CEC
CCA
CCE

Estudio de oportunidades en relación con el manejo de residuos de plásticos en Canadá y Estados Unidos

Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en Canadá y Estados Unidos

Resumen ejecutivo



Índice

1 Contexto y alcance 1

2 Método de investigación 2

3 Principales hallazgos 3

3.1 Flujos de materiales y manejo de residuos: embalajes plásticos 3

3.2 Flujos de materiales y manejo de residuos: plásticos no destinados a embalaje 8

3.3 Principales obstáculos a la circularidad 11

4 Recomendaciones para aumentar la circularidad 15

4.1 Embalaje 16

4.2 Plásticos no destinados a embalaje 20

5 Conclusión 22

Referencias bibliográficas 23

Lista de cuadros

Cuadro 1. Barreras a la circularidad de los plásticos en Canadá y Estados Unidos, por aplicación y según la etapa en la cadena de valor 12

Lista de gráficas

Gráfica 1. Tipos de plásticos y sus aplicaciones más comunes 2

Gráfica 2. Composición, por resinas, de los residuos de embalajes plásticos en Estados Unidos, 2020 4

Gráfica 3. Índices de reciclaje de embalajes plásticos en Estados Unidos, 2020 5

Gráfica 4. Flujos de residuos plásticos en Estados Unidos, 2021 6

Gráfica 5. Índices de reciclaje de embalajes plásticos en Canadá, 2020 7

Gráfica 6. Flujos de residuos plásticos en Canadá, 2020 8

Gráfica 7. Composición típica de los plásticos en los RAEE 9

* Fotografía de la portada reproducida con permiso de Elizabeth Romo-Rabago de Ciclomanias: Macetas hechas de botellas de plástico recicladas.

1 Contexto y alcance

Como parte del proyecto *Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte*,[1] del Plan Operativo 2021, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) encomendó la realización del presente estudio, con el objetivo de acelerar la adopción de prácticas de economía circular y manejo sustentable de materiales que generarán beneficios económicos y ambientales para la región. El proyecto busca apoyar a Canadá, Estados Unidos y México en sus acciones orientadas a fomentar estrategias de economía circular y manejo sustentable de materiales que, a su vez, motiven el ecodiseño y aumenten los índices de reutilización, recuperación y reciclaje de productos y materiales en los tres países.

Esta publicación forma parte de una serie de tres estudios cuyo objetivo es ayudar a entender con mayor claridad las oportunidades para el sector del reciclaje de desechos de papel, plásticos y bioplásticos y los mercados de materiales secundarios derivados. Si bien el contenido de los tres estudios se centra en Canadá y Estados Unidos, en los próximos meses se publicará una serie independiente para México. A partir de los resultados de este conjunto de estudios y de las aportaciones de actores e interesados directos, se emprenderá —en el marco de una segunda fase del referido proyecto de la CCA— la ejecución de proyectos de prueba piloto con el propósito de evaluar la viabilidad de tecnologías, políticas o prácticas innovadoras para su adopción a escala de toda América del Norte.

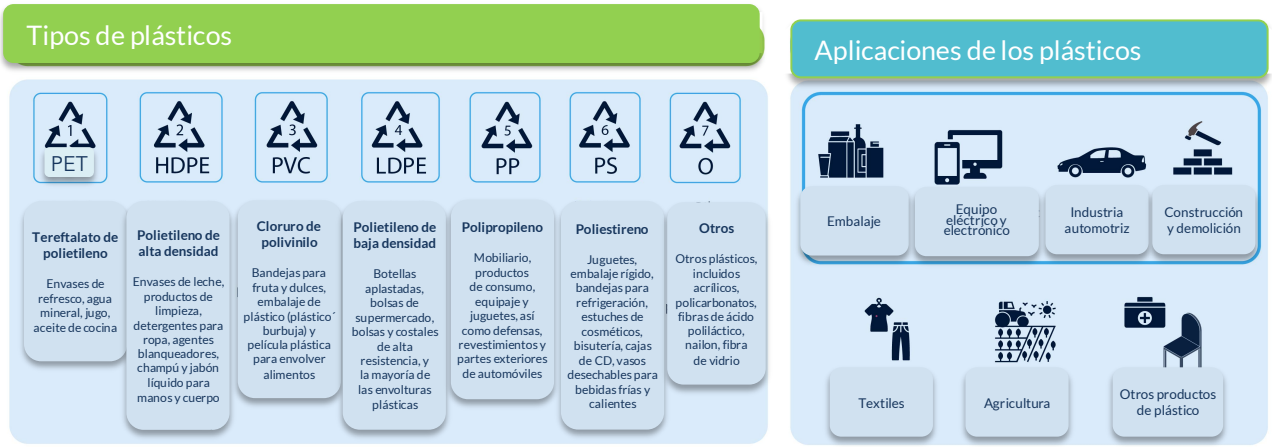
El presente informe corresponde al estudio realizado sobre residuos plásticos. En el mismo se ofrece, en términos tan exhaustivos como permiten los datos disponibles[2], una instantánea del estado en que se encuentra actualmente la circularidad del plástico; las barreras hacia una adopción más generalizada de este modelo, y las oportunidades para superar tales obstáculos. El estudio se concibió con miras a recabar información de utilidad para fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los distintos grupos de interés, así como brindar a los responsables de la formulación de políticas recomendaciones con fundamento en los hechos orientadas a optimizar tanto el manejo de los residuos plásticos como su circularidad en Canadá y Estados Unidos. Para ello, se examina la situación a lo largo de la cadena de valor del plástico en cada uno de estos dos países, con inclusión de aspectos relacionados con el diseño de productos y embalajes sustentables; la dificultad para reciclar el plástico; los mercados del reciclaje y la recuperación; los mercados de materiales secundarios, y las políticas y normativas —en vigor y propuestas— en relación con el plástico. Asimismo, se toman en consideración mejores prácticas, tecnologías emergentes y opciones de política aplicadas en otras partes del mundo.

El ámbito de este estudio son los residuos de plásticos posconsumo de origen residencial y comercial. Envases, empaques y embalajes representan un mercado de gran importancia para el uso de plástico, aunque en 2018 tres cuartas partes de la totalidad de los materiales plásticos se destinaron a otros mercados, como la construcción, la industria automotriz, el sector de la electrónica, la agricultura y la industria textil, entre otros. El presente estudio se centra en las cuatro

[1] CCA, *Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte*, proyecto en el marco del Plan Operativo (PO) 2021.
[2] Este estudio toma en cuenta la información y datos disponibles a fecha de diciembre de 2023.

principales aplicaciones de los plásticos en Canadá y Estados Unidos en términos de volumen: embalaje, construcción y demolición, industria automotriz y productos electrónicos. Los tipos o categorías específicas de plásticos y sus aplicaciones se representan en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Tipos de plásticos y sus aplicaciones más comunes



Fuente: Eunomia Research & Consulting.

2 Método de investigación

La información presentada en este estudio se recopiló mediante una investigación documental basada en fuentes secundarias, en la que se analizaron documentos, publicaciones y bases de datos pertinentes disponibles, y una investigación de fuentes primarias a partir de consultas a grupos de interés clave en el sector de manejo de residuos plásticos en cada país. Para ello se recurrió a un abanico de fuentes, desde bases de datos internacionales facilitadas por las Naciones Unidas hasta respuestas en los ámbitos provincial y estatal a solicitudes de información formuladas en términos de la Ley de Acceso a la Información (*Access to Information Act*, ATIA) de Canadá y la Ley de Libertad de Información (*Freedom of Information Act*, FOIA) de Estados Unidos.

A partir de los datos disponibles se concibió una metodología a fin de determinar un flujo de materiales para productos de plástico en Canadá y Estados Unidos, la cual permitió rastrear los residuos plásticos en toda la cadena de abasto: desde las etapas de producción y consumo hasta la recolección, separación-clasificación, procesamiento y reciclaje del plástico de desecho. En cada etapa del proceso se cuantificaron las pérdidas en el sistema. El objetivo de este análisis consistió en establecer una base de referencia a partir de la cual los responsables de la formulación de políticas, junto con proveedores de servicios, operadores e inversionistas, puedan tomar decisiones estratégicas fundamentadas sobre las medidas que es preciso adoptar a corto, mediano y largo plazo a efecto de promover una economía circular; sustituir con materiales secundarios el consumo de materia prima “virgen” en la producción, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

A lo largo del informe se proporcionan —en la medida de su disponibilidad— datos pertinentes sobre el mercado e información sobre políticas correspondientes a las distintas provincias y territorios canadienses y entidades federativas estadounidenses.[3]

3 Principales hallazgos

Para efectos del presente estudio, la atención se centró en las cuatro principales (por tonelaje) aplicaciones del plástico en Canadá y Estados Unidos: embalaje, construcción y demolición, industria automotriz y productos electrónicos. En el siguiente apartado se resumen los resultados relativos a los residuos de plástico para embalaje y de un solo uso, en tanto que en el apartado 3.2 se ofrece un panorama general del mercado de residuos plásticos procedentes de la construcción y la demolición, la industria automotriz y el sector de la electrónica.

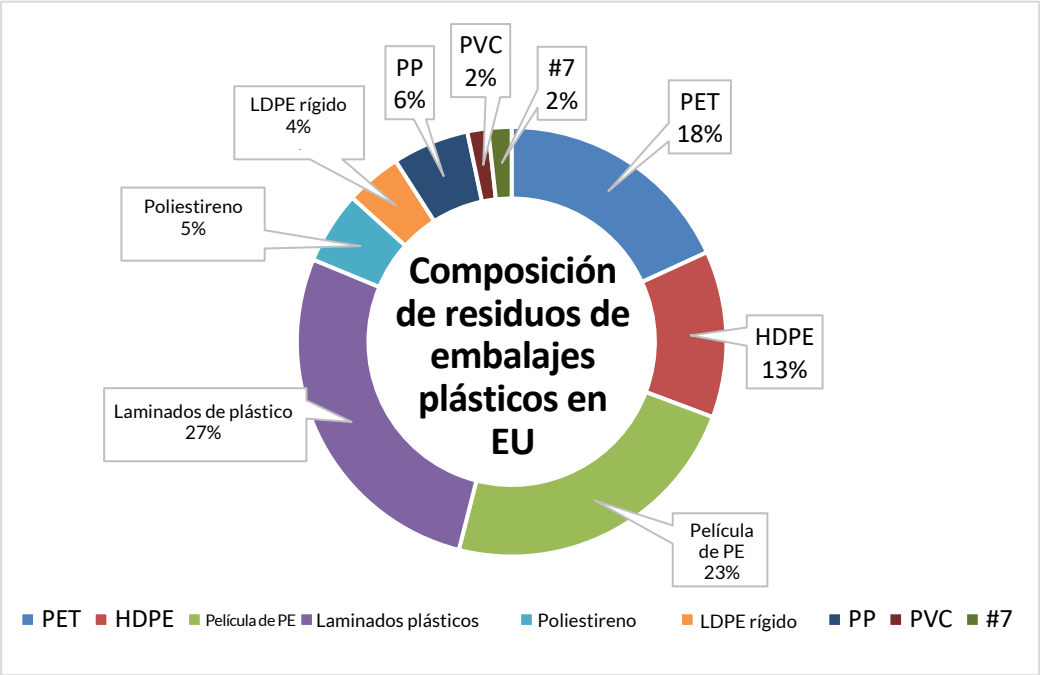
3.1 Flujos de materiales y manejo de residuos: embalajes plásticos

Estados Unidos

Se estima que, en 2021, se generaron en Estados Unidos aproximadamente 20.8 millones de toneladas de residuos de embalaje de plástico. En la gráfica 2 se recoge un desglose de su composición por resinas. Los laminados plásticos, también conocidos como *plásticos multirresina*, incluyen las películas compuestas y de resinas varias y representan el mayor porcentaje (27%) de la generación de residuos plásticos en el país. Las películas de polietileno (PE) son la segunda categoría más importante (23%) en cuanto a cantidades de plástico de desecho generadas. En lo que concierne a plásticos rígidos (véase la gráfica 1), la categoría con mayor volumen de residuos es el PET, con 18% (3.8 millones de toneladas), seguido del HDPE, con 13% (2.6 millones de toneladas).

[3] Cabe mencionar que Canadá se compone de diez provincias y tres territorios, y Estados Unidos se integra de cincuenta entidades federales (estados).

Gráfica 2. Composición, por resinas, de los residuos de embalajes plásticos en Estados Unidos, 2020

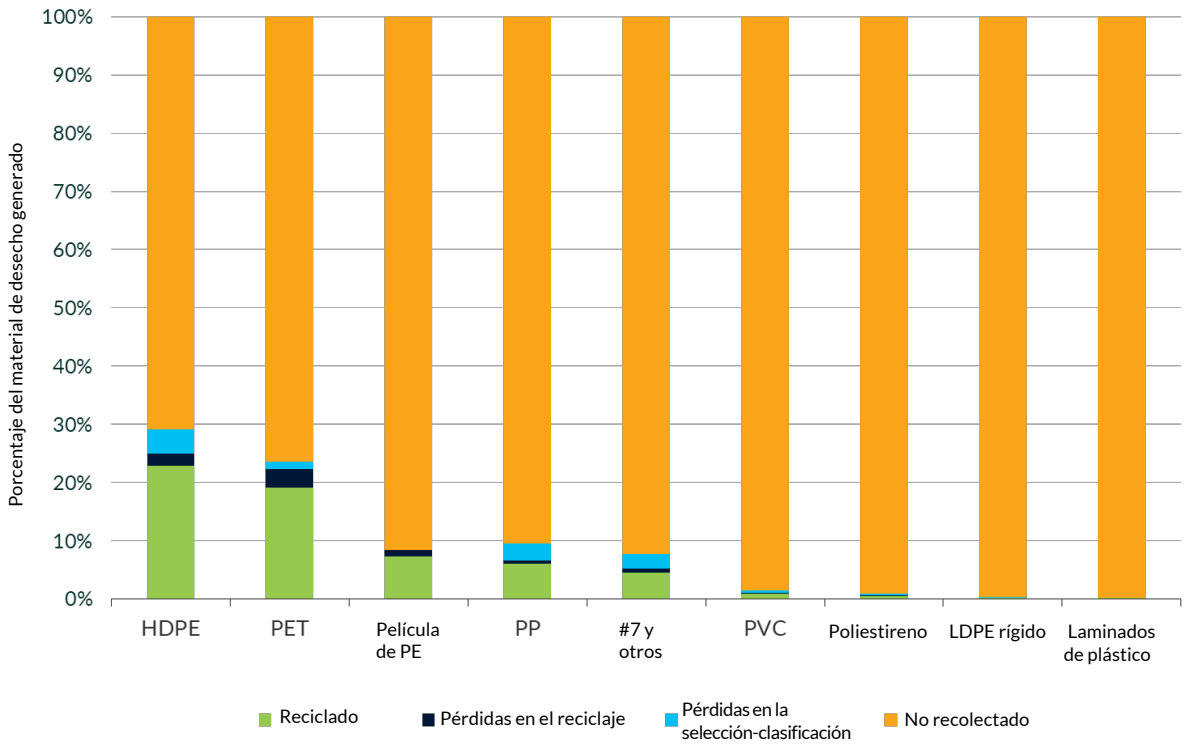


Fuentes: Estimaciones de Eunomia Research & Consulting; datos de la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA); Eunomia, 2021; Stina Inc., 2020; Sustainable Packaging Coalition, 2021.

De los residuos de embalaje de plástico generados, aproximadamente 2.2 millones de toneladas se recolectaron para su reciclaje, lo que arroja una tasa de recolección de 11 por ciento. Los residuos de plástico procedentes de fuentes residenciales y recogidos mediante servicios de recolección residencial para reciclaje deben separarse del resto de los materiales reciclables en una instalación de recuperación, antes de ser enfardados y enviados a una instalación de reciclaje. Cabe tener presente que, durante este proceso de separación-clasificación, a menudo se registran pérdidas en el sistema.

La Gráfica 3 muestra, para cada resina o tipo de plástico, los porcentajes correspondientes a los diferentes destinos del material en el sistema de manejo de residuos de embalajes plásticos: el volumen no recolectado para reciclaje; el que se pierde en las fases de selección-clasificación y procesamiento, y el que efectivamente acaba siendo reciclado. Para todos los tipos de embalajes plásticos, la mayor parte de los residuos generados (más de 18 millones de toneladas que, en promedio, equivalen a casi 90%) quedó sin recolectarse para su reciclaje, lo que constituye el primer factor limitante de la circularidad del plástico en el ámbito nacional.

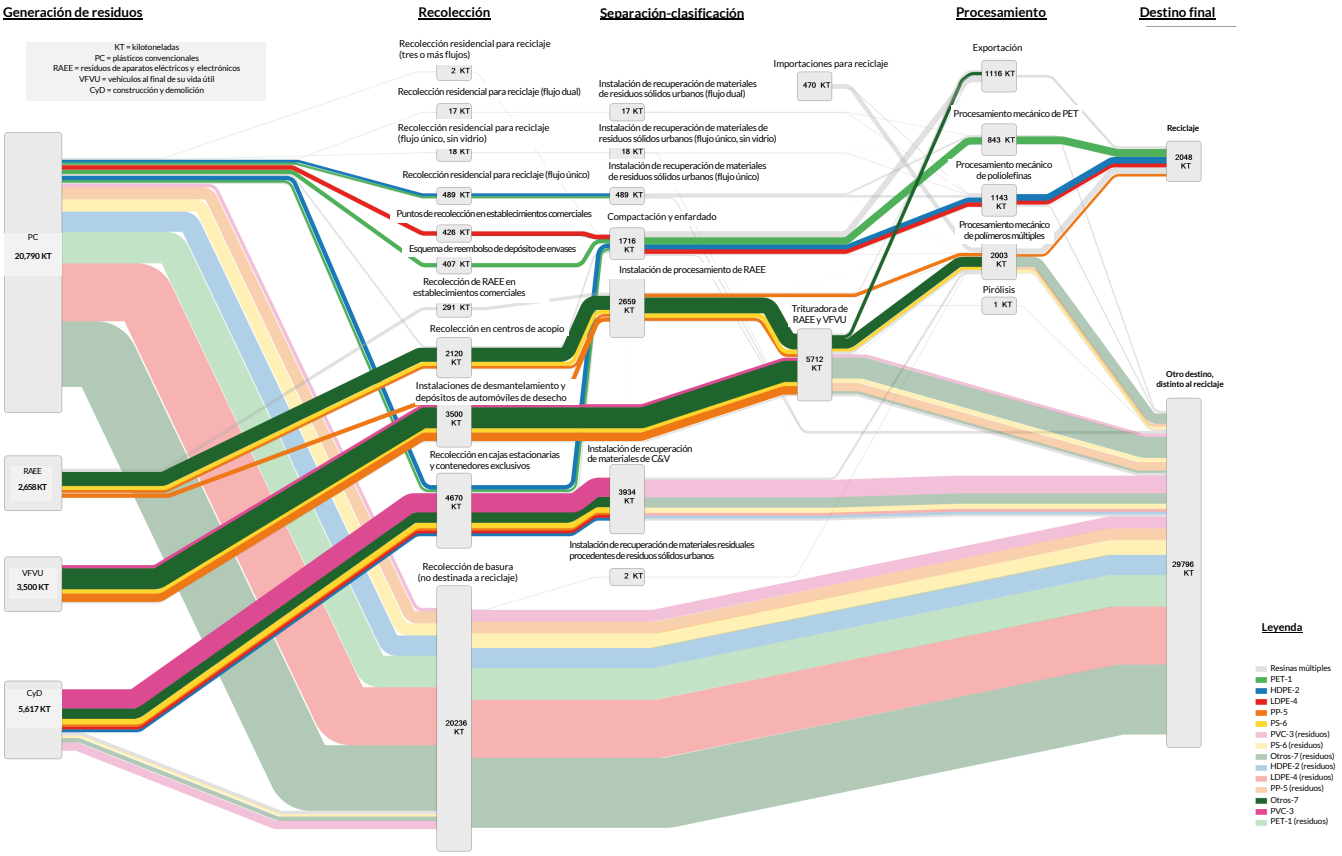
Gráfica 3. Índices de reciclaje de embalajes plásticos en Estados Unidos, 2020



Fuentes: Estimaciones de Eunomia y datos de la EPA; Eunomia, 2021; Stina Inc., 2020; Sustainable Packaging Coalition, 2021.

En la gráfica 4 se muestran los flujos estimados de los residuos plásticos en Estados Unidos en 2021.

Gráfica 4. Flujos de residuos plásticos en Estados Unidos, 2021 (kilotoneladas)



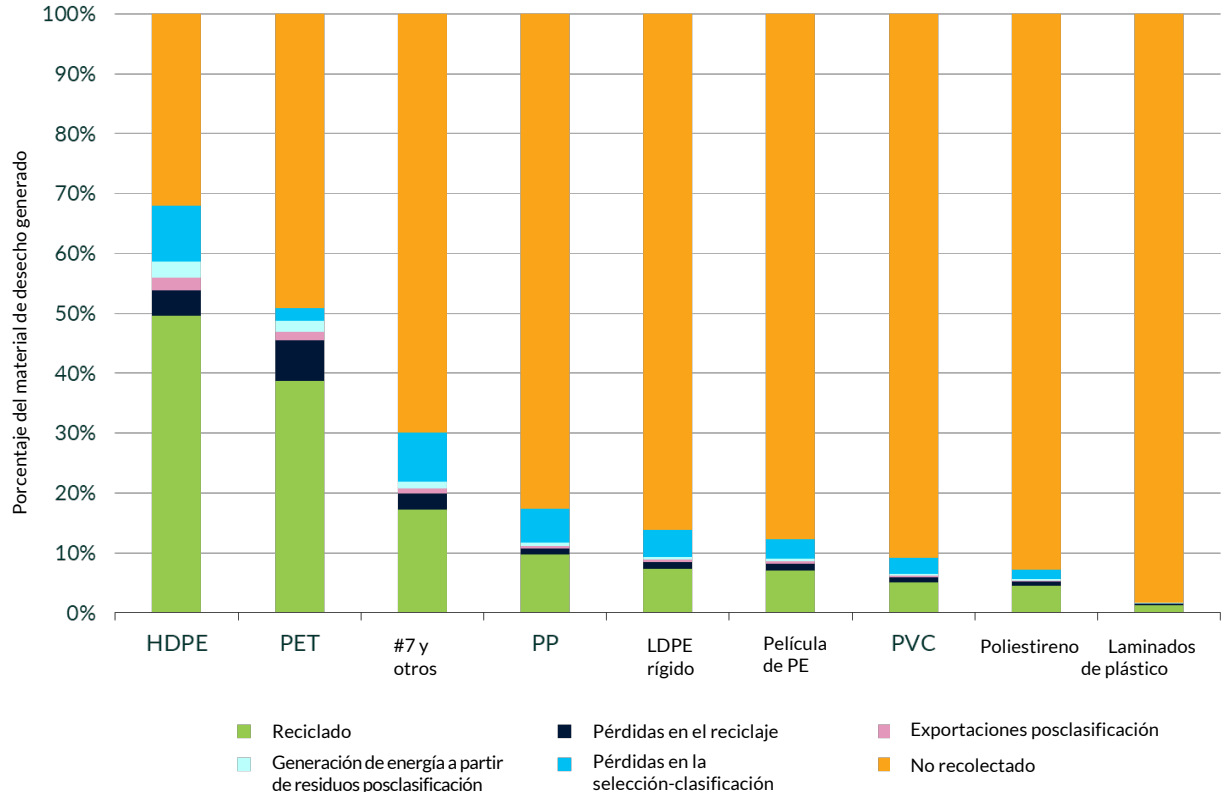
Canadá

En 2020 se generaron en Canadá aproximadamente 1.8 millones de toneladas de residuos de embalaje de plástico, de los que poco más de 440,000 toneladas se recolectaron para su reciclaje, lo que supone una tasa de recolección de 25 por ciento. Los métodos de recolección en Canadá son similares a los empleados en Estados Unidos; sin embargo, el primero admite más materiales plásticos en los servicios de recolección residencial para reciclaje. Por ejemplo, en Canadá, la película de polietileno se recoge en niveles relativamente similares en la acera (recolección residencial), en puntos de recolección en establecimientos comerciales y en centros de acopio, en tanto que, en Estados Unidos, este tipo de material suele estar excluido de los sistemas de recolección residencial para reciclaje, y apenas se incluye en muy pocos casos. Los residuos de plástico procedentes de fuentes residenciales y recogidos mediante servicios de recolección residencial para reciclaje deben separarse del resto de los materiales reciclables en una instalación de recuperación, antes de ser enfardados y enviados a una instalación de reciclaje.

Del total de los residuos de embalajes plásticos recolectados en Canadá, unas 345,000 toneladas (78%) se reciclan —en su mayoría en Canadá mismo, pero también una parte en Estados Unidos—, en tanto que otras 13,000 toneladas se exportan para reciclaje fuera de América del Norte. Además, alrededor de 16,000 toneladas se envían para recuperación de energía.

En la Gráfica 5 se muestra, para cada resina o tipo de plástico, los porcentajes correspondientes a los diferentes destinos del material en el sistema de manejo de residuos de embalajes plásticos. En ella se indica la proporción de resinas que se reprocesan (reciclan) para transformarse en material nuevo, así como las fases de la cadena de manejo de residuos en donde se pierde el material (por ejemplo, en las etapas de eliminación o disposición, recolección y separación-clasificación), de manera que no llega a ser reciclado y termina en rellenos sanitarios o vertederos). El HDPE es el material que más se recicla, con un volumen reciclado superior a 45 por ciento, seguido por el PET, con poco menos de 40 por ciento. Para todos los demás plásticos se observan tasas de reprocesamiento (reciclaje) inferiores a 20 por ciento. Las películas de resinas múltiples y los laminados plásticos registran el menor porcentaje de material reprocesado; de hecho, una vez desechados, prácticamente la totalidad de estos materiales queda sin siquiera recolectarse para su reciclaje. Se calcula que la tasa global de reciclaje de este grupo asciende a 16 por ciento.

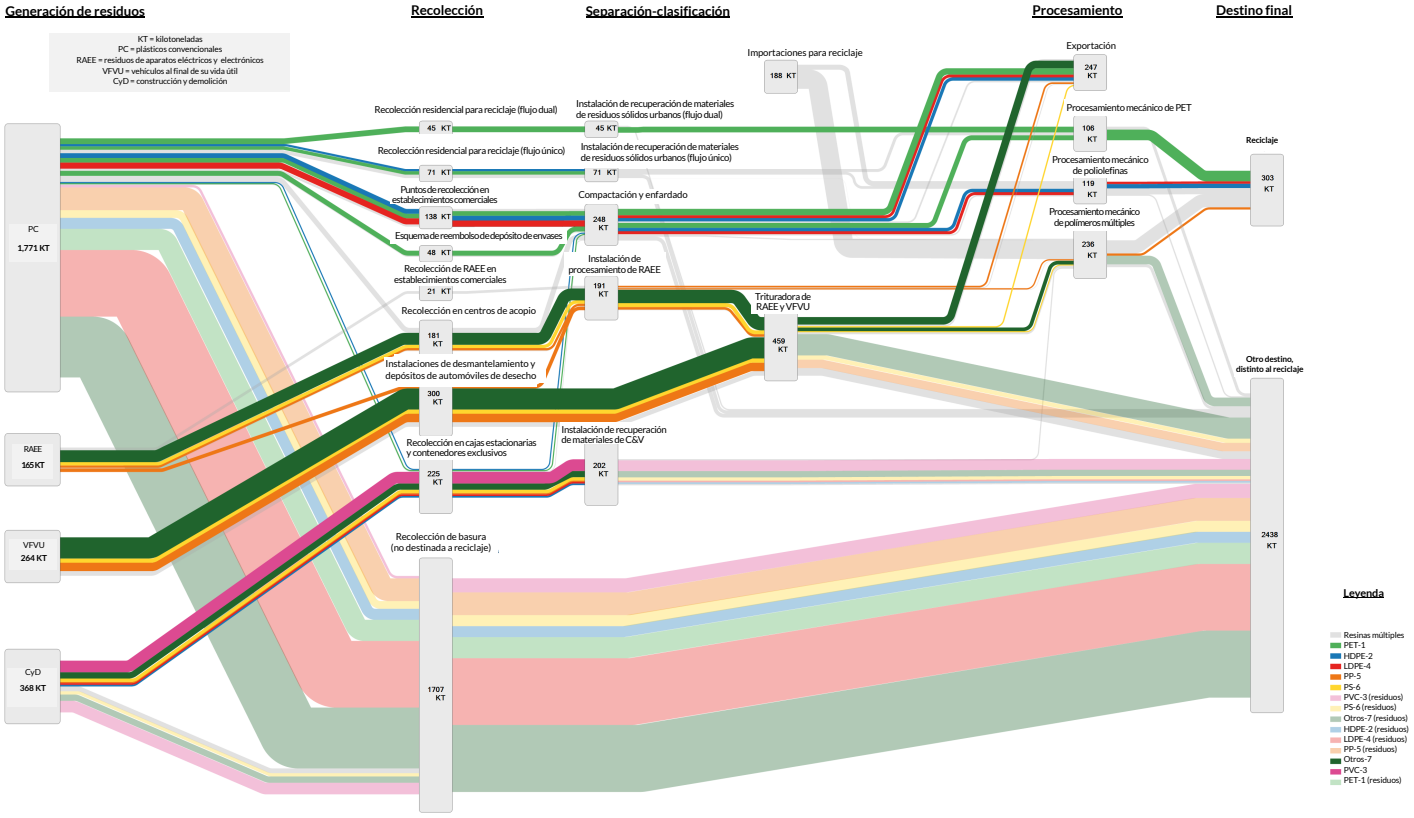
Gráfica 5. Índices de reciclaje de embalajes plásticos en Canadá, 2020



Fuentes: Estimaciones de Eunomia; datos de StatCan, 2021; informes provinciales en materia de protección ambiental; Stina, 2018, *National Postconsumer Recycling Report* [Informe Nacional de Reciclaje Posconsumo].

En la gráfica 6 se muestran los flujos estimados de los residuos plásticos en Canadá en 2020.

Gráfica 6. Flujos de residuos plásticos en Canadá, 2020 (kilotoneladas)



Resumen

En 2021 se generaron en Estados Unidos cerca de 21 millones de toneladas de residuos de embalajes plásticos; de ese total, 11 por ciento se recolectó para reciclaje al final de su vida útil. En Canadá, en 2020, el volumen generado fue de casi dos millones de toneladas, de las que 25 por ciento se recolectó con fines de reciclaje. En ambos casos, la diferencia entre el volumen recogido para reciclaje (tasa de recolección) y la cantidad de material efectivamente separado y clasificado para reciclarse (tasa de recuperación) oscila entre 10 y 15 por ciento, lo que indica un grado similar de eficiencia en la fase de separación-clasificación en los dos países. Canadá es un importador neto de residuos plásticos (con una balanza comercial neta de 17 kilotoneladas), mientras que Estados Unidos es un exportador neto (–87 kilotoneladas).

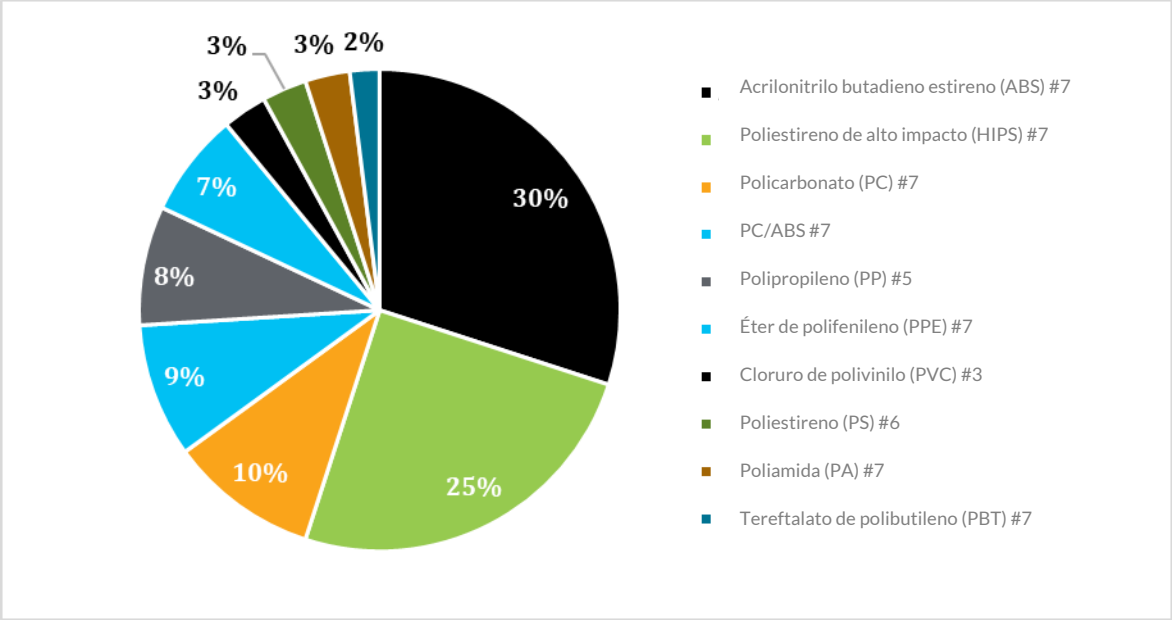
3.2 Flujos de materiales y manejo de residuos: plásticos no destinados a embalaje

En este apartado se ofrecen síntesis sobre flujos de materiales y manejo de los residuos plásticos procedentes de aparatos electrónicos, vehículos al final de su vida útil y actividades de construcción y demolición en Canadá y Estados Unidos. Cabe aclarar que se carece de información de dominio público, sistematizada, actualizada y validada sobre la gestión de estos cuatro tipos de residuos, la recuperación de materiales reciclables a partir de ellos y los distintos actores involucrados en todas las fases de sus procesos de recolección y separación-clasificación.

Plásticos procedentes de residuos de equipo eléctrico y electrónico

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) —también conocidos como desechos electrónicos o incluso "e-basura"— provienen de un amplio abanico de productos como electrodomésticos, computadoras, televisores, teléfonos, dispositivos de iluminación, herramientas electrónicas y mucho más. El contenido de plásticos en los RAEE se estima entre 20 y 33 por ciento, porcentaje que varía en función del tipo de artículo electrónico de que se trate (Heller *et al*., 2020). También la composición de los plásticos contenidos en los RAEE puede variar, pero se puede hablar de una proporción típica de éstos (por ejemplo, en las carcasas exteriores de los equipos electrónicos o en las partes no conductoras de electricidad de las placas de circuitos), misma que se ilustra en la Gráfica 7. .

Gráfica 7. Composición típica de los plásticos en los RAEE



Fuente: Heller *et al*., 2020.

La combinación heterogénea de distintos tipos de plásticos, junto con la diversidad en cuanto a estilos de montajes, pinturas y piezas metálicas moldeadas, dificulta el reciclaje de los RAEE. Por si fuera poco, el reciclaje mecánico de estos residuos suele complicarse por la presencia de sustancias tóxicas y peligrosas. Todo ello hace que la recuperación de los plásticos de los RAEE resulte compleja y entrañe varios pasos. También explica que gran parte de los RAEE se deposite en confinamientos de residuos o sea exportada a Asia, aunque cada vez son menos los países dispuestos a aceptar los residuos de plástico mezclado triturado provenientes de recicladores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Ahora bien, es importante tener en cuenta que, dependiendo del estado del producto, algunos RAEE pueden reacondicionarse o reutilizarse, con lo que se prolonga la vida útil del producto y se evita el confinamiento de desechos.

Se estima que en 2018 se generaron en Estados Unidos 2.3 millones de toneladas de residuos plásticos de equipo electrónico, de las que 290,000 (13%) se reciclaron (EPA, 2022a; CECED, 2018; Singh *et al*., 2018; Achilias, 2015). Por cuanto a Canadá, en 2019, se generaron cerca de 450,000 toneladas de RAEE, de las que 18,000 (4%) se reciclaron (StatCan, 2023; CECED, 2018; Singh *et al*., 2018; Achilias, 2015).

Plásticos en vehículos al final de su vida útil

Se estima que, en 2020, la industria automotriz generó 3.5 millones de toneladas de residuos plásticos en Estados Unidos y 970,000 en Canadá (Daniels *et al*., 2004; Lowrey, 2011; Comisión Europea, 2018; StatCan, 2023). Los plásticos representan entre 9 y 14 por ciento del peso de los materiales utilizados en los automóviles, porcentaje que ha ido aumentando durante la última década (Heller *et al*., 2020; Comisión Europea, 2018). Este crecimiento obedece principalmente a los esfuerzos de aligeramiento y a la disponibilidad de nuevas aplicaciones de polímeros como el nailon y el policarbonato en sustitución de los metales (Heller *et al*., 2020). Al mismo tiempo, los vehículos de pasajeros más modernos del mercado están entrando en la próxima era de la tecnología automovilística, con la electrificación como desarrollo clave de la industria. A medida que aumente el número de vehículos eléctricos (VE), se observarán repercusiones en la industria del reciclaje de automóviles, ya que los VE tienen menos piezas en general que los vehículos con motor de combustión interna (MCI), además de que cada vez se utilizan más plásticos en las propias baterías de los VE, debido a su costo relativamente más bajo y a su menor peso en comparación con los componentes metálicos (Geiselman, 2022).

Ahora bien, la mayoría de los automóviles se venden en el mercado de segunda mano antes de ser desmantelados para obtener piezas reciclables o reutilizables; de hecho, este mercado es casi 2.5 veces mayor que el de carros nuevos en América del Norte (Frost & Sullivan, 2016).

En la actualidad, al igual que ocurre con buena parte de los equipos electrónicos y eléctricos, aplastar y triturar los vehículos al final de su vida útil (VFVU) a fin de reciclar su contenido de metal resulta más rentable y requiere menos mano de obra que desmantelarlos para la obtención de piezas, incluidas las de plástico. Sin embargo, cuando los VFVU se procesan en plantas trituradoras para obtener los metales que contienen, se genera una gran cantidad de residuos. Denominados residuos de trituración de vehículos (RTV), éstos se conforman principalmente por materiales no metálicos, como plásticos, hule, madera, papel, textiles, cuero o vidrio. La mayor parte del plástico de la industria automotriz acaba en las plantas trituradoras, reducido a fragmentos pequeños mezclados con otros materiales (Heller *et al*., 2020). La separación y recuperación del plástico contenido en RTV supone todo un reto: hoy en día se utilizan por lo general 39 tipos diferentes de polímeros y plásticos básicos para fabricar automóviles, y las tecnologías de vanguardia para su separación continúan siendo muy costosas. Más aún, la ausencia de mercados finales para los plásticos recuperados de los vehículos, muchas veces mezclados y posiblemente contaminados por fluidos y aditivos para automóviles, desincentiva a los recicladores a explorar esta vía (ECCC, 2019).

Plásticos en la construcción y la demolición

Los desechos provenientes de la construcción y la demolición (CyD) incluyen materiales de construcción descartados; empaques y embalajes, y escombros generados durante la construcción, renovación y demolición de edificaciones y estructuras. Se calcula que las actividades de CyD generaron 5.4 millones de toneladas de residuos plásticos en Estados Unidos en 2018 (EPA, 2022b) y 1.5 millones de toneladas en Canadá en 2019 (StatCan, 2023), de las que se reciclaron casi 114,000 toneladas (2%) en Estados Unidos y 48,000 toneladas (3%) en Canadá (Napier, 2016; Light House, 2021).

Las estimaciones indican que, de los residuos de materiales de construcción generados, entre 10 y 15 por ciento son desechos producidos durante la construcción misma, en tanto que el restante 85 a 90 por ciento corresponde a desechos provenientes de la demolición (Zero Waste Design, *s.f.*). Numerosos estudios sobre la composición de los desechos de materiales de construcción han concluido que el plástico constituye cerca de 1 por ciento (equivalente a 5.4 millones de toneladas) de los desechos de CyD (Napier, 2016; Cascadia Consulting Group, 2006; MPCA, 2020; Green Seal Environmental Inc., *s.f.*; DSWA, 2016). Por tratarse de materiales cada vez más utilizados en los métodos de construcción modernos, es probable que en el futuro aumente el porcentaje de contenidos plásticos en los desechos de CyD (StatCan, 2023). Este mayor uso de plástico en la construcción corresponde sobre todo a PVC y HDPE —utilizados para tuberías, revestimientos y recubrimientos de casas, molduras y marcos de ventanas, suelos y compuestos de plástico-madera—, así como poliuretano rígido (PUR), empleado principalmente como aislante.

Si bien algunos materiales de construcción recuperados ciertamente son reutilizables, y existen organizaciones que recuperan una amplia gama de materiales procedentes de la construcción y la demolición —como ventanas, puertas, pisos y tejas asfálticas— que a menudo contienen alguna forma de plástico, en su mayor parte los desechos de CyD se suelen enviar ya sea directamente a sitios de confinamiento (muchas veces para ser utilizados como capa de cubierta diaria alternativa), o bien a centros de separación-clasificación para su reciclaje (NEWMOA, 2006; Franklin Associates, 1998). Sin embargo, la separación y recuperación de plásticos específicamente a partir de los materiales de CyD al final de su vida útil constituye todo un reto, ya que la demolición de las edificaciones en general genera una mezcla de desechos con bajas cantidades de plástico; además, los residuos plásticos de CyD suelen estar contaminados —con pintura, adhesivos o fijadores— y podrían resultar tóxicos (Zero Waste Design, *s.f.*).

3.3 Principales obstáculos a la circularidad

El cuadro 1 recoge un resumen de las mayores barreras a la circularidad del plástico en ambos países, identificadas en distintas fases de la cadena de valor: producción, recolección, reciclaje y reutilización, y agrupadas por aplicación: embalajes, construcción y demolición, automóviles y productos electrónicos. Los colores rojo, ámbar y verde (clasificación RAG, del inglés: *red*, *amber*, *and green*) representan la gravedad de los obstáculos para la circularidad del plástico, correspondiendo el rojo a los más grandes impedimentos y el verde a los menos graves.[4]

[4] En el documento completo del estudio [disponible solamente en inglés], el código de colores se limita a rojo para las dos columnas de la izquierda, correspondientes a los desafíos y barreras a la circularidad, y verde para las dos columnas de la derecha, que describen las soluciones sugeridas.

Cuadro 1. Barreras a la circularidad de los plásticos en Canadá y Estados Unidos, por aplicación y según la etapa en la cadena de valor

Aplicación	País	Calificación RAG	Etapa de la cadena de valor	Barrera a la circularidad
Embalajes de plástico			Producción	*Disponibilidad limitada de plástico reciclado.* La demanda de plástico reciclado es mayor que la oferta. El hecho de que no se disponga de plástico reciclado en cantidades suficientes y de calidad adecuada para su reconversión en embalaje significa que la dependencia del plástico "virgen" sigue siendo alta. Los problemas asociados a la recolección de plásticos limpios y reciclables se traducen en una cantidad insuficiente de material reciclable de calidad, lo que, sumado a un mercado volátil, puede obstaculizar la industria del reciclaje y limitar la producción de plástico reciclado.
			Producción	*Uso limitado de plástico reciclado en relación con el elevado consumo de materia prima virgen.* Ampliamente empleado para la producción de envases, empaques y embalajes, el plástico virgen es relativamente barato y ligero. Aunque su uso tiene impactos ambientales y sociales negativos, el plástico virgen se sigue empleando en cantidades cada vez mayores para embalaje, mientras que el contenido reciclado se limita a un pequeño número de aplicaciones y se utiliza en cantidades relativamente reducidas.
			Producción	*Volatilidad de los precios.* Los precios del plástico reciclado guardan correspondencia con la volatilidad de los precios del plástico virgen, lo cual desincentiva su utilización en procesos de remanufactura. La volatilidad del mercado y de los precios de los plásticos reciclados hace que la industria del reciclaje resulte menos atractiva para los posibles inversionistas. Cuando los precios del petróleo suben, también lo hacen los precios del plástico virgen, y el plástico reciclado resulta más competitivo, pero cuando bajan, los precios del plástico virgen se ubican por debajo de los del plástico reciclado. Esto, a su vez, puede forzar a la baja los precios del material plástico secundario, haciendo que la industria del reciclaje sea menos rentable.
			Producción	*Bajo contenido reciclado en los envases de calidad alimentaria.* La industria se enfrenta al desafío de aumentar el uso de contenido reciclado en los envases de calidad alimentaria. Se carece de establecimientos de reciclaje que puedan producir resina reciclada de calidad alimentaria —fuera de las botellas de PET—, ya que la calidad del material que llega a estos procesadores no alcanza la pureza suficiente.
			Recolección	*Poca reutilización y recolección para reciclaje.* En Canadá y Estados Unidos, además de bajos índices de recolección con fines de reciclaje, prevalece la falta de sistemas que permitan la reutilización. En algunas regiones —por lo general zonas rurales—, el acceso a opciones de recolección de plásticos con fines de reciclaje es especialmente deficiente, lo que significa que los consumidores no pueden reciclar aunque quieran. En ambos países se desechan cerca de 20.6 millones de toneladas de embalaje de plástico, en lugar de reciclarse.

Aplicación	País	Calificación RAG	Etapa de la cadena de valor	Barrera a la circularidad
			Recolección	*Contaminación y deficiencias en los sistemas de recolección*. Los plásticos recolectados para reciclarse suelen ser de baja calidad a causa de la contaminación y de la forma en que se recogen los materiales reciclables en Canadá y Estados Unidos. La recolección residencial de flujo único da lugar a que los plásticos se mezclen y contaminen con otros materiales reciclables (vidrio y papel) o incluso con basura general (residuos orgánicos y otros no reciclables). Para que el plástico pueda reciclarse, los elementos contaminantes deben separarse, lo que exige invertir en infraestructura de separación-clasificación, y aun así se observan pérdidas cuando éstos no pueden separarse por completo. Además, la falta de uniformidad en el diseño de los sistemas de recolección de las distintas jurisdicciones ha provocado confusión en los consumidores respecto a qué artículos son reciclables. Esta incoherencia también plantea problemas a la hora de crear mensajes o etiquetados homogéneos, ya sea en los envases y empaques de los productos o en los grandes botes contenedores de residuos, a fin de educar a los consumidores sobre las prácticas de reciclaje y las opciones correctas de disposición.
			Reciclaje	*Disponibilidad limitada de datos*. La disponibilidad de datos relativos al tratamiento de los plásticos al final de su vida útil y a las capacidades de procesamiento de las instalaciones es limitada, lo que significa que no se dispone de información detallada sobre el volumen de los distintos materiales en circulación, tanto los que entran en el flujo de residuos como los que se liberan al medio ambiente, ni tampoco sobre los flujos de los distintos materiales dentro de los caudales de residuos, ni sobre cómo éstos se procesan en última instancia. Sin tal información, saber cómo y dónde hacer mejoras resulta todo un desafío.
			Reciclaje	*Bajos índices de reciclaje*. En la actualidad, el reciclaje de plásticos flexibles compuestos, fabricados con múltiples materiales, es mínimo, casi insignificante en relación con el índice de reciclaje de otros plásticos. Se carece en gran medida de infraestructura con capacidad para separar-clasificar y procesar este tipo de plásticos, sobre todo sin incurrir en problemas de contaminación.
			Reciclaje	*Comparaciones poco fiables entre jurisdicciones*. No se dispone de datos fidedignos que permitan comparar los índices de reciclaje de las distintas jurisdicciones, y tampoco existe una metodología homogénea para medir dichos índices o los niveles de contenido reciclado en Canadá y Estados Unidos, elementos cruciales para monitorear los avances hacia una futura circularidad.

Aplicación	País	Calificación RAG	Etapa de la cadena de valor	Barrera a la circularidad
			Reciclaje	*Índice de reciclaje de envases de bebidas relativamente bajo*. En comparación con otros países con programas de sistemas de depósito y reembolso (SDR), el índice de reciclaje de envases de bebidas en Estados Unidos es bajo. En cuarenta de las cincuenta entidades federativas estadounidenses se carece de SDR, y los sistemas existentes en los diez estados que sí cuentan con programas de esta naturaleza no son homogéneos ni abarcan todos los envases de bebidas.
Construcción y demolición			Producción	*Aumento del uso de plástico virgen en la construcción, con escasa consideración de su reutilización o reciclaje al final de su vida útil*. Los plásticos de origen fósil se utilizan cada vez más como materiales de construcción, por tratarse de una opción relativemente barata y ligera. Sin embargo, existen impactos ambientales y sociales negativos asociados al uso de material plástico virgen, que se utiliza en cantidades cada vez mayores en comparación con los plásticos con contenido reciclado.
			Reutilización	*Escasa o mínima reutilización de residuos plásticos procedentes de la construcción y la demolición (CyD) de edificaciones*. En comparación con otros tipos de residuos plásticos, la separación del plástico de otros materiales mezclados presentes en los desechos de CyD entraña grandes dificultades. Además, el almacenamiento de materiales de construcción usados durante periodos prolongados plantea problemas, en virtud de sus dimensiones y volumen. Por ese mismo motivo, y debido a los calendarios de los proyectos y a la falta de conocimiento sobre las opciones disponibles, también resulta complicado tener acceso a materiales de construcción usados. Por último, prevalecen preocupaciones en torno a posibles cuestiones de responsabilidad o respecto del estado de los materiales usados y su posible afectación a la integridad estructural, lo que aumenta la resistencia generalizada a reutilizar materiales de plástico en la construcción.
			Reciclaje	*Bajo índice de reciclaje de plásticos en los desechos de CyD*. El índice de reciclaje de plásticos procedentes de los desechos de construcción y demolición también es bajo en comparación con otras categorías de residuos plásticos. Como se planteó ya, el plástico de los desechos de CyD suele ser difícil de separar de los materiales mezclados, amén de su bajo valor en comparación con otros materiales, como los metales. Por si ello fuera poco, algunos plásticos utilizados en la construcción liberan dioxinas o, por el uso, se habrán deteriorado al final de su vida útil.
Vehículos al final de su vida útil			Producción	*Uso creciente de plástico*. Cada vez se utilizan más plásticos vírgenes procedentes de combustibles fósiles en el sector automotriz. La sustitución de otros materiales más pesados, como el metal, por plásticos aligera el peso de los vehículos, con lo que se mejora la eficiencia en el consumo de combustible y se reducen las emisiones.

Aplicación	País	Calificación RAG	Etapa de la cadena de valor	Barrera a la circularidad
			Reciclaje	*Bajo índice de reciclaje de plásticos provenientes de VFVU*. No todos los vehículos se desensamblan antes de su trituración, ya que a menudo triturarlos y fragmentarlos resulta más rentable y requiere menos mano de obra que desmontar sus piezas. Además, es difícil separar parte del plástico de los materiales mezclados en los diferentes componentes vehiculares, de manera que, en general, la separación-clasificación para reciclaje de plástico de VFVU es mínima y, en su mayor parte, éste acaba convertido en residuos de trituración de vehículos.
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos			Producción	*Uso creciente de plástico*. Por tratarse de un material relativamente barato y ligero, el uso de plásticos vírgenes en la industria electrónica continúa aumentando.
			Producción	*Reemplazo frecuente, obsolescencia programada y reparabilidad limitada*. La frecuencia de consumo de ciertos equipos eléctricos y electrónicos va en aumento: algunos no están diseñados para durar, sino para reemplazarse cada dos o tres años. En el caso de ciertos productos —como los teléfonos celulares—, los fabricantes incentivan las actualizaciones anuales (por ejemplo, con descuentos, promociones y otros). Ocurre también que la accesibilidad a reparaciones suele ser sumamente limitada —entre otros motivos, por requerirse a menudo piezas y herramientas de propiedad exclusiva—, lo que reduce el número de personas, organizaciones o establecimientos con capacidad para llevarlas a cabo.
			Reciclaje y reutilización	*Dificultad para desensamblaje*. Aun cuando permitiría el reciclaje de gran cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos, la separación de componentes de los RAEE —plástico incluido— supone una tarea difícil. El diseño de buena parte de los equipos de ninguna manera facilita su desensamblaje, ni tampoco los procesos de separación-clasificación y reciclaje o la reutilización de las piezas.

4 Recomendaciones para aumentar la circularidad

Diversas estrategias de política y prácticas de manejo de residuos pueden ayudar a sortear los ya mencionados obstáculos a la circularidad del plástico en Canadá y Estados Unidos. Aunque algunas ofrecen soluciones a problemas concretos o puntuales de la cadena de valor, muchas pueden aprovecharse para abordar múltiples cuestiones simultáneamente. Además, teniendo en cuenta que las etapas de la cadena de valor no operan de forma aislada, sino que todas se influyen entre sí, la adopción de medidas en un punto suele reportar beneficios en las fases posteriores. A continuación se exponen las principales recomendaciones derivadas del presente estudio.

4.1 Embalaje

Investigación e inversión en aras de la reutilización

El rediseño de productos de plástico que puedan reutilizarse y rellenarse desempeña un papel de particular importancia en la economía circular. Los sistemas de reutilización prolongan la vida útil de un producto, manteniéndolo en uso durante un periodo más largo y evitando con ello las emisiones, los residuos y los costos asociados a la extracción de nueva materia prima virgen o, incluso, al procesamiento necesario para reciclar materiales. Algunas de las primeras medidas en las que los gobiernos podrían invertir con el fin de fomentar la reutilización son las siguientes:

- Llevar a cabo un estudio para identificar en qué lugares y para qué aplicaciones o contextos (por ejemplo, envases de alimentos y bebidas, empaques o embalaje de envío de compras en línea) se están poniendo en práctica o a prueba la reutilización y el rellenado. Según proceda, establecer asociaciones entre los sectores público y privado para invertir en infraestructuras de reutilización (por ejemplo, instalaciones de lavado o sistemas de recolección), establecimientos con cero residuos de embalaje y proyectos piloto.
- Identificar qué tipo de envases, empaques y embalajes se beneficiarían de programas de subvenciones para la realización de proyectos de reutilización y rellenado, así como en qué casos la aplicación de prohibiciones o impuestos constituiría una medida conveniente (asegurándose de tener en cuenta el impacto de los materiales sustitutivos).
- Realizar un estudio dirigido a examinar y evaluar los estándares de reutilización en vigor para, a continuación, determinar las necesidades y, según proceda, recomendar o formular nuevos estándares.

Investigación e inversión en aras del reciclaje

En la actualidad, los residuos plásticos en Canadá y Estados Unidos se procesan, en su mayoría, con tecnologías de reciclaje mecánico centradas, sobre todo, en la recuperación de envases rígidos (como botellas) y que suelen excluir empaques y películas flexibles. Sin embargo, se cuenta ya con tecnologías de reciclaje avanzadas que permiten la recuperación de una más amplia gama de plásticos reciclables a gran escala, y cuyo uso empieza a expandirse. Entre las posibles áreas en las que se podría seguir invirtiendo para aumentar el reciclaje de embalajes de plástico figuran las siguientes:

- Considerar la posibilidad de realizar inversiones y proyectos piloto destinados a acelerar la adopción de tecnologías de reciclaje químico para tratar los residuos plásticos que no suelen reciclarse por medios mecánicos.
- Invertir en investigación y desarrollo de tecnologías, así como en instalaciones piloto, que puedan separar-clasificar y procesar plásticos flexibles compuestos, fabricados con múltiples materiales.
- Promover el liderazgo de las autoridades federales para definir procesos y parámetros del reciclaje químico con vistas a normalizar la industria.
- Realizar un estudio sobre qué plásticos flexibles compuestos, fabricados con múltiples materiales, resultan más problemáticos por cuanto a su recuperación y reciclaje, y qué alternativas podrían emplearse si se implementaran políticas, como prohibiciones, para reducir su uso.

- Incentivar la inversión y la realización de estudios piloto en relación con tecnologías de reciclaje de plásticos de grado alimentario. Los gobiernos podrían colaborar con la industria para armonizar los requisitos necesarios aplicables al contenido reciclado de envases de calidad alimentaria.

Responsabilidad ampliada del productor

Política ambiental en la que los productores asumen la obligación financiera del manejo al final de la vida útil de los embalajes (envolturas, envases y otros empaques) que ponen en el mercado, la responsabilidad ampliada del productor (RAP) ya se ha implementado para embalajes de plástico en siete provincias canadienses y cuatro entidades federativas de Estados Unidos. Se trata de una práctica que puede aprovecharse con el propósito de impulsar la circularidad del plástico de numerosas formas, entre las que destacan:

- Introducir requisitos para que los propios productores financien tipos específicos de servicios de recolección para reciclaje en lugares donde las tasas de recuperación son actualmente bajas. Por ejemplo, en las provincias canadienses con programas completos de RAP, se podría ordenar a las organizaciones de responsabilidad del productor establecer objetivos respecto de los índices de servicio para edificaciones residenciales multifamiliares. Y, en términos más generales, la RAP podría servir para establecer objetivos de recolección y reciclaje tanto en el ámbito residencial como en el industrial, comercial e institucional (ICI).
- Trasladar de los municipios a los productores la carga financiera de la recolección para reciclaje, lo que a su vez contribuye a blindar financieramente los servicios de recolección frente a las fluctuaciones del mercado.
- Modular las tarifas aplicadas a los productos (envases, empaques y embalajes) en el marco de la RAP con el fin de incentivar la inclusión de contenido reciclado, bonificando a quienes integren un determinado porcentaje de plásticos reprocesados. La modulación de las tarifas podría servir también para fomentar un diseño que favorezca el reprocesamiento, por ejemplo, con vistas a impulsar soluciones encaminadas a subsanar las dificultades asociadas al reciclaje de determinados tipos de envolturas, empaques y embalajes, como los plásticos flexibles compuestos, fabricados con múltiples materiales.
- Utilizar fondos derivados de iniciativas RAP para financiar inversiones en infraestructura de reciclaje, como la modernización de instalaciones de recuperación de materiales, con vistas a optimizar la separación-clasificación de películas flexibles y eliminar la contaminación.
- Aplicar recursos obtenidos de políticas RAP con miras a financiar programas educativos, de enlace y difusión dirigidos a aumentar la participación de los consumidores en los sistemas de recolección, con lo que se incrementarían tanto las tasas de recolección como la calidad del material recogido (al reducirse la contaminación gracias a mejores prácticas y comportamiento en materia de reciclaje).
- Exigir a los productores reportar datos de ventas y desempeño con el fin de permitir un mejor seguimiento de los flujos de materiales y los embalajes en el comercio. Al disponer de más datos, será más fácil supervisar los avances hacia la circularidad y realizar comparaciones entre jurisdicciones.
- Establecer objetivos por cuanto a contenido reciclado y reducción de plásticos vírgenes de origen fósil en los embalajes. En este sentido, se podría impulsar la estandarización en la industria de las especificaciones de los materiales reciclados (por ejemplo, las que la Alianza

para Acabar con los Residuos Plásticos tiene en curso de preparación), así como establecer vínculos con el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) en relación con los estándares que ambos organismos están revisando y elaborando en Europa, en apoyo de la *Estrategia europea para el plástico en una economía circular*. El uso de plásticos vírgenes a partir de combustibles fósiles podría desincentivarse aún más mediante la aplicación de impuestos; sin embargo, antes de revisar y evaluar los procesos y resultados de la imposición de gravámenes sobre los plásticos en otras jurisdicciones, sería crucial determinar primero la idoneidad de aplicar un impuesto similar en Canadá y Estados Unidos.

- Integrar en las políticas en materia de RAP requisitos de reutilización y financiamiento de proyectos e infraestructuras para tal fin. El reúso puede fomentarse por muchas vías, que a menudo funcionan conjuntamente para estimular la reutilización al tiempo de desincentivar las alternativas de un solo uso.

Sistemas de depósito y reembolso

Los también llamados "sistemas de pago de importe por envases" o programas o iniciativas de ley en materia de "devolución de importe de envases" son sistemas de depósito y reembolso (SDR) que contemplan un importe monetario (depósito) que el consumidor paga en la compra de un producto, monto que se reembolsa una vez que el envase se devuelve en un lugar asignado para su recolección con fines de reutilización o reciclaje. La implementación de tales sistemas en jurisdicciones donde no se han puesto en marcha contribuiría a aumentar el volumen de botellas de plástico recolectadas a escala nacional y, por tanto, a mejorar la disponibilidad de insumos de alta calidad para reciclaje. Asimismo, la incorporación de objetivos de reúso podría incentivar el desarrollo de infraestructura adecuada para tal efecto y aumentar las tasas de reutilización en cada jurisdicción.

Los SDR también suelen aportar mejores datos al permitir un mejor seguimiento de los productos comercializados. De darse la armonización de los SDR en todas las jurisdicciones (por ejemplo, asegurando que cubran la misma lista básica de envases participantes), podría alcanzarse una mayor estandarización en el manejo de los residuos, lo que también contribuiría a atenuar la confusión entre los consumidores.

Objetivos de contenido reciclado

El establecimiento de objetivos por cuanto al contenido de material reciclado podría ayudar a reorientar la cadena de valor del plástico, alejándola de su dependencia histórica de materiales vírgenes y orientándola hacia un mayor aprovechamiento de plásticos reciclados. Tales objetivos proporcionarían una clara señal de mercado para las personas o entidades dedicadas al reciclaje, al crear una demanda estable y fijar precios sin variaciones para el plástico reciclado. Asimismo, los objetivos de contenido reciclado podrían utilizarse para impulsar la innovación con miras a superar los retos asociados con algunos plásticos difíciles de reciclar, como las películas flexibles. Por lo tanto, un primer paso sería evaluar en qué medida o hasta qué punto es posible aplicar contenido reciclado a los distintos materiales de embalaje y, a continuación, establecer objetivos ambiciosos pero viables, además de legislar la imposición de requisitos de un contenido reciclado mínimo con el fin de aumentar la demanda de plásticos reciclados.

En la práctica, los gobiernos —en los órdenes nacional o federal y estatal, provincial o territorial— podrían actualizar o aprobar nuevas leyes y normativas que establezcan la obligación de incorporar cierto porcentaje de material reciclado en los embalajes y productos de plástico. Los objetivos porcentuales que se establezcan podrían aumentar con el tiempo, para permitir que la industria aumente en forma gradual el empleo de plásticos reciclados. Ello podría reforzarse si, en el seno de la industria, se impulsa la estandarización de las especificaciones de los materiales reciclados (como las que la Alianza para Acabar con los Residuos Plásticos tiene en curso de preparación) y se establecen vínculos con los comités europeos de normalización —el CEN y el CENELEC— en relación con los estándares que ambos organismos están revisando y elaborando en Europa en apoyo de la *Estrategia europea para el plástico en una economía circular*. Más aún, Canadá y Estados Unidos podrían coordinarse con miras a definir un estándar de alcance regional para cuantificar el contenido reciclado y posibilitar la armonización al respecto entre las distintas jurisdicciones. En ese sentido, las propias jurisdicciones deberán entablar discusiones de colaboración en torno a los métodos para calcular dicho contenido, de manera que los índices de reciclaje guarden consonancia también en este frente.

Más allá de los relativos al contenido reciclado, existen otros objetivos que podrían ayudar al sector de embalajes plásticos a avanzar hacia la circularidad; por ejemplo, objetivos de reducción de las fuentes de plástico; de reutilización de envases, empaques y embalajes de plástico de un solo uso, y de menor contenido de plásticos vírgenes de origen fósil en los embalajes. Casi todos los objetivos podrían formar parte de una política de responsabilidad ampliada del productor (RAP) o introducirse como políticas independientes, según convenga al contexto legislativo.

Servicios de recolección homogéneos

A efecto de abordar la confusión de los consumidores derivada de la falta de coherencia entre los distintos servicios de recolección para reciclaje —lo cual se traduce en una menor participación y una mayor contaminación—, los responsables de la formulación de políticas podrían tratar de armonizar los sistemas de recolección. Las posibles soluciones para conseguirlo incluyen:

- Uniformar o estandarizar los materiales susceptibles de reciclarse en los ámbitos local, regional, jurisdiccional o nacional.
- Implementar requisitos de alcance nacional por cuanto al etiquetado sobre reciclabilidad, incluido el uso de un color homogéneo para los contenedores o depósitos destinados al reciclaje, con base en las mejores prácticas de la industria.

Requisitos de diseño

Las políticas destinadas a optimizar el diseño de envases, empaques y embalajes contribuyen a reducir la generación de residuos plásticos y a mejorar su reciclabilidad y reutilización. Muchos requisitos de diseño de embalajes podrían integrarse a mecanismos de políticas de mayor alcance, como las políticas RAP. Cabe citar algunos ejemplos de tales requisitos:

- Exigir un tamaño adecuado para todo tipo de envase, empaque y embalaje, de manera que se reduzca el espacio libre innecesario (es decir, exigir la eliminación de espacio vacío en el interior de los embalajes).

- Prever la eliminación de las envolturas y empaques de plástico (es decir, la película plástica que recubre artículos como productos agrícolas o cárnicos y paquetes de refrescos, por ejemplo), al exigir que sólo se utilicen cuando sean "estrictamente necesarios" y se prescinda de ellos siempre que sea posible.
- Establecer requisitos de diseño para películas flexibles que faciliten su clasificación y reciclaje (por ejemplo, productos flexibles de un solo material).
- Respaldar y aumentar las subvenciones destinadas a la investigación y el diseño de embalajes mejorados en aras de su reciclabilidad.

4.2 Plásticos no destinados a embalaje

Residuos plásticos de construcción y demolición

El índice de reciclaje y reutilización de los residuos plásticos procedentes de la construcción y la demolición es bajo, en gran medida debido a la dificultad que entraña separar el plástico de otros materiales mezclados presentes en los desechos de CyD. Entre las opciones para fomentar la reutilización, por un lado, y el diseño que permita su extracción o "desensamblaje", por el otro, figuran las siguientes:

- Respaldar la investigación y el desarrollo de métodos de construcción que permitan una fácil separación-clasificación de los materiales de construcción al final de su vida útil, incluidos los componentes de plástico. Involucrar a los grupos de interés de la cadena de valor para que colaboren por cuanto a comprender las necesidades de uso y las opciones en la fase final de la vida útil de los materiales de construcción antes de privilegiar la competencia en el mercado minorista.
- Establecer requisitos para la separación de materiales en la fuente *in situ*, de manera que se reduzcan las tasas de pérdida en la separación-clasificación para reciclaje y aumente la calidad del flujo de residuos: es decir, que se pierda menos material por contaminación.
- Facilitar la conexión y la accesibilidad a materiales plásticos reutilizables a fin de fomentar el reúso adaptativo. Con tal propósito podrían otorgarse subvenciones a centros locales de acopio de recursos para la construcción que almacenen y vendan materiales usados para su reutilización.

Otras barreras a la reutilización de los plásticos en la construcción residen en inquietudes en torno a posibles cuestiones de responsabilidad o respecto del estado o condiciones de los materiales usados y su posible afectación a la integridad estructural de una construcción. Con el fin de resolver este aspecto, habría que establecer un sistema y estándares de verificación que den seguridad a la industria sobre el material plástico destinado a la reutilización. Habría que precisar: 1) los estándares de prueba de materiales para su reutilización, y 2) los elementos de responsabilidad en relación con el uso de materiales de segunda mano en la construcción.

Los plásticos son materiales relativamente baratos y ligeros que se utilizan cada vez más en la construcción. Con el fin de reducir el uso de plásticos vírgenes de origen fósil en esta industria, es necesario aumentar el uso no solamente de sustitutos plásticos de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no-biodegradables, sino también de contenidos plásticos reciclados. Ello puede

lograrse mediante el establecimiento de requisitos de contenido reciclado mínimo que lleven a un incremento en la demanda de plásticos reciclados.

Vehículos al final de su vida útil

El uso de plásticos en sustitución de otros materiales más pesados, como el metal, reduce los costos de producción y también aligera el peso de los vehículos, lo que a su vez aumenta la eficiencia en el consumo de combustible y disminuye las emisiones. Como resultado, cada vez se utilizan más plásticos en el sector automotriz y, por lo mismo, se requieren medidas encaminadas a fomentar el uso de materiales plásticos con contenido reciclado y también de plásticos de origen sustentable, reciclables, de base biológica y no-biodegradables, en lugar de plásticos vírgenes obtenidos a partir de combustibles fósiles. Entre las medidas a adoptar podría incluirse el establecimiento de requisitos de contenido reciclado para los vehículos nuevos, así como la aplicación de incentivos económicos (por ejemplo, exenciones fiscales) para los diseños de automóviles que cumplan con un contenido reciclado mínimo, o de subvenciones para investigación y desarrollo de diseños que utilicen plásticos reciclados en la producción vehicular.

El bajo índice de reciclaje de plásticos recuperados de los vehículos al final de su vida útil obedece en gran medida a las dificultades para separar las piezas de plástico. Los gobiernos podrían ofrecer subvenciones o incentivos económicos para los diseños que integren consideraciones en relación con el final de la vida útil del automóvil y su desensamblaje. Se precisa realizar más investigación sobre cómo mejorar la recuperación de plásticos de los residuos de trituración de vehículos.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Los plásticos constituyen materiales relativamente baratos y ligeros, por lo que se utilizan en un sinnúmero de equipos y componentes eléctricos y electrónicos. De ahí que los gobiernos deban promover el uso de plástico con contenido reciclado y también de plásticos de origen sustentable, reciclables, a base de materiales biológicos y no-biodegradables, en lugar de plásticos vírgenes procedentes de combustibles fósiles. Además del establecimiento de requisitos de contenido reciclado para los plásticos utilizados en la industria electrónica, ello podría conllevar el otorgamiento de incentivos económicos para los productos electrónicos que cumplan con cantidades mínimas de contenido reciclado, o de subvenciones para la investigación y el desarrollo de diseños que utilicen plásticos reciclados y bioplásticos en la electrónica.

El aumento de la frecuencia de consumo y la obsolescencia programada de ciertos artefactos agrava el problema de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Los incentivos para desalentar dicha obsolescencia y fomentar una vida útil más larga de los productos, que permita su reutilización y reacondicionamiento, resultan decisivos en el sector de la electrónica. En ese sentido, los gobiernos podrían también implementar una legislación sobre el derecho a la reparación, en cuyo marco consumidores y proveedores independientes de servicios de reparación tendrían derecho a obtener, por parte de los fabricantes de equipos originales, manuales, diagramas, diagnósticos y piezas para reparar los dispositivos.

5 Conclusión

Los hallazgos emanados de la presente serie de estudios de oportunidades en el manejo de residuos de papel, plásticos y bioplásticos constituirán una aportación de suma valía para definir y preparar los proyectos piloto pertinentes como parte de la fase II del proyecto *Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte* del Plan Operativo 2021 de la Comisión para la Cooperación Ambiental.[5]

[5] CCA, Transformación del reciclaje y el manejo de residuos sólidos en América del Norte, proyecto en el marco del PO 2021.

Referencias bibliográficas

Achilias, D. (2015), "Chemical and thermochemical recycling of polymers from waste electrical and electronic equipment" [Reciclaje químico y termoquímico de polímeros obtenidos de residuos de equipo eléctrico y electrónico], en: *Recycling materials based on environmentally friendly techniques*, pp. 306-315, en: <www.researchgate.net/publication/300175853_Chemical_and_Thermochemical_Recycling_of_Polymers_from_Waste_Electrical_and_Electronic_Equipment>.

Cascadia Consulting Group (2006), *Targeted Statewide Waste Characterization Study: Detailed Characterization of Construction and Demolition Waste* [Estudio de caracterización de residuos a escala estatal: caracterización detallada de desechos provenientes de la construcción y la demolición], California Environmental Protection Agency, Integrated Waste Management Board, en: <www2.calrecycle.ca.gov/WasteCharacterization/PubExtracts/34106007/Tables.pdf>.

CECED (2018), *Material Flows of the Home Appliance Industry* [Flujos de materiales de la industria de los electrodomésticos], Comité Europeo de Fabricantes de Electrodomésticos / Universidad de las Naciones Unidas, en: <www.materialflows.eu/assets/Material_Flows_of_the_HA_Industry_LR.pdf>.

Comisión Europea (2018), *Plastics: Reuse, recycling and marine litter* [Plásticos: reúso, reciclaje y basura marina], informe final, Comisión Europea, Dirección General de Medio Ambiente, en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3cdca2d1-c5f2-11e8-9424-01aa75ed71a1/language-en>.

Daniels E. J., J. A. Carpenter, C. Duranceau, M. Fisher, C. Wheeler y G. Winslow (2004), "Sustainable end-of-life vehicle recycling: R&D collaboration between industry and the US DOE" [Reciclaje sustentable de vehículos al final de su vida útil: colaboración entre la industria y el DOE para la investigación y el desarrollo], *JOM*, vol. 56, Agosto de 2004, pp. 28-32, en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11837-004-0177-4>.

DSWA (2016), *Statewide Waste Characterization Study, FY 2016* [Estudio de caracterización de residuos a escala estatal, 2016], informe final, Delaware Solid Waste Authority, 9 de enero de 2017, en: <https://dswa.com/wp-content/uploads/2017/02/Final-Report-DSWA-Waste-Characterization-FY-2016-January-2017.pdf>.

ECCC (2019), *Economic Study of the Canadian Plastic Industry, Markets and Waste* [Estudio económico de la industria, los mercados y los residuos del plástico en Canadá], Environmental and Climate Change Canada, en: <https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En4-366-1-2019-eng.pdf>.

EPA (2022a), "Facts and Figures about Materials, Waste and Recycling – Construction and Demolition Debris: Material-Specific Data" [Datos sobre materiales, residuos y reciclaje: desechos de la construcción y la demolición], United States Environmental Protection Agency, en: <www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/durable-goods-product-specific-data#Electronics>.

EPA (2022b), "Facts and Figures about Materials, Waste and Recycling – Durable Goods, Product-Specific Data): Electronics" [Datos sobre materiales, residuos y reciclaje: equipo electrónico], United States Environmental Protection Agency, en: <www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/construction-and-demolition-debris-material>.

Franklin Associates (1998), *Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United Stated* [Caracterización de los desechos provenientes de la construcción y la demolición en Estados Unidos], por encargo de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, en: <www.epa.gov/sites/default/files/2016-03/documents/charact_bulding_related_cd.pdf>.

Frost & Sullivan (2016), *Used Car Market in North America 2016–2022* [Mercado de vehículos usados en Estados Unidos, 2016-2022], en: <https://store.frost.com/used-car-market-in-north-america-2016-2022.html>.

Geiselman, B. (2022), "Plastics trim EV batteries' weight, boost safety" [Uso de plástico para reducer el peso y aumentar la seguridad de las baterías de vehículos eléctricos], *Plastics Machinery and Manufacturing*, 16 de febrero de 2022, en: <www.plasticsmachinerymanufacturing.com/injection-molding/article/21254768/plastics-trim-ev-batteries-weight-boost-safety>.

Green Seal Environmental (*s.f.*), *Construction and Demolition Waste Characterization and Market Analysis*, elaborado por Green Seal Environmental y Sovereign Consulting para el Departamento de Energía y Protección Ambiental de Connecticut, en: </portal.ct.gov/-/media/DEEP/waste_management_and_disposal/Solid_Waste_Management_Plan/CMMSFinal2016ConstructionAndDemolitionWasteCharacterizationStudyPDF.pdf>.

Heller, M. C., M. H. Mazor y G. A. Keoleian (2020), "Plastics in the US: toward a material flow characterization of production, markets and end of life" [Hacia una caracterización del flujo de materiales en la producción, los mercados y el final de la vida útil de los plásticos en Estados Unidos], *Environmental Research Letters*, vol. 15, núm. 9, art. 094034, 25 de agosto de 2020, doi:10.1088/1748-9326/ab9e1e, en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab9e1e>.

Light House (2021), *Residential Construction Waste Analysis*, elaborado por encargo de BC Housing, en: <www.light-house.org/wp-content/uploads/2021/05/Residential-Construction-Waste-Analysis-May-27-2021.pdf>.

Lowrey, A. (2011), "Your Big Car Is Killing Me" [Tu gran automóvil me está matando], *Slate*, 27 de junio de 2011, en: <https://slate.com/business/2011/06/american-cars-are-getting-heavier-and-heavier-is-that-dangerous.html#:~:text=The%20average%20new%20car%20weighed,but%204%2C009%20pounds%20in%202010>.

MPCA (2020), *Construction and Demolition Materials Composition Study* [Estudio sobre la composición de materiales de construcción y demolición], Minnesota Pollution Control Agency, en: <www.pca.state.mn.us/sites/default/files/w-sw5-55.pdf>.

Napier, T. (2016), Construction Waste Management" [Manejo de desechos de construcción], *Whole Building Design Guide*, National Institute of Building Sciences, 17 de octubre de 2016, en: <www.wbdg.org/resources/construction-waste-management>.

NEWMOA, *Construction & Demolition Waste Management in the Northeast in 2006* [Manejo de residuos de la construcción y la demolición en el noreste de Estados Unidos, 2006], *Northeast Waste Management Official's Association*, Boston, MA, en: <www.newmoa.org/wp-content/uploads/2022/06/CDReport2006DataFinalJune302009.pdf>.

Singh, N., H. Duan, F. Yin, Q. Song y J. Li (2018), "Characterizing the Materials Composition and Recovery Potential from Waste Mobile Phones: A Comparative Evaluation of Cellular and Smart Phones" [Caracterización de la composición y potencial de recuperación de desechos de teléfonos celulares], *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, vol. 6, núm. 10, 4 de septiembre de 2018, pp. 13016-13024, doi: 10.1021/acssuschemeng.8b02516, en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.8b02516>.

StatCan (2023), *Physical Flow Account for Plastic Material, by product category* [Análisis de flujo de materiales plásticos por categoría de productos], Statistics Canada, en: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3810015001>.

Zero Waste Design (*s.f.*), *C&D Activities and Waste Stream* [Residuos de la construcción y la demolición: actividades y flujos], en: <www.zerowastedesign.org/02-building-design/e-construction-and-demolition-waste-context/>.



CEC
CCA
CCE

cec.org