



Centro de Capacitación e Investigación del Plástico





INSTITUTO DE
CAPACITACIÓN
E INVESTIGACIÓN
DEL PLÁSTICO Y
DEL CAUCHO

Valorización de residuos sólidos: saca el mayor provecho de los desperdicios de plástico



Mag. Juan Carlos Ortiz Pimienta



Ponente:

Mag. Juan Carlos Ortiz Pimentela

- Ingeniero Mecánico, Especialista en Procesos de Transformación del Plástico y del Caucho y Magister en Ingeniería, con amplia trayectoria laboral liderando proyectos en temas de sostenibilidad ambiental, procesamiento e investigación en mejoramiento productivo, polímeros, y eficiencia energética para empresas del sector plástico y afines.
- Conocimiento en procesos de extrusión como soplado de cuerpos huecos, rafia, películas, lámina, doble husillo, entre otros.
- Experiencia en consultoría, auditorías, diagnósticos en planta y Lean Six Sigma.
- Se desempeñó como investigador consultor asociado del ICIPC durante más de 9 años hasta Octubre de 2022.
- Actualmente es consultor independiente y además Líder Estratégico y Comercial de la empresa Altero S.A.S





INSTITUTO DE
CAPACITACIÓN
E INVESTIGACIÓN
DEL PLÁSTICO Y
DEL CAUCHO

Valorización de residuos sólidos: saca el mayor provecho de los desperdicios de plástico



Mag. Juan Carlos Ortiz Pimienta



AGENDA

Introducción

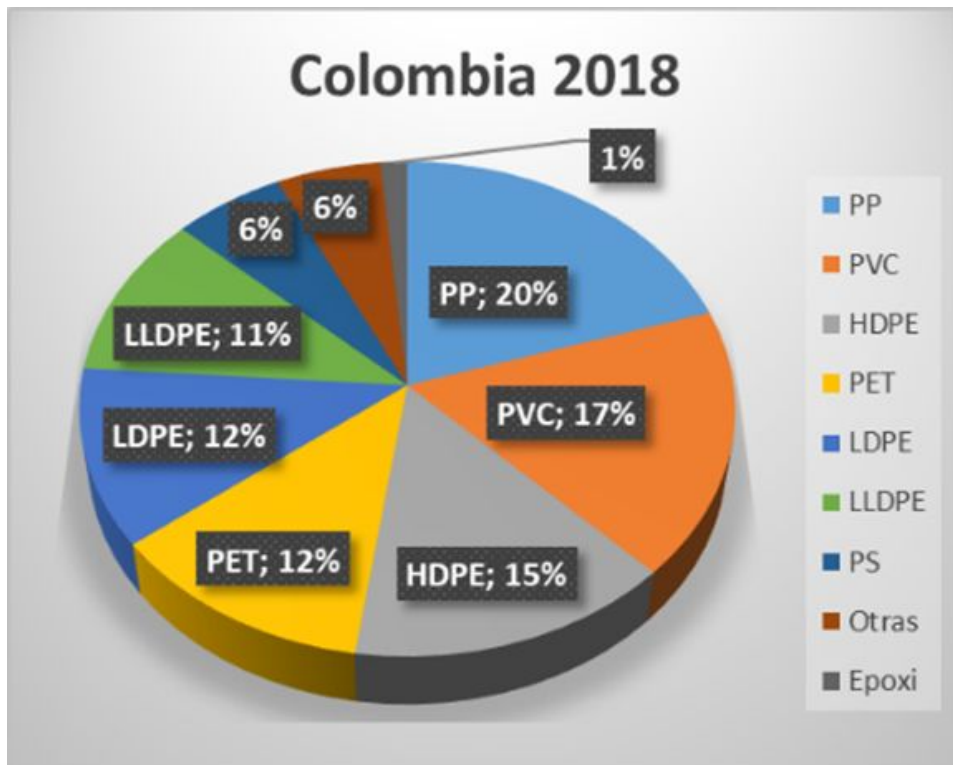
Guía de valorización

Casos de éxito

Conclusiones

Introducción

Distribución de consumo de plásticos por tipo en Colombia



Otras:

- Poliacetales (POM)
- Polimetilmetacrilato (PMMA)
- Etileno vinil acetato (EVA)
- Estireno Acrilonitrilo (SAN)
- Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
- Policarbonatos (PC)
- Poliamida 6 (PA6)
- Resinas Fenólicas
- Poliuretanos (PU)
- Polieteres
- Polioles
- Urea formaldehído para moldeo (UF)
- Ácido poliláctico (PLA), entre otras



Introducción


Distribución de consumo de plásticos por tipo en Colombia

Sector	Descripción	% Consumido
1. Empaques y envases	Productos alimenticios, productos de higiene y aseo, productos industriales, lubricantes.	54%
2. Construcción	Tubería, accesorios, pisos, tejas, perfiles, cables, bañeras.	22%
3. Agricultura	Película para invernaderos, acolchados y telas sombra, mangueras y tubos.	7%
4. Institucional / Consumidor	Calzado, cepillos, escobas, artículos de mesa y cocina, colchones, muebles.	6%
5. Otros	Láminas, partes industriales y para industria automotriz, juguetes, deportes y varios.	11%


El 47% se genera
en las 8 principales
ciudades del país



Colombia genera
13,6 millones de
toneladas de
residuos sólidos
domiciliarios

Orgánicos: 61,5% 

Metales y otros: 18,5% 

Plástico: 10,75% 

Papel y cartón: 6,55% 

Vidrio: 2,39% 




El reciclaje se
estima en un 17%
del total de residuos
generados



Introducción


Nuestros residuos en cifras

Orgánicos: 61,5% 

Metales y otros: 18,5%  

Plástico: 10,75%  

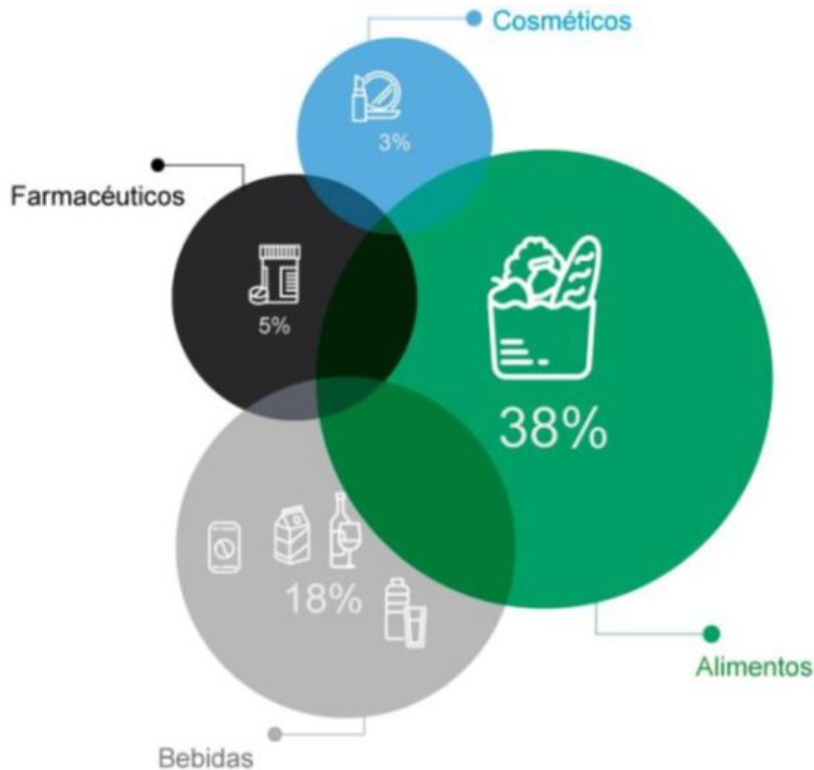
Papel y cartón: 6,55%  

Vidrio: 2,39%  

El MADS estima que el 50% de los residuos de empaques y embalajes tienen potencial de aprovechamiento

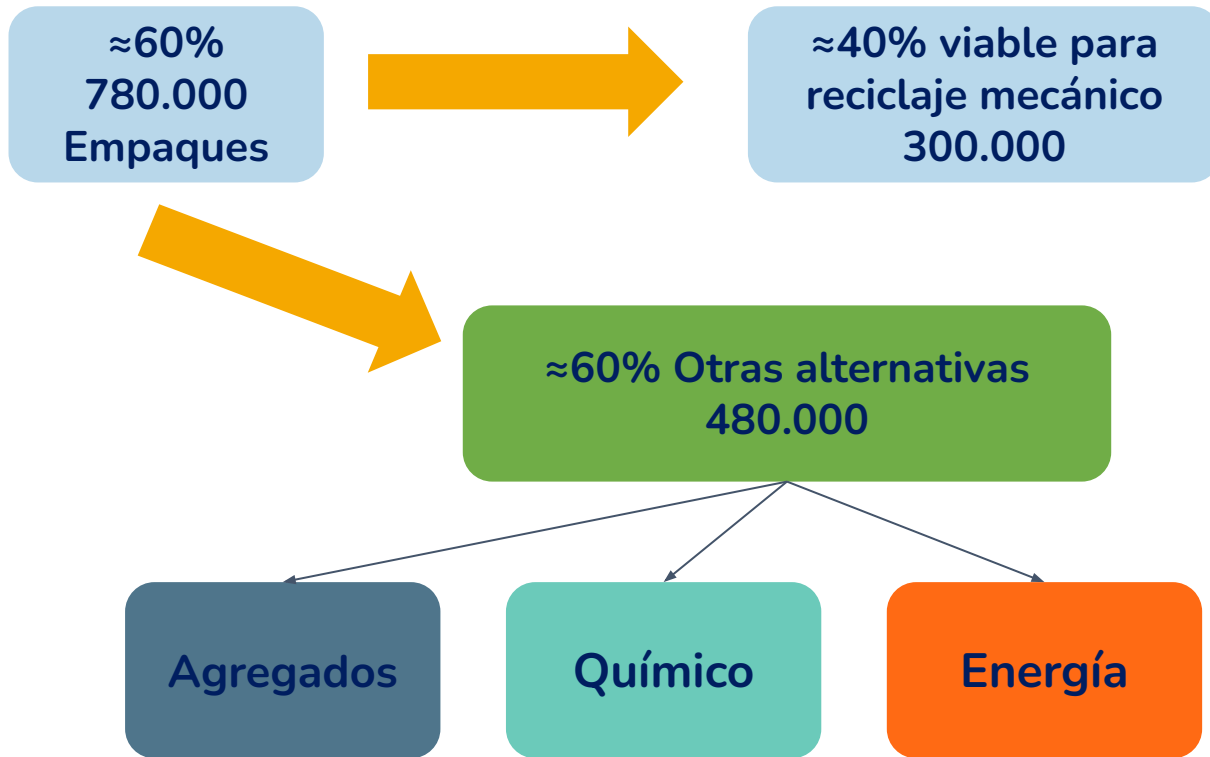
Introducción

Hagamos algunas cuentas: Perspectiva desde el consumo de empaques



**El 60% de la
demanda se
encuentra en cuatro
industrias**

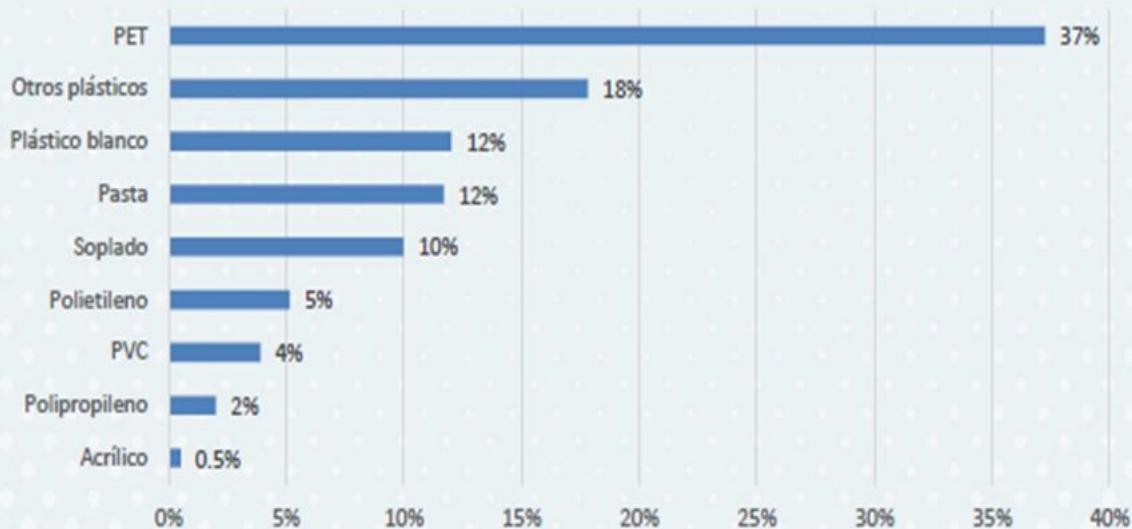
**≈ 290.000 Ton/año
Alimentos**



Introducción

Perspectiva desde la disposición

Tendencia de reporte de tipos de plástico por los prestadores de la actividad de aprovechamiento



Información reportada por en SUI por prestadores Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios

Plástico Blanco = PP y LDPE

Pasta = LDPE

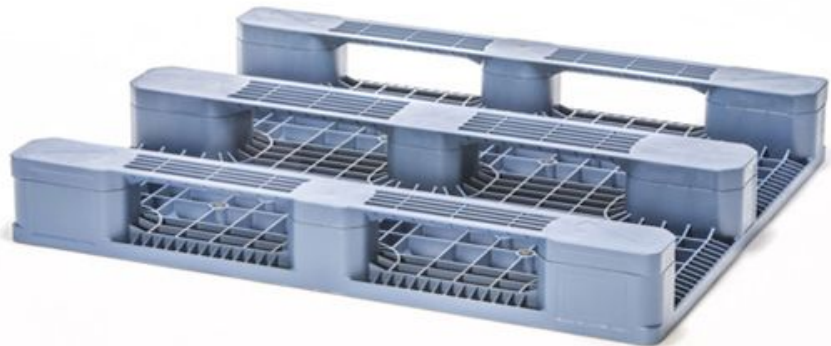
Soplado= LDPE

Acrílico= PS cristal



Introducción

El volumen a aprovechar supera los mercados de las posibles aplicaciones





Introducción

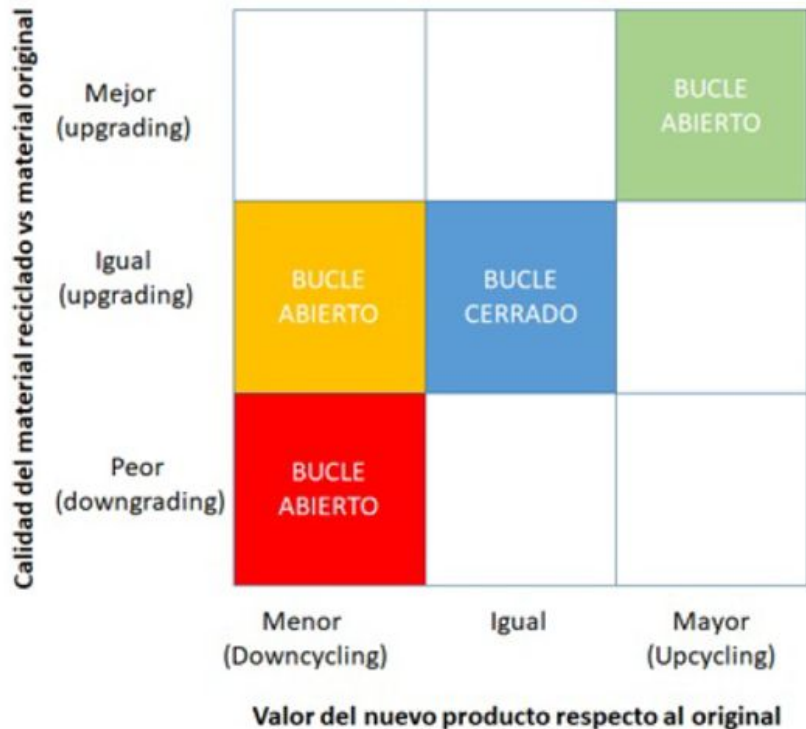
Negocio sostenible





Introducción

Negocio sostenible -Se requiere un camino hacia la valorización



Downcycling
Downgrading



Upgrading

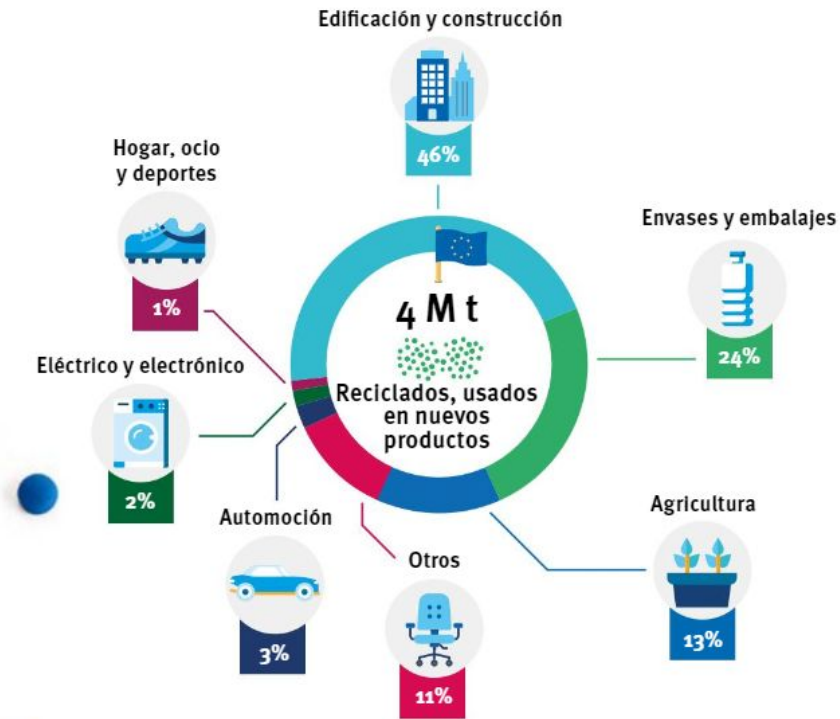




ICIPC®

Introducción

Negocio sostenible - El reciclado requiere un mercado de aplicaciones

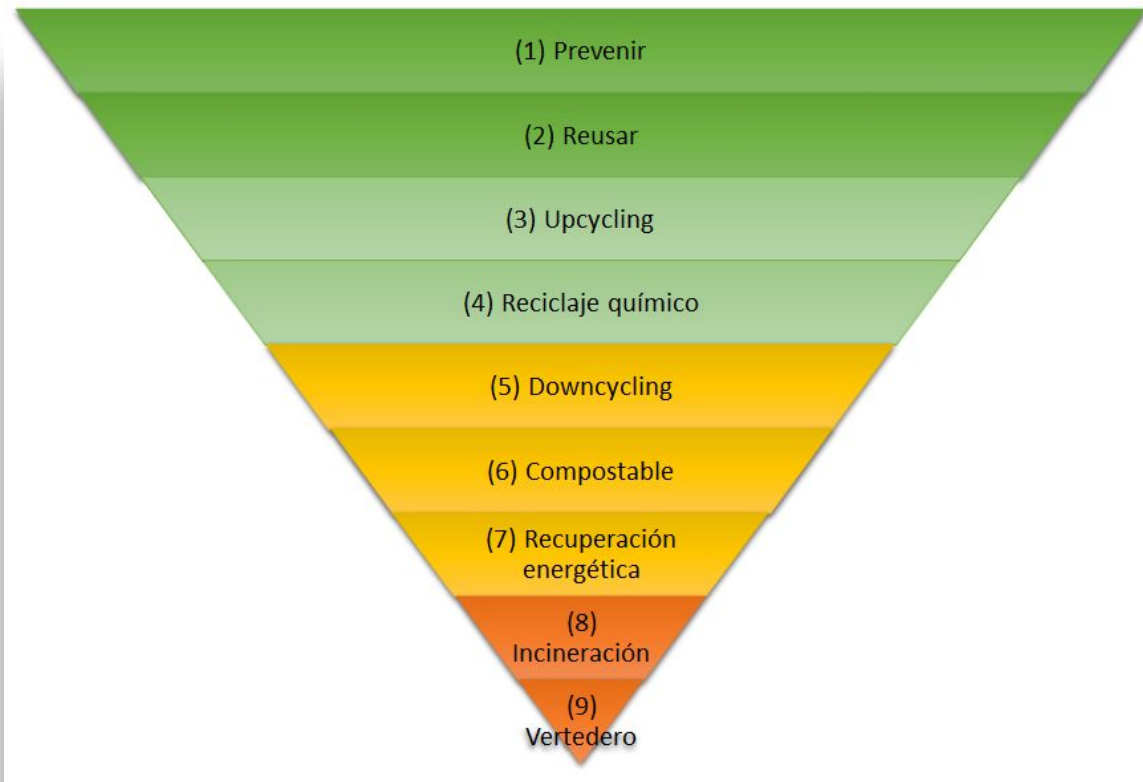


Buscar aplicaciones de mayor valor



Introducción

Las prioridades (siempre que sean posibles) deben respetarse





Introducción

Regulaciones

- Responsabilidad Extendida del Productor para Empaques y Envases (R. 1407 de 2018 / R. 1342 de 2020 de MinAmbiente)
- Impuesto a las bolsas plásticas de punto de pago
- Plan para la Gestión Sostenible de Plásticos de Un Solo Uso
- Actualización del esquema tarifario de aseo
- Proyectos de Ley
- Proyectos de regulación local

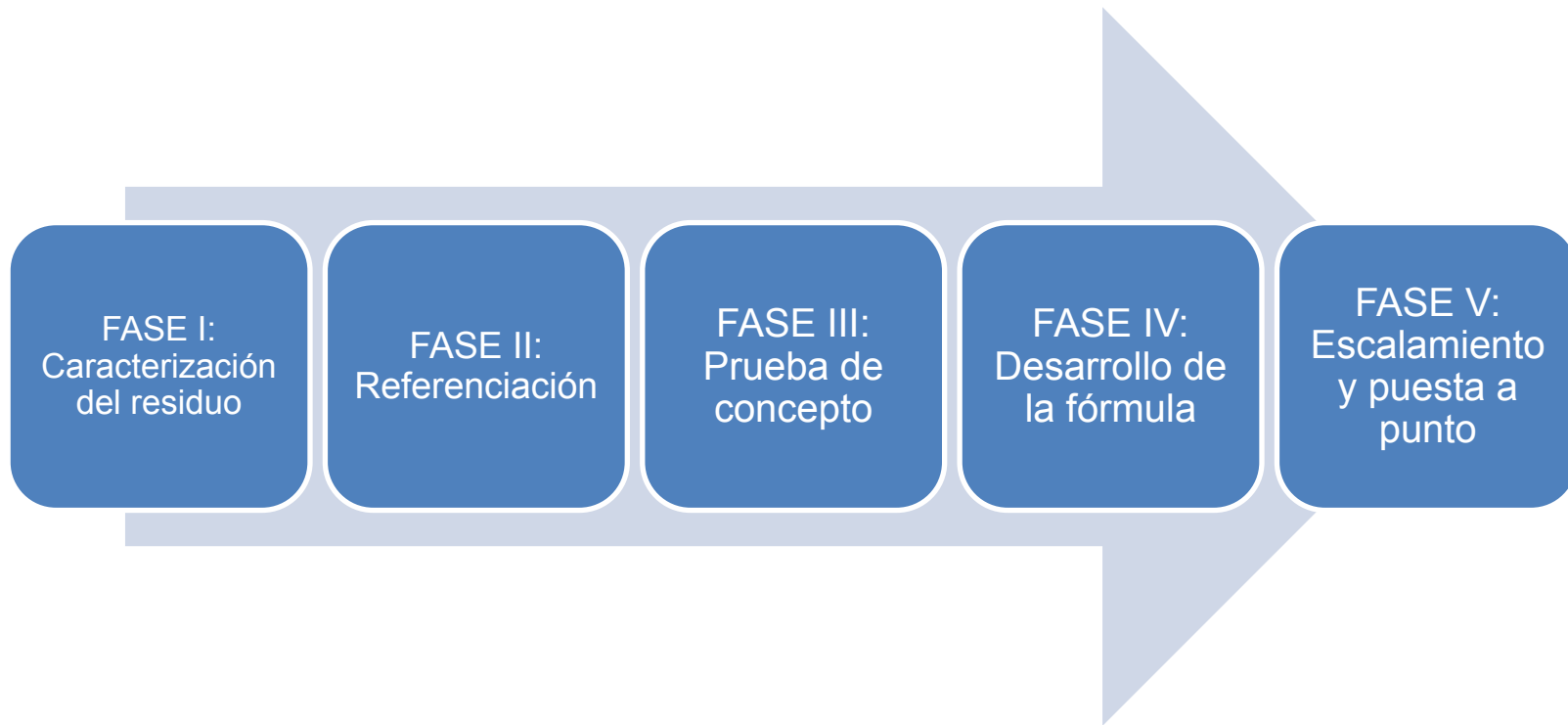
Guía de valorización de residuos plásticos





Guía de valorización de residuos

Valorización de residuos en el ICIPC

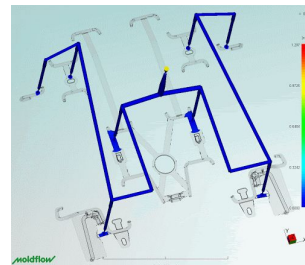




FASE I: Caracterización del residuo

Fuente del material

Posindustriales (PIR): Provenien de los residuos de la industria como retales de producción, canales de inyección, material de prueba, entre otros que la empresa considere viables para valorizar



Posconsumidor (PCR): Material que se recupera luego de haber sido usado por el consumidor final, por ejemplo empaques de alimentos.



Posconsumo Reciclado Comercial (PCRC): Materiales que se usan en la cadena logística de distribución, como película stretch, y que no estuvieron en contacto con el cliente final





FASE I: Caracterización del residuo

Técnicas de reciclaje

Reciclaje Primario: Reciclaje mecánico de desperdicios posindustriales (PIR) y Posconsumo Reciclado Comercial (PCRC)



Molienda y Densificación

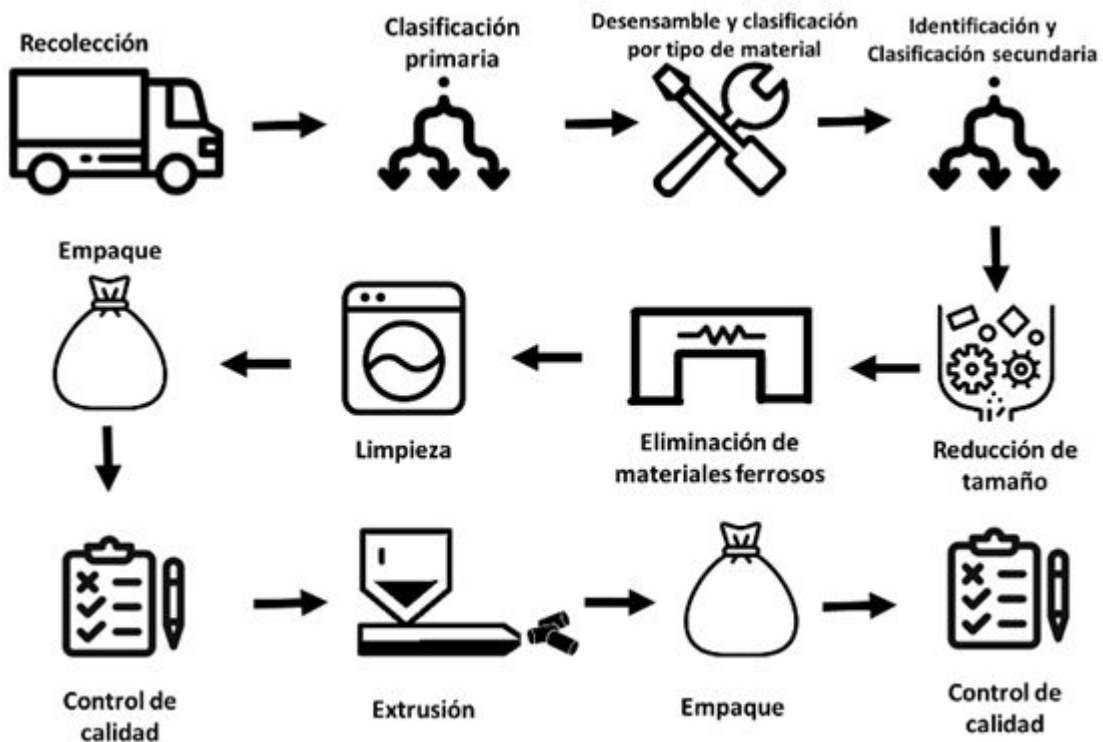
Reciclaje Secundario: Reciclaje mecánico de desperdicios posconsumidor (PCR)



Requiere de logística inversa robusta y planta de reciclaje

FASE I: Caracterización del residuo

Reciclaje Mecánico PCR- Ejemplo reciclaje RAEE



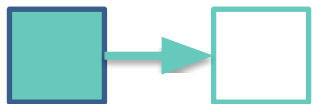
Aliados Claves

- Gestores de residuos municipales
- Asociaciones de recicladores
- Gestores con metodologías In-house

FASE I: Caracterización del residuo

Técnicas de reciclaje

- Reciclaje químico o terciario



Purificación:
Solvólisis

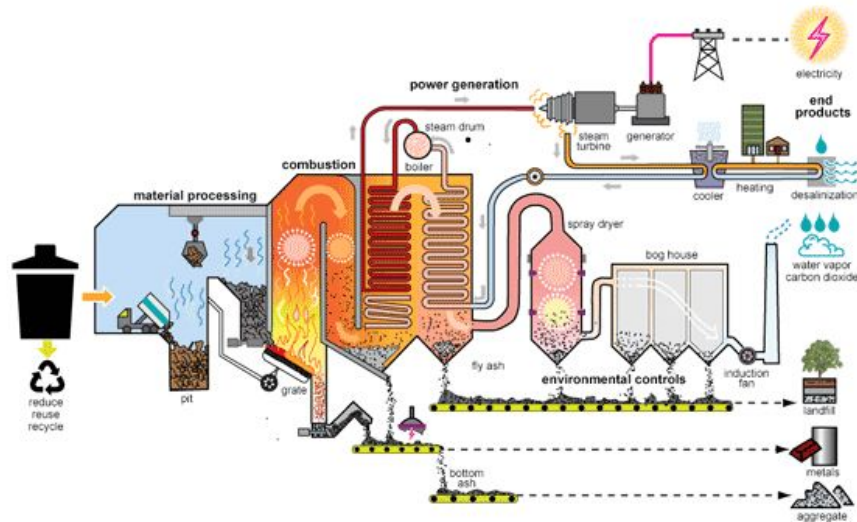


Descomposición:
Depolimerización



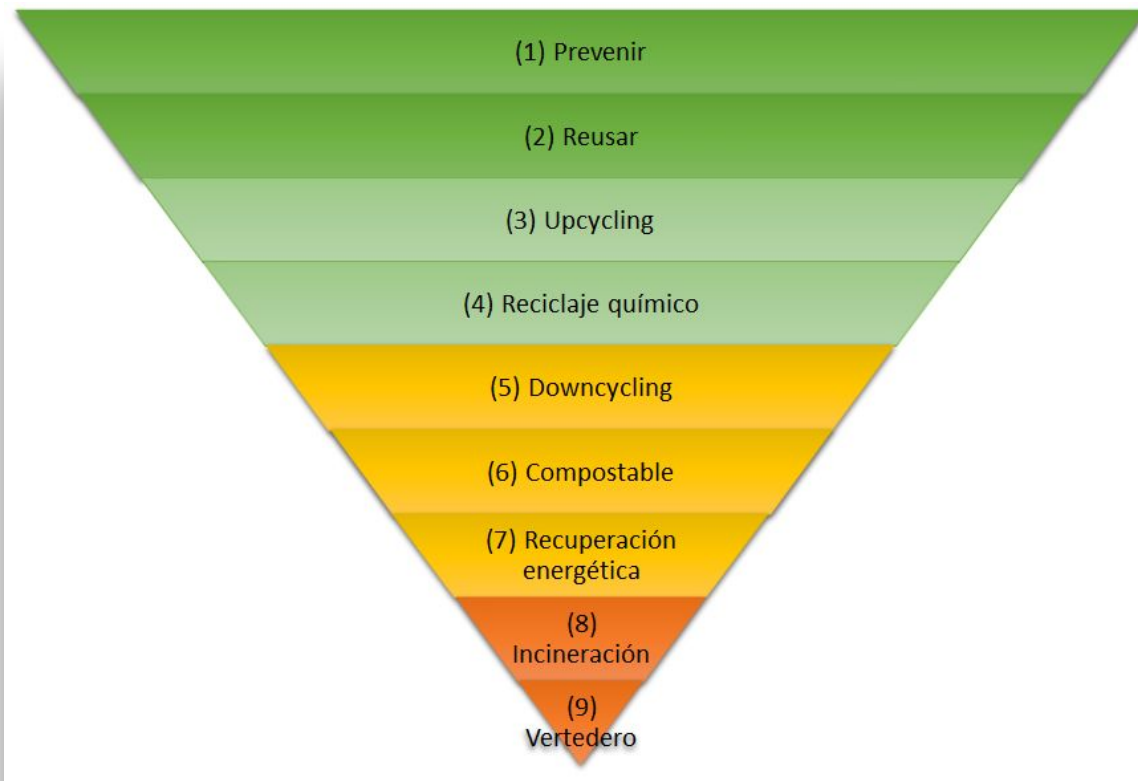
Conversión: pirólisis y
gasificación

- Reciclaje Energético o cuaternario



FASE I: Caracterización del residuo

Jerarquía de fin de vida



FASE I: Caracterización del residuo

Uso de técnicas de laboratorio

- Presentación del material a procesar (molido, pellets, aglutinado)
- Uso de técnicas de laboratorio
- Ficha Técnica
- Certificado de Calidad por lotes
- Comparación de propiedades con resinas estándar

Molido



Pellets



Aglutinado





FASE I: Caracterización del residuo

Uso de técnicas de laboratorio

Pruebas Básicas:

- ★ Densidad de Empaque
- ★ Índice de Fluidéz
- ★ Color
- ★ Densidad del producto

Pruebas Intermedias:

- ★ Propiedades de Tensión / Elongación
- ★ Propiedades de impacto
- ★ Calcinación (cenizas)

Pruebas Avanzadas

- ★ Calorimetría diferencial de barrido - DSC
- ★ Infrarrojo
- ★ Cromatografía de gases
- ★ Extrusión Piloto

Pruebas Específicas: Panel de Olor, Contenido de COPs, entre otras.



FASE I: Caracterización del residuo

Fichas técnicas y certificado de calidad por lotes

FICHA TÉCNICA

Una ficha técnica, hoja técnica u hoja de datos (datasheet en inglés), también ficha de características u hoja de características, es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente

CERTIFICADO DE CALIDAD POR LOTES

La **certificación de los lotes** producción comprende la toma de una muestra a un lote debidamente identificado al cual se le realiza una serie de ensayos, y de acuerdo a los resultados ver si están conformes con las especificaciones Técnicas.



FASE I: Caracterización del residuo

Fichas técnicas y certificado de calidad por lotes

FICHA TÉCNICA PRELIMINAR *Código del Material*

MATERIAL: Proveedor – Tipo de material - Color

Descripción General: Compuesto polimérico proveniente de RAEEs, seleccionado de fuentes controladas principalmente neveras con contenido mayoritario de Poliestireno de alto impacto- HIPS, y libre de retardardantes de llama bromados de color blanco.

Por sus características de fluidez es adecuado para los procesos de inyección para ser usado puro o en combinación con PS o HIPS virgen.

Usos:

- Piezas inyectadas plásticas de larga vida útil
- Posibilidad de modificar sus propiedades y ajustarias dependiendo de la aplicación

Beneficios

- Reducción del impacto ambiental

Propiedades

Nota: Los valores presentados son típicos y no pretenden que sean usados para especificar productos.

Propiedad	Norma	Unidades	Valor
Modulo Secante	ASTM D638	MPa	2300
Resistencia a la Tensión	ASTM D638	MPa	30
Elongación en la fractura	ASTM D638	%	25
Índice de Fluidez – MFI	ASTM D1238	g/10min 230°C/3.8 Kg	20
Resistencia al Impacto	ASTM D256	kJ/m	11
Densidad	ASTM D792	g/cm	1,05
Cenizas en mufla	interna	%	<2,5

Para su procesamiento se recomienda usar temperaturas entre 200 °C – 210 °C

Debido a la naturaleza de la fuente no se recomienda su uso para plásticos en contacto con alimentos.

Certificado de calidad por lote

CLIENTE : _____
Fecha expedición : _____
LOTE : _____
Cantidad : _____
Tipo y referencia de material : _____
Presentación del material : _____

Propiedad	Norma	Unidades	Limites	Valor
Índice de Fluidez – MFI	ASTM D1238	g/10min 230°C/3.8 Kg	20 ±2	20
Densidad de empaque	DIN 53468	g/cm	0,8±2	0,7
Cenizas en mufla	interna	%	<5	<2,5

Responsable: _____

Actividad Clave
Comparación con la resina usada para la misma aplicación.



Referenciación

Posibles aplicaciones

- Identificación de aplicaciones potenciales del residuo.
- Identificación de soluciones en el estado del arte para aumentar el valor del residuo: compounding, extrusión reactiva, aditivación.
- Al final de esta fase se hace una hipótesis de una formulación mejorada (upgrading) basada en el residuo de interés, buscando alcanzar los requerimientos de una aplicación específica.
- Requerimientos internos de la compañía (ejemplo sector automotriz) y sus clientes

FASE II: Referenciación

Posibles aplicaciones



SECTOR	MATERIAL
HOGAR	PP
	PE
ELECTRODOMÉSTICOS	PP
	PE
	PS
	ABS
AUTOMOTRIZ	PP
	PE
	ABS
SECTOR COSMÉTICO	ABS
	PS
PRODUCTOS DE CONSUMO	PP
	PE
	ABS
	PS
JUGUETES	ABS
	PP
	PE
SECTOR INDUSTRIAL Y CONSTRUCCIÓN	PVC
	PP
	PE

FASE III: Prueba de concepto

Formulación del compuesto

- Búsqueda en el estado del arte de opciones para mejorar el desempeño del material reciclado. Por ejemplo: mezclas, aditivos, extrusión reactiva, entre otros.
- Preparar una formulación mejorada y comparando el resultado con el del residuo original





FASE III: Prueba de concepto

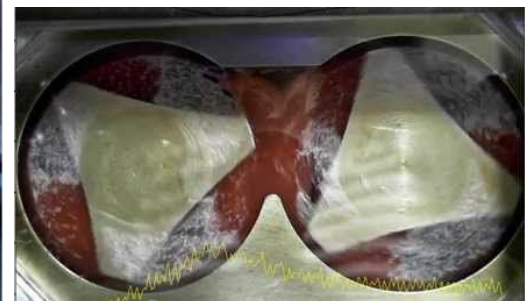
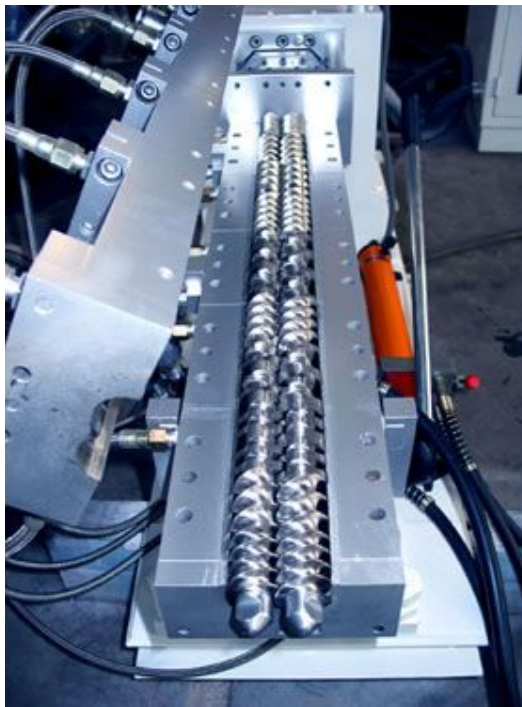
Formulación del compuesto - Aditivos

- Plastificantes
- Lubricantes y promotores de flujo
- Materiales de relleno y cargas
- Retardantes de llama
- Eliminadores o atrapadores de olores
- Modificadores impacto
- Reticulantes
- Compatibilizantes y agentes de acople
- Compatibilizantes de polímeros incompatibles
- Agentes nucleantes y clarificantes
- Antioxidantes y estabilizantes
- Antiestáticos
- Masterbatches de colores
- Aditivos UV

FASE IV: Desarrollo de la fórmula

Fabricación de un lote del compuesto

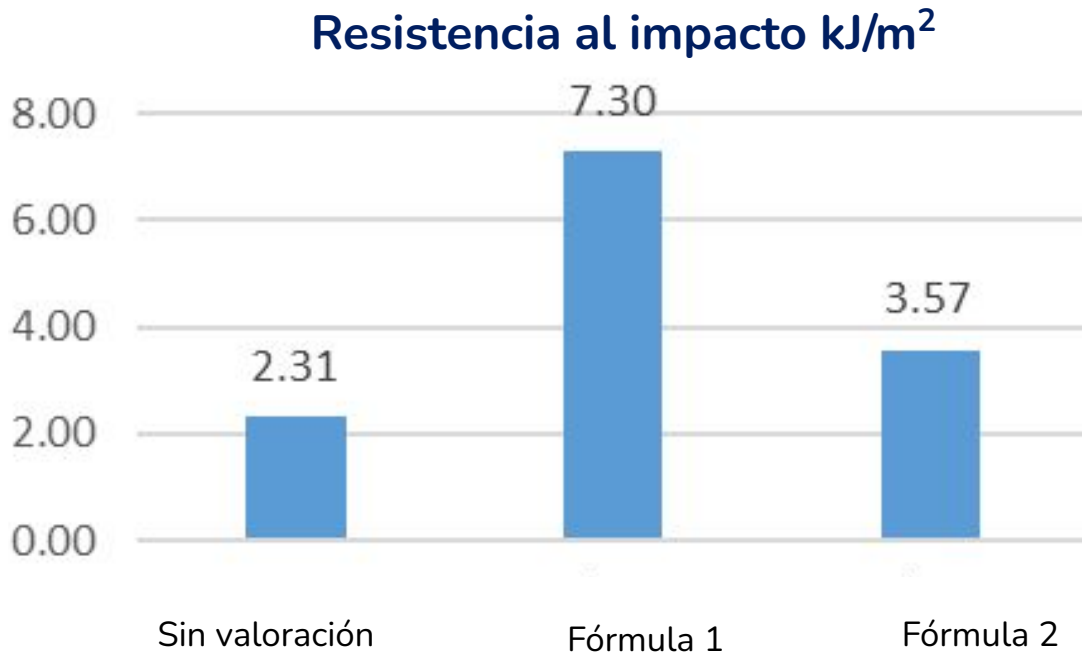
- Optimización de la fórmula
- Diseño de experimentos
- Mejora de condiciones de operación
- Pruebas en ambiente real





FASE IV: Desarrollo de la fórmula

Fabricación de un lote del compuesto





FASE V: Escalamiento y puesta a punto

Pruebas de producto

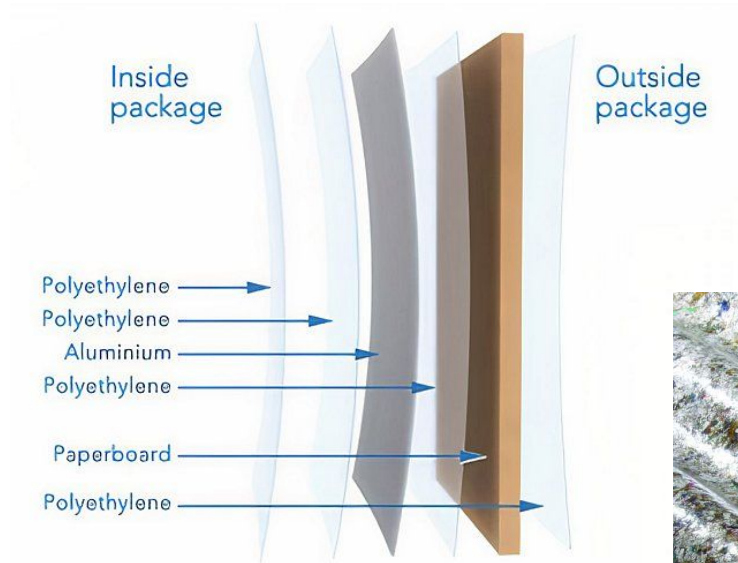
- Reporte de pruebas de desempeño con la pieza y el material formulado
- Cambios de aspecto esperados en la pieza
- Acuerdos con el área de calidad
- Negociación con los clientes
- Inversión en infraestructura





FASE V: Escalamiento y puesta a punto

Pruebas de producto





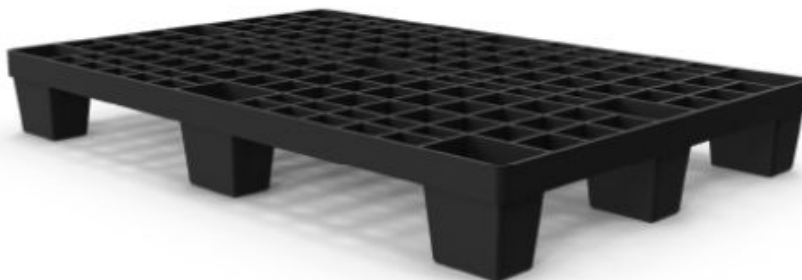
FASE V: Escalamiento y puesta a punto

Pruebas de producto



Estibas

Plataforma plástica fabricada con polietilenos recuperados postindustria.



CAPACIDAD DE CARGA			
ESTÁTICA	DINÁMICA	ESTANTERÍA	Las capacidades de carga de las estibas aplican para carga uniformemente distribuida, no aplican para carga concentrada
4.000 Kg	1.500 kg	1.300 kg	



FASE V: Escalamiento y puesta a punto

ENCUENTRA
UN RECICLADOR CERCA DE TI

Encuentra donde puedes llevar todos nuestros productos pos consumo para así el ciclo cerrar. (desechables PET y PS rígidos y de icopor)

¡Con esta actividad puedes darle una nueva vida a los desechables!





FASE V: Escalamiento y puesta a punto

Pruebas de producto

enka SOSTENIBILIDAD, INNOVACIÓN Y ALTA TECNOLOGÍA



EKO® POLIOLEFINAS

Resina de Polietileno y Polipropileno fabricadas a partir de las tapas y etiquetas de las botellas de PET recicladas.

[Ver más](#)



EKO®PET

Cerrando completamente el ciclo de las botellas producimos resina de PET, Polietileno y Polipropileno.

[Ver más](#)



EKO®FIBRAS

A través de tecnología de punta, transformamos las botellas de PET en fibras funcionales de poliéster.

[Ver más](#)



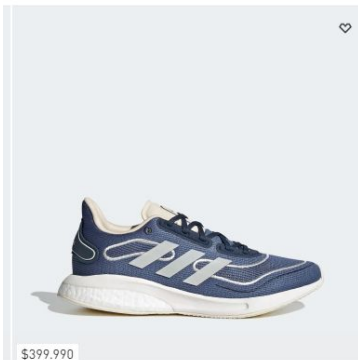
EKO®FILAMENTOS

Producidos a partir de botellas de PET recicladas, son utilizados en la fabricación de tejido de punto y plano.

[Ver más](#)

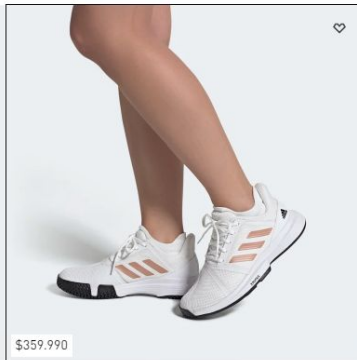


FASE V: Escalamiento y puesta a punto



\$399.990

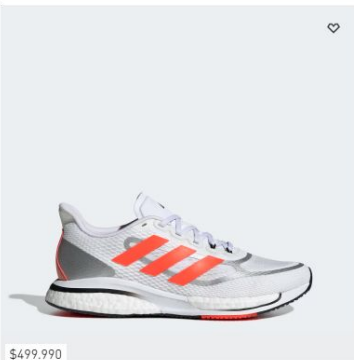
Tenis Supernova
Mujer Running
16 colores · nuevo



\$359.990



Tenis CourtJam Bounce



\$499.990

SUPERNOVA + W
Mujer Running
6 colores · nuevo

PRIMEGREEN
MADE WITH RECYCLED MATERIALS





Escalamiento y puesta a punto

Pruebas de producto



Atando cabos Chile. 2000 toneladas en 2020



Botella de shampoo de P&G con 25% de reciclado

Casos de éxito





Ejemplos de valorización de residuos

- Valorización de RAEE y UDV
- Pilotos de valorización de residuos
- Impresión 3D
- Valorización de material reciclado con fibras
- Sellos de Economía Circular del ICIPC



Fortalecimiento de la gestión ambiental de los residuos termoplásticos provenientes de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y de las unidades de desintegración vehicular (UDV), con potencial de creación de valor.





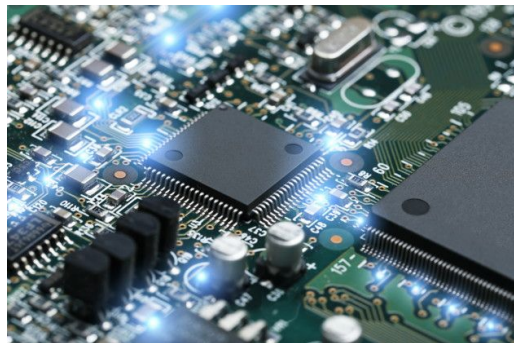
RAEE - UDV

Materiales con alto valor

Materiales de alto valor como:



Oro



Estaño

Plásticos

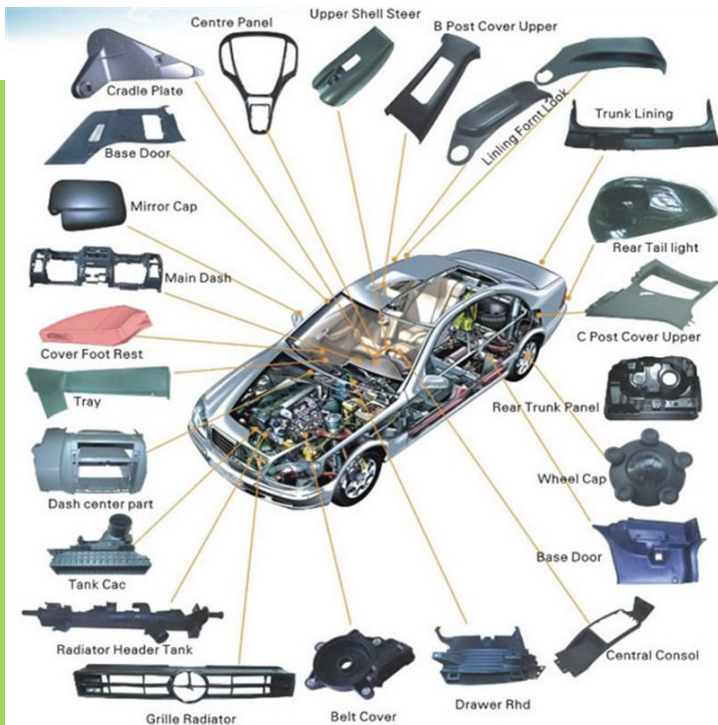
Plata

Paladio

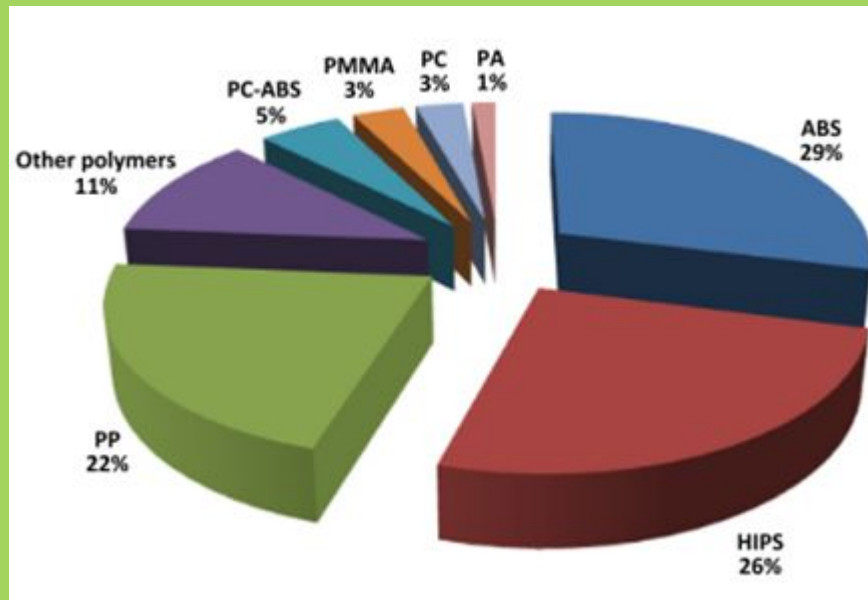


HIPS
3D Printing Filament
100% Recycled HIPS
Source: Refrigerator plastic





Plásticos en UDV's



Plásticos en RAEE



¿Cuales son los resultados del proyecto?

Diagnóstico de **4** gestores de la cadena de valor actual



2 capacitaciones en reciclaje y sostenibilidad

Desarrollo de piezas a partir de material RAEE en **6**



pilotos

En sectores de **hogar, juguetería** y **electrodomésticos**



Separación

¿Qué hace Polyguess?

Polyguess es una solución de identificación **rápida** de familias de materiales que ofrece la oportunidad de **fortalecer** la cadena de **reciclaje** del país



Aumentar el **conocimiento** de los recicladores y recolectores en la identificación de tipos de plásticos



“Aprovechamiento de residuos poliméricos para la elaboración de productos con alto valor agregado”

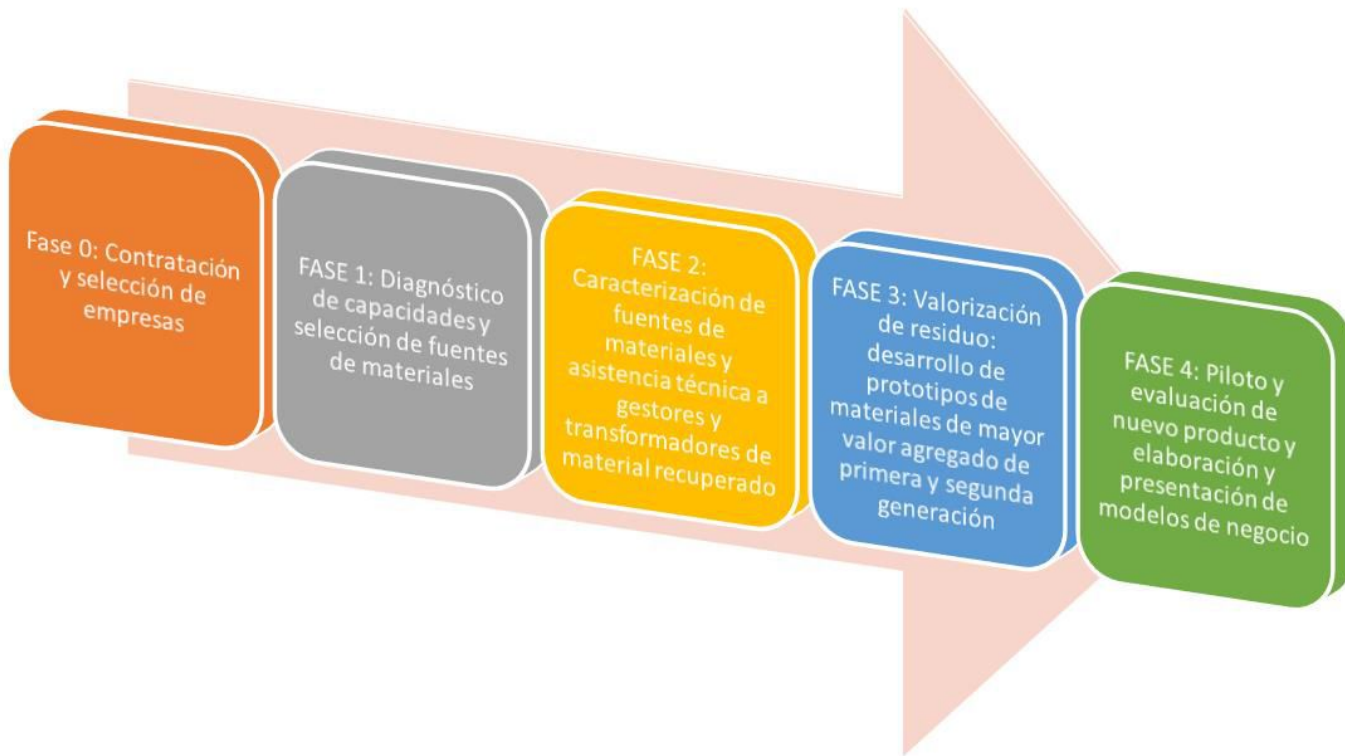


Empresas ancla





FASES DEL PROGRAMA



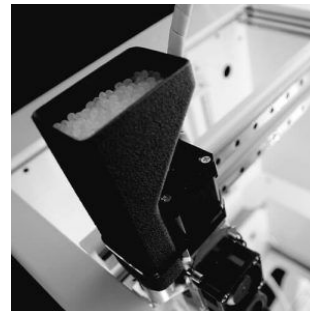
Valorización de residuos para impresión 3D



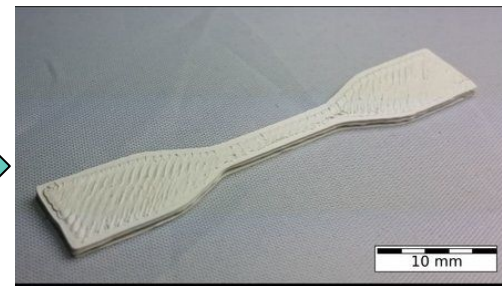
Residuo post-industrial



Procesamiento*



Impresión 3D



Propiedades mecánicas



Propiedades físicas



Propiedades mecánicas

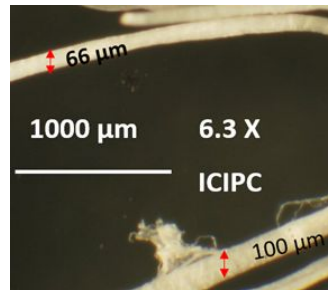
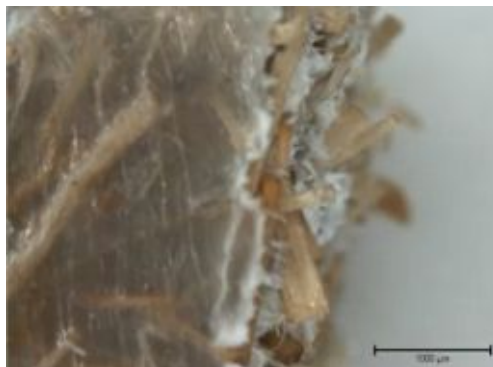


Procesabilidad
(ser imprimible)

*Aglutinado, extrusión, peletizado



Upcycling plastic waste reinforced by modified natural fique fibre





INSTITUTO DE
CAPACITACIÓN
E INVESTIGACIÓN
DEL PLÁSTICO Y
DEL CAUCHO

Acoplásticos

Plásticos · Química · Petroquímica · Cauchos · Pinturas · Tintas · Fibras



Sellos de Economía Circular

<https://icipc.org/loop/>

LOOP
ICIPC®





icipc.org/loop

¿A quién está dirigido?

1. Fabricantes de materias primas
2. Fabricantes de empaques
3. Marcas
4. Consumidores
5. Gestores de residuos

Sistema de Calificación

AAA: > 95 %

Alta capacidad de aprovechamiento

AA: 90-94 %

Muy buen aprovechamiento con algunas restricciones

A: 70-89 %

Aprovechable con restricciones

B: 50-69 %

Moderadamente aprovechable

C: <49 %

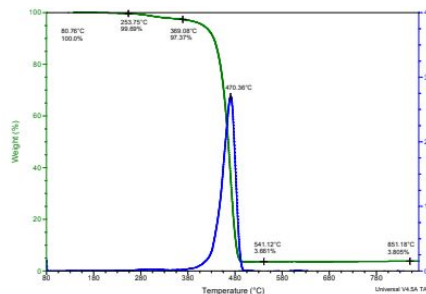
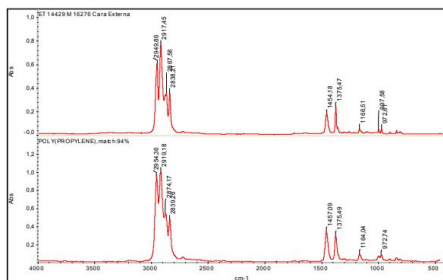
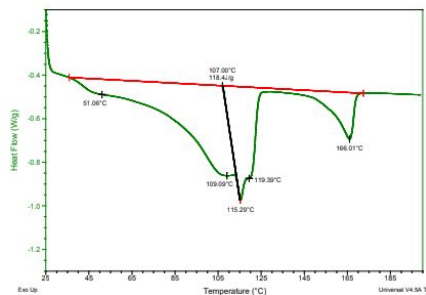
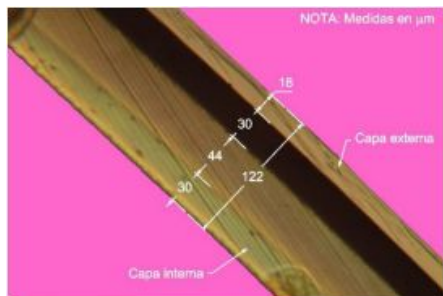
Mínimamente aprovechable



icipc.org/loop

Sello de ecodiseño

Ejemplos de algunas de las pruebas de laboratorio realizadas para la evaluación del sello



- Morfología
- infrarrojo
- DSC
- TGA
- Extrusión de lámina
- Densidad

Entre otras

Criterios para el sello de ecodiseño

1. Eficiencia uso de los materiales



2. Color



3. Adhesivos



5. Compatibilidad con el reciclaje

4. Tintas e impresión



6. Uso de resinas de barrera





icipc.org/loop

Se otorga a producto o familias de productos con características similares cuya evaluación caiga en el mismo rango de valor.

Se entrega informe con certificado, resultados y oportunidades de mejora para continuar avanzando en las metas de Ecodiseño.

Se evalúan 14 factores de ecodiseño y de potencial reciclabilidad.

El sello tiene una vigencia de 1 año

\$ 4'500.000 + IVA

Es un sello otorgado por una tercera parte, independiente y con conocimiento técnico.



icipc.org/loop

AAA: altamente aprovechable

- +99% Polímero (PET/PE/PP)
- Capacidad de reciclaje en
 - Botella a Botella
 - Fibras
 - Piezas industriales





icipc.org/loop

A: aprovechable con restricciones

- +96% PP/LDPE
- Capacidad de reciclaje en
 - Piezas Inyectadas



Conclusiones





Conclusiones

Es posible obtener materiales aprovechables con iguales o mejores propiedades que la resina virgen

El diseño para el reciclaje es fundamental como punto de partida hacia la sostenibilidad.

La valorización de residuos requiere de una cultura organizacional que involucre todas las áreas de la compañía, y una sensibilización al cliente

El trabajo colaborativo y las convergencias serán la única salida para el éxito de la salida al mercado de productos con material reciclado



Conclusiones

- El ecodiseño es fundamental como punto de partida hacia la sostenibilidad.
- El reciclaje y otras opciones para incorporar los residuos requieren tecnologías e inversiones.
- Articulación entre las redes de la industria química, los proveedores de materia prima, los dueños de marca, comerciantes y recicladores
- Valoración de Residuos
- Conocimiento de las políticas
- Cultura organizacional
- Inversión en tecnología
- Diseño para el reciclaje



INSTITUTO DE
CAPACITACIÓN
E INVESTIGACIÓN
DEL PLÁSTICO Y
DEL CAUCHO

¡Gracias!

Carrera 49 #5 Sur 190. Bloque 37
+574 3116478
Medellín, Colombia
icipc@icipc.org - <https://icipc.org>



@ICIPCmedellin



@ICIPC



@ICIPC_Medellin



@ICIPC