



CEC
CCA
CCE

Estudio marco sobre el manejo de residuos de plásticos posconsumo y mercados secundarios en México

Transformación del reciclaje y el manejo
de residuos sólidos en México



Citar como:

CCA (2026), *Estudio marco sobre el manejo de residuos de plásticos posconsumo y mercados secundarios en México. Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en México*. Montreal, Canadá. Comisión para la Cooperación Ambiental, 148 páginas.

Acerca de la(s) persona(s) autora(s):

La presente publicación fue elaborada por Sergio Gasca Alvarez y su equipo formado por Ernesto Soto Galera, Osiel González Dávila y Pamela Martínez Muñoz para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de sus realizadores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción —total o parcial— de este documento sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso tenga fines educativos y no lucrativos, y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2026

ISBN: 978-2-89700-417-0 (versión electrónica)

Este estudio ha sido traducido del español (original) al inglés. El resumen ejecutivo está disponible en español, inglés y francés.

Available in English – ISBN: 978-2-89700-418-7 (electronic version)

Depósito legal: *Bibliothèque et Archives nationales du Québec*, 2026

Depósito legal: Library and Archives Canada, 2026

Detalles de la publicación

Categoría del documento: Publicación de proyecto

Fecha de publicación: Junio 2026

Idioma original: Español

Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:

Revisión final de las Partes: Abril 2026

QA 388

Proyecto: Plan Operativo 2021 “Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte”

Fotografía de portada: Flor y otras artesanías de hilo tejido proveniente de residuos de la industria automotriz, Artesanas de Jalpan de Serra, Querétaro, Mexico – Con permiso de Neaton Auto Mexicana

Si desea más información sobre esta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a:

Comisión para la Cooperación Ambiental

1001 Robert-Bourassa Boulevard, bureau 1620

Montreal, Quebec, Canadá, H3B 4L4

Tel.: 514.350.4300; fax: 438.701.1434

info@cec.org / www.cec.org

Lista de cuadros	iii
Lista de gráficas	v
Siglas y acrónimos	vi
Definiciones	vii
Resumen	ix
Reconocimientos	xii
1. Introducción	13
2. Fuentes de información y supuestos	14
3. Cadena de valor	18
3.1 Aspectos generales de la industria del plástico	18
3.2 Resumen de la cadena de valor	20
3.2.1 Materia prima	22
3.2.2 Transformación o manufactura	24
3.2.3 Comercialización, distribución y consumo	26
3.2.4 Manejo de residuos	30
3.3 Actores de la cadena de valor y formas de organización	36
4. Visión general del mercado	40
4.1 Visión general de flujos de materiales y desempeño	40
4.2 Aplicaciones y uso del plástico en México	42
4.2.1 Tipos de resina por aplicación industrial y uso en México	43
4.3 Producción nacional de resinas termoplásticas	47
4.4 Exportaciones de resinas termoplásticas	48
4.4.1 Importaciones de resinas termoplásticas	48
4.4.2 Consumo aparente	49
4.4.3 Estimación de la cantidad de residuos plásticos por año y per cápita en México para 2022-2023	50
4.5 Infraestructura de la cadena de valor de los residuos de plástico	53
4.5.1 Infraestructura de materias primas	54
4.5.2 Infraestructura para la transformación y producción de plásticos	60
4.5.3 Infraestructura pública y privada para el manejo de los residuos de plástico	62
5. Mercados secundarios	73
6. Marco regulatorio	79
6.1 Resumen del marco regulatorio y normativo federal, estatal y local	81

7. Identificación de las mejores prácticas aplicables al contexto de México	102
8. Hallazgos y recomendaciones	110
8.1 Aspectos generales de manejo y gestión de residuos plásticos y sólidos urbanos	110
8.2 Actores y recuperación de residuos posconsumo	113
8.3 Mercado	114
8.4 Marco regulatorio	115
9. Conclusiones	118
9.1 Conclusiones para México	118
9.2 Conclusiones compartidas con Canadá y Estados Unidos	124
10. Bibliografía	142

Lista de cuadros

Cuadro 1. Tipo y porcentaje de población por estado en México.....	16
Cuadro 2. Tipos de plástico identificados como <i>commodities</i> y características principales de los polímeros termoplásticos	18
Cuadro 3 Empresas con oficinas de representación o plantas en México	23
Cuadro 4. Unidades económicas por tipo de industria del plástico, 2018-2022.....	25
Cuadro 5. Principales mercados de productos plásticos a 2022 (miles de toneladas).....	27
Cuadro 6. Empresas distribuidoras en México	30
Cuadro 7. Actores y sus características generales	37
Cuadro 8. Valor de la producción por segmento (miles de pesos constantes, año base 2018)	41
Cuadro 9. Aplicaciones y usos del plástico en México en 2022 (kilotoneladas)	43
Cuadro 10. Producción de resinas TP en México, 2022 (kilotoneladas).....	48
Cuadro 11. Exportaciones de resinas TP en México, 2022 (kilotoneladas)	48
Cuadro 12. Importaciones de resinas TP, 2022 (kilotoneladas)	49
Cuadro 13. Consumo aparente de TP en México, 2022 (kilotoneladas)	50
Cuadro 14. Comparativo de valores de generación reportados en este estudio vs. Inventario Nacional de Fuentes Contaminación Plástica para 2022-2023	51
Cuadro 15. Generación estatal de residuos plásticos reportados en el Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos, 2022 (toneladas diarias).....	52
Cuadro 16. Municipios con más de dos instalaciones para la fabricación de resinas vírgenes.....	55
Cuadro 17. Municipios con más de cuatro fábricas de resina reciclada para plásticos	58
Cuadro 18. Municipios con más de 100 fábricas de productos de plástico en su territorio.....	61
Cuadro 19. Infraestructura pública y privada que interactúa en la gestión de residuos por entidad federativa	64
Cuadro 20 Infraestructura pública y privada que interactúa en la gestión de residuos por entidad federativa (<i>continuación</i>).....	65
Cuadro 21 Cobertura de recolección e instalaciones para el manejo de los residuos sólidos por cada 100,000 habitantes y porcentaje de rellenos sanitarios en los estados	66
Cuadro 22. Municipios con más de 20 centros de acopio de residuos plásticos	71
Cuadro 23. Recuperación de materiales para reciclaje en México, 2022 (kilotoneladas).....	74
Cuadro 24. Exportaciones de material secundario, 2022 (kilotoneladas).....	76
Cuadro 25. Importaciones de material secundario, 2022 (kilotoneladas).....	77

Cuadro 26. Materiales recolectados y no reciclados en México, 2022 (kilotoneladas)	78
Cuadro 27. Características generales de la regulación ambiental internacional para residuos plásticos posconsumo en México	81
Cuadro 28. Características generales de la regulación ambiental federal para residuos plasticos posconsumo en México	82
Cuadro 29. Características generales de la regulación ambiental a escala estatal y municipal para residuos plasticos posconsumo en México	86
Cuadro 30. Certificaciones internacionales y nacionales que inciden en la gestión y reciclaje de residuos plásticos en México	99
Cuadro 31. Mejores prácticas en la materia prima y fabricación	103
Cuadro 32. Mejores prácticas ambientales en la etapa de materia prima y fabricación	105
Cuadro 33. Mejores prácticas para las actividades de comercialización y distribución	106
Cuadro 34. Mejores prácticas para las actividades de consumo	107
Cuadro 35. Mejores prácticas para las actividades de reciclaje y economía circular	108
Cuadro 36. Barreras a la circularidad para el manejo de plásticos en México – Soluciones sugeridas	123
Cuadro 37. Barreras a la circularidad y soluciones en los tres países - Embalajes	126
Cuadro 38. Barreras a la circularidad en los tres países y soluciones - Construcción y demolición	135
Cuadro 39. Barreras a la circularidad en los tres países y soluciones - Automotriz	138
Cuadro 40. Barreras a la circularidad en los tres países y soluciones - Electrónicos	140

Lista de gráficas

Gráfica 1. Actividades económicas del plástico, organizadas por rama industrial	20
Gráfica 2. Cadena de valor del plástico	21
Gráfica 3. Cantidad y categorías de empresas participantes en la industria del plástico	21
Gráfica 4. Obtención de plásticos a partir de petróleo	22
Gráfica 5. Consumo aparente de resinas termoplásticas en México en 2022 (miles de toneladas)	33
Gráfica 6. Consumo aparente por tipo de resina y aplicación en México en 2022 (miles de toneladas)	34
Gráfica 7. Flujos de residuos plásticos por tipo de resina y aplicación industrial en México, 2022 (kilotoneladas)	42
Gráfica 8. Tipos de resina en usos convencionales de plástico, 2022	44
Gráfica 9. Tipos de resinas en usos en eléctricos y electrónicos, 2022	45
Gráfica 10. Tipos de resina en usos en el sector automotriz, 2022	46
Gráfica 11. Tipos de resina en usos en la construcción y demolición, 2022	47
Gráfica 12. Generación per cápita de residuos posconsumo de plástico por entidad federativa	52
Gráfica 13. Número de instalaciones que fabrican resinas vírgenes para plásticos por entidad federativa	55
Gráfica 14. Número de instalaciones que fabrican resinas recicladas para plásticos por entidad federativa	58
Gráfica 15. Número de instalaciones que fabrican productos de plástico por entidad federativa	60
Gráfica 16. Distribución de las fábricas de productos plásticos por municipio	61
Gráfica 17. Cantidad y distribución de centros de acopio de residuos plásticos por estado	70
Gráfica 18. Municipios donde se localizan centros de acopio de plásticos	71
Gráfica 19. Recuperación nacional de materiales de plástico, 2022	73
Gráfica 20. Origen del material nacional que se recicla, 2022	75
Gráfica 21. Exportaciones de material secundario, 2022	76
Gráfica 22. Importaciones de material secundario, 2022	77
Gráfica 23. Materiales recolectados y no reciclados en México, 2022	78
Gráfica 24. Jerarquía del marco jurídico en México	79

Siglas y acrónimos

AMEE	Asociación Mexicana de Envase y Embalaje, A.C.
AMIA	Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C.
AMIRPAC	Asociación Mexicana de la Industria de Reciclaje de Plástico, A.C.
AMRRE	Asociación Mexicana de Recicladores de Residuos Electrónicos, A.C.
ANIPAC	Asociación de Industrias del Plástico, A.C.
ANIQ	Asociación Nacional de la Industria Química, A.C.
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CNGM	Censo Nacional de Gobiernos Municipales
DBGIR	Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
DOF	<i>Diario Oficial de la Federación</i>
PIB	producto interno bruto
Ecoce	Ecología y Compromiso Empresarial, A.C.
Inboplast	Asociación de Industriales de Bolsas Plásticas de México, A.C.
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGPGR	Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos
Mexbeb	Asociación Mexicana de Bebidas
NOM	Norma Oficial Mexicana
PASA	Promotora Ambiental, S.A. de C.V.
ONG	organización no gubernamental
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POE	<i>Periódico Oficial Estatal</i>
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Definiciones

ABS	acrilonitrilo, butadieno y estireno
Braskem Idesa	Empresa petroquímica para la producción de polietileno en México
CA	centro de acopio
CDR	combustible derivado de residuos (<i>residues derived as fuel</i> , RDF)
Consumo aparente	Es la suma de la producción nacional más las importaciones menos las exportaciones
Estándares	Documento técnico —antes considerado Normas Mexicanas o NMX— que establece reglas, características o métodos de prueba para productos, procesos o servicios, incluidos términos, símbolos, embalaje, etiquetado y otras especificaciones
EC	economía circular
EOL	<i>End of Life</i> (final de la vida útil)
ET	estaciones de transferencia
HIPS	poliestireno de alto impacto (por sus siglas en inglés)
ID	investigación y desarrollo
IM	industria manufacturera
IR	industria recicladora
KT	kilotoneladas
Monómeros	Moléculas de bajo peso que son también las unidades básicas o componentes de los polímeros
Mt	millones de toneladas
Mt CO ₂ e	millones de toneladas de CO ₂ equivalente
PLA	ácido poliláctico
PHA	polihidroxialcanoatos (biopolímero biodegradable, utilizado en la fabricación de bolsas o tapones de ciertos productos)
PBAT	polibutileno de tereftalato adipato (material biodegradable de origen sintético, flexible y transparente, resistente al calor)
PBS	succinato de polibutileno (material biodegradable de origen sintético, utilizado para la fabricación de botellas y contenedores)
PCR	resina reciclada posconsumo (por sus siglas en inglés)
POM	polioxido de metileno
PE	polietileno
PEAD	polietileno de alta densidad
PEBD	polietileno de baja densidad
PEBD-L	polietileno de baja densidad-lineal

PET	polietileno tereftalato o tereftalato de polietileno
Plástico de grado alimento o alimentario	Se entiende como el plástico utilizado en la fabricación de un producto o bien que está en contacto con alimento, independientemente del tipo de residuos del que se trate
Posindustrial	Se entiende como un residuo proveniente de un proceso de manufactura, que puede ser producto terminado defectuoso, scrap o merma, que no cumple con su uso o función prevista
Posconsumo	Se entiende como un residuo proveniente del uso cotidiano de consumidores, en su mayor parte de origen domestico o comercial
PP	polipropileno
PS	poliestireno
PVC	policloruro de vinilo
RB	Recuperador de base. Persona física que realiza actividades de recuperación de residuos de plástico en sitios de disposición final diferentes a los rellenos sanitarios. Estos recuperadores no entregan ningún tipo de recibo o factura con valor fiscal
RBP	Recuperador de base privado. Persona física o moral que realiza actividades de recuperación de residuos de plástico de grandes generadores, industria, comercio o servicios. Estos recuperadores entregan factura con valor fiscal
RC	responsabilidad compartida
REP	responsabilidad extendida al productor
RME	residuo de manejo especial
RPPN	residuos de plásticos per cápita nacional
RS	relleno sanitario. Obra de infraestructura que implica métodos y obras de ingeniería; son sitios de disposición final que cumplen con la NOM-083-Semarnat-2003
RSU	residuos sólidos urbanos
SC	sitio controlado. Sitio inadecuado para la disposición final, pues cumple con las especificaciones de un relleno, pero no con las especificaciones de impermeabilización de la NOM-083-Semarnat-2003
SDF	sitio de disposición final. Lugar donde se disponen los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de forma definitiva
SL	sistema de limpia
SNC	sitio no controlado. Sitio inadecuado para la disposición final, pues no cumple con ninguna especificación indicada en la NOM-083-Semarnat-2003; se le conoce en general como <i>basurero</i> , <i>tiradero a cielo abierto</i> o, en muchos casos, <i>vertedero</i>
TP	resinas termoplásticas
Otros plásticos	resinas plásticas clasificadas en la categoría 7

Resumen

Como parte del proyecto “Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte” del Plan Operativo 2021, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) encomendó la realización de estudios sobre el reciclaje y el manejo de residuos de papel y cartón, de plásticos y de bioplásticos para Canadá, Estados Unidos y México, con el objetivo de acelerar la adopción de prácticas de economía circular (EC) orientadas a fomentar estrategias para la gestión sustentable de estos materiales que generan beneficios económicos y ambientales en la región.

En este estudio se analiza la cadena de valor de los residuos plásticos para las resinas termoplásticas o *commodities* —los materiales de mayor consumo para fabricación, distribución y comercialización de productos plásticos en México—, e incluye la descripción general de su infraestructura, gestión operativa y mercados asociados. También se documenta el estado actual de la recuperación y el reciclaje, y se examinan las políticas públicas y la regulación aplicable en el marco de la economía circular. Se ofrece además una descripción de buenas prácticas y recomendaciones para fortalecer el sistema nacional de manejo de estos residuos. De igual forma se identifican las mejores prácticas en el manejo de residuos, que podrían implementarse tomando en cuenta los hallazgos de este estudio.

Recientemente se publicó un estudio similar centrado en Canadá y Estados Unidos,¹ con el fin de permitir a los tomadores de decisiones conocer el estado actual del reciclaje de los residuos posconsumo de plásticos en el país.

Las diferencias en las capacidades de la gestión y el manejo de residuos determinan la eficiencia en el reciclaje en las diversas entidades del país, y entre países. México no sigue los patrones de gestión y manejo de residuos sólidos que tienen lugar en Canadá y Estados Unidos, encontrándose diferencias importantes en estos patrones y, por tanto, en la forma en la que se llevan a cabo las acciones de recuperación y reciclaje de estos residuos posconsumo.

En México, de manera general, no hay cobro de tarifas para la recolección de residuos. Esta es una diferencia significativa con relación a los otros países, e incluye el presupuesto asignado a la infraestructura y a servicios públicos destinados a su manejo.

La infraestructura limitada y una operación y manejo deficiente en los servicios de limpia proporcionados por los gobiernos municipales han promovido de manera indirecta la presencia de un sector informal conocido como pepenadores o recuperadores de base que, de manera voluntaria y a cambio de una propina o de la venta de estos materiales, realizan la recuperación de residuos.

Estas actividades, sin efecto aparente, modifican el proceso de gestión de residuos con sus actividades irregulares en vehículos oficiales del sistema de limpia, extracción de materiales

¹ Las publicaciones se pueden consultar en: [Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos](#).

propiedad del gobierno para usufructo personal o sitios de disposición final a cargo del gobierno local, situación que afecta la composición de los residuos que ingresan a las pocas plantas de selección del país y que, por diseño y operaciones, es el lugar donde deberían extraerse los residuos para el reciclaje. Esta actividad es calificada como informal por no pagar impuestos, ni tener seguridad social y servicios de salud, entre otras, pero aun así, por razones sociales, se reconoce la utilidad de su trabajo que, definitivamente, no es ilegal.

Los recuperadores de base venden sus residuos a otros recuperadores de mayor capacidad financiera que cuentan con vehículos para transportarlos en mayor cantidad hasta los centros de acopio, instalaciones que emiten facturas y atienden obligaciones fiscales, con lo que formalizan una actividad informal. Los materiales recuperados por esta actividad son más limpios que los que se extraen en una planta de selección, donde se reciben y procesan residuos mezclados, aunque su integración a la formalidad está limitada fiscalmente por la cantidad de residuos que pueden adquirirse como materia prima sin factura del primer comprador.

En el país, los centros de acopio o recuperadores formales son personas físicas con actividad empresarial o micros y pequeñas empresas que compran los residuos de plástico recuperados y los venden a la industria manufacturera o de reciclaje.

En 2022 en México se acopiaron y reciclaron 1,683 kt de residuos plásticos, que representan 25% del consumo aparente de resinas termoplásticas. El polietileno de alta densidad (PEAD) es el material que más se recupera, con 574 kt, seguido por el tereftalato de polietileno (PET) con 466 kt. Ambos materiales representan 62% del total reciclado.

De la recuperación de material secundario se ocupan diferentes actores. En el mercado secundario nacional, las empresas son la principal fuente de residuos TP para el reciclaje, con 505 kt, seguidas por los centros de acopio con 404 kt, tiraderos y pepena con 404 kt, el sector automotriz con 202 kt y finalmente los centros de transferencia con 168 kilotoneladas.

Los residuos que proceden de la industria y del sector automotriz son materiales más limpios en comparación con las otras fuentes señaladas. Se debe mencionar que las aplicaciones restringen el uso del material recuperado; por ejemplo, el plástico impregnado con retardantes de flama, o antiestáticos, no es útil para el reciclaje en la industria alimentaria.

El comercio internacional de material secundario es pequeño comparado con el mercado interno. México exporta 148 kt de material secundario e importa 93 kt. Estas cifras indican que el país es un exportador neto de material secundario. A pesar de lo anterior, tres cuartas partes del consumo aparente de resinas TP no se acopian ni se reciclan (5,012 kt). El polipropileno, el polietileno de baja densidad-lineal (PEBD-L) y otras resinas TP, incluidas las de ingeniería, representan 67% de materiales que no se reciclan.

El principal reto para México está en reducir la cantidad de residuos plásticos enviados a sitios de disposición final (SDF) y recuperarlos lo más cerca de la fuente para su reciclaje. La planeación de la

infraestructura para el reciclaje comienza con un diagnóstico confiable de la generación y la composición de los residuos sólidos en los municipios del país; sin embargo, existen pocos estudios de generación y composición debido al costo que implica un estudio detallado, la frecuencia con que se realiza y la obsolescencia de la regulación aplicada para determinar la composición.

Los planes de manejo en México son instrumentos de política pública que cumplen una función similar a la de responsabilidad extendida. Sin embargo, estos planes se implementan de manera individual como empresa, lo que diluye el esfuerzo y acaba en un trámite administrativo que reduce la eficiencia y eficacia de las acciones de gran escala. Finalmente, la estructura regulatoria en el país, aunque sólida, es insuficiente tanto para controlar la informalidad, reducir la desigualdad social, económica y ambiental que se presenta en los estados, como para el manejo y la gestión de los residuos.

Reconocimientos

Este documento fue preparado para la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) por Sergio Gasca Alvarez y su equipo formado por Pamela Martínez Muñoz, Ernesto Soto Galera y Osiel González Dávila.

Los autores y la CCA desean agradecer la colaboración y mostrar profundo reconocimiento a todas las organizaciones empresariales o gremiales, empresas, expertos, personas participantes y funcionarios por su disposición para la elaboración de este trabajo.

La CCA también desea agradecer a los miembros del Comité Directivo del Proyecto del Plan Operativo 2021 de la CCA “Transformar el reciclaje y la gestión de residuos sólidos en América del Norte” por su apoyo y participación.

Finalmente, la CCA reconoce la dedicación del personal de su Secretariado participante este proyecto: Armando Yáñez, titular, Antonia M. Andúgar, líder de proyecto, y Claudia López, asistente de la unidad *Vida y economías sustentables*.

1. Introducción

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en su perspectiva mundial sobre la gestión de residuos 2024, indica que cada año se producen más desechos como resultado del crecimiento económico, los patrones de consumo y producción y el manejo de los residuos. Se estima que entre 2020 y 2050 la generación anual de residuos sólidos urbanos pasará de 2,100 millones de toneladas a 3,800 millones, de los cuales la cantidad de residuos sin control o enviados a un sitio de disposición final pasaría de 1,450 a 3,660 millones de toneladas, lo que representa un crecimiento superior a 1.5 veces.

El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos de 2020 reporta para México una generación per cápita de entre 0.8 y 1.1 kg de residuos, una generación total de 120,128 ton/día de residuos en el país y una cobertura en la recolección de residuos de 83.87%. Se asume que el manejo de residuos en general por el sistema público se realiza en 47 plantas, de las cuales 26 son de selección o reciclaje, cinco de trituración, trece de compactación, 19 de compostaje y cinco de biodigestión.

Para la disposición final de los residuos en México están registrados 2,203 sitios localizados en 1,722 de los 2,500 municipios existentes en el país, y la mayoría de estos sitios no cumple con la normatividad ambiental (NOM-083-Semarnat-2003).

La infraestructura pública para el manejo de residuos sólidos urbanos, además de insuficiente, en muchos casos se acompaña de una capacidad técnica limitada, y la construcción de obras nuevas tampoco resuelve mucho porque en muy poco tiempo éstas requieren de mantenimiento mayor o dejan de operar, lo que conlleva un eventual manejo deficiente de residuos. El país muestra un crecimiento desigual en el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos entre los diferentes niveles de gobierno, así como la presencia de un sector informal que extrae los residuos plásticos —principalmente de PET, PP y PE— en diferentes puntos de la cadena de valor e interactúa comercialmente con el mercado formal.

En materia de plásticos, la ANIPAC reporta en su *Anuario estadístico 2023* que la industria del plástico de México se integra por más de 5,000 transformadores de plástico, incluidas las empresas de la industria maquiladora y manufacturera de exportación, con más de 600 proveedores de resinas y aditivos, maquinaria y servicios diversos, cuyos productos cubren una gran diversidad de necesidades del consumidor en empaques y envases, productos de uso duradero y de uso personal, en aplicaciones de la industria automotriz, equipo electrónico, la construcción y aplicaciones para uso médico y uso agrícola, entre otros. También se observa una industria de reciclaje y acopio que agrupa a más de 300 empresas.

Las resinas producidas o importadas en México por esas empresas son el polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS o EPS), polietilentereftalato (PET) y las resinas de ingeniería como poliamidas (PA), policarbonato (PC), tereftalato de butileno (PBT) y polióxido de metileno (POM), y son utilizadas en diferentes aplicaciones.

En el mercado hay resinas de origen distinto al petróleo o el gas natural, conocidas como bioplásticos, que se utilizan para fabricar productos biodegradables o compostables. Estas resinas se elaboran a partir de biomasa, un recurso renovable que incluye materiales como el almidón, la caña de azúcar y otros residuos orgánicos; entre los más comunes destacan el ácido poliláctico (PLA), los polihidroxialcanoatos (PHA), el polibutileno de tereftalato adipato (PBAT) y el succinato de polibutileno (PBS). Estos dos últimos, aunque biodegradables, se fabrican a partir de fuentes no renovables, lo que los distingue de otros bioplásticos.

La cadena industrial del plástico abastece a la mayoría de las ramas económicas con productos que satisfacen necesidades básicas de la población, además de ser insumos de sectores como, entre otros, el alimentario, automotriz, de la construcción, eléctrico y electrónico, médico y agrícola.

Este estudio se elaboró con el propósito de generar información comparable con los datos de Canadá y Estados Unidos, lo que permitirá consolidar estrategias conjuntas para mejorar la gestión y el manejo de residuos plásticos.

2. Fuentes de información y supuestos

La principal fuente de información para este estudio es el *Anuario estadístico 2023* de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico, A.C. (ANIPAC), además del informe de Inboplast 2023: “Industria del Plástico de México 2018-2022”, y bases de datos del INEGI, el Banco de México, la Secretaría de Economía y asociaciones industriales, y otras bases de datos y modelos de análisis de información de uso interno.

El INEGI reporta información de la industria manufacturera de manera homologada con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIÁN), donde los 102 productos de plástico se agrupan en doce familias:

1. Fabricación de bolsas y películas de plástico flexibles
2. Fabricación de tuberías y conexiones
3. Fabricación de laminados rígidos
4. Fabricación de espumas de EPS
5. Fabricación de espumas de poliuretano, PU
6. Fabricación de botellas de plástico
7. Fabricación de otros productos de plástico
8. Productos para el hogar
9. Autopartes con y sin refuerzo
10. Envases y contenedores
11. Productos de uso industrial
12. Otros productos con y sin refuerzos

Asimismo, se obtuvo información escrita o en reuniones presenciales o virtuales con las asociaciones siguientes: ANIPAC, Inboplast, ANIQ, AMEE, AMIRPAC, AMIA, AMREE, la sección de recicladores de Ecoce y de la empresa Braskem Idesa. En las reuniones de trabajo con estas asociaciones se intercambió información, opiniones y conocimiento del sector de plástico para conformar el contenido del estudio.

Para la elaboración de la cadena de valor e identificación de actividades de los actores, la principal fuente de información la constituye el *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC, que mapeó el número de actores participantes, así como datos y tecnologías, en la industria del plástico. Industrias como Braskem Idesa y asociaciones como ANIQ, AMEE, Ecoce y AMIRPAC confirmaron el intercambio de información con la ANIPAC y validaron la información mostrada en su *Anuario 2023*.

Las actividades de los actores en la cadena de valor guardan correspondencia con la población donde se ubican, de manera que el tipo de población tiene una relación directa con la infraestructura y capacidad técnica operativa, como también la tiene con la red de acopiadores o de centros de acopio, la industria y los precios de compraventa diarios de los materiales recuperados.

Éstos son elementos presentes directa o indirectamente en las acciones de recuperación de los residuos plásticos y la cantidad de residuos recuperados; ejemplo de ello es que el peso de un residuo determina si un recuperador de base lo recoge o no, porque juntar un kilo es más fácil cuando cada unidad del residuo tiene un peso mayor que otro, tal es el caso de una bolsa vs. una botella, y otro ejemplo es conocer el precio de mercado al día (algunos centros de acopio manifestaron la conveniencia de contar con un lugar oficial donde consultar los precios del material).

México es un país con gran diversidad cultural, histórica y natural. Su organización política considera 31 estados y la Ciudad de México, implica una composición poblacional que combina diferentes tipos en función de sus características y se identifica como urbana, rural e indígena, en donde la urbana y rural son claramente diferenciables, pero no la indígena (ésta es una clasificación en donde los individuos o familias se autodeterminan como indígenas pero pueden residir dentro de una población rural o urbana y se expresan en un porcentaje). En el caso de la población urbana, pocas veces hay una alta proporción de individuos o familias indígenas.

En este estudio se considera el porcentaje por tipo de población presente en cada una de las entidades, de manera que pueden identificarse claramente aquellas entidades con más población urbana, seguida de la población rural, para finalmente identificar el porcentaje de la población que se autodenomina indígena. Pocos estados presentan una proporción mayoritaria de esta población, tal es el caso de Oaxaca y Yucatán con poblaciones indígenas que rebasan 60 por ciento.

La composición porcentual de los tipos de población —urbana, rural e indígena— por entidad reportada por el INEGI para 2023 se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tipo y porcentaje de población por estado en México

Estado	Población urbana (%)	Población rural (%)	Población indígena (%)
Aguascalientes	84	16	6
Baja California	94	6	7
Baja California Sur	91	9	12
Campeche	75	25	47
Coahuila	92	8	2
Colima	90	10	13
Chiapas	49	51	37
Chihuahua	87	13	10
Ciudad de México	99	1	9
Durango	72	28	9
Estado de México	87	13	16
Guanajuato	72	28	6
Guerrero	60	40	33
Hidalgo	57	43	37
Jalisco	88	12	7
Michoacán	71	29	21
Morelos	82	18	24
Nayarit	72	28	16
Nuevo León	96	4	6
Oaxaca	49	51	69
Puebla	73	27	33
Querétaro	79	21	13
Quintana Roo	90	10	33
San Luis Potosí	67	33	20
Sinaloa	76	24	9
Sonora	88	12	13
Tabasco	59	41	21
Tamaulipas	90	10	7
Tlaxcala	83	17	16
Veracruz	62	38	27
Yucatán	86	14	65
Zacatecas	63	37	5

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2023).

Como se puede observar, la información de los tipos de población no suma 100%, lo que se explica por la inclusión de la población indígena entre la población rural o urbana. De esa manera, las políticas públicas pueden tomar en consideración el tipo de población para el desarrollo de infraestructura y mecanismos de gestión y manejo de residuos.

La sección “Visión general del mercado” contiene a escala municipal datos de la encuesta del INEGI para la industria manufacturera. La información general permite conocer el sistema, componentes principales y algunos resultados de la gestión de residuos, pero no puede observarse con claridad la cantidad de infraestructura destinada a la gestión de residuos específicos, lo que impide definir una correlación detallada entre tipo de población, infraestructura, cobertura de los servicios, calidad ambiental y otros aspectos.

Para analizar el flujo de materiales y residuos se utilizó un diagrama de Sankey, comparable en su estructura con los diagramas presentados en los estudios correspondientes de Canadá y Estados Unidos. En su diseño se utilizaron principalmente datos del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC. Adicionalmente, se obtuvieron datos de importación y exportación de la Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio de Productos Básicos de las Naciones Unidas (*UN Comtrade Database*) y la base de datos de la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos (*USITC DataWeb*) para el año 2022. La información de la balanza comercial de residuos plásticos corresponde al código HS 3915 “Desperdicios, recortes y desechos, de plástico”. También se utilizaron los datos del intercambio comercial entre México y Estados Unidos con el código HST 3915.90.10 para identificar la cantidad de residuos de polietileno tereftalato.

Para el manejo y gestión de los residuos es claro que en general la población urbana, y en específico las capitales de los estados, es la que cuenta con mayor infraestructura pública y privada, seguida por la población rural, aunque con una infraestructura desigual según el estado donde se ubique. Finalmente se observa que la población indígena cuenta con la menor infraestructura, muchas veces debido a su ubicación remota o a la limitada conectividad de las vías de comunicación.

Para conocer los datos de reciclaje, la principal fuente de información es la propia industria plástica, cuyos datos aparecen en encuestas económicas de los sectores productivos. Estos datos y la aplicación de métodos numéricos permitieron una mejor estimación de los valores que aparecen en este documento.

Es muy importante señalar que la información presentada por las fuentes oficiales, generalmente referida a la cantidad de residuos que se disponen en rellenos sanitarios (RS), sitios controlados (SC) o sitios no controlados (SNC), no permite precisar la emisión de residuos por los diversos generadores. Los informes municipales para la elaboración del Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR) requirieron de la aplicación de supuestos, índices o indicadores, y los análisis más detallados se sustentan principalmente en estimaciones.

3. Cadena de valor

3.1 Aspectos generales de la industria del plástico

La amplia variedad de aplicaciones y usos de los plásticos permite clasificarlos según distintos criterios: por su estructura química, como homopolímeros y copolímeros; por su origen, naturales o sintéticos; por sus propiedades y comportamiento térmico, como termoplásticos o termoestables (o termofijos), e incluso por su patrón de consumo.

Este estudio se ocupa de los plásticos identificados como *commodities* o resinas termoplásticas, debido a que, por sus características térmicas, son los polímeros de mayor consumo. Esta primacía obedece a que sus propiedades químicas se mantienen estables ante la exposición al calor, lo que permite su uso en una amplia variedad de aplicaciones y sectores. El crecimiento en su consumo está vinculado a diversas ramas de la industria, en particular las de alimentos, productos lácteos, bebidas, de uso en el hogar, industrial, automotriz, agrícola, de la construcción y otros.

Asimismo, la Sociedad de la Industria del Plástico designó un código de identificación universal para dichos plásticos, que consiste en un triángulo formado por tres flechas que encierran un número: el triángulo significa que son reciclables y el número corresponde a los materiales que en mayor medida se reciclan (*Enciclopedia del plástico: siglo XXI*, 2017).

Las características generales de estos polímeros, con acuerdo a sus propiedades térmicas, así como a los usos comunes y sus ventajas, se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de plástico identificados como *commodities* y características principales de los polímeros termoplásticos

Código	Polímero	Ventajas	Usos comunes
	Polietileno tereftalato (PET)	Rígido y tenaz, resistente a la corrosión y a la acción de productos químicos	Envases de alimentos, botellas, fibras textiles, base para cintas magnéticas, etcétera
	Polietileno de alta densidad (PEAD)	Denso, pesado y muy resistente	Envases para alimentos y de uso industrial, bolsas, carcasas de electrodomésticos, juguetes y tubos
	Cloruro de polivinilo (PVC)	Duro y tenaz, impermeable, poco inflamable y resistente a la corrosión	Construcción, tubos y válvulas, películas impermeables, recubrimiento de cables
	Polietileno de baja densidad o lineal (PEBD o PEBD-L)	Ligero y flexible	Bolsas y envolturas, película para uso agrícola, juguetes y artículos del hogar

Código	Polímero	Ventajas	Usos comunes
	Polipropileno	Bastante rígido, resistente a esfuerzos y a la acción de productos químicos, buen aislante	Piezas industriales, componentes eléctricos y electrónicos, envases y artículos del hogar, juguetes, fibras para tapicerías, alfombras y cuerdas
	Poliestireno (PS o EPS)	Bastante rígido, aunque con resistencia mecánica moderada	Envases de alimentos, carcasas de electrodomésticos, aislante acústico y térmico, embalajes, juguetes
	Otros plásticos o resinas de ingeniería como: Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) Policarbonato (PC) Tereftalato de polibutileno (PBT) Poliacetales o polióxidos de metileno (POM) Poliamidas (PA)	Resistentes a la corrosión, flexibles, livianos, no tóxicos. Gran resistencia a altas temperaturas y a productos químicos	Autopartes, carcasas de computación, teléfonos y electrodomésticos, accesorios acuáticos y deportivos, piezas para ingeniería aeroespacial, artículos para medicina y cosmetología, muebles y botellones de agua, entre otros

Fuente: Elaboración propia a partir del *Informe anual 2023* de la ANIPAC.

La cadena industrial del plástico, que abastece a la mayor parte de las ramas de actividad económica, se compone de tres segmentos principales: industrias de soporte, industrias de transformación y sectores usuarios (véase la gráfica 1).

Las industrias de soporte se encargan de generar las materias primas e insumos necesarios para que las industrias de transformación produzcan artículos plásticos y los vendan a los sectores usuarios. Estos artículos son fundamentales para diversos sectores de servicios, ya que permiten satisfacer necesidades básicas de la población.

Gráfica 1. Actividades económicas del plástico, organizadas por rama industrial

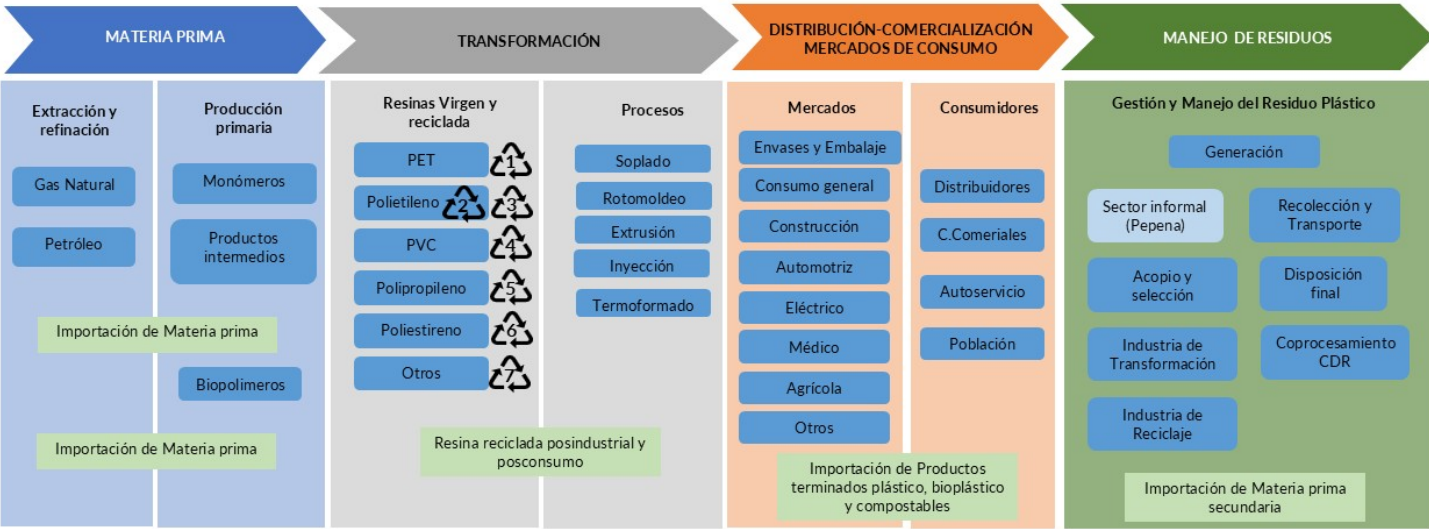


Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

3.2 Resumen de la cadena de valor

La cadena de valor de los plásticos en México incluye desde la producción de materia prima, seguido de la transformación, distribución y comercialización, hasta la generación y manejo del residuos posconsumo y su reincorporación en la cadena productiva, bien en el mismo producto o bien en otras aplicaciones. En esta sección se describen además los actores y sus funciones dentro de la cadena de valor, así como el ciclo de los residuos: materia prima-producto-residuo-materia prima secundaria (véase la gráfica 2).

Gráfica 2. Cadena de valor del plástico



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La cantidad de empresas y actores que participan en esta cadena de valor son numerosos y sus funciones, multivariadas. Una empresa de un mismo grupo industrial o plan de manejo puede importar productos terminados o materias primas para transformarlas en productos, reciclar sus propios residuos de proceso y, al mismo tiempo, utilizar materia prima secundaria, enlazando a diferentes actores dentro de la empresa o grupo. El número de actores, mapeado por la ANIPAC, se muestra en la gráfica 3, y el detalle de las actividades en las diversas etapas de la cadena de valor gráfica en la sección 3.3.

Gráfica 3. Cantidad y categorías de empresas participantes en la industria del plástico



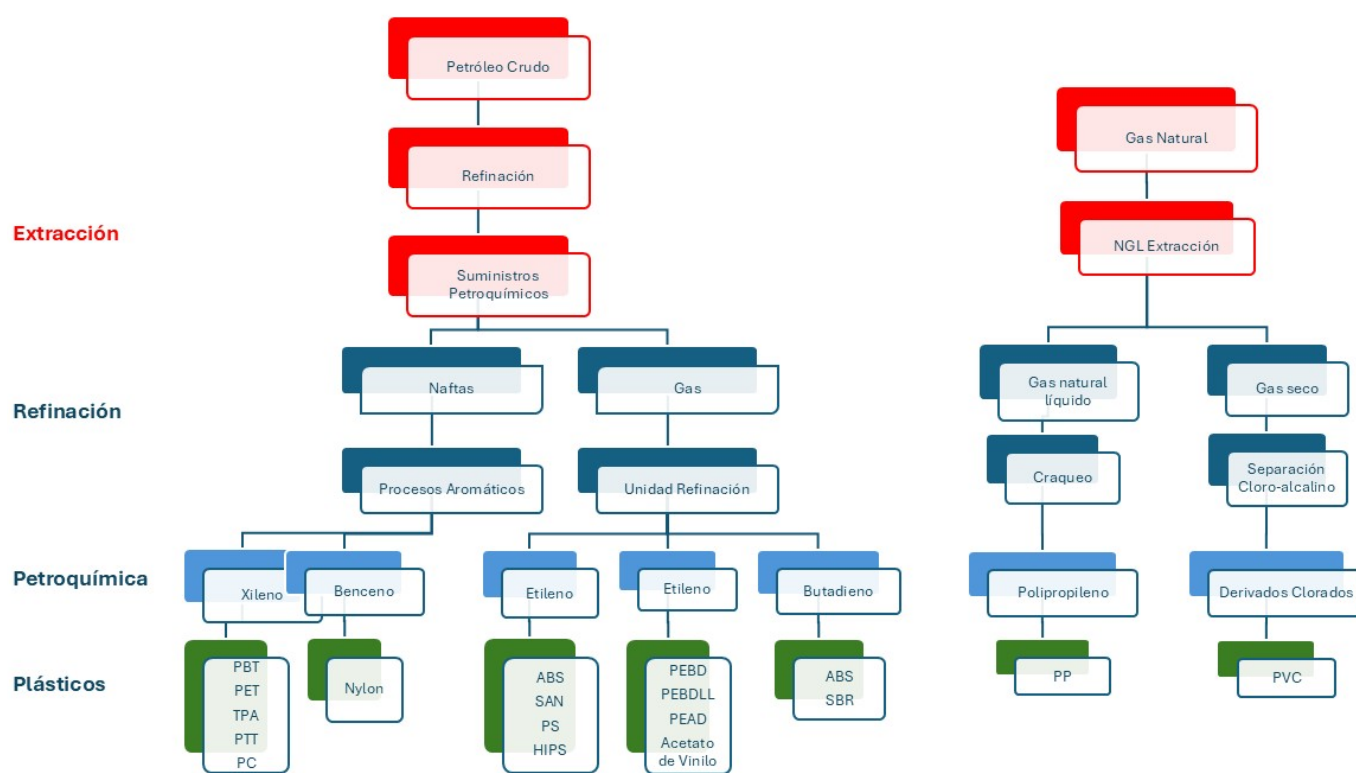
Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Anuario estadístico 2023 de la ANIPAC.

3.2.1 Materia prima

Extracción de materiales renovables y refinación

Los actores principales en esta etapa incluyen a la industria química y petroquímica, que extraen petróleo y gas y los transforman en productos intermedios, como etileno, propileno, VCM, estireno, ácido tereftálico, benceno, tolueno, xilenos y polímeros (resinas *commodities* y de ingeniería). En México, las actividades petroleras son realizadas por Petróleos Mexicanos (Pemex) y algunas empresas químicas o petroquímicas del exterior que bien poseen plantas industriales o bien oficinas de representación en México (véanse la gráfica 4 y el cuadro 3).

Gráfica 4. Obtención de plásticos a partir de petróleo



Fuente: Elaboración propia con la información de la *Enciclopedia del plástico: siglo XXI* (2017).

Cuadro 3 Empresas con oficinas de representación o plantas en México

Empresas con oficinas de representación en el país	
M Advanced Materials Division (Dyneon LLC)	JSP International
Arkema	Lanxess Buna GmbH
Axson México	Lubrizol (The Lubrizol Corporation)
Bamberger Polymers	Mitsui Chemicals, Inc
BASF	Polímeros y Materias Primas Internacionales (Polymat)
Celanese Corporation	Radici Plastics
Covestro-Policarbonates	Solvay Engineering Plastics
Cobestro TPU	Solvay Polyamid & Intermediates
Down	Solvay Speciality Polymers
Dow Corning Corporativos	Total Refining & Chemicals
Dupont Performance Elastomers	Trinseo
Eastman Chemical Company	United Soft Plastics, Inc.
Evonik Industries AG	Wacker Chemie AG
ExxonMobil Chemical	Wacker Chemie AG
Empresas con plantas en el país	
AOC LLC	INEOS Styrolution Group GmbH
Barnices y Resinas (BYR)	MG GruPPo Mossi & Ghisolfi
Braskem Idesa	Mexichem
Chemtura	Pemex Etileno
Cobestro PUR	PETStar
Dak Americas LLC	Reacciones Químicas
Dynasol Elastomers	Reactivos y Resinas
Epoxemex	Reichhold Chemicals, Inc
Feno Resinas	Resinas y Materiales
Grupo IDESA	Resirene
Grupo Químico Industrial de Toluca	Sabich Americas, Inc
INEOS Styrolution Group GmbH	Sabich Innovative Plastics

Fuente: Elaboración propia con datos de la *Enciclopedia del plástico: siglo XXI*, tomo II (2017).

Notas: Se trata de empresas que cuentan con una oficina comercial, sin realizar actividades de producción en el país. Las plantas, a su vez, producen resinas o productos intermedios para la fabricación de polímeros, pero no llevan a cabo actividades de extracción.

A partir de los monómeros de estireno, xileno, benceno, etileno, butadieno, propileno y derivados clorados se forman polímeros, que son materiales constituidos por muchas unidades que se unen en forma repetida en la estructura. Estos materiales pueden clasificarse, de acuerdo con su origen, en naturales, como el hule y la celulosa; semisintéticos, cuando se utilizan productos naturales, luego transformados con procesos químicos, como la nitrocelulosa y el caucho, y sintéticos, como el polietileno, el polipropileno, la poliamida o la resina fenólica.

Las resinas producidas en México o importadas por empresas son el polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo, *poliestireno* y polietilentereftalato, así como las de ingeniería: poliamidas, policarbonato, tereftalato de polibutileno, polióxido de metileno y otras, todas utilizadas en diferentes aplicaciones.

Asimismo, en el mercado se encuentran resinas de origen diferente al de petróleo o gas natural; se utilizan para la fabricación de productos biodegradables o compostables hechos a base de biomasa, un recurso renovable que incluye almidón, caña de azúcar y otros materiales orgánicos producidos por agricultores o derivados de residuos de productos orgánicos como el bagazo de caña.

Entre las más comunes de estas resinas, conocidas como bioplásticos, figuran el ácido poliláctico, polihidroxialcanoatos, *polibutirato*, succinato de polibutileno, estos dos últimos biodegradables, pero fabricados a partir de fuentes no renovables.

Las empresas químicas *mencionadas* producen o importan monómeros para la elaboración de resinas *commodities* o de ingeniería, bioplásticos, elastómeros, mezclas y aleaciones, termofijos, y ponen las resinas a disposición de los fabricantes.

3.2.2 Transformación o manufactura

En este eslabón de la cadena, las resinas plásticas vírgenes o recicladas posconsumo o posindustrial se transforman en productos mediante procesos de rotomoldeo, inyección, extrusión, soplado o termoformado, y sus productos se agrupan en las doce familias de productos mencionadas en el apartado 2: “Fuentes de información y supuestos”.

Esta actividad es realizada por la industria de la transformación o manufactura de los principales sectores, y el tamaño de las empresas es variable. Los Censos Económicos de 2019 y la Encuesta Anual de INEGI reportan más de 5,000 empresas relacionadas con las doce familias de productos (véase el cuadro 4).

Cuadro 4. Unidades económicas por tipo de industria del plástico, 2018-2022

Industria del plástico	Unidades en 2018	Unidades en 2022
Bolsas y películas de plástico	931	881
Tubería y conexiones	240	227
Laminado de plástico rígido	136	144
Productos de poliestireno	235	240
Productos de poliuretano	135	132
Botellas de plástico	217	234
Productos para el hogar	539	533
Autopartes con y sin reforzamiento	424	394
Envases y contenedores		684
Productos de uso industrial	1,020	1,090
Otros productos con reforzamiento	214	231
Otros productos sin reforzamiento	406	392
Total	4,497	5,162

Fuente: Inboplast (2023), *Informe de la industria del plástico de México, 2018-2022*, Censos Económicos y Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera del INEGI (2022).

Con base en el *Informe de la industria del plástico de México, 2018-2022*, de Inboplast, A.C., preparada por Consultores Asociados, la industria puede estratificarse de acuerdo con el personal ocupado. Así pues, 21% de las empresas de la industria del plástico que se clasifican como medianas y grandes generan 86% de los empleos. Las microempresas que emplean a menos de diez personas representan 54% del universo de empresas de la industria del plástico. Las empresas pequeñas con un rango de once a 50 empleados suman 25%.

La fabricación de productos plásticos se realiza a través de diversos procesos:

- **Inyección.** Es el proceso más utilizado: el material fundido se inyecta a un molde que al solidificar le da la forma al producto. Utiliza polietilenos, polipropilenos y poliestirenos.
- **Extrusión.** Utiliza un transportador de tornillo helicoidal, y las resinas procesadas son polietilenos, poliestireno, PET y acrilonitrilo-butadieno-estireno, además de resinas de ingeniería.
- **Soplado.** Se utiliza para fabricar piezas huecas mediante presión de aire, sobre todo envases de PET y tipo “parisón” elaborados con poliolefinas y vinilos.
- **Termoformado.** Se sirve de la extrusión y formado por temperatura y presión o vacío para producir, entre otros, vasos, bandejas, domos y empaques. Utiliza poliolefinas, poliestirenos y ABS (acrilonitrilo, butadieno y estireno).

- Rotomoldeo. Se usa en la fabricación de piezas huecas de gran tamaño mediante moldes con calentamiento y enfriamiento, y utiliza principalmente polietilenos.
- Otros. Para plásticos termoplásticos se aplican procesos de calandro, compresión, vaciado y aspersión, y para plásticos termofijos procesos de compresión, vaciado, aspersión, espumado de poliuretano y moldeo por inyección-reacción.

Todos los plásticos requieren ser formulados o utilizan aditivos, como antioxidantes, bactericidas, carbonatos, catalizadores, retardantes de flama, plastificantes, pigmentos y otros materiales, que les permite mejorar su eficiencia en el proceso y el desempeño final de los productos. La adición de estos compuestos influye en la reciclabilidad o utilidad de los residuos posconsumo, de manera que, para una aplicación en la industria alimentaria, la fuente de residuos posconsumo debe provenir de la misma aplicación, es decir, de plástico de grado alimento a plástico de grado alimento. Esto significa que, aunque el material sea PET, la aplicación que lo genera como residuo debe ser preferentemente la misma, toda vez que otras aplicaciones podrían utilizar aditivos u otros compuestos que lo vuelven no recomendable para el reciclaje; por ejemplo, el uso de retardante de flama en la sector automotriz o electrónico invalida la posibilidad del reciclaje en la industria de alimentos.

El diseño desempeña un papel importante en las nuevas estrategias de circularidad, de manera que se busca que un producto sea funcional, estéticamente agradable, con un menor impacto ambiental y que pueda repararse o reacondicionarse para su reúso tantas veces como sea posible antes de desecharlo, e incluso, una vez llegado a este punto, reutilizarlo fácilmente en la formación de materia prima secundaria o reintegrarlo a la cadena productiva cuantas veces se pueda. Sin embargo, el diseño de un producto está ligado estrechamente a las necesidades de los usuarios y el mercado, las condiciones de producción, transporte, logística, costo y disponibilidad de las materias primas vírgenes o secundarias, entre otras, lo que hace que los cambios en diseño no siempre se ajusten a la realidad.

3.2.3 Comercialización, distribución y consumo

La comercialización de los plásticos se describirá a través de sus diferentes mercados de consumo, que incluyen principalmente los sectores de envases y embalajes, consumo general, construcción, eléctrico y electrónico, automotriz, agrícola y médico (véase el cuadro 5):

Cuadro 5. Principales mercados de productos plásticos a 2022 (miles de toneladas)

Mercados	2021	2022	% de participación
Envases y embalajes	2,900	3,033	45.3
Consumo general	995	1,045	15.6
Construcción	703	729	10.9
Eléctrico y electrónico	406	434	6.5
Automotriz	536	561	8.4
Agrícola	228	238	3.6
Médico	153	170	2.5
Otros	456	485	7.2
Total	6,378	6,695	100

Fuente: Elaboración propia con datos del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

Envases y embalajes

Es el mayor de los mercados para el plástico. Los envases de plástico ayudan a prolongar considerablemente la vida útil de alimentos y bebidas frescos, y también permiten el envío de más productos con menos material de embalaje, lo que reduce el desperdicio tanto de alimentos como de envases. Los plásticos más comunes son PE, PP y PET, con los que se fabrican envases flexibles y rígidos, bolsas, botellas, contenedores y envolturas. En 2022, el uso de plástico en la fabricación de estos productos representó 45.3% del consumo aparente, lo que de acuerdo con el *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC equivale a 3,033 kt o kilotoneladas.

Consumo general

Ésta es la segunda categoría con mayor participación de mercado. Los usos principales de los plásticos incluyen diversas piezas de uso cotidiano, con elevado dinamismo, y tipos de plástico utilizados para la fabricación de calzado, lonas y textiles, juguetes, artículos del hogar, pañales, artículos deportivos, entre otros productos de consumo general. Los plásticos más comunes en elaboración son el PEBD-L, PEAD, PP, PET y otros. En 2022, el uso de plástico en estos productos representó 15.6% del consumo aparente, equivalente a 1,045 kt, según datos de la ANIPAC.

Construcción

Los usos principales de los materiales plásticos en la construcción residencial y comercial —con acuerdo a información de Plastic Technology México— se deben a sus capacidades de resistencia, flexibilidad o ligereza como componentes de techos, aislamiento, revestimiento de paredes, ventanas, tuberías, compuestos de madera, pisos y estructuras. Se aprecian mucho las propiedades como aislantes térmicos, resistencia al calor y estabilidad dimensional de plásticos como el PVC y

silicones, entre otros. En 2022, la participación de los plásticos en este mercado registró 10.9%, equivalente a 729 kt, según el *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

Automotriz

Los fabricantes de piezas de plástico para automóviles aprovechan las ventajas de la ligereza en componentes como defensas, recipientes, lámparas, paneles interiores, cubiertas de motor y aislamiento de cables. Asimismo, la alta resistencia al impacto, su rigidez y estabilidad estructural, como también su resistencia a temperaturas elevadas, destacan como las principales propiedades y características fisicoquímicas de estos plásticos que pueden integrarse por diversos procesos de fabricación, como el moldeo por inyección, moldeo por soplado, termoformado y moldeo por compresión, que permiten una producción rentable con alta precisión. La aplicación del plástico en la industria automotriz ha permitido reducir el peso de los vehículos y con ello una mayor eficiencia en el uso de la energía y una reducción en la generación de gases de efecto invernadero (GEI). La American Chemistry Council indica que en la actualidad un automóvil se fabrica con cerca de 50% de plástico en volumen, pero sólo 10% en peso; así, el consumo aparente de este mercado equivalente a 8.4% (561,000 toneladas en 2022), y cabe aclarar que estos valores corresponden a vehículos ligeros (ANIPAC, 2023).

Eléctrico y electrónico

Por sus propiedades aislantes, resistencia a la corrosión y versatilidad en la fabricación de componentes, el plástico tiene una participación significativa en la industria eléctrica y electrónica. De acuerdo con la American Chemistry Council, los componentes plásticos son esenciales para los avances en la reducción de peso y la miniaturización de muchos productos electrónicos, lo que contribuye a su resistencia y durabilidad, protege componentes tecnológicos vitales y reduce el consumo de material en la producción y contribuye a una mayor eficiencia energética a lo largo de la vida útil del producto. También se utilizan en la fabricación de cables, conectores, carcasas de dispositivos y componentes electrónicos, entre otros.

De acuerdo con Waste Trade, los plásticos más comunes en este mercado son polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo, politetrafluoroetileno, nylon y policarbonato, y se eligen en función de sus propiedades y de su rendimiento para una aplicación determinada. El consumo total de plástico por este mercado fue de 6.5% en 2022, equivalente a 561 kilotoneladas (ANIPAC, 2023).

Médico

Para los plásticos utilizados en el sector médico se consideran la compatibilidad con el cuerpo humano y la respuesta a los altos estándares de higiene, seguridad, biocompatibilidad y funcionalidad. Son plásticos que requieren de alta resistencia a los procesos de esterilización y conservación de sus propiedades para utilizarse en una gran variedad de aplicaciones: productos sanitarios, como jeringas desechables, catéteres, guantes, etc.; materiales de embalaje, como empaques o envases que reducen la humedad, oxígeno y contaminantes, y equipamiento hospitalario, como bolsas y tubos intravenosos.

El uso de plásticos médicos proporciona numerosas ventajas, como esterilidad, durabilidad, poco peso y rentabilidad, que no pueden sustituirse fácilmente por materiales alternativos. El consumo aparente de este plástico fue de 2.5% en 2022, equivalente a 170 kilotoneladas (ANIPAC, 2023).

Agrícola

La industria agrícola mexicana utiliza una amplia gama de aplicaciones para mejorar la productividad de los cultivos, protegerlos y optimizar la gestión del suelo. Estas aplicaciones son posibles gracias a la ligereza y alta resistencia mecánica de las condiciones ambientales por la intemperie en la que deben funcionar. Son plásticos utilizados en múltiples aplicaciones, como sistemas de riego, mallas, films, tuberías, contenedores y bandejas para cultivos intensivos, control de plagas y maleza, envases y embalajes de productos terminados o suministros, entre otros, lo que le permite al sector mayor productividad, reducción de costos de producción y mejor respuesta a los cambios climáticos. El consumo total de plástico en este mercado fue de 3.6% en 2022, equivalente a 238 kilotoneladas (ANIPAC, 2023).

En este sector, como en la industria del sector médico, la participación de los bioplásticos es cada vez mayor por las características propias de esos materiales y su menor impacto ambiental derivado de su capacidad de biodegradación.

Otros

Existen otros mercados más especializados que no se atienden en este estudio, como las industrias aeronáutica, pesquera y de turismo, que en conjunto representaron 7.2% del total de consumo de plástico en 2022, equivalente a 485 kt según el *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

Distribución

Los esquemas de distribución, un eslabón necesario en la comercialización de los productos terminados, pueden formar parte de la empresa misma o de los clientes, como es el caso, entre otros, de los distribuidores automotrices, de autoservicios y tiendas departamentales en mayoreo y menudeo.

De acuerdo con el tomo II de la *Enciclopedia del plástico: siglo XXI* (2017), del Centro Empresarial del Plástico, sus 55 distribuidores registrados (véase en el cuadro 6 algunos de los comercializadores más importantes) no representan la totalidad de las empresas del sector industrial del plástico en el país. Es importante considerar que hay fabricantes que, sin figurar como asociados a este gremio, cuentan con infraestructura propia y modelos integrados de fabricación y distribución. Es el caso de empresas como Braskem, Resirene y Quimisor, por mencionar algunas.

Cuadro 6. Empresas distribuidoras en México

Empresa	
Bamberger Polymers de México	Corporación Telch
Nexeo Solutions LLC	Poliformas Plásticas
Polímeros y Materias Primas Internacionales (Polymat)	Syrus Distributions
Vinmar Plastichem	Polímeros Nacionales

Fuente: Elaboración propia con datos de la *Enciclopedia del plástico: siglo XXI*, tomo II (2017).

3.2.4 Manejo de residuos

Generación de residuos plásticos

En México, la generación de residuos plásticos se identifica por su origen en:

- **Posconsumo**, para aquellos residuos provenientes del consumo directo de productos de uso cotidiano contenidos en empaques o embalajes de plástico para protegerlos, transportarlos o conservar su integridad o sanidad. Estos residuos se disponen a través del sistema de limpia y generalmente se mezclan con otros residuos al grado de presentar contaminación con líquidos, sólidos o semisólidos orgánicos, lo que dificulta su separación para fines de reciclaje.
- **Posindustrial**: Residuos generados por actividades industriales o comerciales cuyo consumo alcanza grandes cantidades; por lo general se identifican como residuos de embalaje (playo y envases de gran volumen, por ejemplo) y de proceso industrial o scrap. Estos residuos son muy apreciados por la industria del reciclaje porque pueden separarse con facilidad y por sus cantidades y limpieza.

Generación de residuos posconsumo

La generación de posconsumo se asocia con el comportamiento de usuarios de productos o bienes principalmente de consumo alimentario, también asociados cada vez más al *e-commerce*. Estos residuos se generan de manera indirecta, y para la producción de plásticos para envases, empaques y embalajes es un indicador de la cantidad de residuos generados por el consumidor final.

Los materiales que se utilizan para fabricar bolsas y películas plásticas, envases, empaques, termoformados, cubiertos o popotes, principalmente utilizados para transporte, venta o consumo de alimentos preparados o frescos, incluyen el PET, PP, PS, PEAD, PEBD, bioplásticos, compostables y biodegradables, todos recolectados y manejados por el sistema de limpia, público o privado, de los municipios.

Los consumidores adquieren plásticos junto con bienes eléctricos y electrónicos para el hogar, como muebles, juguetes, utensilios de limpieza y artículos en general que los incluyen. Y lo mismo ocurre con autos y casas habitación cuyas estructuras incluyen plásticos, todos éstos de larga vida pero que al final se desechan si están ya maltratados o simplemente porque terminó su vida útil.

Estos residuos incluyen PET, PP, PS, PEAD, PEDB, bioplásticos, plásticos de ingeniería, especiales, elastómeros, mezclas y aleaciones y termofijos. El reciclaje de estos plásticos, aunque sean iguales en composición, no incluye la aplicación de contacto con alimentos, por lo que la industria de alimentos no los utiliza, aunque no existen restricciones en sentido contrario.

Generación de residuos posindustriales

Éstos son residuos que se generan durante el proceso industrial o en las actividades de distribución y comercialización al por mayor, y son atendidos en general por sistemas de recolección privados como PASA, Red Ambiental, Movilcontainer, Ambientum, ASECA, Terracycle, Caabsa Eagle y Tecmedmx, por mencionar algunas de las grandes empresas, y por pequeñas empresas asociadas a centros de acopio o privadas que cuentan con uno o varios vehículos para la recolección local. Toda esta infraestructura es legal y emite facturas. Asimismo, hay cada vez más empresas que no desechan sus residuos de procesos, principalmente en la industria alimentaria, donde la calidad del plástico utilizado, con estándares de grado alimento, permite al fabricante aprovechar al máximo su materia prima. Estos residuos son por lo general PET, PP, PS, PEAD, PEDB, bioplásticos y compostables.

Los plásticos con otras aplicaciones, en ramas como la automotriz, médica, de la construcción, agrícola, eléctrica o electrónica, tienen un tiempo de vida más amplio y se generan como residuos al término de su vida útil, no se asocian con alimentos preparados o naturales y se incorporan a bienes de consumo como juguetes, muebles, utensilios de limpieza (escobas, jaladores, recogedores, cubetas), cajas, cuerdas y redes, entre otros. Los plásticos utilizados en estas aplicaciones incluyen polipropileno, poliestireno de alto impacto (HIPS, por sus siglas en inglés), PS, PEAD, PEDB, plásticos de ingeniería, especiales, elastómeros, mezclas y aleaciones, termofijos y bioplásticos.

Manejo de los residuos plásticos al final de su vida útil

El manejo de los residuos posconsumo y posindustrial se realiza a través de los sistemas de limpia públicos o privados y de otros sistemas privados como pequeñas empresas individuales o colectivas complementadas con el sector informal, sistemas que se describen a continuación.

Sistemas de limpia

Con base en la *Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos*, el sistema de limpia es un servicio público municipal que incluye limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos y puede o no tener una tarifa o impuesto asociados; sin embargo, muy pocos municipios en México cobran este concepto que, por lo general, es gratuito.

En términos de infraestructura destinada a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el país muestra desigualdad en el manejo y reciclaje entre los estados, desigualdad que se observa en las políticas públicas locales, la infraestructura, la participación ciudadana y el financiamiento.

Políticas públicas

Algunos estados tienen una regulación más estricta o restrictiva en la gestión de sus residuos, principalmente en lo relacionado al plástico de un solo uso, cuya aplicación resulta desigual entre los sectores usuarios: es más estricta la aplicada a la industria. Las entidades que presenta una estructura regulatoria restrictiva son la Ciudad de México, Querétaro, Quintana Roo y Yucatán, mientras que hay estados con una regulación más proactiva en términos de reciclaje y economía circular, como Jalisco, Nuevo León, Estado de México y Guanajuato.

Desde la formulación y aplicación progresiva de las normas o regulaciones que restringen el uso de plásticos de un solo uso en diversas entidades federativas, México ha experimentado cambios significativos en la generación de sus residuos sólidos urbanos. Las prohibiciones han modificado no sólo el volumen de residuos plásticos, sino también su composición, tratamiento y trazabilidad.

Generación y composición de los residuos

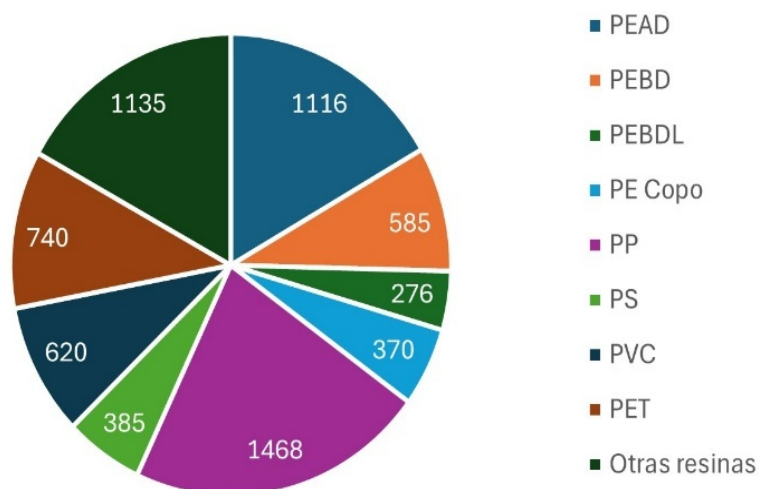
El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR) de 2020, que muestra la composición porcentual promedio de residuos sólidos urbanos, identifica el plástico del modo siguiente:

- PET (2.63%)
- Plástico rígido y de película (7.66%)
- Poliestireno expandido (1.55%)
- Poliuretano (0.55%)

Esta cifra total de 12.29% equivale a 14,883 ton/día de residuos plásticos desechados. Estos residuos regularmente contienen los asociados al consumo de la población en general. En esta composición se encuentran envases, empaques, embalajes y otros artículos como juguetes, muebles, aditamentos, y ocasionalmente también piezas automotrices pequeñas y aparatos eléctricos o electrónicos pequeños (celulares, eliminadores de batería), utensilios de limpieza (cubetas, escobas) o artículos médicos o de belleza, por mencionar algunos.

Asimismo, aunque no contabilizados de manera directa, hay residuos plásticos en las industrias automotriz, de la construcción y demolición, eléctrica y electrónica, médica y agrícola cuyo cálculo de generación se asume equivalente a la cantidad de plásticos puestos en el mercado por los productores e importadores, toda vez que al final de su vida útil se generarán como residuos. De manera general, la ANIPAC reportó en su *Anuario estadístico 2023* el consumo aparente de las resinas termoplásticas con la distribución que observamos en la gráfica 5.

Gráfica 5. Consumo aparente de resinas termoplásticas en México en 2022 (miles de toneladas)

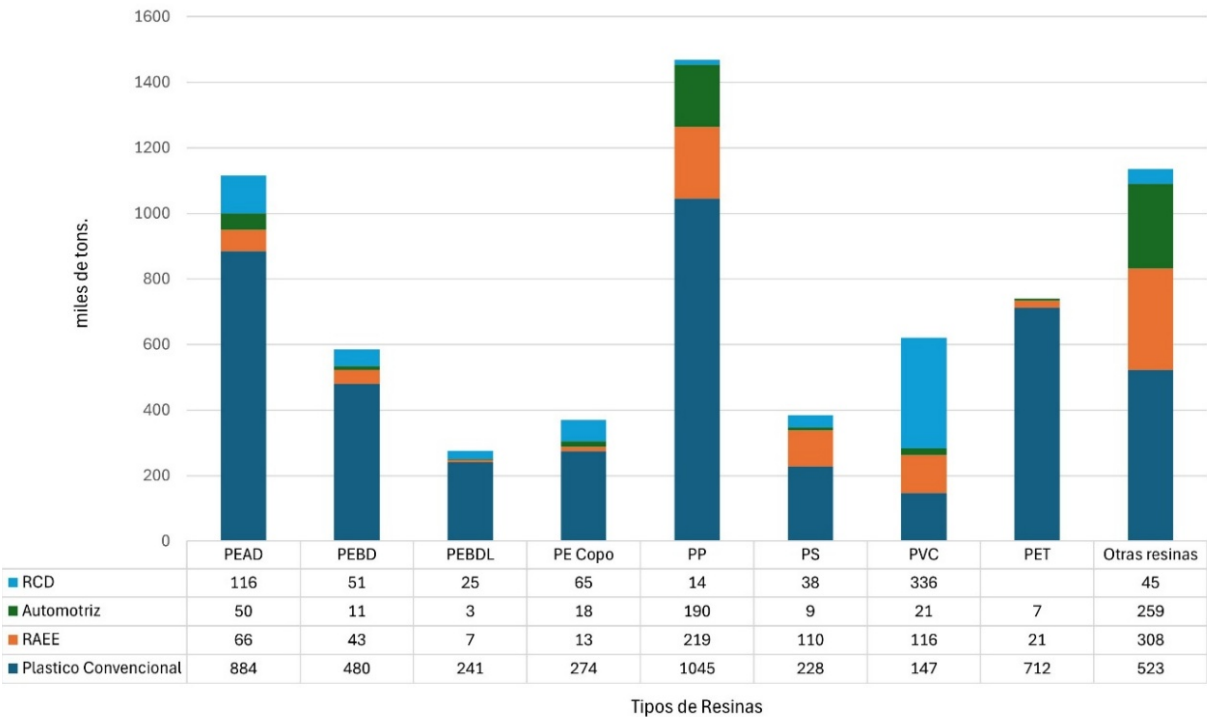


Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

Todos estos plásticos se utilizan en aplicaciones diversas, de las cuales los plásticos convencionales son los de mayor uso en envases, empaques y embalajes. En la gráfica 6, donde se observa la distribución de los diversos tipos de resina por aplicación, se observa el polipropileno como el plástico más utilizado en el sector de fabricación de bienes de consumo, pues presenta el mayor uso en las aplicaciones convencionales, seguido por los sectores eléctrico y electrónico, automotriz y de la construcción.

Los polietilenos son plásticos con alta demanda en usos convencionales, y poco uso en otras aplicaciones. El PET se posiciona como el tercer plástico de mayor consumo, pero con un uso más equilibrado entre las aplicaciones convencionales y los sectores eléctrico y electrónico y automotriz.

Gráfica 6. Consumo aparente por tipo de resina y aplicación en México en 2022 (miles de toneladas)



Notas: RCD es la sigla para residuos de construcción y demolición, y RAEE para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Fuente: Elaboración propia con datos del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

Se asume que la generación de residuos es igual a su producción (véase su análisis en el apartado 4.1 *infra*).

Cabe mencionar que las restricciones a plásticos de un solo uso en el país observaron efectos notorios en la generación y composición de residuos; el INEGI (2025) informó una disminución de 55% en la generación per cápita de residuos plásticos entre 2021 y 2025.

Infraestructura. En este documento se considera la infraestructura pública como el número de vehículos recolectores, las estaciones de transferencia y los sitios de disposición final, además de los centros de acopio e instalaciones industriales del sector privado para fabricar o reciclar residuos plásticos. Las coberturas más amplias de ambos sectores se asociaron siempre a las zonas urbanas, capitales de los estados y zonas metropolitanas con relación a centros de acopio; para las zonas industriales, lo más importante fueron las vías de comunicación y la seguridad en el suministro eléctrico.

La infraestructura pública destinada al manejo, tratamiento y disposición final es municipal y, por lo general, construida, operada y mantenida por la administración pública con fondos provenientes

principalmente de las asignaciones presupuestales aportadas por el gobierno federal a cada entidad federativa.

Esta infraestructura pública atiende en México la generación de 120,128 toneladas diarias de residuos. Sin duda, el número de instalaciones es insuficiente para manejar el volumen total de residuos generados actualmente en el país. La mayor parte de las mismas opera por debajo de su capacidad, toda vez que las limitaciones financieras y técnicas determinan que se encuentren en malas condiciones o incluso fuera de operación.

Un elemento importante para mejorar la limpieza de los residuos posconsumo de las zonas urbanas, rurales o incluso indígenas es la contenerización, debido a que esta infraestructura facilita la actividad de los recuperadores de base o pepenadores cuya colaboración, aunque informal, se reconoce en todo el esquema de recuperación y reciclaje, principalmente de PET, PP, PEAD y PEDB.

El reciclaje se ha modificado como resultado de las prohibiciones y presiones de los gobiernos locales, estatales, federal e incluso del ámbito internacional, principalmente para los plásticos de un solo uso, que incluye materiales como PET, PP, PE, PS y productos como bolsas de plástico, popotes, vasos, cubiertos, platos y demás artículos considerados desechables.

Las instalaciones industriales para el reciclaje se conforman principalmente por la misma industria productora, que por lo general cuenta con sus propias plantas recicladoras. También cuentan con una red de centros de acopio que abastecen sus plantas de las materias primas secundarias, esquema que sigue la industria de envases y empaques para recuperar el residuo posconsumo y posindustrial y, si posee el grado alimento, reciclarlo.

El sector privado también ha invertido en plantas de reciclaje para PET, PP, PEAD, PEBD, PS, PVC y plásticos mixtos, que sirven a la fabricación de paneles, mobiliario urbano, doméstico, de oficina y turístico, donde no se requiere que el material posea el grado alimento.

La distribución de estas instalaciones privadas responde principalmente a la disponibilidad del residuo plástico para pequeños acopiadores a distancias menores de 15 kilómetros y una red de acopio donde la comunicación por carretera o tren sea suficiente para cubrir el país.

Cabe señalar que los recuperadores de base y los centros de acopio son el punto en donde la actividad informal se formaliza, porque ahí los residuos se compran y venden a precio de mercado, y tienen la libertad de vender a quien mejor les oferte.

La formalización en la recuperación de residuos plásticos ocurre en el momento en que el recuperador de base vende al primer centro de acopio, el cual debe demostrar que adquiere los materiales de una fuente formal, situación que requiere de mejores estrategias fiscales y apoyos gubernamentales.

Recuperación y reciclaje

En su quinto informe, el Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico incluye los datos proporcionados por 77 empresas, las cuales ponen en el mercado 739,072 toneladas de envases. De éstos, alrededor de 50% corresponde a PET, que representa el uso de 53% de los envases y empaques plásticos del país, con una tasa de recuperación de 60%. Asimismo, el Acuerdo informa la recuperación de 37% de los productos que sus empresas firmantes colocaron en el mercado.

En el cuarto informe (2023) del Acuerdo se reportó la gestión, mediante planes de manejo, de 598,600 toneladas de plástico recuperadas ese año, de las cuales 46% correspondió a PET y 27% a polietileno de alta densidad.

En el Informe 2023 de la ANIPAC se indica que en México se reciclaron 1.68 millones de toneladas de plásticos, donde 34.1% correspondió a PEAD, 27.7% a PET, 13.2% a PP y el resto a plásticos como PEBD, PVC, PS, EPS, de ingeniería u otros.

El material reciclado se originó principalmente en las empresas (30%), centros de acopio (24%) y tiraderos y recuperadores de base (24%). Los porcentajes no suman el total de 100% debido al traslape observado en el origen de los materiales; por ejemplo, los residuos de las empresas pueden llegar a centros de acopio o de transferencia, por lo que los valores de éstos deben considerarse como de referencia.

Costos

La infraestructura pública destinada al manejo, tratamiento y disposición final es construida, operada y mantenida por la administración pública con fondos provenientes principalmente de las asignaciones presupuestales aportadas a cada entidad por el gobierno federal. Estos presupuestos no responden a las necesidades reales de la gestión y manejo de residuos, sino a la disponibilidad de recursos económicos.

El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (Semarnat, 2020) indica que el costo de 434.03 pesos por tonelada recolectada de residuos sólidos urbanos, monto reportado por programas estatales de 167 municipios de trece entidades federativas, corresponde sólo a la operación del servicio de recolección, que incluye sueldos, combustible y en algunos casos el mantenimiento de las unidades. El costo de 121.58 pesos/tonelada por la disposición final reportado en 84 municipios de diez entidades federativas incluye sueldos del personal que labora en esos sitios y el combustible de la maquinaria utilizada. Estos costos reflejan las condiciones deficientes de la infraestructura y la operación de los sitios de disposición final del país.

3.3 Actores de la cadena de valor y formas de organización

Los actores por cada etapa de la cadena de valor están organizados en asociaciones, cámaras, gremios, academias, y a través de instrumentos de política pública como los Planes de Manejo (véase el cuadro 7). Es importante aclarar que algunos actores de la cadena de valor intervienen en una o más etapas y su función varía de acuerdo con el eslabón de la cadena en el que se ubican.

Cuadro 7. Actores y sus características generales

Actor	Características
Productor nacional de petróleo	El único productor nacional de petróleo y gas es Pemex, que realiza acciones de extracción, refinación y petroquímica. Empresas químicas instaladas en México transforman los compuestos básicos de refinación o petroquímicos en productos intermedio o monómeros.
Empresas químicas	Compran o importan productos de refinación o petroquímicos para elaborar plásticos en sus diversos tipos. Los fabricantes de polímeros también son conocidos como resineros. Estos actores están obligados a elaborar planes de manejo para la recuperación y reciclaje de residuos posconsumo y posindustriales. Los importadores forman parte de algunas de las empresas químicas con representación en México e importan, además de <i>commodities</i> , plásticos de ingeniería, elastómeros, mezclas y aleaciones y termofijos, así como productos terminados.
Transformadores	También conocidos como manufactureros, son las empresas que con los diferentes polímeros y sus aditivos producen, por medio de los diferentes procesos industriales, todos los productos plásticos utilizadas en las diferentes aplicaciones. Ellos también tienen capacidad de recuperación mediante sus propias cadenas de suministro, como centros de acopio, y su red de recuperadores de base individuales o privados. Estos actores, junto con los importadores y empresas químicas o resineros, están obligados a elaborar planes de manejo para la recuperación y reciclaje de residuos posconsumo y posindustriales.
La comercialización de plástico y sus productos terminados con el consumidor final se realiza a través: 1. Grandes cadenas de autoservicio 2. Tiendas departamentales 3. Grandes distribuidores	Los volúmenes más grandes en la comercialización de plástico y sus productos se mueven a través de los grandes distribuidores. A los pequeños negocios se les recomendaría en todo caso adherirse a planes de manejo de empresas más grandes. 1. Cuentan con centros de distribución y registran operaciones de venta al mayoreo y menudeo. 2. Este sector produce residuos posindustriales, asociado a empaque y embalaje, de los productos que consume. 3. La población genera residuos posconsumo de empaque y embalaje en la compra de un producto o alimentos, y disponen en los sistemas de limpia los residuos plásticos mezclados.
Consumidores o usuarios de productos plásticos	El consumo o uso lo realiza la población en general.
La industria del manejo de residuos incluye a: Recuperadores de base (RB) Recuperadores de base privado (RBP) Sistema de limpia (SL)	RB. Recuperan los residuos posconsumo directamente de los sitios controlados (SC), sitios no controlados (SNC) o de vehículos recolectores del SL de la localidad. Los residuos son vendidos a otros recuperadores con operaciones mayores o a centros de acopio.

Actor	Características
Centros de acopio (CA) Industria manufacturera (IM) Industria recicladora (IR)	RBP. Recuperan principalmente residuos posindustriales de grandes generadores, industria, comercio o de los servicios, y venden estos residuos a CA. CA. Compran y venden los residuos recuperados, los reclasifican, compactan y envían a centros de acopio más grandes o a la industria manufacturera o recicladora. IM e IR. Manejan y reprocesan los residuos posconsumo o posindustrial y fabrican nuevos productos plásticos. Los de la industria de alimentos requieren de plásticos posconsumo utilizados para contacto con alimentos. El resto de la industria puede utilizar cualquier fuente de residuos posconsumo o posindustrial. Esta industria recibe los residuos de los CA.
Sistemas de limpia (SL) del gobierno municipal Servicios privados empresariales e individuales	SL. Proporciona los servicios de recolección, transporte y envío de residuos domiciliarios a SDF, y en algunos casos se incluye a grandes generadores, industria, comercio o servicios. Los SL cuentan en algunos casos con estaciones de transferencia (ET) e incluso plantas de selección. Privados empresariales e individuales. Cuentan con vehículos recolectores propios y proporcionan servicios de recolección y envío de residuos a los sitios de disposición final (SDF). Los servicios privados generalmente no se ocupan de la selección de residuos: sólo recolectan y disponen. Algunos que recolectan separado envían a CA y, cuando recolectan residuos mixtos de la población, disponen en sitios de disposición final.
Recuperadores de base (RB)	RB. Personas físicas individuales o en familia que recuperan los residuos de plásticos, principalmente botella de PET o PP, en sitios de disposición final; algunos trabajan a pie, otros cuentan con triciclos y algunos con animales de carga. Son informales, no emiten recibos o facturas con valor fiscal, la suya es una actividad de subsistencia. En grandes ciudades, los RB trabajan contratados por el chofer de un vehículo recolector para separar en ruta los residuos de interés comercial, botellas de PET, PEAD, PP, PS. El mercado empieza a abrirse para la compra y reciclaje de charola de PET, PP, HIPS, PS.
Recuperadores de base privados (RBP)	Personas físicas individuales o con actividad empresarial que recuperan los residuos de plástico de grandes generadores, industria, comercio o servicios, con capacidad de firmar contratos y emitir facturas fiscales. Cuentan con al menos un vehículo o una flotilla de éstos, algunos sólo transportan y disponen de los residuos en el SDF y proporcionan servicios a desarrollos habitacionales cerrados o abiertos. Entre los residuos que recuperan, además de botellas de plástico, incluyen el playo y, aunque no realizan una separación fina, al menos separan botellas de otros residuos posconsumo o posindustrial.

Actor	Características
Centros de acopio privados individuales	Son instalaciones únicas que cuentan con báscula y realizan actividades de compra y venta de residuos limpios. No pertenecen a ninguna gran empresa y venden sus materiales al mejor postor. Son instalaciones con poca infraestructura y en algunos casos cercanos a sitios controlados (SC) y sitios no controlados (SNC), o en las rutas de los vehículos recolectores, también se encuentran cercanas a estaciones de transferencia (ET) o plantas de selección. Por lo general, separan y almacenan temporalmente los residuos posconsumo para su envío a otros centros de acopio de más capacidad o directo a la industria manufacturera o recicladora. El precio de compra es el valor comercial al día de la transacción y, a pesar de que no hay un sistema de información de precios, todos los participantes manejan un precio similar según la zona donde se ubican. El precio se mueve todos los días.
Centros de acopio empresariales	Son instalaciones con algún tipo de báscula fija o sistema para pesar vehículos, alguna banda de selección y compactadora. Algunos CA pertenecen a la IM que busca abastecerse de residuos posconsumo o posindustriales con mejor limpieza y calidad de material. La IM y en algunos casos la IR organizan sus propias redes de centros de acopio. Realizan actividades de compra y venta al mayoreo de residuos posconsumo y posindustrial; el valor de mercado es al día, y el valor se determina de una forma poco clara.
Planta de selección	Algunos municipios cuentan con estas instalaciones para seleccionar residuos con valor comercial, como el PET, PP, PEAD, PEBD y PS. Su eficiencia es, por lo general, baja porque reciben residuos que pasaron por procesos previos de selección manual por RB en vehículos recolectores. Las tecnologías aplicadas generalmente incluyen una banda de selección y compactadoras verticales y horizontales, así como montacargas. Casi en su totalidad, las plantas son propiedad del gobierno local, que opera y mantiene la operación.
Promoventes de planes de manejo	Aunque es un instrumento de la política pública, su diseño y aplicación permite la coordinación de acciones de una o varias empresas o actores de la cadena de valor para atender una corriente de residuos. En el caso del plástico, el enfoque puede ser para PET o para los residuos plásticos generados por centros comerciales o tiendas de autoservicio que generan varios tipos de plástico y otros residuos, que además incluyen el PP, PEAD, PEBD, PS y el film o playo. La obligación de estos planes se fundamenta en la LGPGIR y en la norma federal NOM-161-Semarnat-2011 y en leyes y normas locales. En el plástico, la organización Ecoce promueve el plan de manejo del sector de aguas y bebidas carbonatadas, y su objetivo es atender los residuos posconsumo de envases de PET. En la actualidad busca incluir bolsas y películas.

Actor	Características
	La Ciudad de México obliga a la industria del plástico a elaborar y aplicar planes de manejo para plásticos de un solo uso, principalmente. Este instrumento considera la responsabilidad compartida, y aunque tiene elementos que permiten la participación de las autoridades federal o locales, éstas no participan y se restringen a registrar, dar seguimiento o controlar su implementación. El instrumento es un reflejo de la responsabilidad empresarial, pero no llega a ser un esquema de REP formal debido a su carácter voluntario en casi todo el país.
Propietarios de relleno sanitario (RS)	En el país, estos sitios son públicos o privados, y en ambos casos deben cumplir con lo establecido en la NOM-083-Semarnat-2003 y no permitir la entrada de RB ni de RBP. Ahora, son muy pocos los sitios clasificados así en México.
Sitio controlado (SC) Sitio no controlado (SNC)	Ambos son sitios que no cumplen con la NOM-083-Semarnat-2003, principalmente en lo relacionado con la geomembrana o el material aislante del sitio. Los actores son generalmente públicos o algunos privados con permiso de la autoridad local. En éstos se permite la entrada a los RB. La recuperación de residuos de plástico incluye principalmente botellas de cualquier material, que se venden a precio comercial. La organización del sitio y la pepena se realizan con autorización del municipio; la mayor parte de municipios presenta esquemas de organización gremial dentro del grupo de recuperadores de base.

Fuente: Elaboración propia.

4. Visión general del mercado

4.1 Visión general de flujos de materiales y desempeño

De acuerdo con cifras del INEGI, en 2022 la participación de la industria del plástico y el hule en el PIB nacional fue de 0.69%. En específico, la fabricación de productos de plástico contribuyó con 2.5% del PIB de la industria manufacturera de 2022.

Respecto a la generación de empleo, de acuerdo con la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera del INEGI, la industria del plástico informó 221,538 empleos en 2022. Al comparar esta cifra con los 217,682 empleos registrados en 2021, se observa un incremento de 1.77% o 3,856 empleos más. El valor de la producción de la industria del plástico pasó de 325,000 millones de pesos (constantes del año base 2018) en 2021 a 333,000 millones de pesos (constantes del año base 2018) en 2022, un incremento anual real en el valor de la producción de 2.6 por ciento.

Con base en estadísticas de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC, 2023), en México en el año 2022 se produjeron 3,508 kt de resinas termoplásticas, una producción ligeramente inferior a la del año anterior (3,533 kt). Sin embargo, aunque el volumen de producción

nacional disminuyó en 0.7%, el incremento en términos reales del valor de la producción podría explicarse debido al crecimiento en la participación de productos plásticos con mayor valor agregado, como enseres para el hogar y productos de poliestireno.

Cuadro 8. Valor de la producción por segmento (miles de pesos constantes, año base 2018)

Descripción	2021	2022	Variación (%)
Bolsas y películas	68,363,811	70,877,718	3.68
Tubería y conexiones	14,548,891	13,852,378	-4.79
Espumas y productos de poliestireno	23,251,695	25,116,690	8.02
Espumas y productos de uretano	20,454,066	18,789,745	-8.14
Botellas de plástico	37,370,928	38,941,000	4.20
Productos de plástico para el hogar	22,793,754	24,620,991	8.02
Autopartes de plástico	71,939,403	72,153,511	0.30
Envases y contenedores	25,419,111	26,485,242	4.19
Productos de uso industrial	40,369,856	42,023,325	4.10
Total	324,511,516	332,860,600	2.57

Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera del INEGI y el Índice Nacional de Precios al Consumidor publicado por el Banco de México.

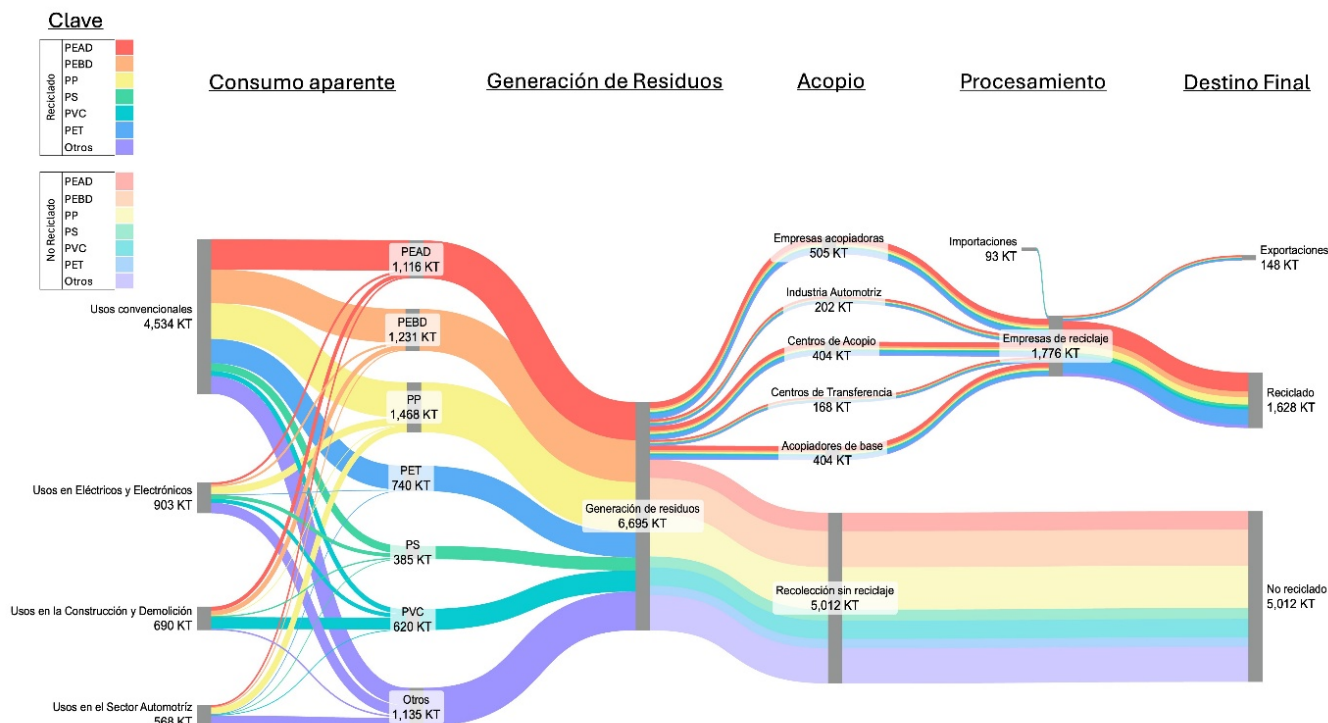
En términos de comercio exterior, en 2022 se importaron 4,727 kt y se exportaron 1,540 kt de estos materiales, datos que revelan al país como un importador neto. El consumo aparente de resinas termoplásticas durante 2022 fue de 6,695 kt. La producción nacional de estas resinas alcanzó 52% del consumo aparente. Por otro lado, se cuenta con capacidad instalada para la producción de 4,870 kt, y la utilización de ésta sumó 72%. En términos monetarios, México tiene un déficit comercial de más de 9,089 millones de dólares en productos plásticos, resultado de la diferencia entre las exportaciones (9,389 millones de dólares) y las importaciones (18,475 millones de dólares), valores éstos de 2022. La suma de la importación de resinas, productos de plástico y bienes de capital es mayor a 35,556 millones de dólares, mientras que las exportaciones apenas sobrepasan los 13,456 millones de dólares. Los socios del T-MEC, en especial Estados Unidos, son el origen de siete de cada diez dólares de las importaciones (ANIPAC, 2023).

La gráfica 7 resume en un diagrama de Sankey el flujo de resinas termoplásticas en México para 2022. El diagrama describe los flujos de materiales de izquierda a derecha. Se observan cuatro nodos iniciales que representan los usos industriales de estas resinas en México (1: usos convencionales; 2: eléctricos y electrónicos; 3: construcción y demolición, y 4: sector automotriz).

A continuación se presentan siete nodos, que representan el consumo aparente de las siete resinas TP de mayor consumo, según su código de identificación universal. Inmediatamente después se presenta el nodo de generación de residuos que en magnitud se asume igual al consumo aparente

de resinas TP desagregadas en los nodos previos. A la derecha del nodo de generación de residuos se puede distinguir el flujo de residuos que se recolectan y no se reciclan, así como un flujo de residuos que son acopiados por distintos actores, enviados a empresas de reciclaje, procesados y finalmente reciclados o exportados. Los componentes de este diagrama se explicarán ampliamente en las secciones que siguen.

Gráfica 7. Flujos de residuos plásticos por tipo de resina y aplicación industrial en México, 2022 (kilotoneladas)



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC, UN Comtrade y USITC DataWeb.

4.2 Aplicaciones y uso del plástico en México

Para analizar los flujos de materiales en el país, en esta sección se señalan las aplicaciones y uso industrial final del plástico de acuerdo con las siguientes cuatro categorías:

1. **Usos convencionales de plástico (UC).** Incluye el uso de resinas en la producción de empaques y embalaje y otros usos convencionales; por ejemplo, insumos para la producción de juguetes, calzado, tapas, etcétera.
2. **Usos en eléctricos y electrónicos (UEE).** Incluye el uso de resinas en la producción de electrodomésticos, aparatos eléctricos y electrónicos, equipo médico, cable y alambre.
3. **Usos en el sector automotriz (USA).** Incluye el uso de resinas en la producción de autopartes.

4. **Usos en la construcción y demolición (UCD).** Incluye el uso de resinas en la producción de tubería, tinacos y cisternas, espumados para la construcción, etcétera.

De acuerdo con datos de la ANIPAC (2023), el uso industrial final de plásticos en México se distribuyó como se observa en el cuadro 9:

Cuadro 9. Aplicaciones y usos del plástico en México en 2022 (kilotoneladas)

Usos finales industriales	Abreviación	Kt	Porcentaje
Usos convencionales	UC	4,534	68
Usos en eléctricos y electrónicos	UEE	903	13
Usos en la construcción y demolición	UCD	690	10
Usos en el sector automotriz	USA	568	8
Total		6,695	100

Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

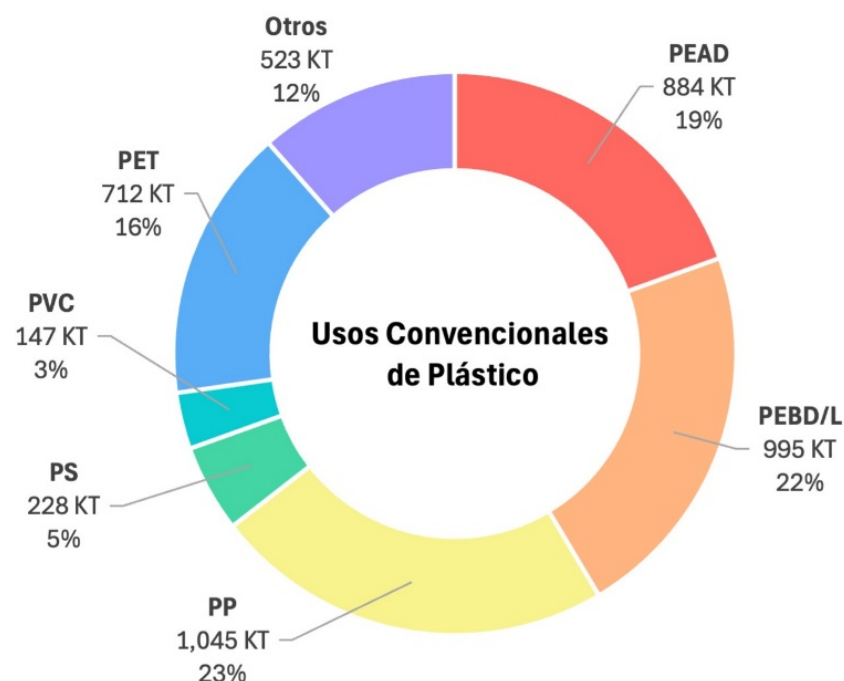
Los empaques y embalajes, las aplicaciones más generalizadas, se agruparon como plásticos convencionales y para su elaboración se utilizaron 4,534 kt (68%) de materiales plásticos. En segundo lugar se encuentra el plástico contenido en productos eléctricos y electrónicos, al que se destinaron 903 kt (13%) de materiales. En productos para la construcción y demolición se utilizaron 690 kt (10%) de materiales plásticos, y en el sector automotriz se utilizaron 568 kt (8%) de resinas termoplásticas. Estos datos corresponden a fabricación de vehículos, no al registro de los residuos generados por vehículos al final de su vida útil, y es que en México el desensamble de estos vehículos no se realiza en un esquema de reciclaje ordenado: el desensamble es más bien una actividad cotidiana sin un enfoque dirigido al reciclaje intensivo.

En el diagrama de Sankey gráfica 7, estos datos aparecen en los cuatro nodos iniciales de los flujos de materiales.

4.2.1 Tipos de resina por aplicación industrial y uso en México

De acuerdo con la clasificación del uso industrial final del plástico, en la gráfica 8 se muestra la composición de resinas en los usos convencionales del material. La resina más utilizada con este fin es el PP con 1,045 kt (23% del total), seguida por el PEBD-L con 995 kt (22% del total), el PEAD con 884 kt (19% del total), PET con 712 kt (16% del total), otros usos con 523 kt (12% del total), PS con 228 kt (5% del total) y PVC con 147 kt (3% del total).

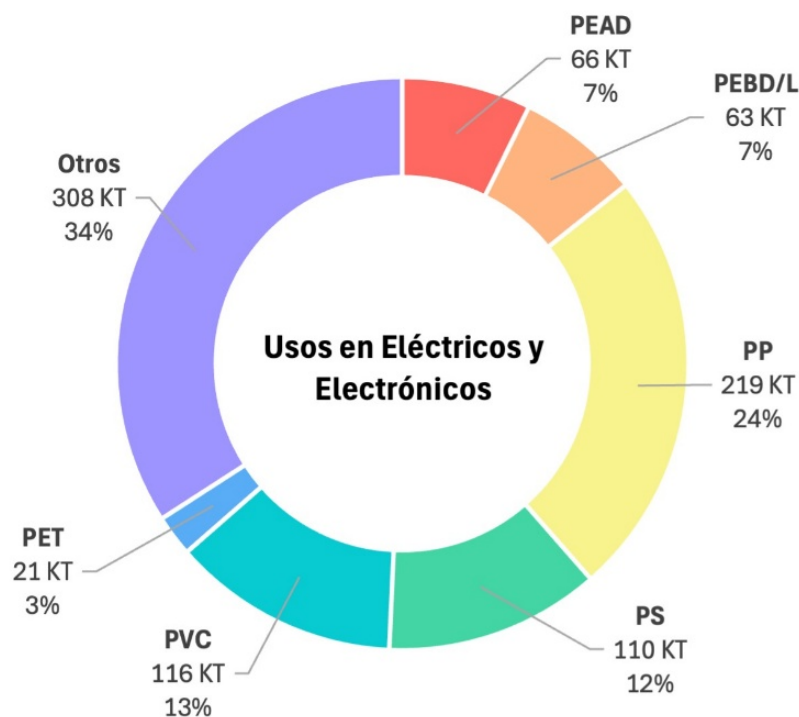
Gráfica 8. Tipos de resina en usos convencionales de plástico, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

En la gráfica 9 se muestra la composición de resinas usadas en aparatos eléctricos y electrónicos. La mayor parte se conforma de otras resinas, con 308 kt (34% del total), principalmente las de ingeniería (por su flexibilidad y gran resistencia a altas temperaturas y a productos químicos), seguidas del PP con 219 kt (24% del total), el PVC con 116 kt (13% del total), el PS con 110 kt (12% del total), el PEAD con 66 kt (7% del total), el PEBD-L con 63 kt (7% del total) y el PET con 21 kt (3% del total).

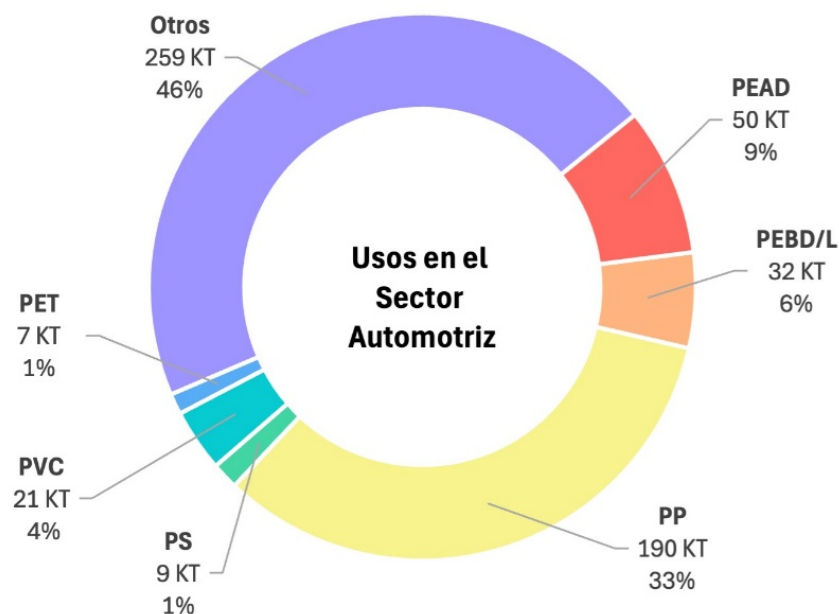
Gráfica 9. Tipos de resinas en usos en eléctricos y electrónicos, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

En la gráfica 10, que muestra la composición de resinas en usos en el sector automotriz, se observa que la mayor parte corresponde a otras resinas con 259 kt (46% del total), principalmente las de ingeniería, seguidas por el PP con 190 kt (33% del total), el PEAD con 50 kt (9% del total), PEBD-L con 32 kt (6% del total), PVC con 21 kt (4% del total), PS con 9 kt (1% del total) y finalmente el PET con 7 kt (1% del total).

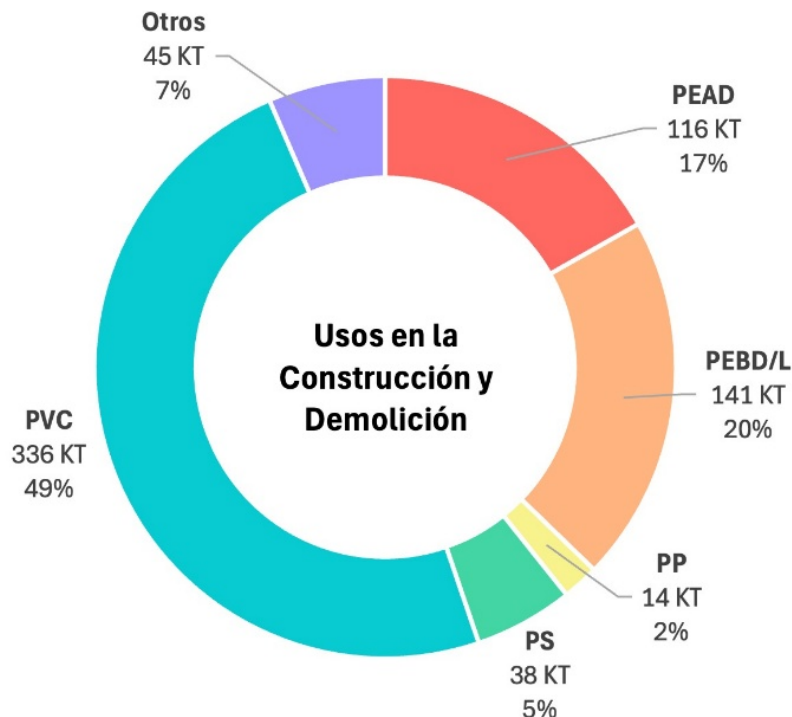
Gráfica 10. Tipos de resina en usos en el sector automotriz, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

En la gráfica 11 se muestra la composición de resinas en usos en la construcción y demolición. La resina más utilizada es el PVC con 336 kt (49% del total), el PEBD-L con 141 kt (20% del total), PEAD con 116 kt (17% del total), otras resinas con 45 kt (7% del total), PS con 38 kt (5% del total) y PP con 14 kt (2% del total).

Gráfica 11. Tipos de resina en usos en la construcción y demolición, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

4.3 Producción nacional de resinas termoplásticas

La producción total de resinas termoplásticas (TP) en México en 2022 fue de 3,508 kt. De éstas, el PET es la resina TP más producida en el país con 978 kt (28% de la producción nacional); en segundo lugar gráfica el PVC con 564 kt (16% de la producción nacional); en tercer lugar, el PEAD con 500 kt (14% de la producción nacional); en cuarto lugar aparece el PP con 468 kt (13% de la producción nacional); en quinto lugar, el PS con 388 kt (11% de la producción nacional); en sexto está el PEBD-L con 313 kt (9% de la producción nacional), y finalmente figuran otras resinas TP, con 297 kt (8% de la producción nacional).

Cuadro 10. Producción de resinas TP en México, 2022 (kilotoneladas)

Producción	Abreviatura	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	978	28
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	500	14
3. Cloruro de polivinilo	PVC	564	16
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	313	9
5. Polipropileno	PP	468	13
6. Poliestireno	PS	388	11
7. Otros	Otros	297	8
Total		3,508	100

Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

4.4 Exportaciones de resinas termoplásticas

De acuerdo con el cuadro 11, en 2022 el producto de exportación más importante fue el PET, con 368 kt exportadas (24% del total). El segundo producto en importancia fue el PVA, con 347 kt (23% del total). En tercer lugar apareció el PS con 314 kt (20% del total). Y siguieron el PEAD con 218 kt (14% del total), el PEBD-L con 137 kt (9% del total), otras resinas TP con 113 kt (7% del total) y, finalmente, el PP con 43 kt (3% del total).

Cuadro 11. Exportaciones de resinas TP en México, 2022 (kilotoneladas)

Exportaciones	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	368	24
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	218	14
3. Cloruro de polivinilo	PVC	347	23
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	137	9
5. Polipropileno	PP	43	3
6. Poliestireno	PS	314	20
7. Otros	Otros	113	7
Total		1,540	100

Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

4.4.1 Importaciones de resinas termoplásticas

En cuanto a las importaciones de resinas TP que aparecen en el cuadro 12, la principal importación fue de PEBD-L con 1,055 kt (22% del total), seguido por el PP con 1,043 kt (22% del total), otras

resinas TP con 952 kt (20% del total), el PEAD con 833 kt (18% del total), PVC con 403 kt (9% del total), PS con 311 kt (7% del total) y, finalmente, el PET con 130 kt (3% del total).

Cuadro 12. Importaciones de resinas TP, 2022 (kilotoneladas)

Importaciones	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	130	3
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	833	18
3. Cloruro de polivinilo	PVC	403	9
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	1,055	22
5. Polipropileno	PP	1,043	22
6. Poliestireno	PS	311	7
7. Otros	Otros	952	20
Total		4,727	100

Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

4.4.2 Consumo aparente

Las cifras anteriores permiten estimar el consumo aparente de los materiales en México, el cual se calcula considerando la suma de la producción nacional más las importaciones menos las exportaciones. El consumo aparente total de resinas TP en México en 2022 fue de 6,695 kt. Se distribuyó, según el tipo de resina, de la siguiente manera: el PP fue la resina TP de mayor consumo aparente con 1,468 kt (22%), seguida por el PEBD-L con 1,231 kt (18%), el de otras resinas fue de 1,135 kt (17%), el PEAD con 1,116 kt (17%), el PET con 740 kt (11%), el PVC con 620 kt (9%) y, por último, el PS con 385 kt (6 por ciento).

En el diagrama de Sankey, estos valores se presentan desagregados en los nodos correspondientes a cada tipo de resina TP y a continuación se agregan en el nodo central de generación de residuos.

Cuadro 13. Consumo aparente de TP en México, 2022 (kilotoneladas)

Tipo de resina	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	740	11
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	1,116	17
3. Cloruro de polivinilo	PVC	620	9
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	1,231	18
5. Polipropileno	PP	1,468	22
6. Poliestireno	PS	385	6
7. Otros	Otros	1,135	17
Total		6,695	100

Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

4.4.3 Estimación de la cantidad de residuos plásticos por año y per cápita en México para 2022-2023

En este estudio, el cálculo consideró que el consumo aparente de resinas TP en México en 2022 igualó la generación de residuos plásticos. Con base en las cifras del Censo de Población y Vivienda 2020 se estimó que la población en el país totalizó 126,014,024 personas (INEGI, 2020). Por lo tanto, con datos de consumo aparente, la generación de residuos estimada durante 2022 fue de 6,695 kt o 53 kilogramos por habitante al año.

Los valores que se obtuvieron de este estudio se compararon con datos del Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica (2023) con el objeto de conocer la consistencia de la información. En el Inventario se estimó un intervalo de residuos plásticos per cápita de 43 a 59 kilogramos anuales. En promedio se estima una generación de residuos plásticos de 51 kilogramos por habitante al año. Siguiendo este método, la población en México en 2020 se multiplica por la cantidad de residuos per cápita promedio y se obtiene que la generación total de residuos al año es de 6,427 kt. La diferencia entre ambos métodos es de dos kilogramos anuales por habitante, o 268 kt en total al año. La diferencia es de alrededor de 4 por ciento.

De igual forma, los valores de este estudio se compararon con los obtenidos del Atlas Nacional de Residuos Sólidos elaborado por el INECC, donde se reporta que la disposición de residuos plásticos es de 18,286 toneladas al día (6,674 kt /año), como se muestra en el cuadro 14.

Este valor considera el PET, hule, plástico rígido y de película, poliestireno expandido, poliuretano y pañales desechables, residuos cuya composición incluye plásticos. El hule, un polímero de origen natural, no es reportado en este estudio por no ser un polímero sintético fabricado por personas.

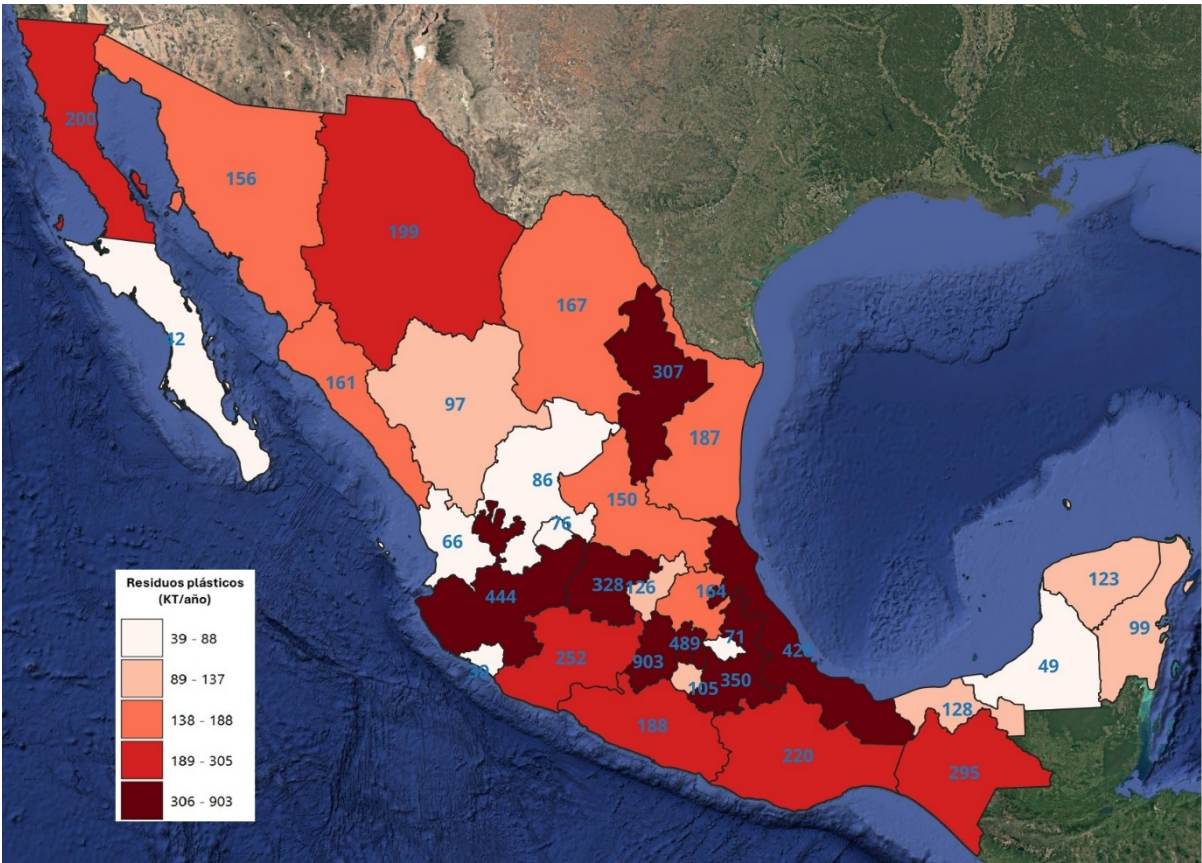
Cuadro 14. Comparativo de valores de generación reportados en este estudio vs. Inventario Nacional de Fuentes Contaminación Plástica para 2022-2023

Parámetros	Total	Unidad
Población ¹	126,014,024	Personas
Intervalo de residuos per cápita ²	43-59	Kg/hab/año
Residuos per cápita promedio del Inventario Nacional ²	51	Kg/hab/año
Total de residuos al año con método del Inventario ²	6,427	Kt
Total de residuos al año con datos de consumo aparente ³	6,695	Kt
Residuos per cápita promedio de este estudio ³	53.1	Kg/hab/año
Total de residuos al año con datos del Atlas ⁴	6,674	Kt
Residuos per cápita promedio del Atlas ⁴	52.9	Kg/hab/año

Fuentes: 1: INEGI (2020). 2: Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica (2023). 3: ANIPAC (2023). 4: Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos (2022).

La distribución estatal de los residuos plásticos generados se muestra en la gráfica 12, donde los valores son mapeados a partir de la aplicación del valor de 53 kilogramos por habitante al año y la población de cada entidad, dando como resultado una distribución donde el Estado de México, la Ciudad de México, Jalisco, Veracruz, Puebla, Guanajuato, Nuevo León, Chiapas y Michoacán son las entidades que generan la mayor cantidad de residuos plásticos (considérese que este índice no incluye las actividades socioeconómicas).

Gráfica 12. Generación per cápita de residuos posconsumo de plástico por entidad federativa



Fuente: Elaboración propia.

Las entidades donde se concentra la población coinciden también con una alta actividad económica, a excepción de Quintana Roo y Baja California Sur cuyas gran actividad turística y población flotante determinan una alta generación de residuos plásticos sin una actividad industrial destinada al reciclaje.

Los valores de generación de plástico reportados por el Atlas Nacional de Residuos Sólidos del INECC en 2022 incluyen PET, hule, plástico rígido y de película, poliestireno expandido, poliuretano y pañales desechables. El hule, un polímero de origen natural, no se incluyó en este estudio.

Cuadro 15. Generación estatal de residuos plásticos reportados en el Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos, 2022 (toneladas diarias)

Entidad	Población	Generación de RSU t/d	Índice de generación de RSU	Plástico generado t/d (1)
Aguascalientes	1,425,607	1,330	0.933	359
Baja California	3,769,020	3,535	0.938	VNR
Baja California Sur	798,447	737	0.923	169

Entidad	Población	Generación de RSU t/d	Índice de generación de RSU	Plástico generado t/d (1)
Campeche	928,363	1,330	1.433	97
Chiapas	5,543,828	4,964	0.895	730
Chihuahua	3,741,869	3,638	0.972	1,008
Ciudad de México	9,209,944	13,149	1.428	29
Coahuila	3,146,771	3,032	0.964	828
Colima	731,391	743	1.016	119
Durango	1,832,650	1,767	0.964	447
Estado de México	16,992,418	16,739	0.985	2,856
Guanajuato	6,166,934	6,031	0.978	435
Guerrero	3,540,685	3,421	0.966	986
Hidalgo	3,082,841	2,649	0.859	395
Jalisco	8,348,151	7,961	0.954	1,242
Michoacán	4,748,846	4,459	0.939	1,021
Morelos	1,971,520	1,878	0.953	391
Nayarit	1,235,456	1,146	0.928	232
Nuevo León	5,784,442	5,310	0.918	VNR
Oaxaca	4,132,148	3,538	0.856	801
Puebla	6,583,278	5,991	0.910	575
Querétaro	2,368,467	2,085	0.880	352
Quintana Roo	1,857,985	1,546	0.832	90
San Luis Potosí	2,822,255	2,640	0.935	766
Sinaloa	3,026,943	3,068	1.014	VNR
Sonora	2,944,840	2,916	0.990	624
Tabasco	2,402,598	2,471	1.028	566
Tamaulipas	3,527,735	3,591	1.018	535
Tlaxcala	1,342,977	1,123	0.836	93
Veracruz	8,062,579	7,813	0.969	1,733
Yucatán	2,320,898	2,016	0.869	550
Zacatecas	1,622,138	1,505	0.928	256
Total	126,014,024			18,286

Fuente: elaboración propia con datos del Atlas Nacional de Residuos Sólidos, INECC (2022).

Notas: 1: El valor corresponde a la suma de PET, hule, plásticos rígidos y películas, poliestireno expandido, poliuretano y pañales. VNR son las siglas de valor no reportado.

4.5 Infraestructura de la cadena de valor de los residuos de plástico

La descripción de la infraestructura destinada a los residuos de plástico posconsumo y posindustriales se organizó con base en las etapas de la cadena de valor: materia prima y

transformación, recuperación y reciclaje. Esta última etapa, la más importante para el mercado secundario, es donde los servicios individuales o colectivos recuperan los residuos desde la fuente de generación, principalmente de los grandes generadores (industria, comercio o servicios) y donde el material recuperado entre particulares se compra y vende hasta llegar a los centros de acopio de las grandes marcas y de la industria de reciclaje. Todos estos generadores tienen compromisos adquiridos con el gobierno y la sociedad de incrementar la recuperación y el reciclaje de sus residuos posconsumo, como hace la Ecoce (Ecología y Compromiso Empresarial, A.C.) en nombre de los industriales refresqueros y de aguas carbonatadas.

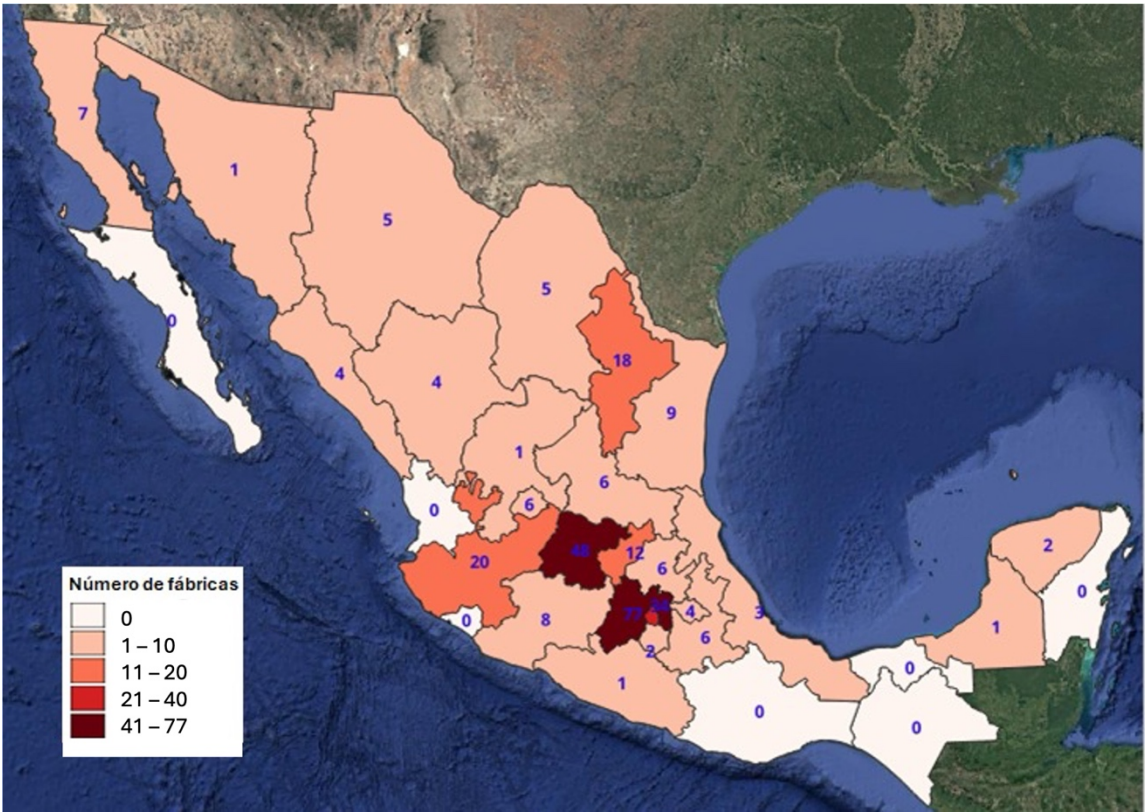
La infraestructura guarda una relación directa con los actores de la cadena de valor del plástico y sus instalaciones, de tal forma que este apartado se organiza en los siguientes grupos:

- Infraestructura de materias primas, que incluye la producción de resinas virgen y reciclada.
- Infraestructura para la transformación y producción de plásticos.
- Infraestructura para el manejo de residuos plásticos, que incluye la infraestructura tanto pública como privada, con especial atención a los centros de acopio de plástico.

4.5.1 Infraestructura de materias primas

Las instalaciones que producen materias primas vírgenes se identificaron gracias a información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2024), que registra las unidades económicas dedicadas a la fabricación de resinas sintéticas termoestables y termoplásticas en México. En la actualidad se tiene registro de 290 instalaciones en 25 entidades federativas, donde el Estado de México, Guanajuato y la Ciudad de México reportaron más de 30 instalaciones, mientras que en los estados de sur y sureste del país no aparece esta actividad económica (véase la gráfica 13).

Gráfica 13. Número de instalaciones que fabrican resinas vírgenes para plásticos por entidad federativa



Fuente: Elaboración propia con información del DENUE (2024).

La infraestructura de producción y reciclaje de resinas vírgenes para plásticos se localiza en 113 municipios, que registran 290 fábricas. Los municipios con mayor cantidad de establecimientos son León y San Francisco del Rincón, en Guanajuato, y Ecatepec, en el Estado de México (véase el cuadro 16)

Cuadro 16. Municipios con más de dos instalaciones para la fabricación de resinas vírgenes

Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fábricas
1	Guanajuato	León	1,721,215	20
2	Guanajuato	San Francisco del Rincón	130,871	15
3	Estado de México	Ecatepec	1,645,352	15
4	Ciudad de México	Benito Juárez	434,153	9
5	Estado de México	Toluca	910,608	9
6	Tamaulipas	Altamira	269,790	8
7	Ciudad de México	Iztapalapa	1,835,486	7

Estudio marco sobre el manejo de residuos de plásticos posconsumo y mercados secundarios en México

Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fábricas
8	Estado de México	Cuautitlán Izcalli	555,163	7
9	Jalisco	Guadalajara	1,385,629	6
10	San Luis Potosí	San Luis Potosí	911,908	6
11	Jalisco	Zapopan	1,476,491	5
12	Estado de México	Tlalnepantla	672,202	5
13	Querétaro	El Marqués	231,668	5
14	Baja California	Tijuana	1,922,523	4
15	Ciudad de México	Cuauhtémoc	545,884	4
16	Ciudad de México	Azcapotzalco	432,205	4
17	Guanajuato	Silao	203,556	4
18	Guanajuato	Purísima del Rincón	83,842	4
19	Jalisco	Tonalá	569,913	4
20	Estado de México	Atizapán	523,674	4
21	Michoacán	Morelia	849,053	4
22	Nuevo León	Monterrey	1,142,994	4
23	Nuevo León	Apodaca	656,464	4
24	Puebla	Puebla	1,692,181	4
25	Aguascalientes	Aguascalientes	948,990	3
26	Coahuila	Torreón	720,848	3
27	Chihuahua	Juárez	1,512,450	3
28	Ciudad de México	Iztacalco	404,695	3
29	Ciudad de México	Miguel Hidalgo	414,470	3
30	Durango	Durango	688,697	3
31	Jalisco	Tlajomulco	727,750	3
32	Estado de México	Ocoyoacac	72,103	3
33	Estado de México	Tultitlán	516,341	3
34	Estado de México	Tepetzotlán	103,696	3
35	Nuevo León	Santa Catarina	306,322	3
36	Querétaro	San Juan del Río	297,804	3
37	Querétaro	Querétaro	1,049,777	3
38	Sinaloa	Culiacán	1,003,530	3
39	Aguascalientes	Jesús María	129,929	2

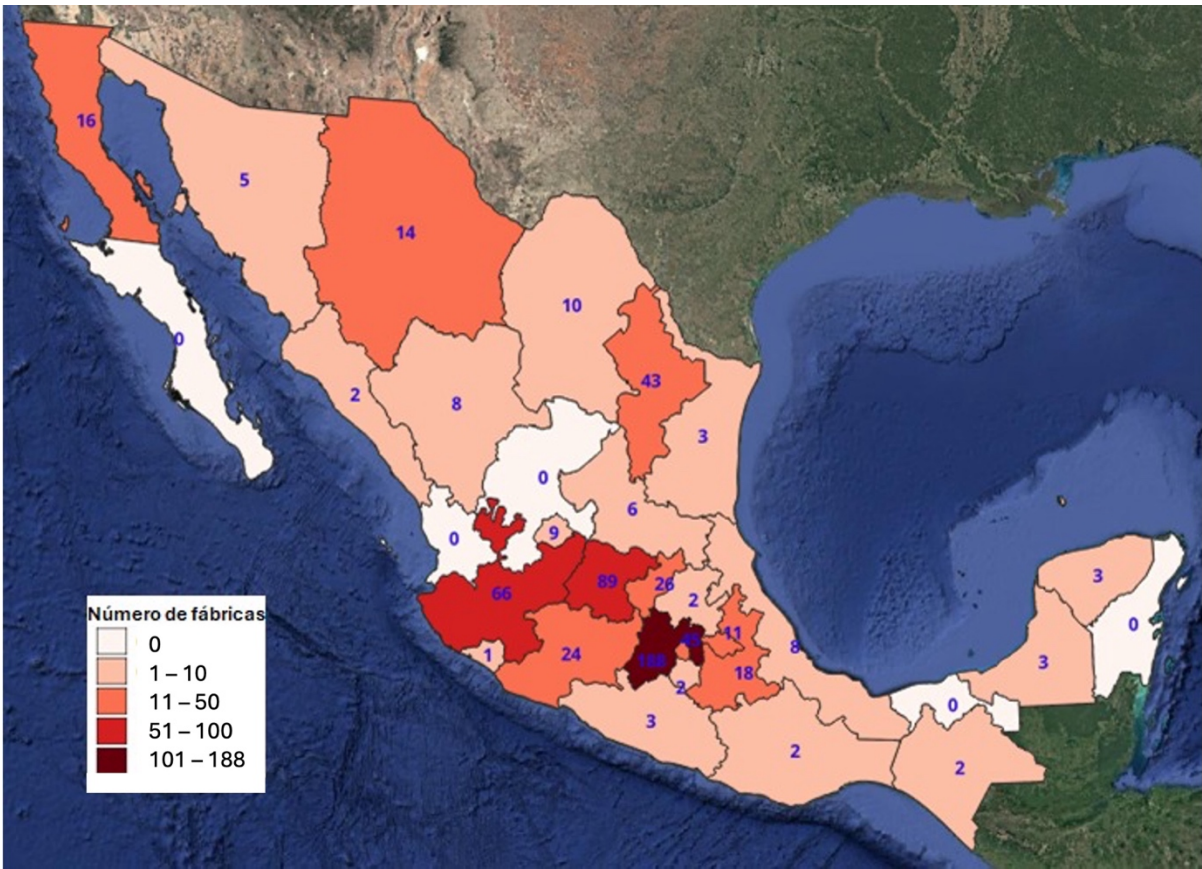
Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fábricas
40	Baja California	Ensenada	443,807	2
41	Ciudad de México	Gustavo A. Madero	1,173,351	2
42	Guanajuato	San José Iturbide	89,558	2
43	Hidalgo	Tizayuca	168,302	2
44	Estado de México	Cuautitlán	178,847	2
45	Estado de México	Nezahualcóyotl	1,077,208	2
46	Estado de México	Ixtapaluca	542,211	2
47	Estado de México	Tecámac	547,503	2
48	Michoacán	Zacapu	76,829	2
49	Puebla	Cuautlancingo	137,435	2
50	Tlaxcala	Xicohtzinco	14,197	2

Fuente: Elaboración propia, con información del DENU (2024).

La información de las instalaciones que usan resinas recicladas para fabricar productos plásticos procede del DENU (2024). En México hay 609 instalaciones en 27 estados, números que indican la dinámica del reciclaje del plástico a lo largo del país. La mayoría de estas fábricas son pequeñas, con alrededor de cinco empleados.

Los estados con más de 40 instalaciones de producción de resinas recicladas son el Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Ciudad de México y Nuevo León. En la gráfica 14 se observa que en el centro del país ocurre la mayor actividad de producción de resinas recicladas.

Gráfica 14. Número de instalaciones que fabrican resinas recicladas para plásticos por entidad federativa



Fuente: Elaboración propia con información del DENUE (2024).

El DENUE de 2024 revela 609 fábricas productoras de resina reciclada, localizadas en 166 municipios, con León, Guanajuato; Ecatepec y Toluca, Estado de México, e Iztapalapa, Ciudad de México, como los que presentan el mayor número de estas instalaciones en su territorio (véase el cuadro 17).

Cuadro 17. Municipios con más de cuatro fábricas de resina reciclada para plásticos

Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fábricas
1	Guanajuato	León	1,721,215	57
2	Estado de México	Ecatepec	1,645,352	35
3	Ciudad de México	Iztapalapa	1,835,486	23
4	Estado de México	Toluca	910,608	19
5	Jalisco	Guadalajara	1,385,629	15
6	Jalisco	San Pedro Tlaquepaque	687,127	14

Estudio marco sobre el manejo de residuos de plásticos posconsumo y mercados secundarios en México

Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fábricas
7	Estado de México	Acolman	171,507	14
8	Nuevo León	Monterrey	1,142,994	13
9	Querétaro	El Marqués	231,668	12
10	Jalisco	Tonalá	569,913	11
11	Estado de México	Nezahualcóyotl	1,077,208	11
12	Estado de México	Cuautitlán Izcalli	555,163	11
13	Baja California	Tijuana	1,922,523	10
14	Jalisco	El Salto	232,852	10
15	Estado de México	Tultitlán	516,341	10
16	Nuevo León	Apodaca	656,464	10
17	Chihuahua	Juárez	1,512,450	9
18	Estado de México	Atizapán	523,674	9
19	Ciudad de México	Tláhuac	392,313	8
20	Guanajuato	San Francisco del Rincón	130,871	8
21	Querétaro	Querétaro	1,049,777	8
22	Guanajuato	Apaseo el Grande	117,883	7
23	Estado de México	Zumpango	280,455	7
24	Estado de México	Tecámac	547,503	7
25	Michoacán	Morelia	849,053	7
26	Durango	Gómez Palacio	372,750	6
27	Estado de México	Chalco	400,057	6
28	Estado de México	La Paz	304,088	6
29	Nuevo León	General Escobedo	481,213	6
30	San Luis Potosí	San Luis Potosí	911,908	6
31	Baja California	Tecate	108,440	5
32	Chihuahua	Chihuahua	937,674	5
33	Michoacán	Zacapu	76,829	5
34	Puebla	Puebla	1,692,181	5

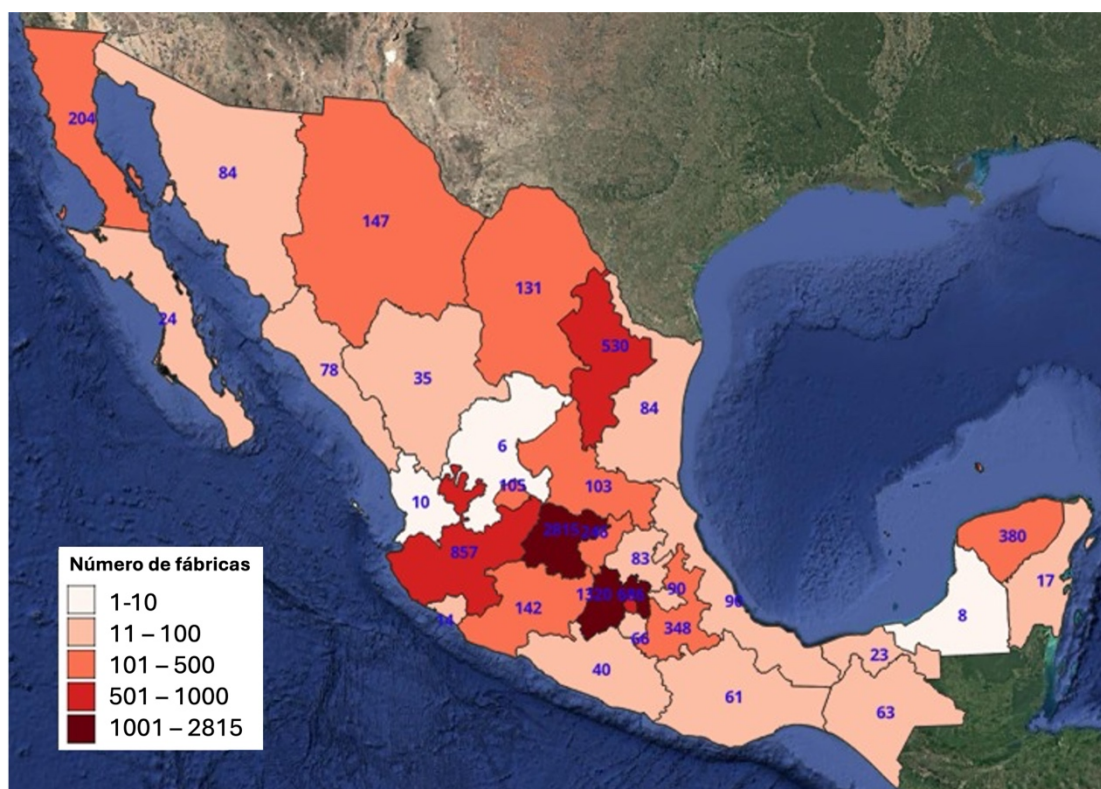
Fuente: Elaboración propia, con información del DENUE (2024).

4.5.2 Infraestructura para la transformación y producción de plásticos

La industria de productos de plástico en México es muy diversa por cuanto a cantidad y diversidad de manufacturas. En particular destacan las numerosas empresas que transforman resinas tanto vírgenes como recicladas en una amplia gama de artículos plásticos de uso cotidiano.

Con información del DENUE (2024) se identificaron y ubicaron las instalaciones que transforman las resinas de plástico virgen y reciclado en México. En específico se reportaron 8,890 instalaciones a lo largo del país, donde los estados con más de 500 instalaciones en su territorio son Guanajuato, Estado de México, Jalisco, Ciudad de México y Nuevo León (véase la gráfica 15).

Gráfica 15. Número de instalaciones que fabrican productos de plástico por entidad federativa

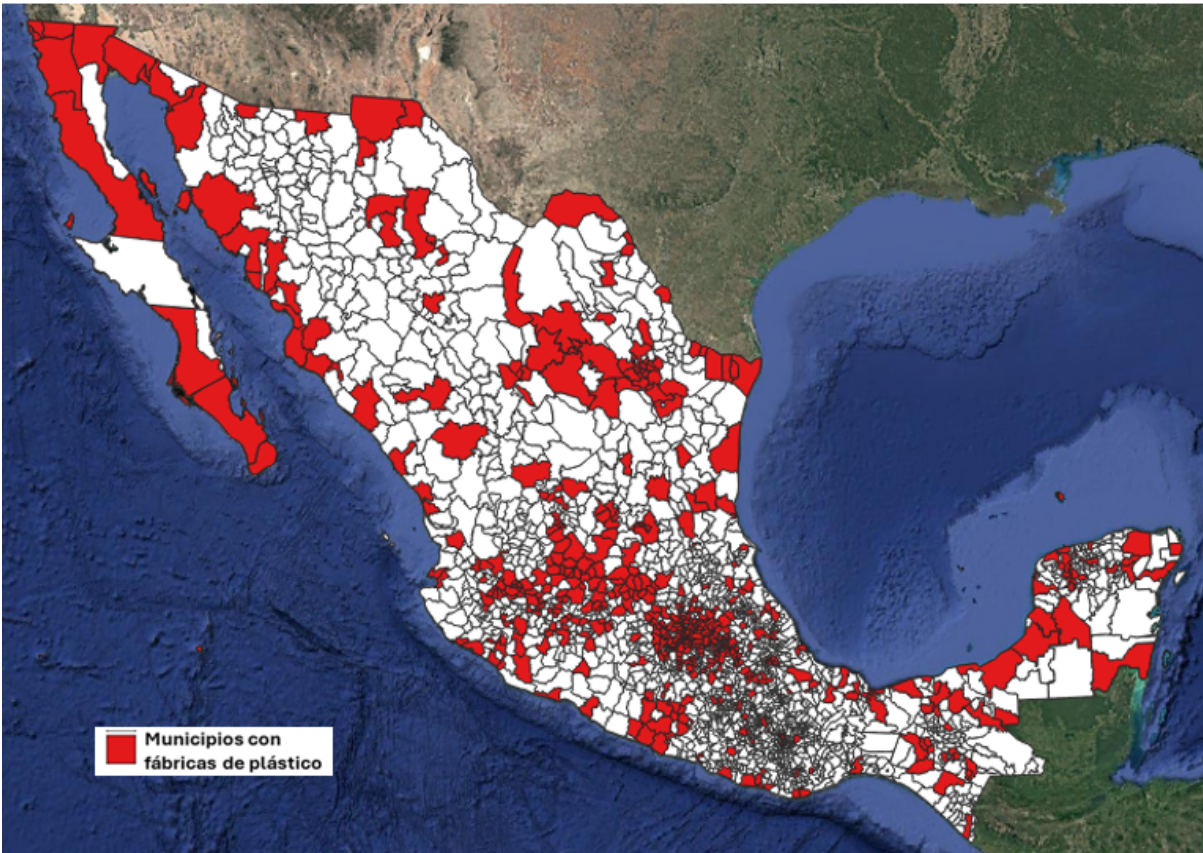


Fuente: Elaboración propia con información del DENUE (2024).

Se puede observar también que la producción de productos de plástico se concentra en los estados del centro y noreste del país. Los centros de distribución tienen una función clave para que los productos lleguen a todos los estados.

Las fábricas de productos plásticos se localizan en 587 municipios de todos los estados del país (véase la gráfica 16).

Gráfica 16. Distribución de las fábricas de productos plásticos por municipio



Fuente: Elaboración propia, con información del DENUE (2024).

Los municipios con más fábricas son León, San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón, Guanajuato; Guadalajara, Jalisco, y Toluca, Estado de México (véase el cuadro 18), y muchas de las fábricas del estado de Guanajuato se dedican a la producción de calzado de plástico.

Cuadro 18. Municipios con más de 100 fábricas de productos de plástico en su territorio

Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fabricas
1	Guanajuato	León	1,721,215	1,241
2	Guanajuato	San Francisco del Rincón	130,871	855
3	Guanajuato	Purísima del Rincón	83,842	591
4	Jalisco	Guadalajara	1,385,629	378
5	Estado de México	Toluca	910,608	278
6	Yucatán	Ticul	40,495	241
7	Ciudad de México	Iztapalapa	1,835,486	223
8	Jalisco	Zapopan	1,476,491	173

Núm.	Estado	Municipio	Población	Núm. de fabricas
9	Estado de México	Ecatepec	1,645,352	168
10	Nuevo León	Monterrey	1,142,994	149
11	Baja California	Tijuana	1,922,523	129
12	Querétaro	Querétaro	1,049,777	114
13	Nuevo León	Apodaca	656,464	101

Fuente: Elaboración propia, con información del DENUE (2024).

Con acuerdo a los datos anteriores, la necesidad de materiales plásticos se presenta en todos los estados del país, principalmente en las regiones centro, noreste y sureste del territorio, por lo cual la infraestructura de recuperación de plástico observa una correlación geográfica estrecha con esa industria.

La recuperación de los residuos de plástico posconsumo es mejor y más eficiente cuando ocurre cerca de la fuente de generación, complementada con una buena logística de transporte que posibilite el flujo de residuos a lo largo del territorio nacional. Todas las grandes empresas del sector de bebidas y aguas carbonatadas, así como las del sector de empaque para alimentos, tienen en el país una red de acopiadores que les suministran material, y el factor determinante para comprar o no los residuos, sin importar el punto de origen, es el precio.

4.5.3 Infraestructura pública y privada para el manejo de los residuos de plástico

En México, la gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) corresponde al ámbito municipal, y el de los residuos de manejo especial (RME) concierne al estatal; sin embargo, de la recolección y el manejo de ambos se ocupan principalmente los servicios municipales o los privados. Por tanto, el reciclaje del plástico se fomenta mediante la generación de infraestructura intermunicipal pública o privada y políticas económicas y sociales de aprovechamiento de los residuos desde el municipio, apoyadas en la normatividad federal y estatal y con total involucramiento del sector privado para la creación de infraestructura de reciclaje. A la población le corresponde el cumplimiento de la legislación y el uso de la infraestructura disponible, tanto pública como privada.

Esta infraestructura para el manejo integral de los residuos, y en particular para su valorización, es distinta en cada uno de los estados del país. Conocer el número de instalaciones y la población a la que atienden son indicadores que permiten saber cómo es la operación e infraestructura de la entidad, pero no ayuda a determinar la calidad de los servicios, la eficiencia en la recolección de los residuos, ni el impacto de esta infraestructura y los servicios en el ambiente, en la calidad del aire, el suelo, el subsuelo y el agua, como tampoco la presencia o no de residuos en el medio ambiente.

La infraestructura pública disponible, a pesar de ser instalaciones diseñadas para la valorización residual, sólo opera para la transferencia de residuos. En muchos de casos, las plantas de selección poseen equipos en malas condiciones, de manera que la eficiencia en la selección de residuos es menor a 10%, todo relacionado con las tecnologías, las condiciones de operación y el impacto de la preselección de residuos en los vehículos recolectores y la cadena de centros de acopio.

De manera generalizada, México no cuenta con sistemas de recolección diferenciada en la vía pública que le permitan recuperar el plástico en la fuente. Las estrategias, metas y acciones de las empresas para recuperar residuos posconsumo y posindustrial de plástico se definen por la participación del sector privado y sus planes de manejo.

Los esquemas de recuperación de plástico por actores públicos, privados, formales e informales, que reintegran el material a la cadena de valor, gestionan sólo residuos con valor económico para la industria, tal es el caso de las botellas de PET, PP, PS, PEAD, PEBD, si bien la operación se amplía a otras aplicaciones, como empaques, charolas, domos y bisagras, fabricadas en estos materiales del sector alimentario y donde es una práctica común que los residuos se utilicen en la fabricación de nuevos productos. En este proceso, cabe aclarar, se observa por lo general un rechazo al uso de plásticos provenientes de otras aplicaciones, por contener productos químicos que incluyen antiestáticos o retardantes de flama.

Es por lo anterior por lo que los centros de acopio, la infraestructura privada más importante a considerar en la recuperación de los residuos plásticos, son el punto focal donde se concentran los productos de los recuperadores de base de todo tipo, así como de la población y, en algunos casos, también de los grandes generadores. Son los que venden o suministran los residuos posconsumo a las industrias productora y de reciclaje.

Todas las instalaciones forman parte de la oferta que gobierno y sector privado ofrecen a la población para la recuperación de residuos posconsumo que habrán de reciclarse y reintegrarse a la cadena de valor. En este terreno, los valores de recuperación más altos corresponden al sector privado, que posee la tecnología y las instalaciones necesarias para el reciclaje de los residuos posconsumo y posindustriales, y la recuperación de envases, empaques y embalajes y, en cantidades mínimas, productos como cubiertos, popotes, platos, bolsas y otros productos ahora identificados como plásticos de un solo uso. Éstos, cabe decir, representan el mayor interés de los recuperadores de base por el menor esfuerzo en su recuperación, es decir, la cantidad de unidades por kilogramo y el valor de transacción por kilogramo recuperado.

La infraestructura en México para el manejo de los residuos plásticos se muestra en los cuadros 19 y 20.

Cuadro 19. Infraestructura pública y privada que interactúa en la gestión de residuos por entidad federativa

Estado	Población	Centros de acopio de residuos plásticos (1)	Vehículos de recolección (2)	Estaciones de transferencia (2)
Aguascalientes	1,425,607	45	186	5
Baja California	3,769,020	27	529	6
Baja California Sur	798,447	6	186	0
Campeche	928,363	10	55	0
Coahuila	3,146,771	47	303	9
Colima	731,391	7	84	1
Chiapas	5,543,828	65	430	5
Chihuahua	3,741,869	34	457	3
Ciudad de México	9,209,944	297	2,740	12
Durango	1,832,650	36	182	1
Estado de México	16,992,418	887	2,257	19
Guanajuato	6,166,934	230	557	0
Guerrero	3,540,685	45	361	0
Hidalgo	3,082,841	59	361	7
Jalisco	8,348,151	193	1,287	11
Michoacán	4,748,846	120	867	2
Morelos	1,971,520	71	262	5
Nayarit	1,235,456	16	131	0
Nuevo León	5,784,442	139	456	5
Oaxaca	4,132,148	82	1,038	12
Puebla	6,583,278	239	560	2
Querétaro	2,368,467	48	237	2
Quintana Roo	1,857,985	7	199	2
San Luis Potosí	2,822,255	37	806	3
Sinaloa	3,026,943	16	291	0
Sonora	2,944,840	38	346	2
Tabasco	2,402,598	13	324	1
Tamaulipas	3,527,735	17	448	6
Tlaxcala	1,342,977	59	176	0
Veracruz	8,062,579	124	917	9
Yucatán	2,320,898	64	314	1
Zacatecas	1,622,138	18	246	1

Fuente: Elaboración propia con información de: (1) Censo Nacional de Gobiernos Municipales (2023); (2) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2024), y (3) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2022).

Cuadro 20 Infraestructura pública y privada que interactúa en la gestión de residuos por entidad federativa (continuación)

Estado	Plantas de tratamiento (1)	Sitios de disposición final (2)	Rellenos sanitarios (3)
Aguascalientes	0	2	1
Baja California	0	20	2
Baja California Sur	0	32	0
Campeche	0	12	2
Coahuila	0	41	6
Colima	0	3	1
Chiapas	2	125	0
Chihuahua	1	164	2
Ciudad de México	2	0	0
Durango	0	61	1
Estado de México	4	63	13
Guanajuato	1	43	5
Guerrero	0	133	1
Hidalgo	3	52	4
Jalisco	13	123	12
Michoacán	4	112	4
Morelos	0	15	2
Nayarit	1	29	1
Nuevo León	2	42	3
Oaxaca	2	432	0
Puebla	2	95	10
Querétaro	1	12	5
Quintana Roo	1	28	3
San Luis Potosí	0	59	2
Sinaloa	0	48	1
Sonora	0	116	2
Tabasco	2	17	1
Tamaulipas	1	41	3
Tlaxcala	1	4	1
Veracruz	4	108	3
Yucatán	1	126	1

Zacatecas	0	92	1
-----------	---	----	---

Fuente: Elaboración propia con información de: (1) Censo Nacional de Gobiernos Municipales (2023); (2) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2024), y (3) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2022).

Con la información de los cuadros anteriores se elaboró el cuadro 21, que presenta el número de instalaciones por cada 100,000 habitantes en cada entidad federativa, además del porcentaje de cobertura de los servicios públicos y una columna con el porcentaje de los sitios de disposición final que son rellenos sanitarios. El objetivo fue poder comparar la infraestructura de las distintas entidades federativas con acuerdo a su población.

Los valores en la última columna son importantes porque permiten dar contexto a los valores reportados por las diversas fuentes de información, de manera que el lector puede identificar cuántos de los sitios donde se disponen residuos son rellenos sanitarios y, por tanto, sitios cuyo adecuado control de residuos, acorde con la NOM-083-Semarnat-2003, reduce el impacto ambiental.

Cuadro 21 Cobertura de recolección e instalaciones para el manejo de los residuos sólidos por cada 100,000 habitantes y porcentaje de rellenos sanitarios en los estados

Estado	Cobertura de recolección (%) (1)		Centros de acopio de plástico (2)		Vehículos de recolección (1)	Estaciones de transferencia (1)	Plantas de tratamiento (1)	Sitios de disposición final (1)	SDF que son rellenos sanitarios (%) (3)
Aguascalientes	71		3.21		13.29	0.36	0.00	0.14	50
Baja California	84		0.71		13.92	0.16	0.00	0.53	10
Baja California Sur	100		0.75		23.25	0.00	0.00	4.00	0
Campeche	89		1.11		6.11	0.00	0.00	1.33	17
Coahuila	75		1.52		9.77	0.29	0.00	1.32	15
Colima	100		1.00		12.00	0.14	0.00	0.43	33
Chiapas	58		1.18		7.82	0.09	0.04	2.27	0
Chihuahua	96		0.92		12.35	0.08	0.03	4.43	1
Ciudad de México	100		3.23		29.78	0.13	0.02	0.00	
Durango	75		2.00		10.11	0.06	0.00	3.39	2
Estado de México	74	5.22	13.28	0.11	0.02	0.37	21		
Guanajuato	69		3.71		8.98	0.00	0.02	0.69	12
Guerrero	78		1.29		10.31	0.00	0.00	3.80	1

Estado	Cobertura de recolección (%) (1)	Centros de acopio de plástico (2)	Vehículos de recolección (1)	Estaciones de transferencia (1)	Plantas de tratamiento (1)	Sitios de disposición final (1)	SDF que son rellenos sanitarios (%) (3)
Hidalgo	79	1.90	11.65	0.23	0.10	1.68	8
Jalisco	94	2.33	15.51	0.13	0.16	1.48	10
Michoacán	100	2.55	18.45	0.04	0.09	2.38	4
Morelos	78	3.55	13.10	0.25	0.00	0.75	13
Nayarit	100	1.33	10.92	0.00	0.08	2.42	3
Nuevo León	86	2.40	7.86	0.09	0.03	0.72	7
Oaxaca	56	2.00	25.32	0.29	0.05	10.54	0
Puebla	70	3.62	8.48	0.03	0.03	1.44	11
Querétaro	90	2.00	9.88	0.08	0.04	0.50	42
Quintana Roo	100	0.37	10.47	0.11	0.05	1.47	11
San Luis Potosí	71	1.32	28.79	0.11	0.00	2.11	3
Sinaloa	100	0.53	9.70	0.00	0.00	1.60	2
Sonora	85	1.31	11.93	0.07	0.00	4.00	2
Tabasco	81	0.54	13.50	0.04	0.08	0.71	6
Tamaulipas	85	0.49	12.80	0.00	0.03	1.17	7
Tlaxcala	94	4.54	13.54	0.00	0.08	0.31	25
Veracruz	78	1.53	11.32	0.11	0.05	1.33	3
Yucatán	74	2.78	13.65	0.04	0.04	5.48	1
Zacatecas	71	1.13	15.38	0.06	0.00	5.75	1

Fuente: Elaboración propia con información de: (1) Censo Nacional de Gobiernos Municipales (2023); (2) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2024), y (3) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2022).

Nota: En color verde se señalan las entidades con los valores más altos de cada parámetro, y en rojo los de valores más bajos.

Es claro que a mayor población se requiere mayor infraestructura para el manejo y la valorización de los residuos. Sin embargo, contar con un gran número de instalaciones o unidades de recolección (o una menor cantidad de éstas) no necesariamente se traduce en un buen o mal manejo de los residuos generados por la población. Ejemplo de esto es la Ciudad de México, que no cuenta con un RS, SC o SNC; sin embargo, en su Inventario de Residuos Sólidos de 2023 se indica que de la disposición de las más de 12,000 toneladas diarias se ocupa un RS que cumple con la regulación que se aplica en otras entidades federativas.

Por otro lado, hay entidades que reportan una gran cantidad de SDF, de lo que podría esperarse un manejo adecuado. Es el caso de Oaxaca, y sin embargo esta entidad no tiene rellenos sanitarios, y sus 380 instalaciones, SNC y SC en su mayor parte, ofrecen una limitada protección al medio ambiente, pues presenta afectaciones al aire, suelo y agua, así como al entorno.

Hay ocho entidades en el país que cuentan con más de 100 instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos, a saber: Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Sonora, Veracruz, Yucatán y Oaxaca (INECC, 2022).

La recuperación de residuos plásticos se lleva a cabo habitualmente en los sitios clasificados como SC y SNC. Esta actividad se realiza en condiciones precarias y el material recuperado está por lo general contaminado con otros residuos, además de que en algunos casos presenta alta intemperización.

En general, los materiales plásticos recuperados para su reciclaje se venden a acopiadores de mayor tamaño ubicados en las cercanías del sitio de extracción. Esto se realiza mediante una transacción directa y termina en instalaciones de la misma industria de transformación y producción de plástico o bien en la industria del reciclaje.

El reciclaje en México, del que se ocupa principalmente el sector privado, se realiza de manera material o térmica, como ocurre en la industria cementera. Es importante señalar que el país no cuenta con una sola instalación de incineración o tratamiento térmico destinada a la obtención de energía eléctrica a partir de residuos sólidos urbanos o de manejo especial.

La recuperación del plástico se realiza de distintas maneras:

- En fuente, a través de contenedores específicos instalados en vía pública.
- Por recolección y separación, por los prestadores de servicios de recolección privados y públicos.
- Recuperadores de base, que obtienen el material en la fuente de generación: domiciliaria, del comercio y los servicios y de SDF.
- Plantas de selección de RSU y RME.
- Por la población, que entrega sus residuos a centros de acopio.
- Por importación de plásticos.

Como complemento de la recolección de residuos por estado presentada en el cuadro 21, para analizar la cobertura de los servicios de recolección de RSU en México, se utilizaron datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales (CNGM) y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023. La información del censo abarca el periodo que va del 1 de enero al 31 de diciembre de 2022 e incluye 2,475 municipios, 49 de los cuales se excluyeron por registros incompletos.

De los municipios registrados, 150 (6% del total) no cuentan con servicios de recolección de RSU, algo serio si se considera que el Consejo Nacional de Población informa que en esos municipios viven 600,363 personas.

Por cuanto al tipo de población que habita esos municipios, la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas clasifica a un municipio como indígena por la identificación del hogar indígena, que es aquel en donde el jefe(a) del hogar, su cónyuge o alguno de los ascendientes declaró ser hablante de alguna lengua indígena, y por la cuantificación de la población a partir del total de sus integrantes. Con esta definición genera dos categorías:

- Municipios indígenas A. Donde su población indígena equivale o supera el 70% de la población total.
- Municipios indígenas B. Donde su población indígena alcanza entre 40 y 69.9 por ciento de la población total.

En 2022, al cuestionario del censo respondieron 615 municipios considerados indígenas: 440 (73%) del tipo A y 165 (27%) del tipo B. En total 9,588,871 personas viven en municipios considerados indígenas: en municipios indígenas A habitan 5,721,770 personas (60% del total), y en municipios indígenas B habitan 3,867,101 personas (40% del total).

De esos municipios, Oaxaca concentra el mayor porcentaje de personas sin servicios de recolección (64.5% del total de municipios), seguido de Veracruz con 12.56% y Puebla con 7.41 por ciento.

Entre los municipios sin acceso a servicios de recolección de RSU, 86 se consideran indígenas (57% de los municipios) y 64 se consideran no indígenas (43%). Entre los municipios sin servicios de recolección de RSU, es 1.34 veces más probable que se trate de un municipio indígena. Del total de municipios no indígenas que respondieron el cuestionario (1,811), en 64 (3.53%) no hay servicios de recolección de residuos sólidos urbanos.

Entre todos los municipios del país que respondieron el cuestionario, es casi cuatro veces más probable que un municipio con población indígena A no tenga acceso a servicios de recolección de RSU comparado con un municipio con población indígena B.

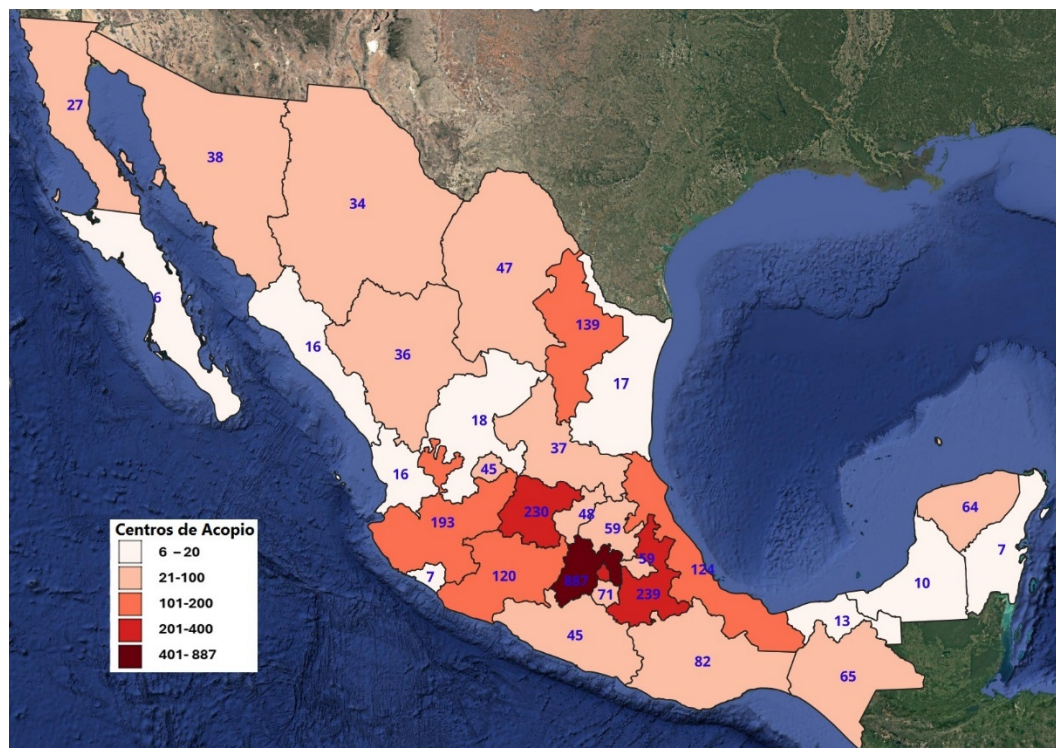
Es importante mencionar que los municipios sin servicios de recolección tampoco presentan otras infraestructuras de manejo de residuos, por lo cual los residuos son quemados, enterrados o depositados en tiraderos locales que no tienen ningún control.

Centros de acopio de residuos de plásticos

Como se mencionó, los centros de acopio son clave en el manejo de residuos. De acuerdo con el DENU (2024), en México existen 3,095 centros de este tipo en 509 municipios, todos dedicados a la recuperación de residuos plásticos. Las entidades con el mayor número de centros de acopio son Estado de México, Ciudad de México, Puebla, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Veracruz y Michoacán, todos con más de 100 centros de acopio en su territorio (véase la gráfica 17).

Hay regiones con muy pocas instalaciones, como la región sur (Oaxaca, Chiapas y Guerrero), a las que el material llega en vehículos recolectores después de las dificultades que implican las malas condiciones de los caminos, la distancia entre localidades y la cantidad de desechos generada.

Gráfica 17. Cantidad y distribución de centros de acopio de residuos plásticos por estado



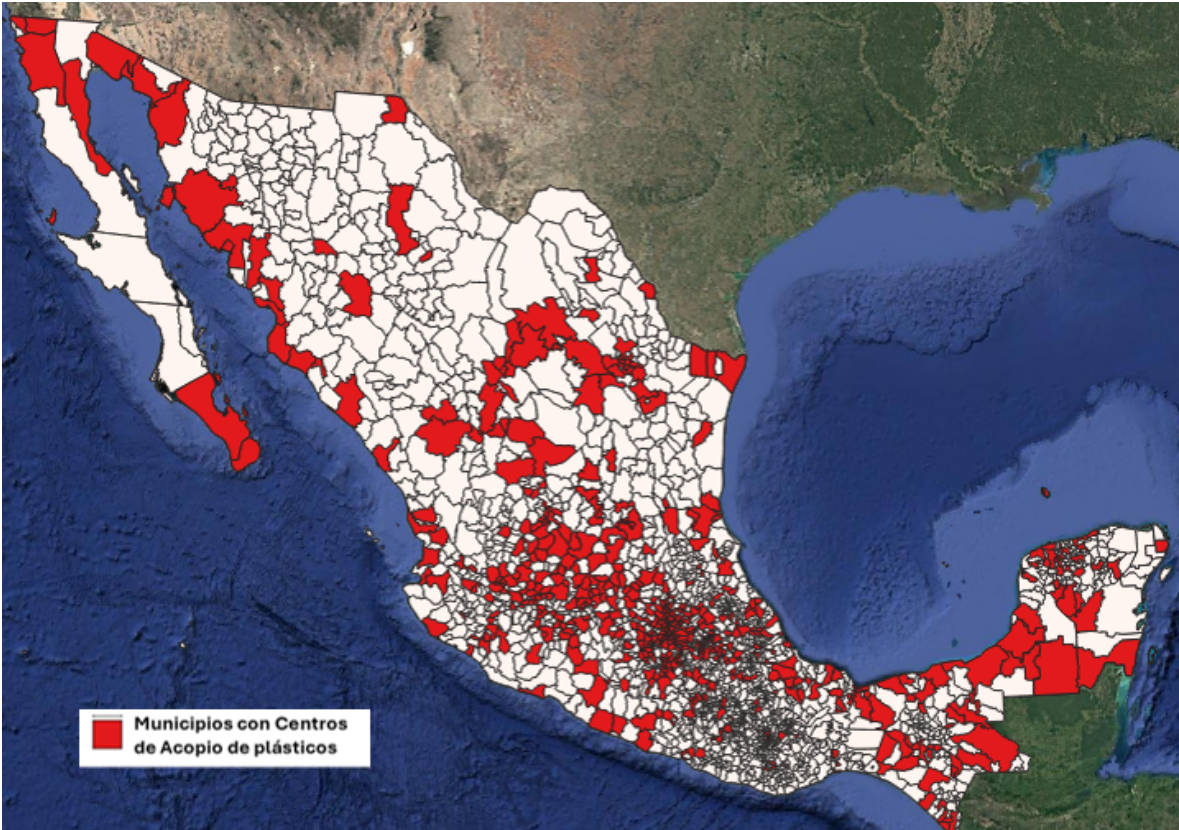
Fuente: Elaboración propia, con información del DENU (2024).

En el cuadro 22 se observa que el Estado de México y la Ciudad de México son las entidades con el mayor número de CA de plástico por cada 100,000 habitantes, mientras que a Quintana Roo y Tamaulipas corresponden los valores más bajos. Así, la concentración en la cobertura de CA por 100,000 habitantes es alta en las entidades del centro del país, mientras estados como Campeche, Quintana Roo, Colima y Baja California Sur tienen muy pocos centros de acopio, no obstante sus importantes actividades económicas que, como la turística, generan cantidades considerables de residuos susceptibles de reciclado (Semarnat, 2023) (véase la gráfica 18).

La localización de los centros de acopio responde a las áreas de generación de los residuos plásticos, la presencia de redes de compraventa de residuos o la ubicación de la industria de reciclaje, aunque las plantas industriales de reciclaje pueden transportar residuos desde cualquier parte del país, siempre y cuando les resulte conveniente en términos financieros.

Tal es el caso del PET en botellas. A través de organizaciones como la asociación civil Ecoce se recuperan residuos en centros de acopio de todo el país para después enviarlos a instalaciones como PetStar, en el Estado de México, y otras empresas fabricantes y recicladoras de plástico como ALPLA, Planeta, Indorama, Inplarsa, Alcamare, Braskem Idesa, Inix. Estas empresas comercializan los residuos sin importar el origen, la distancia o el lugar de donde se recuperan, dentro o fuera del país.

Gráfica 18. Municipios donde se localizan centros de acopio de plásticos



Fuente: Elaboración propia, con información del DENUE (2024).

Los municipios con más CA en su territorio son Ecatepec y Chimalhuacán, Estado de México; Iztapalapa, Ciudad de México; León, Guanajuato, y Puebla, Puebla (véase el cuadro 22). La mayor cantidad de municipios con este tipo de instalaciones se localiza en el Estado de México.

Cuadro 22. Municipios con más de 20 centros de acopio de residuos plásticos

Núm.	Estado	Municipio	Población	Número de CA
1	Estado de México	Ecatepec	1,645,352	162
2	Ciudad de México	Iztapalapa	1,835,486	155
3	Guanajuato	León	1,721,215	105

Núm.	Estado	Municipio	Población	Número de CA
4	Puebla	Puebla	1,692,181	84
5	Estado de México	Chimalhuacán	705,193	73
6	Estado de México	Nezahualcóyotl	1,077,208	58
7	Estado de México	Toluca	910,608	54
8	Estado de México	Tultitlán	516,341	46
9	Estado de México	Ixtapaluca	542,211	44
10	Jalisco	San Pedro Tlaquepaque	687,127	37
11	Estado de México	Atizapán	523,674	35
12	Estado de México	La Paz	304,088	35
13	Aguascalientes	Aguascalientes	948,990	34
14	Jalisco	Guadalajara	1,385,629	33
15	Nuevo León	Monterrey	1,142,994	32
16	Oaxaca	Villa de Zaachila	46,464	29
17	Ciudad de México	Gustavo A. Madero	1,173,351	27
18	Estado de México	Valle de Chalco Solidaridad	391,731	27
19	Coahuila	Torreón	720,848	26
20	Estado de México	Chalco	400,057	26
21	Estado de México	Naucalpan	834,434	25
22	Nuevo León	General Escobedo	481,213	25
23	Ciudad de México	Tláhuac	392,313	24
24	Guanajuato	Irapuato	592,953	23
25	Jalisco	Zapopan	1,476,491	23
26	Estado de México	Tlalnepantla	672,202	23
27	Yucatán	Mérida	995,129	22

Fuente: Elaboración propia, con información del DENUE (2024).

Instalar un CA cerca de la fuente de generación facilita el mercado de reciclado e integra a más personas en la actividad, pero también encarece el precio del material y mantiene una estructura social pobre y explotada. Asimismo, resuelve algunos problemas de organización y conectividad.

En el país hay municipios en los que el potencial de recuperación de residuos plásticos se esperaría alto en razón de sus más de 500,000 habitantes; sin embargo, por ahora son demarcaciones con muy pocos centros de acopio; es el caso de:

- Mexicali, Baja California (ningún CA)

- Reynosa, Tamaulipas (dos)
- Benito Juárez, Quintana Roo (tres)
- Centro, Tabasco (tres)
- Matamoros, Tamaulipas (tres)
- Culiacán, Sinaloa (cuatro)
- Saltillo, Coahuila (cinco)

5. Mercados secundarios

La ANIPAC estimó que en 2022 el volumen de residuos plásticos recuperado para reciclaje en el país fue de 1,683 kt, esto implica una tasa de recuperación de 25%. El PEAD es el material que más se recupera, con 574 kt (34% del total), seguido por el PET con 466 kt (28% del total), el PP con 222 kt (13% del total), el PEBD-L con 173 kt (10% del total), otras resinas con 101 kt (6% del total), el PS con 82 kt (5% del total) y el PVC con 64 kt (4% del total) (véanse la gráfica 19 y el cuadro 23).

Gráfica 19. Recuperación nacional de materiales de plástico, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

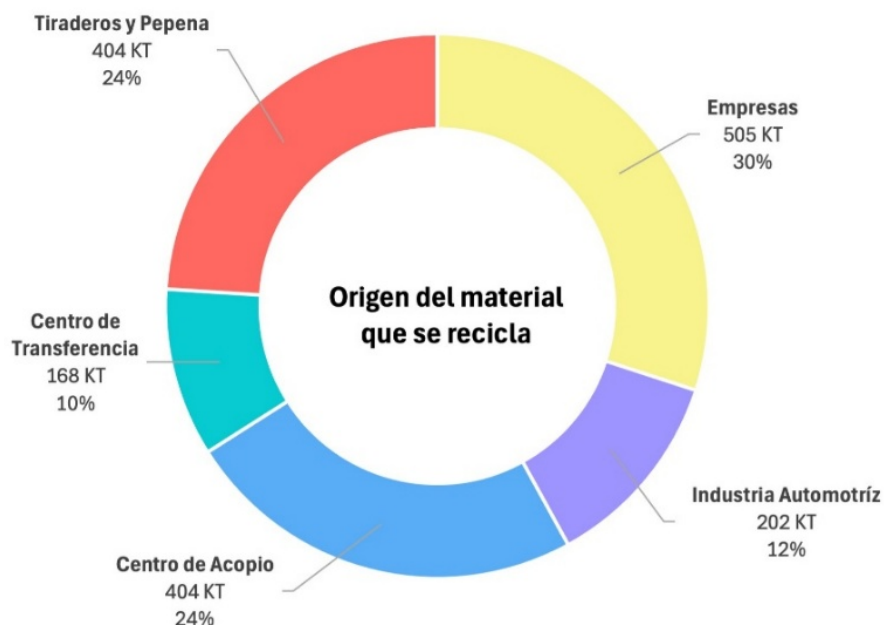
Cuadro 23. Recuperación de materiales para reciclaje en México, 2022 (kilotoneladas)

Recuperación de materiales	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	466	28
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	574	34
3. Cloruro de polivinilo	PVC	64	4
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	173	10
5. Polipropileno	PP	222	13
6. Poliestireno	PS	82	5
7. Otros	-	101	6
Total		1,683	100

Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

La gráfica 20 muestra cantidad y origen del material de origen nacional que se recicló en 2022. Se observa que el principal origen son las empresas, con 505 kt (30% del total), seguido por los centros de acopio con 404 kt (24% del total), tiraderos y pepena con 404 kt (24% del total), la industria automotriz con 202 kt (12% del total) y centros de transferencia con 168 kt (10% del total). Se debe mencionar que los materiales provenientes de la industria y el sector automotriz son más limpios en comparación con los de las otras fuentes referidas. Sin embargo, es importante considerar que las aplicaciones restringen el uso del material recuperado, lo que significa que cualquier plástico impregnado con retardantes de flama o antiestáticos, entre otros, no son útiles para el reciclaje en la industria de alimentos.

Gráfica 20. Origen del material nacional que se recicla, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del *Anuario estadístico 2023* de la ANIPAC.

Las cifras de la balanza comercial revelan a México como un exportador neto de material secundario (véanse la gráfica 21 y el cuadro 24). En total se exportaron 148 kt de resinas TP, y juntas se constituyeron como la exportación más importante de residuos plásticos. De éstas, 19 kt correspondieron a PET (13% del total), 13 kt correspondieron a PEAD (9% del total), 3 kt correspondieron a PVC (2% del total), 4 kt a PEBD-L (3% del total), 24 correspondieron a PP (16% del total) y 79 kt a otras resinas (53% del total).

Gráfica 21. Exportaciones de material secundario, 2022



Fuente: Elaboración propia con datos de UN Comtrade Database y USITC DataWeb.

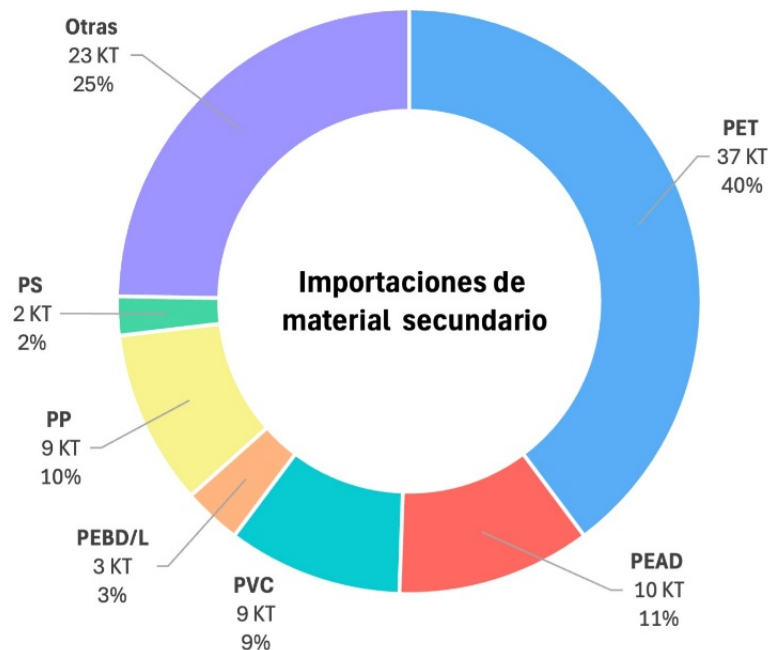
Cuadro 24. Exportaciones de material secundario, 2022 (kilotoneladas)

Exportación de material secundario	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	19	13
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	13	9
3. Cloruro de polivinilo	PVC	3	2
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	4	3
5. Polipropileno	PP	24	16
6. Poliestireno	PS	6	4
7. Otros	-	79	53
Total		148	100

Fuente: Elaboración propia con datos de UN Comtrade Database y USITC DataWeb.

Por otro lado, tal como muestran la gráfica 22 y el cuadro 25, en 2022 se importaron 37 kt de PET (40% del total), esto indica que los residuos de PET representan la importación de residuos más importante. También se importaron diez kilotoneladas de PEAD (11% del total), nueve de PVC (10% del total) tres de PEBD-L (3% del total), nueve de PP (10% del total), dos de PS (2% del total) y, finalmente, 23 kilotoneladas de otras resinas TP (25% del total).

Gráfica 22. Importaciones de material secundario, 2022



Fuente: Elaboración propia con datos de UN Comtrade Database y USITC DataWeb.

Cuadro 25. Importaciones de material secundario, 2022 (kilotoneladas)

Tipo de material secundario	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	37	40
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	10	11
3. Cloruro de polivinilo	PVC	9	10
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	3	3
5. Polipropileno	PP	9	10
6. Poliestireno	PS	2	2
7. Otros	-	23	25
Total		93	100

Fuente: Elaboración propia con datos de UN Comtrade Database y USITC DataWeb.

En 2022 se estimó que 5,012 kt de materiales fueron recolectados y no reciclados (75% del total). De esa cifra, al PP le corresponden 1,246 kt (25% del total), al PEBD-L 1,058 kt (21% del total), a otras resinas 1,034 kt (21% del total), al PVC 556 kt (11% del total), al PEAD 542 kt (11% del total) y al PS corresponden 303 kt (6% del total) (véanse la gráfica 23 y el cuadro 26).

Gráfica 23. Materiales recolectados y no reciclados en México, 2022



Fuente: Elaboración propia con información del Anuario estadístico 2023 de la ANIPAC.

Cuadro 26. Materiales recolectados y no reciclados en México, 2022 (kilotoneladas)

Materiales no reciclados	Abreviación	Kt	Porcentaje
1. Tereftalato de polietileno	PET	274	5
2. Polietileno de alta densidad	PEAD	542	11
3. Cloruro de polivinilo	PVC	556	11
4. Polietileno de baja densidad-lineal	PEBD-L	1,058	21
5. Polipropileno	PP	1,246	25
6. Poliestireno	PS	303	6
7. Otros	Otras	1,034	21
Total		5,012	100

Fuente: Elaboración propia con información del Anuario estadístico 2023 de la ANIPAC.

6. Marco regulatorio

Los Estados Unidos Mexicanos son una república formada por 31 entidades federativas libres y soberanas y una, la Ciudad de México, en vías de serlo. A México lo conforman 2,500 municipios, todos dentro de un marco jurídico regulado por la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, los tratados y convenios internacionales en los que participa el país, leyes generales y federales, reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Estándares (antes denominadas Normas Mexicanas o NMX), decretos y acuerdos, constituciones estatales y bandos municipales (véase la gráfica 24).

Gráfica 24. Jerarquía del marco jurídico en México



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En México existen varias leyes ambientales de aplicación nacional, como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), cada una con sus respectivos reglamentos y complementadas con las normas oficiales mexicanas (NOM) y los Estándares. Este marco regulatorio se complementa también con leyes, reglamentos y normas técnicas estatales.

En el ámbito municipal no existen leyes en materia de residuos, aunque sí reglamentos de limpia o bandos y procedimientos desarrollados en cada municipio. Toda esta normativa conforma el marco jurídico administrativo mexicano en materia de residuos.

Algunos instrumentos son también muy importantes para establecer la política pública nacional en materia de residuos, como:

- El Diagnóstico Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos;
- 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;
- El Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, y
- El Sistema Nacional de Información Ambiental.

La Semarnat rige la política ambiental en México mediante leyes generales y sus reglamentos, mismas que deben seguir las legislaturas estatales, que con sus leyes locales tienen la posibilidad de adecuar la legislación nacional a las problemáticas y condiciones específicas. Así, cada entidad federativa cuenta con su propia ley ambiental y su reglamento.

La Semarnat se encarga de realizar el Diagnóstico Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos, en el que se basa el desarrollo del Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, que contienen, entre otras, las estrategias nacionales, metas y acciones para mejorar el manejo de residuos y optimizar su valorización en el país. Estos documentos delimitan la política pública aplicable a todos los residuos generados en el país, mientras que los residuos peligrosos, minero-metalúrgicos y petroleros son responsabilidad exclusiva de la Semarnat y la Profepa, y los residuos de manejo especial están sujetos a la responsabilidad estatal a través de sus secretarías de medio ambiente o equivalentes y las procuradurías ambientales locales.

Como parte del marco regulatorio ambiental aplicable a residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los planes de manejo constituyen uno de los instrumentos más importantes para alcanzar una coordinación entre sector privado, gobierno y sociedad, y es en ese instrumento donde las corrientes de residuos de interés local, nacional e incluso internacional pueden desarrollar estrategias específicas para la atención y gestión de residuos sólidos o bien de residuos plásticos, de papel o electrónicos, entre otros.

La regulación nacional en materia de residuos aplicable al plástico se basa principalmente en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento, así como en la NOM-161-Semarnat-2011, que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a un plan de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión en dicho listado y los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

La legislación ambiental clasifica como de manejo especial los residuos plásticos de grandes generadores —industria, comercio y servicios—, y las entidades federativas son las responsables de establecer tanto su registro y seguimiento mediante planes de manejo que respondan a la política pública local como los trámites y obligaciones que debe cumplir el sector privado en sus territorios.

Los grandes generadores, importadores, exportadores, industria, comercio y servicios tienen la obligación de cumplir lo establecido en la NOM-161-Semarnat-2011, o las normas técnicas estatales aplicables en el ámbito local, relacionadas con la elaboración, presentación e implementación de planes de manejo para los residuos posconsumo resultantes de las actividades productivas y de comercialización directa o indirecta de productos que se elaboran en la entidad federativa.

Estos planes incluyen un diagnóstico de la situación que guardan los residuos en el país o en la entidad, así como las estrategias, metas, acciones y mecanismos de adhesión a otros sujetos obligados, para aprovechar su valor económico y, si fuera el caso, incrementar su recuperación, mejorar su manejo y optimizar el reciclaje, además de establecer los mecanismos de difusión y comunicación requeridos para la participación tanto de la población como del gobierno.

6.1 Resumen del marco regulatorio y normativo federal, estatal y local

En los cuadros 27, 28 y 29 se muestra el detalle de las principales leyes, reglamentos y normas exclusivos para los residuos plásticos en México y que inciden en su gestión y manejo desde el ámbito internacional hasta el federal, estatal y municipal.

Cuadro 27. Características generales de la regulación ambiental internacional para residuos plásticos posconsumo en México

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Convenio de Basilea	1992	Establece el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	En la última enmienda (2020) incorpora principios para el control, regulación, importación, tránsito o exportación de desechos plásticos mezclados, halogenados y contaminados.
Acuerdo que modifica al diverso que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por la Semarnat	2022	Este instrumento está asociado al Convenio de Basilea.	Se establecen 30 fracciones arancelarias para residuos plásticos sujetos a regulación conforme al Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, a fin de garantizar su adecuada clasificación, control y trazabilidad en los puntos de entrada y salida del país.

Fuente: Elaboración propia con base en el DOF (2022) y A. Flores *et al.* (2024).

México ha adoptado medidas para fortalecer el control sobre los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, incluidos los residuos plásticos en el marco del Convenio de Basilea. Derivado de la enmienda de 2020, que incorporó en el Convenio la regulación de plásticos mezclados, halogenados y contaminados, en México el Acuerdo se formuló y publicó en 2022. Este instrumento permite una adecuada clasificación, trazabilidad y control de dichos residuos en los puntos de entrada y salida del país, alineándose con los compromisos internacionales en materia de gestión de residuos plásticos.

Cuadro 28. Características generales de la regulación ambiental federal para residuos plásticos posconsumo en México

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
LGPGIR	2003	Nacional. Establece la política pública en materia de residuos, que incluye residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos, residuos mineros y residuos petroleros.	Establece la obligación de elaborar planes de manejo para residuos, que incluye los plásticos en diferentes actividades productivas y por diferentes generadores, como la industria, el comercio y los servicios. Las iniciativas de reformas y adiciones a la LGPGIR buscan incorporar prohibiciones de plásticos de un solo uso y principios de economía circular.
Reglamento de la LGPGIR	2006	Nacional. Reglamenta lo establecido en la LGPGIR.	Establece el contenido del plan de manejo y las características del mismo, y aplica para los residuos plásticos.
Normas Oficiales Mexicanas y Estándares en materia de residuos			
NOM-161-Semarnat-2011	2011	Nacional. Establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial (RME) y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo y el listado de los mismos.	Establece los criterios para clasificar los RME y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; incluye los residuos plásticos.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
			Este instrumento busca incrementar el aprovechamiento o valorización de los RME. En la actualidad existen planes de manejo de alcance nacional y local para la gestión de corrientes de residuos plásticos posconsumo como el PET, PEAD, PEBD, PS, PP, PE y sus variantes. Y también los hay para productos plásticos compostables, éstos en los ámbitos nacional y estatal, principalmente en la Ciudad de México.
NOM-083-Semarnat-2003	2003	Nacional. Especificaciones de protección ambiental para la selección, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de RSU y de manejo especial.	Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección y clausura de sitios de disposición final para los RSU y de manejo especial.
NMX-AA-015-1985	1985	Nacional. Establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio.	Establece el método para obtener los subproductos que se identificaran de acuerdo con la NMX-AA-022-1985; puede aplicarse para la cuantificación de corrientes de residuos plásticos.
NMX-AA-022-1985	1985	Nacional. Establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos.	En el listado de los subproductos a identificar incluye la corriente de plásticos. Estas fracciones de plásticos requieren actualizarse de acuerdo con las nuevas normativas para residuos plásticos posconsumo.
NMX-AA-061-1985	1985	Nacional. Establece la selección y el método para la determinación de la generación de residuos sólidos.	Establece el método para la determinación, a partir de un muestreo estadístico, de la generación de residuos sólidos. En el listado de los subproductos se incluyen los plásticos.
Estándares en la industria del plástico			
NMX-E-232-CNCP-2011	2015	Nacional. Industria del plástico: símbolos de identificación de plásticos.	Establece y describe los símbolos de identificación que deben tener los productos fabricados con plástico.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
			
NMX-E-267-CNCP-2016	2016	Industria del plástico: plásticos biobasados-métodos de prueba.	Establece dos métodos de prueba para determinar el contenido biobasado en resinas y productos plásticos.
NMX-E-273-NYCE-2019	2019	Industria del plástico: plásticos compostables-especificaciones y métodos de prueba.	Establece los requisitos que deben cumplir los productos y materiales plásticos para ser considerados compostables, y para garantizar que la biodegradación ocurra en un lapso no mayor a seis meses.
NMX-E-060-NYCE-2020	2020	Industria del plástico: terminología de plásticos.	Establece los términos relacionados con los plásticos y unifica la terminología utilizada.

Fuente: Elaboración propia con base en fuentes oficiales (DOF) y A. Flores *et al.* (2024).

En el ámbito federal, como se mencionó, el instrumento base de la regulación en materia de residuos y aplicable al plástico es la LGPGIR y su reglamento, así como la norma oficial mexicana NOM-161-Semarnat-2011.

Para 2025 se identifican en el país al menos seis planes de manejo autorizados y vigentes conforme a esta norma para la gestión y manejo de residuos posconsumo de plásticos: Plan de manejo de residuos posconsumo de envases de PET, PEAD, aluminio y otros materiales en México, operado por la Ecoce desde 2012 (Semarnat, PM-ROTR-008-2013).

- Plan de Manejo de Residuos Plásticos de PS, PP, PE y sus variantes, operado por Tecnologías Rennueva desde 2018 (PM-ROTR-18-2018).
- Plan de Manejo de Residuos de Películas de Polietileno, operado por Anguiplast desde 2020 (PM-ROTR-019-2019).
- Plan de Manejo de Bolsas y Películas Plásticas Comercializadas en México (PlanBolsa), operado por ANIPAC e Inboplast desde 2020 (PM-ROTR-020-2020).
- Plan de Manejo de Productos Plásticos y Compostables Comercializados en México, operado por INIX Comercial desde 2021 (PM-ROTR-021-2021).
- Plan de Economía Circular y Manejo de Residuos Posconsumo de Envases y Empaques del Sector del Cuidado Personal y del Hogar, operado por la Canipec desde 2022 (PM-ROTR-022-2022).

Con relación a los materiales plásticos sujetos en cuatro de estos planes (Ecoce, Rennueva, ANIPAC e Inboplast y Canipec), en conjunto reportan la gestión de 598,600 toneladas de residuos plásticos, lo que facilitó su aprovechamiento y valorización. Actualmente, el PET es el material con mayor porcentaje de acopio, seguido del PEAD y el PEBD. De los demás planes restantes se desconoce la cantidad asociada de recuperación, ya que son individuales.

Aunado a lo anterior, en el ámbito estatal se ha establecido la presentación de “Planes de manejo de bienes”, que se refieren a los bienes que al desecharse después de su consumo o uso se convierten en residuos posconsumo, esto derivado de las nuevas regulaciones estatales desde 2018 frente a la preocupación por prevenir y controlar la presencia de desechos plásticos en el mar, playas y otros ecosistemas.

Por otra parte, los instrumentos normativos de las NOM en materia de residuos sólidos inciden y describen de manera general el manejo de los residuos plásticos dentro de los residuos sólidos para clasificar, cuantificar, gestionar y disponer adecuadamente estos materiales. Asimismo, los Estándares proporcionan métodos estandarizados para identificar, clasificar y cuantificar los residuos sólidos, incluidas algunas fracciones para residuos plásticos.

En la industria del plástico se identifican al menos cuatro Estándares principales que, enfocados principalmente en fabricantes, son de aplicación voluntaria. En estos estándares se establecen los criterios técnicos para el etiquetado, identificación y homologación de términos de estos materiales. Además, en el ámbito federal no se cuenta con un Estándar que establezca los criterios para homologar los términos de los residuos plásticos posconsumo ni el contenido de material reciclado en productos. Sin embargo, en el ámbito estatal, hay entidades que ya formularon normas técnicas ambientales con estos fines.

Para concluir, desde 2019, representantes del Senado, el sector privado, organizaciones internacionales y sociedades civiles en el país han generado iniciativas o tendencias emergentes derivadas de las prohibiciones de plásticos posconsumo. Entre éstas se identifican el Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico, el Pacto de los Plásticos de México y el proyecto de Ley General de Economía Circular, que buscan sumar esfuerzos multisectoriales para cambiar la forma en que México aborda la gestión de los plásticos. En conjunto, estas acciones aún no se aprueban; sin embargo, buscan establecer las bases para una transición multisectorial hacia la economía circular, con corresponsabilidad entre instituciones gubernamentales, industria y sociedad civil. Además, se busca articular estas iniciativas con redes globales y estándares internacionales que fortalezcan de manera progresiva la alineación del país con los compromisos ambientales y marcos legales.

Cuadro 29. Características generales de la regulación ambiental a escala estatal y municipal para residuos plásticos posconsumo en México

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Aguascalientes Ley de Protección Ambiental	2000	Estatad. Establece los mecanismos para proteger el ambiente, conservar el patrimonio natural y propiciar el desarrollo sustentable del estado.	Por cuestiones de salubridad pueden usarse bolsas de plástico o de PE, o envases de PS, cuando no se pueda utilizar un material sustituto.
Baja California 1. Ley de Protección del Ambiente 2. Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular	1. 2007 2. 2021	1. Estatal. Esta ley establece los lineamientos para la protección del medio ambiente. 2. Estatal. Esta ley establece los lineamientos para regular la gestión integral de los residuos con un enfoque de economía circular y ciclo de vida de forma programada y gradual.	1. En la fabricación de bolsas se deberá incorporar un porcentaje mínimo de 30% de material reciclado o que contengan materiales que permitan su ágil degradación. 2. Obligación para transitar a modelos reusables, reciclables, compostables, aprovechables o valorizables para 2030.
Baja California Sur 1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente 2. Norma Técnica Ecológica NTE-001-SETUES-2018	1. 1991 2. 2018	1. Estatal. Establece las bases reglamentarias en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente, incluida la gestión integral de residuos. 2. Establece las restricciones definitivas de la venta y obsequio de bolsas plásticas, popotes y contenedores de poliestireno expandido de un solo uso.	1. Establece las acciones en materia de prohibición y eliminación del uso de popotes plásticos, bolsas plásticas y contenedores de poliestireno expandido para envolturas, transporte, carga o traslado de alimentos y bebidas. 2. Mediante la norma técnica ambiental regula estas disposiciones de prohibición.
Campeche Ley para La Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	2019	Estatad. Establece los lineamientos para la prevención, generación, gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, los de manejo especial y los considerados peligrosos.	Quedan exceptuados de las restricciones los popotes y utensilios de plástico de un solo uso que se empleen en los hospitales y por necesidades médicas, o por razones de higiene, envasado o conservación de alimentos.
Coahuila 1. Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente	1. 2005 2. 2020	1. Estatal. Establece los lineamientos para la regulación del equilibrio ecológico y protección del medio ambiente.	1. Establece diversos criterios que deberán observarse para evitar el uso de popotes, bolsas de plástico y poliestireno.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos		2. Estatal. Establece las bases para la regulación de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Prevé un programa de sustitución y alternativas viables para reemplazar las bolsas de plástico y popotes por productos degradables o biodegradables. 2. El programa integral de residuos debe incluir el otorgamiento de incentivos y estímulos fiscales para reemplazar estos productos plásticos.
Colima Ley de Residuos Sólidos	2006	Estatal. Establece los lineamientos para regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.	- Los productos plásticos deben cumplir con lo establecido en la NMX-E-267-CNCP-2016. - Incorpora la investigación y desarrollo (ID) de tecnologías para prevenir, controlar y combatir la contaminación por plásticos. - Incorpora el concepto de plásticos de un solo uso descartables y dispone que la transición para lograr su sustitución, eliminación y consecuente prohibición será gradual.
Chiapas Ley Ambiental	2019	Estatal. Establece las disposiciones para regular la protección del medio ambiente en el estado.	- Prohíbe bolsas elaboradas con PEAD o PEBD, PE, PP, polímero de plástico y cualquier otro de sus derivados; contenedores de PS expandido (unicel) y popotes de base polimérica para uso alimentario, así como todo producto para higiene o utensilio alimentario y de diversión desechables al primer uso y elaborado con material no biodegradable. - Incorpora los conceptos de plásticos de un solo uso, materiales biodegradables y oxodegradables.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Chihuahua 1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	1. 2014 2. 2018	1. Estatal. Establece los presupuestos mínimos para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental. 2. Estatal. Establece las disposiciones para regular la prevención, generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en la entidad.	1. No contiene prohibiciones o restricciones sobre plásticos, pero establece como prioritarios, para efectos de otorgamiento de estímulos fiscales, la producción, promoción, entrega y utilización de bolsas de plástico biodegradables. 2. Prohíbe los popotes plásticos, pero admite los elaborados con materiales reutilizables o biodegradables.
Ciudad de México 1. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2. Ley de Economía Circular 3. Norma ambiental técnica NACDMX-010-AMBT-2019	1. 2003 2. 2023 3. 2019	1. Estatal. Establece las disposiciones para regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia. 2. Estatal. Esta ley establece facultades de fomento y promoción para incentivar la transición a una economía circular. 3. Estatal. Establece las especificaciones técnicas que deben cumplir las bolsas y productos plásticos de un solo uso para ser comercializados.	1. Incorpora en sus definiciones los conceptos de biodegradable, biopolímero, compostable, microplásticos, plástico, plásticos degradables y productos plásticos de un solo uso. Se excluyen de la restricción las bolsas de plástico necesarias por razones de higiene o las que prevengan el desperdicio de alimentos o para necesidades médicas cuando no existan alternativas compostables. 2. Incentiva acciones de producción sustentable mediante el rediseño, reducción, reúso, reparación, restauración, remanufactura, readaptación, reciclaje y recuperación, entre otras. 3. A través de la norma ambiental regula las disposiciones de restricciones y los requerimientos para poder comercializar los productos plásticos en la entidad.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Durango 1. Ley de Gestión Ambiental Sustentable 2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	1. 2019 2. 2007	1. Estatal. Emite los criterios de ordenamiento ecológico del estado. 2. Estatal. Establece los mecanismos de coordinación en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos.	1. Contiene el capítulo “Prevención y control de la contaminación por el uso de plásticos”, que permite utilizar, regalar o comercializar bolsas ecológicas, reutilizables o elaboradas con fibras reciclables, y vasos, cubiertos, charolas, platos y popotes, hechos con polímeros naturales. 2. Señala la sustitución progresiva de productos elaborados con PE o cualquier otro material plástico, que permitan la reutilización y reciclado de plásticos comerciales e industriales. Establece que los organismos públicos y los usuarios de éstos deberán procurar implementar mecanismos para la reutilización o el reciclado de productos plásticos no biodegradables.
Guanajuato Ley para la Gestión Integral de Residuos	2005	Estatal. Establece las disposiciones para propiciar el desarrollo sustentable por medio de la regulación de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	- No prevé prohibiciones o restricciones de plásticos - Busca generar acciones: 1) que inhiban el uso de popotes, bolsas de plástico y productos no biodegradables; 2) que los residuos provenientes de estos productos se sujeten a un plan de manejo, y 3) que se eliminen de manera paulatina.
Guerrero 1. Ley número 593 de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos	1. 2008 2. 2009	1. Estatal. Establece e integra las políticas de prevención y gestión integral de los residuos	1. Incorpora los criterios de gradualidad y flexibilidad para la reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de envases, empaques, llantas usadas, plásticos y otros materiales.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
2. Ley número 878 del equilibrio ecológico y protección al ambiente		2. Estatal. Regula, fomenta, conduce y evalúa la política estatal en materia de manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y protección al ambiente.	2. Prohíbe bolsas de plásticos para acarreo y envases de PS expandido. Los establecimientos comerciales y de servicios deben sustituir bolsas, envases y embalajes de plástico y de otros materiales no reciclables por otros que sean reutilizables, reciclables o biodegradables.
Hidalgo 1. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos 2. Ley para la Protección al Ambiente	1. 2011 2. 2015	1. Estatal. Establece los lineamientos para la regulación de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. 2. Estatal. Establece los lineamientos para regular y proteger los recursos naturales, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable del estado.	1. Incorpora el concepto de plásticos de un solo uso descartables e indica que deberá estimularse la ID de materiales reutilizables y alternativas a los plásticos de un solo uso descartables. 2. La industria del plástico e instalaciones dedicadas al acopio, almacenamiento, selección y venta de artículos de plástico operarán previa autorización de impacto ambiental.
Jalisco 1. Ley de Gestión Integral de los Residuos 2. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente 3. Norma técnica ambiental estatal NAE-Semadet-010-2019	1. 2007 2. 2018	Estatales. Establecen las políticas públicas en materia de gestión de residuos en el estado y para el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente.	1. Programas de apoyo para la transición a tecnologías que utilicen material biodegradable, compostable o reciclado de empresas productoras de plásticos. 2. Sustitución gradual de plásticos de un solo uso. 3. Es la norma técnica ambiental estatal que regula las disposiciones en materia de producción de bolsas de plástico y popotes.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Estado de México Código para la Biodiversidad	2006	Estatal. Establece las disposiciones para regular cinco materias ambientales en el estado, y en la tercera se incluye la prevención y gestión de los residuos.	A principios de 2025 se aprobó por unanimidad la restricción de plásticos de un solo uso en unidades económicas, excluidas bolsas o contenedores que constituyan un empaque primario, que prevengan el desperdicio de bienes o que se requieran por cuestiones de higiene o salud, así como bolsas de acarreo que cumplan con las disposiciones jurídicas aplicables. También se prohíbe el uso de plásticos no biodegradables o reutilizables en oficinas públicas y en instituciones educativas públicas y privadas. Se prevé establecer acciones y medidas para la sustitución gradual. De igual forma se trabaja en la elaboración de una norma técnica estatal para regular las bolsas de acarreo.
Michoacán 1. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 2. Ley para la Conservación y Sustentabilidad Ambiental	1. 2010 2. 2021	1. Estatal. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión integral de residuos en el estado. 2. Estatal. Establece los lineamientos para garantizar la protección, conservación y restauración ecológica del medio ambiente, la educación y cultura ambiental, así como la promoción de la sustentabilidad ambiental y el uso de energías limpias y renovables en el estado.	1. No se incluyen disposiciones sobre prohibición de plásticos. 2. Establece la obligación de elaborar un programa permanente basado en la economía circular. Busca eliminar la utilización de plásticos de un solo uso y los derivados de PS expandido, así como promover el uso de materias primas provenientes de recursos naturales renovables y reciclables sustentables.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Morelos 1. Ley de Residuos Sólidos y de Economía Circular 2. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente	1. 2007 2. 2020	1. Estatal. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión integral de residuos en el estado. 2. Estatal. Establece los principios de la política ambiental estatal y los instrumentos para su aplicación en el estado.	1. Publicación de definiciones de plásticos y criterios de sustentabilidad para el consumo de productos plásticos; fomento a la ID de tecnologías que permitan reducir la contaminación por plásticos; transición al uso de productos reutilizables, y participación conjunta de todos los sectores sociales. 2. Establece disposiciones para la transición paulatina a la nueva cultura sin plásticos de un solo uso, así como la participación conjunta de las comunidades académica, científica, industrial y la sociedad civil en la elaboración de un programa técnico-ambiental.
Nayarit Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	2001	Estatal. Establece las políticas públicas en materia de gestión de residuos en el estado con base en la ley general.	- Establece definiciones y acciones relativas a las prohibiciones de bolsas, popotes y recipientes de plástico y unicel, así como todas las materias primas tóxicas o nocivas para el medio ambiente. - Busca de la autoridad estatal la elaboración de criterios y normas de producción sustentable, así como de los principios y disposiciones generales que deberán contener.
Nuevo León 1. Ley Ambiental 2. Norma Ambiental Estatal NAE-SDS-005-2019	1. 2014 2. 2019	1. Estatal. Establece las políticas públicas en materia ambiental.	1. Establece restricciones para combatir, controlar y abatir la contaminación generada por el uso de popotes y bolsas de uso único de material plástico. 2. La norma ambiental estatal regula las disposiciones de las restricciones de las bolsas plásticas.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
		2. Estatal. Establece las especificaciones y métodos para determinar el porcentaje de material reciclado y el uso de materiales de fácil degradación en las bolsas de plástico.	
Oaxaca 1. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos	1. 2018 2. 2019	Estatales. Establecen los lineamientos en materia de prevención y gestión integral de residuos en el estado con base en la Ley General, así como de la protección del medio ambiente.	1. La autoridad estatal y los municipios tendrán atribuciones para evitar la quema de cualquier residuo sólido, incluidos plásticos. 2. Las restricciones comprenden popotes y bolsas de uso único de material PEBD, PEAD, PP, polímero de plástico y cualquier otro de sus derivados. Hay excepciones a las prohibiciones de envases elaborados con PET para agua u otras bebidas, o cuando se destinen a fines médicos, educativos o humanitarios.
Puebla Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	2006	Estatal. Establece los lineamientos en materia de prevención y gestión integral de residuos en el estado con base en la Ley General.	Quedan exentas de la prohibición las bolsas de plástico y popotes utilizados por razones de higiene, salud o conservación de alimentos, siempre y cuando se elaboren con material 100% reciclable. Prohíbe el uso de cualquier insumo en cuya composición se incluyan aditivos oxodegradables u oxobiodegradables.
	2020	Municipal. Reglamento para la prevención y gestión integral sustentable de los residuos sólidos urbanos generados (Municipio de San Andrés Cholula, Puebla).	Incluye disposiciones para la prohibición de plásticos de un solo uso, e incorpora el reciclaje inclusivo.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Querétaro Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos	2021	Estat. Esta ley tiene por objeto regular la prevención y la gestión integral de los residuos en el estado, con un enfoque de economía circular.	Busca que el programa integral de gestión de residuos debe contener lineamientos para la sustitución y erradicación de las bolsas de plástico desechables para acarreo y popotes plásticos de un solo uso, vasos, platos y demás empaques de unicel para alimentos con fines de envoltura, transporte, carga o traslado, incluido un programa de difusión y concientización entre los propietarios de establecimientos comerciales.
	2020	Municipal. Reglamento para la prevención, gestión integral y economía circular de residuos del Municipio Landa de Matamoros, Querétaro.	Incluye disposiciones para la prohibición de plásticos de un solo uso.
Quintana Roo 1. Ley de Acción de Cambio Climático 2. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 3. Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos, que cuenta con el reglamento en materia de responsabilidad extendida derivado de esta ley	1. 2012 2. 2015 3. 2019	1. Estatal. Establece el marco para la planeación y la ejecución de las políticas en la materia. 2. Estatal. Establece las disposiciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente. 3. Estatal. Esta ley tiene por objeto regular la prevención y gestión integral de los residuos en el estado, con un enfoque de economía circular y ciclo de vida.	1. Establece como acción de mitigación del cambio climático la recolección de envases plásticos. 2. Prevé un programa de sustitución de plásticos. 3. Se basa en los principios de economía circular, ciclo de vida, sustitución por productos retornables y valorización de residuos. Reconoce los principios de responsabilidad compartida y responsabilidad extendida de los distintos sectores. La prohibición del uso de plásticos de un solo uso prevé excepciones por motivos médicos, la conservación e inocuidad de alimentos, el manejo de equipos, usos para la industria de la construcción, los empaques de mercancías y el manejo de residuos.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
San Luis Potosí Ley Ambiental	2009	Estatal. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión de residuos en el estado con base en la Ley General.	Ha incorporado diversas disposiciones restrictivas en materia de plásticos, así como la obligación de las autoridades estatales y municipales de implementar sistemas de reciclaje y refrenar el uso de bolsas de plástico. Los municipios deben promover la instalación de centros de acopio de residuos plásticos. Las bolsas de empaque para conservación de alimentos y uso médico 100% biodegradables y compostables quedan exentas de las restricciones.
Sinaloa 1. Ley de Residuos 2. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable	1. 2018 2. 2020	Estatales. Establecen las políticas públicas en materia de prevención y gestión de residuos, así como en materia ambiental en el estado.	1. Incorpora definiciones de biodegradable, plástico, responsabilidad compartida, responsabilidad extendida, etcétera. 2. Establece prohibiciones para bolsas de plástico, productos de plástico no biodegradable, anillos para agrupar, sostener o cargar envases, los derivados del PS expandido y los envases sin el porcentaje mínimo (90%) de contenido de plástico reciclado. La industria del plástico requiere la evaluación previa de impacto ambiental.
Sonora 1. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	1. 2008 2. 2021	Estatal. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión de residuos y de protección al medio ambiente en el estado.	1. En su composición, las bolsas de plásticos deben contar con al menos 10% de plástico reciclado. Se introduce el programa estatal de minimización, reúso y reciclaje de residuos plásticos.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
2. Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso			2. Prevé un programa de manejo de plásticos de un solo uso; un registro de fabricantes y distribuidores de plásticos de un solo uso; esquemas de colecta, manejo y disposición de plásticos biodegradables; un esquema de gravamen a proveedores de productos de plástico de un solo uso, e incentivos para lograr una economía circular y para la innovación.
Tabasco 1. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2. Ley de Protección Ambiental	1. 2012 2. 2019	Estatales. Establecen las políticas públicas en materia de prevención y gestión de residuos, así como de protección ambiental en el estado.	1. Establece para la industria del plástico sistemas de certificación de procesos o productos para inducir patrones de consumo compatibles o que preserven, mejoren o restauren el ambiente. 2. Incluye en los planes de manejo especial los desechos plásticos de los hospitales, e incorpora el término “agroplásticos”. Prevé que en la definición de las acciones de consumo sustentable se tomarán en cuenta todos los sectores sociales, incluidas las mujeres y las poblaciones indígenas.
Tamaulipas Código para el Desarrollo Sustentable	2008	Estatal. Establece las bases para regular y promover el cumplimiento en materia de medio ambiente, protección y gestión integral de los residuos.	- Prevé la investigación y desarrollo (ID), así como la aplicación de tecnologías, equipos, procesos y sistemas que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación en la producción, uso y disposición de bolsas de plástico.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
			- Están exentas de la prohibición bolsas de plástico que incluyen un porcentaje mínimo de 30% de material reciclado y que son de ágil degradación acorde con la norma NMX-E- 267-CNCP-2016.
Tlaxcala Ley de Ecología y de Protección al Medio Ambiente Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala	s.f.	Estatad. Establece las políticas públicas en materia de ecología y protección al medio ambiente.	No prevé prohibiciones o restricciones.
Veracruz Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	2004	Estatad. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión de residuos en el estado con base en la Ley General.	- Busca la transición paulatina hacia la utilización de materiales biodegradables. - Prohibición gradual del uso de bolsas y popotes de plástico en establecimientos mercantiles. - Reconocimiento de los principios de producción y consumo sustentable, así como de reducción, reciclaje y reutilización.
Yucatán Ley para la Gestión Integral de los Residuos	2011	Estatad. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión de residuos en el estado con base en la Ley General.	- Busca la disminución gradual de bolsas plásticas de acarreo de un solo uso, contenedores de poliestireno y popotes de plástico en establecimientos mercantiles. - Prevé un plan de manejo para la gestión de los residuos respectivos y campañas de concientización ciudadana. - Fomenta la utilización de materias primas provenientes de recursos naturales renovables y reciclables. - Exención de bolsas plásticas de acarreo de un solo uso con un porcentaje mínimo (30%) de material reciclado, así como de bolsas y popotes biodegradables.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Zacatecas Ley para el Control de la Contaminación Derivada del Uso de Productos Desechables	2021	Estatul. Establece las políticas públicas en materia de prevención y gestión de contaminación de productos desechables en el estado.	- Se fundamenta en la responsabilidad global de los gobiernos para combatir y erradicar la contaminación generada por el uso indiscriminado e irracional de los productos plásticos y desechables. - Pueden utilizarse popotes por razones médicas, contenedores biodegradables cuando sea imposible el uso de vajilla, y contenedores reutilizables.

Fuente: Elaboración propia con base en diversas fuentes oficiales: DOF, periódicos oficiales estatales y A. Flores *et al.* (2024).

En el cuadro 29 se identifica que en materia de residuos plásticos la postura de las autoridades estatales es variada, aunque pueden identificarse claramente tres de ellas: la imposición de impuestos, la prohibición total o parcial acompañada de la sustitución obligatoria por plásticos amigables con el medio ambiente y una postura mixta que incluye el fomento de tasas de reciclaje y la búsqueda de economías de tipo circular más que lineal.

Las modificaciones o nuevas regulaciones establecidas en el ámbito estatal se resumen en los datos siguientes:

- De 2016 a 2018 se llevaron a congresos legislativos 245 proyectos de ley para prohibir, sustituir o reducir el consumo de los plásticos de un solo uso. Un total de 26 estados contaba con leyes aprobadas o con algún tipo de disposición para la protección ambiental o de prevención y gestión de residuos sólidos.
- Entre 2018 y 2019, cuatro estados (Baja California Sur, Ciudad de México, Jalisco y Nuevo León) formularon normas ambientales o ecológicas para la regulación de las prohibiciones en plásticos posconsumo, estableciendo lineamientos para la posible comercialización de productos necesarios por razones de higiene. Asimismo, se establecieron criterios para obtener registros, distintivos o certificaciones en el ámbito local.
- Al cierre de 2021, sólo Quintana Roo y Baja California cuentan con ordenamiento estatal de gestión de residuos con perspectiva de economía circular. En nivel local, dos municipios (Landa de Matamoros, Querétaro, y San Andrés Cholula, Puebla) cuentan en sus reglamentos con disposiciones que prohíben el uso de plásticos.
- Para 2025, treinta de las 32 entidades han aprobado restricciones al uso de plásticos de un solo uso. Las dos que no han dispuesto la prohibición son Guanajuato y Tlaxcala.

- De 32 entidades, doce (Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Colima, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Morelos, San Luis Potosí, Tamaulipas y Yucatán) han enfocado sus disposiciones en promover la producción e investigación y desarrollo preferente de productos fabricados con materiales compostables, biodegradables o de fibras naturales, lo que incide directamente en la disponibilidad y demanda del mercado internacional. Asimismo, se tienen planes estatales de manejo autorizados de productos compostables y reutilizables para uso necesario por razones de higiene, aunque se excluyen los productos plásticos para uso médico.

Cuadro 30. Certificaciones internacionales y nacionales que inciden en la gestión y reciclaje de residuos plásticos en México

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Internacionales			
1. ISO 14020- Términos y requisitos generales 2. ISO 14021- Autodeclaración 3. 14024-Ecoetiqueta 4. 14025- Declaraciones ambientales para productos	1. 2022 2. 2016 3. 2018 4. 2006	Internacionales voluntarias	Aplica para etiquetas de diversos productos enfocadas en criterios ambientales.
Global Recycled Standard (GRS) [Estándares Globales de Reciclado] 	2008	Internacional voluntaria	La certificación de productos textiles se ha ampliado a productos plásticos para demostrar su contenido de plástico reciclado.
Carbon Trust Standard-Zero Waste to Landfill 	2012	Internacional voluntaria	Reconoce los esfuerzos para reducir las emisiones de carbono y el impacto ambiental de los procesos de producción, con aplicación a la industria del plástico.
Certificación de contenido reciclado 	1989	Internacional voluntaria	Verifica de forma independiente el porcentaje de contenido reciclado en un producto o material.

Instrumento	Año de publicación	Ámbito de aplicación y descripción general	Impacto en plásticos
Guías de la Asociación de Recicladores de Plásticos [APR: Association of Plastics Recyclers, de Estados Unidos]	Distintas fechas	Internacionales	Las Guías de Diseño para la Reciclabilidad se encuentran disponibles para orientar a diseñadores, especificadores y compradores de envases de plástico en Estados Unidos y México. Estas guías cubren ocho materiales plásticos base, incluido el PLA o ácido poliláctico, y todos los elementos del envase, como pigmentos, etiquetas, tapas, etc. Además, hay guías para recipientes rígidos que no son botellas, así como para empaques termoformados.
Nacionales			
Certificado Industria Limpia 	1992	Nacional. Gobierno de México a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat-Profepa)	El certificado ambiental reconoce el desempeño ambiental de una industria de acuerdo con la actividad que desarrolla. Empresas dedicadas a actividades de manufactura y transformación (por ejemplo, industria química, papelera, petroquímica, del plástico, refinación de petróleo, entre otras).
Distintivo Operation Clean Sweep Blue OCS Blue ANIPAC	2019	Nacional voluntario industrial	Es un nuevo nivel de reconocimiento a las empresas comprometidas con la aplicación de las herramientas del Programa Cero Pérdida de Pellets, tras haber trabajado durante dos años consecutivos en el programa.
Distintivo de Circularidad	Nuevo: 2025	Estatal: Ciudad de México	Se otorga a las empresas que cumplen con los Criterios de Circularidad establecidos y alcanza distintos niveles, según el grado de cumplimiento.

Fuente: Elaboración propia con base en Sinox Polymers, SCS Standards (2024), S. García (s.f.), ISO 14024 (2018), APR (2025), Sedema (2025) y ANIPAC (2025).

En el ámbito internacional hay diversos estándares y certificaciones específicos para los productos plásticos. Su aplicación suele ser voluntaria y se enfocan en el sector privado, que pueden incorporar los criterios ambientales en el diseño, etiquetado y comercialización de productos plásticos. Estas herramientas permiten fortalecer la comunicación ambiental entre productores, consumidores y autoridades, pues ofrecen mecanismos confiables para declarar atributos como reciclabilidad, contenido reciclado o desempeño ambiental de procesos.

Como se mencionó, estos estándares son de aplicación voluntaria. Cabe señalar que se utilizan con amplitud como referencia técnica, aunque su adopción formal depende del interés de cada empresa en certificarse.

En México son principalmente los dueños de marca quienes buscan certificarse o utilizar estos criterios internacionales para dar transparencia y tener competencia en los mercados nacional e internacional. Las Guías APR (Association of Plastics Recyclers) son utilizadas por diseñadores, fabricantes y recicladores de envases de PET para mejorar la reciclabilidad de sus productos. Sin embargo, no existe un registro público consolidado que indique el número exacto de empresas mexicanas certificadas en cada estándar.

En el caso de las certificaciones nacionales de aplicación voluntaria, se identificaron tres principales: el Certificado de Industria Limpia promovido por la Semarnat-Profepa, el Distintivo Operation Clean Sweep Blue (OCS Blue-ANIPAC) y el Distintivo de Circularidad de la Ciudad de México. En conjunto, estas distinciones públicas y privadas refuerzan el cumplimiento y la transparencia, e impulsan la competitividad responsable de las industrias al promover buenas prácticas, particularmente en la industria del plástico y sectores relacionados.

Se puede concluir que México aún presenta vacíos en la certificación formal, en particular para el contenido reciclado en productos plásticos posconsumo de un solo uso, y sobre todo en comparación con los estándares internacionales.

El hecho de no contar con estos estándares dificulta la diferenciación y transparencia en la composición de productos plásticos, ya que debido a las prohibiciones algunas entidades en el país han emitido sus propias normas técnicas ambientales de regulación, con las que establecen diversos índices mínimos de contenido o su sustitución por materiales naturales o compostables.

Responsabilidad compartida y diferenciada

En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos considera la responsabilidad compartida como la forma en que los sectores gubernamental y privado pueden interactuar en lo tocante a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para lo cual aparecen los planes de manejo como el instrumento principal.

En el plano internacional, la responsabilidad extendida del productor (REP) es desde los años noventa una forma de política pública que busca que los productores se responsabilicen financiera y físicamente de los impactos ambientales de sus productos a lo largo de su ciclo de vida, y utiliza como base fundamental el concepto “el que contamina paga” y la internalización de los costos de reciclaje o eliminación del producto al final de su vida útil, que por lo regular el generador final no quiere asumir. En términos teóricos, esta situación conduce a un modelo de productos fabricados más duraderos, reciclables y de menor uso de recursos naturales e impacto ambiental.

En el mundo se han adoptado diferentes esquemas de REP, y en este estudio de la CCA se muestran los esquemas al respecto seguidos por Canadá y Estados Unidos. En México, el esquema a seguir se

basa en la responsabilidad compartida en todo el país, condición establecida en la LGPGIR, la que establece el Plan de Manejo de Residuos como el principal instrumento de la política ambiental mexicana que promueve la participación conjunta, diferenciada y coordinada de los diferentes actores de la cadena de valor, esto con el fin de mejorar el manejo, gestión y valorización de residuos.

En el plano nacional, las corrientes de residuos que cuentan con empresas o asociaciones que atienden estos temas se listan a continuación:

- planes varios para diversos tipos de plástico, películas, envases, bolsas y otros
- planes varios para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
- neumáticos usados de desecho
- papel y cartón
- residuos de la construcción y demolición

Asimismo, algunas entidades del país, entre las que se encuentran la Ciudad de México, el Estado de México, Querétaro, Jalisco y Nuevo León, cuentan con procedimientos y trámites relacionados con la presentación de planes de manejo para atender algunas corrientes de residuos de preocupación local, donde el plástico y los residuos electrónicos repiten como las preocupaciones principales y el registro establecido en la LGPGIR para los planes de manejo es una actividad que no aplican el sector privado ni el sector público. Entidades como el Estado de México, Jalisco, Tamaulipas y Sinaloa han manifestado la posibilidad de reconocimiento del plan de manejo, pero el registro estatal en un plan de manejo nacional es poco frecuente y requiere de análisis y trabajo de homologación.

La estructura y contenido de un plan de manejo se sujeta a lo establecido en la NOM-161-Semarnat-2011, con un esquema de responsabilidad compartida que, de acuerdo con lo establecido en la LGPGIR, permita al sector privado asumir responsabilidades asociadas a la recuperación de residuos y sus materiales y al reciclaje para la fabricación de nuevos productos, algo similar a los resultados que se esperan de la aplicación de esquemas de responsabilidad extendida.

7. Identificación de las mejores prácticas aplicables al contexto de México

En el presente apartado se muestran las mejores prácticas que pueden aplicarse para fomentar la circularidad en el plástico que se produce, importa, comercializa, genera y recicla en México, con la finalidad de apoyar las operaciones, procesos y mecanismos de la industria para incrementar las tasas de reutilización, recuperación y reciclaje de productos y materiales en el país.

La identificación de estas prácticas se realizó con base en el análisis de las actividades y actores que integran a la cadena de valor de este material en México, basado en una investigación en documentos y publicaciones disponibles considerando como principal fuente de Guía de Buenas

Prácticas de Fabricación del CEPI, 2010. Esta fuente se considera completa porque aporta elementos claros de buenas prácticas y no se basa en ejemplos, sino en recomendaciones implícitas y estructurada, lo que fortalece su utilidad como referente técnico y normativo para diversos actores del sector, incluidos algunos hallazgos que se obtuvieron a partir de reuniones de trabajo con actores de la cadena de valor del plástico.

Todas estas prácticas se enfocan en mejorar las operaciones, aumentar su control, y reducir las pérdidas, considerando aspectos como los recursos humanos, materiales y económicos en las distintas etapas de la cadena de valor.

Para esta sección se agruparon las mejores prácticas aplicables de acuerdo con las etapas de la cadena de valor del plástico (véase la gráfica 2), integradas por los siguientes rubros:

- Mejores prácticas en la materia prima y fabricación
- Mejores prácticas ambientales en la etapa de materia prima y fabricación
- Mejores prácticas para las actividades de comercialización y distribución
- Mejores prácticas para las actividades de consumo
- Mejores prácticas para las actividades de reciclaje y economía circular

La etapa de materia prima y fabricación considera prácticas de aseguramiento de calidad, salud e higiene y riesgos; toma en cuenta la reducción en la generación de residuos por la integración de operaciones, el manejo adecuado de la materia prima por los trabajadores de la industria, los procedimientos y la tecnología utilizados para reducir las pérdidas o aprovechar los materiales utilizados en las actividades productivas de cualquier índole, y una vez que los residuos son generados, su manejo adecuado para un mayor aprovechamiento y la mejor disposición final.

Las buenas prácticas aplicables en las etapas de materia prima y fabricación de plástico se muestran en el cuadro 31.

Cuadro 31. Mejores prácticas en la materia prima y fabricación

Actividad	Descripción	Resultado
Sistema de Aseguramiento de Calidad	La suma de las disposiciones organizadas y documentadas adoptadas con el fin de garantizar que los materiales y objetos tengan la calidad requerida para cumplir con las normas aplicables y los estándares de calidad del consumidor, necesarios para la actividad productiva.	Los requisitos para el plástico destinados a aplicaciones en contacto con alimentos se rigen por las exigencias de la aplicación final y tienen por objeto garantizar la seguridad y calidad adecuadas para el uso previsto. Esto implica que el plástico debe fabricarse con arreglo a una o varias normas de calidad acordada.

Actividad	Descripción	Resultado
Sistema de Control de Calidad	Aplicación sistemática de las medidas establecidas en el sistema de aseguramiento de la calidad de los materiales de partida y los materiales y objetos intermedios y terminados.	Actualmente, en la industria del plástico ya se cuenta con la normatividad técnica para asegurar la calidad de la materia prima secundaria recuperada, sobre todo en las características físicas de los productos.
Documentación	La correcta documentación es importante. Si bien es un concepto deseable, no es necesario elaborar y mantener continuamente un expediente completo de toda la información. Los fabricantes de plástico deben poder poner la información pertinente, previa solicitud y en un plazo razonable, a disposición de las autoridades competentes. Un periodo mínimo de custodia de dos años es lo recomendable.	Carpetas con la información indicada.
Etiquetado	El etiquetado ayuda a los usuarios en el uso correcto de los materiales y objetos. Los métodos utilizados para dicho etiquetado pueden variar según el usuario. El contenido de información no es el único aspecto a considerar; también el material del que está hecho y las tintas y pegamentos son elementos a considerar para el uso de etiquetas que impacten directamente en la reciclabilidad de un producto.	Carpetas con la información de los cambios en el etiquetado, en el cambio de materiales, sobre todo en las tapas y etiquetas del mismo material que el envase.
Trazabilidad	Para la industria manufacturera, consiste en tener registros claros de la información desde la cadena de suministro, la cadena de abasto y distribución y venta al por menor para el consumidor final. Para facilitar la retirada de productos defectuosos debe garantizarse la trazabilidad desde la fábrica de plástico reciclado hasta el envase o embalaje o artículo. La trazabilidad en la industria de reciclaje involucra la información desde el recuperador y origen del residuo posconsumo o posindustrial y los centros de acopio hasta la planta manufacturera o de reciclaje.	La ANIPAC trabaja en la elaboración de una norma técnica que defina las características y procedimientos para demostrar la trazabilidad de los residuos posconsumo.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía de Buenas Prácticas de Fabricación del CEPI (2010).

Los aspectos de aseguramiento de la calidad garantizan que los materiales y objetos se producen, implementan y controlan de forma coherente, respondiendo a las normas aplicables y los estándares de calidad del uso previsto, de manera que no se ponga en peligro la salud humana o causen, por malas prácticas operativas, un cambio en la generación de residuos de pellets.

Si bien el tamaño de la industria y el tipo de actividad productiva impactan en el desarrollo del negocio, es cierto que la adaptación de estos conceptos al tamaño de industria, condición financiera y de personal y tecnologías utilizadas deben considerarse para la aplicación de estas buenas prácticas. Estas buenas prácticas aplican a actividades productivas formales, y no a actividades informales como las realizadas por recuperadores de base o similares.

Desde una perspectiva ambiental, las mejores prácticas aplicadas a la etapa de fabricación se describen a continuación (véase el cuadro 32):

Cuadro 32. Mejores prácticas ambientales en la etapa de materia prima y fabricación

Actividad	Descripción
Uso de materias primas	Reducir las pérdidas de pellets en el manejo de la materia prima interesa a empresas que, como Braskem, aplica programas de capacitación técnica para ese propósito. Asimismo, son deseables los cambios de materia prima que sustituyen la de origen fósil por materia prima biodegradable y compostable; sin embargo, las implicaciones por cuanto al destino de zonas de cultivo para fines industriales antes que alimentarios son cuestionables, pues se requiere de un análisis multifactorial para determinar la conveniencia de utilizar un área agrícola con fines de generación de energía o de producción de plásticos.
Reciclaje	Implementar un sistema de reciclaje efectivo para recuperar plástico usado no sólo reduce la necesidad de nuevas materias primas, sino que también disminuye la cantidad de residuos.
Eficiencia energética	Utilizar tecnologías y maquinaria que consuman menos energía. La implementación de fuentes de energía renovable, como la solar o eólica, también puede ser beneficiosa.
Reducción de agua	Minimizar el uso de agua en el proceso de fabricación. Esto se puede lograr mediante la reutilización del agua en el proceso y la implementación de tecnologías que reduzcan el consumo.
Control de emisiones	Instalar sistemas de filtración y tratamiento de gases para reducir las emisiones contaminantes durante la producción. Esto ayuda a cumplir con las normativas ambientales y a proteger la salud pública.
Innovación en productos	Desarrollar productos de plástico biodegradables o compostables o reutilizables y reciclables, de manera que se contribuya a un ciclo de vida más sustentable. Es importante considerar todas las ventajas del ecodiseño.
Capacitación del personal	Invertir en la formación de los empleados por cuanto a prácticas de producción sustentables y eficientes. Un equipo bien informado puede contribuir significativamente a la mejora continua

Actividad	Descripción
Monitoreo y mejora continua	Implementar un sistema de monitoreo para evaluar el impacto ambiental y la eficiencia del proceso de producción. Esto permite identificar áreas de mejora y ajustar las prácticas según sea necesario.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía de Buenas Prácticas de Fabricación del CEPI (2010).

Las mejores prácticas para las actividades de comercialización y distribución del plástico se presentan en el cuadro 33.

Cuadro 33. Mejores prácticas para las actividades de comercialización y distribución

Actividad	Descripción
Optimización de rutas	Planificar rutas de distribución eficientes para minimizar el consumo de combustible y reducir las emisiones de carbono. Utilizar software de logística puede ayudar a encontrar las rutas más cortas y rápidas.
Uso de embalajes sustentables	Optar por embalajes de cartón reciclado o reutilizable. Esto no sólo reduce el impacto ambiental, sino que también puede ser un punto de venta atractivo para los consumidores.
Consolidación de cargas	Agrupar envíos para maximizar el uso del espacio en los vehículos de transporte. Esto reduce el número de viajes y, por ende, el consumo de recursos.
Transporte ecológico	Siempre que sea posible, utilizar medios de transporte más sustentables, como vehículos eléctricos o de bajo consumo para la distribución de productos plásticos.
Capacitación de los distribuidores	En prácticas sustentables y en la importancia de manejar el plástico de manera responsable durante su transportación.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía de Buenas Prácticas de Fabricación del CEPI (2010).

Las mejores prácticas para las actividades de consumo de plástico se presentan en el cuadro 34.

Cuadro 34. Mejores prácticas para las actividades de consumo

Actividad	Descripción
Uso responsable	Fomentar el uso consciente de productos plásticos, como promover el grabado sin tintas y el uso de plástico reciclado y los monomateriales. Esto ayuda a reducir la demanda de nuevas materias primas.
Reciclaje	Establecer sistemas de reciclaje en oficinas y hogares con el fin de recuperar el plástico posconsumo para su reciclaje. Proporcionar contenedores específicos que faciliten este proceso.
Digitalización	Promover la digitalización de documentos y procesos para reducir la dependencia del plástico. Utilizar herramientas digitales para la comunicación y el almacenamiento de información.
Educación del consumidor	Informar a los consumidores sobre la importancia de elegir productos de plástico recuperables y reciclables. Esto puede influir en sus decisiones de compra.
Reutilización	Fomentar el uso de plásticos reusables en lugar de desecharlo. Por ejemplo, usar cajas de plástico para almacenamiento o manualidades.
Preferencia de productos sustentables	Fomentar la elección de marcas y productos que se comprometan con prácticas sustentables en la producción, distribución y reciclaje de plástico.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía de Buenas Prácticas de Fabricación del CEPI (2010).

El hecho de incrementar el reciclaje de los residuos plásticos extraídos de los residuos sólidos, considerando la cadena de valor que existe en México, la normativa local y los mercados actuales, implica no sólo incrementar las tasas de reciclaje, sino también fomentar métodos sustentables y ecoamigables que beneficien tanto al medio ambiente como a la industria. La implementación de estas mejores prácticas requiere una colaboración estrecha entre todos los actores de la cadena de valor, desde los recolectores de base hasta los fabricantes de productos plásticos y, sobre todo, el usuario final que debe reducir sus requerimientos de sobreprotección de productos, asegurando así un enfoque holístico y eficiente.

En las mejores prácticas que aparecen en los cuadros 32 y 35 se establece la conveniencia de utilizar materia prima secundaria, donde México ha alcanzado grandes porcentajes de reciclaje de PET de botella, y se reconoce que la recuperación de los residuos posconsumo es una actividad importante de fortalecer no sólo en PET sino también en PP, PE, PS para cuidar el medio ambiente y reducir su contaminación, sin olvidar que por su valor económico, reciclabilidad y reusabilidad representan áreas de oportunidad. A pesar de que en el país el porcentaje de recuperación y reciclaje de PET es bajo, siempre hay buenas prácticas que los actores participantes de la cadena de valor pueden diseñar y aplicar.

Cuadro 35. Mejores prácticas para las actividades de reciclaje y economía circular

Actividad	Descripción
Diagnóstico	Realizar un diagnóstico detallado de los puntos de generación de los residuos y la infraestructura pública y privada integrada permitirá identificar las áreas de recuperación complementaria que incrementen la recuperación, así como los tipos y cantidades de plásticos factibles de recuperar. Un ejemplo es el termoformado, donde la cantidad de material recuperado es bajo cuando enfrente tiene grandes áreas de oportunidad, al igual que los residuos de localidades y áreas con menor cobertura de recuperación.
Implementación de esquemas de contenerización.	La contenerización para la recuperación separada de residuos desde la fuente es una actividad que impacta directamente en la cantidad de residuos recuperados. Se reconoce que favorecería la actividad informal, pero en México se han observado esquemas que demuestran el beneficio de su uso. La instalación debe levantarse en sitios visibles, como un esquema complementario del servicio de limpia, y requiere de un estudio de ubicación y desarrollo de logística de recuperación. Esta actividad incluye la adquisición de vehículos con los equipamientos adicionales.
Capacitación	Esta actividad es muy amplia y debe incluir la participación de varios actores de la cadena de valor, y la capacitación debe ser diferenciada y de acuerdo con las características de actividades específicas.
Diseño y aplicación de tarifas	Esta actividad es deseable porque permite destinar los recursos económicos que se requieren para la construcción, operación y mantenimiento del sistema de limpia, desde la difusión y capacitación hasta la recolección, transporte, reciclaje y disposición final. El cumplimiento del principio “el que contamina paga” parte del diseño e implementación de tarifas diferenciadas, que reconozcan los requerimientos, esfuerzos y condición social de los actores.
Diseño y desarrollo de organismos operadores	La política pública para la gestión de residuos requiere esquemas de mediano y largo plazo que permitan contar con los recursos humanos, financieros y de infraestructura que garanticen el manejo adecuado de los residuos. Los Organismos Operadores podrían constituirse como Servicios Público de Limpia y cumplir con la LGPGIR, por lo que deben contar con independencia financiera, recursos propios y esquemas de control mixtos. Con estos servicios se reconoce que el funcionamiento requiere de conocimiento técnico y de modelos de negocio de largo plazo.
Indicadores y evaluaciones de desempeño	Para evaluar la efectividad de la gestión de los residuos, es importante establecer indicadores de desempeño que permitan medir el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas. Algunos indicadores relevantes podrían incluir la cantidad de plástico posconsumo o posindustrial reciclado, la reducción de residuos no reciclables y el nivel de participación de la sociedad.

Actividad	Descripción
	La evaluación incluye aspectos como auditorías de desempeño periódicas que permitan calificar la eficiencia de los servicios a partir de información verídica y oportuna, así como su seguimiento y retroalimentación para identificar los puntos de mejora.
Inventario y generación de información	Recuperar y analizar los datos relacionados tanto con la infraestructura, la cantidad y los tipos de residuos generados, los dispuestos en rellenos sanitarios y los recuperados para reciclaje, como con los programas y proyectos locales. Los inventarios con información homologada permiten el desarrollo de programas y proyectos de infraestructura y de política pública, así como de programas nacionales, estatales y municipales con acciones específicas en materia de regulación y solución de problemas.
Aplicación del triángulo invertido de la Gestión Integral de Residuos	Reconocer la jerarquía en la Gestión Integral de Residuos (GIR) y aplicar las estrategias en las acciones acordes a esta jerarquización y su aplicación efectiva en el manejo de los residuos generados, no sólo a los residuos de plástico sino a todos los residuos generados por las actividades humanas, aporta elementos estructurados para el desarrollo de la política pública en la gestión de residuos. 
Uso de las mejores tecnologías disponibles	La estructura operativa de los recuperadores de base y la diferente escala de operaciones de los centros de acopio requieren de la mejor tecnología disponible para el acopio, pesaje, transporte y entrega. Los centros de acopio requieren de equipos de compactación y, en algunos casos, de selección para mejorar la calidad de las pacas que enviarán a las plantas manufactureras o de reciclaje de residuos de plásticos. El uso de clasificadores ópticos, separadores balísticos y equipo automatizado es deseable, pero como las condiciones socioeconómicas de los actores de base son limitadas conviene centrar la tecnificación en la recuperación y el reciclaje en economías de escala, e incluir los productos negros en estas estrategias
Fortalecimiento regulatorio	La homologación de las disposiciones relacionadas con las actividades sujetas a criterios de economía circular requiere de estrategias nacionales que aporten los elementos suficientes para realizar las mismas acciones y metas en todo el país. El reciclaje de plástico, homogéneo en el país debido a la homologación de la legislación y los trámites, conjunta los esfuerzos de los principales fabricantes y recicladores de plástico en México. El marco regulatorio requiere obligaciones para los generadores con el objetivo de ampliar la base de recuperación hasta algunos plásticos con oportunidades de recuperación, como:

Actividad	Descripción
	• Termoformados • Plásticos mixtos • Plásticos espumados • Comida rápida y material de empaque y embalaje Aplicación de tarifas y de sanciones ante el incumplimiento de la ley.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

8. Hallazgos y recomendaciones

Durante el desarrollo de este estudio se identificaron hallazgos principalmente en las actividades asociadas con la gestión de los residuos posconsumo de plástico y se organizaron por temática para identificar mejor las recomendaciones respecto a cada hallazgo.

La identificación de estos hallazgos no busca emitir opiniones o calificaciones de los hechos encontrados, sino describir aquellos elementos que aportan información o conocimiento a las condiciones del manejo y la gestión de los residuos de plástico en el país.

En esta sección se presenta la descripción de los hallazgos ordenados por tema y las recomendaciones correspondientes.

8.1 Aspectos generales de manejo y gestión de residuos plásticos y sólidos urbanos

Hallazgo 1

Los sistemas de limpia son desiguales en todo el país, en gran medida por ofrecer servicios gratuitos y por el bajo presupuesto para la recolección de residuos: \$434.03 por tonelada recolectada y \$121.58 por tonelada para disposición final. El presupuesto asignado no permite que la gestión de residuos cuente con los recursos materiales e infraestructura suficientes para ofrecer buenos servicios y alcanzar una cobertura completa en todo el país.

Recomendación 1. Implementar tarifas diferenciadas con aplicación y destino en la misma actividad, que permitan contar con recursos suficientes para una cobertura completa del servicio y mantener y actualizar los equipos y la infraestructura necesarios para el manejo correcto y la valorización de los residuos.

Recomendación 2. Instalación gubernamental de centros de acopio que permitan acercar a la población a mejores esquemas de disposición de residuos separados, incluida la venta de éstos al sector de reciclaje o de manufactura. Este proceso permitirá al gobierno contar con recursos financieros adicionales para la gestión de residuos.

Recomendación 3. El presupuesto necesario para un buen sistema de limpia considera tarifas de recolección diferenciados, ingresos por la venta de materiales recuperados en las plantas de selección y centros de acopio y, en etapas avanzadas, la generación de energía obtenida de residuos con valor térmico, todo ello operado por el gobierno o en esquemas público-privados.

Recomendación 4. Para municipios sin servicio de limpia y con población indígena es necesaria una intervención directa que implemente la recolección de residuos sólidos, principalmente los inorgánicos. Coordinación con el sector privado para dotar conjuntamente a estos municipios de la infraestructura mínima para el manejo de los residuos con potencial de valorización.

Recomendación 5. Aplicación de sanciones para reducir la disposición inadecuada de residuos, como se indica en las leyes correspondientes.

Hallazgo 2

Contar con numerosos sitios de disposición final se considera una buena gestión de residuos; sin embargo, esto es válido sólo cuando se trata de rellenos sanitarios que cumplen con las normas indicadas en la legislación aplicable. Muchos municipios sólo cuentan con sitios no controlados y, en el mejor de los casos, con sitios controlados, pero esto no impide la liberación de residuos plásticos, gases de efecto invernadero o lixiviados al ambiente. Esto incumple la garantía del cuidado y acceso a un ambiente sano establecida en la Constitución.

Asimismo, se identificaron estados cuya disposición final se realiza en rellenos sanitarios ubicados en otras entidades federativas. Estos sitios, aunque cumplen con la regulación ambiental aplicable, operan con criterios regionales específicos, lo que plantea desafíos en materia de trazabilidad, armonización normativa y control interjurisdiccional.

Recomendación 1. La falta de recursos económicos o de capacidad técnica influye directamente en la situación descrita. Además de la recomendación de implementación de tarifas mencionada en la recomendación 1 del hallazgo 1 de este apartado, se recomienda evaluar la disposición de los residuos en el otro municipio que cuenta con rellenos sanitarios comprobables; así se realiza en la Ciudad de México, que no cuenta con ningún sitio de disposición final ni de manejo especial de residuos sólidos urbanos. La tutela de la entidad federativa o de la federación es vital para llevar a cabo esta estrategia.

Recomendación 2. Ante la falta de espacio o de un sitio de disposición final, es necesario recurrir a estrategias como prohibir la recepción de otros residuos, tal es el caso de residuos de evidente valor económico como metales, plásticos del tipo PET, PP, PE y PS, o residuos de la construcción o eléctricos y electrónicos. La correcta aplicación de esta estrategia incluye al sector privado y estrategias de fomento por parte del estado.

Hallazgo 3

Hay municipios con un alto potencial de recuperación de residuos plásticos en razón de sus poblaciones de más de 500,000 habitantes y sus pocos centros de acopio, tal es el caso de Mexicali, Baja California; Reynosa y Matamoros, Tamaulipas; Benito Juárez, Quintana Roo; Centro, Tabasco; Culiacán, Sinaloa, y Saltillo, Coahuila.

Recomendación 1. Convocar al sector privado para que instale centros de acopio o los impulse y les compre el material recuperado, y que el gobierno asuma un papel de garante para que la actividad se sostenga en el largo plazo.

Recomendación 2. Como alternativa, la instalación de centros de acopio por el gobierno, sin participación de ningún otro actor, y que todo el usufructo de la venta de residuos sea para la entidad. Un esquema alternativo posible es celebrar un convenio con un operador, pero debe evaluarse adecuadamente la aplicación para no repetir los esquemas tradicionales de falta de seguimiento y administración errática.

Recomendación 3. Contar con un padrón actualizado de las personas físicas y morales que prestan servicios de recolección privados y de centros de acopio de estos residuos. La coordinación estrecha entre estado y municipio podría generar gobernanza en este rubro, y complementarla con esquemas de información a la población respecto de los sitios y los servicios que ofrecen.

Hallazgo 4

En México hay al menos 150 municipios sin servicios de recolección de residuos, 86 de éstos — localizados en los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz— con una alta población indígena y faltos de la infraestructura que les permita solucionar sus problemas de manejo y gestión de residuos, sobre todo los inorgánicos.

Recomendación 1. La aplicación de estrategias basadas en algún tipo de contenerización es valiosa siempre que se complemente con la recolección periódica para su envío a rellenos sanitarios en otros municipios, y sólo para los residuos inorgánicos.

Recomendación 2. Resolver el acceso a lugares o municipios remotos, pues la conectividad es clave para la solución de problemas en materia de manejo, gestión y aprovechamiento de residuos, entre otros.

Hallazgo 5

Se identificó que la recuperación de residuos posconsumo es baja, pese a las grandes oportunidades de incrementar las tasas de reciclaje y retorno de materiales para la fabricación de nuevos productos.

Recomendación 1. La construcción de una nueva planta de selección debe considerar el impacto de los recuperadores de base en la cadena de valor, toda vez que el riesgo de recibir residuos sin un contenido alto de material para reciclaje vuelve inviable el esquema. Los

subproductos de la planta deben garantizar su operatividad financiera, lo que incluye la producción de CDR, donde el mayor beneficio se obtiene de la generación de energía.

Recomendación 2. Establecer la gestión adecuada de residuos como obligatoria para todas las empresas de recolección privadas, de manera que se extraigan aquellos de valor material o energético asociados a los plásticos y se reduzca la cantidad de los que se envían a relleno sanitario como su destino final.

Recomendación 3. El *e-commerce* y su *delivery* o entrega son actividades que deben regularse de igual forma que las actividades a que obligan los planes de manejo, incluidos esquemas de responsabilidad extendida.

8.2 Actores y recuperación de residuos posconsumo

Hallazgo 6

Los recuperadores de base, que hoy desempeñan un papel importante en el aprovechamiento de los residuos plásticos, son actores informales que extraen los residuos de la basura mezclada y los comercializan en los centros de acopio sin facturación fiscal comprobatorio de la transacción monetaria, situación que impacta a los primeros compradores de la cadena de valor relacionada con el manejo, gestión y recuperación de los residuos debido a la inexistencia de un mecanismo formal que demuestre la adquisición y el origen legal de la materia prima.

Recomendación 1. Atender el tema fiscal desde la primera compra, que permita a los primeros compradores recuperar cualquier cantidad de residuos posible, siempre a través de balances ante la autoridad correspondiente.

Hallazgo 7

Los centros de acopio son clave en la recuperación de residuos más limpios en sus operaciones, residuos cuya fuente son los recuperadores de base, la población y las grandes empresas generadoras de plásticos. Sin embargo, influyen en los costos del material que llega a la industria del reciclaje o la remanufactura, pues en algunas ocasiones incrementan el valor hasta en 100% en cada nivel de actor involucrado.

Recomendación 1. Establecer un mecanismo de comunicación —sin intervencionismo, sólo informativo— que muestre el precio del material en el mercado, el de la materia prima y el de los residuos posconsumo.

Recomendación 2. La instalación de contenedores en vía pública facilita el acopio de recuperadores de base, pero también podrían ser atendidos por centros de acopio o por la industria. Seleccionar el mecanismo podría ser motivo de licitaciones o pudiera estar a cargo del gobierno municipal y ofertar a precio comercial los residuos recuperados.

8.3 Mercado

Hallazgo 8

Los plásticos más reciclados en México son el PET, polietileno de alta y baja densidad, polipropileno y PS, donde el playo es muy solicitado. Los residuos plásticos posconsumo del sector de alimentos son un foco de interés para el reciclaje y al parecer el origen principal de contaminantes plásticos. Todos los plásticos presentan áreas de oportunidad para incrementar la recuperación de residuos posconsumo, pero también siempre hay complicaciones técnicas en su recuperación y reciclaje.

Recomendación 1. Fomentar el uso de las guías APR, que permiten conocer las mejores condiciones para los plásticos en cuanto a etiquetado, tipo de material, color y contenido, además de que auxilian al gobierno y la sociedad en general a identificar los plásticos que mejor reciclan.

Recomendación 2. Diseñar conjuntamente gobierno y sector privado esquemas de atención a la correcta gestión de aquellos plásticos sin interés económico, entre los que se encuentran plásticos rígidos, flexibles, con o sin compuestos químicos como COP, metales pesados, antiestáticos u otras sustancias. Deben promoverse instalaciones adecuadas, que eliminen las prácticas de quema, desensamble o recuperación de materiales en la vía pública o en sitios de disposición final no controlados.

Hallazgo 9

La cadena de valor apoyada en los recuperadores de base requiere de esquemas fiscales que reconozcan este paso y al mismo tiempo permitan al primer comprador adquirir la mayor cantidad posible, además de que puedan contar con seguridad social y condiciones laborales adecuadas.

Recomendación 1. Enfocar esquemas de apoyo social a los recuperadores de base que realizan sus funciones en sitios de disposición final controlados y no controlados, de modo que cuenten con el equipo básico, como el uso de guantes y cubrebocas, para trabajar en mejores condiciones.

Recomendación 2. Que el gobierno cuente con un censo de todos los recuperadores de base que sirva para referir la primera compra de residuos posconsumo por centros de acopio o acopiadores con actividad empresarial regulada.

Recomendación 3. Que el primer comprador tenga la seguridad fiscal de que la compra directa a los recuperadores de base es reconocida en las cantidades reales adquiridas y acordes con los balances presentados.

Recomendación 4. Desarrollar y poner a disposición del público en general los precios de mercado de los residuos posconsumo por tipo de material, origen y condición, de manera que cualquiera pueda conocer el precio real al día para realizar transacciones comerciales. Esto reduce la discrecionalidad y la manipulación de precios por acaparadores.

Recomendación 5. Integrar en el mediano plazo a los recuperadores de base en una planta de selección que permita la recuperación a mayor escala, con la finalidad de reducir el

impacto económico en las plantas ya construidas y en operación derivado del manejo de residuos con poco valor para el reciclaje.

Hallazgo 10

Se considera que las mejores prácticas aportan buenos elementos específicos cuyo conocimiento debe fomentarse y su aplicación expandirse en todos los sectores, incluidos los consumidores.

Recomendación 1. Promover con las cúpulas empresariales la aplicación de las mejores prácticas en cualquier nivel de la cadena de valor y en sus actores, siempre que realicen actividades industriales, comerciales o de servicios.

Recomendación 2. Que el gobierno asuma la difusión de las mejores prácticas entre los consumidores a través de las instituciones destinadas a tal fin, como la Profeco, CONOCER, universidades, centros de capacitación y organizaciones no gubernamentales.

Hallazgo 11

Los residuos de plástico sucios o muy contaminados no permiten su reciclaje o lo encarecen de tal forma que lo hacen un negocio inviable para el reciclador.

Recomendación 1. La instalación de un centro de acopio o de contenedores para la recuperación de residuos de manera separada permitirá la extracción más limpia y en mejores condiciones. Esto mejora la reciclabilidad de los materiales posconsumo y acerca a la población a un mecanismo que les permite disponer adecuadamente de sus residuos e incluso recibir dinero por su venta en dichos centros de acopio. Estas actividades no deben afectar las finanzas de la entidad.

8.4 Marco regulatorio

Hallazgo 12

Los planes de manejo impulsados y exigidos por los gobiernos locales fomentan entre los privados el desarrollo de infraestructura para la recuperación de residuos. Sin embargo, son una medida poco efectiva porque depende de la capacidad del promotor del plan, la unión de esfuerzos es la manera más efectiva de resolver el problema de gestión de residuos porque aprovecha las economías de escala y no se tiene sólo como un trámite más al que debe darse cumplimiento. Este esquema debe utilizarse como una estrategia de solución basada en la economía circular y la responsabilidad extendida mixta.

Recomendación 1. Reconocer los planes nacionales vigentes, implementarlos a escala estatal adecuándolos a las condiciones locales y buscar que su aplicación sea por sector específico: por ejemplo, para el plástico del sector alimentos o automotriz o agrícola, todos los actores deben organizarse en un solo esquema de plan de manejo, acorde con los principios de la responsabilidad extendida y con la participación del gobierno para incidir en el comportamiento de la población.

Recomendación 2. Fomentar que el sector privado se organice y presente un modelo de plan de manejo que responda a condiciones nacionales y resuelva los intereses locales, en el marco de los puntos siguientes:

Que cuente con un estudio técnico-económico en el que se muestren las condiciones de la infraestructura disponible para atender la corriente de residuos de interés, y se señale la infraestructura necesaria para el manejo adecuado de los residuos posconsumo, que facilite la gestión y reincorporación de éstos a los circuitos económicos como materia prima secundaria, coproducto o residuo de interés térmico.

Que incorpore los aspectos de rediseño del producto, cambio de materia prima, rediseño de logísticas y equipamiento de acopio y manejo, remanufactura o reparación para cualquier tipo de plástico, y también que considere el comportamiento de los recuperadores de base y de la población y cubra objetivos nacionales y regionales.

Que los residuos posconsumo de plástico tengan un valor económico alto como para que compita con el de la materia prima virgen, de manera que los precios permitan establecer un mercado de materias primas secundarias competitivo, con acceso real y efectivo a los instrumentos económicos, fiscales o de mercado contemplados por las leyes vigentes.

Que se acepten todas las formas de reciclaje, valorización o aprovechamiento de los residuos, sean térmicas, mecánicas, químicas o de cualquier tipo, siempre y cuando se demuestre que la materia prima resultante es aprovechable en su totalidad, no deja residuos en el proceso y se reintegra a la fabricación de nuevos productos o se aprovecha como energía de cualquier tipo.

Recomendación 3. Establecer un registro nacional confiable, público y actualizado de planes de manejo y su grado de cumplimiento como instrumento clave para fortalecer el monitoreo, la fiscalización y la transparencia en la gestión de residuos en México. Actualmente, los registros estatales y municipales presentan dispersión normativa, duplicidades y vacíos de cumplimiento, lo que limita la trazabilidad y dificulta la evaluación integral del desempeño ambiental de los actores obligados.

Hallazgo 13

Las prohibiciones totales han demostrado ser poco efectivas en el control y presencia de los plásticos en el medio ambiente (todos los plásticos impactan en el ambiente en diferentes formas y magnitudes), pero también los esquemas voluntarios han demostrado ser poco efectivos, pues sólo participan algunos actores, cuando todos contribuyen con la situación actual de manejo, gestión y economía de los plásticos.

Recomendación 1. Fomentar los esquemas de responsabilidad extendida son el nivel siguiente de participación y coordinación entre el sector privado y el gobierno, pero requiere de esquemas que consideren los planes de manejo existentes, sí, pero modificados, así como de esquemas de participación general donde los micro, pequeños y medianos empresarios puedan participar sin poner en riesgo su capacidad y estabilidad financiera y

técnica como para llevarlos al cierre de su empresa, sino que les permita una gestión correcta de residuos posconsumo de cualquier tipo de plástico.

Recomendación 2. La sociedad debe participar de manera obligada porque los consumidores son quienes poseen los residuos y los que tienen a su alcance la opción de disposición, para lo cual el gobierno y el sector privado debe ponerles al alcance la separación de los residuos plásticos para su reciclaje o valorización química o térmica y el gobierno, a su vez, aplicar las sanciones correspondientes como acuerdo a la ley o regulación aplicable.

Recomendación 3. Reconocer la participación del sector privado es una acción de justicia ambiental, para lo cual debe buscarse su colaboración y contribución organizada, homologada y proactiva en la gestión de los plásticos, una colaboración que contribuya con la obligación constitucional de los municipios en el manejo, control, gestión y aprovechamiento químico, mecánico o térmico de los residuos posconsumo de plástico.

Recomendación 4. Fortalecer los esquemas de capacitación y acceso a financiamiento de emprendedores, micro y pequeñas empresas, para mejorar y tecnificar sus operaciones. Son mejoras que pueden alcanzarse a través sólo del gobierno, no del sector privado.

Recomendación 5. En maquinaria y tecnología para el reciclaje, la industria se abastece del mercado internacional, de ahí la conveniencia de que el mercado nacional se active en la fabricación de maquinaria y ofrezca tecnología, equipos y su mantenimiento. Esta estrategia puede también detonarla el gobierno con transferencia tecnológica de países aliados, como Alemania, Dinamarca, Japón y Canadá.

Hallazgo 14

La implantación de los esquemas de responsabilidad extendida, si bien es deseable, todavía no cuenta con una estrategia que reconozca la aplicabilidad del instrumento, las condiciones para hacerlo y los requisitos para su implementación. Para aplicar recursos económicos en la recuperación de residuos, el sector privado requiere de esquemas obligatorios, pero homologados, de aplicación nacional y con esquemas de largo plazo.

Recomendación 1. Formular la Ley de Responsabilidad Extendida en coordinación con el sector privado, pues es el actor a quien se le aplicará esta acción. Esta ley podrá incluir una o varias formas de hacer cumplir la obligación de responsabilidad extendida, que se aplique exclusivamente para residuos de plástico en general, y organizada por aplicación, es decir, alimentos, eléctrico y electrónico, automotriz, agrícola, de construcción, y asimismo que sea de aplicación nacional o regional, y no local, con reglas claras en aspectos como establecimiento de costos, condiciones, actores coparticipantes, mecanismos, vigilancia y administración, entre otros.

Hallazgo 15

Como respuesta a las prohibiciones locales sobre plásticos de un solo uso, diversas entidades federativas han emitido normas técnicas ambientales propias, estableciendo índices mínimos de

contenido reciclado o promoviendo la sustitución por materiales naturales o compostables. Sin embargo, esta fragmentación normativa genera inconsistencias regulatorias y dificulta la armonización con marcos internacionales, lo que afecta la capacidad del sector para demostrar un cumplimiento ambiental verificable.

Esta ausencia de esquemas nacionales homologados dificulta la diferenciación ambiental y la transparencia en la composición de los productos plásticos, lo que limita tanto la competitividad como la trazabilidad en el mercado.

Recomendación 1. Es necesario avanzar hacia el desarrollo e implementación de un sistema nacional de certificación ambiental aplicable a productos plásticos, especialmente en lo relativo al contenido reciclado posconsumo.

9. Conclusiones

9.1 Conclusiones para México

Esta sección se compone de conclusiones que profundizan en las implicaciones y limitaciones del reciclaje de plástico en el país, así como de las áreas clave para fortalecerlo.

Recuperación

La mezcla de residuos durante la recolección, como sucede en los vehículos recolectores del sistema de limpia, provoca una pérdida mayor por plásticos contaminados con residuos orgánicos o con otros líquidos presentes en los residuos sólidos urbanos o de manejo especial. Todo esto impacta en la capacidad de reciclaje de esos residuos.

La participación de los recuperadores de base en vehículos recolectores y en los sitios de disposición final, que extraen una parte importante de plástico de la corriente de residuos generales, se ha analizado sólo como un problema social, una actividad informal sin relación con la problemática fiscal que enfrentan los industriales en la primera compra o el impacto en las plantas de selección al recibir residuos con poco valor e interés para el reciclaje material. Todos éstos son aspectos que deben evaluarse más a detalle.

Los centros de acopio son actores clave que, además de formalizar el mercado del plástico, facilitan el reciclaje al realizar una selección a detalle, por tipo de material, de los residuos recuperados, aunque esta actividad también incrementa los precios de los residuos posconsumo para la recuperación y reciclaje finales.

El reciclaje de residuos posconsumo que estuvieron en contacto con alimentos es la consideración más importante cuando se reciclan envases de este sector. Otros residuos pueden contener retardantes de flama o antiestáticos o algún aditivo con metales pesados o materiales químicos peligrosos utilizados en otras aplicaciones, de modo que su reciclaje no es adecuado para incorporarlos a nuevos productos de la industria alimentaria.

Las transacciones de compraventa de materiales, que incluyen desde el recuperador de base hasta todos los participantes de la cadena de valor, se realizan a precios comerciales. Siempre que los residuos tengan un buen valor económico implícito, es decir, que con pocas unidades se complete un kilogramo y éste tenga un buen precio de mercado, serán innecesarios los precios de garantía para asegurar la recuperación de los materiales.

La formalización fiscal en la recuperación de residuos plásticos debe ocurrir en el momento en que el recuperador de base vende al primer comprador, el cual debe demostrar a la entidad fiscal que adquiere los materiales de una fuente formal. Pero esta situación no sucede en la realidad, de ahí que se requiera de mejores estrategias fiscales y de apoyos gubernamentales al respecto. Es probable que el registro de todos los recuperadores de base y los grandes acopiadores no registrados permita reconocer la fuente de residuos y la adquisición sin límites por el primer comprador.

Los centros de acopio son una infraestructura donde el material se compra y vende a precio comercial; sin embargo, se cuestiona su funcionalidad porque los costos del material se incrementan a cada cambio de nivel en la escala de acopiadores hasta llegar al reciclador, lo que carga al material con un sobre costo antes aun de aplicar los costos propios del reciclaje (separación, lavado, triturado y peletización).

Los grandes acopiadores o centros de acopio son el punto en la cadena de valor donde se formaliza fiscalmente la extracción de residuos posconsumo de plástico, y a partir de los mismos se puede regularizar la actividad y trazarse el origen y destino de los residuos.

Las grandes empresas y dueños de marca cuentan con una cadena de valor donde los proveedores son regulares y presentan cierta fidelidad, además de que guardan una estrecha relación con recuperadores de base o con la población.

La obligación de instalar puntos de retorno en los planes de manejo ha demostrado poca efectividad cuando están dentro de una tienda. Dichos puntos deben asociarse preferentemente a centros de acopio, que han demostrado ser el punto natural de compraventa de residuos de plástico, aunque su efectividad está relacionada estrechamente con residuos plásticos de valor económico, es decir, no funciona para todos los residuos plásticos.

Reciclaje

En términos de consumo aparente —por lo tanto, de generación de residuos de resinas TP—, durante 2022 en el país se encontró al PP en primer lugar, con 1,468 kt (22% del total). En segundo lugar se encontró al PEBD-L, con 1,231 kt (18% del total). Otras resinas, entre las que se encuentran las de ingeniería, registraron un consumo aparente de 1,135 kt (17% del total), seguidas por el PEAD con 1,116 kt (17% del total), el PET con 740 kt (11% del total), el PVC con 620 kt (9% del total) y finalmente el PS con 385 kt (6% del total). En este sentido, las estrategias de recuperación y reciclaje deben estar alineadas y aplicando igualmente las inversiones y esfuerzos correspondientes para reducir su impacto y mejorar su circularidad.

De acuerdo con el uso industrial final de resinas TP en México durante 2022, se encontró que la categoría de usos convencionales de plástico es la más importante, pues se utilizaron 4,534 kt de resinas TP en su producción (68% del total). En esta categoría, las resinas más importantes son el PP, PE y PET debido a su uso en la producción de empaques y embalaje y otros usos convencionales. En segundo lugar se encuentra la categoría de usos en la producción de aparatos eléctricos y electrónicos, en el que se utilizan 903 kt de resinas TP (14% del total). En esta categoría, las resinas de ingeniería (otras) son las más importantes por su resistencia al calor, dureza, rigidez, etc. A continuación se encuentra la categoría de construcción y demolición, en la que se utilizaron 690 kt de resinas TP (10% del total), y el PVC es la resina más importante por su uso como material de construcción. Finalmente se encuentra el uso de plástico en el sector automotriz, en el que se utilizaron 568 kt de resinas TP (8% del total). En esta última categoría, las resinas de ingeniería (otras) también son las más utilizadas.

Es paradójico que el uso de tintas, la mezcla de diferentes tipos de plástico y la contaminación por etiquetado promuevan que el reciclaje se realice a través de la producción de bienes de color negro. Esta acción permite homogeneizar el color y ocultar las diferencias originadas por el tiempo, el deterioro de la materia prima o los cambios de color; sin embargo, los residuos posconsumo de color negro difícilmente se reciclan debido a que el común de los equipos de detección infrarroja utilizados en la industria no identifican los diferentes tipos de plástico en residuos posconsumo negro. Por lo general, estos materiales no son reciclados para el mismo producto, de modo que terminan en productos con menos requerimientos técnicos y visuales.

En términos generales, las autoridades y la sociedad consideran positivo el impacto de los recuperadores de base, porque el material se recupera con limpieza y alta calidad y la actividad se realiza cerca de la fuente. El problema es que no se resuelvan las condiciones sanitarias en las que se realiza esa actividad, que suelen ser deficientes, insalubres y riesgosas para las personas que las realizan.

Una planta de selección que recibe residuos con poco valor para el reciclaje, muy contaminados o sucios, reduce las posibilidades de reciclaje y requiere de inversión continua y constante que la condena a ser un elefante blanco, donde el único destino viable de sus residuos es el aprovechamiento térmico para generación de energía. Lo recomendable sería transformar esas infraestructuras subutilizadas en plantas con mayores beneficios.

La actividad de los recuperadores de base tiene efectos colaterales en la cadena de valor; por ejemplo:

- Es una actividad irregular que no emite recibos o facturas, ni establece contratos.
- Generalmente se apoya en la infraestructura pública, sea un vehículo recolector, un contenedor o un sitio de disposición final.
- Recoge los residuos con más valor de mercado, lo que influye en la eficiencia y balance financiero o rentabilidad de cualquier planta de selección.

- Utiliza sólo el residuo con valor y deja libre en el ambiente el resto de materiales; es el caso del plástico de los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos, ignorado mientras se extraen los metales de mayor valor.

Gestión de residuos

El sector público debe generar las condiciones para que los residuos reciclables no lleguen a los SDF. El país debe avanzar en la separación: pasar de residuos orgánicos e inorgánicos a una separación más intensa y acorde a las necesidades reales del medio ambiente, la industria y la sociedad. Debe seguirse una planeación preestablecida y organizada, complementada con una operación correcta y, sobre todo, con seguimiento y aplicación efectiva —y sin distinguos— de sanciones.

Los sistemas de gestión integral de residuos en países avanzados tienen como principales fuentes de ingreso y recursos económicos la aplicación de tarifas, la venta de materiales recuperados para reciclaje y la generación de energía eléctrica. En México, la aplicación de tarifas es prácticamente inexistente y los sistemas de limpia carecen de recursos económicos suficientes para proporcionar servicios de gestión integral adecuados; tampoco se cuenta con plantas de incineración, y los residuos de valor material son separados por actores independientes del encargado de la recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

En los sitios clasificados como SC y SNC, la recuperación de residuos plásticos se lleva a cabo habitualmente en condiciones muy precarias, y el material recuperado no presenta las mejores condiciones para su reciclaje por estar contaminado con otros residuos que le confieren olor y color, además de la intemperización que lo volvió quebradizo. El material que presenta olor evidente e intemperización ya no es útil, su recuperación para reciclaje se vuelve prácticamente imposible por los altos costos de lavado y el uso de tecnología sofisticada para limpiarlo, aunque su alto valor calórico lo recomienda para la sustitución de combustibles fósiles en plantas de incineración. Son materiales que pueden aprovecharse siempre en una estrategia de beneficio nacional.

La planeación de la infraestructura para el reciclaje parte de un diagnóstico confiable de la generación y composición de los residuos sólidos en los municipios del país y de cuántos de estos residuos están llegando a los SDF. Sin embargo, se tienen muy pocos estudios de generación y composición en México, por lo que se debe fortalecer su realización. Para ello, un periodo de tiempo recomendable es cada diez años, y con base en una norma que considere los requerimientos actuales y normalice el desarrollo de estos trabajos considerando las distintas condiciones en que se generan, manejan, reciclan y disponen los residuos en México.

Hay estados que por el tamaño de su población requieren de mayor o mejor infraestructura para el manejo y aprovechamiento de sus residuos, como son el Estado de México, Puebla, Guanajuato, Chiapas y Oaxaca. Ahora bien, el hecho de contar con más infraestructura o la mejor tecnología no necesariamente significará una mejor gestión. Algunas metrópolis como la Ciudad de México han realizado importantes esfuerzos para mejorar la valorización de sus residuos mediante la construcción de nueva plantas de selección y la promoción de tecnologías innovadoras, esto sin dejar de lado que la entidad no cuenta con sitios de disposición final ni que su gestión adecuada de

residuos le permite tener pocos residuos libres en las vías públicas, y con todo ello se padecen inundaciones por la presencia de residuos.

El otorgamiento de una contraprestación o dádiva (productos o dinero) por la entrega de residuos incrementa la recuperación, no es efectivo en el tiempo y queda sujeto a una dependencia total de presupuestos asignados o de acuerdos entre el gobierno y algunos privados. Esto limita la responsabilidad ambiental de la población, y los datos demuestran una recuperación que, además de limitada, no resuelve los problemas de capacitación ni mejora las operaciones en escala.

Un elemento importante para mejorar la limpieza de los residuos posconsumo es la contenerización en las zonas urbanas, rurales o incluso indígenas, por ser una infraestructura que facilita la actividad de los recuperadores de base o pepenadores y, aunque informal, apoya el esquema de recuperación y reciclaje, principalmente de PET, PP, PEAD y PEDB.

Marco regulatorio

El incremento de la regulación local, que prohíbe la comercialización en los diferentes estados del país, presenta varias discrepancias, a saber:

- No hay homologación entre la regulación nacional y la local, lo que provoca que la inversión privada sea mayor, pues las condiciones regulatorias y trámites, en gran medida por el etiquetado requerido, la llevan a elaborar productos exclusivos de aplicación en un solo estado.
- La regulación, al no contar con una aplicación generalizada o al menos regional, provoca un intercambio de bienes y servicios entre estados que diluye o minimiza el efecto de las acciones restrictivas de una localidad respecto de la otra.
- Las prohibiciones no han reducido la producción de plásticos de un solo uso, y la infraestructura pública no ha crecido para atender el problema. Lo único que ha aumentado es la presentación de planes de manejo, pero empresa por empresa, lo que disgrega los esfuerzos económicos, confunde los mensajes y da preferencia a los esquemas de difusión más que a los de recuperación en volumen y el reciclaje.

Los planes de manejo o estrategias de cobertura nacional permiten homologar los esfuerzos de los actores, pero requieren del reconocimiento local. En su estructura actual, pierden efectividad al considerárseles como instrumentos voluntarios o sólo un trámite. Con algunas modificaciones, este instrumento puede convertirse en una opción de cumplimiento en esquemas de responsabilidad extendida, aprovechar las economías de escala y las diversas opciones tecnológicas para la valorización química, mecánica o térmica, y socializar la participación de la industria con la reducción de la desigualdad en los aspectos financieros y operativos.

Las prohibiciones se han aplicado de manera diferenciada, con especial enfoque en las tiendas de autoservicios, de conveniencia, centros comerciales o departamentales y grandes marcas. Esta aplicación diferencial de sanciones y prohibiciones desmotiva y, luego, fomenta el incumplimiento de las regulaciones.

El siguiente cuadro fue retomado de los estudios de plásticos para Canadá y Estados Unidos, ya mencionados en el presente estudio y publicados por la CCA; conservamos su estructura original para facilitar la relación de estas barreras y acciones —principalmente en lo referente a recursos humanos, materiales y financieros— con los elementos que se identificaron en este estudio para México.

Cuadro 36. Barreras a la circularidad para el manejo de plásticos en México – Soluciones sugeridas

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
No hay recursos financieros suficientes para la gestión integral de los residuos, considerando recuperación, manejo, operación, valorización y disposición final	Prácticas de financiamiento insostenibles sin generación de recursos financieros propios. Los gobiernos locales deciden aplicar los recursos disponibles del presupuesto asignado y lo que logran obtener de programas de financiamiento nacional o internacional. Una visión de infraestructura pública sin retorno de inversión, que no cuenta con recursos suficientes para su operación y mantenimiento, ni recupera el valor económico de los residuos.	Desarrollo y aplicación de tarifas diferenciadas en los servicios de recolección y limpia, que permita el equilibrio financiero del sistema y considere las diferencias socioculturales en su aplicación. Implementación de esquemas de recuperación del valor económico de los residuos con inversión del gobierno federal o internacional y para beneficio del propio sistema. Contar con sistemas integrados de control y vigilancia de los generadores.	Gestionar con los gobiernos locales la aplicación de tarifas unificadas en todo el país, que considere las necesidades locales y responda a las condiciones socioculturales de cada estado o municipio. Asegurar que los proyectos de inversión que ya consideran estudios de retorno de capital sean reales y se lleven a cabo, con el desarrollo de los mecanismos de control, vigilancia y sanciones para casos de incumplimiento.
La infraestructura es irregular e insuficiente en muchos municipios del país	Las capacidades técnicas y económicas de los municipios son desiguales y no permite la	Una Comisión Nacional de Residuos podría contribuir a homologar la infraestructura para la gestión de residuos, que	El diseño y creación de una Comisión Nacional de Residuos con funciones de apoyo técnico en el corto plazo, de garante de

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
	construcción de la infraestructura mínima para la gestión de residuos	en sus primeros años aporte elementos técnicos de apoyo a los municipios que no han desarrollado esa capacidad.	proyectos de inversión con control total en el mediano plazo y, en el largo plazo, de organismo operador con presencia en cada entidad. Que permita, en fin, reducir la desigualdad y asegure los recursos y la infraestructura suficientes para la gestión de residuos.
	No hay infraestructura que permita la recuperación y manejo de residuos en zonas rurales con alta presencia de población indígena	Cuando haya vías de comunicación suficientes, instalar centros de acopio o contenedores que funcionen como estaciones de transferencia con una adecuada frecuencia en la recolección. Esto podría aportar los elementos técnicos suficientes para mantener la salud ambiental y social de los municipios.	Diseño y apoyo para la aplicación de cada proyecto en las zonas con nula infraestructura, y analizar, en función de las vías de comunicación, los elementos materiales necesarios para implementar el proyecto.

9.2 Conclusiones compartidas con Canadá y Estados Unidos

En diciembre 2024, la CCA publicó un estudio y su respectivo resumen ejecutivo sobre esta corriente de residuos para Canadá y Estados Unidos.² Ambos documentos incluyen una sección dedicada a las barreras que dificultan el reciclaje de la corriente de residuos objeto del presente documento. Referente a México, se puede concluir que dichas barreras presentan similitudes significativas y se comparten con las identificadas en los otros dos países.

En particular, México tiene barreras adicionales, que se incluyen en esta sección. Identificada la información correspondiente al país, es importante comentar que hay estados, municipios o grandes productores que pueden implementar las recomendaciones planteadas por Canadá o

² El resumen ejecutivo en español y el estudio técnico completo en inglés están disponibles en los siguientes enlaces: www.cec.org/es/publications/oportunidades-en-relacion-con-el-manejo-de-residuos-de-plastico-en-canada-y-estados-unidos/ y www.cec.org/publications/milestone-study-on-plastics-waste-management-in-the-us-and-canada-2/.

Estados Unidos, sin dejar de atender los temas mencionados en la sección de hallazgos y recomendaciones de este estudio.

Las conclusiones extraídas del estudio de la CCA (2024) para Canadá y Estados Unidos se presentan en los cuadros 37-40 que aparecen a continuación. El código de colores es rojo para las dos columnas de la izquierda que describen los desafíos y barreras para la circularidad, y el verde para las dos columnas de la derecha con las soluciones sugeridas. En la parte superior de cada cuadro, las banderas de Canadá, Estados Unidos y México se utilizan para indicar a qué nación se aplica. El texto referente a barreras, causas o soluciones comunes que inciden en los tres países aparece en cursiva y negrita. El texto sólo relevante para México aparece en tipología normal y negrita.

Cabe señalar que hay cierta repetición en el contenido de los cuadros. Esto se debe a que las barreras a la circularidad obedecen a múltiples razones, y las acciones de política pública pueden servir como soluciones para superar más de una barrera. Las recomendaciones de políticas más comúnmente presentadas incluyen:

- **La responsabilidad ampliada o extendida del productor (REP)** es un enfoque de política medioambiental en el que los productores asumen la responsabilidad financiera de gestionar los envases que comercializan al final de su vida útil. Se puede aprovechar para promover de varias maneras la circularidad, incluida la introducción de objetivos de recolección y reciclaje, la modulación de las tarifas de los productos REP para incentivar la inclusión de contenido reciclado y el diseño para el reciclaje, así como el uso de fondos de REP para financiar inversiones en infraestructura, educación y divulgación.
- **Un sistema de devolución de depósitos (DRS)** —también llamado “sistema de depósito de contenedores” “depósito reembolso” o “factura de botella”— coloca un depósito monetario en un producto, pagado por el consumidor en el momento de la compra, que se reembolsa cuando el consumidor lo devuelve a un lugar designado para su reutilización o reciclaje. Aprobar un DRS en jurisdicciones en las que no existen otros puede ayudar a aumentar el volumen de botellas de plástico recolectadas en el país y, por lo tanto, mejorar la disponibilidad de materia prima de reciclaje de alta calidad. El DRS también suele conducir a mejores números debido a un mayor seguimiento de los productos comercializados.
- Los objetivos de contenido reciclado podrían ayudar a reorientar la cadena de valor de los plásticos, y alejarla de su dependencia histórica de los plásticos vírgenes hacia el uso de más material reciclado. Ello proporcionaría a los recicladores una clara señal de mercado al crear una demanda y precios estables para el plástico reciclado. También se pueden utilizar para impulsar la innovación y superar desafíos relacionados con algunos plásticos difíciles de reciclar, como las películas flexibles. Como tal, un primer paso sería evaluar en qué medida el contenido reciclado podría aplicarse a diferentes materiales de envasado, después plantear objetivos ambiciosos pero factibles y, por fin, legislar sobre requisitos mínimos de contenido reciclado para aumentar la demanda de plásticos reciclados.
- Hay objetivos de otro tipo, más allá de los de contenido reciclado, que pueden ayudar a mover la industria de los envases de plástico hacia la circularidad. Esto incluye objetivos

para disminuir las fuentes de plástico, reutilizar envases de plástico de un solo uso y reducir los plásticos vírgenes de origen fósil en los envases. Casi todos los objetivos podrían formar parte de la responsabilidad ampliada del productor o introducirse como políticas separadas, según se adapten al contexto legislativo.

Cuadro 37. Barreras a la circularidad y soluciones en los tres países - Embalajes

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
<i>Alta eliminación de envases de plástico en comparación con el reciclaje:</i> <i>En Estados Unidos y Canadá, debido a las bajas tasas de reciclaje, 20.6 millones de toneladas de material de embalaje de plástico se eliminan en lugar de reciclarse.</i> Para México, 5,012 kt de envases se eliminan en lugar de reciclarse.	<i>Diseño para un solo uso:</i> <i>La mayoría de los envases de plástico se diseñan para aplicaciones de un solo uso. Los desechos plásticos resultantes a menudo terminan en vías lineales (no recicladas ni reutilizadas). Este problema se ve agravado por la eliminación inadecuada por parte de los consumidores y la mala gestión de los vertederos.</i>	<i>Sustituir siempre que sea posible los envases de un solo uso por reutilizables para reducir la necesidad de gestionar residuos de envases de un solo uso.</i>	<i>Llevar a cabo un estudio para identificar en qué lugares y en qué contextos (por ejemplo, alimentos y bebidas, compras en línea, entrega, envasados) se está utilizando y probando el reúso. Cuando sea adecuado, establezca asociaciones entre el sector público y el privado para invertir en infraestructura de reutilización (por ejemplo, instalaciones de lavado, sistemas de recolección, etc.), tiendas de envases de cero residuos y proyectos piloto.</i>
			<i>Investigue objetivos adecuados para la reducción de fuentes de plástico y la reutilización de envases de plástico de un solo uso y utensilios de servicio de alimentos. Cuando proceda, establezca estos objetivos.</i>
			<i>Integrar los requisitos de reutilización y el financiamiento en la legislación estatal de REP y depósito reembolso.</i>

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
			Identifique los tipos de envases para los que las prohibiciones o los impuestos serían medidas apropiadas (asegurándose de considerar el impacto de los materiales sustitutos). Identificar los tipos de envase que se beneficiarían de los programas de subvenciones para proyectos de reutilización o recarga. Realizar un estudio para revisar y evaluar los estándares de reutilización actuales. Después de esto identifique las necesidades y recomiende o desarrolle estándares cuando sea apropiado. Desarrollar una regulación que fomente la reutilización protegiendo la responsabilidad.
Disponibilidad limitada de plástico reciclado: La calidad y la cantidad insuficientes de plástico reciclado para volver a envasar significan que la dependencia del plástico virgen sigue siendo alta. Es mayor la demanda que la oferta de este material.	La calidad y la cantidad insuficientes de material reciclable y un mercado volátil pueden obstaculizar la industria del reciclaje y limitar la producción de plástico reciclado: Los problemas con la recolección de plásticos limpios y reciclables conducen a una calidad y cantidad insuficientes. Para México, la mezcla de residuos durante la recolección provoca	Aumente el volumen y la calidad del plástico reciclado para volver a convertirlo en envases.	Desarrollar políticas para incentivar y permitir mayores actividades de reciclaje, incluida la mejora de la recolección y clasificación. Considerar la inversión y los proyectos piloto para acelerar la tecnología de reciclaje químico dirigida a los desechos plásticos no aptos para el reciclaje físico. Evaluar dónde y en qué medida se podría aplicar el contenido reciclado a diferentes materiales de

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
	una pérdida mayor de residuos plásticos con potencial de reciclaje.		envasado, luego desarrollar objetivos y legislar sobre los requisitos mínimos de contenido reciclado para aumentar la demanda de plásticos reciclados.
		Desacople el precio del plástico reciclado del plástico virgen.	Considere aplicar impuestos sobre el plástico virgen. Revisar y evaluar el éxito de esos impuestos en otras jurisdicciones y evaluar la idoneidad de los mismos.
			Implementar requisitos mínimos de contenido reciclado para aumentar la demanda de plásticos reciclados.
			Apoyar los proyectos de ley de REP propuestos que incluyan objetivos de contenido reciclado.
			Si es posible, considere aplicar aranceles de importación a materiales vírgenes de origen fósil para mejorar la viabilidad económica de los materiales reciclados nacionales.
Uso limitado de plástico reciclado en relación con el alto uso de plástico virgen: Existen impactos ambientales y sociales negativos asociados con el uso de material virgen, que se utiliza en cantidades cada vez mayores para el embalaje. El uso de contenido reciclado se	El plástico reciclado plantea más desafíos en comparación con el plástico virgen económico: Los plásticos vírgenes son un material relativamente económico y liviano que se usa ampliamente en el embalaje. Los mercados volátiles hacen que la industria	Optimice el diseño de empaques de plástico para eliminar volúmenes innecesarios en los diferentes tipos que circulan en el mercado.	Investigar y aprobar legislación que exija la reducción del espacio de cabeza (es decir, reducir el espacio vacío dentro del empaque) y el tamaño correcto para todos los empaques. Aprobar una legislación para reducir las envolturas de plástico (es decir, la película de plástico que cubre productos como los

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
limita a un pequeño número de aplicaciones y se utiliza en cantidades relativamente pequeñas.	del reciclaje sea menos atractiva para los posibles inversores. Cuando los precios del petróleo son altos, también lo son los precios del plástico virgen, y el plástico reciclado puede ser más competitivo. Pero cuando los precios del plástico virgen bajan no pueden competir con los del plástico reciclado. Esto puede disminuir el precio del material plástico secundario, haciendo menos rentable a la industria del reciclaje.		agrícolas, carne o refrescos, por ejemplo) exigiendo que se usen sólo cuando sea “necesario” y que se reduzcan siempre que sea posible.
		Aumentar el volumen y la calidad de los plásticos reciclados.	Desarrollar políticas para incentivar y permitir mayores actividades de reciclaje, incluida la mejora de la recolección y la clasificación.
			Considerar la inversión y los proyectos piloto en la tecnología de reciclaje químico dirigida a abordar los desechos plásticos no aptos para el reciclaje físico.
			Revisar y evaluar el éxito de los impuestos sobre plásticos vírgenes en otras jurisdicciones y evaluar la idoneidad de los mismos.
			Evaluar dónde y en qué medida se podría aplicar el contenido reciclado a diferentes materiales de envasado, y luego desarrollar objetivos y legislar sobre los requisitos mínimos de contenido reciclado para aumentar la demanda de plásticos reciclados.
			Desarrollar un estándar de Canadá, Estados Unidos y México para permitir la alineación interjurisdiccional en la medición del contenido de reciclado.

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
			Establezca objetivos y empaques de transición para aumentar el uso de contenido reciclado. Esto apoyaría a la industria con la estandarización de las especificaciones de reciclado (por ejemplo, las que desarrolla actualmente la Alianza para Acabar con los Residuos Plásticos) y el enlace con el Comité Europeo de Normalización (CEN) sobre los estándares que está revisando y desarrollando Europa con el fin de apoyar la Estrategia Europea para los Plásticos en la Economía Circular.
		Aumentar el uso de envases de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no biodegradables. Mejore el comportamiento de reciclaje de los consumidores mediante de una mejor educación. Cree un etiquetado preciso y consistente. Armonizar o estandarizar los materiales que se pueden reciclar en una región o jurisdicción para mitigar la confusión del consumidor.	Investigar y establecer objetivos para la reducción de plásticos vírgenes de origen fósil en los envases. Esto podría ser parte de la REP o de una legislación separada, según se adapte al contexto legislativo, y llevarse a cabo junto con las recomendaciones de los estudios de residuos de bioplásticos y residuos de papel de la CCA.
			Revisar y evaluar el éxito de los impuestos vírgenes en otras jurisdicciones y evaluar la idoneidad de los impuestos sobre plásticos vírgenes.
			Desarrollar políticas para incentivar y mejorar las tasas de recolección y reducir la contaminación.

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
			<i>Invertir en y realizar proyectos piloto para desarrollar sistemas de recolección de películas flexibles y otros desechos plásticos que históricamente no son objetivo de los recicladores físicos, pero que son una materia prima creciente para el reciclaje químico.</i>
		<i>Aumentar el uso de envases de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no biodegradables.</i>	<i>Iniciar discusiones colaborativas con las partes interesadas sobre la coherencia del etiquetado.</i>
			<i>Aprobar una ley federal que exija afirmaciones de reciclabilidad precisas y transparentes en las etiquetas de los productos (por ejemplo, actualizaciones de las Guías Verdes de la FTC).</i>

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
Baja calidad de los plásticos recogidos para su reciclaje debido a la contaminación	<i>Requisitos de reciclaje inconsistentes en diferentes jurisdicciones:</i> <i>Los requisitos de reciclaje inconsistentes en diferentes jurisdicciones (incluso en el nivel subnacional) han dado lugar a confusión entre los consumidores con respecto a qué artículos son reciclables. Esta inconsistencia también plantea desafíos para crear mensajes o etiquetas uniformes, ya sea en el empaque del producto o en los contenedores de desechos, para educar a los consumidores sobre las opciones de eliminación correctas y las prácticas de reciclaje.</i>	<i>Mejore el comportamiento de reciclaje de los consumidores mediante una mejor educación.</i> <i>Cree un etiquetado preciso y consistente.</i> <i>Armonizar o estandarizar los materiales que se pueden reciclar en una región o jurisdicción para mitigar la confusión del consumidor.</i>	<i>Investigación y desarrollo para mejorar el etiquetado de códigos de identificación de resina (RIC) y así evitar confusiones.</i>
			<i>Aumentar la aplicación para incentivar el reciclaje correcto (por ejemplo, multas por eliminación inadecuada).</i>
<i>Disponibilidad limitada de datos:</i> En México, existe una disponibilidad limitada de datos sobre el tratamiento al final de la vida útil de los plásticos y las capacidades de procesamiento de las instalaciones, lo que significa que se carece de información detallada sobre los tonelajes de diferentes materiales en circulación que ingresan al flujo de desechos frente a los	<i>Falta de requisitos estandarizados de notificación de residuos:</i> En Canadá, Estados Unidos y México faltan requisitos estandarizados y mínimos de informes de residuos. Además, hay una falta de incentivos para reportar datos. <i>Además, a menudo hay poca disponibilidad de datos en torno al sector informal, que está activo especialmente en partes de Estados Unidos y en México.</i>	<i>Implementar estándares de caracterización de residuos en los tres países.</i>	<i>Desarrollar orientación e incentivos potenciales para la notificación de desechos y orientación sobre la realización de caracterizaciones de desechos.</i>
		<i>Implementar la responsabilidad extendida del productor.</i>	<i>Fomentar la responsabilidad extendida del productor, bajo la cual los productores estarían obligados a informar datos de ventas y rendimiento.</i>
		<i>Implementar en más áreas los sistemas de devolución de depósito (DRS).</i>	<i>Apoyar la promulgación de DRS en más estados o en toda la nación. Por lo general, el DRS conduce a mejores datos debido a un</i>

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
que escapen al medio ambiente, y los flujos de material dentro de los flujos de desechos, incluida la forma en que finalmente se procesan.			mayor seguimiento de los productos colocados en el mercado a lo largo de la cadena de valor de los residuos. Además, es necesario garantizar que el DRS opere de acuerdo con la misma lista de materiales fundamentales para aumentar la estandarización de la gestión de residuos.
Reciclaje mínimo de plásticos flexibles multimateriales: En la actualidad hay una tasa de reciclaje casi insignificante de plásticos flexibles multimateriales.	Falta de infraestructura para clasificar y procesar flexibles multimateriales: Existe una grave falta de infraestructura para clasificar y procesar plásticos flexibles de múltiples materiales, específicamente la que puede procesarlos sin enfrentar problemas de contaminación.	Fomentar la reducción de la fuente mediante la implementación de una prohibición de los plásticos flexibles multimateriales para envases donde existe una alternativa más circular.	Llevar a cabo un estudio sobre qué plásticos flexibles multimateriales son más problemáticos y qué alternativas podrían utilizarse si se implementara una prohibición.
		Mejorar el diseño del producto para facilitar el reciclaje.	Establecer requisitos de diseño para películas flexibles que permitan una clasificación y reciclaje más fáciles (por ejemplo, flexibles de un solo material).
			Apoyar y aumentar las subvenciones para investigación y desarrollo en el diseño mejorado de envases para reciclabilidad.
		Aumentar la infraestructura que puede clasificar y procesar plásticos flexibles de múltiples materiales.	Invertir en tecnología, investigación y desarrollo e instalaciones piloto. Alentar al liderazgo federal por cuanto a definir el reciclaje químico para estandarizar la industria.

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
Bajo contenido de reciclado en envases de grado alimentario: En relación con otros envases, hay un uso especialmente bajo de contenido reciclado en los envases de grado alimentario.	Falta de materia prima adecuada: Existe una falta de infraestructura que pueda producir resina reciclada de grado alimentario fuera de las botellas de PET, ya que la calidad del material que alimenta a estos procesadores no es lo suficientemente pura.	Orientar a la industria sobre qué tecnología o métodos de producción pueden lograr contenido reciclado de grado alimentario.	Trabajar con la industria para alinearse con los requisitos necesarios para el contenido reciclado de grado alimentario (junto con los bioplásticos).
		Aumentar la infraestructura que puede crear resina reciclada de grado alimentario.	Fomentar la inversión y estudios piloto en tecnologías de reciclaje de grado alimentario.
Comparaciones poco fiables entre jurisdicciones: Falta de claridad sobre cómo se comparan las tasas de reciclaje entre jurisdicciones.	Falta de una metodología coherente para medir las tasas de reciclaje o el contenido reciclado: No existe una metodología consistente para medir las tasas de reciclaje o el contenido reciclado en Canadá, Estados Unidos y México.	Publicar una guía estándar sobre cómo se deben calcular las tasas de reciclaje y el contenido reciclado en América del Norte.	Iniciar discusiones colaborativas sobre métodos de cálculo para las tasas de reciclaje y el contenido reciclado con las partes interesadas.

Cuadro 38. Barreras a la circularidad en los tres países y soluciones - Construcción y demolición

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
Aumento del uso de plástico virgen en la construcción: En Canadá y Estados Unidos se utilizan cada vez más cantidades de plásticos de combustibles fósiles en materiales de construcción. En México, todo el plástico utilizado como material de construcción es de origen fósil.	Los plásticos suelen tener un costo más bajo que los materiales de construcción alternativos: Los plásticos son un material relativamente económico y liviano que se utiliza cada vez más en la construcción.	Aumentar el uso de plásticos con contenido reciclado en lugar de plásticos vírgenes de combustibles fósiles.	Invertir en investigación y desarrollo y proyectos piloto centrados en aumentar el uso de plásticos de contenido reciclado en la construcción.
		Aumentar el uso de sustitutos de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no biodegradables.	Invertir en investigación y desarrollo y proyectos piloto centrados en aumentar el uso de plásticos de base biológica en la construcción.
Reutilización mínima de residuos plásticos de construcción y demolición: Hay una baja reutilización de los desechos plásticos de construcción y demolición en relación con otros tipos de desechos plásticos.	Difícil separar el plástico en los desechos de construcción y demolición de otros materiales mixtos.	Fomentar el diseño para el desmontaje.	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) planes de construcción que incorporen consideraciones de EOL en sus planes.
			Investigación y desarrollo de métodos de construcción que permitan una fácil clasificación de EOL, incluso para componentes de plástico. Involucrar a las partes interesadas de la cadena de valor en una colaboración precompetitiva para comprender las necesidades de uso y las opciones de EOL.
		Requerir separación de fuentes en el sitio.	Establecer requisitos de separación en origen de materiales para su reutilización y reciclaje en sitios de construcción y demolición.

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
	<i>Difícil de almacenar materiales de construcción usados durante largos periodos de tiempo debido a su gran tamaño.</i>	Aumentar el almacenamiento de materiales de construcción.	Ofrecer subvenciones para centros locales de reutilización de recursos de construcción que almacenan y venden materiales de construcción usados para permitir el almacenamiento y la reutilización.
	<i>Es difícil acceder a los materiales usados de otros proyectos de construcción debido al tamaño, los plazos del proyecto y la falta de conocimiento sobre qué materiales están disponibles.</i>	Facilitar la conexión o accesibilidad a materiales plásticos reutilizables para fomentar la reutilización adaptativa.	Apoye e invierta en redes de reutilización que proporcionen una base de datos centralizada en línea de qué materiales están disponibles y de su estado y ubicación. Para Mexico, considerar los planes de manejo de la industria de la construcción y la regulación local para reciclaje de residuos de la construcción y demolición.
	<i>Posibles preocupaciones sobre la responsabilidad o el estado del material en relación con la integridad estructural que aumenta la fricción para reutilizar materiales plásticos en la construcción.</i>	Crear un estándar o sistema de verificación que brinde confianza a la industria en la reutilización del material plástico. Para México considerar los residuos de la construcción y demolición y la regulación local para el reciclaje de escombros.	Aclarar, primero, los estándares de prueba de materiales para la reutilización y, después, la responsabilidad en torno al uso de materiales de segunda mano en la construcción.
<i>Baja tasa de reciclaje de plásticos a partir de residuos de la construcción y</i>	<i>Difícil de separar para su reciclaje:</i>	Fomentar el diseño para el desmontaje, lo que facilitaría la separación de los	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) planes de construcción que incorporen en sus planes

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
demolición en comparación con otras categorías de residuos plásticos.	El plástico en los desechos de la construcción y demolición a menudo es difícil de separar de los materiales mezclados.	residuos en flujos específicos de materiales.	consideraciones de final de la vida útil (EOL, por sus siglas en inglés).
			Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo de métodos de construcción que permitan una fácil clasificación de EOL, incluidos los componentes de plástico.
	Menor valor de los materiales plásticos: El plástico tiene poco valor en comparación con otros materiales, como los metales. Además, algunos plásticos utilizados en la construcción liberan dioxinas o se deterioran al final de su vida útil, lo que reduce aún más su valor.	Requiere la separación en sitio de los materiales, lo que reduce las tasas de pérdida de clasificación y aumenta la calidad del flujo de desechos, es decir, se pierde menos material por contaminación.	Establecer requisitos para la separación en origen de materiales para su reutilización y reciclaje en sitios de construcción y demolición.
			Implementar, siempre que sea posible, impuestos sobre el uso de plástico virgen para la construcción. De manera puntual, para piezas que no requieren especificaciones estructurales a medida para el plástico.
		Aumentar la demanda y precio del plástico reciclado en la construcción.	Implementar requisitos mínimos de contenido reciclado para aumentar la demanda de plásticos reciclados.
			Llevar a cabo un estudio para examinar alternativas a las toxinas utilizadas en la construcción que

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
			reduzcan el valor del plástico EOL utilizado en la construcción y demolición.

Cuadro 39. Barreras a la circularidad en los tres países y soluciones - Automotriz

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
Aumento del uso de plásticos vírgenes de combustibles fósiles en el sector automotriz.	Los plásticos son livianos, lo que mejora la eficiencia del combustible: La sustitución por plástico de materiales pesados, como el metal, puede reducir el peso de los vehículos, lo que mejora la eficiencia del combustible y reduce las emisiones.	Aumentar el uso de plásticos con contenido reciclado en lugar de plásticos vírgenes de combustibles fósiles.	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) el diseño de automóviles que cumplan con los requisitos de contenido reciclado.
			Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo en el diseño que incluya plásticos reciclados en la fabricación de automóviles.
		Aumentar el uso de sustitutos de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no biodegradables.	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) el diseño de automóviles que cumplan con los objetivos de base biológica.
	Aumento de la propiedad individual de automóviles: Una preocupación secundaria es la cantidad de vehículos en Canadá,	Mejorar el transporte público para reducir la dependencia de la propiedad y la producción de automóviles privados, reduciendo así los	Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo en el uso de plásticos de base biológica en la fabricación de automóviles.
			Invertir en ampliar y mejorar los sistemas de transporte público.

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
	Estados Unidos y México, que crece conforme aumentan también los propietarios de automóviles privados.	materiales (incluido el plástico) utilizados en la industria automotriz.	
		Apoyar la economía colaborativa para vehículos con el fin de reducir la dependencia de la propiedad y la producción de automóviles privados, reduciendo así los materiales (incluido el plástico) utilizados en la industria automotriz.	Políticas de países (por ejemplo, con exenciones fiscales) que admiten el uso compartido de automóviles, viajes compartidos, etc. (por ejemplo, taxis, Uber, DiDi).
Baja tasa de reciclaje de plásticos en el sector automotriz.	Es difícil separar parte del plástico dentro de los vehículos de los materiales mixtos.	Diseñar para la deconstrucción.	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) el diseño de automóviles que incorpore consideraciones de EOL o fin de vida útil.
			Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo en el diseño dirigido a mejoras de deconstrucción.
	Costos asociados con la deconstrucción: No todos los vehículos se deconstruyen antes de ser triturados, ya que a menudo es más rentable y requiere menos mano de obra triturar vehículos en lugar de despiezarlos.	Aumente el acceso a las ubicaciones de deconstrucción antes de la trituración.	Investigar la capacidad y las necesidades de instalaciones e infraestructura de deconstrucción para vehículos al final de su vida útil.
	La clasificación es mínima: en su mayor parte se convierte en residuos de trituradoras de automóviles (ASR, por sus siglas en inglés).	Mejorar la recuperación de plástico de ASR.	Investigar (por ejemplo, el posible uso de la tecnología actual o el desarrollo de nuevas tecnologías y ensayos) cómo mejorar la recuperación de plásticos de ASR.

Cuadro 40. Barreras a la circularidad en los tres países y soluciones - Electrónicos

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
Aumento del uso de plásticos vírgenes a base de combustibles fósiles en la electrónica.	Los plásticos son relativamente económicos y livianos: Los plásticos son un material relativamente económico y liviano que se utiliza en muchos tipos de productos electrónicos.	Aumentar el uso de plásticos con contenido reciclado en lugar de plásticos vírgenes de combustibles fósiles.	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) los productos electrónicos que cumplan con los requisitos de contenido reciclado.
			Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo en el diseño utilizando plásticos reciclados en la fabricación de productos electrónicos.
		Aumentar el uso de sustitutos de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no biodegradables.	Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) productos electrónicos que cumplan con los objetivos de base biológica.
Aumento de la frecuencia de consumo de determinados dispositivos electrónicos.	Corta vida útil del producto: Algunos dispositivos electrónicos no están diseñados para durar mucho tiempo, sino para ser reemplazados cada dos o tres años. Para algunos productos, como los teléfonos celulares, los productores incentivan las actualizaciones anuales (por ejemplo, con descuentos, promociones, etc.).	Diseñar productos con una vida útil más larga, lo que permite la reutilización y el reacondicionamiento.	Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo en diseño electrónico para una mayor duración de la vida útil y reparabilidad.
			Implementar una prohibición de obsolescencia diseñada para ciertos productos.
		Limitar las actualizaciones innecesarias y promociones similares.	Realizar o encargar un estudio sobre los impactos de las promociones y los incentivos en torno a las actualizaciones innecesarias de la electrónica.

			
Barrera a la circularidad	Causa posible	Solución sugerida	Acciones para los responsables de la formulación de políticas
	Barreras para reparar: Reparación inaccesible debido a piezas patentadas, herramientas, etc., que limitan quién o qué organizaciones pueden reparar.	Aumentar el acceso a la reparación.	Aprobar y apoyar la legislación sobre el derecho a reparar (establecer que los consumidores y los reparadores independientes tienen derecho a obtener manuales, diagramas, diagnósticos y piezas de los fabricantes de equipos originales para reparar sus propios dispositivos).
Piezas difíciles de separar, incluidos los plásticos, para muchos productos electrónicos.	No diseñado para reciclarse: Muchos productos electrónicos no están diseñados para permitir un desmontaje, clasificación y reciclaje o reutilización de piezas de manera fácil y eficiente.	Aumentar la eficiencia de clasificación de los desechos electrónicos.	Ofrecer subvenciones para investigación y desarrollo en tecnología de clasificación para mejorar la velocidad y eficacia de clasificación y la reparabilidad o reutilización.
			Incentivar (por ejemplo, con exenciones fiscales) los productos electrónicos que incorporan consideraciones de fin de la vida útil.
			Realizar un estudio para identificar incentivos y políticas para aumentar la reutilización de piezas de materiales de segunda mano en equipos reacondicionados.

10. Bibliografía

- Asociación Nacional de Industrias del Plástico, ANIPAC (2023), *Anuario estadístico*, en: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScAcTr_NHl6x-wJCQ3v-YZja7mZ-Emy5Plvc2UQR5_4wt0Sbg/viewform?pli=1>.
- Asociación Nacional de Industrias del Plástico, ANIPAC (2023), *Informe del Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico en México*, en: <<https://anipac.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/4to-Informe-AN-VERSION-FINAL.pdf>>.
- Asociación Nacional de Industrias del Plástico, ANIPAC (2025), Programa Cero Pérdida de Pellets, blog consultado en mayo de 2025, en: <<https://anipac.org.mx/programa-cpp/>>.
- APR (2025), Blog APR Design® Guide Overview, en: <[APR Design Guide Overview - Association of Plastic Recyclers \(APR\)](#)>.
- CEPI (2010), Industry Guideline for the Compliance of Paper and Board Materials and Articles for Food Contact, en: <<http://www.cepi.org/Objects/1/files/Industry%20guideline-final.pdf>>.
- CIDCE (2023), Recopilación del segundo periodo de sesiones del Comité Intergubernamental de Negociación para la elaboración de un instrumento internacional jurídicamente vinculante sobre la contaminación por plásticos, incluso en el medio marino, por el Centro Internacional de Derecho Ambiental Comparado, en: <https://apps1.unep.org/resolutions/uploads/cidce_spanish_0.pdf>.
- Diario Oficial* (2011), Ley para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Yucatán, última reforma: 5 de julio de 2021.
- DOF (2020), Nueva Ley de Infraestructura de la Calidad, 01-07-2020, *Diario Oficial de la Federación*, en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LICal_010720.pdf>.
- Flores, A., F. Loutfi, Ma. de Lourdes González y P. Alarcón (2024), “Situación de las políticas sobre economía circular en México”, documento de trabajo, Ciudad de México, Instituto de Recursos Mundiales (WRI México), en: <<https://doi.org/10.46830/>>, wriwp.20.00153.
- García, S. (s.f.), Conoce la importancia del ecodiseño y las guías de diseño para la reciclabilidad, Comité de Recicladores Ecoce, A.C., en: <https://www.ecoce.mx/files/guias/conoce_la_importancia_del_ecodisenio_y_las_guias_de_disenio_para_la_reciclabilidad.pdf>.
- GIZ (2017), *Guía de etiquetas para un consumo sustentable*, Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Amexcid), en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313773/Guia_de_Etiquetas_para_un_Consumo_Sustentable.pdf>.

Estudio marco sobre el manejo de residuos de plásticos posconsumo y mercados secundarios en México

GO (2004), Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, *Gaceta Oficial*.

GOCDMX (2003), Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*.

GOCDMX (2023), Ley de Economía Circular de la Ciudad de México, *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*.

Hernandez, S. (2024), “Situación actual de legislación/regulación en México”, 10 Foro de Recicladores.

Inboplast (2023), *Informe de la industria del plástico de México, 2018-2022*, Asociación de Industriales de Bolsas Plásticas de México, A.C.

INEGI (2025), “Pongamos fin a la contaminación plástica”, XXIV Jornada Institucional del Medio Ambiente, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en:
<https://www.inegi.org.mx/contenidos/inegi/sma/doc/Revista_JIMA_XXIV.pdf>.

ISO 14024:2018(en) Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures, en: <<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14024:ed-2:v1:en>>.

Norma Mexicana NMX-AA-022-1985, en:
<<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-022-1985.pdf>>.

Norma Mexicana NMX-AA-15-1985, en:
<<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-015-1985.pdf>>.

Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, en: <<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa061.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Baja California Sur (1991), Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur (última reforma: 12 de diciembre de 2018), en:
<<https://www.cbcs.gob.mx/index.php/cmPLY/1508-ley-proteccion-ambiente-bcs>>.

Periódico Oficial del Estado de Baja California (2021), Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Baja California, en:
<https://www.congresobc.gob.mx/Documentos/ProcesoParlamentario/Leyes/TOMO_VII/20210326_LEYRESIDUOS.PDF>.

Periódico Oficial del Estado de Campeche (2019), Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos del Estado de Campeche (última reforma: 1 de julio de 2022), en: <<https://legislacion.congresocam.gob.mx/index.php/etiquetas-x-materia/117-ley-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-solidos-urbanos-de-manejo-especial/file>>.

Periódico Oficial del Estado de Chiapas (2019), Ley de Residuos Sólidos del Estado de Chiapas (texto de nueva creación publicado en el *Periódico Oficial* núm. 039 el 19 de junio de 2019), en: <https://consejeriajuridica.chiapas.gob.mx/Marco_Juridico/Leyes/pdf/LEY%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20PARA%20EL%20ESTADO%20DE%20CHIAPAS%20Y%20SUS%20MUNICIPIOS.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Chihuahua (2014), Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua (publicada en el *Periódico Oficial* núm. 50 el 21 de junio de 2014; entrada en vigor el 6 de marzo de 2015), en: <<https://www.congresochihuahua2.gob.mx/biblioteca/leyes/archivosLeyes/1084.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Coahuila de Zaragoza (2005), Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Coahuila de Zaragoza (última reforma publicada el 24 de julio de 2020), en: <https://www.congresocoahuila.gob.mx/transparencia/03/Leyes_Coahuila/coa136.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Colima (2006), Ley de Residuos Sólidos del Estado de Colima (última reforma: Decreto 488, *Periódico Oficial* núm. 40, 2 de junio de 2018), en: <https://congresocol.gob.mx/web/Sistema/uploads/LegislacionEstatal/LeyesEstatales/residuos_solidos_02jun2018.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Durango (2007), Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Durango (publicada en el *Periódico Oficial* núm. 4 el 12 de julio de 2007; Decreto 390, 63 Legislatura), en: <<http://congresodurango.gob.mx/Archivos/legislacion/LEY%20PARA%20LA%20PREVENCIÓN%20Y%20GESTIÓN%20DE%20RESIDUOS.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Guanajuato (2005), Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Guanajuato, en: <<https://www.congresogto.gob.mx/leyes/ley-para-la-gestion-integral-de-residuos-del-estado-y-los-municipios-de-guanajuato>>.

Periódico Oficial del Estado de Guerrero (2008), Ley de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero (última reforma publicada en el *Periódico Oficial* núm. 27, Alcance 1, el 2 de abril de 2019), en: <<https://www.guerrero.gob.mx/wp-content/uploads/2022/02/L593AGIREG.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Hidalgo (2011), Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo (última reforma publicada en el Alcance Uno el 20 de agosto de 2024), en: <https://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20de%20Prevencion%20y%20Gestion%20Integral%20de%20Residuos%20del%20Estado.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Jalisco (2007), Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco, en: <https://info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/leyes/ley_de_gestion_integral_de_los_residuos_del_estado_de_jalisco.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Michoacán de Ocampo (2010), Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Michoacán de Ocampo (última reforma publicada el 29 de diciembre de 2016, tomo CLXVI, núm. 31, vigésima octava sección), en:

<<http://congresomich.gob.mx/file/LEY-PARA-LA-PREVENCI%C3%93N-Y-GESTI%C3%93N-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-EN-EL-ESTADO-REF-29-DIC-2016.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Morelos (2007), Ley de Residuos Sólidos y de Economía Circular del Estado de Morelos (última reforma publicada el 15 de febrero de 2023), en:

<<http://www.marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/leyes/pdf/LRESIDUOSEM.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Nayarit (2001), Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Nayarit (última reforma publicada el 7 de junio de 2021), en:

<https://congresonayarit.gob.mx/wp-content/uploads/QUE_HACEMOS/LEGISLACION_ESTATAL/leyes/equilibrio_ecologico_y_proteccion_al_ambiente_del_estado_de_nayarit_ley_estatal_del.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Nuevo León (2019), Ley de Residuos Sólidos del Estado de Nuevo León,

en: <<https://www.hcnl.gob.mx/glpmc/10715d475b0b22b1abf776e61ad46e0b5c466bea.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Oaxaca (2019), Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Oaxaca (última reforma: Decreto 1228, aprobado el 4 de abril de 2023 y publicado el 22 de abril de 2023 en el *Periódico Oficial* núm. 16, vigésima octava sección), en:

<https://www.congresoaxaca.gob.mx/docs65.congresoaxaca.gob.mx/legislacion_estatal/Ley_para_la_Prevencion_y_Gestion_Integral_de_los_Residuos_Solidos_%28Ref_dto_1228_LXV_Legis_4_abr_2023_PO_16_28a_secc_22_abr_2023%29.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Puebla (2006), Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Puebla,

en: <<https://ojp.puebla.gob.mx/legislacion-del-estado/item/229-ley-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-solidos-urbanos-y-de-manejo-especial-para-el-estado-de-puebla>>.

Periódico Oficial del Estado de Querétaro (2021), Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Querétaro, en:

<<https://www.ceaqueretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2022/07/Ley-para-la-Prevención-Gestión-Integral-y-Economía-Circular-de-los-Residuos-del-Estado-de-Querétaro.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo (2019), Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo (última reforma publicada el 22 de diciembre de 2023), en: <<https://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L199-XVII-20231222-L1720231222200.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí (1999), Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí (última reforma aplicada el 5 de septiembre de 2024), en:

<<https://congresosanluis.gob.mx/sites/default/files/unpload/legislacion/leyes/2025/07/Ley%20Ambiental%20del%20Estado%20de%20san%20Luis%20Potosi%20%28al%2021%20de%20marzo%202025%29.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Sonora (2008), Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora,

en: <<https://transparencia.heroicanogales.gob.mx/storage/laws/rd1NITXrWP4SDEf0IOtGb0ciIBB4dAGP2GisBpxC.pdf>>.

Periódico Oficial del Estado de Tabasco (2012), Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Tabasco (última reforma publicada el 20 de mayo de 2023), en:

<<https://tabasco.gob.mx/leyes/descargar/0/433>>.

Periódico Oficial del Estado de Tlaxcala (s.f.), Ley de Residuos del Estado de Tlaxcala (publicada en el *Periódico Oficial*, núm. extraordinario, 15 de junio de 2023),

en: <<https://sfp.tlaxcala.gob.mx/pdf/normateca/LEY%20DE%20RESIDUOS%20DEL%20ESTADO%20DE%20TLAXCALA.pdf>>.

Periódico Oficial (2008), Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas (última reforma: 27 de noviembre de 2018), en: <https://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2021/10/Codigo_Developmento_Sustentable-1.pdf>.

Periódico Oficial (2018), Ley de Residuos del Estado de Sinaloa (última reforma: 21 de febrero de 2020), en:

<<https://legislacion.scjn.gob.mx/Buscador/Paginas/wfArticuladoFast.aspx?q=b/EcoMjefuFeB6DOaNOimOZAwIUyEB9JiuiO/vRdtrvswYL80PEbJHtgLEM+XsBXhYyg+VVvDJsxBVz9JvzHKA==>>.

Periódico Oficial del Estado de Chiapas (2021), Ley Ambiental para el Estado de Chiapas (última reforma: 2019), en:

<https://consejeriajuridica.chiapas.gob.mx/Marco_Juridico/Leyes/pdf/LEY%20AMBIENTAL%20PARA%20EL%20ESTADO%20DE%20CHIAPAS.pdf>.

Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes (2024), Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes, 2000, en:

<<https://eservicios2.aguascalientes.gob.mx/NormatecaAdministrador/archivos/EDO-18-50.pdf>>.

Plastics Europe (2023), Plastics Europe Launches Plastics – The Fast Facts 2023, en:

<<https://plasticseurope.org/media/plastics-europe-launches-the-plastics-the-fast-facts-2023/>>.

PNUMA (2024), “Perspectiva mundial sobre la gestión de residuos 2024. El fin de la era de los residuos: transformación de la basura en recursos”, resumen ejecutivo, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, en:

<<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44992>>.

Ruiz Suárez, L. G., A. Gavilán García, A. Mendoza Cantú, T. Ramírez Muñoz y J. A. Araiza Aguilar (2022), *Atlas nacional de residuos sólidos urbanos*, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 311 pp., en:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/693803/125_2022_Atlas_Nacional_Residuos_Solidos.pdf>.

Secretaría de Economía (2019), NMX-E-273-NYCE-2019: Plásticos compostables – Especificaciones y métodos de prueba, en: <<https://www.nyce.org.mx/>>.

Semarnat] (2013), Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en:

<<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>>.

Semarnat (1985), Norma Mexicana NMX-AA-022-1985: Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos sólidos municipales – Selección y cuantificación de subproductos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en:

<<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-022-1985.pdf>>.

Semarnat (1985), Norma Mexicana NMX-AA-015-1985: Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos sólidos municipales – Muestreo – Método de cuarteo, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en:

<<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/NMX-AA-015-1985.pdf>>.

Semarnat (1985), Norma Mexicana NMX-AA-061-1985: Protección al ambiente – Contaminación del suelo – Residuos sólidos municipales – Determinación de la generación, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales,

en: <<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa061.pdf>>.

Semarnat (2002), NOM-004-Semarnat-2002: Lodos y biosólidos. Límites máximos permisibles de contaminantes, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Diario Oficial de la Federación*, en:

<https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003>.

Sedema (2025), “Convoca SEDEMA a sumarse a la evaluación de circularidad para obtener distintivo”, Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, 14 de marzo 2025, en:

<<https://sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/convoca-sedema-sumarse-la-evaluacion-de-circularidad-para-obtener-distintivo#:~:text=El%20Distintivo%20de%20Circularidad%20es,Nivel%202%3A%2090%25%20de%20cumplimiento>>.

Semarnat (2020), *Panorama general de las tecnologías del reciclaje de plásticos en México y en el mundo*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 147 pp.

Semarnat (2020), *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en:

<<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>>.

Semarnat (2003), NOM-083-Semarnat-2003: Especificaciones ambientales para disposición final de residuos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en:

<<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf>>.

S. A. (2023), 4º Informe del Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico en México, ANIPAC, ConMexico, Canipac, ANIQ, Ecoce, CCE, Concamin, ANTAD, Cespedes, MexBeb, Ascoca, Inboplast y Coparmex, en: <<https://anipac.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/4to-Informe-AN-VERSION-FINAL.pdf>>.

SCS Standards (2024), Certification Standard for Recycled Content, en:

<https://cdn.scsstandards.org/files/2024-05/SCS%20Standard_103_FS_V8.0%20%282024%29.pdf?VersionId=ENdJK0zgOwpYCVFHu0e00T2Tf_WM43>.

SINOX Polymers (2025), Global Recycled Standard GRS Definitions, en: <<https://www.sinox-polymers.com/en/global-recycled-standard-grs.html>>.

STES (2018), NTE-001-SETUES-2018, Norma Técnica Ecológica NTE-001-SETUES-2018, que establece las restricciones definitivas de la venta y obsequio de bolsas plásticas, popotes y contenedores de poliestireno expandido de un solo uso, Secretaría de Turismo, Economía y Sustentabilidad del Estado de Baja California Sur, en: <<https://setuesbcs.gob.mx/wp-content/uploads/2019/12/NORMA-plasticos-10122019.docx>>.

PNUMA (2024), *Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, en: <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>>.

Waste Trade (s.f.), “Aplicaciones de los plásticos en la electrónica”, en:

<[https://www.wastetrade.com/es/resources/applications-of-plastics/electronics/#:~:text=Tambi%C3%A9n%20se%20utilizan%20en%20dispositivos%20electr%C3%B3nicos%20como,\(cloruro%20de%20polivinilo\)%2C%20PTFE%20\(politetrafluoroetileno\)%2C%20nylon%20policarbonato](https://www.wastetrade.com/es/resources/applications-of-plastics/electronics/#:~:text=Tambi%C3%A9n%20se%20utilizan%20en%20dispositivos%20electr%C3%B3nicos%20como,(cloruro%20de%20polivinilo)%2C%20PTFE%20(politetrafluoroetileno)%2C%20nylon%20policarbonato)>.



CEC
CCA
CCE

cec.org