral-de-los-televisores-desechados-por-la-transicion-a-la-television-digital-terrestre>.
- SEMARNAT, 2016. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/cumple-programa-de-transicion-a-la-television-digital-terrestre>
- SEMARNAT, 2016. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México.
- SEMARNAT, 2018. Guía para el consumo y manejo sustentable de pilas en México.
- SEMARNAT, 2018. Reporte del primer muestreo estatal de residuos sólidos en playas del Estado de Guerrero. México.
- SEMARNAT, 2019. Visión nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, México, 27 pp.
- SEMARNAT, 2019a. Programas Estatales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- SEMARNAT, 2019b. Acciones y programas/planes de manejo de RME.
- SENER–CFE, 2014. Atlas Nacional de Biomasa (ANBIO).
- SENER–IMTA, 2016. Revisión y actualización del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica a partir de plantas de tratamiento de aguas residuales presentado en el Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE). Secretaría de Energía. 121 pp.
- SGM, 2014. Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. México.
- SIGFRE–DRS, 2019. Sistema de Información Geográfica de Fuentes Renovables de Energía para la Planeación del Desarrollo Regional Sustentable.
- SNIA (dirección), 2012. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (película).
- SNIA, 2016. Indicadores de Crecimiento Verde. México: SEMARNAT.
- SNIARN, 2017. Compendio de estadísticas ambientales. México: SEMARNAT.
- Sony, 2014. Plan de Manejo de Residuos de manejo especial teléfonos celulares. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-de-productos-sony>
- Sony, 2014. Plan de Manejo de Residuos de manejo especial teléfonos celulares. <http://energia.ugto.mx/index.php/desarrollo-sustentable/estrategia-ds/15-indicadores/21-indicadores-ambientales>
- <http://guerrero.gob.mx/articulos/plan-de-manejo-de-residuos-solidos/>
- http://medioambiente.durango.gob.mx/tramite/SRNYMA/planes_de_manejo_de_residuos_especiales/
- http://sdemarn.bcs.gob.mx/docs/transparencia/f20_guia_para_%20registro_planes_residuos_manejo_especial.pdf
- <http://servicios.hidalgo.gob.mx/tramites/tramservdetallescomp.aspx?702,Imprimir>
- <http://sistemas2.edomex.gob.mx/TramitesyServicios/tramite?tram=37&cont=0>
- http://tramites.gestionpublica.qroo.gob.mx/tramite_web/ver_serviciod.php?id_servicio=1332&IdCont=&page=&dependencia=77
- <http://tramites.morelos.gob.mx/tramites/ver.php?idTramite=SDS/GA/50-1>
- <http://transparencia2.zacatecas.gob.mx/portal/?p=d&inf=117949>
- <http://www.anatel.org.mx/programaverde.php>

<http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/tramitesyservicios/dependencias/spa.jsp>
<http://www.cge-tlaxcala.gob.mx/tramites.html>
<http://www.chiapas.gob.mx/servicios/3193>
<http://www.chihuahua.gob.mx/info/ordenamientoecologico-e-impacto-ambiental>
<http://www.hrc.es/pdf/info/contratos/2008000001tecnicas.pdf>
<http://www.inegi.gob.mx>
http://www.ingesa.mscbs.gob.es/estadEstudios/documPublica/internet/pdf/Capt3_ropa_lavanderia.pdf
<http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/guias-de-impacto-y-riesgo-ambiental/>
<http://www.nl.gob.mx/servicios/registro-como-generator-de-residuos-de-manejo-especial>
<http://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=OP7NpleTMwwmOvOT47F8rqltb93oXFasMr7HZt+I9Uw=>
<http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/5-estadisticas/55-estadistica-operacional-de-aeropuertos-statistics-by-airport/>
<http://www.sederma.gob.mx/Medio%20Ambiente/concesiones%20permisos%20licencias%20y%20autorizaciones.html>
<http://www.segam.gob.mx/tramites.html>
<http://www.semarnat.gob.mx/gobmx/biblioteca/index.html>
<http://www.tramites.campeche.gob.mx/TramiteDetalle.aspx?Tra=4115>
http://www.tramites.cdmx.gob.mx/index.php/tramites_servicios/muestraInfo/142
http://www.tramites.cdmx.gob.mx/index.php/tramites_servicios/muestraInfo/183
<http://www.tramitescoahuila.gob.mx/pormunicipio/registro-u-autorizaci%C3%B3n-como-generator-de-residuos-de-manejoespecial>
http://www.tramitesyservicios.col.gob.mx/consulta_tramites/tramite.php?id=1060
<http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/formatos-gestion-de-residuos-de-manejoespecial/>
http://www.yucatan.gob.mx/servicios/ver_tramite.php?id=2046
https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores_2011/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html
https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/04_res_solidos/04_res_solidos_esquema.html
<https://dgel.energia.gob.mx/anbio/>
<https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/manejo-integral-de-residuos/161/Inventario-de-Residuos-de-Manejo-Especial-en-el-Estado-de-Guanajuato-2015>
<https://tabasco.gob.mx/tramite/registro-comogenerator-de-residuos-de-manejo-especial>
<https://tramites.aguascalientes.gob.mx/tramite.php?tramite=EDO-SSMAA-10>
<https://tramites.jalisco.gob.mx/tramite/2752>
<https://tramitesyservicios.strc.guanajuato.gob.mx/index.php?action=view&id=3045>
https://www.apple.com/mx/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2018.pdf
<https://www.cedes.gob.mx/index.php/gestionambiental>
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/261388/Informe__

evaluacion_PECC_final_limpio_1_.pdf
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300512/Gu_a_para_el_consumo_sustentable_de_pilas.pdf
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39248/2015_indc_esp.pdf
<https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca>
<https://www.gob.mx/profepa>
<https://www.gob.mx/salud>
<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/planes-de-manejo-rme>
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-de-apple>
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-de-proambi>
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-de-productos-sony>
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-telefonos-celulares>
<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/programas-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos>
<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/ponte-pilas-con-tu-ciudad>
<https://www.tamaulipas.gob.mx/seduma/plan-demanejo-de-residuos-de-manejo-especial/>
www.oecd.org/health/healthdata
www.thelancet.com

Consulta este documento
y sus anexos en los sitios oficiales



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO





**GOBIERNO DE
MÉXICO**

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO