CTplas CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

LATU

INACAL Instituto Nacional de Calidad

Requerimientos de calidad para la incorporación de material plástico reciclado posconsumo en la industria nacional

MAYO 2025

EJECUTADO POR

Centro Tecnológico del Plástico (CTplas)
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

FINANCIADO Y GESTIONADO POR

Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

Requerimientos de calidad para la incorporación de material plástico reciclado posconsumo en la industria nacional

© 2025, Centro Tecnológico del Plástico (CTplas)

Financiado y gestionado por:

Instituto Nacional de Calidad (INACAL) en el marco del fondo « Ciencia, Tecnología e Innovación 2023 »

Ejecutado por:

Centro Tecnológico del Plástico (CTplas)
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

Responsable de proyecto por LATU y CTplas:

María Jesús Dabezies

Autores principales:

María Pía González Cano
María Jesús Dabezies
Federico Baraibar
Paulo Nuñez

Socios CTplas:

Asociación Uruguay de Industrias Plásticas (AUIP)
Cámara de Industrias del Uruguay (CIU)
Fundación Julio Ricaldoni (FJR)
Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

Equipo técnico de CTplas:

María Jesús Dabezies
Martín Nicolás Capricho
María Lucía García Portela
María Pía González Cano
Mateo Gutierrez
Lucia Charbonnier

Diseño gráfico y diagramación:

María Pía González Cano
María Lucía García Portela

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO **4**
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO **6**
Objetivo 6
Justificación 6
Metodología 8
INFOGRAFÍA DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS **11**
CONTEXTO **19**
Visión global de la cadena de valor del plástico nacional 19
Situación global de la circularidad del plástico 24
Contexto nacional para la valorización del plástico reciclado 27
Marco normativo actual para metas de valorización e incorporación de plásticos reciclados 27
Generación de valor del proyecto: esquema nacional de trazabilidad basado en infraestructura de la calidad 31
CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS **35**
Diagnóstico, limitaciones y oportunidades 35
Limitaciones en la calidad y eficiencia del proceso 37
Dificultades de valorización por tipo de polímero 37
Impacto de lavado y secado en la calidad del material reciclado 38
Bases para el diseño de un esquema de estandarización del proceso de clasificación 41
RECICLADO DE RESIDUOS PLÁSTICOS **45**
Diagnóstico, limitaciones y oportunidades 45
Mercado de materiales reciclados: productos con mayor y menor demanda 47
Barreras y limitaciones en la incorporación de material reciclado 55
Esquemas de certificación para el contenido de material reciclado 56
Normativas internacionales y certificaciones clave 56
Lineamientos para diseño de esquema de certificación de contenido de material reciclado a nivel nacional 62
Aspectos clave que deberían considerarse en el diseño de un esquema nacional de certificación de contenido de material reciclado 64
TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS **68**
Situación actual y requerimientos de calidad 68
Uso de material reciclado en la industria transformadora: diagnóstico y lineamientos técnicos 70
Problemas y limitaciones en la incorporación de material reciclado en procesos de transformación 73
Definición de especificaciones técnicas y requerimientos de calidad 76
CONCLUSIONES **82**
Limitaciones y barreras en el reciclaje de plásticos 82
Impacto de la Infraestructura de la Calidad en la cantidad y calidad del material reciclado 85
Impacto de la normativa en la incorporación de material reciclado incorporado 86
Impactos del proyecto 88
Próximos pasos 89
REFERENCIAS **91**
ANEXOS **95**
Anexo 1: Resultados y análisis de encuesta "Requerimientos de calidad para la incorporación de material reciclado posconsumo en la industria nacional" 95
Anexo 2: Resultados y análisis de encuesta a recicladores 107
Anexo 3: Guía práctica para la elaboración de fichas técnicas de materiales reciclados 115
Anexo 4: Plantilla base de ficha técnica de material plástico reciclado 121

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe presenta un análisis sistémico de la cadena de valor del reciclaje de plásticos posconsumo en Uruguay, centrado en la importancia de la calidad del material reciclado como factor determinante para su incorporación efectiva en la industria transformadora. A través de un enfoque técnico y estratégico, se analizaron los principales desafíos que enfrenta el sector, así como las oportunidades que brinda la infraestructura de la calidad para fortalecer la circularidad de materiales mediante la certificación, la trazabilidad y la estandarización de procesos.

Uno de los hallazgos más relevantes es la evidencia de la **desconexión existente entre la oferta y la demanda** de materiales reciclados. A pesar del creciente interés de la industria en sustituir resinas vírgenes por materiales reciclados, las deficiencias en la calidad y en la trazabilidad dificultan su integración en productos de mayor valor agregado. Esto se ve agravado por **procesos de clasificación y acondicionamiento aún poco eficientes**, con fuerte dependencia de la clasificación manual, escasa estandarización entre plantas y un sistema de lavado y secado fragmentado, en gran medida informal. Características que afectan significativamente la pureza del material reciclado, elevan los costos de procesamiento y reducen su competitividad.

Otro punto crítico identificado es la falta de un **sistema estandarizado de trazabilidad que permita certificar el origen y la calidad** del material recuperado. Esta carencia genera incertidumbre en el mercado y limita las posibilidades de valorización, especialmente para polímeros que requieren niveles más altos de calidad. En este sentido, se observa una **clara disparidad en la valorización de los diferenetes tipos de plásticos**: mientras que el polietileno tereftalato (PET) y polietilenos de alta y baja densidad (PEAD/PEBD) cuentan con cadenas de reciclaje más consolidadas, otros materiales como el polipropileno (PP), polietileno (PE) y el policloruro de vinilo (PVC) presentan escasa demanda debido a restricciones tecnológicas y falta de mercado. En el caso del PP, su trazabilidad es limitada, aunque presenta un gran potencial en aplicaciones por inyección que requieren alta calidad, lo cual podría potenciar su valorización si se lograra una clasificación más específica.

Si bien el marco normativo ha avanzado en la promoción de la economía circular y la valorización de residuos, aún persisten desafíos en su implementación y fiscalización. Estas limitaciones dificultan la adopción generalizada de buenas prácticas y reducen el impacto esperado de las políticas públicas sobre el sector. Frente a este panorama, el proyecto desarrolló un conjunto de herramientas orientadas a mejorar la calidad del material reciclado y fortalecer su inserción en la industria nacional. Entre ellas, se destacan:

- Una **guía práctica para la elaboración de fichas técnicas**, que permite identificar y estandarizar los requerimientos de calidad definidos por la industria transformadora.

- Una **propuesta de esquema de certificación de contenido reciclado**, que garantiza la calidad y la trazabilidad del material, alineándose con estándares internacionales y fortaleciendo la competitividad del reciclaje nacional.

- Un **protocolo de clasificación basado en la norma UNIT 1301:2023**, que define criterios operativos claros para mejorar la eficiencia del proceso de clasificación y optimizar la valorización de los materiales recuperados.

Estas iniciativas proponen las bases para un cambio estructural en el sector del reciclaje, posicionando a la calidad como eje fundamental para una economía circular más sólida, rentable y sostenible en Uruguay. Asimismo, contribuyen a generar las condiciones necesarias para aumentar la confianza de la industria, captar nuevas oportunidades de mercado y avanzar hacia un modelo productivo más alineado con los desafíos ambientales y económicos del país.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Objetivo

El proyecto tiene como objetivo **potenciar el uso de material plástico reciclado posconsumo nacional por medio de la definición de las especificaciones técnicas, requerimientos de calidad y condiciones necesarias para su incorporación en la industria nacional.**

Justificación

La utilización de **plásticos reciclados de buena calidad** en los procesos de transformación es fundamental para garantizar la **eficiencia productiva y la calidad del producto final**:

- **Materiales que presenten propiedades mecánicas definidas y consistentes** permiten a las empresas asegurar que los productos elaborados cumplan con los estándares técnicos requeridos, reduciendo riesgos de fallas o rechazos.
- Un material de calidad tiene un **comportamiento predecible** durante su procesamiento, lo que facilita su transformación, reduce los tiempos de producción, minimiza el consumo de energía y disminuye la necesidad de ajustes en la maquinaria.

En conjunto, estos factores no solo optimizan los recursos industriales, sino que también fortalecen la competitividad del plástico reciclado frente a la resina virgen.

La **Infraestructura de la Calidad (IC)** es una herramienta esencial para garantizar la calidad y trazabilidad del material reciclado, fortaleciendo la confianza de la industria y los consumidores en su uso. Sus cuatro pilares—**normalización, metrología, acreditación y evaluación de la conformidad**—permiten establecer estándares de calidad, métodos de ensayo y certificaciones que aseguran la consistencia y confiabilidad de los plásticos reciclados.

A nivel global, la publicación de nuevas normativas y estándares ha impulsado la implementación de **criterios técnicos homogéneos** para:

- **Facilitar el uso de plásticos reciclados** en aplicaciones industriales.
- **Optimizar el diseño de productos para mejorar su reciclabilidad.**
- **Asegurar una calidad uniforme de las materias primas recicladas.**

En Uruguay, si bien existen normativas que regulan la gestión de residuos plásticos, aún no se han desarrollado metodologías específicas para certificar la calidad y trazabilidad del material reciclado.

La falta de certificaciones locales fomenta la **importación de material reciclado** en lugar de fortalecer el mercado interno, lo que frena la inversión en la modernización del sector.

Por lo tanto, fomentar la **circularidad rentable y segura** de los materiales plásticos en la cadena de valor nacional permite:

- Maximizar la permanencia de los materiales en la cadena de valor
- Disminuir la dependencia de importación de materiales
- Minimizar el impacto ambiental

Figura 01: Impacto de la Infraestructura de la Calidad (IC) en la permanencia del material reciclado posconsumo (PCR) en la cadena de valor del plástico. Elaboración propia.

El **Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR)** subraya la importancia de la trazabilidad y el control de los materiales reciclados para optimizar su valorización. Para lograrlo, es fundamental contar con sistemas de certificación que permitan:

- **Garantizar la transparencia en los flujos de materiales.**
- **Asegurar que el material reciclado cumpla con los requisitos técnicos establecidos.**
- **Proteger la competitividad de la industria recicladora nacional.**

A nivel internacional, existen certificaciones como **RecyClass, INTI-Ecoplas y EuCertPlast**, que han demostrado ser herramientas clave para promover el uso responsable de plásticos reciclados. Adaptar estos esquemas a la realidad uruguaya permitirá **fortalecer la trazabilidad del material reciclado**, aumentar su valorización en el mercado y fomentar su incorporación en productos de alto valor agregado.

En conclusión, la Infraestructura de la Calidad emerge como un **pilar fundamental en la economía circular del plástico**, proporcionando confianza, trazabilidad e interoperabilidad en la gestión de materiales reciclados. La adopción de estándares nacionales e internacionales garantizará su calidad, promoverá su aceptación en mercados internacionales y consolidará la competitividad de la industria recicladora en Uruguay.

Metodología

Con el objetivo de identificar las barreras, oportunidades y requerimientos técnicos que inciden en la incorporación de material reciclado en la industria nacional, se diseñó una metodología integral que articula herramientas de análisis de cadena de valor, levantamiento de información primaria, consultorías especializadas y revisión de marcos normativos nacionales e internacionales.

El análisis sistémico se organizó en torno a tres eslabones claves de la cadena de valor del plástico: clasificación, reciclado y transformación. Para cada uno de ellos se buscó caracterizar las capacidades actuales, identificar los principales desafíos y establecer las condiciones necesarias para asegurar la trazabilidad, calidad y aprovechamiento de los materiales reciclados.

1. Recolección de información primaria

Sector transformador:

Se elaboró una base de empresas a partir de datos de importación y exportación de productos plásticos del capítulo 39 "Plásticos y sus manufacturas" de la Nomenclatura Común del Mercosur (NCM), priorizando aquellas con mayor volumen e impacto en la industria nacional.

Sobre esta base se diseñó y aplicó una encuesta (ver Anexo 1) específica a 22 empresas transformadoras, que representan cerca del 50% de las importaciones nacionales. El cuestionario abarcó las siguientes dimensiones:

- Procesos de transformación, productos elaborados y tecnologías utilizadas.
- Polímeros empleados y origen del material (virgen, posconsumo o posindustrial).
- Barreras técnicas y comerciales para incorporar material reciclado.
- Requerimientos de calidad, trazabilidad y certificación.
- Interés en esquemas de certificación y estándares de calidad.

Sector reciclador:

En el marco de una consultoría externa a cargo de Federico Baraibar - consultor ambiental con amplia experiencia en la gestión de residuos y el reciclado de plásticos. -, se implementó un relevamiento a 20 empresas recicladoras (16 activas y actualmente 4 fuera de actividad) , mediante entrevistas presenciales y un formulario complementario que permitió sistematizar la información (ver Anexo 2).

Se relevó información sobre:

- Capacidad instalada, volumen de procesamiento y empleo.
- Tipos de polímeros reciclados y condiciones de entrada del material.
- Procesos aplicados: molienda, lavado, secado, extrusión, peletizlado, etc.

- Productos obtenidos y sectores de destino.
- Limitaciones tecnológicas, de calidad y de trazabilidad.
- Percepción sobre normas necesarias y posibles esquemas de certificación.

La muestra abarcó actores formales de 8 departamentos (Montevideo, Canelones, San José, Colonia, Flores, Maldonado, Rivera y Tacuarembó), lo que permitió una mirada territorial sobre la actividad recicladora nacional.

Sector clasificador:

Se realizó una consultoría específica con Paulo Nuñez, coordinador de operaciones de la planta de clasificación Durán, quien aportó una visión realista y fundamentada sobre las limitaciones y oportunidades para generar e incorporar material reciclado de alta calidad en Uruguay, considerando tanto el punto de vista de la generación del material (etapas de recolección y clasificación) como su incorporación en los procesos de transformación industrial.

Se abordan aspectos clave como la demanda y oferta de polímeros reciclados, las capacidades tecnológicas de las plantas de clasificación, las diferencias en calidad entre cooperativas, y los mecanismos actuales de trazabilidad. Además, se exploran los factores operativos y organizativos que afectan la calidad, incluyendo el conocimiento de los operarios, la estandarización de procesos y el equipamiento disponible.

Esta información permitió caracterizar el funcionamiento de las plantas y la desconexión entre la calidad del material clasificado y los requerimientos de los recicladores y transformadores.

2. Análisis y caracterización de la cadena de valor

A partir de la información obtenida, se desarrollaron las siguientes líneas de análisis:

- **Mapeo de actores y flujos de materiales**, identificando tipos de polímeros procesados, origen del material (posconsumo vs posindustrial), etapas de transformación y destinos de los productos reciclados.

- **Diagnóstico de barreras por eslabón**, integrando factores técnicos, económicos y organizacionales que limitan el aprovechamiento del material reciclado.

- **Identificación de requisitos de calidad** según tipo de producto y aplicación, incluyendo propiedades como índice de fluidez, humedad, carga y compatibilidad entre materiales.

- **Relevamiento de estándares internacionales** y experiencias de certificación, como RecyClass, EuCertPlast e INTI-Ecoplas.

3. Generación de herramientas técnicas con base en IC

A partir de los hallazgos, se proponen las bases de diseño de tres herramientas para mejorar la trazabilidad, estandarización y valorización del material reciclado en el país:

1. **Guía práctica para la elaboración de fichas técnicas** de material reciclado, orientada a recicladores de productos intermedios, que establece los datos mínimos requeridos, los ensayos recomendados y el formato propuesto para su uso en entornos comerciales.

2. **Bases para un esquema nacional de certificación del contenido reciclado**, alineado a normas como EN 15343 e ISO 22095, que incorpora auditorías, balance de masa, trazabilidad y diferenciación entre posconsumo y posindustrial.

3. **Propuesta de protocolo de estandarización para plantas de clasificación, basado en la norma UNIT 1301:2023**, con el fin de armonizar criterios de calidad, facilitar la trazabilidad y fomentar la articulación con recicladores y transformadores.

INFOGRAFÍA DE LOS PRINCIPALES HALLAZGOS

Barreras en el uso de material reciclado

La industria del reciclaje enfrenta una serie de barreras:

- Caída en los precios del plástico virgen, que reduce la competitividad del material reciclado.
- Dependencia de importaciones de plásticos reciclados a menor costo, afecta la industria nacional.
- Falta de demanda estable, especialmente en sectores con requisitos técnicos exigentes.
- Ausencia de estándares uniformes y certificaciones obligatorias, generando incertidumbre en la industria transformadora.

MERCADO	VALORIZACIÓN	PRODUCCIÓN
Valor elevado del material reciclado	Calidad heterogénea Disponibilidad no constante	Baja demanda

Políticas públicas y normativas

La **incertidumbre sobre la calidad y disponibilidad del material reciclado genera una baja demanda**, lo que a su vez desincentiva la inversión en infraestructura y modernización del sector, perpetuando un ciclo de baja valorización.

Desconexión entre la oferta y la demanda

Cadena de valor fragmentada:

- **Oferta abundante pero heterogénea** en términos de calidad, lo que limita su aprovechamiento.
- **Demanda industrial creciente pero exigente** que requiere consistencia y seguridad en las propiedades del material reciclado.

Principales causas de la desconexión:

- **Falta de especificaciones claras** de las necesidades de la industria
- **Falta de articulación** entre eslabones de la cadena

Sector de clasificación

Caracterización del sector

Clasificación manual (cinta o bolsón) **+ enfardado**

La clasificación se enfoca en aquellos productos que presentan una **mejor relación entre:**

- Tiempo/complejidad de clasificación
- Valor de mercado
- Volumen disponible

Principales polímeros clasificados: PET, PEAD, PEBD y PP

No todos los materiales reciclables tienen una clasificación económicamente viable.

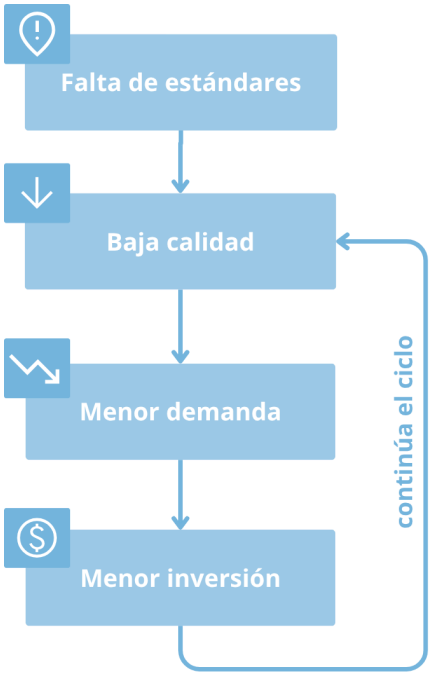
20%

materiales descartados durante la clasificación son plásticos reciclables que no encuentran salida al mercado.

Principales desafíos en la clasificación

- **Calidad del material,** alto porcentaje de contaminantes e impropios.
- **Dependencia de criterio y experiencia del operario** en clasificación visual.
- **Falta de estandarización** de criterios de calidad entre plantas, limita la asociatividad.
- **Infraestructura limitada,** equipamiento básico y baja tecnificación.
- **Condiciones laborales exigentes,** riesgos físicos y exposición a contaminantes.

La **falta de exigencias claras** por parte de los compradores perpetúa **estándares bajos** en las plantas de clasificación, **limitando la mejora continua y el acceso a mercados más exigentes.**



Etapas de lavado y secado

Gran parte del lavado y secado (PEAD, PEBD) se realiza en **circuitos informales.**

Las limitaciones en las etapas de lavado y secado son un **cuello de botella estructural**: sin mejoras en estas etapas, los esfuerzos en clasificación y recuperación tienen un impacto **limitado** en el desarrollo de una economía circular sostenible.

Sector del reciclado

Caracterización del sector

3 tipos de empresas:

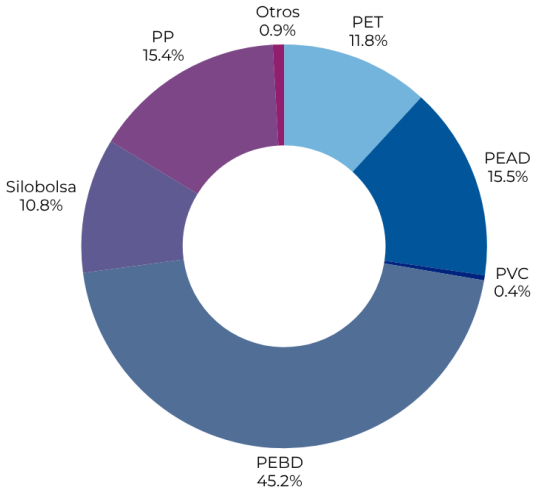
- Empresas de logística
- Recicladoras de productos finales (PF)
- Recicladoras de productos intermedios (PI): escamas y pellets

Alta informalidad en la cadena de valor.

+15.100

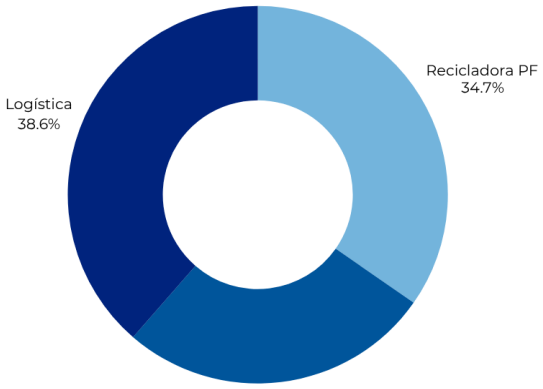
toneladas anuales plásticos recuperados*

*Datos nacionales correspondientes al año 2024



Recuperación de plásticos por tipo de polímero (2024)

Existe una **preferencia por los residuos posindustriales y de grandes generadores** frente a los residuos posconsumo de origen domiciliario, porque los primeros suelen estar **más limpios y homogéneos.**



Procesamiento según tipo de empresa en ton/mes (2024)

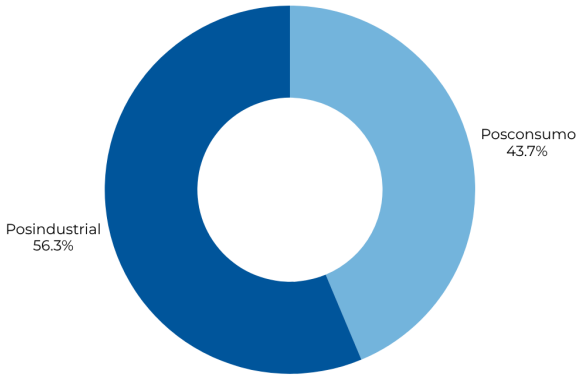
Se revaloriza principalmente:

- Polietileno: PEAD, PEBD y Silobolsa
- Seguido de PET* y PP

Destinos principales:

- Bolsas plásticas (mezcla de PEAD, PEBD y silobolsa).
- Madera plástica y tableros prensados → materiales heterogéneos.
- Aplicaciones de inyección y soplado (baldes, macetas, bidones): baja exigencia técnica.

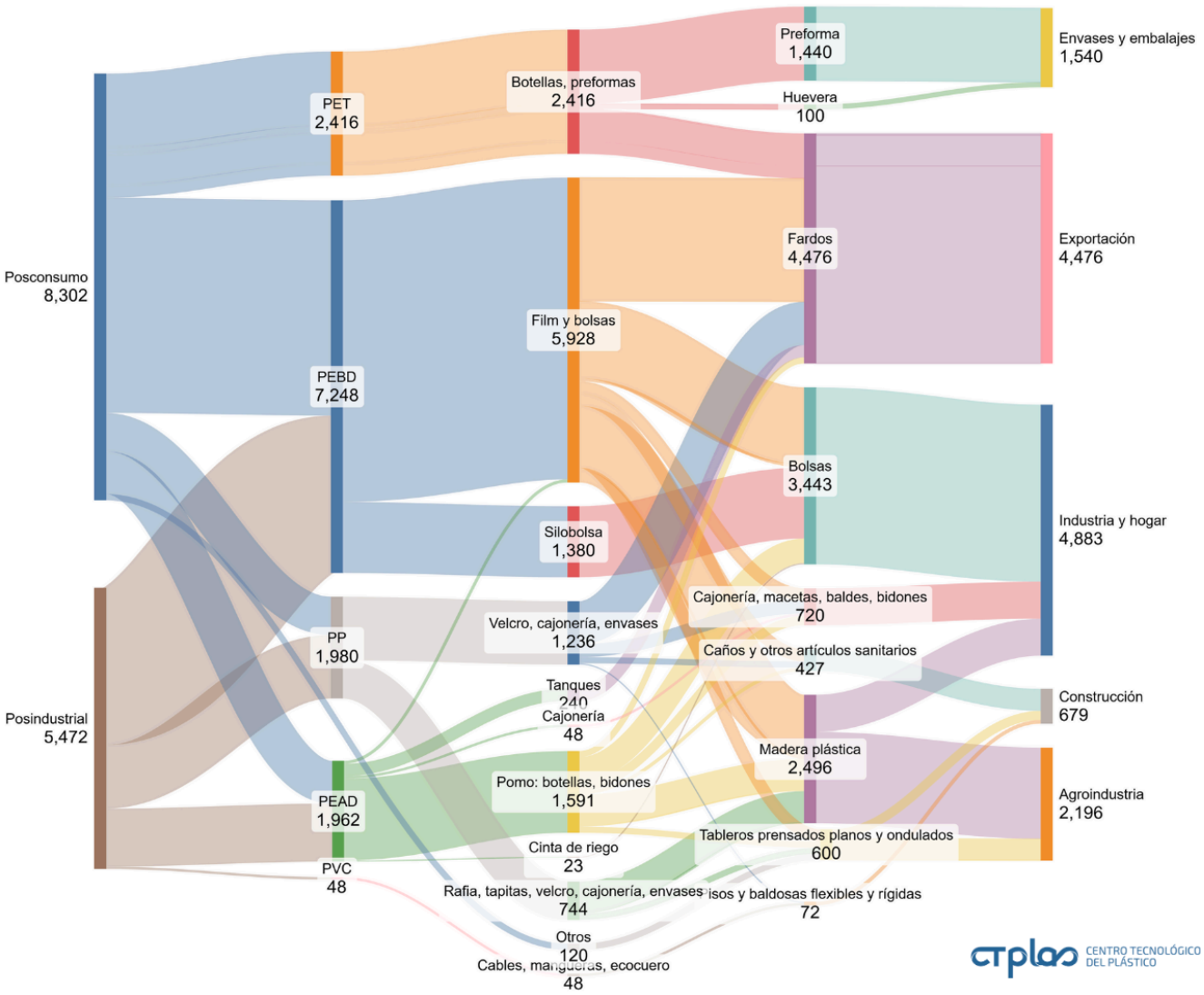
Downcycling: mezcla de polímeros limita la revalorización futura.



Recuperación de plásticos por origen (2024)

Sector del reciclado

Flujos principales de materiales recuperados



50 %

>50% del posconsumo se exporta (principalmente en fardos a Brasil y Asia).

30 %

Solo 30% del posconsumo se valoriza localmente en nuevos productos.

20 %

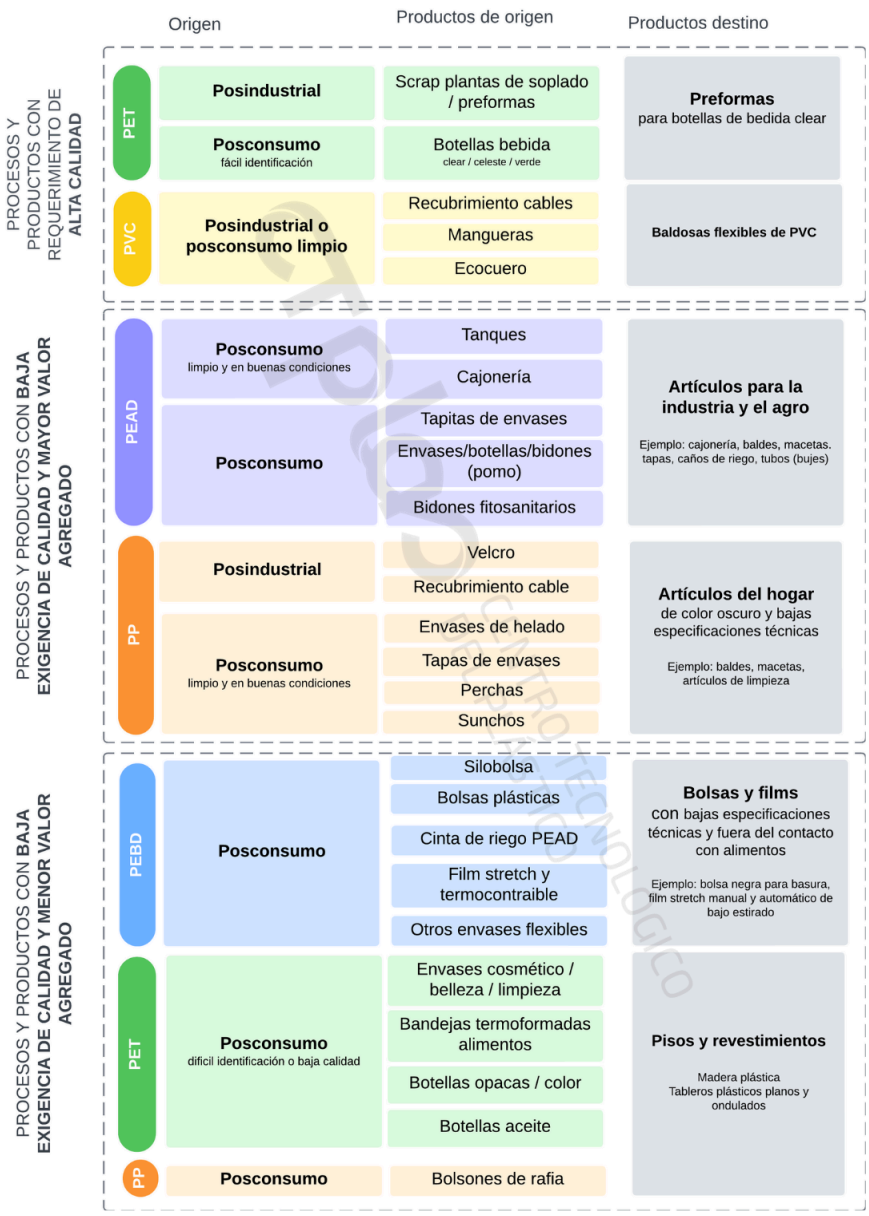
20% posconsumo es de PET en circuito cerrado (resina para botellas aptas para alimentos).

70 %

El 70% del reciclado local proviene de postindustrial, por su mayor calidad y limpieza.

Sector del reciclado

Flujos principales de materiales recuperados



Barreras en el reciclaje de plásticos

- **Calidad y disponibilidad:** material reciclado con propiedades inestables y contaminantes.
- **Costos elevados:** procesos caros y baja escala de producción.
- **Falta de infraestructura:** tecnología obsoleta y poco acceso a maquinaria avanzada.
- **Demanda limitada:** industria con pocas garantías de calidad y volumen estable.
- **Regulación limitada:** falta de incentivos y normativas claras para potenciar el reciclaje.

Sector de transformación

Incorporación de material plástico reciclado

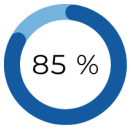
Relevamiento a 22 empresas transformadoras que representan el 50% de las importaciones totales de plásticos.

80%
incorporan material plástico reciclado (MPR).
*considerando el scrap.

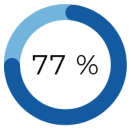
+70%
Interés en **aumentar** cantidad MPR

+70%
Interés en incorporar MPR **nacional**

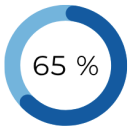
Principales limitaciones y problemas enfrentados



Costos adicionales asociados en la adopción de procesos y en precio de la materia prima.



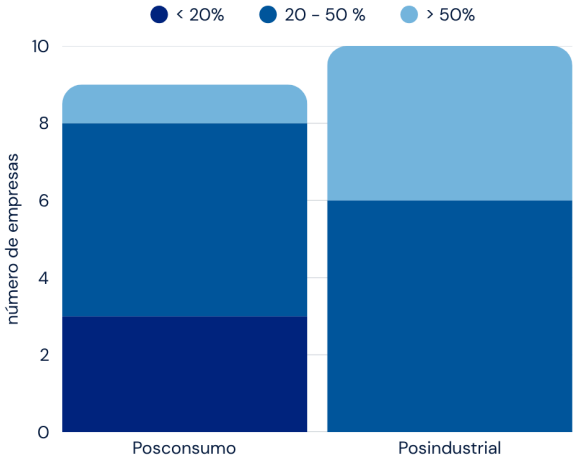
Calidad variable del material plástico reciclado



Falta de disponibilidad de material reciclado en cantidad y calidad suficiente

Principales problemas enfrentados al incorporar material reciclado en sus productos:

- Limitaciones **apariencia estética** del producto final
- **Variabilidad de las propiedades mecánicas** del producto final
- **Estabilidad del proceso productivo:** dificultad en predicción de comportamiento genera ineficiencias en el proceso.
- **Contaminación e impurezas:** genera problemas en el proceso, equipos y producto final.



Se logra **incorporar mayores proporciones de reciclado posindustrial** debido a su **MAYOR CALIDAD CONSTANTE:**

Limpio + Homogéneo + Trazable

COMPORTAMIENTO PREDECIBLE:

Reduce problemas a la hora de procesarlo y en el producto final.

Conclusiones e impactos

Principales conclusiones del proyecto

Diagnóstico del reciclaje de plásticos en Uruguay

- El sector enfrenta **barreras estructurales:** baja calidad, alta variabilidad y escasa trazabilidad del material reciclado.
- Existen **altos costos operativos, infraestructura limitada y falta de incentivos** para su incorporación en procesos industriales.
- La **falta de confianza** por parte de la industria transformadora limita la demanda y consolida un **círculo vicioso** de baja valorización.

Rol de la Infraestructura de la Calidad (IC)

La IC es una herramienta estratégica para romper con el círculo vicioso:

- **Mejorar la calidad** del material reciclado
- **Establecer criterios técnicos comunes** mediante fichas técnicas y normas por tipo de polímero.
- **Garantizar trazabilidad y transparencia** con protocolos y certificaciones
- **Fortalecer la competitividad** en mercados nacionales e internacionales..

Principales impactos del proyecto

- Identificación de **brechas críticas** en clasificación, reciclado y transformación.
- Propuesta de **herramientas técnicas basadas en IC** para mejorar trazabilidad y competitividad del sector.
- Contribución a los **objetivos del PNGR**, alineados con la economía circular - especialmente en trazabilidad y reciclado de alta calidad -
- Fortalecimiento de **capacidades técnicas** y generación de insumos para futuras políticas públicas.

Próximos pasos

- Priorizar **líneas de acción por tipo de material/producto** (ej. silobolsas, caños).
- Crear sistema nacional de información y trazabilidad del reciclaje en el marco de un **Observatorio Nacional de Reciclaje de Plásticos.**
- Desarrollar **herramientas de calidad:** fichas técnicas, certificaciones y protocolos.
- Evaluar **cargas y aditivos peligrosos** que limiten la seguridad de la circularidad de materiales plásticos.
- Promover y viabilizar el uso de material reciclado en **sectores estratégicos** como construcción y packaging.

Implementar acciones para fortalecer la calidad del material reciclado es fundamental para potenciar la circularidad de materiales plásticos con el objetivo de disminuir la contaminación y aumentar la competitividad de los sectores de clasificación, gestión de residuos e industrias del reciclaje y transformación de polímeros a nivel nacional.

CONTEXTO

Marco nacional e internacional del reciclaje de plásticos

CONTEXTO

Visión global de la cadena de valor del plástico nacional

La cadena de valor del plástico en Uruguay es **altamente interdependiente** y cuenta con numerosos intermediarios.

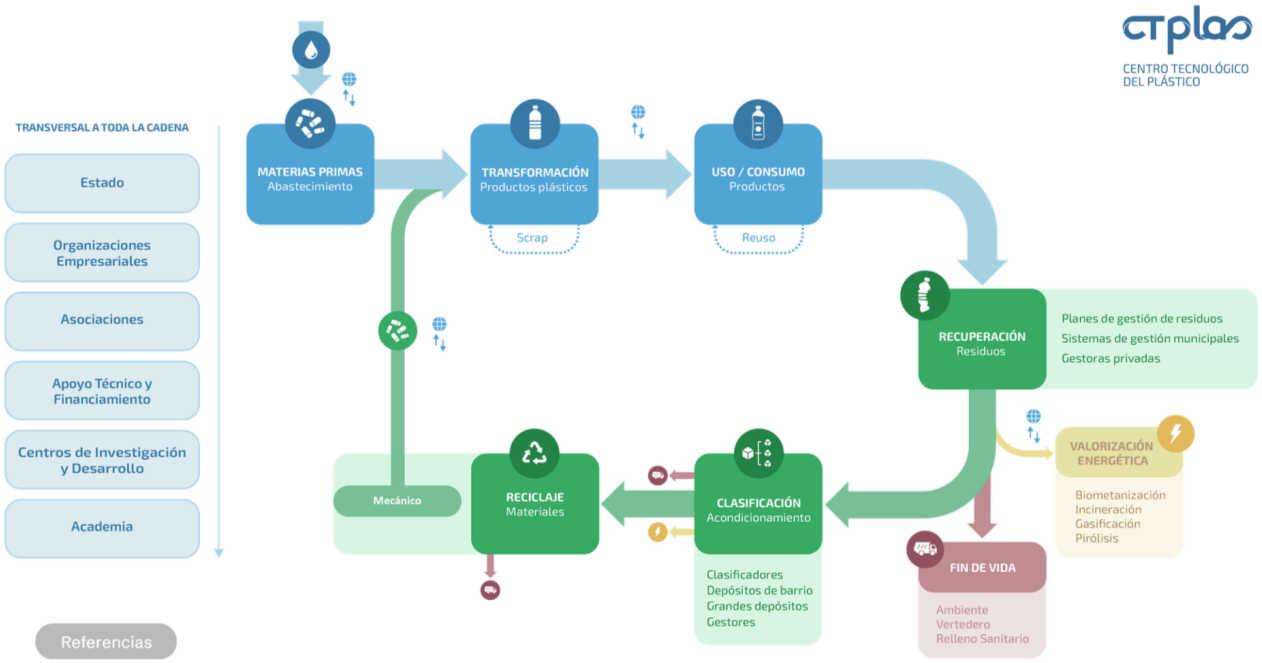


Figura 02: Red de valor del plástico nacional, con eslabones principales, interrelaciones y actores transversales.. Elaboración propia.

Su funcionamiento se basa en tres pilares fundamentales:

1. **Actores operativos**: recolectores, clasificadores, recicladores y transformadores que se encargan de recuperar, transformar y comercializar los materiales reciclables.

2. **Factores económicos, regulatorios, tecnológicos y socioculturales**: determinan la viabilidad del reciclaje y afectan tanto la oferta como la demanda de materiales reciclados.

3. **Entidades reguladoras y de apoyo**: organismos gubernamentales, asociaciones y otras instituciones que pueden impulsar o dificultar el desarrollo del sector mediante normativas, incentivos o restricciones.

Para lograr un reciclaje sostenible y eficiente, estos elementos deben operar de manera coordinada. Sin embargo, la **falta de incentivos adecuados, inversión en tecnología y certeza regulatoria**

limita el crecimiento del sector y afecta la competitividad de los materiales reciclados frente a los vírgenes.

Actores de la cadena de reciclaje

El reciclaje de plásticos involucra una amplia variedad de actores, cada uno con un rol clave en la recuperación y transformación de los materiales:

Actores operativos de la cadena

- **Recolectores y centros de acopio**: captan los materiales reciclables a través de circuitos formales (cooperativas, empresas de gestión) e informales (cartoneros y recuperadores independientes).
- **Plantas de clasificación y limpieza**: realizan la separación de materiales según su tipo y calidad, preparándolos para su posterior procesamiento.
- **Procesadores intermedios**: transforman los plásticos en escamas, pellets u otros formatos intermedios que pueden ser utilizados en la fabricación de nuevos productos.
- **Industria transformadora**: empresas que utilizan plástico reciclado como materia prima para la fabricación de productos finales.
- **Consumidores y empresas**: generan la demanda de productos fabricados con material reciclado, impulsando la economía circular.

Entidades reguladoras, de apoyo y articulación

Estas entidades trabajan de manera coordinada para mejorar la gestión de residuos en Uruguay, promoviendo prácticas sostenibles y la transición hacia una economía circular. Algunos ejemplos se presentan a continuación:

1. Entidades Reguladoras y Normativas

- Ministerio de Ambiente (MA): es la autoridad nacional encargada de diseñar y ejecutar políticas ambientales, incluyendo la gestión integral de residuos. Lidera el Plan Nacional de Gestión de Residuos y coordina con otros actores para su implementación.
    - DINACEA: evalúa impactos y otorga permisos ambientales.

- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM): regula y promueve el desarrollo de la industria nacional.
    - Regulación ambiental en sectores industriales: el MIEM supervisa actividades industriales que pueden generar residuos peligrosos, como la minería de gran porte, asegurando que cumplan con normas ambientales estrictas.

- Gobiernos Departamentales: son responsables de la gestión de residuos a nivel local, incluyendo la recolección, tratamiento y disposición final. Colaboran con el MA mediante convenios para mejorar la infraestructura y los servicios relacionados con los residuos.
    - Ejemplo: División Limpieza y Gestión de Residuos de la Intendencia de Montevideo es la encargada de planificar y ejecutar la gestión integral de residuos sólidos urbanos en Montevideo, incluyendo recolección, limpieza de espacios públicos y disposición final.

- Parlamento y Poder Ejecutivo: aprueban leyes que impactan la industria.

- Normativas y agendas internacionales (Acuerdo de Basilea, ODS): en algunos casos condicionan y en otros pueden influenciar regulaciones locales.

- Ministerio de Salud Pública (MSP)
    - Regulación de residuos sanitarios: el MSP establece normativas para el manejo adecuado de residuos generados en establecimientos de salud, garantizando su recolección, transporte y disposición final segura.
    - Supervisión de residuos hospitalarios: mediante decretos como el 135/99, el MSP coordina con otros organismos la gestión de residuos hospitalarios, asegurando su tratamiento adecuado para proteger la salud pública.

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)
    - Monitoreo de residuos biológicos en la producción animal: el MGAP implementa programas para controlar la presencia de residuos de medicamentos veterinarios en productos de origen animal, asegurando la inocuidad alimentaria.
    - Gestión de residuos agrícolas: a través de la Dirección General de Servicios Agrícolas, el MGAP regula el uso de agroquímicos y promueve prácticas agrícolas sostenibles que minimizan la generación de residuos peligrosos.

2. Entidades de Apoyo Técnico y Financiero

- MA: Programa de Apoyo a las Intendencias para mejorar la gestión de residuos domiciliarios: iniciativa del MA que proporciona apoyo financiero y técnico a las intendencias para cerrar vertederos a cielo abierto y mejorar la gestión de residuos domiciliarios.

- ANII: financia proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

- ANDE: financia proyectos de economía circular.

- INEFOP: financia la capacitación y formación a personas, empresas y organizaciones.
    - Uruguay Certifica (coordinado por INEFOP): programa que reconoce y certifica competencias laborales, incluyendo perfiles ocupacionales en el sector de residuos, como clasificadores y recicladores.

- MIEM: financia e incentiva la investigación tecnológica para el desarrollo de la industria y PYMES. Tiene programas específicos de financiamiento
  - Fomento a la eficiencia energética: a través de programas como la Línea de Asistencia para la Eficiencia Energética (LAEE), el MIEM promueve prácticas que reducen el consumo energético y, por ende, la generación de residuos.
  - Apoyo financiero a proyectos industriales sostenibles: el Fondo Industrial brinda apoyo a proyectos que buscan mejorar procesos productivos, incluyendo aquellos que implican una gestión más eficiente de los residuos industriales. Apoyo para Mipymes Eficientes, cuyo objetivo es fomentar la implementación de medidas de eficiencia energética en micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes)

- MGAP: adaptación al cambio climático: El ministerio desarrolla proyectos que buscan mejorar la gestión de recursos naturales y residuos en el sector agropecuario, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

- LATU: transferencia tecnológica, mejora de procesos industriales, servicios analíticos.

- CTplas: realiza investigación en nuevos materiales y procesos, brinda asistencia tecnológica, optimización de procesos industriales, capacitación, innovación y desarrollo en la cadena de valor del plástico.

- INIA: investiga usos del plástico reciclado en el agro.

- Universidades, fundaciones y centros de I+D: desarrollan conocimientos, tecnología e innovación, prestan asistencias técnicas.

- Bancos y fondos sustentables (BROU, BID, REIF, banca privada): ofrecen financiamiento para modernización.

3. Entidades de Articulación y Certificación

- Gremiales empresariales (CIU, CEGRU, AUIP, DERES, CEMPRE, etc.): representan a empresas del sector. En particular:
  - CEGRU (Cámara de Empresas Gestoras de Residuos del Uruguay): agrupa a empresas del sector de gestión de residuos, promoviendo buenas prácticas, formación y articulación entre actores públicos y privados.
  - Cámara de Industrias del Uruguay (CIU): brinda servicios de gestión de residuos sólidos industriales, asegurando el cumplimiento de la normativa nacional y ofreciendo soluciones adecuadas para la disposición final.

- ONGs y figuras de apoyo cooperativo: buscan la inclusión de clasificadores informales.

- Organismos de certificación (LSQA, Global Recycled Standard, UNIT): facilitan el acceso a mercados.

- UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas): en su rol de organismo normalizador desarrolla normas técnicas promoviendo la estandarización y mejora continua en las organizaciones. En su rol de certificador ofrece servicios de certificación en gestión ambiental y de residuos, así como otras relacionadas con sostenibilidad.
- Otros organismos de certificación: certificación en normas de triple impacto (gobernanza, social y ambiental)

- OUA (Organismo Uruguayo de Acreditación): desempeña un papel fundamental en la infraestructura de calidad del país, siendo responsable de acreditar la competencia técnica de organismos de evaluación de la conformidad, como laboratorios, organismos de inspección y certificación. Aunque su enfoque principal no es la gestión de residuos, su accionar tiene implicancias significativas en este ámbito.
  - Acreditación de Organismos de Evaluación de la Conformidad: el OUA acredita a entidades que realizan ensayos, inspecciones y certificaciones relacionados con la gestión de residuos. Esto asegura que los procesos de manejo, tratamiento y disposición de residuos cumplan con estándares nacionales e internacionales de calidad y seguridad.
  - Apoyo a la Implementación de Normas Ambientales: al acreditar organismos que verifican el cumplimiento de normativas ambientales, el OUA contribuye indirectamente a la correcta gestión de residuos, garantizando que las prácticas adoptadas por las empresas y organizaciones sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Situación global de la circularidad del plástico

La industria del reciclaje de plásticos enfrenta barreras estructurales tanto a nivel global como en Uruguay. Existe una diferencia entre el volumen total de plásticos que se produce y el volumen que realmente se recicla o proviene de cadenas de suministro circulares, conocida como **la brecha de circularidad de los plásticos.**

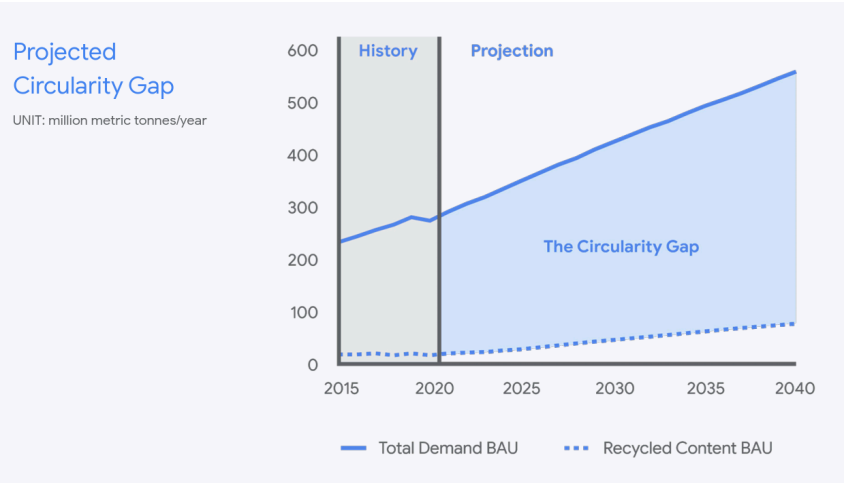


Figura 03: Gráfico que representa la brecha de circularidad actual y su proyección al 2040. Fuente: Closing the Plastics Circularity Gap Executive Summary, Google (2021)

Como señala Plastics Europe en su informe sobre economía circular de los plásticos (2024), la brecha de circularidad requiere disminuir la dependencia de materias primas de origen fósil y avanzar hacia fuentes circulares, como los materiales reciclados y los biobasados. Para ello, es fundamental invertir en capacidades tecnológicas que permitan incrementar tanto la **calidad** como la **cantidad** de plásticos reciclados disponibles en el mercado.

Actualmente, el **reciclaje mecánico** es la principal fuente de material plástico reciclado. Para acelerar la transición hacia una economía circular, es necesario fortalecer esta tecnología y complementarla con otras alternativas como el **reciclaje químico** y el uso de **materias primas de origen biológico**. Dado que esta transformación es progresiva, será necesario, en el corto y mediano plazo, **combinar polímeros de origen fósil con materiales reciclados**, en función de las exigencias técnicas de cada aplicación.

Actualmente, las cadenas de valor del plástico no están diseñadas para ser circulares, y los obstáculos para lograrlo siguen superando a los factores facilitadores.

Principales obstáculos:

- **Economía desfavorable:** el costo de producir plásticos a partir de resinas recicladas sigue siendo mayor que el de usar resinas vírgenes.

- **Infraestructura desequilibrada:** mientras las cadenas globales están optimizadas para la producción de plásticos, no lo están para su recolección, clasificación y reciclaje.

Factores facilitadores:

- **Demanda del consumidor:** hay una creciente conciencia y presión social por aumentar el reciclaje y reducir los residuos plásticos.
- **Compromisos de marca:** varias empresas han asumido metas claras a corto plazo en favor del uso de plásticos reciclados.
- **Impulso regulatorio:** comienzan a discutirse políticas públicas que podrían apoyar un modelo más circular para los plásticos.

El informe **"EU Plastics Recyclers Roadmap"**[1] de la industria recicladora europea **EuRIC** (The European Recycling Industries) identifica desafíos clave que han afectado la competitividad del material reciclado en Europa, los cuales tienen un fuerte paralelismo con la situación nacional.

En Europa, a pesar de los avances regulatorios, la industria del reciclaje atraviesa una crisis debido a la combinación de factores como:

- **Caída en los precios del plástico virgen**, que reduce la competitividad del material reciclado.
- **Dependencia de importaciones de plásticos reciclados a menor costo**, lo que afecta la industria local.
- **Falta de demanda estable**, especialmente en sectores con requisitos técnicos exigentes.
- **Ausencia de estándares uniformes y certificaciones obligatorias**, lo que genera incertidumbre en la industria transformadora.

Marco normativo y esquemas de trazabilidad internacionales

El contexto normativo europeo ha demostrado ser fundamental no sólo para garantizar calidad y seguridad, sino también para **apoyar la legislación ambiental y facilitar el comercio intra y extrarregional**, evitando barreras técnicas y generando condiciones justas de mercado.

La normalización ha sido reconocida por la **Comisión Europea como un pilar clave del desarrollo industrial y ambiental**. Las normas europeas son consideradas mecanismos eficaces para demostrar cumplimiento legal y fomentar el acceso a mercados globales, mientras que su articulación con políticas públicas ha fortalecido el despliegue de agendas como el **Pacto Verde Europeo** y los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**.

[1] EU Plastics Recyclers' Roadmap: For a competitive & innovative industry, EuRIC (2024)

En este punto, resulta clave **aprender del recorrido europeo**, donde se han implementado **esquemas avanzados de trazabilidad y certificación**, apoyados por normas técnicas y mecanismos colaborativos entre el sector público, la industria y organismos de normalización. Estos sistemas permiten seguir el recorrido del material reciclado desde su origen hasta su transformación final, garantizando **transparencia, calidad y cumplimiento normativo**.

En Europa, el desarrollo de esquemas voluntarios de certificación como los promovidos por **RecyClass** y la ecoetiqueta **Blue Angel** reflejan el avance en la estandarización de procesos y contenidos reciclados. Estas certificaciones se alinean con normas internacionales como **EN 15343:2007** (relativa a la trazabilidad y evaluación de conformidad de plásticos reciclados) e **ISO 22095:2020** (cadena de custodia), y permiten:

- Acreditar el cumplimiento ambiental y legal de los recicladores.
- Verificar la calidad y trazabilidad de los materiales reciclados en productos finales.
- Demostrar buenas prácticas de reciclaje y transparencia en los flujos de materiales.
- Promover el diseño para el reciclaje y la mejora continua en los procesos productivos.

Así, el **esquema europeo de trazabilidad** se apoya en certificaciones diferenciadas para recicladores y transformadores, e incluye auditorías de proceso, validación del contenido reciclado y etiquetado ambiental. Este modelo no solo fomenta la confianza y la trazabilidad a lo largo de la cadena de valor, sino que también facilita el acceso a mercados, especialmente en sectores regulados o con exigencias ambientales crecientes.

Figura 04: Esquema europeo de trazabilidad con las distintas certificaciones asociadas a los eslabones de la cadena de valor del plástico. Tomado del taller "Caracterización y control de material reciclado" de AIMPLAS (2024)

Contexto nacional para la valorización del plástico reciclado

Estos obstáculos no son ajenos a Uruguay, donde la falta de incentivos, estándares homogéneos y mecanismos de trazabilidad han dificultado la consolidación de un mercado estable para los plásticos reciclados. **La incertidumbre sobre la calidad y disponibilidad del material reciclado genera una baja demanda**, lo que a su vez desincentiva la inversión en infraestructura y modernización del sector, perpetuando un ciclo de baja valorización.

Uno de los principales obstáculos para la incorporación de material reciclado en la industria es la **falta de confianza en su calidad**. La incertidumbre sobre su composición, estabilidad y disponibilidad frena su adopción en aplicaciones de mayor valor agregado (Moliner, 2018). Esta situación genera un **círculo vicioso**: la falta de demanda limita la inversión en tecnología y mejora de procesos, lo que mantiene la calidad del reciclado en niveles poco competitivos frente al plástico virgen (Capricho, 2023).

El Plan Nacional de Gestión de Residuos **(PNGR)**[2] destaca la importancia de la circularidad de los plásticos como estrategia para reducir la disposición final de residuos y fomentar la valorización de materiales reciclados. En este sentido, las propuestas de **EuRIC** proporcionan un marco de referencia clave para Uruguay, ya que abordan muchas de las barreras identificadas a nivel local. Entre ellas se destacan:

- **Objetivos obligatorios de contenido reciclado**, que aseguren una demanda estable y fomenten la incorporación de material reciclado en la industria.
- **Mecanismos de trazabilidad y certificación de calidad**, que brinden confianza a la industria transformadora y reduzcan la brecha con los materiales vírgenes.
- **Incentivos económicos y fiscales**, para hacer competitivo el material reciclado frente a la resina virgen.
- **Criterios de diseño para la reciclabilidad**, que faciliten la valorización de los residuos.
- **Mejoras en la recolección y clasificación**, para garantizar insumos reciclados de mayor calidad y facilitar su incorporación en aplicaciones de mayor valor agregado.

Marco normativo actual para metas de valorización e incorporación de plásticos reciclados

Uruguay cuenta con un conjunto de normativas que regulan la gestión de residuos y la valorización de materiales plásticos, aunque de manera fragmentada y con resultados dispares. Uno de los principales desafíos es la **fiscalización efectiva**, lo que dificulta el cumplimiento de los objetivos planteados. Si bien algunas normas establecen **metas de recuperación y valorización**, la mayoría

[2] https://www.ambiente.gub.uy/oan/residuos_/residuos_/

no especifica **requisitos de calidad o porcentajes obligatorios de incorporación de material reciclado**, salvo en casos puntuales como las bolsas plásticas y los envases de bebidas.

La siguiente tabla resume las principales normativas aplicables a la gestión y valorización de plásticos en el país:

Tabla I: Marco legal de la gestión de los plásticos por año de promulgación

Nombre	Año	Descripción
Ley de Envases – N° 17.849 y Decreto 260/007	2004/2007	Regula la gestión de envases posconsumo, obligando a productores e importadores a implementar sistemas de recuperación. No exige un porcentaje mínimo de reciclado en nuevos envases.
Decreto de Envases de Agroquímicos – N° 152/2013	2013	Regula la recolección y reciclaje de envases de agroquímicos. Exige el triple lavado, pero no establece reincorporación obligatoria en nuevos envases.
Decreto de Residuos Sólidos Industriales – N° 182/2013	2013	Obliga a las industrias a presentar planes de gestión de residuos plásticos. No establece requisitos de reincorporación de material reciclado.
Ley de Bolsas – N° 19.655 y Decreto 3/2019	2019	Prohíbe bolsas plásticas no biodegradables y fomenta las reutilizables. Permite bolsas con 100% material reciclado, bajo requisitos de resistencia y certificación.
Ley de Gestión Integral de Residuos - N° 19.829	2019	Marco regulatorio general para la gestión de residuos. Promueve la economía circular y la valorización, pero sin establecer requisitos específicos de calidad o contenido reciclado.
Resolución 1391/2024 sobre envases	2024	Refuerza el sistema de depósito y devolución de envases para aumentar la recuperación. Exige que los envases plásticos de bebidas contengan al menos un 40% de material reciclado desde 2025 y establece metas de valorización progresivas hasta 2027.
Decreto 292/2024 sobre RAEE	2024	Regula la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), promoviendo su recolección y reciclaje con enfoque de economía circular.

Fuente: Adaptado de informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por el equipo de CTPlas y Federico Baráibar entre 10/2024 y 2/2025

Metas nacionales para la incorporación de material reciclado

El **Plan Nacional de Gestión de Residuos**, elaborado en 2021 bajo la Ley de Gestión Integral de Residuos, establece una estrategia para avanzar hacia una economía circular en Uruguay en los próximos diez años. Este define varios objetivos directamente vinculados a la circularidad de los plásticos (objetivos de valorización 4, 5 y 6) en la etapa de valorización y plantea una serie de líneas de acción para alcanzar los resultados esperados.

Por un lado, se propone lograr la **circularidad** de los materiales, minimizando su descarte y **maximizando su valor agregado de los productos** elaborados a partir de residuos. Para ello, se plantean acciones orientadas a **mejorar y asegurar la calidad** de los materiales captados, promover

la **articulación entre generadores y recicladores**, e introducir **herramientas de certificación** a lo largo de la cadena de valorización.

También se busca implementar un **programa nacional de reciclado de alta calidad**, con acciones que incluyen el **desarrollo de normativas y guías técnicas**, el **establecimiento de estándares de calidad** para materiales reciclados, y la creación de **mecanismos de certificación que garanticen su calidad.**

A su vez, se apunta a fortalecer la industria del reciclaje mediante la **identificación y eliminación de barreras normativas o técnicas** que dificultan el uso de material reciclado en productos, y a promover un mercado interno más competitivo, incluyendo criterios de sustentabilidad en compras públicas y cadenas de suministro.

Las líneas de acción mencionadas están asociadas a metas globales para los años 2024, 2027 y 2032. En particular, aquellas relacionadas al reciclado de materiales plásticos, su trazabilidad y certificaciones se presentan en la tabla II.

Tabla II: Metas globales relacionadas al reciclado, trazabilidad y certificaciones en el PNGR

Resultado global	2024	2027	2032
3. Valorización	El programa de reciclado de alta calidad se encuentra implementado	Envases rígidos de PET contienen un **60% de material reciclado**	Envases posconsumo **85% de valorización y 50% de reciclado**
	Se ha constituido nuevas capacidades para el reciclado de materiales de forma de lograr la circularidad	Se han **incorporado condiciones de presencia de material reciclado** en varios productos	
	Se han incorporado criterios de sustentabilidad, en cuanto a la **presencia de material reciclado en compras públicas**	Los canales de valorización de materiales se han fortalecido y el **reciclado de alta calidad avanza en al menos tres corrientes de materiales**	
4. Inclusión social y formalización			Se **asegura la trazabilidad** de los materiales a lo largo de la cadena de reciclaje.
10. Información y comunicación		La gestión de información sobre la **trazabilidad de residuos se ha consolidado** como herramienta de gestión.	

Fuente: Adaptado de PNGR, 2021

A su vez, entre 2024 y 2032, establece metas graduales para aumentar la valorización de residuos plásticos posconsumo, envases agrícolas y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Estas metas están estrechamente vinculadas a los principios de la **Responsabilidad Extendida del Productor (REP)**, que obliga a los generadores de productos a hacerse cargo de los impactos

ambientales de los mismos a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo su recuperación y valorización. Para cada sector mencionado se tiene un decreto que regula la REP, presentados en la tabla I:

- Decreto de Residuos Sólidos Industriales – N° 182/2013
- Decreto 292/2024 sobre RAEE
- Decreto de Envases de Agroquímicos – N° 152/2013

Para los **envases plásticos posconsumo**, el Plan propone alcanzar una valorización del 50% hacia 2025, del 60% para 2027 y del 85% en 2032. En el caso de los **envases de bebidas PET**, la meta es que contengan un mínimo de 40% de material reciclado en 2025 y 60% en 2027. Además, se fija como objetivo lograr un 50% de reciclado total para 2032.

En cuanto a **envases y plásticos utilizados en el agro**, se busca una recuperación del 60% del volumen comercializado para 2025, 80% en 2027 y una valorización del 90% del total de plásticos agrícolas y no envases para 2032. A su vez, se plantea que para esa fecha, el 60% del plástico no proveniente de envases esté recuperado y valorizado.

Respecto a los **RAEE de uso general**, el plan establece una gestión del 40% mediante planes específicos hacia 2025, del 65% en 2027 y del 85% para 2032. Además, se plantea que para ese año el 85% de los residuos manejados en estos planes sea efectivamente valorizado. En paralelo, se establece como meta que la totalidad de los **RAEE de uso no general** sea canalizada hacia procesos de valorización.

En el caso particular de los envases plásticos, como respuesta a la REP surge el **Plan Vale**, el cual incluye un sistema de depósito, devolución y reembolso (SDDR) que busca aumentar la recuperación de envases a través de incentivos económicos al consumidor, mejorando la eficiencia de recolección (tasas del 70-90%). Este sistema promueve la segregación en origen lo que facilita su clasificación, reduce costos de limpieza y aumenta la probabilidad de que se reincorporen en productos de mayor valor agregado. Al asegurar un flujo constante y de mayor calidad de materiales, mejora la previsibilidad para recicladores y transformadores, lo cual puede **estimular nuevas inversiones en infraestructura y tecnología**, y facilitar la adopción de estándares de calidad, trazabilidad y certificación. Esto no solo mejora el cumplimiento normativo, sino que también puede mejorar la competitividad y articulación de los actores de la red de valor.

Generación de valor del proyecto: esquema nacional de trazabilidad basado en infraestructura de la calidad

Uruguay enfrenta desafíos estructurales similares a los observados en Europa en materia de reciclaje de plásticos: la competencia con materiales vírgenes e importados reciclados, la falta de estandarización técnica, una demanda industrial aún incipiente y una cadena de valor fragmentada, con altos niveles de informalidad en la clasificación. Estas barreras limitan la valorización del material reciclado y dificultan su incorporación en productos con mayores exigencias técnicas.

Si bien el contexto europeo y el uruguayo difieren en escala y grado de desarrollo normativo, las problemáticas subyacentes presentan fuertes paralelismos. En este sentido, resulta clave aprovechar la experiencia acumulada por la Unión Europea en el diseño de políticas públicas, marcos normativos y esquemas técnicos orientados a promover la economía circular, adaptando dichas herramientas a la realidad nacional.

El presente proyecto busca abordar esta necesidad mediante el desarrollo de mecanismos que garanticen la **calidad y trazabilidad** del material reciclado en Uruguay. A través de un enfoque basado en la Infraestructura de la Calidad, se pretende fortalecer las capacidades del sector y facilitar la incorporación efectiva de materias primas secundarias en la manufactura de productos con mayor valor agregado.

Como resultado de este trabajo, se presenta una **propuesta preliminar de esquema nacional de trazabilidad**, inspirada en las mejores prácticas internacionales —especialmente las europeas— pero adaptada al contexto uruguayo. Esta propuesta busca servir como hoja de ruta para avanzar hacia un sistema robusto y progresivo, que promueva:

- La articulación institucional y la cooperación entre actores públicos y privados.
- El fortalecimiento técnico de clasificadores y recicladores.
- La adopción de normas nacionales e internacionales como base para la estandarización, transparencia y mejora continua.

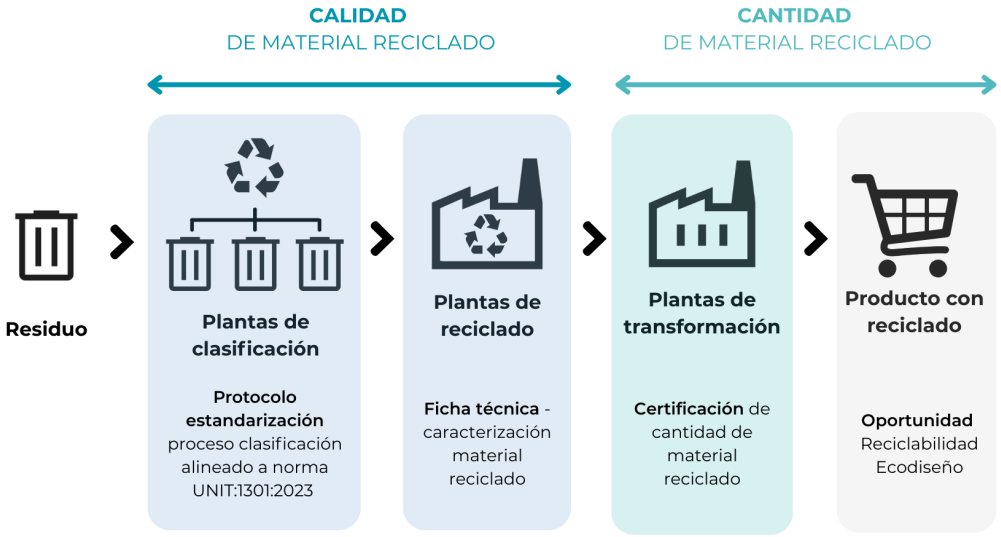


Figura 05: Esquema de trazabilidad nacional propuesto para los distintos eslabones de la cadena de valor del plástico. Elaboración propia.

Contar con un esquema de trazabilidad confiable y alineado con estándares internacionales es un paso estratégico para **mejorar la calidad del material reciclado**, brindar mayor confianza a la industria transformadora y **dinamizar la demanda local**, acelerando así la transición del país hacia una economía circular de los plásticos.

Este esquema se define a partir del análisis de los elementos de la infraestructura de la calidad vinculados a la cadena de valor del plástico, como normas técnicas y certificaciones resumidas en el esquema incluido en la figura 06.

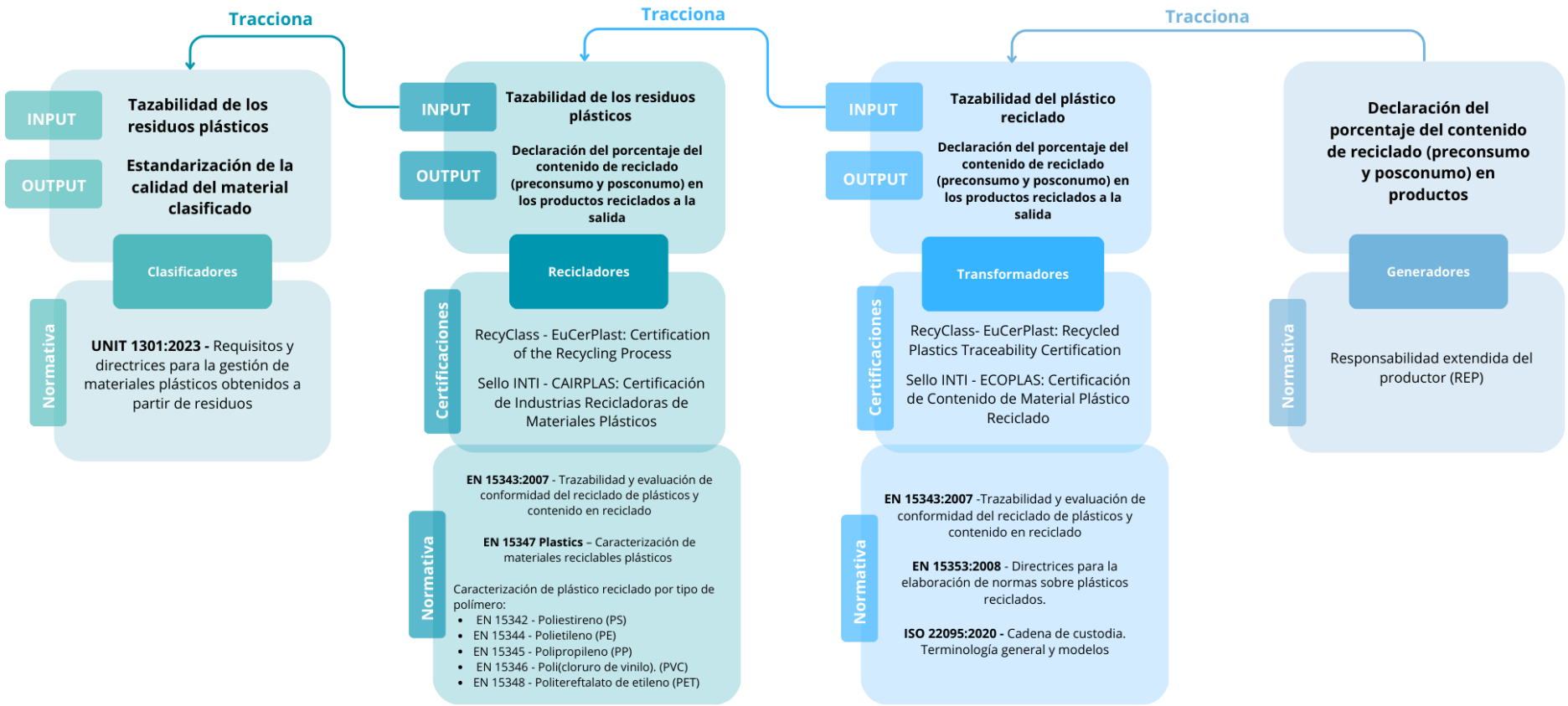


Figura 06: Diagrama con normativas y certificaciones existentes asociadas a cada actor de la cadena de valor del plástico, y el impacto de las regulaciones a lo largo de la cadena. Elaboración propia

CTPLAS | LATU | INACAL

SECTOR CLASIFICACIÓN

Barreras y oportunidades para potenciar el uso de material reciclado

CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Diagnóstico, limitaciones y oportunidades

La etapa de clasificación es el primer eslabón crítico para garantizar la calidad del material reciclado y su posterior valorización. En Uruguay, el sistema de clasificación de plásticos posconsumo presenta características y limitaciones que condicionan significativamente el aprovechamiento de estos materiales. Esta sección describe el estado actual del sistema, las principales barreras que enfrenta y las oportunidades de mejora a partir de la aplicación de herramientas de la Infraestructura de la Calidad.

La clasificación de plásticos a nivel nacional es predominantemente **manual** y se realiza en plantas de clasificación a través de cintas transportadoras, bolsones y procesos de enfardado. Las decisiones sobre qué materiales recuperar se basan, principalmente, en tres factores: **tiempo operativo, volumen disponible y valor de mercado**.

Como resultado, muchos residuos técnicamente **reciclables no son valorizados**, no por limitaciones técnicas, sino por restricciones operativas y económicas. Se estima que aproximadamente un **20% de los materiales descartados durante la clasificación son plásticos reciclables** que no encuentran salida en el mercado.

La **calidad del material clasificado** depende de tres elementos fundamentales:

- **Conocimiento de los clasificadores**: la identificación correcta de los materiales requiere experiencia y formación continua.
- **Equipamiento adecuado**: cintas transportadoras, separadores magnéticos u ópticos y otros equipos permiten mejorar la eficiencia y precisión.
- **Estandarización de criterios**: contar con procedimientos claros garantiza que los materiales cumplan con las especificaciones que exige la industria.

Las exigencias de los clientes respecto a la calidad del material reciclado varían significativamente según el tipo de actor en la cadena de valor:

- **Depósitos intermedios:** exigen una separación básica por tipo de material y su compactación. No imponen criterios rigurosos de pureza ni trazabilidad.

- **Pequeñas empresas recicladoras:** tienen expectativas algo mayores, pero aún toleran niveles elevados de contaminación.

- **Clientes industriales (transformadores)** demandan altos estándares de calidad: materiales homogéneos, sin contaminantes y con alta pureza, debido a los procesos técnicos a los que serán sometidos.

La **escasa exigencia por parte de los compradores** más comunes **fomenta una cultura de mínima calidad,** donde las plantas de **clasificación se conforman con estándares bajos**, dificultando la mejora continua y el acceso a mercados más exigentes.

Por lo tanto, **se genera una desconexión entre la oferta y al demanda de los materiales clasificados:**

- **Oferta abundante pero heterogénea** en términos de calidad, lo que limita su aprovechamiento.

- **Demanda industrial creciente pero exigente** que requiere consistencia y seguridad en las propiedades del material reciclado.

Esta desconexión responde a factores como **la falta de especificaciones claras** de las necesidades de la industria y la **falta de articulación** entre eslabones de la cadena, desincentivando así la mejora continua y permaneciendo en un ciclo tendencioso a la baja calidad.

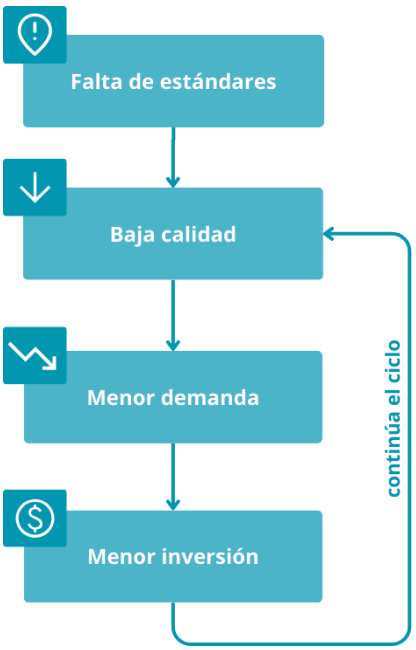


Figura 07: Ciclo de retroalimentación negativa asociado a la falta de estandarización en el sector del reciclaje plástico. Elaboración propia.

Limitaciones en la calidad y eficiencia del proceso

El sistema de clasificación enfrenta múltiples barreras que afectan tanto la calidad de los materiales recuperados como su valorización:

- **Contaminación y heterogeneidad**: la falta de separación en origen y la presencia de residuos orgánicos o impropios dificultan la limpieza y clasificación. Además, la alta heterogeneidad de materiales (multimateriales o polímeros mezclados) reduce su reciclabilidad.
- **Procesos manuales con baja eficiencia**: la clasificación depende de la agudeza visual y experiencia del operario, lo que genera inconsistencias. La falta de tecnologías de identificación y separación reduce la productividad y eleva los costos operativos.
- **Ausencia de estándares compartidos**: no existen criterios unificados sobre pureza, presentación o requisitos mínimos. Esto deriva en una **gran variabilidad entre plantas e incluso entre diferentes turnos dentro de la misma planta**, afectando la confianza de los recicladores y transformadores en los materiales recuperados.
- **Baja asociatividad entre clasificadores**: las diferencias en calidad dificultan la venta conjunta de materiales, lo que obstaculiza oportunidades como la inversión compartida, el acceso a nuevos mercados o la reducción de costos logísticos.

Dificultades de valorización por tipo de polímero

La limitada valorización local también se debe a un mercado restringido y poco diversificado. La siguiente tabla resume los principales polímeros clasificados, diferenciando entre aquellos con mayor y menor demanda, así como las razones detrás de estas diferencias (tabla III).

Al analizar por tipo de polímero (tabla III) se destaca:

- **PET**: alta valorización para botellas claras, pero baja demanda para formatos opacos o contaminados.
- **PEAD y PEBD**: valorizados cuando están limpios y bien identificados, pero presentan dificultades por su heterogeneidad y bajo atractivo de los formatos pequeños.
- **PP**: baja demanda local y dificultades de identificación.
- **PS y PVC**: prácticamente sin mercado nacional, a pesar de ser técnicamente reciclables.

Tabla III: Materiales posconsumo con mayor y menor demanda de mercado en el proceso de clasificación.

Polímero	Productos con mayor valor de mercado	Productos con menor valor de mercado	Razones de baja demanda
PET	Botellas de refrescos natural y de color claro, Envases de belleza o cosméticos claramante identificadas con triángulo y número 1	Botellas opacas o muy pequeñas, envases no identificados con triángulo y número 1, botellas de aceites, bandejas de comida	Baja pureza en colores oscuros u opacos. Alto porcentaje de contaminantes como aceites. Altos porcentajes de impropios por similitud a otros materiales (bandeja de comida).
PEAD	Envases de limpieza, tocador, bidones, tachos. De fácil identificación en cinta	Botellas de colores muy oscuros, tapas pequeñas, envases no identificados, muy contaminados, piezas industriales	Demanda limitada para colores oscuros y piezas pequeñas como tapas. Dificultades de inserción en los procesos de reciclado mecánico. Difícil clasificación, falta de elementos de identificación visual. Dificultades para encontrar demanda en el mercado.
PEBD	Bolsas limpias de tamaño grande, transparentes o con poco color, fácilmente identificables. Papel burbuja.	Bolsas mezcladas con residuos orgánicos o muy fragmentadas, no identificables, con mezclas de polietilenos.	Difícil limpieza y separación. Alta heterogeneidad en calidad y composición (mezclas).
PP	Envases rígidos (helados) tappers identificados.	Envases de Yogurt, dulces. Pequeños tamaños o mezclados con etiquetas rígidas En formas de bolsas plásticas	Baja demanda en el mercado local para productos PP, en particular los mencionados Alta heterogeneidad en calidad y composición (mezclas). Dificultades para identificar/clasificar.
PS	No hay mercado	No hay mercado	Difícil de reciclar debido a la fragilidad del material y alto grado de suciedad, alto porcentaje de cargas.
PVC	No hay mercado	No hay mercado	Dificultad para encontrar demanda, clientes.

Fuente: Informe estado situación del sector de la clasificación de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por el equipo de CTplas y Paulo Nuñez.

Impacto de lavado y secado en la calidad del material reciclado

La correcta clasificación es solo una parte del proceso de recuperación. El **lavado y secado** de plásticos reciclados son etapas críticas en la cadena de valor, ya que determinan la calidad, competitividad y viabilidad del material reciclado en el mercado.

Los materiales reciclables llegan a las plantas de reciclaje en condiciones muy diversas. En algunos casos, como los fardos de PET o bidones de agroquímicos, los residuos están preclasificados y

relativamente limpios, lo que facilita su procesamiento. Esto se asocia, por lo general, a esquemas con separación en origen por parte de actores más profesionalizados.

En contraste, materiales como la silobolsa (PEBD) o envases domiciliarios, llegan con altos niveles de impurezas —hasta un 10%—, lo que demanda procesos adicionales para su recuperación. La mezcla de plásticos actualmente no valorizables con aquellos que sí tienen valor en el mercado también es común, lo que reduce la eficiencia y encarece el proceso.

Funciones clave del lavado y secado

1. **Mejora de la calidad técnica del material reciclado:** el lavado adecuado elimina contaminantes orgánicos, etiquetas, tintas y otros residuos que afectan las propiedades mecánicas del plástico. Una limpieza insuficiente compromete la resistencia, durabilidad y apariencia del producto final.

2. **Incremento del valor comercial y la demanda:** los plásticos limpios y secos tienen mayor valor en el mercado y pueden competir mejor con la resina virgen. Por el contrario, los materiales húmedos o con residuos son frecuentemente rechazados por los transformadores.

3. **Facilitación de los procesos industriales:** un material bien lavado y seco se puede moler, extruir o peletizar con mayor eficiencia, reduciendo problemas técnicos, consumo energético y costos operativos. La humedad, en particular, genera defectos durante la extrusión y desgaste en la maquinaria.

4. **Cumplimiento de requisitos industriales:** la industria transformadora exige lotes consistentes, homogéneos y de calidad constante. Sin procesos estandarizados de lavado y secado, resulta inviable utilizar material reciclado en procesos exigentes.

Predominio del sector informal: una limitación estructural

La mayor parte del lavado y secado de materiales como PEAD y PEBD en Uruguay es realizada por **pequeñas empresas informales**. Esto genera impactos significativos:

- **Falta de estándares y trazabilidad:** cada emprendimiento opera bajo sus propios criterios, sin registros verificables de calidad ni condiciones del proceso.

- **Materiales con calidad muy variable:** la ausencia de controles resulta en plásticos reciclados inconsistentes, que generan desconfianza en los usuarios industriales.

- **Prácticas ambientales inadecuadas:** muchas empresas informales no cuentan con sistemas para el tratamiento de aguas ni para la disposición segura de residuos secundarios, como lodos y efluentes contaminados.

- **Competencia desleal:** al evitar regulaciones laborales y ambientales, los actores informales ofrecen productos más baratos, dificultando la viabilidad de empresas formales que cumplen con normativas.

Los **altos costos operativos** asociados al lavado formal —energía, infraestructura, mantenimiento— y las **exigencias ambientales difíciles de cumplir** (como el tratamiento de efluentes) desincentivan la inversión en esta etapa crítica. Esto favorece el uso de plástico virgen, más económico y predecible, y perpetúa la informalidad.

El deficiente tratamiento del material reciclado durante el lavado y secado **pone en riesgo los avances logrados en clasificación**. Sin condiciones mínimas de calidad, el material no puede ser valorizado ni aceptado en aplicaciones exigentes.

Las limitaciones en las etapas de lavado y secado constituyen un verdadero **cuello de botella estructural:** si no se mejora esta etapa, **los esfuerzos en clasificación y recuperación pierden impacto real** en el desarrollo de una economía circular sostenible.

Bases para el diseño de un esquema de estandarización del proceso de clasificación

En el marco del **Proyecto CABUREK - QI4CE**, una iniciativa regional impulsada por la Cooperación Alemana al Desarrollo, la Organización de Estados Americanos (OEA) y el Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB) para fortalecer la **Infraestructura de la Calidad** en América Latina y el Caribe, CTplas, UNIT, OUA, MA y LATU trabajaron en conjunto con actores privados en el desarrollo de la **norma UNIT 1301:2023**. Esta colaboración se llevó a cabo con el objetivo de fortalecer la Economía Circular, asegurando estándares claros en la gestión de materiales plásticos reciclados.

A través de este trabajo colaborativo, se buscó aprovechar las competencias técnicas en **normalización, metrología, acreditación y evaluación de la conformidad**, con el objetivo de que la nueva normativa brinde **criterios de calidad, trazabilidad y confiabilidad** en el manejo de materiales plásticos obtenidos a partir de residuos. La participación de las entidades nacionales de la **Infraestructura de Calidad**, en sintonía con los lineamientos de las cooperación internacional líder de la Infraestructura de Calidad de las Américas (QICA) - COPANT, IAAC y SIM[3] - , permitió desarrollar un marco normativo alineado con estándares internacionales, facilitando la integración del sector reciclador uruguayo en mercados más exigentes y promoviendo su competitividad a nivel global.

Esta norma establece los requisitos y directrices para la gestión de materiales plásticos obtenidos a partir de residuos, con el objetivo de ser utilizados como materia prima secundaria. Está dirigida a empresas de clasificación y reciclaje de plásticos, promoviendo estándares que optimicen la calidad y trazabilidad de los materiales recuperados. Entre sus principales aspectos, la norma incluye:

- **Terminología armonizada:** incluye términos y definiciones de los principales conceptos asociados a la gestión y clasificación de residuos.
- **Cumplimiento normativo**: exige el cumplimiento de la legislación vigente y registros obligatorios.
- **Procesos operativos**: define buenas prácticas para la recepción, clasificación y reciclaje de materiales, asegurando su correcta valorización.
- **Trazabilidad**: establece lineamientos para el seguimiento del material desde su origen hasta su procesamiento final.
- **Calidad y control**: introduce criterios de inspección, indicadores de desempeño y mecanismos para la gestión de no conformidades.

[3] COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas, IAAC: Cooperación Inter-Americana de Acreditación, SIM: Sistema Interamericano de Metrología.

- **Gestión ambiental**: incorpora requisitos para la correcta disposición de residuos generados en el proceso.

Además, la norma presenta anexos con metodologías para la identificación de polímeros y un sistema de indicadores de desempeño que permite evaluar la eficiencia de las operaciones. Su implementación busca mejorar la calidad del material reciclado y fortalecer la economía circular en el sector plástico.

En el marco del proyecto se identificó la necesidad de desarrollar las bases para el diseño de un protocolo de estandarización del proceso de clasificación que **se alinee a los requisitos y directrices propuestos en la norma** anteriormente mencionada, como herramienta para su implementación.

La **falta de criterios** unificados en los procesos de clasificación genera **inconsistencias en la calidad**, afectando la valorización del material y dificultando su trazabilidad. Es fundamental desarrollar metodologías estructuradas que guíen las operaciones en planta, trabajando conjuntamente con clasificadores para definir cómo se deben realizar las tareas.

Un esquema estandarizado permitirá:

- **Mejorar la confiabilidad del material clasificado**, asegurando que cumpla con los estándares de calidad requeridos por recicladores y transformadores.
- **Aumentar la competitividad del sector**, permitiendo que los clasificadores accedan a mercados más exigentes y optimicen su rentabilidad.
- **Fomentar la asociatividad entre las plantas de clasificación**, viabilizando la comercialización conjunta de materiales reciclados, la inversión compartida y la armonización de precios de venta.
- **Garantizar la trazabilidad del material**, permitiendo un mayor control sobre la procedencia, transformación y destino final de los plásticos reciclados.
- **Facilitar la integración de nuevas tecnologías y metodologías**, mejorando la eficiencia en los procesos de selección y recuperación.

Estas metodologías deben incluir criterios claros de orden, limpieza y procesos organizados que estructuren tanto la producción como las formas de llevarla a cabo. El sector ambiental necesita modernización, organización y estándares que brinden confianza y seguridad a la industria recicladora. Este protocolo debe:

1. **Definir pautas claras:** incluir procedimientos detallados que estandarice las operaciones y faciliten su implementación.
2. **Ser práctico y accesible:** redactar de forma sencilla para que los clasificadores puedan incorporarlo rápidamente a su dinámica diaria.

3. **Facilitar la integración de nuevos trabajadores:** establecer procesos que sean fácilmente comprensibles y replicables, garantizando que quienes se sumen al sector puedan adaptarse rápidamente al modelo de trabajo.

Tabla IV: Matriz para el diseño de un protocolo operativo de una planta de clasificación

Sección	Contenido principal	Objetivo
1. Introducción	• Objetivo del protocolo • Alcance • Base normativa (leyes y regulaciones aplicables)	Establecer el propósito y marco legal del documento, alineando las operaciones con las normativas vigentes.
2. Organización de la planta y actividades	• Estructura organizacional y roles • Flujo de trabajo • Definición de actividades • Horarios y turnos de trabajo	Definir responsabilidades y establecer un esquema claro de funcionamiento operativo.
3. Gestión de materiales	• Recepción de residuos • Métodos de clasificación (positiva, negativa, mixta) • Almacenamiento de materiales	Asegurar un manejo eficiente y organizado de los materiales desde la recepción hasta su acopio final.
4. Estándares de calidad	• Criterios de pureza, limpieza y presentación • Controles y supervisión • Indicadores clave (contaminantes, volúmenes)	Garantizar que los materiales clasificados cumplan con los requisitos de calidad para su valorización.
5. Orden y limpieza	• Plan de limpieza y mantenimiento • Organización de herramientas • Gestión de residuos secundarios	Mantener un ambiente seguro, limpio y organizado para optimizar las operaciones y la seguridad.
6. Seguridad y salud ocupacional	• Identificación de riesgos • Uso de EPP • Procedimientos de emergencia • Capacitación en seguridad	Proteger a los trabajadores, minimizando riesgos y garantizando condiciones laborales adecuadas.
7. Gestión del equipamiento	• Inventario de equipos • Mantenimiento preventivo y correctivo • Instrucciones de uso adecuado	Prolongar la vida útil de los equipos y asegurar su funcionamiento eficiente y seguro.
8. Capacitación del personal	• Programas de formación inicial y continua • Evaluaciones periódicas de desempeño	Mejorar las competencias del personal y garantizar su alineación con los estándares operativos.
9. Registro y trazabilidad	• Registros de recepción, clasificación y salida de materiales • Sistemas para rastrear la procedencia y destino	Garantizar la transparencia y el control en cada etapa del proceso, generando confianza en los clientes.
10. Evaluación y mejora continua	• Monitoreo de indicadores de desempeño • Revisión periódica del protocolo • Planes de acción correctiva	Identificar áreas de mejora y optimizar continuamente los procesos de la planta.

Fuente: Informe estado situación del sector de la clasificación de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por el equipo de CTplas y Paulo Nuñez.

CTPLAS | LATU | INACAL

SECTOR RECICLADO

Barreras y oportunidades para potenciar el uso de material reciclado

ctplas CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

RECICLADO DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Diagnóstico, limitaciones y oportunidades

El sector del reciclaje de plásticos en Uruguay se encuentra altamente **condicionado por su capacidad de competir con los materiales vírgenes**, ya que la **demanda de material reciclado fluctúa en función de los precios internacionales de los polímeros.** A esto se suma una **presencia significativa de informalidad** en toda la cadena de valor, especialmente en las etapas de clasificación y pretratamiento, aunque en los movimientos de grandes volúmenes predominan los operadores formales.

El panorama del reciclaje en Uruguay, así como las cifras y características que se presentan a continuación, surgen del análisis de información proporcionada por 16 empresas recicladoras distribuidas en ocho departamentos del país. Este conjunto diverso de actores, en su mayoría pequeñas y medianas empresas, permitió relevar datos clave sobre la estructura del sector, los volúmenes procesados, las tecnologías utilizadas y los principales desafíos para la valorización de los plásticos. A partir de estos insumos se puede dimensionar la escala actual del reciclaje, identificar cuellos de botella y explorar oportunidades de mejora.

Actualmente, el volumen de plásticos reciclados en Uruguay supera las **15.100 toneladas anuales**, a las que se suman **1.500 toneladas recuperadas a través del Plan de Gestión de Envases 2024**. Sin embargo, existe un importante margen de mejora en términos de eficiencia y aprovechamiento del material disponible.

El mapa a continuación evidencia la dispersión geográfica de las empresas recicladoras, procesadoras de material reciclado y gestoras de residuos plásticos. Aunque Montevideo y Canelones son relevantes, se registra una mayor presencia en otros departamentos como Colonia, Maldonado, Rivera y Tacuarembó. Esta distribución más amplia sugiere que las actividades de reciclaje y gestión de residuos tienen un alcance territorial mayor, lo que puede responder a la necesidad de procesar materiales en distintos puntos del país para optimizar la logística y reducir costos de transporte.

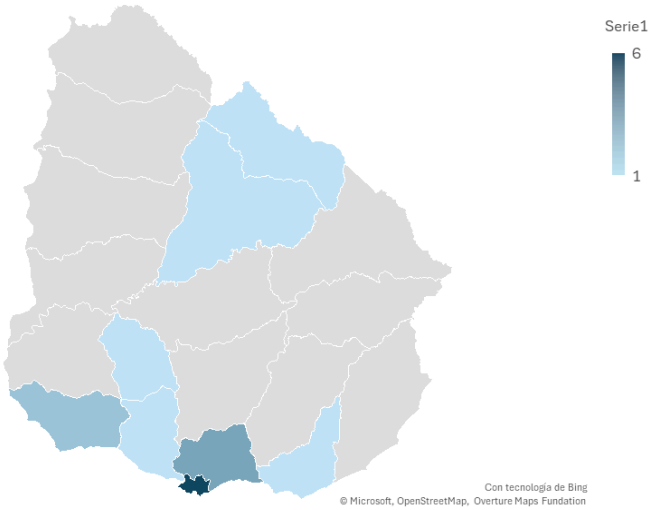


Figura 08: Mapa de distribución geográfica de las empresas clasificación y recicladoras de la industria plástica en Uruguay, basado en resultados de encuesta a 15 empresas (ver Anexo 2). Elaboración propia.

Las empresas recicladoras se dividen en tres categorías, con diferentes niveles de participación y capacidad operativa:

- **Empresas logísticas**: representan el 38% del volumen total, aunque muchas operan con baja ocupación de su capacidad instalada.
- **Productores intermedios (pellets/escamas)**: transforman el 27% del material recuperado.
- **Productores finales**: representan el 35% del volumen reciclado, destinando el material procesado a la fabricación de productos terminados.

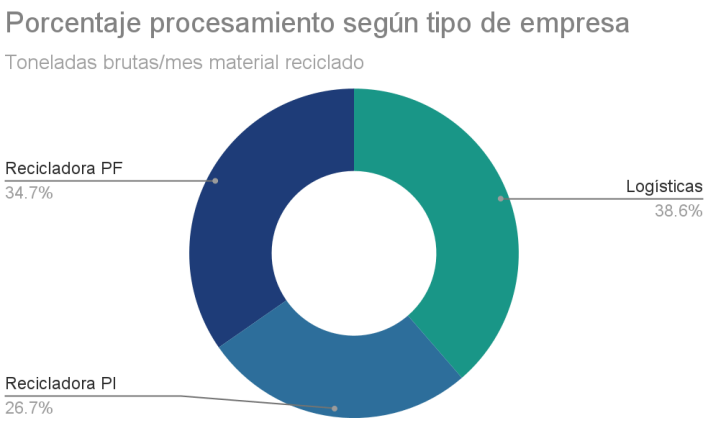


Figura 09: Distribución del procesamiento de material reciclado según tipo de empresa, en toneladas brutas mensuales procesadas: recicladoras de productos finales (PF), recicladoras de productos intermedios (PI) y empresas logísticas. Elaboración propia.

Es importante destacar que no se trata necesariamente de eslabones continuos entre logística, recicladoras de productos intermedios y recicladoras de productos finales. Existen casos en los que la relación no es clara ni continua, por lo que no siempre unos abastecen a los otros. Por ejemplo, empresas de logística pueden exportar fardos de materiales recuperados y recicladores de productos finales pueden importar materia prima reciclada. Todo esto complejiza establecer la interrelación entre actores de la cadena.

Mercado de materiales reciclados: productos con mayor y menor demanda

Los volúmenes de plástico reciclado a nivel nacional varían considerablemente según el tipo de polímero, lo que refleja las desigualdades estructurales en la valorización, recolección y procesamiento de estos materiales. Esta disparidad responde a una combinación de factores técnicos, económicos y logísticos que inciden directamente en la demanda y la viabilidad de reciclaje de cada polímero. Entre ellos se encuentran la facilidad de clasificación y separación de los residuos, el valor de mercado de los distintos tipos de plásticos reciclados, y las tecnologías disponibles a nivel nacional para su transformación. En particular, la infraestructura técnica de reciclado, los procesos de lavado y secado, y las exigencias de calidad de la industria transformadora limitan o potencian el uso de ciertos materiales.

Tabla V: Volúmenes reciclados netos por tipo de polímero[4]

Polímero	Ton/mes	Ton/año	%
PET	128	1536	11.8%
PEAD	168	2016	15.5%
PEBD	489	5868	45.2%
Silobolsa	117	1404	10.8%
PP	167	2004	15.4%
PVC	4	46	0.4%
PS	0	0	0.0%
Otros	10	120	0.9%
Total	**1083**	**12996**	**100.0%**

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por Federico Baráibar y el equipo de CTPlas entre 10/2024 y 2/2025

[4] Se netea el PET logístico pues va al mercado interno y se contabiliza el reciclado por Ecopet. Se separa el silobolsa del PEBD a efectos del estudio, dado que se solicita un análisis especial de este tipo de producto.

Los principales productos de origen para los distintos polímeros reciclados en Uruguay incluyen:

- **Polietileno (PE)**:
    - **PEAD (Polietileno de Alta Densidad)**: se utiliza en la fabricación de bidones, cintas de riego, tanques y pomos, con una fuerte presencia en la agroindustria y en envases rígidos.
    - **PEBD (Polietileno de Baja Densidad)**: predominante en films de empaque, silobolsas y envases flexibles, con aplicaciones importantes en la industria alimentaria y agrícola.
- **PET (Tereftalato de Polietileno)**: material ampliamente reciclado, empleado principalmente en botellas y preformas debido a su uso masivo en el envasado de bebidas.
- **Polipropileno (PP)**: utilizado en zunchos, tapas, cajones y envases rígidos, destacándose por su resistencia y versatilidad.
- **Otros plásticos**:
    - **PVC (Policloruro de Vinilo)**: presente en productos como forros de cables, mangueras y ecocuero. Aunque su reciclaje es menos común, tiene aplicaciones específicas.
    - **Combinaciones multicapa (PP-PEAD-ALU)**: compuestas por materiales como polipropileno, polietileno de alta densidad y aluminio, usadas en envases complejos como doypacks y cryovac, que representan un reto técnico para su reciclaje debido a la dificultad de separación de sus componentes.

El **PEBD - incluído el silobolsa -** representa la mayor parte del plástico reciclado en Uruguay, seguido por el **PEAD, PP y PET**.

El **PET** presenta una alta variabilidad en su disponibilidad, ya que su comercialización depende del precio relativo en el mercado internacional. En períodos de precios estables, la producción nacional de escamas alcanza **500 toneladas mensuales**, pero en 2024 sólo se procesaron **128 toneladas mensuales**, debido a la exportación informal.

La baja demanda de ciertos materiales reciclables refleja problemas estructurales en el mercado de reciclaje en Uruguay. Por un lado, existe una desconexión entre la oferta de materiales y la capacidad industrial para procesarlos. Materiales como el PS y el PVC enfrentan grandes limitaciones, ya que existen dificultades en encontrar industrias locales interesadas en su reciclaje, y los costos logísticos muchas veces son altos para el precio de los materiales. Por otro lado, incluso

materiales con mayor valorización, como el PET, el PEAD y el PEBD presentan desafíos significativos cuando los envases no cumplen con estándares mínimos de calidad, identificación y pureza.

Calidad del material reciclado según su origen

Uno de los principales desafíos en la cadena de reciclaje es la **calidad del material de entrada**, que varía según su origen. Los materiales reciclados en Uruguay provienen de dos fuentes principales:

- **Posconsumo/domiciliario:** generalmente tiene mayores niveles de impurezas, lo que dificulta su procesamiento y limita su incorporación en productos industriales
- **Posindustrial/grandes generadores:** son más homogéneos, lo que facilita su transformación en nuevos productos.

Tabla VI: Participación de material recuperado según origen (Domiciliario, Grandes generadores)

Origen	Bruto[5]		Neto[6]	
	ton/mes	%	ton/mes	%
Posconsumo / domiciliario	653	51.7%	473	43.7%
Grandes generadores	610	48.3%	610	56.3%
Total	**1263**	**100%**	**1083**	**100%**

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por el equipo de CTPlas y Federico Baráibar entre 10/2024 y 2/2025

Los recicladores muestran una marcada preferencia por materiales provenientes de sectores económicos como el **comercio y la industria**, debido a su **mayor calidad y homogeneidad**, en contraste con los **residuos posconsumo**, que presentan **altos niveles de contaminación y baja uniformidad**.

La reutilización de residuos posconsumo a menudo implica **costos elevados y procesos adicionales** que limitan su competitividad con la industria transformadora de plástico virgen, salvo en casos específicos donde la calidad lograda permite competir en igualdad de condiciones.

La calidad del material reciclado está determinada tanto por su **origen (posconsumo o posindustrial)** como por el grado de limpieza y acondicionamiento que recibe en las etapas de **lavado y secado**. Estas variables afectan su **viabilidad en diferentes aplicaciones** y, en consecuencia, su demanda en el mercado.

[5] El procesamiento bruto se trata de la suma de cantidades de plásticos recuperados procesados por las empresas encuestadas.

[6] El procesamiento neto es la cantidad real de plásticos recuperados, excluyendo duplicaciones que ocurren cuando varias empresas de la cadena registran los mismos materiales como entregados y recibidos.

Principales flujos de los materiales recuperados según destino y sector

A partir de la información relevada durante el estudio, fue posible construir un diagrama de flujo que representa los principales destinos y sectores donde se incorpora material reciclado en Uruguay, diferenciando según su origen (posconsumo o posindustrial). Este diagrama permite visualizar de forma sintética cómo circula el material reciclado en la cadena de valor, identificando sus aplicaciones más comunes. Si bien ofrece una aproximación valiosa a la situación nacional, es importante aclarar que no todos los flujos pudieron ser completamente mapeados, ya sea por falta de información cuantitativa o por la dispersión de actores y usos. Por lo tanto, se trata de una representación parcial que refleja tendencias generales y puntos clave del uso actual del material reciclado en el país.

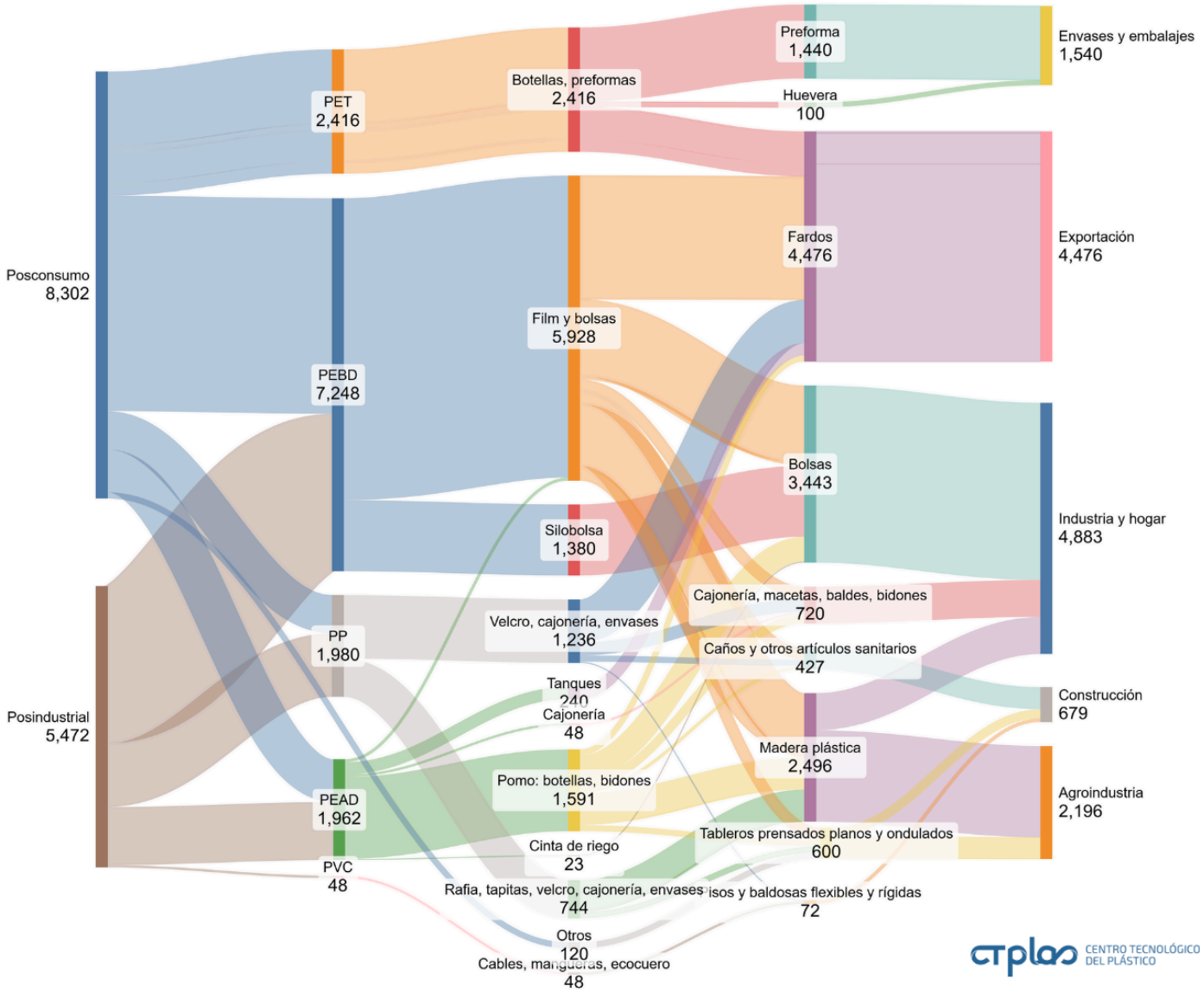


Figura 10: Diagrama Sankey de principales productos clasificados en Uruguay según su origen (posconsumo o posindustrial) y sus principales destinos en la cadena de reciclado, clasificados según el tipo de polímero. Elaboración propia.

A partir de este análisis, se pueden identificar una serie de conclusiones clave sobre la dinámica del reciclaje a nivel nacional:

- **Alta exportación del posconsumo**: más del 50% del plástico posconsumo clasificado en el país se exporta en forma de fardos, principalmente a países vecinos como Brasil, aunque también se registran exportaciones a destinos más lejanos, como Asia.

- **Circuito cerrado del PET**: del restante 50%, cerca del 20% corresponde a PET, que se utiliza en la producción de resinas aptas para contacto con alimentos, habilitando un circuito cerrado (bottle to bottle) gracias a la capacidad nacional para su procesamiento.

- **Baja valorización local del posconsumo**: solo el 30% del plástico posconsumo se reutiliza localmente como insumo para nuevos productos distintos de botellas. Los materiales con mayor demanda son PEAD, PEBD y PP, aunque su valorización sigue siendo limitada por barreras técnicas y económicas.

- **Importancia del posindustrial**: la fracción posindustrial representa aproximadamente el 70% del volumen efectivamente reciclado por la industria nacional. Su homogeneidad, limpieza y calidad superior lo convierten en una fuente más atractiva y confiable para la producción de artículos reciclados.

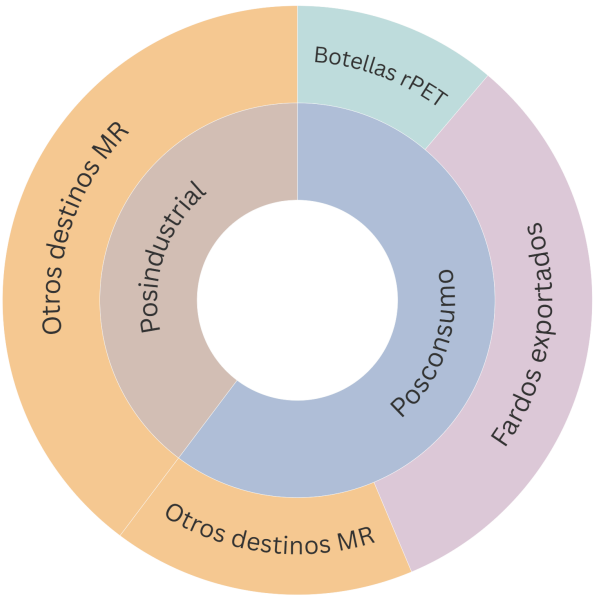


Figura 11: Principales destinos del material plástico reciclado nacional según origen: posconsumo o posindustrial. Elaboración propia.

Los productos finales del reciclaje de plásticos en Uruguay se diversifican en distintos sectores, según la demanda y la capacidad tecnológica disponible:

- **Materiales reciclados y semi-procesados**: pellets industriales, escamas y fardos de materiales homogéneos (PET, PEAD, PEBD), que constituyen la base para la fabricación de nuevos productos plásticos.

- **Productos para la construcción y la agroindustria**: tableros plásticos, madera plástica extrusada y baldosas, que agregan valor y encuentran aplicaciones en la arquitectura y el diseño de interiores.

- **Productos para uso industrial**: caños de riego y tubos plásticos, esenciales para sectores como la agricultura y la manufactura.

- **Productos de consumo y empaque**: bolsas recicladas y otros envases flexibles, que aunque representan productos de menor valor agregado, siguen siendo fundamentales en el mercado de empaques.

Figura 12: Principales productos de destinos en la cadena de reciclado. Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por el equipo de CTPlas y Federico Baráibar entre 10/2024 y 2/2025

- **Destino principal son bolsas plásticas:** el mayor volumen de reciclado se destina a la fabricación de bolsas plásticas, mayoritariamente bolsas negras, que utilizan mezclas de PEBD, PEAD y silobolsa.

- **Producción de materiales de bajo valor agregado**: la madera plástica y los tableros prensados (utilizados principalmente en la agroindustria y, en menor medida, en la construcción) también representan destinos relevantes. Estos productos combinan múltiples tipos de polímeros, resultando en materiales heterogéneos con propiedades mecánicas poco predecibles, lo que limita su aplicación en sectores con mayores exigencias técnicas, como la construcción.

- **Aplicaciones de mayor valor agregado pero baja exigencia técnica**: en menor proporción, se reciclan PEAD y PP para producir artículos por inyección o soplado como baldes, macetas o bidones, destinados principalmente al hogar y la industria.

Figura 13: Principales destinos del material plástico reciclado nacional según sector de aplicación. Elaboración propia.

Circuitos diferenciados o entrelazados:

- El **PET** presenta un circuito independiente debido a su fácil identificación durante la clasificación y la existencia de tecnología nacional para su reciclado apto para alimentos.

- El **PVC** también tiene un circuito relativamente cerrado que permite la producción de productos de mayor calidad (como pisos o baldosas), aunque su volumen de recuperación es muy bajo debido a la limitada capacidad instalada y el tamaño del mercado nacional.

- En contraste, **PEAD, PEBD y PP** comparten actores, tecnologías y aplicaciones, generando circuitos entrelazados que dificultan su trazabilidad. El PEAD rígido suele utilizarse en productos de soplado e inyección junto con el PP, mientras que el PEAD y el PEBD flexibles se mezclan frecuentemente en la producción de bolsas.

Por último, es importante destacar que los **principales destinos** de los materiales reciclados —como bolsas, madera plástica y tableros prensados— son productos en los que se **mezclan diferentes tipos de polímeros**. Esta mezcla reduce significativamente su potencial de reciclaje futuro,

limitando su revalorización y generando un proceso de downcycling, en el cual el material pierde valor y funcionalidad con cada ciclo.

La calidad del material de entrada al proceso de reciclaje es un factor determinante en la eficiencia y rentabilidad del sector. Existen grandes variaciones en los niveles de pureza de los materiales recibidos, lo que impacta directamente en los costos de procesamiento y en la calidad del producto final. La colaboración con generadores de residuos para mejorar la clasificación en origen es clave para optimizar los procesos y reducir el desperdicio de materiales potencialmente reciclables.

A su vez, se puede ver a continuación cómo los distintos procesos industriales de transformación de plásticos presentan diferentes niveles de viabilidad para incorporar material reciclado. Procesos como la **extrusión** (de perfiles como madera plástica y láminas como bolsas) destacan por su mayor tolerancia a variaciones en la calidad del material, permitiendo el uso de mezclas de polímeros y reciclados de menor grado.

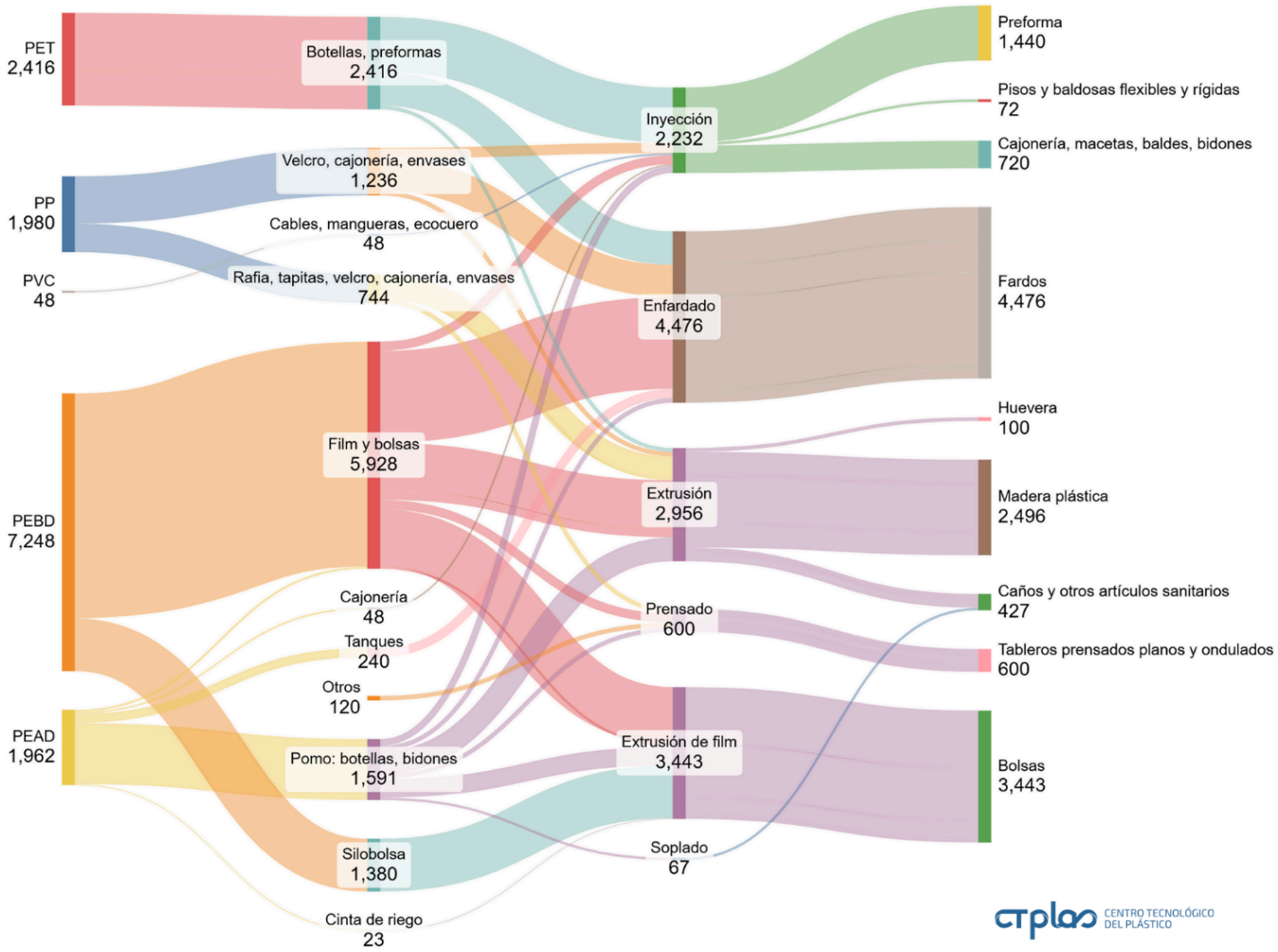


Figura 14: Diagrama Sankey de principales procesos productivos utilizados en el reciclaje en Uruguay según su origen de la materia prima y sus principales destinos en la cadena de reciclado, clasificados según el tipo de polímero. Elaboración propia.

En particular, la **extrusión de film** se utiliza casi exclusivamente para la fabricación de bolsas, debido a sus bajos requerimientos mecánicos y estéticos. Otros tipos de film, como el stretch, requieren insumos de alta calidad, lo que limita el uso de reciclados.

Por otro lado, procesos como la **inyección** y el **soplado** demandan materiales con propiedades específicas y estables (fluidez, homogeneidad, resistencia), lo que dificulta la incorporación de reciclado sin afectar la calidad del producto final. Es por esto que son procesos utilizados principalmente en la fabricación de preformas de PET, material que permite cumplir con los estándares necesarios.

Esta diferencia refleja una oportunidad clave: **mejorar la calidad del material reciclado para habilitar su uso en procesos más exigentes y productos de mayor valor agregado**.

Una **mayor calidad** en los materiales de entrada permite obtener **productos reciclados con mejores propiedades** y ampliar sus posibilidades de comercialización en mercados exigentes, facilitando así una mayor circularidad de los plásticos en la economía nacional.

Barreras y limitaciones en la incorporación de material reciclado

La industria del reciclaje de plásticos en Uruguay enfrenta una serie de desafíos estructurales y operativos que limitan su capacidad para incorporar materiales reciclados de calidad en los procesos productivos. Estas barreras, identificadas desde la perspectiva del sector, se han agrupado en seis categorías principales:

1. **Políticas públicas y regulaciones**: falta de incentivos fiscales y financieros para el reciclaje, normativas complejas y fiscalización insuficiente. La competencia informal afecta a empresas formales, y aún se identifican oportunidades para avanzar en la priorización de materiales reciclados en las compras públicas.

2. **Escala y logística**: los volúmenes de consumo y producción son bajos, dificultando economías de escala. Altos costos logísticos y suministro irregular afectan la viabilidad del reciclaje.

3. **Segregación y calidad del material**: deficiente separación en origen reduce la calidad del material reciclado. Pequeños nichos de generación homogénea dificultan la competitividad a nivel regional.

4. **Factores culturales y sociales**: falta de concienciación y compromiso ciudadano en la separación de residuos. Los sistemas de recolección deben ser eficientes para mejorar la calidad y cantidad de materiales recuperados.

5. **Mercados y competitividad**: dificultades para competir con países como Brasil debido a costos y escalas. Falta de incentivos para el uso de reciclados y desconocimiento estatal del mercado.

6. **Infraestructura y permisos**: regulaciones restrictivas y burocracia afectan a pequeñas y medianas recicladoras. La falta de infraestructura y maquinaria limita el crecimiento del sector.

Esquemas de certificación para el contenido de material reciclado

Las empresas del sector del reciclaje de plásticos compartieron sus perspectivas sobre el posible **impacto de una certificación de contenido de material reciclado.** En general, reconocen que esta herramienta **podría contribuir a garantizar la calidad y trazabilidad** de los materiales reciclados, lo que sería favorable para el desarrollo del sector. También destacaron su potencial para **fomentar procesos formales y diferenciar a las empresas que cumplen con estándares de calidad.** Algunas empresas identifican oportunidades en el mercado externo —especialmente en países como Brasil, donde existe una alta demanda de materiales reciclados—, señalando que una certificación podría **mejorar la competitividad internacional y facilitar la exportación** de productos reciclados de alta calidad. No obstante, también se señala que el **mercado nacional aún no está completamente preparado para adoptar estas certificaciones** de forma generalizada. La demanda de materiales reciclados certificados en el mercado interno todavía es limitada, lo que reduce su impacto potencial en esta etapa.

Por estas razones, se considera fundamental que cualquier **esquema de certificación** de contenido reciclado sea **desarrollado en conjunto con la industria**, teniendo en cuenta las limitaciones, desafíos y condicionantes actuales del sector. Esto permitirá diseñar herramientas progresivas, viables y adaptadas a la realidad nacional.

En este marco, CTplas propone analizar esquemas de certificación ya existentes a nivel internacional, con el objetivo de comprender sus mecanismos de aplicación y procesos de implementación. A partir de este análisis, se plantean lineamientos iniciales para el diseño de un esquema nacional de certificación de contenido reciclado, que sirvan como insumo para una posible etapa posterior de desarrollo conjunto con los actores clave del sector.

Normativas internacionales y certificaciones clave

La norma **EN 15343:2007** es el principal marco de referencia a nivel europeo para garantizar la trazabilidad y conformidad del reciclado de plásticos. Esta norma ha sido adoptada por varios organismos certificadores, incluyendo:

- **RecyClass (Europa):** verifica la trazabilidad del material reciclado en toda la cadena de valor, asegurando su origen pre y posconsumo.
- **EuCertPlast (Europa):** evalúa el contenido de reciclado y la calidad de los materiales reciclados.
- **Blue Angel (Alemania):** ecoetiqueta que certifica productos acabados con al menos un 80% de material reciclado posconsumo.
- **INTI-Ecoplas (Argentina):** certifica productos con contenido de material reciclado, promoviendo la economía circular en Latinoamérica.

Objetivo común: todas estas certificaciones buscan fomentar el uso de plásticos reciclados, garantizando su calidad, trazabilidad y contribución a la sostenibilidad ambiental.

Modelos de Cadena de Custodia (CoC)

La certificación del contenido reciclado en productos plásticos puede utilizar distintos **modelos de cadena de custodia (CoC)**, dependiendo del nivel de trazabilidad requerido.

Tabla VII: Comparativa de los distintos modelos de cadena de custodia para la verificación de contenido de material reciclado[7].

Modelo	Nivel de trazabilidad	Separación física	Mezclado de materiales	Declaración contenido reciclado	Implementación
Preservación de identidad	Máximo	Total, desde origen hasta producto final.	No permitido	100% contenido de reciclado específico	MR se mantienen separados y trazados desde origen hasta producto final, sin mezclar con MNR.
Segregación	Alto	Estricta	Permitido entre diferentes fuentes certificadas	100% reciclado pero de múltiples fuentes	MR de diferentes fuentes certificadas pueden combinarse, pero separados de MNR
Mezcla controlada	Moderado	Hasta punto de mezcla	Permitido con proporciones conocidas	Proporción específica de reciclado	MR y MNR se mezclan en proporciones controladas, registrando cantidades exactas para una declaración precisa.
Balance de masa	Bajo	No es necesaria	Mezcla libre de MR y MNR	Declaración global o por lote	Se permite mezclar MR y MNR, y se rastrea a nivel global o de lotes que la cantidad de material reciclado es igual a la declarada.
"Book of claim"	Nulo	No	No se rastrea físicamente	Basada en certificaciones/créditos	Se compran certificados de contenido reciclado sin que el material esté físicamente presente en los productos; las declaraciones se basan en créditos adquiridos.

Fuente: Elaboración propia en base a "A Comparative Assessment of Standards and Certification Schemes for Verifying Recycled Content in Plastic Products",Eunomia Research & Consulting with support from Circular Innovation Council (2021)

[7] MR refiere a material reciclado y MNR refiere a material no reciclado

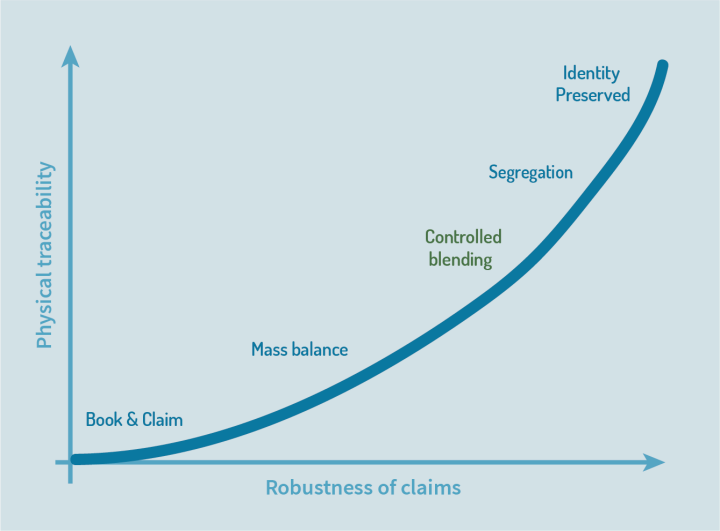


Figura 15: Relación entre trazabilidad física y robustez de los distintos modelos de cadena de custodia para la declaración de contenido reciclado. Fuente: Certification scheme recognising the use of recycled plastics in products throughout the plastics value chain, RecyClass

Cuanto mayor es la trazabilidad, mayor es la certeza sobre el origen del material reciclado, pero también aumenta la complejidad y el costo de implementación.

A nivel internacional, distintos programas han adoptado modelos de CoC para certificar el contenido reciclado en productos plásticos:

Tabla VIII: Comparativa de distintos esquemas de certificación del contenido de material reciclado

Certificación	Jurisdicción	Descripción	Enfoque del origen	Modelo de Cadena de Custodia (CoC)
EN 15343:2007	Europa	Establece procedimientos para el reciclaje mecánico y verifica el contenido de reciclado y la trazabilidad.	Pre-consumo y posconsumo	Segregación y balance de masa
ISO 22095	Global	Proporciona un marco para diferentes modelos de CoC, aplicable a cualquier material y producto	Pre-consumo y posconsumo	Segregación, balance de masa, prevención de la identidad
ISCC Plus	Global	Certifica cadenas de suministro sostenibles, libres de deforestación y trazables en varios mercados.	Pre-consumo, posconsumo y reciclado químico	Segregación, mezcla controlada y balance de masa
UL 2809 | ECVP for Recycled Content	Global	Verifica el contenido reciclado post y pre-consumo y de ciclo cerrado.	Pre-consumo y posconsumo	Segregación, balance de masa, “Book and claim”
SCS Recycled Content Standard	Global	Certificación voluntaria que evalúa productos hechos de materiales derivados de los residuos.	Pre-consumo y posconsumo	Segregación, balance de masa
APR PCR Certification	EEUU	Asegura que el material que se compra y utiliza en el empaque es PCR (resina posconsumo)	Posconsumo	Balance de masa

Certificación	Jurisdicción	Descripción	Enfoque del origen	Modelo de Cadena de Custodia (CoC)
GreenBlue Recycled Material Standard (RMS)	Norteamérica	Proporciona un marco para el etiquetado consistente de productos con material reciclado verificado.	Pre-consumo y posconsumo	Segregación, balance de masa, "book and claim"
EuCertPlast	Europa	Certificación para recicladores de residuos plásticos pre-consumo y posconsumo	Pre-consumo y posconsumo	Balance de masa
RecyClass	Europa	Certificación que verifica la trazabilidad del material reciclado en todos los pasos de la cadena de valor	Pre-consumo y posconsumo	Mezcla controlada y balance de masa
Plastica Seconda Vita	Italia	Certificación para los materiales y productos obtenidos de la valorización de residuos plásticos, introduciendo conceptos de calidad y trazabilidad de los materiales reciclados.	Pre-consumo y posconsumo	Balance de masa
Certificación INTI-Ecoplas	Argentina	Certificación voluntaria que evalúa productos que contienen material plástico reciclado.	posconsumo	Balance de masa
RAL Quality Mark for Recycled PET	Alemania	Certifica botellas de PET producidas con residuos posconsumo	Posconsumo	Segregación

Fuente: Elaboración propia en base a "A Comparative Assessment of Standards and Certification Schemes for Verifying Recycled Content in Plastic Products",Eunomia Research & Consulting with support from Circular Innovation Council (2021)

Principales conclusiones:

- El modelo de **balance de masa** es el más adoptado internacionalmente por su flexibilidad.
- Modelos más estrictos como el de preservación de la identidad o el de segregación permiten asegurar un 100% de contenido de material reciclado.
- Los enfoques europeos priorizan la segregación y trazabilidad estricta, mientras que los modelos norteamericanos permiten mayor flexibilidad con opciones de Book & Claim.
- El método utilizado **influirá en la fiabilidad de las afirmaciones** sobre un producto.

Enfoque de mezcla controlada vs enfoque de balance de masa

La cantidad de contenido reciclado que una marca puede utilizar en sus productos puede variar en función de diversos factores, como la disponibilidad de material o los proveedores de plásticos reciclados. Esto significa que, muy a menudo, la cantidad de contenido reciclado en un producto puede variar de un período a otro.

Mezcla controlada: se centra en la trazabilidad física de los materiales a lo largo de todo el proceso de reciclaje, lo que significa que en todo momento se conoce el porcentaje exacto de contenido reciclado.

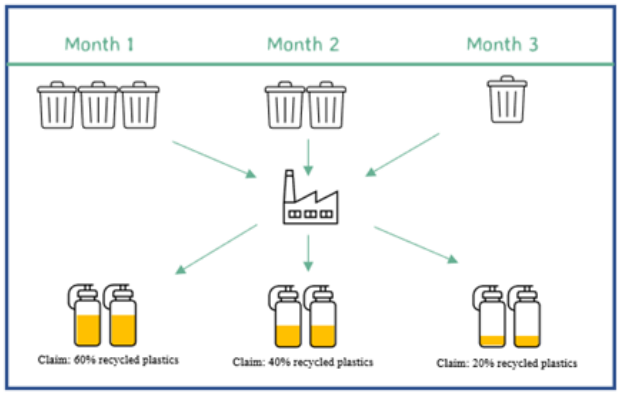


Figura 16: Ejemplo de modelo de mezcla controlada donde es posible hacer afirmaciones como: «Esta botella contiene un 60 % de plástico reciclado». Fuente: RecyClass, "How to calculate recycled plastic?"

Balance de masa: el cálculo se centra en la contabilización de todos los materiales de entrada y salida, sin embargo, no siempre es posible garantizar la trazabilidad de los materiales durante el proceso, por lo que solo se puede concluir que el producto final puede contener material reciclado.

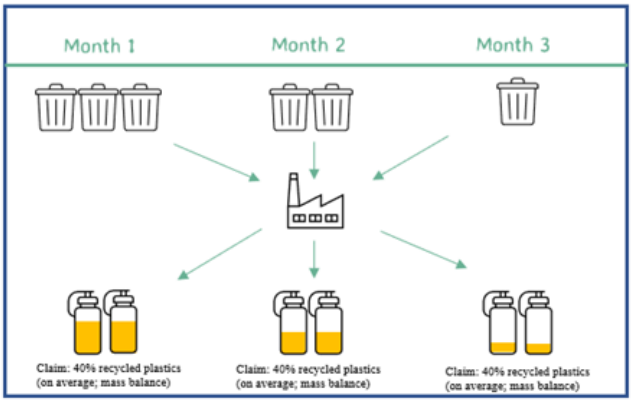


Figura 17: Ejemplo de modelo de balance de masa donde una declaración de 40% de contenido reciclado puede utilizarse para una botella con un 60%, un 20% o ningún contenido de reciclado. Fuente: RecyClass, "How to calculate recycled plastic?"

Certificación de contenido de material reciclado INTI - ECOPLAS[8]

En Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), en conjunto con Ecoplas, ha desarrollado un esquema de **certificación voluntaria para productos que contienen plástico reciclado**. Esta certificación está dirigida a empresas, emprendimientos u organizaciones que incorporan material reciclado en sus productos, validando que **al menos el 15% del contenido plástico del artículo final provenga de fuentes recicladas.**

El cálculo del contenido de material plástico reciclado en los productos certificados se realiza mediante la metodología de **balance de masa**, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14021:2016. Este método permite determinar el porcentaje real de plástico reciclado (posindustrial

[8] Protocolo de Certificación del contenido de plástico reciclado

y/o posconsumo) incorporado en la matriz plástica del producto o grupo de productos certificados. El cálculo se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$x\ (\%) = A / B \times 100$$

Donde:

- **x** es el porcentaje de contenido de material plástico reciclado en el producto.
- **A** es la masa de material plástico reciclado de entrada (posindustrial y/o posconsumo).
- **B** es la masa total de material plástico del producto.

Es importante destacar que, si se incorporan aditivos a través de *masterbatches* u otros vehículos plásticos, esa fracción no se considera como parte de la matriz plástica del producto (B). Tampoco se contabiliza el scrap interno generado por la misma empresa durante el proceso productivo, ya que no se considera reciclado en sentido estricto.

El sello **certifica** el porcentaje de contenido reciclado y su uso está autorizado únicamente a la **empresa transformadora que fabrica el producto**. El esquema se basa en una **auditoría de tercera parte, realizada por el INTI**, que incluye una **revisión documental y una inspección en planta.** La certificación tiene una **validez de dos años y puede renovarse.** Su objetivo es aportar trazabilidad, transparencia y respaldo técnico al uso de plásticos reciclados, promoviendo buenas prácticas industriales y el cumplimiento de estándares de sostenibilidad.

Esta certificación incluye un isologo con el porcentaje certificado y un código QR que dirige al consumidor a información educativa sobre economía circular y beneficios ambientales. No se realizan ensayos específicos de toxicidad ni aptitud para contacto con alimentos, pero se exige a las empresas que presenten documentación que respalde el cumplimiento de la normativa vigente del MERCOSUR. Entre las normas de referencia utilizadas se encuentran la **UNE-EN 15343:2008 sobre trazabilidad y contenido reciclado, la ISO 14020 e ISO 14021 sobre declaraciones ambientales.**

Actualmente la certificación se encuentra en proceso de acreditación frente al Organismo Argentino de Acreditación (OAA). Además, el esquema de certificación INTI - Ecoplas sigue el modelo de RecyClass, el cuál está **acreditado** por la Cooperación Europea para la Acreditación (EA) desde 2021.

El esquema contempla criterios diferenciados cuando se certifican familias de productos con igual composición reciclada. Si bien el sello solo lo utiliza la empresa transformadora certificada, el cliente final (como la marca que encarga la preforma) puede solicitar autorización para incluir una leyenda en el envase que haga referencia a la certificación.

En paralelo, el **INTI y CAIRPLAS** han desarrollado una **certificación de procesos para industrias recicladoras**, que se enfoca en validar las buenas prácticas en la gestión del reciclaje y no en productos específicos. En este caso, no se otorga un sello para el producto, ya que la certificación

recae sobre la empresa recicladora. Si la misma empresa también transforma el material reciclado, el alcance de la auditoría puede ampliarse para incluir ambas etapas.

Estas certificaciones no son obligatorias, pero su adopción ha ido en aumento, especialmente como respuesta a demandas de clientes nacionales o internacionales. A su vez, **el esquema de INTI - Ecoplas se basa en el modelo europeo RecyClass**, lo que permite cierta homologación con certificaciones utilizadas en otros mercados. Actualmente, se encuentra en su versión 2, tras una fase piloto inicial.

Cabe señalar que el proceso completo de certificación puede variar entre 1 y 2 meses, dependiendo de la capacidad de la empresa para reunir y cargar la documentación necesaria. En casos complejos, el proceso puede demorar hasta un año desde el primer contacto hasta la obtención del certificado.

Finalmente, ante el avance de normativas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la región, INTI ha considerado la posibilidad de aceptar como válidas certificaciones extranjeras equivalentes para productos importados, siempre que el país de origen cuente con un sistema de certificación formalizado.

Lineamientos para diseño de esquema de certificación de contenido de material reciclado a nivel nacional

En base al documento "Protocolo para Certificación - Contenido de Material Plástico Reciclado" desarrollado por INTI y Ecoplas, al esquema Recycled Plastic de RecyClass y a la norma UNE-EN 15343:2007, se definieron los aspectos clave que deberían considerarse en el diseño de un esquema nacional de certificación de contenido de material reciclado. Esta propuesta preliminar, elaborada por CTplas, **no constituye un esquema listo para ser implementado**, sino que representa **un insumo técnico** para un futuro proceso de diseño y validación participativa.

A partir del relevamiento realizado, se identificó que una parte importante del sector reciclador **valora el desarrollo de una certificación** de cantidad de material reciclado como una **herramienta útil** para mejorar la trazabilidad del producto, diferenciarse en el mercado y facilitar el acceso a compras públicas u oportunidades de exportación. En particular, se destaca su posible impacto positivo en mercados exigentes, así como su potencial para fortalecer procesos formales y mejorar la competitividad frente a actores informales.

Al mismo tiempo, también surgieron dudas y cuestionamientos sobre su implementación, especialmente vinculados a los costos que implicaría para las pequeñas y medianas empresas, y a la falta de una demanda clara en el mercado nacional. Por eso, se plantea que cualquier esquema de certificación debe construirse en diálogo con el sector, contemplando sus limitaciones actuales, definiendo criterios realistas y progresivos, y focalizándose inicialmente en cadenas específicas donde ya existe cierta articulación, como es el caso del PET o el silobolsa. Este enfoque gradual permitiría testear su viabilidad sin imponer exigencias generalizadas que podrían excluir a buena parte del sector.

A modo de apoyo técnico, CTplas realizó una visita a la Dirección Técnica de Plásticos del INTI (Argentina) para intercambiar experiencias sobre el desarrollo e implementación de sus certificaciones. Asimismo, se integraron aportes de la tesis de maestría *"Trazabilidad del plástico reciclado. Esquema de certificación de uso de material reciclado en productos en Uruguay"*, de Nicolás Capricho, elaborada en el marco del Máster Universitario en Economía Circular y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Valencia (VIU).

A continuación se presenta un diagrama del proceso de certificación propuesto, que reúne los componentes técnicos principales a considerar en el diseño de un protocolo de certificación nacional. Además, se destaca la necesidad de avanzar en aspectos clave como la gobernanza del sistema, la institucionalidad responsable y la viabilidad de su implementación.

Aspectos clave que deberían considerarse en el diseño de un esquema nacional de certificación de contenido de material reciclado

Alcance:

Certificar de manera voluntaria el porcentaje de material plástico reciclado presente en la matriz plástica de un producto, aplicable a empresas u organizaciones que fabrican productos que contienen material plástico reciclado.

Referencias:

- ISO 14024:2018 - ·Etiquetas y declaraciones ambientales – Etiquetado ambiental Tipo I –Principios y procedimientos.
- UNE-EN 15343:2017 Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado. Versión en español.
- Protocolo para Certificación de Contenido de Material Plástico Reciclado. Rev.001. 21/03/2023 . INTI - ECOPLAS.

Proceso de certificación:

1. Solicitud de certificación

Requisito inicial: la empresa interesada debe presentar una solicitud con información sobre su proceso productivo, productos a certificar y documentación de trazabilidad del material reciclado.

Documentos clave:

- Datos del solicitante (empresa, ubicación, contacto, RUT).
- Descripción del proceso productivo y productos a certificar.
- Información sobre el material reciclado (procedencia, trazabilidad, certificaciones vigentes).
- Flujograma del proceso productivo y habilitación industrial.

Confirmación del proceso: la empresa reconoce y acepta los términos del protocolo de certificación.

2. Evaluación de viabilidad y presupuesto

Análisis de factibilidad: CTplas evalúa la viabilidad de la certificación en función de la información presentada y la disponibilidad de recursos técnicos y humanos.

Presupuesto: se elabora un informe detallado que incluye:

- Alcance de la certificación y productos involucrados.
- Tarifas aplicables (con descuento del 20% para miembros de CTplas).
- Etapas y requisitos del proceso de certificación.

Aprobación: La empresa debe aceptar el presupuesto por escrito antes de avanzar a la siguiente etapa.

3. Auditoría de certificación

Objetivo: Verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos, ambientales y administrativos del esquema de certificación.

Planificación:

- Se designa un equipo auditor a partir del listado de auditores competentes de CTplas.
- Se elabora un plan de auditoría detallado, con fecha, alcance, duración y participantes.
- La empresa tiene derecho a impugnar auditores por imparcialidad o conflicto de interés.

Fases de la auditoría:

- **Revisión documental:** se analizan los procesos, registros de trazabilidad y el balance de masas del material reciclado.
- **Auditoría in situ:** se evalúa la correcta implementación del esquema de certificación en la planta de producción.

El contenido de reciclado del producto se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Porcentaje\ del\ contenido\ de\ reciclado\ del\ producto\ (\%) = \frac{masa\ de\ los\ materiales\ reciclado\ en\ el\ producto}{masa\ total\ del\ producto} \times 100$$

- **Reunión de cierre:** se presentan hallazgos y oportunidades de mejora a la empresa.

No conformidades: si se detectan incumplimientos, se otorga un plazo para correcciones antes de avanzar a la certificación.

4. Emisión de certificación y uso del sello

Decisión final:

- Se elabora un informe de auditoría, que es evaluado por el Comité Asesor de CTplas.
- En un plazo máximo de 30 días, se emite la certificación con una validez de dos años.

Uso del Sello CTplas:

- Se permite su uso en productos, envases y materiales de comunicación.
- La empresa debe presentar una propuesta de aplicación del sello para aprobación previa.

5. Auditorías de seguimiento y mantenimiento de la certificación

Auditoría de seguimiento (1 año después de la certificación):

- Se verifica el mantenimiento de las condiciones certificadas.

- Se analiza el uso adecuado del sello y posibles cambios en el proceso productivo.
- Si se identifican no conformidades graves, la certificación puede ser suspendida o cancelada.

Recertificación: dos meses antes del vencimiento, la empresa puede solicitar la renovación del certificado. Se debe presentar documentación actualizada y pasar por una nueva auditoría.

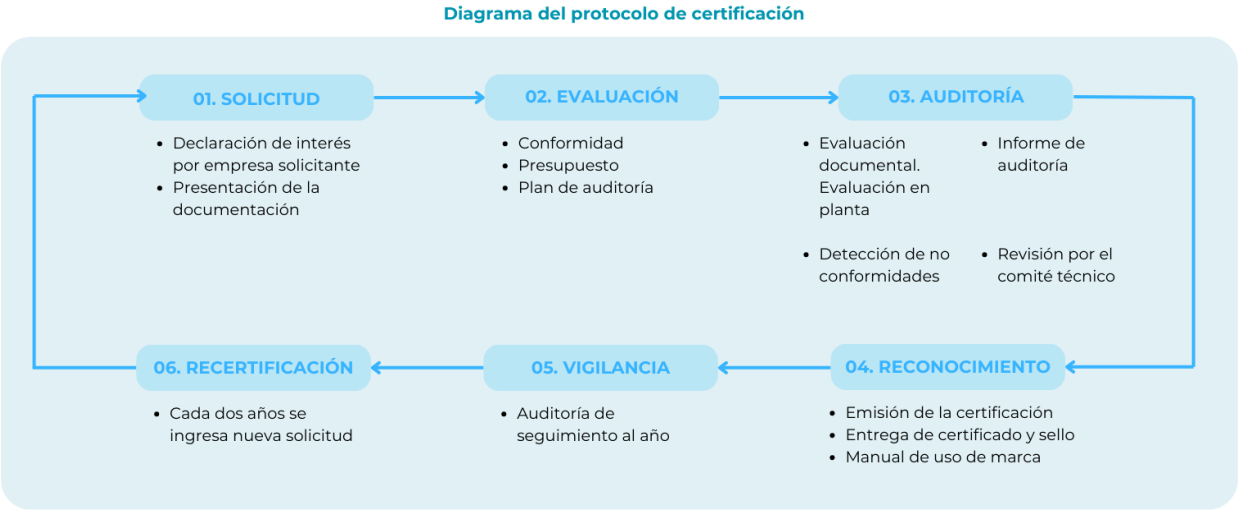


Figura 18: Diagrama del protocolo de certificación.Basado en: Capricho, N. (2023). Trazabilidad del plástico reciclado. Esquema de certificación de uso de material reciclado en productos plásticos en Uruguay. Universidad Internacional de Valenci

SECTOR TRANSFORMACIÓN

Limitaciones y requerimientos para potenciar el uso de material reciclado

CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS

Situación actual y requerimientos de calidad

Uruguay no produce resinas plásticas vírgenes ni cuenta con una industria petroquímica, por lo que depende completamente de **importaciones** para abastecer su industria transformadora. Anualmente ingresan unas **283.000 toneladas[9] de plásticos** en forma de materia prima, productos intermedios y finales. A su vez, se exportan anualmente aproximadamente **153.260 toneladas.**

El mapa a continuación muestra la distribución geográfica de las empresas transformadoras de la industria plástica en Uruguay. Se observa una alta concentración en el cinturón metropolitano, con Montevideo y Canelones representando la gran mayoría. Esto indica que la transformación del plástico se centraliza en áreas urbanas e industriales con mayor infraestructura y acceso a mercados.

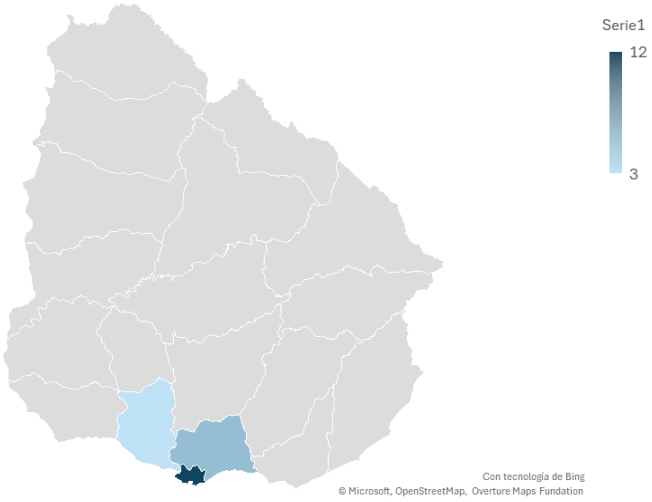


Figura 19: Mapa de distribución geográfica de las empresas transformadoras de la industria plástica en Uruguay, basado en resultados de encuesta a 20 empresas (ver Anexo 1). Elaboración propia.

Los polímeros más utilizados en la industria nacional son:

- **PET (Tereftalato de Polietileno)**: usado mayormente en botellas y preformas (80% de las importaciones se concentran en dos grandes empresas).
- **PE (Polietileno de Alta y Baja Densidad)**: aplicado en envases flexibles, films, bidones, caños y productos agroindustriales.

[9] No contempla los envases primarios o secundarios que vienen junto con otros productos como alimentos, RAEE o embalajes.

- **PVC (Policloruro de Vinilo)**: usado en films flexibles para la industria alimenticia y tuberías.
- **PP (Polipropileno)**: empleado en envases rígidos y artículos para el hogar.
- **PS (Poliestireno)**: presente en paneles aislantes y bandejas para alimentos.

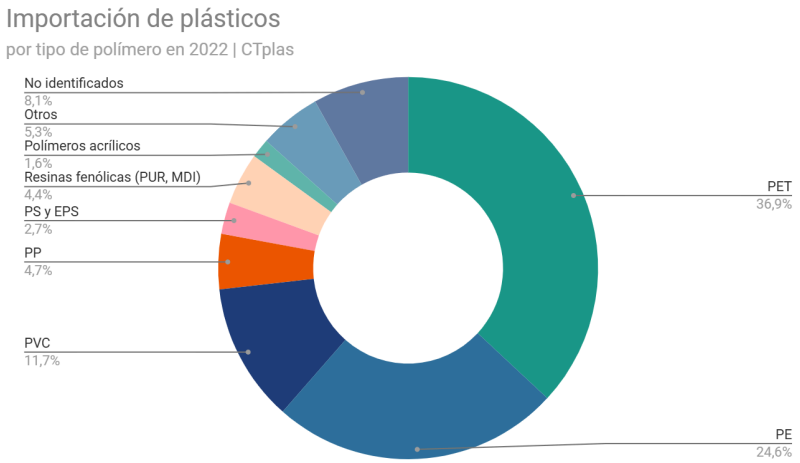


Figura 20: Importaciones de plástico por tipo de polímero en Uruguay en 2022. Fuente: Elaboración propia utilizando datos de Penta-Transaction (abril 2024).

Según el Informe Sectorial de la Industria Plástica (CTplas, 2015), la industria transformadora de plásticos en Uruguay constituye un **sector estratégico,** ya que alrededor del **80% de su producción se destina a sectores clave como la alimentación, la industria farmacéutica, la construcción y la química.** Sin embargo, su alcance es mayoritariamente local, ya que solo el 10% de la producción se orienta a la exportación, mientras que el resto abastece al mercado interno.

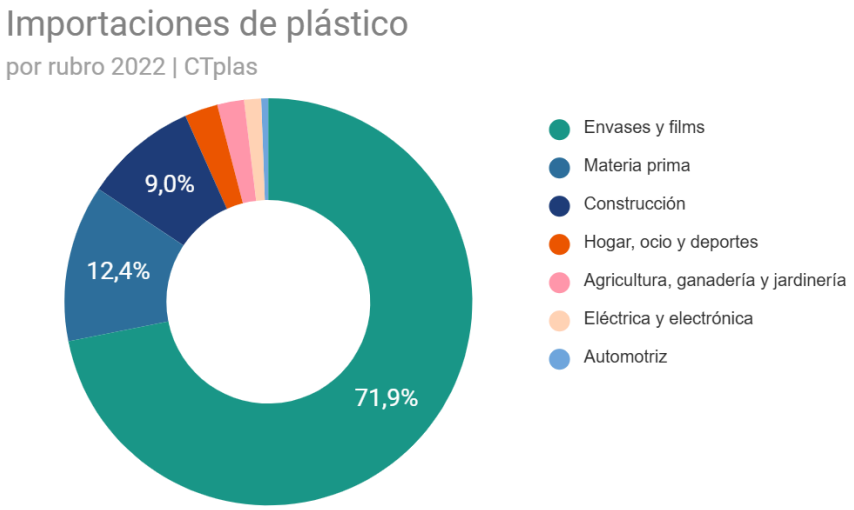


Figura 21: Principales rubros de importación de plástico en Uruguay en 2022. Fuente: Elaboración propia utilizando datos de Penta-Transaction (abril 2024).

Uso de material reciclado en la industria transformadora: diagnóstico y lineamientos técnicos

Esta sección presenta un análisis de la situación actual del sector en Uruguay, basado en la información obtenida a partir de una muestra representativa de empresas transformadoras: 22 empresas encuestadas que representan un 50% de las importaciones totales de plásticos bajo la NCM 39. El estudio permitió relevar los principales procesos de transformación utilizados, los tipos de polímeros procesados, las formas en que actualmente se incorpora el material reciclado, y las barreras que enfrentan las empresas para incrementar su uso. También se analizan las condiciones que permitirían potenciar esta incorporación y se identifican oportunidades de mejora desde la Infraestructura de la Calidad.

A partir de los resultados obtenidos, se profundiza en aspectos clave como la preferencia por material posindustrial frente al posconsumo, los productos que admiten mayor proporción de reciclado, y los requerimientos técnicos que la industria considera indispensables para garantizar la calidad y el desempeño de los productos finales. Este análisis permite visibilizar las brechas existentes entre la oferta actual de reciclado y la demanda de la industria, y proporciona insumos concretos para el diseño de estándares, certificaciones y mecanismos de trazabilidad que fortalezcan la confiabilidad y competitividad del material reciclado nacional.

Uso de material reciclado en la industria nacional

El **80% de las empresas encuestadas** incorpora material plástico reciclado en su producción, motivadas por la sostenibilidad, reducción de costos y cumplimiento de normativas ambientales.

Estas empresas están principalmente interesadas en aumentar la cantidad de material reciclado, con un **93% de ellas mostrando una clara intención de incrementar el contenido reciclado** en sus productos, demostrando principal interés en que este **sea de origen nacional.** Los tipos de material reciclado utilizados incluyen:

- **Scrap interno**: todas las empresas reintegran residuos propios, como recortes o piezas no conformes, en sus procesos de producción.
- **Material reciclado posindustrial**: preferido frente al posconsumo debido a la mayor estabilidad en sus propiedades técnicas. En algunos casos, se logran proporciones superiores al 50% del total de materia prima procesada.
- **Material reciclado posconsumo**: aunque menos frecuente, algunas empresas utilizan este material en proporciones menores. Generalmente, las proporciones se mantienen por debajo del 50%, y en ocasiones, no superan el 20%.

Se identifica una preferencia por el material reciclado de origen posindustrial, ya que su mayor homogeneidad y calidad permiten incorporar porcentajes más altos en los productos finales —en

muchos casos, superiores al 50%—. En contraste, el material posconsumo presenta una calidad más variable y menor previsibilidad en su comportamiento, lo que suele limitar su incorporación a proporciones menores, frecuentemente por debajo del 20%. Porcentajes más elevados de material posconsumo sólo pueden integrarse en productos con bajas exigencias técnicas y estéticas.

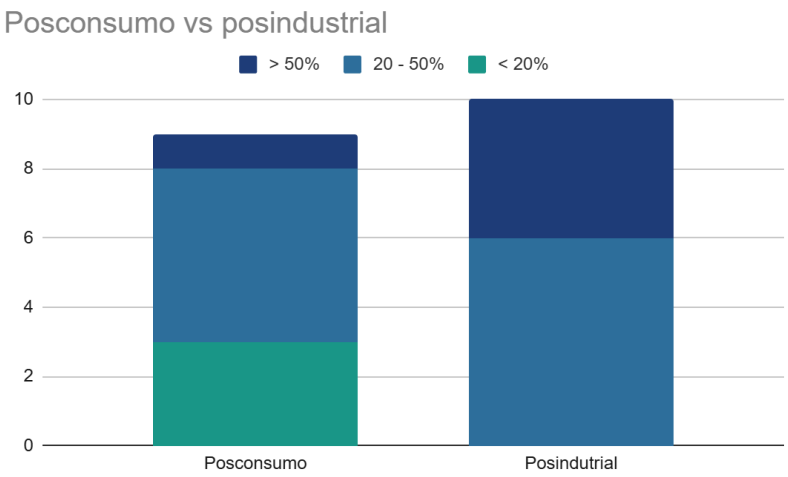


Figura 22: Gráfico que compara el número de empresas encuestadas que incorporan material reciclado posconsumo frente a posindustrial, según la proporción alcanzada en el producto final. Elaboración propia

Productos que admiten material reciclado posconsumo

El material posconsumo se utiliza principalmente en productos con **bajas exigencias técnicas y estéticas**, tales como:

- **Productos de inyección**: macetas, pinzas de ropa, cajones, baldes de pintura, tapas, y revestimientos de pisos.
- **Preformas para botellas de PET**: algunos tamaños admiten hasta el 100% de material posconsumo.
- **Bolsas de baja especificación**: principalmente bolsas para residuos negras.

Estos productos generalmente admiten altos porcentajes de material reciclado, a menudo superiores al 75%, y en varios casos hasta el 100%. Los polímeros más utilizados para la incorporación de materiales reciclados son **PEAD, PEBD, PP y PET**. Tanto el PVC como el PS reciclados se utilizan en menor medida.

Productos que incorporan únicamente material reciclado posindustrial

El material reciclado posindustrial actualmente también es destinado a aplicaciones de **bajas especificaciones técnicas**:

- **Artículos de limpieza y productos del hogar**: escobas, hilos, y flejes, que en ocasiones llegan a porcentajes de hasta el 100%.
- **Films y bolsas de baja resistencia mecánica**: como los films manuales (PEAD y PEBD), con un máximo de entre el 30% y 35%.

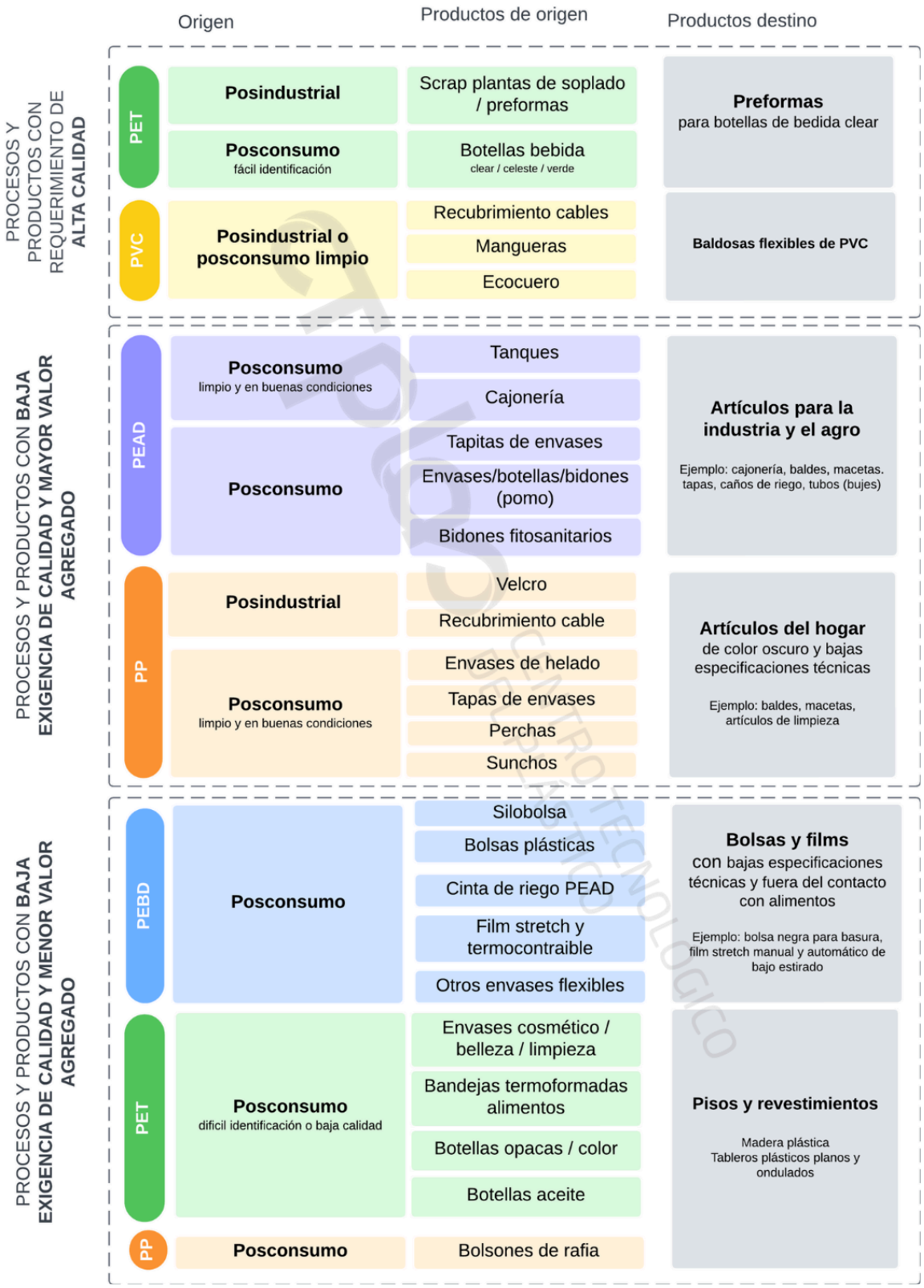


Figura 23: Diagrama de principales productos clasificados en Uruguay y sus principales destinos en la cadena de reciclado, clasificados según su calidad. Elaboración propia.

Problemas y limitaciones en la incorporación de material reciclado en procesos de transformación

Las empresas identificaron los siguientes problemas al utilizar material reciclado:

- **Variabilidad de propiedades mecánicas**: impacta en la consistencia de la calidad del producto final.
- **Problemas estéticos**: problemas con la apariencia estética del producto final.
- **Estabilidad del proceso productivo**: la variabilidad del material reciclado impide la predicción de su comportamiento, generando ineficiencias en el proceso productivo,
- **Contaminación e impurezas**: la limpieza y pureza del material reciclado pueden generar problemas tanto en el proceso, en los equipos y en el producto final.

Las principales limitaciones percibidas son:

1. **Calidad variable del material reciclado**: la inconsistencia en las propiedades del material limita su integración en procesos estables.
2. **Falta de disponibilidad de material reciclado en cantidad y calidad suficiente**: los volúmenes necesarios no siempre se encuentran disponibles.
3. **Costos asociados**: la adopción de material reciclado implica costos adicionales, tanto en la adaptación de procesos como en el precio del material reciclado.

Entre las empresas que no incorporan material reciclado (20%), se identificaron principalmente dos motivos:

- **Restricciones normativas**: las empresas que producen envases de alimentos y aquellas que fabrican caños y accesorios expresan estar limitadas por normativas que no permiten el uso de material reciclado.
- **Preocupaciones por la calidad y seguridad**: estas empresas consideran que el material reciclado no satisface los requisitos de durabilidad y calidad exigidos por sus productos.

Sin embargo, **todas estas empresas mostraron interés en considerar el uso de material reciclado** en el futuro, siempre que se aseguren ciertos criterios. Entre los factores que consideran necesarios para su incorporación, destacan:

- **Suministro confiable y de calidad consistente**: consideran esencial contar con una fuente estable de material reciclado que cumpla con especificaciones técnicas constantes.
- **Políticas de incentivo**: coinciden en que las políticas regulatorias y económicas que promuevan el reciclaje serían un facilitador significativo.
- **Certificaciones de calidad:** ven a las certificaciones como una herramienta que podría aportar confianza en el uso de este material.

La falta de estándares claros y certificaciones adecuadas dificulta la incorporación de material reciclado en la industria.

Fortalecer la infraestructura de la calidad mediante la normalización, trazabilidad y certificaciones permitiría **alinear la oferta con la demanda, mejorar la confianza en los materiales reciclados y asegurar su conformidad con la normativa vigente.**

Para lograrlo, es clave:

- **Desarrollar estándares técnicos de calidad por tipo de polímero** para reducir la variabilidad del material.
- **Implementar sistemas de trazabilidad** que garanticen la calidad desde la clasificación.
- **Crear certificaciones de calidad y cantidad de material reciclado** para brindar seguridad a la industria.
- **Alinear normativa y especificaciones técnicas** para eliminar barreras regulatorias.

Si se establecen estos mecanismos, **se podrá romper el círculo vicioso de baja demanda y baja calidad**, permitiendo que el reciclaje sea una alternativa competitiva y confiable en la industria nacional.

Para esto es necesario primero comprender las necesidades de la industria, para posteriormente poder traducir los requerimientos específicos a estándares claros de clasificación.

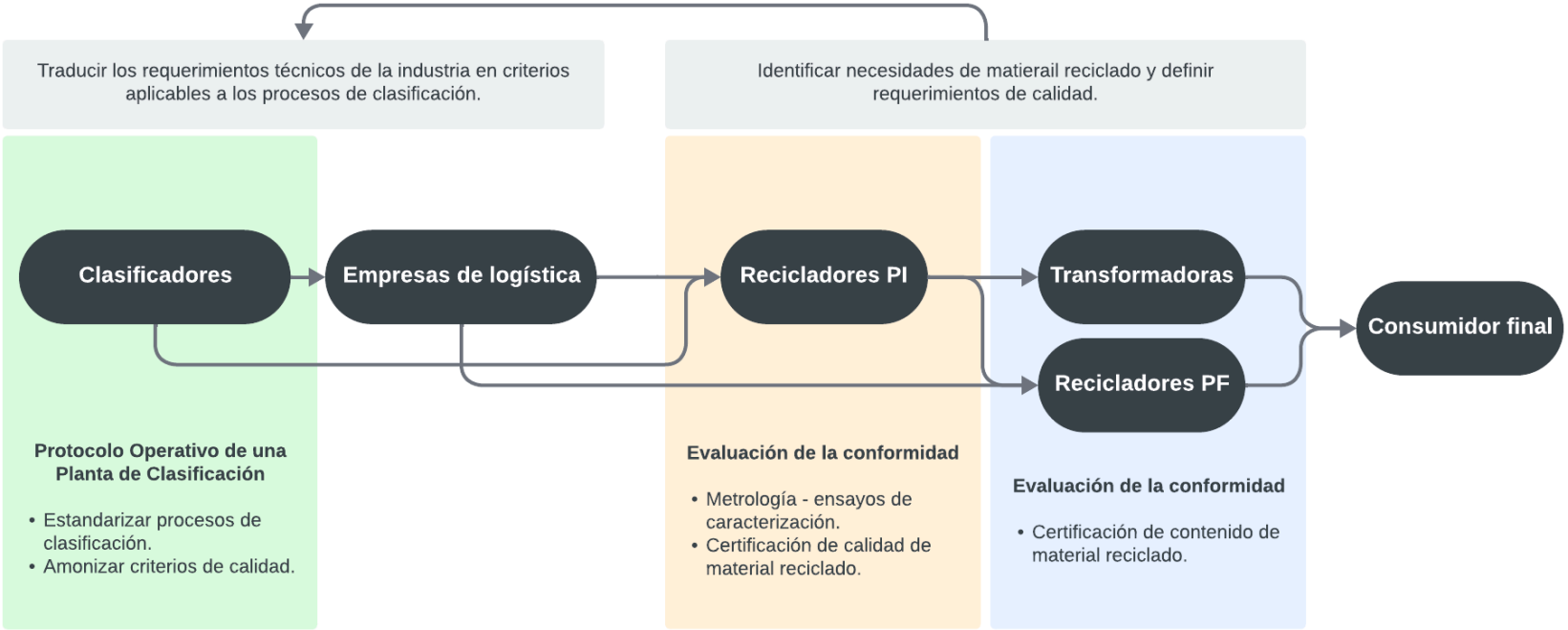


Figura 24: Diagrama del impacto de la infraestructura de la calidad (IC) en la mejora de la calidad del material reciclado nacional. Elaboración propia

Definición de especificaciones técnicas y requerimientos de calidad

Para mejorar la infraestructura de la calidad en el manejo del material reciclado, se trabajó en la **identificación de los requerimientos industriales** y en el **desarrollo de una ficha técnica base** para recicladores y clasificadores. Esta herramienta permitirá **dar trazabilidad y confianza a las materias primas recicladas**, asegurando su calidad y facilitando su integración en procesos productivos.

Importancia de los requerimientos de calidad

De las empresas encuestadas, **casi el 90% considera fundamental contar con una ficha técnica del material reciclado** que adquieren. Sin embargo, el **86% no recibe información estandarizada** de sus proveedores, lo que genera incertidumbre en la calidad del material y dificulta su trazabilidad.

Los principales elementos que la industria considera prioritarios en una ficha técnica incluyen:

- **Color y contenido de contaminantes.**
- **Índice de fluidez / viscosidad intrínseca.**
- **Propiedades mecánicas y humedad residual.**
- **Origen del material y condiciones de procesamiento.**

Sin estándares claros, las empresas tienen dificultades para definir **qué exigir a sus proveedores** y qué ajustes de proceso deben realizar para incorporar material reciclado en sus productos.

Desarrollo de una ficha técnica base

Para la caracterización del material reciclado, se tomaron como referencia **normas europeas de reciclado de plásticos**, incluyendo las series de normas CEN y UNE-EN ISO, que establecen métodos de ensayo y criterios de conformidad

Normas específicas por tipo de polímero:

- **PET:** EN 15348 (2015)
- **PE:** EN 15344 (2008)
- **PP:** EN 15345 (2008)
- **PVC:** EN 15346 (2015)
- **PS:** EN 15342 (2008)
- **General:** EN 15347 y EN 15343 (trazabilidad y evaluación de conformidad)

Estas normas **brindan parámetros homogéneos sobre las propiedades que debe cumplir el material reciclado**, asegurando su procesabilidad y uniformidad en distintas aplicaciones industriales. Esto a través de la definición de los métodos de análisis, clasificando los requerimientos según: **requeridos, deseados y opcionales.**

Se deben **adaptar los criterios** utilizados en estas normas a las necesidades de la industria nacional. Por lo tanto, a partir de los resultados de la encuesta y normas internacionales, se diseñó una Guía práctica para la elaboración de una ficha técnica base (ver Anexo 3) que integra **características requeridas, deseadas y opcionales**, proporcionando una referencia clara y propuesta de formato para mejorar la calidad del material reciclado.

Tabla IX: Características requeridas, deseadas y opcionales en una ficha técnica de material reciclado

	Requeridos	Deseables	Opcionales
Aspectos generales	Origen, color, tipo de polímero, granulometría, forma y posibles aplicaciones	-	-
Propiedades en material	Índice de fluidez	Viscosidad intrínseca, humedad residual, densidad aparente.	-
Propiedades en probeta	-	-	Tracción, flexión, etc.
Contaminantes	-	Contenido de contaminantes y presencia de cargas y/o aditivos	-

Fuente: Elaboración propia.

Esta ficha permite **armonizar criterios entre distintos actores del reciclaje**, facilitando la comunicación entre **clasificadores, recicladores y transformadores** y garantizando un suministro de calidad consistente.

Caracterización de propiedades físico-mecánicas

Para garantizar la calidad del material reciclado, es necesario evaluar sus **propiedades mecánicas y reológicas**. Se identificaron las principales normas utilizadas en la industria para estos ensayos.

Tabla X: Normas para la caracterización de propiedades mecánicas de plásticos reciclados

Propiedades	Norma	Descripción
Tracción	UNE-EN ISO 527	Plásticos
Compresión	UNE-EN ISO 60412048	Envases y embalajes
Flexión	UNE-EN ISO 178 / 14125	Plásticos y compuestos reforzados
Impacto	Impacto UNE-EN ISO 7765 / 179 / 180	Charpy, Izod, caída de proyectil
Rasgado Elmendorf	UNE-EN ISO 6383-2	Películas y láminas
Dureza	Shore (A y D), Bola, Barcol	

Fuente: Elaboración propia

Propiedades reológicas:

- **Índice de fluidez:** UNE-EN ISO 1133
- **Viscosidad intrínseca:** UNE-EN ISO 1628-5 (2015)

Otras propiedades relevantes:

- **Densidad:** UNE-EN ISO 1183-1
- **Turbiedad (Haze):** ASTM D1003
- **Color:** UNE-EN ISO 11664-4

Valores de referencia

Dado la amplia variedad de procesos productivos y tipos de polímeros utilizados, se utilizó bibliografía para brindar valores de referencia para requerimientos de mayor interés para la industria como el índice de fluidez y la densidad aparente. Estos fueron verificados con los valores expresados por los distintos encuestados.

Tabla XI: Valores de referencia del índice de fluidez por polímero y proceso

	Rangos de índice de fluidez (MFI) en g/10 min			
Polímero/Proceso	**Inyección**	**Extrusión**	**Soplado**	**Rotomoldeo**
PET	6 - 22	Fibras: 15 - 25	0.6 - 1.5	-
PEAD	0.2 - 20	Tuberías: 0.1 - 0.4	0.2 - 1.0	3 - 5
PEBD	2 - 20	Películas: 0.3 - 5	-	-
PP	2 - 50	Láminas: 1 - 10 Fibras: 20 - 50	-	-
PS	2 - 10	Láminas: 1 - 5	-	-
PVC (rígido)	-	Tuberías: 0.1 - 2	-	-
PVC (flexible)	1 - 4	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla XII: valores de referencia de la densidad aparente

Forma	Valor (kg/m^3)	Nota
Flakes (escamas) y polvo	300 - 500	Tienden a valores más bajos.
Pellets	700 - 850	Más compactos.

Fuente: Elaboración propia

Incluir rangos de referencia en fichas técnicas permite a los clasificadores separar sus productos de forma más precisa, a los transformadores y recicladores comparar diferentes calidades de material en función de sus requerimientos técnicos, y a toda la cadena **establecer un lenguaje común** que reduzca la incertidumbre, mejore la trazabilidad y facilite decisiones de compra más eficientes y seguras.

Impacto de la ficha técnica en la infraestructura de calidad

En base a la definición de los requerimientos de calidad de la industria transformadora para la incorporación de material reciclado y sus métodos de caracterización presentados en la Guía Práctica diseñada, se plantea un diseño base de una ficha técnica (ver Anexo 4) que permite estandarizar la comunicación de la información técnica de manera clara y concisa, facilitando la comprensión y el uso adecuado del material en cuestión.

Requeridas

Información general	Descripción
Material	*Completar*
Usos	*Completar*
Origen	*Completar*

Características generales	Descripción / Valor	Método de ensayo
Color	*Completar* *ejs: natural, blanco, negro, multicolor*	Inspección visual
Forma	*Completar* *ejs: pellet, escamas, polvo, aglomerado, etc.*	Inspección visual
Tamaño de partícula (mm)	*Completar* *ej: 90% entre 5 y 12 mm; < 6 mm*	Norma ASTM D 1921-01 o equivalentes

Propiedades en material	Valor	Método de ensayo
Índice de fluidez | MFI (g/10 min)	*Completar* *ref: ver anexo*	ISO 1133 / ASTM D1238 *Incluir condiciones de ensayo*

Deseables

Propiedades en material	Valor	Método de ensayo
Densidad aparente (kg/m3)	*Completar*	Norma EN 15344, anexo B
Humedad residual (%)	*Completar* *ref: < 5% para poliolefinas*	ASTM D 6980/7191
Contaminantes[2] (%)	*Completar* *ref: menor valor posible (< 2%)*	Norma EN 15344, anexo A
Viscosidad intrínseca	*Completar solo si aplica*	ISO 1628-5

Opcionales

Propiedades en probeta	Valor	Método de ensayo
Resistencia al impacto Izod o Charpy (kJ/m2)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 180 EN ISO 179-1
Esfuerzo en el punto de fluencia (MPa)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2

Figura 25: Diseño de plantilla base de ficha técnica para material plástico reciclado. La ficha completa se encuentra en el Anexo 4. Elaboración propia.

El uso de una ficha técnica estandarizada no solo mejora la trazabilidad y control del material reciclado, sino que también **fortalece la confianza de la industria y facilita la comercialización de estos materiales**.

- **Clasificadores y recicladores** podrán asegurar que el material cumple con especificaciones técnicas, mejorando su competitividad en el mercado.
- **Transformadores** tendrán una referencia clara para evaluar la calidad del material reciclado y definir ajustes en sus procesos.
- **Certificaciones de calidad y trazabilidad** basadas en esta ficha permitirán garantizar la conformidad del material con normativas nacionales e internacionales.

Con esta herramienta, CTplas busca establecer un marco técnico sólido que permita mejorar la infraestructura de calidad y potenciar la incorporación de material reciclado en la industria nacional.

CONCLUSIONES

Barreras y oportunidades para potenciar el uso de material reciclado

CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

CONCLUSIONES

Limitaciones y barreras en el reciclaje de plásticos

El reciclaje de plásticos en Uruguay enfrenta múltiples barreras que limitan la integración de material reciclado en la industria. Estos desafíos están interconectados y afectan tanto la oferta como la demanda, dificultando la competitividad del material reciclado frente a los polímeros vírgenes.

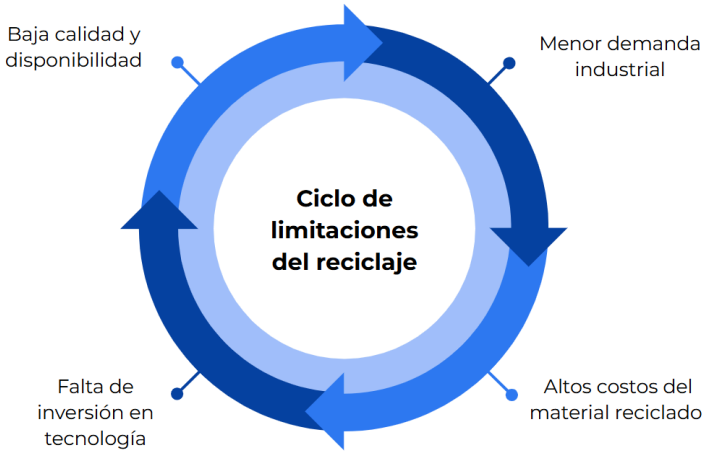


Figura 26: Diagrama causa y efecto, ciclo de limitaciones del reciclaje en Uruguay. Elaboración propia

Se identifica una **desconexión entre la oferta y la demanda** de materiales plásticos reciclados debido a las brechas entre la **calidad ofrecida y la calidad requerida**. El precio elevado, la baja demanda y la calidad inconsistente se retroalimentan, generando un círculo vicioso que limita el crecimiento del sector.

Calidad y disponibilidad del material reciclado

Uno de los principales problemas es la **inconsistencia en la calidad del material reciclado en relación a la demanda**. Los principales factores vinculados a la calidad que afectan su integración en procesos industriales se agrupan en las siguientes categorías:

- **Variabilidad en las propiedades mecánicas:** impacta la estabilidad del proceso y desempeño de los productos finales.
- **Contaminación e impurezas:** generan problemas en los equipos de producción y reducen la calidad del producto terminado.

- **Mezcla de materiales:** la falta de segregación en origen resulta en la mezcla de materiales y residuos no reciclables lo cual disminuye el valor comercial del material recuperado.

Además, la **falta de volúmenes suficientes y constantes** genera incertidumbre en la industria transformadora, lo que desincentiva su uso en reemplazo del plástico virgen.

Costos y viabilidad económica

La cadena de valor del reciclado enfrenta barreras económicas que afectan su competitividad:

- **Altos costos de procesamiento:** etapas como el lavado y clasificación del material reciclado encarecen el producto final.
- **Baja escala de producción:** los volúmenes limitados impiden reducir costos mediante economías de escala.
- **Costos logísticos elevados:** el transporte del material desde zonas alejadas encarece aún más su comercialización, ya que suelen ser materiales con bajas densidades.
- **Competencia con polímeros vírgenes:** cuando el precio del plástico virgen baja, la demanda de material reciclado disminuye aún más.

Estos factores encarecen el producto reciclado y reducen su atractivo para la industria.

Falta de infraestructura y tecnología

La falta de modernización en la cadena de reciclaje limita la calidad y cantidad de material recuperado.

- **Tecnología obsoleta y baja automatización:** los procesos dependen en gran medida de la clasificación manual, lo que genera inconsistencias en la calidad del material.
- **Falta de inversión en plantas con tecnología avanzada:** impide mejorar la productividad y reducir costos.
- **Restricciones normativas y ambientales:** dificultan la instalación de nuevas plantas y la actualización de las existentes.

Como consecuencia, el material reciclado producido en Uruguay tiene menor calidad y mayor costo en comparación con materiales importados.

Mercado y demanda limitada

La industria transformadora está interesada en usar más material reciclado, pero enfrenta desafíos que frenan su incorporación:

- **Falta de certificaciones y trazabilidad:** genera desconfianza en la calidad del material reciclado.
- **Escasez de fichas técnicas:** el 86% de las empresas encuestadas no recibe especificaciones detalladas de sus proveedores, lo que impide garantizar la calidad.
- **Poca diversificación del mercado:** la demanda de material reciclado es baja, y la industria nacional no absorbe todo el material disponible.
- **Preferencia por materiales posindustriales:** se priorizan residuos de grandes generadores, ya que son más homogéneos, mientras que el material posconsumo tiene menor salida comercial.

Sin una demanda estable, los recicladores enfrentan dificultades para vender su producción, lo que perpetúa el problema de baja calidad y altos costos.

Regulación e incentivos fiscales

El marco regulatorio actual no favorece el crecimiento del sector reciclador:

- **Falta de incentivos fiscales y financieros:** la ausencia de beneficios económicos desincentiva la inversión en reciclaje.
- **Normativas restrictivas para ciertos sectores:** como envases de alimentos, donde la regulación impide el uso de material reciclado.
- **Fiscalización insuficiente:** permite la competencia desleal de actores informales, que operan sin cumplir regulaciones ambientales ni laborales.
- **Ausencia de compras públicas de productos reciclados:** limita la demanda y el incentivo para la producción de materiales reciclados de calidad.

Principales barreras en el reciclaje de plásticos

- **Calidad y disponibilidad:** material reciclado con propiedades inestables y contaminantes.
- **Costos elevados:** procesos caros y baja escala de producción.
- **Falta de infraestructura:** tecnología obsoleta y poco acceso a maquinaria avanzada.
- **Demanda limitada:** industria con pocas garantías de calidad y volumen estable.
- **Regulación limitada:** falta de incentivos y normativas claras para potenciar el reciclaje.

Impacto de la Infraestructura de la Calidad en la cantidad y calidad del material reciclado

El reciclaje de plásticos en Uruguay enfrenta un conjunto de barreras interconectadas que afectan la calidad, disponibilidad y competitividad del material reciclado. La falta de inversión, incentivos y certificaciones limita la demanda industrial, lo que perpetúa un ciclo de baja calidad y altos costos.

Para superar estos desafíos, es clave:

- **Estandarizar la calidad del material reciclado** mediante certificaciones y fichas técnicas.
- **Implementar incentivos económicos y normativos** para fomentar su uso en la industria.
- **Invertir en infraestructura y tecnología** para mejorar la eficiencia del proceso.
- **Fomentar la demanda** a través de compras públicas y regulaciones que prioricen el material reciclado.

Sin estos cambios, el material reciclado seguirá enfrentando dificultades para competir con los polímeros vírgenes y consolidarse en la industria nacional.

Acciones para revertir barreras

- **Calidad y disponibilidad** → Certificaciones y estándares.
- **Costos elevados** → Incentivos fiscales y escalamiento.
- **Infraestructura obsoleta** → Inversión en tecnología.
- **Falta de demanda** → Compras públicas y normativas de contenido reciclado.
- **Regulación insuficiente** → Políticas claras e incentivos fiscales.

Mejora de la clasificación a través de la Infraestructura de la calidad

La demanda industrial de material reciclado se traduce en **requerimientos técnicos específicos**, los cuales muchas veces **no son comunicados ni comprendidos en la etapa de clasificación**, lo que genera desconexión entre la oferta y la demanda. Esto provoca que **materiales recuperados con potencial de valorización no encuentren salida comercial** debido a la falta de criterios estandarizados en los procesos de clasificación.

Uno de los aspectos clave para mejorar la calidad del material reciclado es la **estandarización de los procesos de clasificación.** Esto puede abordarse de forma integral a través de los distintos pilares de la Infraestructura de la Calidad:

Normalización y estandarización de procesos:

- Desarrollar **fichas técnicas estandarizadas** que incluyan color, contenido de contaminantes, índice de fluidez y propiedades mecánicas.

- Definir **criterios homogéneos de clasificación** para que los materiales recuperados cumplan con especificaciones técnicas claras desde el origen.
- Establecer **normas específicas por tipo de polímero** (PET, PEAD, PP, etc.) para reducir la variabilidad del material reciclado y aumentar su confiabilidad.

Trazabilidad y metrología:

- Implementar sistemas que permitan **rastrear el origen del material reciclado**, asegurando que cumple con estándares de calidad desde su recolección.
- Identificar laboratorios e instituciones acreditadas (como FING y LATU) que puedan realizar **ensayos de caracterización** para evaluar propiedades mecánicas y garantizar la conformidad del material.

CTplas como articulador entre clasificadores e industria:

- Traducir los **requerimientos técnicos de la industria** en criterios aplicables a los procesos de clasificación.
- Ayudar a los clasificadores a **optimizar sus procesos** para lograr una mejor calidad del material recuperado.
- Fomentar la **asociatividad entre cooperativas**, permitiéndoles acceder a volúmenes mínimos demandados por la industria y reducir costos logísticos.

Impacto de la normativa en la incorporación de material reciclado incorporado

Las etapas de transformación y reciclado están fuertemente influenciada por las **regulaciones vigentes**, las cuales pueden **limitar o favorecer** la incorporación de material reciclado en productos finales. **La falta de normativas claras o la ausencia de certificaciones específicas genera incertidumbre en la industria**, lo que reduce la cantidad de material reciclado efectivamente utilizado.

A través de los pilares de la Infraestructura de la Calidad que facilitan el control de la calidad y la trazabilidad de los materiales reciclados, se logra mejorar la confianza de la industria y garantizar el cumplimiento de los requisitos legales:

Evaluación de la conformidad y certificaciones:

- Desarrollar **certificaciones de calidad del material reciclado**, que validen su desempeño técnico y su aptitud para distintas aplicaciones industriales.

- Desarrollar **certificaciones de contenido de reciclado**, que permitan verificar la cantidad de material reciclado efectivamente incorporado en los productos.

Asegurar la compatibilidad entre normativa y calidad técnica:

- Identificar y armonizar **normas de caracterización de materiales reciclados** con los requisitos legales existentes.
- Trabajar con entidades certificadoras para generar **protocolos de validación de materiales reciclados**, asegurando su cumplimiento con las regulaciones vigentes.

Intercambio con empresas transformadoras y recicladoras:

- Ayudar a las empresas a identificar **sus requerimientos específicos de calidad**, estableciendo **qué propiedades deben exigir y qué ajustes de proceso** son necesarios para incorporar material reciclado.
- **Capacitar a la industria en estándares de calidad y certificaciones**, fomentando el uso de material reciclado sin comprometer la seguridad ni el desempeño de los productos finales.

Impactos del proyecto

El desarrollo de este proyecto ha permitido **evidenciar con claridad el papel estratégico que tiene la calidad en la incorporación del material plástico reciclado posconsumo (PCR)** dentro de un enfoque de economía circular para Uruguay. A través de un análisis profundo de los procesos de clasificación, reciclado y transformación, se logró **demostrar cómo la calidad no solo responde a exigencias industriales, sino que habilita oportunidades reales para mejorar la competitividad, la trazabilidad y la apertura a nuevos mercados**, incluso en el plano internacional.

El proyecto fue presentado en diversos espacios de trabajo técnico y difusión, como reuniones del Ministerio de Ambiente sobre la gestión de residuos plásticos en el agro y el taller realizado en el marco de la Expo Uruguay Sostenible 2024, visualizando y resaltando el rol de la calidad en las etapas de la cadena de valor del plástico.

Uno de los aportes más significativos del proyecto fue la **generación de una base técnica**, capaz de orientar las capacidades nacionales hacia las metas definidas en el Plan Nacional de Gestión de Residuos (PNGR) y en línea con los desafíos que implican las políticas públicas vinculadas a la economía circular. A partir de un trabajo de campo directo, se identificaron con claridad **las principales brechas, limitaciones y oportunidades**, lo que permite enfocar esfuerzos futuros en la reducción efectiva del **gap de circularidad** de los materiales plásticos.

Además, el proyecto avanzó en el diseño de herramientas basadas en **Infraestructura de la Calidad** que permitirán, en el corto y mediano plazo:

- **Mejorar la competitividad de los actores del sector**, particularmente en los procesos de clasificación y transformación.
- **Potenciar la trazabilidad confiable**, condición indispensable para el fortalecimiento de la cadena de valor.
- **Fortalecer las oportunidades de exportación**, al contar con materiales reciclados que cumplan requisitos técnicos y normativos más exigentes.

Desde una mirada de triple impacto, los avances logrados apuntan a:

- **Social**: fortalecimiento de capacidades técnicas, inclusión de herramientas para una transición justa, y valorización del rol de las cooperativas y recicladores.
- **Ambiental**: reducción de la disposición final de residuos y contribución a la descarbonización de sectores intensivos en materiales plásticos.
- **Económico**: mejora en la rentabilidad y eficiencia de las etapas de clasificación, reciclado y transformación.

Próximos pasos

Con base en los hallazgos y avances de este proyecto, se proponen las siguientes líneas de acción:

1. **Secuenciar y priorizar acciones** para mejorar la calidad del material reciclado, abordando el desafío desde una lógica sistémica. Es crucial **enfocar los esfuerzos por tipo de material/producto**, evitando intentar abarcar todo el universo plástico. Ejemplos estratégicos incluyen la silobolsa o los caños plásticos.

2. **Desarrollar un Sistema Nacional de Información del Sector**, que permita monitorear la evolución y el desempeño de las plantas y empresas recicladoras, comenzando por los flujos de materiales más estudiados y con mayor robustez de circularidad.

3. **Establecer un Observatorio Nacional del Reciclaje de Plásticos**, con funciones de actualización continua, articulación de oportunidades, identificación de barreras tecnológicas y promoción del uso de plásticos reciclables o biodegradables.

4. **Impulsar herramientas técnicas basadas en IC** que respalden:
    - El uso de fichas técnicas de materiales reciclados.
    - La evaluación ex ante de modelos de valorización.
    - La trazabilidad y certificación de procesos.

5. **Fomentar la incorporación de productos reciclados en sectores clave**, como la construcción y la industria del packaging, y potenciar las capacidades locales para procesar e internalizar **material clasificado que hoy se exporta sin transformación**.

6. Continuar generando **herramientas basadas en la infraestructura de la calidad** para potenciar el uso de plásticos circulares en estrategias de **reciclabilidad, biodegradabilidad y compostabilidad.**
7. Evaluar la presencia de **cargas y aditivos peligrosos** que puedan comprometer la seguridad y viabilidad de la circularidad de los materiales plásticos.

Estas acciones permitirán continuar disminuyendo **brechas, profesionalizando el sector y potenciando las condiciones necesarias para una economía verdaderamente circular**, con mejor competitividad y desempeño ambiental, capaz de sostenerse en el tiempo a través de la calidad, trazabilidad e innovación.

REFERENCIAS Y ANEXOS

REFERENCIAS

AEN/CTN 53 Plásticos y caucho & ANAIP-COFACO. (2008). *UNE-EN 15343, Plásticos. Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado*. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

AEN/CTN 53 Plásticos y caucho & ANAIP-COFACO. (2008). *UNE-EN 15344, Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polietileno (PE).* Asociación Española de Normalización y Certificación(AENOR).

AEN/CTN 53 Plásticos y caucho & ANAIP-COFACO. (2008). *UNE-EN 15345, Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polipropileno (PP)*. Asociación Española de Normalización y Certificación(AENOR).

AEN/CTN 53 Plásticos y caucho & ANAIP-COFACO. (2008). *UNE-EN 15348, Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poliestireno (PS)*. Asociación Española de Normalización y Certificación(AENOR).

AEN/CTN 53 Plásticos y caucho & ANAIP-COFACO. (2015). *UNE-EN 15346, Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli(cloruro de vinilo) (PVC)*. Asociación Española de Normalización y Certificación(AENOR).

AEN/CTN 53 Plásticos y caucho & ANAIP-COFACO. (2015, enero). *UNE-EN 15348, Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli(tereftalato de etileno) (PET)*. Asociación Española de Normalización y Certificación(AENOR).

AIMPLAS Plastics Academy & Barbas, A. (2024, abril). *Curso: Taller de caracterización y control de calidad de material reciclado*. Valencia, España.

Asaclean Purging Compound. (n.d.). *Understanding Melt Flow Rate (MFR) in Plastic Processing*. Asaclean Blog. https://www.asaclean.com/blog/understanding-melt-flow-rate-in-plastic-processing

Asociación Española de Industriales de Plásticos (ANAIP) & ANARPLA. (2017). *Encuesta sobre el uso de material Reciclado Postconsumo. Informe*.

BIOCIRCULO. (n.d.). *Productos* [Fichas técnicas de materiales plásticos reciclados para distintos polímeros]. Productos. https://biocirculo.com/productos/

Brown, A., & Börkey, P. (2024, mayo 15). Plastics recycled content requirements. OECD Environment Working Papers, 236(Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)). https://doi.org/10.1787/b311ee60-en

California State University & Chico Research Foundation. (2005). *Postconsumer Resin Quality Assurance and Testing Protocol*.

Canelas-Santiesteban, E., Harmes-Liedtke, U., Valqui,, A., Flores-Campos, M., Lugo, G., Liewald, W., & Rivadeneira, M. (2022). *Infraestructura de la calidad para la economía circular en América Latina y el Caribe* (1st ed., Vol. 1). Physikalisch-Technische Bundesanstalt - PTB. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://qica.site/wp-content/uploads/2023/03/Estudio-IC-EC-ESP-Online-PTB.pdf

Capricho Marocci, M. N. (2023). *Tesis Máster Universitario en Economía circular y Desarrollo sostenible, Universidad Internacional de Valencia (VIU):Trazabilidad del plástico reciclado. Esquema de certificación de uso de material reciclado en productos plásticos en Uruguay*.

Center for International Environmental Law (CIEL). (2024). *Plastic Polymers under the Full Life Cycle Approach: Key Considerations on the Scope of the Future Plastics Treaty*. https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2024/04/plastic-polymers-full-life-cycle-of-plastics-brief.pdf

CTN-UNE 53 Plásticos y caucho & ANAIP. (2008). *UNE-EN 15347-1: Plásticos. Residuos plásticos clasificados. Parte 1: Caracterización general.* Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

Esslinger, V., Soler-Barbarán, G., Flores-Campos, M., & Harmes-Liedtke, U. (2023). *Iniciativas y sellos para plásticos en el marco de la economía circular en América Latina y el Caribe* (1st ed., Vol. 2). Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://qica.site/wp-content/uploads/2023/06/Estudio_Plasticos_PTB_ESP.pdf

Eunomia Research & Consulting, Circular Innovation Council, & Environment and Climate Change Canada. (2021). *A Comparative Assessment of Standards and Certification Schemes for Verifying Recycled Content in Plastic Products*. Standards Council of Canada. https://eunomia.eco/reports/a-comparative-assessment-of-standards-and-certification-schemes-for-verifying-recycled-content-in-plastic-products/

EuRIC. (2024). *EU Plastics Recyclers' Roadmap: For a competitive & innovative industry*. Re-sahping Europe. https://euric.org/resource-hub/reports-studies/eu-plastics-recyclers-roadmap-for-a-competitive-innovative-industry

EuRIC. (2025, marzo 6). EuRIC analiza la crisis que atraviesa el reciclaje de plásticos en Europa. *Residuos profesional*. https://www.residuosprofesional.com/euric-analiza-crisis-reciclaje-de-plasticos/

Europlas. (n.d.). *Significance of Melt Flow Rate - Melt Flow Index in plastics processing*. Blog. https://europlas.com.vn/en-US/blog-1/significance-of-melt-flow-rate-melt-flow-index-in-plastics-processing

Google, AFARA, & IHS Markit. (2021). *Closing the Plastic Circularity Gap Executive Summary*. Google. https://sustainability.google/reports/google-closing-circularity-gap/

Instituto Nacional de Tencología Industria (INTI) & Ecoplas. (2023, setiembre 8). *Protocolo para Certificación de Contenido de Material Plástico Reciclado* (2nd ed.). INTI - Certificación de Contenido de Plástico Reciclado. https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/certificaciones/certificacion-de-contenido-de-plastico-reciclado/Protocolo_Certificacion_contenido_material_plastico_reciclado.pdf

Instituto Tecnológico del Plástico AIMPLAS. (2024). *e-Book: Relevancia de la normalización en el sector del plástico*. https://www.aimplas.es/blog/la-importancia-de-la-normalizacion-en-el-sector-plastico/

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). (2023). *UNIT 1301:2023 - Requisitos y directrices para la gestión de materiales plásticos obtenidos a partir de residuos*.

Melt Flow Index in Polymers: Uses, Process & Measurements. (n.d.). Omnexus. https://omnexus.specialchem.com/polymer-property/melt-flow-index

MERCOSUR. (2022). *NOMENCLATURA COMÚN DEL MERCOSUR (NCM) Y ARANCEL EXTERNO COMÚN (AEC)*. MERCOSUR. https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/sites/ministerio-economia-finanzas/files/2021-12/Anexo%20I%20-%20NCM%202022%20%28VII%20Enmienda%29.pdf

Plastics Europe. (2024). *The Circular Economy for Plastics - A European Analysis*. https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-analysis-2024/

Plastics Recyclers Europe. (n.d.). *Recyclates characterisation guiding requirements*. Library. https://www.plasticsrecyclers.eu/library/

Plastics Recyclers Europe. (n.d.). *Recycling input characterization guiding requirements*. Library. https://www.plasticsrecyclers.eu/library/

RecyClass. (n.d.). *Certification scheme recognising the use of recycled plastics in products throughout the plastics value chain*. use of recycled plastic. https://recyclass.eu/recycled-plastic/use-of-recycled-plastic/

RecyClass. (n.d.). *How to calculate recycled plastic?* RecyClass Recycled Plastic. https://recyclass.eu/recycled-plastic/how-to-calculate-recycled-plastic/

RecyClass. (2022). *Audit Scheme - Recycling Process Certification - Recycled Plastics* (1.2 ed.). RecyClass. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://recyclass.eu/wp-content/uploads/2024/12/1-Recycling-Process-Audit-Scheme-Version-1.2-2024-12-17.pdf

RecyClass. (2023). *Audit Scheme - Recycled Plastics Traceability Certification - Recycled Plastics* (2.3 ed.). RecyClass. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://audittool.recyclass.eu/wp-content/uploads/2024/12/1-Recycled-Plastics-Traceability-Audit-Scheme-Version-2.3-2024-12-17.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Resultados y análisis de encuesta "Requerimientos de calidad para la incorporación de material reciclado posconsumo en la industria nacional"

1. Metodología

Para el desarrollo del análisis, se identificaron las principales empresas transformadoras de plásticos a nivel nacional mediante el análisis de importaciones y exportaciones de materiales plásticos. Con base en esta información y en la base de contactos del CTplas, se contactaron a 44 empresas, de las cuales 22 completaron la encuesta, abarcando aproximadamente el 50% de las importaciones de plásticos bajo la NCM 39.

La encuesta abordó los siguientes aspectos clave:

- **Información general**: principales procesos de transformación utilizados, polímeros empleados, y tipos de productos fabricados.
- **Incorporación de material reciclado**: capacidad de incorporar material reciclado, especificando tipos de productos y proporciones de reciclado alcanzadas.
- **Barreras y limitaciones**: problemas enfrentados al incorporar material reciclado, limitaciones para aumentar su uso, y necesidades para la adopción sostenida.
- **Origen y calidad del material reciclado**: preferencias entre material según su origen, junto con las condiciones deseadas para optimizar su aplicación.
- **Interés en certificaciones**: interés en certificaciones que avalen la cantidad y calidad de material reciclado.

La muestra abarcó los procesos productivos clave de la industria nacional, incluyendo extrusión, extrusión de láminas, inyección, soplado, termoformado y rotomoldeo, y cubrió los polímeros de mayor relevancia: PET, PEAD, PEBD, PP, PVC y PS.

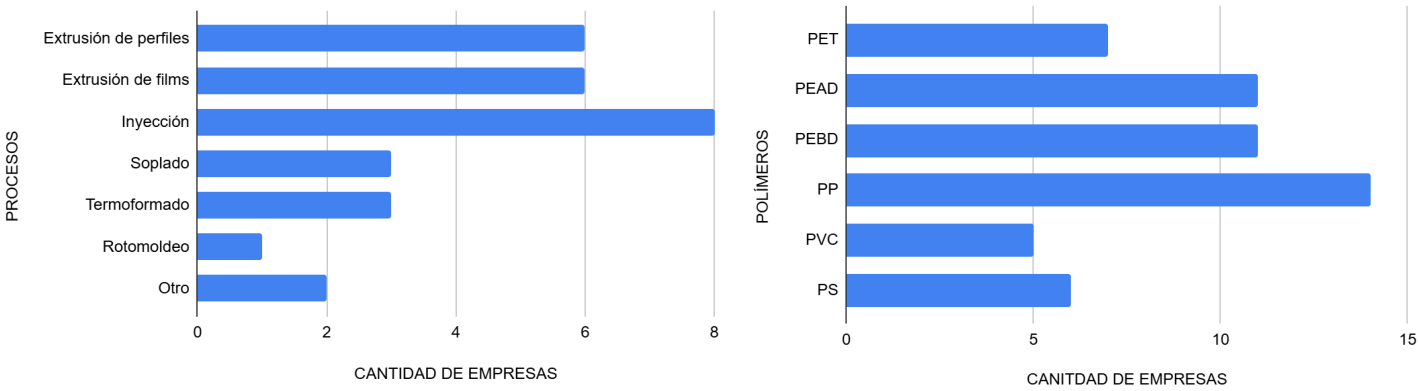
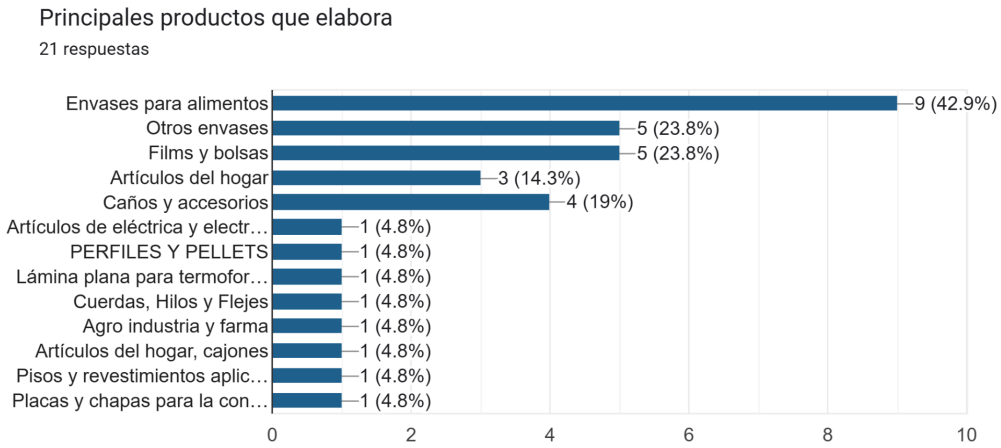


Figura XXX: A la izquierda, gráfico de los distintos procesos utilizados en la transformación de plásticos en Uruguay abarcados por la encuesta. A la derecha, gráfico de los distintos polímeros utilizados en la transformación de plásticos en Uruguay abarcados por la encuesta.

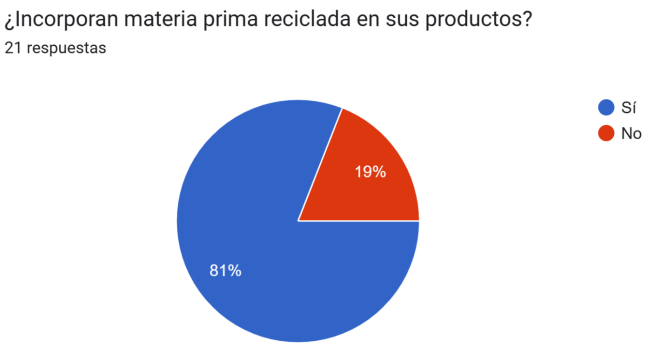
Se puede observar de los resultados de la encuesta que la mayoría de las empresas encuestadas procesan más de un tipo de polímero y para esto utilizan más de un tipo de proceso.

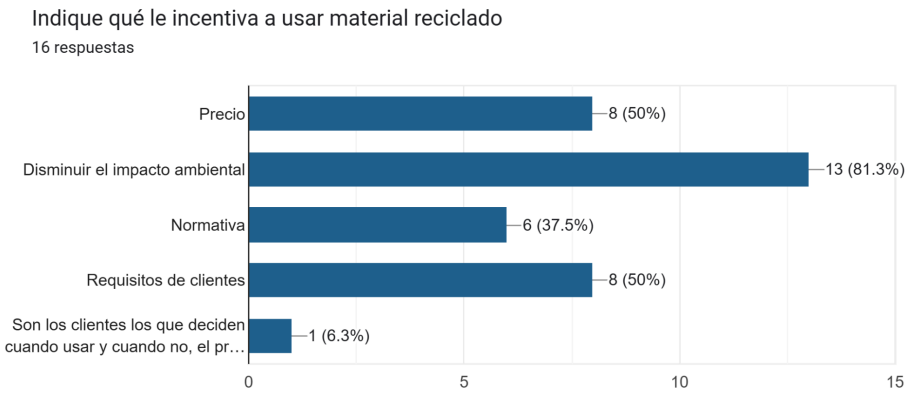


2. Análisis de resultados

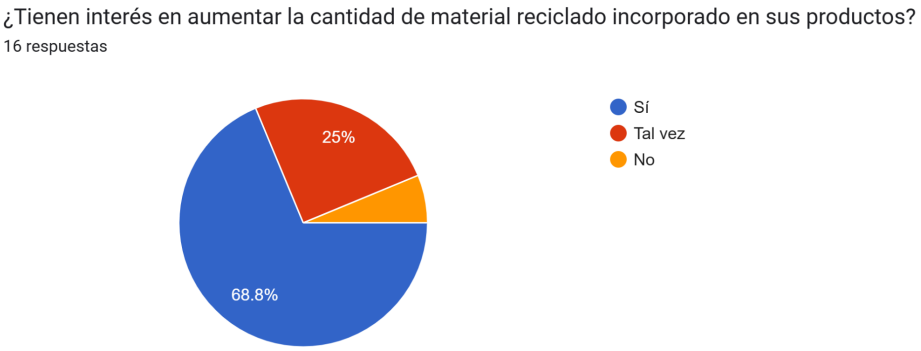
2.1. Uso de material reciclado en la industria nacional

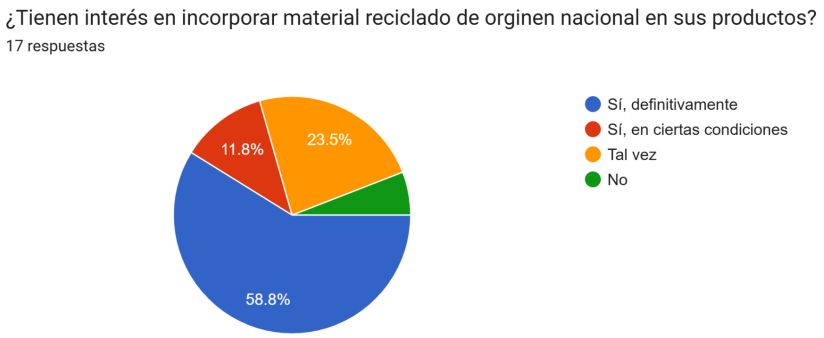
El **80% de las empresas encuestadas** incorpora material plástico reciclado en su producción, motivadas por la sostenibilidad, reducción de costos y cumplimiento de normativas ambientales.





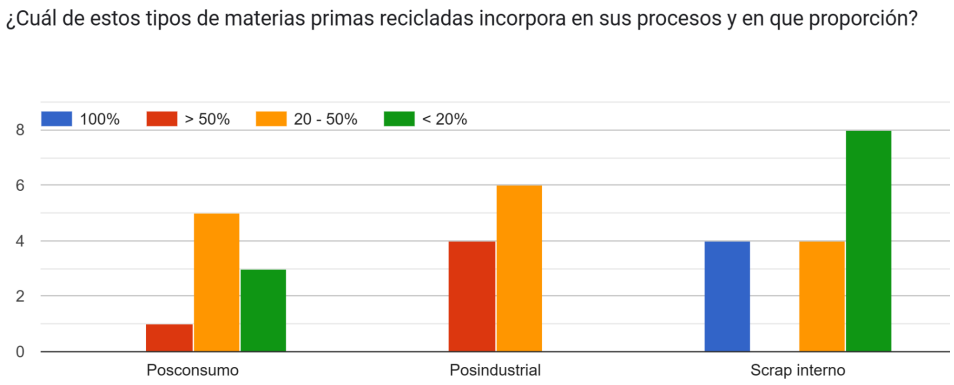
Estas empresas están principalmente interesadas en aumentar la cantidad de material reciclado, con un **93% de ellas mostrando una clara intención de incrementar el contenido reciclado** en sus productos. A su vez, la mayoría presentó interés en que ese material reciclado sea de origen nacional.





Los tipos de material reciclado utilizados incluyen:

- **Scrap interno**: todas las empresas reintegran residuos propios, como recortes o piezas no conformes, en sus procesos de producción.
- **Material reciclado posindustrial**: preferido frente al posconsumo debido a la mayor estabilidad en sus propiedades técnicas. En algunos casos, se logran proporciones superiores al 50% del total de materia prima procesada.
- **Material reciclado posconsumo**: aunque menos frecuente, algunas empresas utilizan este material en proporciones menores. Generalmente, las proporciones se mantienen por debajo del 50%, y en ocasiones, no superan el 20%.



Productos que admiten material reciclado posconsumo

El material posconsumo se utiliza principalmente en productos con **bajas exigencias técnicas**, tales como:

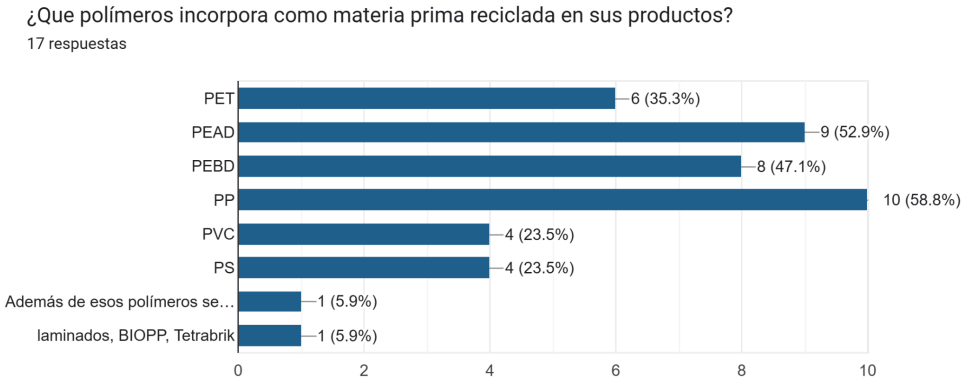
- **Productos de inyección**: macetas, pinzas de ropa, cajones, baldes de pintura, tapas, y revestimientos de pisos.

- **Preformas para botellas de PET**: algunos tamaños admiten hasta el 100% de material posconsumo.

- **Bolsas de baja especificación**: principalmente bolsas para residuos negras.

Estos productos generalmente admiten altos porcentajes de material reciclado, a menudo superiores al 75%, y en varios casos hasta el 100%.

Los polímeros más utilizados para la incorporación de materiales reciclados son **PEAD, PEBD, PP y PET**. Tanto el PVC como el PS reciclados se utilizan en menor medida.



Productos que incorporan únicamente material reciclado posindustrial

El material reciclado postindustrial actualmente también es destinado a aplicaciones de **bajas especificaciones técnicas**:

- **Artículos de limpieza y productos del hogar**: escobas, hilos, y flejes, que en ocasiones llegan a porcentajes de hasta el 100%.

- **Films y bolsas de baja resistencia mecánica**: como los films manuales (PEAD y PEBD), con un máximo de entre el 30% y 35%.

2.2. Problemas y limitaciones en la incorporación de material reciclado

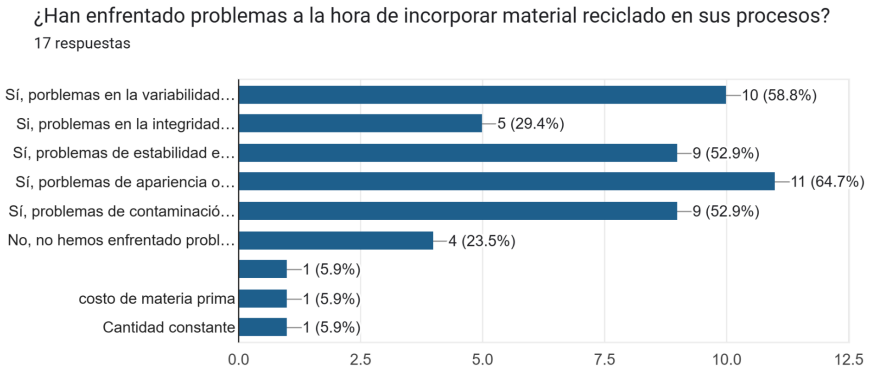
Principales problemas enfrentados

Las empresas identificaron los siguientes problemas al utilizar material reciclado:

- **Variabilidad de propiedades mecánicas**: impacta en la consistencia de la calidad del producto final.

- **Problemas estéticos**: problemas con la apariencia estética del producto final.

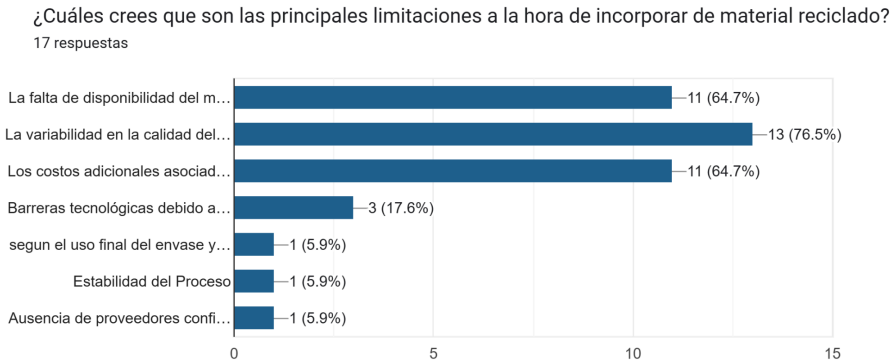
- **Estabilidad del proceso productivo**: la variabilidad del material reciclado impide la predicción de su comportamiento, generando ineficiencias en el proceso productivo,
- **Contaminación e impurezas**: la limpieza y pureza del material reciclado pueden generar problemas tanto en el proceso, en los equipos y en el producto final.



Limitaciones para aumentar la incorporación

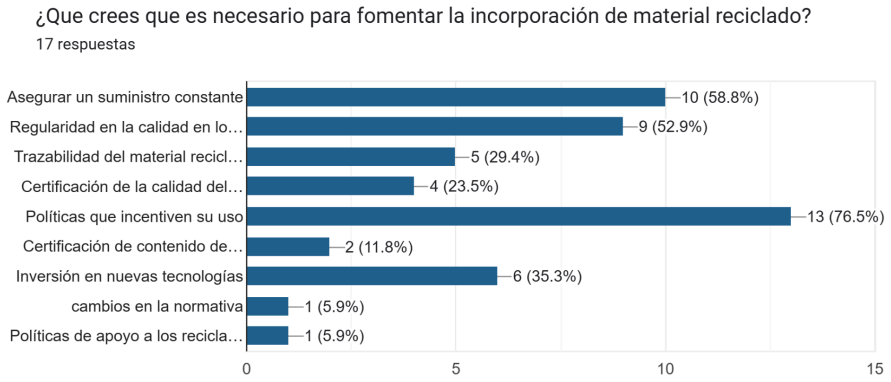
Las principales limitaciones percibidas son:

1. **Calidad variable del material reciclado**: la inconsistencia en las propiedades del material limita su integración en procesos estables.
2. **Falta de disponibilidad de material reciclado en cantidad y calidad suficiente**: los volúmenes necesarios no siempre se encuentran disponibles.
3. **Costos asociados**: la adopción de material reciclado implica costos adicionales, tanto en la adaptación de procesos como en el precio del material reciclado.



El **76% de las empresas** considera que se requieren **políticas que incentiven el uso de material reciclado**, y la mitad de los encuestados resalta la necesidad de asegurar un suministro constante y

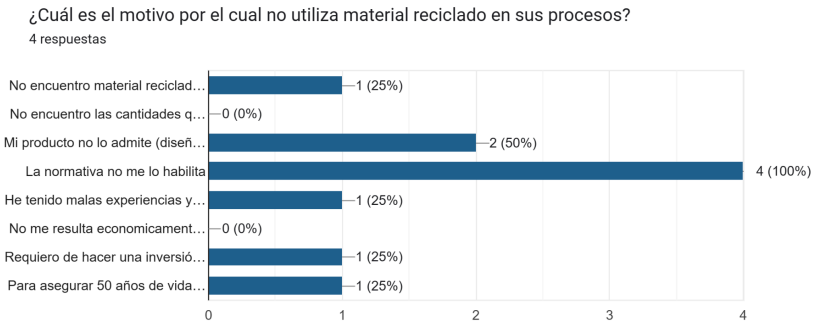
de calidad. En menor medida, se identificaron la necesidad de una reconversión tecnológica y mejoras en la trazabilidad del material.



2.3. Empresas que no utilizan material reciclado

Entre las empresas que no incorporan material reciclado (20%), se identificaron principalmente dos motivos:

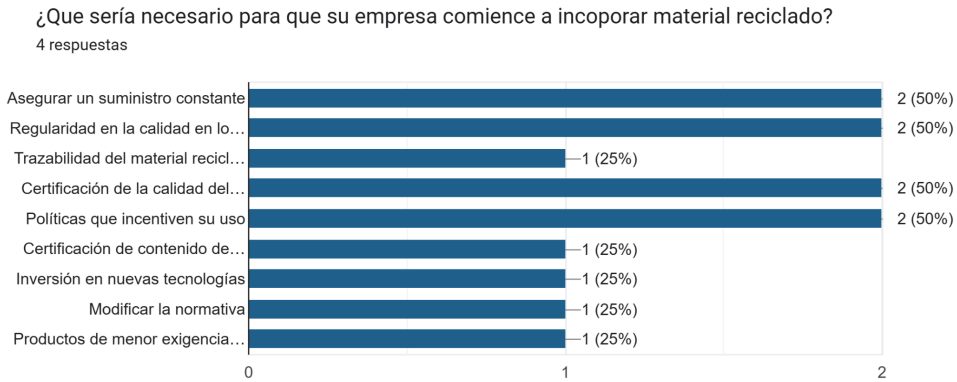
- **Restricciones normativas**: las empresas que producen envases de alimentos y aquellas que fabrican caños y accesorios expresan estar limitadas por normativas que no permiten el uso de material reciclado.
- **Preocupaciones por la calidad y seguridad**: estas empresas consideran que el material reciclado no satisface los requisitos de durabilidad y calidad exigidos por sus productos.



Sin embargo, **todas estas empresas mostraron interés en considerar el uso de material reciclado** en el futuro, siempre que se aseguren ciertos criterios. Entre los factores que consideran necesarios para su incorporación, destacan:

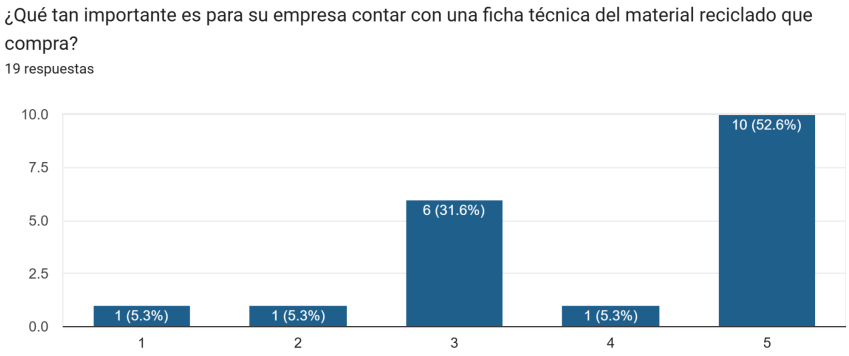
- **Suministro confiable y de calidad consistente**: consideran esencial contar con una fuente estable de material reciclado que cumpla con especificaciones técnicas constantes.

- **Políticas de incentivo**: coinciden en que las políticas regulatorias y económicas que promuevan el reciclaje serían un facilitador significativo.
- **Certificaciones de calidad**: ven a las certificaciones como una herramienta que podría aportar confianza en el uso de este material.



2.4. Requerimientos de calidad

De las empresas encuestadas, casi el **90%** considera **fundamental contar con una ficha técnica** para el material reciclado que adquieren. La ficha técnica se percibe como una herramienta clave para asegurar la consistencia y calidad del material, y el 50% de los encuestados está totalmente de acuerdo en la importancia de este documento. Sin embargo, actualmente el 86% de las empresas declara no recibir una ficha técnica de sus proveedores, lo cual genera limitaciones significativas en términos de control de calidad y trazabilidad.



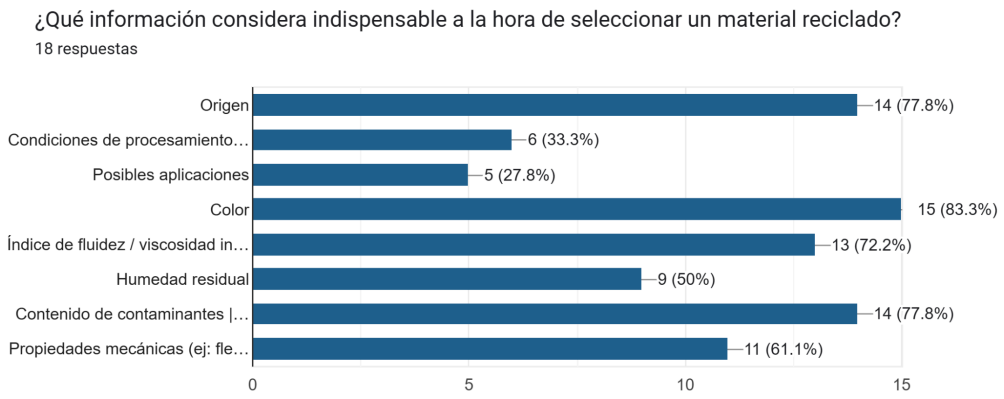
Contenido Prioritario de la Ficha Técnica

A partir de las respuestas obtenidas, se ha establecido un orden de prioridad en la información que debería incluirse en una ficha técnica de material reciclado:

1. Color
2. Contenido de contaminantes y presencia de cargas y/o aditivos
3. Origen
4. Índice de fluidez / viscosidad intrínseca
5. Propiedades mecánicas
6. Humedad residual
7. Condiciones de procesamiento y posibles aplicaciones

Otras características de interés que se mencionaron en la encuesta son la densidad aparente y la granulometría del material molido o peletizado.

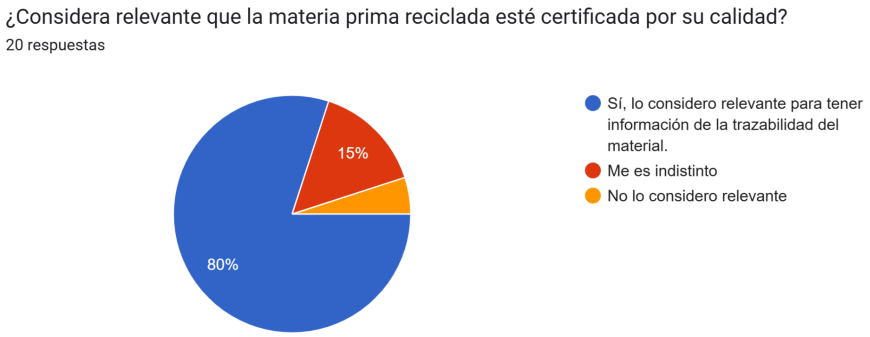
Los valores asociados a cada característica dependen de múltiples variables (proceso, polímero, producto) por lo que es muy variable y con los resultados de la encuesta no es posible definir rangos por tipo de polímero.

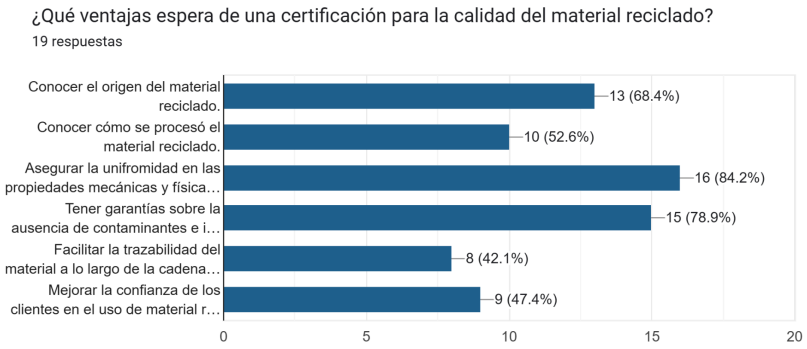


2.5. Análisis sobre certificaciones y normativas

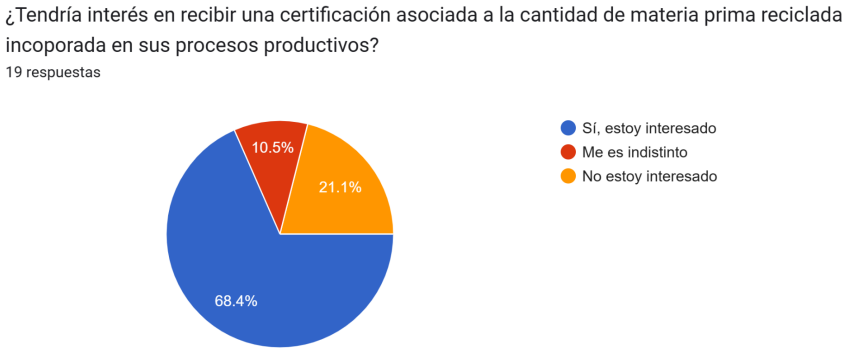
Las empresas encuestadas (79%) expresaron un **alto interés en certificaciones de calidad y cantidad de material reciclado** como herramientas para fortalecer la competitividad de sus productos y asegurar la confiabilidad de los materiales utilizados. Las certificaciones se consideran clave para mejorar la transparencia y confianza en el uso de material reciclado y, al mismo tiempo, para cumplir con las regulaciones y normativas de sostenibilidad que se están implementando a nivel nacional e internacional.

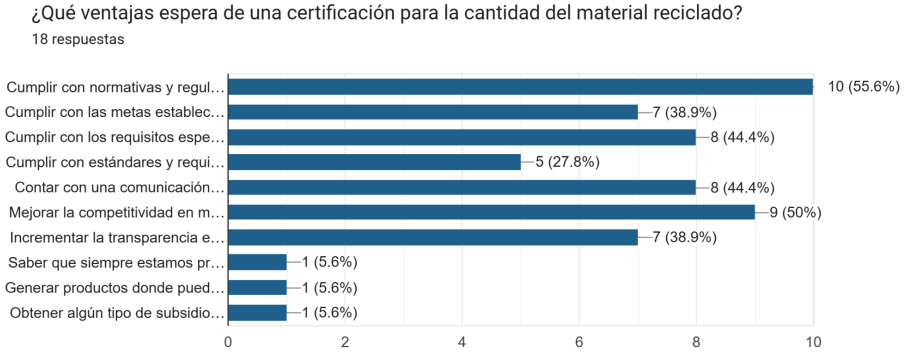
La mayoría de las empresas (72%) valoraría una **certificación de calidad del material reciclado**, especialmente en términos de asegurar la uniformidad de las propiedades técnicas (como la resistencia y la durabilidad), trazabilidad del origen del material, y contenido de contaminantes. Esta certificación contribuiría a garantizar que el material reciclado cumpla con los requisitos necesarios para aplicaciones industriales, promoviendo su adopción en productos de mayor valor añadido.





Asimismo, las empresas manifestaron un interés significativo en una **certificación que avale la cantidad de material reciclado** incorporado en sus productos. Esta certificación permitiría a las empresas demostrar, tanto a consumidores como a reguladores, su compromiso con la economía circular y la reducción de la huella ambiental, mejorando su posicionamiento en términos de sostenibilidad.





3. Conclusiones

La encuesta proporciona una visión clara del estado actual y los desafíos en el uso de plástico reciclado en la industria nacional:

1. **Amplia adopción en sectores específicos**: los sectores de envases, construcción, y agroindustria han integrado el reciclado en productos con menores especificaciones técnicas.

2. **Interés en aumentar el uso de material reciclado**: tanto las empresas que ya usan material reciclado como aquellas que aún no lo utilizan muestran interés en aumentar su uso, destacando la necesidad de un **suministro estable y de políticas de incentivo.**

3. **Barreras técnicas y económicas persistentes**: los problemas de calidad, costos, y disponibilidad de material reciclado son las barreras más significativas. Además, el cumplimiento de normativas en ciertos sectores limita la adopción de material reciclado.

4. **Potencial en certificaciones**: las empresas consideran que las certificaciones sobre la cantidad y calidad del reciclado en sus productos serían un incentivo valioso para ampliar su incorporación.

En conjunto, estos resultados enfatizan la necesidad de mejorar la calidad y consistencia del material reciclado, así como de implementar incentivos y certificaciones que permitan potenciar su uso en la industria nacional.

Anexo 2: Resultados y análisis de encuesta a recicladores

La encuesta, acompañada de una instancia de entrevista, aplicada a 16 empresas de reciclado y logística de plásticos en Uruguay permitió obtener un diagnóstico detallado sobre la estructura del sector, sus capacidades productivas, los desafíos que enfrentan y las oportunidades de mejora.

Tabla 1: Cantidad de empresas entrevistadas según departamento y tamaño

Departamento	Cantidad de empresas	%	Medianas	Pequeñas
Montevideo	6	37.5%	2	4
Canelones	3	18.8%	2	1
Colonia	2	12.5%		2
Flores	1	6.3%		1
Maldonado	1	6.3%	1	
Rivera	1	6.3%		1
Tacuarembó	1	6.3%		1
San José	1	6.3%	1	
Total	**16**	**100.0%**	**38%**	**63%**

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por Federico Baráibar y el equipo de CTPlas entre 10/2024 y 2/2025

1. Caracterización del sector y empleo

El sector de clasificación y reciclado de plásticos en Uruguay es altamente fragmentado y presenta una fuerte presencia de informalidad. Los datos relevados muestran que:

- Se identificaron 293 empleos formales en las empresas encuestadas, pero se estima que el sector informal emplea entre 1.500 y 3.000 personas.

- La capacidad bruta declarada de procesamiento de las empresas alcanza las 97.300 toneladas anuales. Sin embargo, esta cifra no representa la capacidad efectiva de reciclado, ya que en muchos casos el mismo material es procesado por múltiples actores en la cadena.

- En términos de capacidad real, se procesan alrededor de 15.100 toneladas de plásticos al año, de las cuales:
    - 9.298 toneladas son recicladas en el mercado local.
    - 4.476 toneladas se exportan.

Se distinguen tres tipos principales de empresas entre las encuestadas:

1. Empresas de logística
2. Recicladoras de productos intermedios (PI) para la industria como pellets y escamas
3. Recicladoras de productos finales (PF)

Tabla 2: Tipo de empresas entrevistadas y su representación del total

Tipo de empresa	Cantidad de empresas	Ton brutas/mes	%
Logística	4	488	38.6%
Recicladora PI	6	337	26.7%
Recicladora PF	6	438	34.7%
Total	**16**	**1263**	**100.0%**

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por Federico Baráibar y el equipo de CTPlas entre 10/2024 y 2/2025

2. Procesos realizados por las empresas recicladoras

Los procesos industriales incluyen clasificación, lavado (en seco o con agua), molienda, aglomerado, extrusión, peletizado e inyección. Los procesos realizados dependen del tipo de empresa del que se trate (logística, recicladora de PI o recicladora de PF).

Tabla 3: Empresas recicladoras relevadas por tipo, según procesos de agregado de valor.

		Clasificación I	Recolección	Clasificación II	Lavado	Molienda	Empaque	Aglomerado	Pelletizado	Conformación			
										Inyección	Soplado	Extrusado	prensado
A	Logística	■	■	■		■	■						
B	Logística	■	■	■			■						
C	Logística		■				■						
D	Logística	■	■	■			■						
E	Recicladora PI			■		■			■				
F	Recicladora PI	■	■	■	■	■			■			■	
G	Recicladora PI			■	■	■		■	■				
H	Recicladora PI			■	■	■		■	■				
I	Recicladora PI		■	■	■	■		■	■				
J	Recicladora PI					■			■			■	
K	Recicladora PF			■		■							■
L	Recicladora PF				■	■		■				■	
M	Recicladora PF					■				■			
N	Recicladora PF			■		■						■	
O	Recicladora PF	■			■	■		■	■			■	
P	Recicladora PF			■	■	■		■	■			■	

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por Federico Baráibar y el equipo de CTPlas entre 10/2024 y 2/2025

La exigencia en cuanto a la calidad del material varía según el proceso: “la inyección requiere pureza y conocimiento fehaciente de la fluidez”, mientras que “la producción de madera plástica permite mayor tolerancia a la heterogeneidad”.

Las condiciones de recepción del material también varían: algunos reciben material prelavado o preclasificado, mientras que otros reportan residuos con hasta un 10% de impropios, aunque destacan que en algunos casos “anteriormente era del 40%”. También se mencionan contaminantes frecuentes como PVC, etiquetas, aluminio, tierra (en silobolsas) y cuerpos extraños.

3. Materiales reciclados y productos finales

Los polímeros reciclados en Uruguay provienen tanto de residuos posconsumo como posindustriales, y tienen distintos destinos según sus propiedades y la demanda del mercado.

Tabla 4: Participación de material recuperado según origen (Domiciliario, Grandes generadores)

Origen	Bruto		Neto	
	ton/mes	%	ton/mes	%
Posconsumo / domiciliario	653	51.7%	473	43.7%
Grandes generadores	610	48.3%	610	56.3%
Total	**1263**	**100%**	**1083**	**100%**

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por el equipo de CTPlas y Federico Baráibar entre 10/2024 y 2/2025

Tabla 5: Volúmenes reciclados netos por tipo de polímero[10]

Polímero	Ton/mes	Ton/año	%
PET	128	1536	11.8%
PEAD	168	2016	15.5%
PEBD	489	5868	45.2%
Silobolsa	117	1404	10.8%
PP	167	2004	15.4%
PVC	4	46	0.4%
PS	0	0	0.0%
Otros	10	120	0.9%
Total	**1083**	**129996**	**100.0%**

Fuente: Informe estado situación del sector del reciclaje de plásticos en Uruguay, una mirada en la calidad del sistema. Elaborado por Federico Baráibar y el equipo de CTPlas entre 10/2024 y 2/2025

Polímeros más reciclados y tipos de productos de origen

- **Polietileno de alta densidad (PEAD)** utilizado en la fabricación de tapas, bidones (de agro), tanques, cinta de riego, pomo, forro de cable, perchas.
- **Polietileno de baja densidad (PEBD):** utilizado en la fabricación de film de empaque, silobolsas, envases flexibles, stretch, film frigorífico.
- **PET (Tereftalato de polietileno):** Empleado principalmente en la producción de escamas y pellets para fabricar nuevas botellas o productos textiles.

[10] Se netea el PET logístico pues va al mercado interno y se contabiliza el reciclado por Ecopet. Se separa el silobolsa del PEBD a efectos del estudio, dado que se solicita un análisis especial de este tipo de producto.

- **Polipropileno (PP):** Se recicla en la producción de tapas, cajones, envases rígidos, hilos y flejes plásticos.

- **Otros plásticos:** PVC (mangueras, forros de cables, ecocuero) y materiales multicapa como el doypack (PP-PEAD-ALU), aunque con menos opciones de valorización debido a su composición mixta.

Productos finales fabricados con material reciclado

Los materiales reciclados se destinan principalmente a:

- **Materiales reciclados y semi-procesados**
    - **fardos** de materiales homogéneos (fardos de PET, PEAD, PEBD)
    - **pellets y escamas**, utilizados como insumo para nuevas manufacturas.
- **Productos de construcción**, como tableros plásticos y madera plástica extrusada.
- **Productos para uso industrial**, como caños de riego y tubos plásticos.
- **Bolsas y films reciclados**, principalmente en aplicaciones de menor exigencia técnica.

Industrias a las que provee la industria del reciclaje

- **Industria del plástico y transformadora:** 10 (67%)
  Menciones: principalmente industria de soplado, industria del plástico, fábrica de bolsas, empresas de producción de bolsas, para bolsas y embalajes.
- **Comercio y servicio:** 4 (28%)
- **Clientes finales:** 4 (28%)
- **Agroindustria y agricultura:** 3 (20%)
  Menciones: agroindustria (porcino, avícola, tambos), sector agrícola, productores rurales, industria de la pesca, huevos, pan, alimentos.
- **Exportación y brokers:** 2 (14%)
  Menciones: exportación (95%), principalmente brasil (70%) y asia (30%), grandes empresas recicladoras en RS y Santa Catarina
- **Construcción:** 1 (7%)
  Mención: construcción, barracas, clientes finales
- **Sector público y centros educativos:** 1 (7%)
  Mención: a empresas, al estado, centros educativos

Tabla 6: Volúmenes reciclados netos por tipo de polímero

Empresa		Producción	Domiciliario / posconsumo		Grandes generadores / posindustrial		Origen	Destino	Polímero (ton/mes)							
		ton/mes	% prod.	ton/mes	% prod	ton/mes	Productos	Productos con reciclado	PET	PEAD	PVC	PEBD	PP	PS	Otro	Silo
A	Logística	180	10%	18	90%	162	Botellas, preformas, empaque (PEBD), Cajones (PP), Plásticos RAEE, tanques PEAD	Materiales homogeneos enfardados	30	20		100	30			
B	Logística	8	100%	8	0%	0	PET botella, Film empaque, PEAD Pomo	Fardos de PET, PEAD, PEBD	8							
C	Logística	100	100%	100	0%	0	Fardos de PET	Fardos de botellas de PET	100							
D	Logística	200	30%	60	70%	140	Todo tipo de productos plásticos Envases post consumo y post industrial	Materiales homogeneos enfardados	50	10		100	40			
E	Recicl. PI	29	0%	0	100%	29	Fabricantes de bolsas (vírgenes o recicladas), Fabricantes de inyección cajonería. Formato scrap, cajonería, Bolsones a granel, enfarado (pañales)	Pellets para la industria		4		15	10			
F	Recicl. PI	8	40%	3	60%	5	Bidón de agro, Cinta de riego (PEAD)	Pellets, bolsas, escamas		8						
G	Recicl. PI	40	0%	0	100%	40	Pomo, film, velcro, strech, algo de silobolsa. Son productos dados de baja	Pellets para la industria		5		20	13			2
H	Recicl. PI	120	95%	114	5%	6	PET Botella descartable y botella retornable, preformas y scrap de soplado en plantas	100% resina reciclada, salvo excepciones	120							
I	Recicl. PI	110	100%	110	0%	0	Film PEBD, Silo PEBD	Pellets para la industria				10				100
J	Recicl. PI	30	0%	0	100%	30	Film propio PEBD, soplando PEAD	Caño PEAD		10		20				
K	Recicl. PF	50	30%	15	70%	35	Envases flexibles, envases rígidos, inyección (sunchos, tapas, cryovac, botella/pomo). Carcaza de electrónicos, doypack	Tableros plásticos planos y ondulados		10		20	10		10	
L	Recicl. PF	200	90%	180	10%	20	PP, PEAD, PP-PEAD-ALU, Bolsones de rafia, cajonería, film polilaminado, soplado PEAD	Madera plástica extrusada		50		100	50			
M	Recicl. PF	8	0%	0	100%	8	Forro de cable, manguera, ecocuero PVC, Pellet, Tortas	Pisos, baldosas flexibles rígidas		2	4		2			
N	Recicl. PF	10	0%	0	100%	10	Bidón picado, Pomo, Tapita, Perchas, Escamas	Madera plástica extrusada, algunos productos con valor agregado		4		4	2			
O	Recicl. PF	20	0%	0	100%	20	Silobolsa, film polietileno	Bolsa		5						15
P	Recicl. PF	150	30%	45	70%	105	Botellas PEAD, Film PEBD, Envases flexibles y rígidos, Strech, Pellet reciclado	Caño riego varios calibres, Bolsas recicladas, tubos (buges) para industria del plástico		40		100	10			
TOTAL (ton/mes)		**1263**		**653**		**610**			**308**	**168**	**4**	**489**	**167**	**0**	**10**	**117**

4. Calidad y procesamiento del material

Uno de los principales desafíos identificados es la variabilidad en la calidad del material reciclado, determinada en gran medida por las condiciones en que se recibe y procesa el residuo plástico

La **gestión de calidad es limitada** en el sector. Solo una empresa cuenta con certificación de calidad vigente y otra planea implementarla. Dos realizan ensayos de calidad internos o tercerizados. En general, los controles se basan en **inspección visual**, controles durante el proceso y la **experiencia del personal**. Los controles analíticos son escasos y se limitan a casos puntuales.

1. Certificaciones y controles de calidad

- Solo una empresa en la muestra cuenta con certificación de calidad.
- Dos empresas realizan ensayos en laboratorios para evaluar propiedades del material.
- El resto del sector no cuenta con sistemas de control estandarizados ni certificaciones que avalen la calidad del material reciclado.
- Con mayor frecuencia se menciona el uso de la **inspección visual como único método de control de calidad.**
- Con baja frecuencia se menciona el uso de ensayos como prueba de control de calidad, realizados de manera eventual o por única vez. En ocasiones no se realizan controles analíticos.

La mayoría de las empresas considera que las certificaciones **de calidad y trazabilidad serían beneficiosas**, especialmente para abrir mercados y mejorar la confianza de los compradores. Las herramientas sugeridas incluyen **auditorías, control de lotes y registros de procesos**, aunque también se señaló que los **costos asociados** podrían dificultar su implementación sin apoyo externo.

2. Procesos de lavado, molienda y extrusión

- El lavado del material es clave para garantizar su calidad, pero varía ampliamente entre empresas. Algunas cuentan con sistemas avanzados de limpieza con agua a alta temperatura y químicos, mientras que otras no realizan un tratamiento adecuado, afectando la pureza del producto final.

- La molienda y extrusión son procesos esenciales en la transformación del material reciclado, pero las empresas enfrentan limitaciones tecnológicas, ya que muchas trabajan con maquinaria obsoleta o de baja capacidad.

La baja calidad del material reciclado resultante impacta negativamente en su demanda por parte de la industria transformadora, que requiere materiales con propiedades más homogéneas y confiables.

5. Barreras y desafíos para la industria del reciclaje

Entre los principales desafíos para la comercialización se destacan:

- **Escala insuficiente** para abastecer grandes demandas.
- **Altos costos logísticos**, especialmente desde zonas alejadas.
- **Precios fluctuantes**, competencia del material virgen e importado.
- **Competencia desleal de la informalidad**.
- **Falta de fuerza de ventas** y dificultades para sostener stock.

La encuesta identificó una serie de barreras estructurales y operativas que dificultan el crecimiento del sector y la integración del material reciclado en aplicaciones de mayor valor agregado.

1. Políticas públicas y regulación

- Falta de incentivos fiscales y financieros que promuevan la formalización del sector y la inversión en infraestructura y tecnología.

- Regulaciones inconsistentes y falta de fiscalización que permiten la competencia desleal del sector informal, afectando a las empresas formalizadas.

- Ausencia de normativas que establezcan requisitos mínimos de calidad y trazabilidad del material reciclado.

2. Costos logísticos y disponibilidad de material

- Altos costos de transporte, especialmente en regiones alejadas, que impactan en la rentabilidad del negocio.

- Dificultad para garantizar volúmenes constantes de material reciclable debido a la baja eficiencia en la segregación en origen y la irregularidad en la recolección.

3. Calidad del material y demanda del mercado

- La industria transformadora prefiere polímeros vírgenes o reciclados importados de mejor calidad, lo que reduce la demanda de materiales reciclados nacionales.

- La variabilidad en la calidad del material reciclado y la falta de trazabilidad generan desconfianza en su uso.

- Se identificó un bajo nivel de valorización de ciertos polímeros, como el PS y el PVC, debido a la falta de tecnologías adecuadas para su reciclaje en Uruguay.

6. Oportunidades y necesidades del sector

A pesar de los desafíos, la encuesta revela oportunidades clave para fortalecer la industria del reciclaje en Uruguay. Entre los principales desafíos en la comercialización se destacan la **escala insuficiente**, la **variabilidad de precios**, los **altos costos logísticos** y la **competencia del sector informal**.

1. Desarrollo de certificaciones de calidad y trazabilidad

- Existe interés en la implementación de esquemas de certificación que avalan la calidad y cantidad del material reciclado.
- Se identificó la necesidad de certificaciones orientadas a la industria transformadora, que garanticen la estabilidad de las propiedades del material reciclado.

2. Inversión en infraestructura y tecnología

- Es necesario mejorar los procesos de clasificación, lavado y extrusión para aumentar la calidad del reciclado.
- Se requiere acceso a maquinaria más eficiente, como inyectoras, líneas de molienda y equipos de clasificación automatizada.

3. Expansión de mercados y fomento de la demanda

- El mercado brasileño representa una oportunidad de crecimiento para las exportaciones de reciclado.
- Es clave desarrollar incentivos para que las **compras públicas** prioricen materiales reciclados nacionales.

Los encuestados coincidieron en que existen oportunidades para expandir el mercado, pero que ello requiere **calidad constante, formalización, apoyo público y políticas de incentivo**. Se destacó la necesidad de “compras públicas como tractor y promotor”.

Anexo 3: Guía práctica para la elaboración de fichas técnicas de materiales reciclados

Guía práctica para la elaboración de fichas técnicas de materiales reciclados

Esta guía está diseñada para ayudar a clasificadores y recicladores a documentar y garantizar la calidad de sus materiales reciclados, facilitando su uso en cadenas productivas de alto valor.

Índice

1. Introducción **1**
1.1. ¿Qué es una ficha técnica? 1
1.2. ¿Por qué es importante generar fichas técnicas? 2
2. ¿Qué incluir en una ficha técnica? **2**
2.1. Información requerida 2
2.2. Información deseable 3
2.3. Información opcional 4
3. Plantilla base de ficha técnica **5**
4. Anexos **7**
Anexo I: valores de referencia del índice de fluidez por polímero y proceso 7
Anexo II: valores de referencia de la densidad aparente 7
Anexo III: normas de referencia por tipo de polímero 7

---

1. Introducción

1.1. ¿Qué es una ficha técnica?

Una ficha técnica es un **documento** que contiene la **descripción de las características** de un objeto, material o proceso de manera detallada; así como **los métodos** utilizados para medirlas mismas.

La ficha técnica de un material reciclado debe incluir información sobre:

- **Características generales:** tipo de material, color, tamaño, forma, etc.
- **Propiedades físicas:** índice de fluidez, densidad, etc.
- **Propiedades mecánicas:** tracción, flexión, etc.
- **Contaminantes**

Plantilla base de ficha técnica

1.2. ¿Por qué es importante generar fichas técnicas?

En el caso de los materiales reciclados, estas fichas permiten:

- **Asegurar la calidad:** proporcionan datos que validan la aptitud del material reciclado para aplicaciones específicas.

- **Establecer confianza:** aseguran propiedades mecánicas uniformes y predecibles, optimizando los procesos productivos, lo que facilita su comercialización en sectores exigentes.
- **Facilitar la trazabilidad:** la falta de trazabilidad, el desconocimiento y la incertidumbre en los datos limita tanto las posibles aplicaciones del material como el precio de venta.

2. ¿Qué incluir en una ficha técnica?

2.1. Información requerida

Información general	Descripción	Ejemplo
Material	Tipo de polímero al que hace referencia la ficha técnica.	*Polietileno de alta densidad (PEAD)*
Usos	Procesos adecuadas para el procesamiento del material y/o ejemplos de productos que se pueden obtener.	*Inyección, extrusión de película, etc.*
Origen	Tipo de material y/o tipo de producto de procedencia, tipo de residuo: posconsumo o posindustrial.	*Botellas de PET posconsumo*

Características generales	Descripción	Método de ensayo
Color	Color de la muestra. Ejs: natural, blanco, negro, multicolor	Inspección visual
Forma	Específica si es escama, pellet, polvo, aglomerado, etc	Inspección visual
Tamaño de partícula (mm)	Proporciona un rango o cota máxima del tamaño del material particulado.[11] Ejs: 90% entre 5 y 12 mm; < 6 mm	**Sugerida:** Norma ASTM D 1921-01 **Otras opciones:** Norma EN 15348, anexo A Norma EN 15346, anexo E **En su defecto:** Tamaño de la malla o filtro utilizado.

Propiedades físicas	Descripción	Método de ensayo
Índice de fluidez - MFI (g/10 min)	Indica la **facilidad de fluir del material.** Se define como la cantidad de material que fluye a través de un orificio de tamaño estándar en un tiempo determinado, usualmente 10 minutos. Anexo I: valores de referencia de MFI	ASTM D1238 ISO 1133 **OBS:** Detallar temperatura y peso utilizados en el ensayo. Ej: (190°C / 2,16 kg)

[11] Para **material en polvo** utilizado en rotomoldeo también se requiere la distribución del tamaño de partícula

2.2. Información deseable

Propiedades físicas	Descripción	Método de ensayo
Viscosidad intrínseca - IV (dl/g)	Determina el **tamaño de las cadenas** del polímero: • **Mayor valor:** Cadenas largas, más resistencia. • **Menor valor:** Cadenas cortas, más facilidad de procesamiento. Se usa **principalmente en el reciclaje de PET** para evaluar calidad.	ISO 1628
Densidad aparente (kg/m3)	Refiere a la **relación entre la masa y el volumen de un material**, incluyendo los espacios libres entre sus granos. Es importante conocerla para que la **dosificación** del material sea **óptima**. Anexo II: valores de referencia de la densidad aparente	**Sugerida:** ASTM D1895 **Otras opciones:** Norma EN 15342, anexo A Norma EN 15344, anexo B
Humedad residual (%)	El **agua atrapada** puede convertirse en vapor al procesar el material, formando **burbujas o defectos** que comprometen la integridad del producto final.	ASTM D6980/7191

- **Contaminantes**: refieren a contenido de otros polímeros, metales u otras partículas o elementos extraños.

2.3. Información opcional

Adicionalmente existen variables relacionadas al comportamiento mecánico y térmico del material como:

Tabla I: Normas para la caracterización de propiedades mecánicas de materiales plásticos.

Propiedades mecánicas	Norma
Tracción	ASTM D 638 UNE-EN ISO 527
Compresión	UNE-EN ISO 604 | Plásticos
Flexión	UNE-EN ISO 178 | Plásticos
Impacto	UNE-EN ISO 7765 | Dardo |Películas y láminas UNE-EN ISO 179 | Charpy UNE-EN ISO 180 | Izod

Propiedades mecánicas	Norma
Temperatura de reblandecimiento Vicat	UNE-EN ISO 306

Tabla II: Propiedades mecánicas sugeridas para cada tipo de polímero.

Propiedades mecánicas	PE	PP	PVC	PS	Método de ensayo
Resistencia al impacto Izod o Charpy (kJ/m2)	☑	☑	☐	☐	EN ISO 180 EN ISO 179-1
Esfuerzo en el punto de fluencia (MPa)	☑	☑	☑	☑	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Deformación a rotura (%)	☑	☑	☑	☑	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Módulo de flexión (MPa)	☐	☑	☐	☑	EN ISO 178
Temperatura de reblandecimiento Vicat (°C)	☐	☐	☑	☑	EN ISO 306

3. Plantilla base de ficha técnica

Requeridas

Información general	Descripción
Material	*Completar*
Usos	*Completar*
Origen	*Completar*

Características generales	Descripción / Valor	Método de ensayo
Color	*Completar* *ejs: natural, blanco, negro, multicolor*	Inspección visual
Forma	*Completar* *ejs: pellet, escamas, polvo, aglomerado, etc.*	Inspección visual
Tamaño de partícula (mm)	*Completar* *ej: 90% entre 5 y 12 mm; < 6 mm*	Norma ASTM D 1921-01 o equivalentes

Propiedades en material	Valor	Método de ensayo
Índice de fluidez | MFI (g/10 min)	*Completar* *ref: ver anexo*	ISO 1133 / ASTM D1238 *Incluir condiciones de ensayo*

Deseables

Propiedades en material	Valor	Método de ensayo
Densidad aparente (kg/m3)	*Completar*	Norma EN 15344, anexo B
Humedad residual (%)	*Completar* *ref: < 5% para poliolefinas*	ASTM D 6980/7191
Contaminantes[12] (%)	*Completar* *ref: menor valor posible (< 2%)*	Norma EN 15344, anexo A
Viscosidad intrínseca	*Completar solo si aplica*	ISO 1628-5

Opcionales

Propiedades en probeta	Valor	Método de ensayo
Resistencia al impacto Izod o Charpy (kJ/m2)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 180 EN ISO 179-1
Esfuerzo en el punto de fluencia (MPa)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Deformación a rotura (%)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Módulo de flexión (MPa)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 178
Temperatura de reblandecimiento Vicat (°C)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 306

4. Anexos

Anexo I: valores de referencia del índice de fluidez por polímero y proceso

	Rangos de índice de fluidez (MFI) en g/10 min			
Polímero/Proceso	**Inyección**	**Extrusión**	**Soplado**	**Rotomoldeo**
PET	6 - 22	Fibras: 15 - 25	0.6 - 1.5	-
PEAD	0.2 - 20	Tuberías: 0.1 - 0.4	0.2 - 1.0	3 - 5
PEBD	2 - 20	Películas: 0.3 - 5	-	-
PP	2 - 50	Láminas: 1 - 10 Fibras: 20 - 50	-	-
PS	2 - 10	Láminas: 1 - 5	-	-

[12] Agregar filas en caso que se desee especificar la presencia de contaminantes específicos.

	Rangos de índice de fluidez (MFI) en g/10 min			
Polímero/Proceso	**Inyección**	**Extrusión**	**Soplado**	**Rotomoldeo**
PVC (rígido)	-	Tuberías: 0.1 - 2	-	-
PVC (flexible)	1 - 4	-	-	-

Anexo II: valores de referencia de la densidad aparente

Forma	Valor (kg/m³)	Nota
Flakes (escamas) y polvo	300 - 500	Tienden a valores más bajos.
Pellets	700 - 850	Más compactos.

OBS: *Los valores pueden variar dependiendo del tipo de polímero, estos rangos son a modo de referencia. Además, factores como* ***impurezas o compactación*** *afectan estos rangos.*

Anexo III: normas de referencia por tipo de polímero

La caracterización de cada propiedad se basa en normas de referencia europeas, incluyendo la serie de normas CEN sobre reciclado de plásticos:

- **PS:** EN 15342 (2008) "Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poliestireno".
- **EN 15343** "Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado"
- **PE:** EN 15344 (2008) "Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polietileno".
- **PP:** EN 15345 (2008) "Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polipropileno".
- **PVC:** EN 15346 (2015) "Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli(cloruro de vinilo)"
- EN 15347 "Caracterización de residuos plásticos"
- **PET:** EN 15348 (2015) "Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli(tereftalato de etileno)".

Anexo 4: Plantilla base de ficha técnica de material plástico reciclado

Requeridas

Información general	Descripción
Material	*Completar*
Usos	*Completar*
Origen	*Completar*

Características generales	Descripción / Valor	Método de ensayo
Color	*Completar* *ejs: natural, blanco, negro, multicolor*	Inspección visual
Forma	*Completar* *ejs: pellet, escamas, polvo, aglomerado, etc.*	Inspección visual
Tamaño de partícula (mm)	*Completar* *ej: 90% entre 5 y 12 mm; < 6 mm*	Norma ASTM D 1921-01 o equivalentes

Propiedades en material	Valor	Método de ensayo
Índice de fluidez | MFI (g/10 min)	*Completar* *ref: ver anexo*	ISO 1133 / ASTM D1238 *Incluir condiciones de ensayo*

Deseables

Propiedades en material	Valor	Método de ensayo
Densidad aparente (kg/m3)	*Completar*	Norma EN 15344, anexo B
Humedad residual (%)	*Completar* *ref: < 5% para poliolefinas*	ASTM D 6980/7191
Contaminantes[13] (%)	*Completar* *ref: menor valor posible (< 2%)*	Norma EN 15344, anexo A
Viscosidad intrínseca	*Completar solo si aplica*	ISO 1628-5

Opcionales

Propiedades en probeta	Valor	Método de ensayo
Resistencia al impacto Izod	*Completar solo si aplica*	EN ISO 180

[13] Agregar filas en caso que se desee especificar la presencia de contaminantes específicos.

CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

Propiedades en probeta	Valor	Método de ensayo
o Charpy (kJ/m2)		EN ISO 179-1
Esfuerzo en el punto de fluencia (MPa)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Deformación a rotura (%)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 527-1 EN ISO 527-2
Módulo de flexión (MPa)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 178
Temperatura de reblandecimiento Vicat (°C)	*Completar solo si aplica*	EN ISO 306

CENTRO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO

(Google et al., 2021)

(Plastics Europe, 2024)

(EuRIC, 2024)