

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**NORMATIVA DE MICROPLÁSTICOS EN CHILE, UN ANÁLISIS
COMPARATIVO CON CANADÁ, COLOMBIA Y LA UNIÓN EUROPEA**

GIOVANNI EDUARDO LUENGO MUNDACA.

HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL.

CHILLÁN-CHILE

2025

**NORMATIVA DE MICROPLÁSTICOS EN CHILE, UN ANÁLISIS
COMPARATIVO CON CANADÁ, COLOMBIA Y LA UNIÓN EUROPEA**

Aprobado por:

Gastón Merlet Venturelli
Ingeniero en ejecución Química, Dr.
Profesor Asociado

Profesor Guía

Pedro Aqueveque Muñoz
Profesor de Biología, Dr.
Profesor Asociado

Profesor Asesor

Mickel Garrido Concha
Ingeniero Ambiental
Colaborador Académico

Profesor Asesor

Gastón Merlet Venturelli
Ingeniero en ejecución Química, Dr.
Profesor Asociado

Director de Departamento

Octavio Lagos Roa
Ingeniero Civil Agrícola, Ph.D.
Profesor Titular

Decano

ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. Objetivo General	6
2.2. Objetivos Específicos	6
3. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	7
3.1. Metodología	7
3.1.1 Revisión Documental.....	7
3.1.2 Análisis Comparativo	8
3.1.3 Efectividad de las Normativas	8
3.1.4 Formulación y Evaluación de Propuestas.....	8
3.2 Contaminación por Plásticos y Marcos Regulatorios: Conceptos Claves.	9
3.3 Marcos Regulatorios sobre Plásticos y Microplásticos.....	10
3.3.1 Chile	10
3.3.2 Colombia	11
3.3.3 Canadá	11
3.3.4 Unión Europea.....	12
4. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DIAGNÓSTICO.....	14
4.1. Tabla Comparativa	14
4.2 Evaluación de Efectividad de las Normativas.....	16
4.2.1. Canadá	17
4.2.2. Colombia.	18
4.2.3. Unión Europea.....	19
4.3 Diagnóstico y Brechas de la Normativa Chilena	21
4.3.1 Alcance del Sistema	22
4.3.2 Mecanismo de Incentivos (REP)	23

	Página
4.3.3 Infraestructura Habilitante para la Circularidad.....	24
5. PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA LEGISLACIÓN CHILENA	25
5.1 Ampliar el Alcance del Sistema Regulatorio	25
5.2 Optimización del mecanismo de incentivos de la Ley REP.....	26
5.3 Proyecto piloto para la infraestructura de circularidad.	26
5.4 Evaluación y Priorización de Propuestas	26
5.4.1 Evaluación de la Propuesta 1: Ampliación del Alcance Regulatorio.	27
5.4.2 Evaluación de la Propuesta 2: Mecanismo de Incentivos (REP)..	28
5.4.3 Evaluación de la Propuesta 3: Infraestructura para la Circularidad	29
6. CONCLUSIONES	31
7. BIBLIOGRAFÍA.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto	Página
Tabla 1: Análisis comparativo de los marcos regulatorios sobre plásticos y microplásticos en Chile, Colombia, Canadá y la Unión Europea.	15
Tabla 2: Matriz de evaluación y priorización de las propuestas de mejora para normativa chilena sobre plásticos.....	30

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, siempre me han apoyado y motivado en mis estudios durante todo este proceso, siempre velando por mi bienestar y aportando con valiosos consejos.

Agradezco a mi profesor guía Gastón Merlet Venturelli, quien amablemente se ofreció a ser mi tutor, considerando mis limitados tiempo por mi trabajo en paralelo.

Agradezco enormemente a Francisca Jara Molina por motivarme y apoyarme a volver a terminar mi carrera después de un periodo ausente, con su cariño y paciencia he logrado hacer esto posible.

Agradezco a mi comité de tesis por sus valiosas sugerencias durante este proceso de creación.

Muchas gracias a todos.

NORMATIVA DE MICROPLÁSTICOS EN CHILE, UN ANÁLISIS COMPARATIVO CON CANADÁ, COLOMBIA Y LA UNIÓN EUROPEA

MICROPLASTIC REGULATION IN CHILE: A COMPARATIVE ANALYSIS
WITH CANADA, COLOMBIA, AND THE EUROPEAN UNION.

Palabras Claves: Regulación ambiental, contaminación plástica, economía circular.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar y comparar la normativa chilena sobre microplásticos con respecto a Canadá, Colombia y la Unión Europea, con la finalidad identificar debilidades y proponer mejoras. La metodología consistió en una revisión documental y un análisis cualitativo de los marcos regulatorios y la evidencia científica sobre su efectividad. Los resultados revelan que la regulación chilena es de carácter indirecto, a diferencia de los enfoques más directos de la Unión Europea y Canadá. Se identificaron tres brechas estructurales críticas: una falla en el alcance del sistema, una falla en los incentivos de la Ley REP y una falla en la infraestructura para la circularidad. Se concluye que es necesario transitar hacia una regulación proactiva. Se propone un portafolio de tres mejoras estratégicas basadas en las experiencias internacionales: ampliar el alcance regulatorio, optimizar los incentivos de la Ley REP mediante tarifas eco-moduladas y habilitar la circularidad a través de una norma técnica piloto.

MICROPLASTIC REGULATION IN CHILE: A COMPARATIVE ANALYSIS WITH CANADA, COLOMBIA, AND THE EUROPEAN UNION.

Keywords: Environmental regulation, plastic pollution, circular economy.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze and compare Chilean microplastics regulation with that of Canada, Colombia, and the European Union, to identify weaknesses and propose improvements. The methodology consisted of a documentary review and a qualitative analysis of the regulatory frameworks and the scientific evidence regarding their effectiveness. The results reveal that the Chilean regulation is indirect in its approach, in contrast to the more direct approaches of the European Union and Canada. Three critical structural gaps were identified: a failure in the system's scope, a failure in the incentive mechanisms of the EPR (Extended Producer Responsibility) Law, and a failure in the enabling infrastructure for circularity. It is concluded that a transition towards proactive regulation is necessary. A portfolio of three strategic improvements based on international experiences is proposed: expanding the regulatory scope, optimizing the EPR Law's incentives through eco-modulated fees, and enabling circularity through a pilot technical standard.

1. INTRODUCCIÓN

El plástico, generado a partir de hidrocarburos de alto peso molecular provenientes de la extracción de petróleo, se ha convertido en un material ampliamente usado en el mundo, dada sus características como versatilidad, fácil maleabilidad, gran durabilidad y costos favorables para la industria, ha llevado a una altísima demanda que se traduce en una producción mundial para el año 2019 de 450 millones de toneladas, y se espera que para el año 2050 se produzcan 1.100 millones de toneladas de material plástico (Zhang et al., 2025). La durabilidad del plástico, que es una de sus principales ventajas, hoy es una de las causas de una masiva acumulación en el medio ambiente, exacerbada por una baja tasa de reciclaje global situada entre el 14% y el 18% (Zhang et al., 2025). Esta crisis tiene una manifestación particularmente aguda en Chile. Durante 2023, se estima que se introdujeron en el mercado nacional alrededor de 451,500 toneladas solo en envases y embalajes plásticos, de las cuales apenas se logró reciclar un 23% (Pacto Chileno de los Plásticos, 2024).

Dada la presencia de plásticos en el ambiente, surge la contaminación por microplásticos (en adelante MP), definidos como partículas plásticas menores a 5 mm provenientes de fuentes primarias, como la producción intencionada para la industria, y de fuentes secundarias, como la fragmentación de plásticos mayores. (Andrés-Bercianos et al., 2024) Esta forma de contaminación representa una preocupación creciente, dado la reciente relación de sus efectos adversos tanto en los ecosistemas naturales como en la salud

humana. Por su reducido tamaño, los MP se consideran biodisponibles en la cadena trófica, también facilitan la adhesión de contaminantes orgánicos y liberación de aditivos considerados contaminantes para el medio ambiente (Elías, R. 2015). Con respecto a la salud humana, en un estudio reciente se ha detectado la presencia de microplásticos en lesiones vasculares y esto se ha asociado con un mayor riesgo de eventos cardiovasculares adversos. (Celis-Morales, 2024)

La reciente preocupación sobre este tipo de contaminación ha llevado a los diferentes territorios a establecer regulaciones o normativas con la intención de disminuir dichos efectos adversos en el futuro. En este contexto, Chile ha dado pasos importantes en la gestión de plásticos, destacándose la Ley N° 21.368 (2021), sobre plásticos de un solo uso y botellas plásticas. Sin embargo, la efectividad y el alcance de esta normativa específicamente en la prevención y control de microplásticos aún requieren un análisis exhaustivo. La experiencia de países y regiones con legislaciones más avanzadas, como Canadá y la Unión Europea (en adelante UE), ofrece un valioso marco de referencia que pueden mejorar la política pública chilena. Canadá, por ejemplo, ha clasificado los artículos de plástico como sustancias tóxicas bajo su Ley Canadiense de Protección Ambiental (Environment and Climate Change Canada, 2021). mientras que la Unión Europea, a través de la Agencia Europea de Sustancias Químicas y otras directivas, ha implementado restricciones específicas para microplásticos añadidos intencionalmente y ha

abordado la reducción de emisiones de este contaminante. En América Latina, por su parte, Colombia ha promulgado la Ley 2232 de 2022, que busca la reducción progresiva de plásticos de un solo uso, alineándose con tendencias globales (Ley 2232, 2022)

La diversidad de enfoques regulatorios observados a nivel internacional, sumada a las limitaciones del marco chileno actual, evidencia que la contaminación por plásticos y microplásticos es un problema que demanda soluciones integrales. Afrontar este desafío de manera efectiva requiere, por tanto, un diagnóstico de la legislación ambiental nacional, con la finalidad de identificar puntos de mejora que se pueden encontrar en las experiencias de otros territorios.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar y comparar la normativa chilena sobre microplásticos respecto a países comprometidos con el medio ambiente, identificando fortalezas y debilidades para proponer mejoras en la legislación nacional basada en estudios científicos y reportes oficiales.

2.2. Objetivos Específicos

- Describir la regulación vigente en Chile respecto a los microplásticos.
- Comparar las regulaciones en términos de restricciones, alcance y aplicación.
- Evaluar el impacto ambiental de las normativas en cada país, basándose en estudios científicos y reportes oficiales.
- Formular y evaluar oportunidades de mejora para Chile, basado en estrategias exitosas observadas en otros países respaldadas en estudios científicos sobre impacto ambiental y normativo.

3. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

En el presente capítulo se describirá la metodología empleada para esta revisión bibliográfica y se describirán los marcos regulatorios sobre microplásticos para Colombia, Canadá y la Unión Europea.

3.1. Metodología

El desarrollo de este escrito se realizará con base en una revisión bibliográfica que incluye normativas y estudios sobre microplásticos en Chile, Colombia, Canadá, y la UE. Se aplicará una investigación cualitativa que analizará los marcos regulatorios y la evidencia científica de que definen la problemática (Munarriz, 1992).

3.1.1 Revisión Documental

En esta etapa, se recopilará y analizará normativas relacionadas con la regulación de microplásticos en Chile, Colombia, la U.E. y Canadá. La selección de estos documentos considerará criterios como: vigencia y alcance de regulaciones, sectores industriales como cosméticos. Los criterios de selección y priorización de normativas y documentos científicos con una antigüedad no mayor a 15 años (publicados entre 2010 y 2025). Para la obtención de documentos, se realizarán búsquedas en diversas bases de datos, como ScienceDirect y Scopus, mientras que los artículos normativos y políticas ambientales se obtendrán de repositorios legales de cada nación o territorio. Además, se consultarán reportes ambientales sobre MP publicados en organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para

el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

3.1.2 Análisis Comparativo

En esta fase, se realizará un análisis comparativo de las distintas normativas seleccionadas con la finalidad de establecer un marco de referencia. Se evaluarán indicadores claves como el tipo de enfoque (precautorio, ciclo de vida), alcance de la regulación, tipos de fuentes reguladas (primarias y secundarias) y mecanismos de incentivo. Los resultados de este análisis se sintetizarán en una tabla comparativa.

3.1.3 Efectividad de las Normativas

En esta sección, se analizarán y evaluará la efectividad de las normativas, contrastando el diseño teórico con la evidencia empírica de su impacto, obtenida de estudios científicos y reportes oficiales. Se identificarán puntos de falla en los sistemas u oportunidades de mejora con la finalidad de realizar un diagnóstico para proponer mejoras en Chile.

3.1.4 Formulación y Evaluación de Propuestas

A partir de los resultados obtenidos anteriormente, se elaborará un diagnóstico del sistema regulatorio chileno, identificando las oportunidades de mejora tomando como comparación las mejores prácticas internacionales. Con base en este diagnóstico, se formularán propuestas de mejora para la legislación nacional.

Finalmente, para evaluar y priorizar las propuestas presentadas se aplicará una matriz de evaluación del impacto ambiental, la cual permitirá analizar y comparar distintas estrategias en función de su efectividad en la reducción de la contaminación plástica. Esta matriz de evaluación usará los criterios de: reducción de contaminación por microplásticos, factibilidad de implementación y sostenibilidad a largo plazo. A cada criterio se le asignará un sistema de puntuación con escala de 1 a 3 puntos donde: 1 será bajo impacto, 2 será impacto medio y 3 será alto impacto, la sumatoria de estas puntuaciones permitirá clasificar y priorizar aquellas estrategias con mayor potencial.

3.2 Contaminación por Plásticos y Marcos Regulatorios: Conceptos Claves.

Para efectos de este análisis, se utilizarán los siguientes conceptos. Se entenderá por microplásticos (MP) a las partículas plásticas de tamaño inferior a 5 milímetros, originadas tanto de fuentes primarias secundarias (Andrés-Bercianos et al., 2024). La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) se define como el instrumento de gestión mediante el cual los productores de productos prioritarios son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos derivados de sus productos (Ley N° 20.920, 2016). Finalmente, el concepto de Fin de Condición de Residuo (EoW) corresponde al instrumento jurídico-técnico que establece los criterios que debe cumplir un residuo para dejar de ser considerado como tal y pasar a ser un producto o materia prima secundaria (Directiva 2008/98/CE, 2008).

3.3 Marcos Regulatorios sobre Plásticos y Microplásticos

3.3.1 Chile

La Ley N° 21.368 (2021) sobre plásticos de un solo uso (en adelante SUPs por sus siglas en inglés) destinada al consumo de alimentos en establecimientos de expendio de alimentos, otorga un plazo de cumplimiento de 2 a 4 años para su implementación y regula el uso de productos que no sean reutilizables como vasos, tazas, tazones, palillos, pocillos, mezcladores, bombillas, platos, cajas, copas, envases de comida preparada, bandejas, sachet individuales y tapas. Además, esta ley fomenta la reutilización, establece un sistema de certificación de plásticos de un solo uso y regula la incorporación de material reciclado a botellas plásticas desechables y la disponibilidad al público de botellas retornable.

Con respecto a los MP, Chile no cuenta con una regulación específica en dicha materia, sin embargo, esta Ley aporta de manera indirecta a la reducción de MP secundarios, al disminuir la cantidad de plásticos susceptibles de fragmentarse en el ambiente. Actualmente existe una Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos que busca coordinar las acciones de gestión en esta materia para los sectores públicos y privados, a pesar de ello, su carácter no vinculante limita su efectividad como herramienta de fiscalización y cumplimiento.

3.3.2 Colombia

La Ley 2232 de 2022 sobre plásticos de un solo uso (Congreso de la República de Colombia, 2022) busca la eliminación progresiva de ciertos productos plásticos destinados a un solo uso como: balsas de plástico, bolsas de lavandería, mezcladores, soportes de plástico para bebidas, cubiertos, empaques de alimentos, confeti, manteles, serpentinas. Los plazos de implementación van de los 2 a 10 años desde su promulgación de 2022.

Colombia no presenta actualmente una regulación sobre microplásticos, por lo tanto, esta regulación abordaría indirectamente la generación de MP secundarios al reducir el volumen de plásticos mayores.

3.3.3 Canadá

Existe una regulación llamada “Microbeads in Toiletries Regulations” del año 2018 que regula la importación y fabricación de productos de aseo personal que contengan microperlas de plástico, incluyendo productos de salud natural y medicamentos de venta libre con un plazo de implementación que se extendió hasta 2021 (Microbeads in Toiletries Regulations, 2018). Además, Canadá clasificó en 2021 los plásticos como sustancias tóxicas (Environment and Climate Change Canada, 2021). logrando así promulgar la “Single-use Plastics Prohibition Regulations” que regula los SUPs con un plazo de implementación hasta 2024 (Single-use Plastics Prohibition Regulations, 2022). Esta prohibición incluye artículos como bolsas de pago, cubiertos,

recipientes para alimentos hechos de plásticos problemáticos, anillos para latas, agitadores y bombillas.

Canadá ha implementado desde 2018 una varia estrategia regulatoria, abordado directamente los MP primarios con su prohibición de microperlas plásticas, para luego ampliar su control sobre los SUPs a través de un enfoque diferenciador: clasificar los plásticos como sustancia peligrosa.

3.3.4 Unión Europea

La Unión Europea (UE) presenta el marco regulatorio más directo y ambicioso, abordando la contaminación desde múltiples fuentes. La Comisión Europea modificó en el año 2023 el reglamento de Registro, Evaluación, Autorización, y Restricción de Sustancias Químicas (REACH), estableciendo un reglamento que prohíbe la adición intencional de microplásticos en productos (Reglamento (UE) 2023/2055, 2023). Los productos regulados son: cosméticos, detergentes y productos de limpieza, fertilizantes agrícolas, productos fitosanitarios, gránulos de relleno para superficies deportivas artificiales y productos médicos. Estos productos serán regulados en diferentes etapas llegando hasta el año 2035.

Adicionalmente a la restricción de MP añadidos, la UE implementó desde 2021 la Directiva sobre SUPs (Directiva (UE) 2019/904, 2019). Esta directiva prohíbe la comercialización de productos como bastoncillos de algodón, cubiertos, platos, bombillas, agitadores de bebidas, y recipientes de poliestireno expandido para alimentos y bebidas.

Los países miembros de la UE deberán implementar estas regulaciones específicas sobre MP, lo que reducirá de manera directa la contaminación en el ambiente.

4. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DIAGNÓSTICO

En este capítulo se establecerá una comparación de los marcos regulatorios, para posteriormente desarrollar una evaluación de efectividad basada en literatura científica y reportes oficiales. Posteriormente se identificarán las brechas regulatorias para Chile.

4.1. Tabla Comparativa

A continuación, se presentará una tabla comparativa sobre las regulaciones ambientales en materia de microplásticos.

Tabla 1: Análisis comparativo de los marcos regulatorios sobre plásticos y microplásticos en Chile, Colombia, Canadá y la Unión Europea.

	Chile (Ley 21.368)	Colombia (Ley 2232)	Canadá (CEPA y Regulaciones)	Unión Europea
Principio	Reducción de residuos visibles; fomento al reciclaje y reutilización.	Reducción consumo de plásticos; enfoque en alternativas.	Precautorio. Basado en clasificar los plásticos como "sustancia tóxica".	Precautorio y Ciclo de Vida Completo
Foco Principal (Microplásticos)	Indirecto: Enfocado en macroplásticos	Indirecto: Enfocado en macroplásticos	Mixto: Regulación directa de MP e indirecta vía SUPs	Directo y Amplio: Prohibición explícita de MP añadidos y regulación de SUPs
¿Tiene prohibiciones?	Sí, para productos SUPs específicos.	Sí, prohibición progresiva de productos SUPs.	Sí, microperlas y productos SUPs específicos.	Sí, microplásticos añadidos y productos SUPs.
Responsabilidad Extendida	Regulado por otra ley (Ley REP), no es el foco central de la Ley 21.368.	Mencionada en la ley, con desarrollo posterior.	Programas provinciales	Pilar central de la Directiva SUP; productores deben cubrir costos de limpieza.
Monitoreo y Medición de Efectividad	No existen programas sistemáticos para medir el impacto en la reducción de MP	No se reportan programas de monitoreo de impacto asociados a la ley.	Brechas significativas. Informes indican falta de estandarización y trazabilidad de datos	Monitoreo para los estados miembros; metodologías en desarrollo.

Donde MP es Microplásticos y SUPs es Plásticos de un solo uso (siglas en inglés)

Los datos presentes en la tabla 1 presentan diferencias significativas en materia de normativas para plásticos y microplásticos. En la Unión Europea, y menor medida, Canadá, han avanzado en la regulación directa de microplásticos añadidos (fuente primaria), las legislaciones en Chile (Ley 21.368) y Colombia (Ley 2232/2022) se han enfocado principalmente en la reducción y prohibición de plásticos de un solo uso. Esto indica una diferencia regulatoria (brecha) en los marcos regulatorios respecto a la contaminación por microplásticos.

Es de interés el enfoque dado en Canadá con la clasificación de los plásticos como sustancia peligrosa, este enfoque otorga futuras acciones regulatorias más amplias diferenciándose de los enfoques regulatorios específicos para productos con microplásticos.

4.2 Evaluación de Efectividad de las Normativas

Aquí se evaluarán estudios y reportes que existan para corroborar una efectividad sobre las normativas de microplásticos y su impacto medioambiente.

Es importante mencionar que muchas evaluaciones e informes de efectividad y análisis de políticas se centran en los plásticos de mayor tamaño como los plásticos de un solo uso, su importancia para esta informe resulta crucial dado que forman parte de la causa secundaria de la presencia de microplásticos en el ambiente dado la fragmentación de estos.

4.2.1. Canadá.

La revisión de estudios para evaluar la efectividad de sus normativas sobre microplásticos muestra un estado complejo. Si bien existen legislaciones clave como la prohibición de microperlas en productos cosméticos y la regulación de plásticos de un solo uso, la cuantificación directa de su impacto en la reducción de microplásticos en el medio ambiente presenta desafíos significativos. El Canada Plastics Pact (2021), en su informe, destaca que existen brechas en la estandarización y trazabilidad de los datos sobre residuos plásticos a nivel nacional. La ausencia de metodologías uniformes para auditorías de composición de residuos y la dificultad para seguir el destino final de los materiales plásticos una vez recogidos (Canada Plastics Pact, 2021) limitan la capacidad de generar evaluaciones precisas sobre la reducción de partículas plásticas en ecosistemas naturales o en agua y suelo tras la implementación de las normativas. No obstante, un análisis empírico basado en auditorías de marcas y limpieza de playas en cuatro ciudades canadienses presentado por Baxter (2022) y colaboradores en Marine Affairs Program, Dalhousie University, Halifax, Canadá concluyó que la prohibición federal de seis productos SUPs no aborda algunas de las categorías de basura más prevalentes, como las envolturas y las tapas de botella. Dicho estudio también identificó que seis grandes corporaciones son responsables del 39% de la basura de marca recolectada, y que los programas de Responsabilidad

Extendida del Productor (REP) existentes en las provincias estudiadas no parecieron impactar en una reducción de la cantidad de basura encontrada.

En síntesis, Canadá según los informes no presenta una estandarización y sistemas de monitoreo necesarios para una evaluación de impacto de las normativas que pueda guiar futuras mejoras además de las actuales regulaciones, en específico las de plásticos de un solo uso resultan débiles y limitadas en su impacto real.

4.2.2. Colombia.

Para determinar la efectividad de la Ley 2232 de 2022 en Colombia, centrada en plásticos de un solo uso (SUPs), es fundamental contrastarla con la evidencia empírica sobre las dinámicas reales de la contaminación plástica.

Un primer punto de análisis surge del estudio de Garcés-Ordóñez et al. (2025), que evidenció que la contaminación por botellas plásticas en la costa del Pacífico colombiano es un problema mayoritariamente local, impulsado por productos plásticos desechables provenientes de grandes multinacionales como The Coca-Cola Company, Aje Group y PepsiCo. Este hallazgo sugiere que una regulación enfocada principalmente en el consumidor, sin un fuerte componente de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) que presione a los fabricantes, deja sin abordar una de las causas raíz del problema.

Adicionalmente, esta limitación en el alcance de la ley se confirma al analizar otras fuentes de contaminación. El estudio de MP de González-Curbelo et al.

(2025) en la costa de La Guajira, una zona de menor presión turística identificó los filamentos de artes de pesca que constituyen la principal forma de contaminación. Este hecho demuestra que, incluso si se lograra un control total sobre los SUPs, actividades económicas locales como la pesca seguirían siendo una fuente significativa de MP. En conjunto, ambas investigaciones aportan una evidencia de que la Ley 2232, si bien es un paso positivo a la reducción de la contaminación plástica y, por consecuencia, a la contaminación por MP, posee un diseño cuyo alcance es perfectible para abordar la complejidad y diversidad de las fuentes de contaminación plástica en el territorio colombiano.

Es de importancia mencionar que la Ley 2232 es de reciente promulgación y que gran parte de sus restricciones se implementarán gradualmente hasta 2030. Por esta razón, es probable que aún no se observe un impacto significativo en la reducción de la contaminación plástica a la fecha.

4.2.3. Unión Europea.

A pesar de ser el marco regulatorio más desarrollado de esta investigación, la estrategia de la UE no ha logrado aún frenar de manera decisiva la contaminación por plásticos. Un análisis de sus políticas revela que la efectividad del sistema se ve comprometida por fallas de diseño en tres áreas críticas: los incentivos de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), el alcance de la regulación sobre microplásticos y las barreras a la circularidad.

La primera causa raíz de la efectividad limitada reside en los incentivos diluidos dentro de su principal mecanismo de gestión, la REP. Como se observa en la implementación en España, el predominio de los Sistemas Colectivos (SCRAP) sobre los Individuales (SIRAP) genera una externalidad negativa: las empresas con envases difíciles de reciclar pagan tarifas promediadas similares a las de empresas con diseños sostenibles (Santana et al., 2025). Esto elimina el incentivo económico directo para invertir en eco-diseño, una de las promesas centrales de la REP, y demuestra una falla en el diseño del mecanismo de retroalimentación del sistema.

La segunda causa es un desajuste en el alcance de la regulación, la UE ha enfocado sus esfuerzos regulatorios sobre MP en las fuentes primarias, como las microperlas en cosméticos, a través de la modificación del Reglamento REACH. Sin embargo, este enfoque se centra solo en una fuente del problema. Las principales vías de entrada de MP al medio ambiente las partículas de neumáticos y las microfibras textiles no están reguladas de manera efectiva según un estudio de Paloniitty & Ala-Lahti (2024). Por lo tanto, la causa de la persistente contaminación por MP no es la falta de regulación, sino una regulación dirigida a los objetivos incorrectos.

La tercera causa raíz de esta efectividad limitada es un “cuello de botella jurídico” que impide el cierre efectivo del ciclo del plástico. La transición hacia una economía circular depende de la capacidad de reintroducir con seguridad y confianza los materiales reciclados en el mercado. Para facilitar este

proceso, el concepto de “Fin de Condición de Residuo” (EoW) fue establecido formalmente en la Directiva Marco de Residuos (Directiva 2008/98/CE, 2008). Dicha directiva permite que un material recuperado, como el plástico, deje de ser considerado un "residuo" y pase a ser una "materia prima secundaria", siempre que cumpla con una serie de criterios técnicos y ambientales armonizados.

Sin embargo, aquí reside una falla crítica: como lo destacan tanto Paloniitty y Ala-Lahti (2024) como Santana et al. (2025), la UE aún no ha definido estos criterios armonizados específicamente para los plásticos. Esta ausencia impide que los polímeros recuperados se comercialicen con la misma facilidad que las materias primas vírgenes, desincentivando su uso y manteniendo, en la práctica, el sistema más lineal que circular.

4.3 Diagnóstico y Brechas de la Normativa Chilena

El análisis comparativo de los marcos regulatorios internacionales permite realizar un diagnóstico del sistema regulatorio chileno. La conclusión principal es que, si bien Chile ha establecido una base legal con la Ley 21.368 y la Ley REP, el diseño del sistema presenta debilidades en su estructura que limitan su efectividad e impiden abordar de manera integral la contaminación por plásticos y microplásticos. Estas fallas se pueden agrupar en tres áreas críticas: el alcance del sistema, sus mecanismos de incentivos y su infraestructura habilitante para la circularidad.

4.3.1 Alcance del Sistema

Un sistema de control de la contaminación es eficiente si regula las principales fuentes de entrada. El sistema chileno, sin embargo, presenta una brecha de diseño por su alcance limitado. El Reglamento de la Ley 21.368 demuestra la capacidad técnica del Estado para normar, pero esta capacidad se ha enfocado casi exclusivamente en los plásticos de un solo uso en el comercio, con un foco particular en el expendio de alimentos. Este diseño omite la regulación de al menos tres flujos de contaminación significativos.

En primer lugar, se excluye por completo el control sobre los microplásticos primarios. A diferencia de la Unión Europea, que ya legisla sobre microperlas añadidas intencionalmente, Chile carece de regulación para esta fuente de entrada directa, una omisión reconocida en la propia Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos (Ministerio del Medio Ambiente, 2021). Adicionalmente, la ley no aborda el impacto de sectores económicos clave. Estudios en terreno en el Golfo de Arauco demuestran que la contaminación se multiplica por diez en verano debido al turismo y que los residuos plásticos actúan como vectores de contaminantes químicos como los ftalatos (Recabarren et al., 2024). Asimismo, la pesca ha sido identificada como una fuente predominante de filamentos plásticos en las costas (González-Curbelo et al., 2025; Ministerio del Medio Ambiente, 2021), un problema que la legislación actual tampoco aborda de manera específica. Finalmente, a un nivel más amplio, el sistema chileno, al igual que el europeo,

aún no ha desarrollado mecanismos para controlar las principales fuentes secundarias difusas, como el desgaste de neumáticos y las fibras textiles, que constituyen la mayor parte de las emisiones de microplásticos a nivel global (Paloniitty & Ala-Lahti, 2024).

4.3.2 Mecanismo de Incentivos (REP)

El principal mecanismo del sistema para incentivar la prevención desde el origen es la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Sin embargo, su diseño actual para el sector de los plásticos carece de un mecanismo de retroalimentación que efectivamente modifique el comportamiento de los productores.

El éxito de la ley que prohibió las bolsas plásticas en Chile se debió en gran parte a una alta consistencia entre el comportamiento ciudadano y el apoyo a la política, especialmente en comunas con experiencia previa en regulaciones locales (Arriagada et al., 2022). El sistema REP actual, al ser más técnico no aprovecha esta dimensión socio-conductual. A diferencia del modelo español, que discute activamente los méritos de los sistemas colectivos (SCRAP) frente a los individuales (SIRAP) para fomentar el eco-diseño (Santana et al., 2025), el marco chileno aún no ha desarrollado estos incentivos diferenciados. En la práctica, los Sistemas de Gestión Colectivos operan bajo un modelo de costos promedio, donde la tarifa pagada por un productor de un envase 100% reciclable y con alto contenido de material reciclado es muy similar a la de un productor de un envase multicapa y de color negro, cuya reciclabilidad es nula.

Este diseño anula el incentivo económico para invertir en eco-diseño, ya que las empresas responsables terminan subsidiando a las que introducen envases problemáticos en el mercado. Esto permite que los grandes productores, responsables de la mayoría de los envases encontrados en el medio ambiente operen bajo un sistema de cumplimiento que no penaliza los malos diseños ni premia la innovación (Garcés-Ordóñez et al., 2025),

4.3.3 Infraestructura Habilitante para la Circularidad

Toda la arquitectura de reciclaje que promueve la Ley REP se sostiene sobre una base que carece de una pieza clave, lo que genera un “cuello de botella jurídico-técnico”. Esta brecha es la ausencia de criterios de "Fin de Condición de Residuo" (EoW). Este concepto, pilar de la Directiva Marco de Residuos de la UE (Santana et al., 2025), es el instrumento legal que permite que un material reciclado deje de ser un "residuo" y se convierta en un "producto" comercializable. Sin este marco, el plástico recuperado en Chile permanece en una zona gris legal, sujeto a costosas regulaciones de residuos y con una calidad incierta para el mercado. Esto impide que pueda competir en precio y seguridad con la materia prima virgen, desincentivando la inversión en reciclaje avanzado y, en la práctica, perjudicando el objetivo final de la Ley REP (Paloniitty & Ala-Lahti, 2024; Santana et al., 2025).

5. PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA LEGISLACIÓN CHILENA

Con base en el diagnóstico anterior, se formulan tres propuestas estratégicas diseñadas para responder directamente a cada una de las brechas identificadas.

5.1 Ampliar el Alcance del Sistema Regulatorio

Para abordar la brecha de diseño identificada en el alcance limitado del sistema chileno, se propone una estrategia de ampliación regulatoria que aborde las fuentes de contaminación actualmente omitidas. Esta propuesta se materializa a través de dos líneas de acción: el control de microplásticos primarios y la gestión de residuos del sector pesquero.

Como primera acción para el diagnóstico de MP Primarios. Se propone que el Ministerio del Medio Ambiente lidere un estudio de diagnóstico con la finalidad de cuantificar el ingreso de microplásticos primarios al mercado chileno a través de productos de consumo masivo. Esta acción se alinea con la Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos y serviría como el fundamento técnico para el futuro diseño de una regulación de restricción, siguiendo el modelo del Reglamento REACH de la Unión Europea.

Para la segunda acción se propone la conformación de una mesa técnica público-privada para analizar la factibilidad de incorporar los artes y aparejos de pesca como producto prioritario dentro de la Ley REP.

5.2 Optimización del mecanismo de incentivos de la Ley REP

Para corregir en el mecanismo de retroalimentación, se propone una reforma al Decreto Supremo N° 12 de la Ley REP para fortalecer los incentivos al eco-diseño. Se propone mandar que todos los Sistemas de Gestión Colectivos implementen un esquema de tarifas eco-moduladas. Esto significa en la práctica que la cuota pagada por los productores deberá ser diferenciada según la sostenibilidad del envase, un mecanismo cuya efectividad se discute en el contexto español (Santana et al., 2025). Así, se crearía un incentivo económico directo para que las grandes corporaciones, responsables de la mayoría de los envases encontrados en el medio ambiente, inviertan en la mejora de sus diseños.

5.3 Proyecto piloto para la infraestructura de circularidad.

Para abordar el cuello de botella de la circularidad, se propone una acción que sirva como primer paso. Se propone que el Ministerio del Medio Ambiente y el Instituto Nacional de Normalización (INN) lideren el desarrollo de una norma técnica piloto para establecer los criterios de "Fin de Condición de Residuo" (EoW) para el plástico PET desechado. Esta norma establecería los estándares de calidad para que los pellets de PET reciclados (rPET) puedan ser legalmente comercializados como una materia prima secundaria.

5.4 Evaluación y Priorización de Propuestas

A continuación, se evaluarán las propuestas formuladas mediante una matriz de impacto. Cada propuesta se califica en una escala de 1 (bajo), 2 (medio) y

3 (alto) según tres criterios: Reducción de Contaminación por MP, Factibilidad de Implementación y Sostenibilidad a Largo Plazo.

5.4.1 Evaluación de la Propuesta 1: Ampliación del Alcance Regulatorio.

Con respecto a la reducción de contaminación por MP, el impacto de esta propuesta es bajo en el corto plazo, ya que la realización de estudios y la conformación de mesas técnicas no reduce por sí misma la contaminación actual. Sin embargo, se considera un prerequisite estratégico para diseñar futuras regulaciones, como lo demuestra la propia Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos, que basa sus acciones en esta necesidad de diagnóstico previo. Se le asignará un impacto bajo (1).

Para la factibilidad de implementación esta propuesta es altamente factible. Crear mesas técnicas y mandar estudios son acciones de bajo costo y alta viabilidad administrativa y política para el Estado, ya que no implican la imposición inmediata de costos a sectores productivos, sino un proceso de diálogo y levantamiento de información. Se le asignará un impacto alto (3).

Con respecto a la sostenibilidad a largo plazo su contribución alta. Sienta las bases para el diseño de políticas preventivas en el origen (control de MP primarios, REP para la pesca), que son las más eficientes y sostenibles para evitar la contaminación futura, siguiendo un enfoque sistémico que ha sido identificado como esencial para resolver problemas complejos. Se le asignará un impacto alto (3).

5.4.2 Evaluación de la Propuesta 2: Mecanismo de Incentivos (REP).

El impacto de esta propuesta es de carácter indirecto. La eco-modulación de tarifas no prohíbe productos, pero crea un incentivo económico que modifica el comportamiento de los productores a mediano plazo. Al penalizar los malos diseños y premiar la innovación, se espera una reducción en la generación de envases problemáticos y un aumento en el reciclaje de los plásticos que ingresan al mercado. Se asignará un impacto medio (2) a la reducción de contaminación por MP.

Con respecto a la factibilidad de implementación, esta es moderada. Por un lado, la Ley REP ya existe, por lo que se trataría de una reforma a un decreto y no de una nueva ley. Por otro lado, la definición de los criterios técnicos para las tarifas diferenciadas es compleja y, previsiblemente, enfrentará una resistencia de los sectores industriales que deberían asumir mayores costos. Se asignará un impacto medio (2).

Esta propuesta es altamente sostenible a largo plazo, ya que crea un mecanismo económico de mejora continua. A diferencia de una prohibición estática, las tarifas eco-moduladas se adaptan a las nuevas tecnologías y diseños, incentivando permanentemente la innovación en toda la industria. Se asignará al apartado de sostenibilidad a largo plazo un impacto alto (3).

5.4.3 Evaluación de la Propuesta 3: Infraestructura para la Circularidad

El impacto a la reducción de contaminación por MP de esta propuesta es indirecto. La creación de criterios EoW no reduce directamente la contaminación, pero es la condición habilitante para que el reciclaje a gran escala sea técnica y económicamente viable. Al eliminar el "cuello de botella jurídico", se fomenta un mercado para el plástico reciclado, lo que indirectamente reduce la cantidad de residuos que terminan en vertederos o en el medio ambiente. Se asignará un impacto medio (2).

Esta es la propuesta más difícil de implementar. Requiere un proceso de complejidad técnica, legal y política, que involucra un consenso entre múltiples actores (gobierno, industria, academia, organismos de normalización). La Unión Europea, con un sistema regulatorio más maduro, aún enfrenta dificultades para armonizar estos criterios para todos los plásticos, lo que ilustra la magnitud del desafío. Se asignará un impacto bajo (1) la factibilidad de implementación.

Para la sostenibilidad a largo plazo, esta propuesta es el pilar de una economía circular funcional. Sin este instrumento, cualquier esfuerzo de reciclaje carece de una base económica sólida y depende de subsidios o de condiciones de mercado volátiles. La existencia de criterios EoW garantiza la sostenibilidad del sistema de reciclaje a largo plazo. Se asignará un impacto alto (3) a la categoría de sostenibilidad a largo plazo.

Tabla 2: Matriz de evaluación y priorización de las propuestas de mejora para normativa chilena sobre plásticos.

	Reducción de MP	Factibilidad de Implementación	Sostenibilidad a largo Plazo	Puntaje Total
Ampliación de alcance	1	3	3	7
Optimización de la REP	2	2	3	7
Infraestructura de circularidad	2	1	3	6

La matriz revela que las Propuestas 1 y 2 obtienen el mayor puntaje combinado, sugiriendo un equilibrio entre impacto y viabilidad. La Propuesta 1, aunque de bajo impacto directo inmediato, es la más factible de iniciar y sienta las bases para todo lo demás. La Propuesta 2 ofrece un potente mecanismo de mercado con una factibilidad moderada. Finalmente, la Propuesta 3, aunque es la más difícil de implementar, es la más crucial para la sostenibilidad a largo plazo del sistema.

6. CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como objetivo analizar y comparar la normativa chilena sobre microplásticos con la de Canadá, Colombia y la Unión Europea, para identificar debilidades y proponer mejoras. A partir del análisis documental y la evaluación de efectividad, se ha llegado a las siguientes conclusiones: La regulación vigente en Chile respecto a los microplásticos es de carácter indirecto y parcial. Se compone principalmente de la Ley N° 21.368 de Plásticos de un solo uso, la Ley N° 20.920 (REP) y su decreto para envases y embalajes, y la Estrategia Nacional para Residuos Marinos y Microplásticos. Este marco se enfoca en la gestión de residuos macroscópicos, sin abordar de manera directa y vinculante las principales fuentes de microplásticos.

La comparación con los marcos regulatorios internacionales revela diferencias significativas de enfoque. Mientras Chile y Colombia se han concentrado en la gestión de SUPs, la Unión Europea y Canadá han avanzado en la regulación directa de microplásticos primarios. Se destaca el enfoque de la UE, a través de su Reglamento REACH, y el de Canadá, al clasificar los plásticos como sustancia tóxica para habilitar una regulación más amplia.

La evaluación de la efectividad de las normativas internacionales demuestra que ningún sistema es perfecto. El marco de la UE, aunque es el más completo, presenta fallas de diseño que limitan su alcance a las fuentes más significativas de contaminación. Las leyes de Colombia y Canadá, por su parte,

enfrentan desafíos en su implementación y son cuestionadas por su impacto real en la reducción de la contaminación.

El diagnóstico del sistema chileno permitió identificar tres brechas estructurales críticas que constituyen la principal debilidad de la política nacional. Una brecha en el alcance del sistema, que omite la regulación de microplásticos primarios, fuentes sectoriales clave como la pesca, y el riesgo químico asociado a los aditivos plásticos. Se detectó una brecha en el mecanismo de incentivos de la Ley REP, cuyo modelo de gestión colectiva no genera una presión económica directa y diferenciada sobre los productores para fomentar el eco-diseño y una brecha la infraestructura habilitante para la circularidad, marcada por la ausencia de criterios de Fin de Condición de Residuo (EoW), lo que constituye un cuello de botella jurídico-técnico para el desarrollo de un mercado del reciclaje.

Para responder a estas debilidades, se formula un portafolio de tres propuestas estratégicas y factibles. Primero, para corregir la falla de alcance, se propone iniciar la ampliación del sistema regulatorio mediante estudios de diagnóstico sobre microplásticos primarios y la creación de una mesa técnica para incorporar al sector pesquero en la Ley REP. Segundo, para abordar la falla de incentivos, se recomienda optimizar la Ley REP a través de una reforma que implemente un esquema de tarifas eco-moduladas. Finalmente, para superar la ineficiencia en la circularidad, se postula el desarrollo de una

norma técnica piloto que establezca criterios de Fin de Condición de Residuo, comenzando con el plástico PET.

Si bien las tres propuestas son necesarias para una solución sistémica, el análisis de impacto determina que la propuesta de ampliación del alcance regulatorio se presenta como la de mayor factibilidad de implementación a corto plazo, al ser una acción de bajo costo que habilita el diseño de futuras políticas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés-Bercianos, R., Martínez-Hernández, V., & Meffe, R. (2024). Impacto de los usos del suelo y otros parámetros sobre la presencia de microplásticos en el suelo y en el agua subterránea: Una revisión crítica. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 37(1), 56–75. <https://doi.org/10.55407/rsge.105756>
- Arriagada, R., Lagos, F., Jaime, M., & Salazar, C. (2022). Exploring consistency between stated and revealed preferences for the plastic bag ban policy in Chile. *Waste Management*, 139, 381-392. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.040>
- Baxter, L., Lucas, Z., & Walker, T. R. (2022) Evaluating Canada's single-use plastic mitigation policies via brand audit and beach cleanup data to reduce plastic pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 176, 113460. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113460>
- Canada Plastics Pact. (2021). Foundational research and study: Canadian plastic packaging flows. <https://plasticspact.ca/wp-content/uploads/2025/05/PPP-Foundational-Research-on-Canadian-Plastics-Packaging-Flows-May-2021-final.pdf>

Canada. (2022). Single-use Plastics Prohibition Regulations, SOR/2022-138.

Publicado en la Canada Gazette, Parte II, Vol. 156, No. 13. Disponible en <https://gazette.gc.ca/accueil-home-fra.html>.

Celis-Morales, C. (2024). Microplásticos y nanoplásticos: Un riesgo emergente para la salud cardiovascular humana. *Revista médica de Chile*, 152(3),421-423. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872024000300421>

Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente. (2019). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 155/1.

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (2008). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 312/3.

Elías, R. (2015). Mar del Plástico: Una revisión del plástico en el mar. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 27, 83-105. <http://hdl.handle.net/1834/10964>

Environment and Climate Change Canada. (2021). *Plastics as toxic substances under CEPA 1999*. Government of Canada. <https://www.canada.ca/en/environment-climate->

[change/services/managing-reducing-waste/reducing-single-use-plastic.html](https://www.unep.org/press/2025/04/2025-04-20-01)

Garcés-Ordóñez, O., Ergas, M., Baeza-Álvarez, J., Honorato-Zimmer, D., López-Xalín, N., Vásquez, N., Canals, M., De Veer, D., Aguilera, M. E., Arias, I., Bolaños, S., Aguilar Fallas, D., Cuenca, M., De La Torre León, A. C., Díaz Córdoba, E., Gallardo P., M. de los Á., Hernández, S., Marcus, L., Muñoz-Araya, J. M., ... Thiel, M. (2025). Abundance, provenance, and characteristics of plastic beverage bottles in human settlements and on beaches of the Latin American Pacific region: a citizen science study. *Journal of Cleaner Production*, 521, 146234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146234>

González-Curbelo, M. Á., Cruz-Pérez, A., Gutiérrez-Bouzán, C., & López-Mesas, M. (2025). Assessing microplastic pollution along the Caribbean coast of La Guajira, Colombia. *Marine Pollution Bulletin*, 212, 117511. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117511>

Ley 2232 de 2022. (2022, 7 de julio). Por medio de la cual se establecen medidas para la reducción de la producción y el consumo de plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones. Congreso de la República de Colombia. Diario Oficial No. 52.087.

Ley N° 20.920. (2016, 1 de junio). Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Diario Oficial de la República de Chile.

Ley N° 21.368. (2021, 13 de agosto). Regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas. Diario Oficial de la República de Chile. Ministerio del Medio Ambiente. (2024).

Microbeads in Toiletries Regulations, SOR/2017-111. (2018). Canada Gazette, Part II, 151(13).

Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos*. Gobierno de Chile.

Munarriz, B. (1992). Técnicas y métodos en investigación cualitativa. En J. Muñoz y E. Abalde (Eds.), *Metodología de investigación educativa I* (pp. 101-116). Universidad de Coruña.

Pacto Chileno de los Plásticos. (2024). *Reportabilidad 2023 del Pacto Chileno de los Plásticos*. Fundación Chile.
<https://circulaelplastico.cl/reportabilidad-2023/>

Paloniitty, T., & Ala-Lahti, T. (2024). La Unión Europea y plásticos. En E. Kirk, N. Popattanachai, R. Barnes, & E. R. van der Marel (Eds.), *Research handbook on plastics regulation: Law, policy and the environment* (Research Handbooks in Environmental Law series, pp. 187-207). Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781802201529.00019>

Recabarren, T., Torres, M., Gómez, V., Jacobsen, C., Villablanca, M., Ahrendt, C., da Silva Montes, C., Galbán-Malagón, C., Tombesi, N., & Pozo, K. (2024). Occurrence of marine plastic litter and plasticizers from touristic beaches of Arauco Gulf in Central Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 205, 116575. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116575>

Reglamento (UE) 2023/2055 de la Comisión, de 25 de septiembre de 2023, por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a las micropartículas de polímeros sintéticos. (2023). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 238/66.

Santana, J., Magrinyà, F., & MasPOCH, M. L. (2025). Closing the loop of flexible plastic packaging in Spain: A review of the role of extended producer responsibility and circular economy strategies. *Journal of Cleaner Production*, 504, 145139. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145139>

Single-use Plastics Prohibition Regulations, SOR/2022-138. (2022). *Canada Gazette*, Part II, 156(13).

Zhang, J., Chu, Z., Cao, R., Wu, X., & Han, K. (2025). A review of resource recovery from waste plastics via pyrolysis and gasification. *Fuel*, 404, 136319. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2025.136319>