

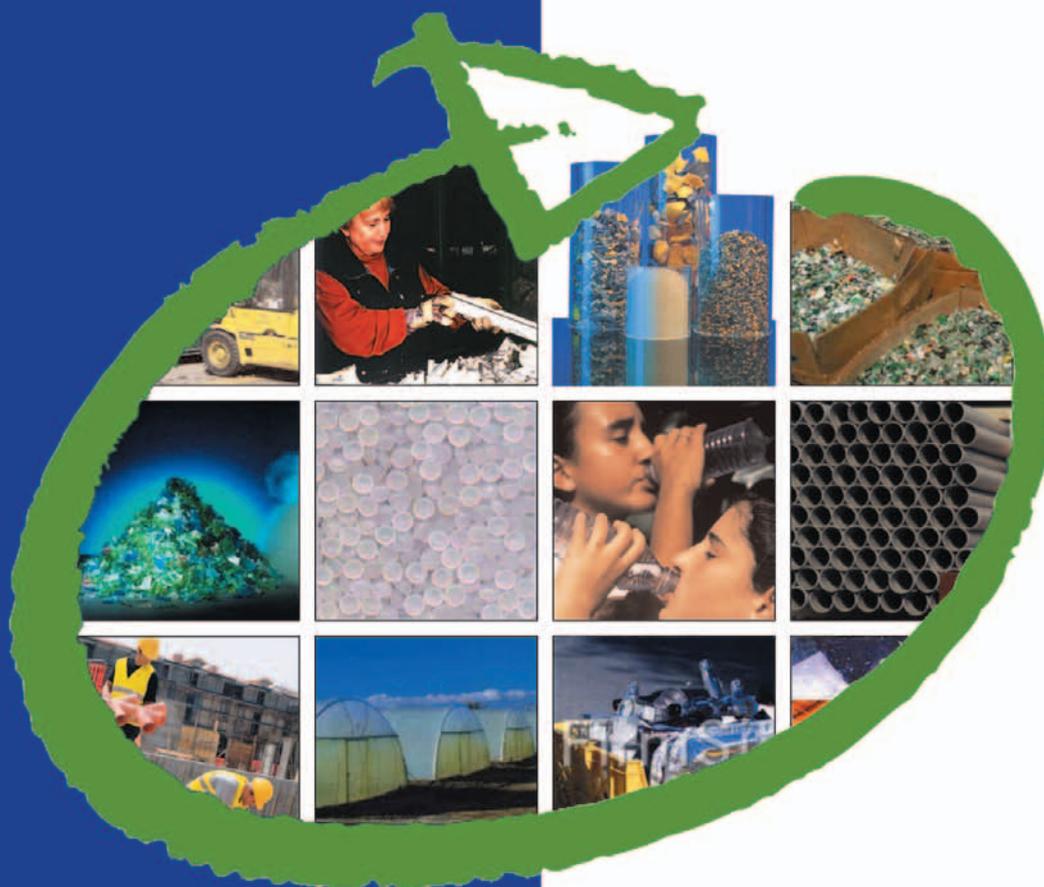
GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS

PARA EL RECICLAJE

DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS

UNA GUÍA POR Y PARA LAS AUTORIDADES

LOCALES Y REGIONALES





## PREÁMBULO

Puede que la Historia considere los plásticos como uno de los avances técnicos más importantes del Siglo XX. Los plásticos han abierto el camino para nuevas invenciones y han sustituido a otros materiales en productos ya existentes. Son ligeros, duraderos y versátiles, así como resistentes a la humedad, a los productos químicos y a la degradación. Y sin embargo, estas mismas propiedades también pueden constituir un desafío para los gestores de los residuos en las autoridades locales y regionales.

En el mundo entero se están introduciendo unas normas que exigen el reciclaje, alternativas a los vertederos de no controlados y unos niveles superiores de conservación de los recursos. Esto está siendo llevado a cabo a través del desarrollo de estrategias, locales, nacionales e internacionales, de nuevas normas que fijan objetivos, de instrumentos económicos e impuestos basados en el mercados, así como nuevas tecnologías para la recogida, la separación, el tratamiento y el reciclaje de los residuos plásticos.

Está claro que la utilización de los plásticos reduce la masa de los materiales requeridos en muchas aplicaciones y sectores. Sin embargo, cuanto más numerosos, especializados, tecnificados y diferenciados se hacen los materiales plásticos, tanto más difícil será su recuperación, en especial por medio del reciclaje de los materiales, que debe ser la primera de las opciones después de la reutilización y la prevención.

La Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (Association of Cities and Regions for Recycling, ACRR) ha sido creada con el objeto de proporcionar soporte a las Autoridades Locales y Regionales (A L/R). Desde luego, la presente Guía no tiene la pretensión de ser exhaustiva, pero confiamos en que proporcionará a los lectores ideas prácticas, experiencias y orientación para una gestión apropiada de los residuos plásticos.

Esta guía también es un ejercicio de coparticipación entre ACRR y las Federaciones Europeas de Industrias de los Plásticos.

**Jean-Pierre Hannequart**

Presidente de la Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje

## La Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje

La Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (ACRR) es una red internacional de Autoridades Locales y Regionales de Europa y de fuera Fundada en 1994, la asociación constituye un organismo a través del cual se puede facilitar el intercambio de informaciones y experiencias acerca de la gestión de los residuos municipales, en especial en las áreas de la prevención en origen, del reciclaje y de la recuperación.

Las actividades de ACRR se basan en tres principios clave:

- la gestión de residuos y recursos con vistas a un desarrollo sostenible
- la prevención y recuperación de residuos, en relación con la jerarquía de éstos
- el desarrollo de cooperación entre Autoridades Locales y Regionales, así como entre los sectores público y privado.



## SUMARIO

---

Capítulo 1	Objetivos de esta guía.....	p4
Capítulo 2	¿Porqué reciclar los plásticos?.....	p6
Capítulo 3	Plásticos y residuos plásticos .....	p22
Capítulo 4	Identificación y evaluación de los principales flujos de residuos plásticos para las Autoridades Locales y Regionales.....	p33
Capítulo 5	¿Cómo pueden las Autoridades Locales y Regionales mejorar la recogida de los residuos plásticos?.....	p48
Capítulo 6	¿Cómo pueden las Autoridades Locales/Regionales mejorar la separación de materiales y las demás actividades asociadas?.....	p58
Capítulo 7	¿Cómo mejorar y promover el desarrollo de la oferta y de la demanda de plásticos reciclados?.....	p65
Capítulo 8	Costes y herramientas de promoción del reciclaje de los plásticos.....	p72

## ANEXOS

---

Anexo 1	Estudio de análisis de ciclo de vida (ACV) sobre el reciclaje de los plásticos.....	p85
Anexo 2	Termoplásticos: identificación de los polímeros y de sus aplicaciones.....	p89
Anexo 3	Stocks de residuos a nivel nacional, regional y local.....	p93
Anexo 4	Un ejemplo de sistema de gestión de residuos plásticos basado en la responsabilidad de los productores: Plastretur (Noruega).....	p99



## CAPÍTULO 1

### Objetivos de la guía

La presente guía ha sido preparada por miembros de ACRR con la ayuda de las Federaciones Europeas de Industrias de los Plásticos. La misma refleja el creciente interés entre las Autoridades locales y regionales (A L/R) por lo que respecta a la gestión de los residuos plásticos.

Las A L/R son las responsables de algunas de las siguientes actividades:

- planificación de las estrategias de gestión de los residuos
- aplicación de los planes de gestión de los residuos (incluyendo la recogida y/o la eliminación)
- supervisión de la eficacia de dichos planes y estrategias
- cumplimiento de diversos objetivos con respecto a la desviación de vertederos y/o la recuperación de recursos

El aumento de la proporción de plásticos en los residuos sólidos urbanos (RSU) como resultado del incremento en el consumo, ha sido el foco de un creciente interés desde principios de la década de 1990 y muchos A L/R están en la actualidad familiarizadas con la necesidad de poner en práctica sistemas apropiados para la recogida y la gestión.

Sin embargo, existen residuos plásticos en otros flujos de residuos y las A L/R están dirigiendo su atención a la recuperación de materiales procedentes de dichos flujos por diversas razones:

- el rendimiento y el ventajoso precio de los plásticos están siendo reconocidos cada vez más por los diseñadores de productos y están pasando a ser el material de elección para muchos productos nuevos; la demanda potencial de reciclados de plástico va, por lo tanto, en aumento
- los productos de larga duración (por ejemplo, los equipamientos eléctricos o los marcos de ventana de las casas), que fueron vendidos hace varias décadas, están alcanzando ahora el fin de su vida útil; volúmenes crecientes de plásticos procedentes de estas fuentes están empezando a añadirse al flujo de los residuos
- el deseo de reducir la necesidad de instalaciones adicionales para la eliminación de los residuos, instalaciones que requieren unas inversiones importantes y que pueden generar una oposición pública importante.

Teniendo en cuenta estos aspectos, las Autoridades Locales y Regionales hacen bien en interesarse más en la recuperación de los residuos plásticos procedentes de otras fuentes que no sean las de origen doméstico, tales como las obras de construcción y de demolición, las granjas y el sector de la venta al por menor.

En la presente guía se busca reunir la información procedente de muchas fuentes para ayudar a las A L/R a identificar los aspectos prácticos asociados a la recogida y al procesado de los residuos plásticos, al tiempo que se identifican también los enfoques que son necesarios para la gestión y la explotación de dichos residuos en las maneras que mejor se adapten a sus características individuales.

Este informe no aspira a ser una guía estratégica para el desarrollo de una política de gestión de los



residuos plásticos, dado que esto depende de una diversidad de factores locales entre los que se incluyen:

- a disponibilidad de residuos (cantidad y calidad)
- el entusiasmo de los organismos
- la concienciación y la participación de los ciudadanos
- disponibilidad de instalaciones para la separación y el reciclaje, así como la existencia de mercados para los productos reciclados
- las obligaciones legales

Los organismos públicos han adoptado muchos enfoques para la recogida y el tratamiento de los residuos plásticos y sería de poco interés – quizás incluso poco deseable – intentar desarrollar una estrategia universal para todas las A L/R.

El objetivo de esta guía es ofrecer a las A L/R una visión clara de los aspectos sociopolíticos, medioambientales, económicos y técnicos de la gestión de los residuos plásticos, haciendo referencia a ejemplos prácticos y estudios de casos típicos. En la presente Guía:

- se explicarán las dimensiones medioambientales, económicas y sociales de la recogida, la separación y la recuperación de los residuos plásticos
- se ayudará a conseguir una mejora en el rendimiento del reciclaje de los residuos plásticos en aquellas A L/R en los que ya existan sistemas para ello
- se estimulará el desarrollo de un compromiso más amplio de las A L/R con la recuperación y el reciclaje de los plásticos

Un informe independiente, encargado por la Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa (Association of Plastics Manufacturers in Europe, APME), ha investigado la viabilidad del reciclaje mecánico de los plásticos procedentes de diversos flujos de residuos y ha identificado un cierto número de sistemas de reciclaje de residuos plásticos económica y ambientalmente viables. Sobre la base de dicho estudio, la presente guía no se ocupa de todos los flujos de residuos plásticos, sino tan sólo de aquellos que se consideran como los más importantes para las A L/R. Se incluyen en ellos:

- los plásticos en general procedentes de las basuras municipales
- los residuos plásticos procedentes de los sectores de la distribución y de la venta al por menor en pequeña escala
- los residuos plásticos procedentes de pequeñas industrias y negocios
- los residuos plásticos procedentes de los sectores de la construcción y la demolición (C y D)
- los residuos plásticos procedentes del sector agrícola

La presente Guía se estructura en tres bloques. En el primer elemento se facilita una descripción general de la gestión de los residuos plásticos en Europa. En el segundo se desarrolla una información más específica centrada sobre flujos y técnicas específicos. En el tercero se proporcionan ilustraciones a través de descripciones de experiencias locales.



## CAPÍTULO 2

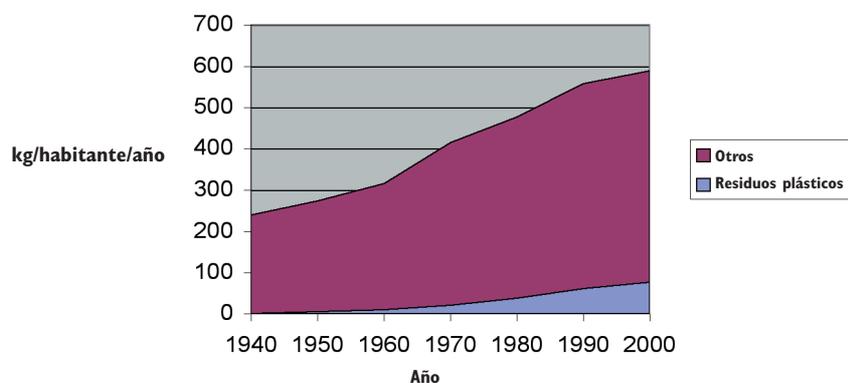
### ¿Por qué reciclar los plásticos?

Desde la década de los 70, el consumo de plásticos ha crecido de una forma espectacular y, por consiguiente, también lo ha hecho la generación de residuos plásticos. En correspondencia con este crecimiento y como un reflejo de los cambios en la producción y en el consumo, la composición del cubo de la basura se ha modificado también, habiendo disminuido la proporción de materia orgánica mientras que se ha incrementado la de los materiales plásticos.

#### CRECIMIENTO DE LA APARICIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Entre 1991 y 2002, el consumo de plásticos per capita se incrementó en Europa Occidental desde los 64 hasta los 95 kg/habitante/año, un crecimiento medio del 3 por ciento por año (pa). Resulta ilustrativo el ejemplo de la evolución de los residuos municipales de París. En de 40, el ciudadano de París originaba 240 kg anuales de Residuos sólidos urbanos (RSU). Éstos casi no contenían plásticos, que empezaron a aparecer en la década de 1950. Para 1970, la generación de residuos había aumentado (hasta los 415 kg por habitante y por año) y los plásticos constituían casi el 5 por ciento del cubo de la basura medio. En 1980, la proporción había ascendido hasta el 8 por ciento (de 477 kg). En 1990, el 11 por ciento (de 558 kg) de los residuos estaba formado por plásticos y en el año 2000 la cifra había alcanzado el 13 por ciento (de 588 kg).

Figura 1 : Evolución de los plásticos en el cubo de la basura parisina



En los EE. UU.<sup>1</sup>, la evolución de los residuos plásticos es similar. En 1960, los residuos plásticos no formaban parte de los RSU, mientras que en la actualidad representan el 9,9 por ciento. Durante este mismo período, la generación total de RSU creció desde 88 millones de toneladas por año (Mtpa) - 491 kg/habitante/año, hasta 217 Mtpa (775 kg/habitante/año), mientras el componente de plásticos se incrementaba desde 0,4 Mtpa (2,2 kg/habitante/año) a 21 Mtpa (76 kg/habitante/año). En 40 años, el peso total de los residuos plásticos se multiplicó por 55 y la generación de residuos plásticos per cápita se multiplicó por 35.

En 2002, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estimó que los residuos plásticos representan el 8 por ciento de la masa - pero el 20 por ciento del volumen - de los RSU de Europa Occidental.



Los plásticos están pasando a ser cada vez más el material de elección para los diseñadores de productos. Puede observarse una indicación de esta tendencia en el aumento de la utilización de los plásticos en productos tales como los coches y los frigoríficos a lo largo de los últimos 20 años (véase la Tabla 1 para los datos acerca de los frigoríficos).

Tabla 1: Composición de los frigoríficos (kg y porcentaje) a lo largo del tiempo (con años estimados para eventuales residuos)										
Material		1972 (1991)			1980 (1999)			1988 (2007)		
		kg	kg	%	kg	kg	%	kg	kg	%
Acero	NO PLÁST.	147.6			138.3			129.0		
Compresor		30.3			28.2			26.0		
Aluminio		7.9	192,1	84,2	10.4	184,5	81,6	13.0	177,0	79,0
Cobre		0.6			0.8			1.0		
Varios		5.7			6.8			8.0		
ABS	PLÁST.	3.6			13.5			23.3		
PS		2.4			1.2			0.0		
HIPS		8.0	35,9	15,8	6.9	41,5	18,4	5.7	47,0	21,0
Fibra de vidrio		17.9			8.9			0.0		
Espuma de PU		4.0			11.0			18.0		
Total		228.0	228.0	100	226.0	226.0	100	224.0	224.0	100

Fuente = Consejo Americano de los Plásticos (American Plastics Council)  
([http://www.plasticsresource.com/reading\\_room/reports/r\\_recycled\\_fridge.html](http://www.plasticsresource.com/reading_room/reports/r_recycled_fridge.html))

Ante la creciente generación de residuos y el incremento de la contribución de los plásticos a diversos flujos de residuos, las A L/R han de enfrentarse a numerosos aspectos medioambientales, económicos y sociales, no sólo relacionados con la gestión de los residuos plásticos, sino también con los residuos sólidos en general. Dichos aspectos incluyen:

- la saturación de las instalaciones tradicionales para la eliminación de los residuos – vertederos e incineradores
- la demanda pública de servicios de recogida selectiva de los materiales
- la contaminación visual y los efectos sobre el turismo
- las obligaciones legales de cumplimiento de objetivos legislativos (p. ej. para la recuperación, el reciclaje y la desviación de vertederos).

### Saturación de las Instalaciones Tradicionales de Eliminación de Residuos

#### Vertederos



El establecimiento de un nuevo emplazamiento destinado a vertedero constituye un reto importante para cualquier A L/R. Un informe para la Oficina del Gabinete del Gobierno del R.U.<sup>2</sup> hacía observar que:

“Las reacciones negativas ante los vertederos son evidentes incluso sin un conocimiento

2- “Actitudes del Público Hacia el Reciclado y el Tratamiento de los Residuos – Revisión Cuantitativa y Cualitativa”. Estudio de investigación para la Unidad Estratégica, Oficina del Gabinete – Septiembre de 2002.



detallado, debido a la reacción negativa instintiva a la idea de enterrar cosas en el suelo. La imagen de los plásticos en particular aparece como una poderosa imagen simbólica de vertedero en la conciencia pública".

En un entorno como este, resulta comprensible que las A L/R deseen prolongar el período de utilización de los vertederos existentes cuando la misma se encuentra relacionada entre las actividades del sector público, pero que busquen reducir al mínimo los costes de la eliminación de los residuos cuando se utiliza empresas del sector privado.

Los factores restrictivos en la utilización de los vertederos para los plásticos (aparte de los aspectos referentes a la longevidad) tienen que ver con el volumen que ocupan los plásticos en relación con su peso. Se estima que las botellas de plástico ocupan el doble de espacio en el vertedero que los residuos mezclados.

La presión legislativa aplicada a las prácticas de vertido y los incentivos económicos para desviar los residuos de los vertederos tratan de ayudar a la gestión de la capacidad de vertederos existentes y futuros. Sin embargo, es necesaria una estrategia eficaz de reciclaje y de recuperación de los residuos para alcanzar estos objetivos.



#### Incineradores

Los plásticos son los contribuyentes más importantes al contenido de energía – poder calorífico – de los RSU. La mayor parte de los residuos plásticos tienen un elevado poder calorífico (PC) – de alrededor de 40 MJ/kg – similar al del petróleo (ver Tabla 2).

Tabla 2: Poderes caloríficos típicos	
Polímeros, Combustibles y Residuos plásticos mezclado	Poder Calorífico Neto (Mj/kg)
HDPE/ LDPE/ PP	45
Petróleo	40
Carbón	25
PVC (amplias diferencias entre el PVC rígido y el flexible)	22
Envases alimentarios mezclados	45
Envases no alimentarios mezclados	37

Sin embargo, los incineradores de residuos sólidos urbanos (RSU) tienen dos restricciones operativas: el flujo de los materiales y el PC de los residuos. Con el crecimiento de la fracción de residuos plásticos, los incineradores alcanzan más rápidamente sus límites de PC y a veces los operadores tienen que diluir los residuos con materiales de un contenido energético inferior. Las A L/R con incineradores se enfrentan a una alternativa: o bien limitar la fracción de alto poder calorífico que va al incinerador (a través de programas de recogida selectiva y de reciclaje) o bien construir un nuevo incinerador. La construcción de un nuevo incinerador provocará por regla general la misma reacción "Nemb" (no en mi barrio) que la propuesta de instalar un nuevo vertedero



Un estudio<sup>3</sup> del año 2002 para la Oficina del Gabinete del R. U. estimaba que la aceptación de un nuevo incinerador

“se encuentra condicionada por diversas exigencias, incluyendo:

- que forme parte de una estrategia dirigida al reciclaje en la que todo lo que pueda ser reciclado haya sido reciclado
- que determinados materiales sean separados de los demás y no sean incinerados directamente (por ejemplo, los plásticos)”.

### EN BRUSELAS, UN PROGRAMA DE RECICLAJE ACTIVO ELIMINÓ LA NECESIDAD DE UN INCINERADOR ADICIONAL

En Bruselas, a principios de los 90, los tres hornos de la planta de incineración de residuos estaban trabajando a plena capacidad. Se planteó un debate técnico-político: ¿Debería Bruselas construir una nueva línea para su incineradora o debería avanzarse en el sentido de estrategias alternativas?

Se tomó la decisión de iniciar la recogida selectiva del papel, el cartón y los residuos de envases domésticos (botellas de plástico, botes metálicos y envases de cartón para bebidas). En 1993, se dio inicio en Bruselas a la primera recogida selectiva mediante contenedores urbanos para una cuarta parte de la población, invitando a los residentes a que separaran sus basuras en tres partes:

- el papel y el cartón en una bolsa amarilla
- los envases de bebidas y otros recipientes no peligrosos en una bolsa azul
- la fracción restante (para incineración) en una bolsa gris

Los materiales separados eran recogidos una vez a la semana. En 1998 se amplió la recogida selectiva a toda la población de Bruselas. Al principio, la participación del público era baja (alrededor del 60 por ciento), pero las mejoras técnicas y mejores programa de comunicación han aumentado las tasas de participación hasta el 75 por ciento en la actualidad.

### La demanda del público para una recogida selectiva

La recuperación de materiales para el reciclaje a través de la recogida selectiva tiene muchas ventajas y es con frecuencia una respuesta constructiva a las demandas del público. De hecho, la introducción de un servicio de recogida selectiva es por lo general bien recibida por la población.

En un estudio para la Oficina del Gabinete del R. U.<sup>4</sup> se mencionaba que:

“el público percibe una fuerte asociación entre el reciclaje y el medio ambiente, y considera que es una de las pocas actividades en las que la gente puede hacer la diferencia... La demanda de contenedores en la calle para llevar a cabo una recogida selectiva es elevada; tres de cada cuatro personas manifiestan que reciclarían más si dispusieran de ello”.

Sin embargo, la población no llega muchas veces a entender por qué determinados residuos son recogidos de forma selectiva y otros no lo son. En el caso de los residuos plásticos, las instrucciones de separación que se dan a los hogares – por razonables motivos de eco-eficiencia – limitan la cantidad de plásticos recogida en un grado mayor que en el caso del papel o el vidrio.

3- Actitudes del Público Hacia el Reciclado y el Tratamiento de los Residuos – Revisión Cuantitativa y Cualitativa”. Estudio de investigación para la Unidad Estratégica, Oficina del Gabinete – Septiembre de 2002.

4- Ibid



Además, en muchos países, el familiar símbolo del Punto Verde se pone en prácticamente en todos los envases, lo cual puede llevar a la gente a inferir de manera errónea que todos los envases serán reciclados o que son reciclables (o incluso que los mismos están fabricados a partir de materiales reciclados). Las A L/R sienten cada vez mayor entusiasmo por el reciclaje mediante la recogida selectiva en contenedores urbanos. Por ejemplo, en el plan de residuos más reciente de los municipios de Cambridgeshire<sup>5</sup> y Peterborough del R. U. se menciona que:



“la presión del público para que se reciclen los envases plásticos es considerable”.

### La contaminación visual y los efectos sobre el turismo

A nadie le gusta ver paisajes contaminados con residuos. En los emplazamientos turísticos, el abandono incontrolado de basuras, incluyendo los plásticos, constituye no sólo un problema de higiene pública sino también un problema de imagen que puede tener unas repercusiones económicas negativas.

Resulta evidente que buena parte de los desperdicios son visibles en las poblaciones, en el campo y en especial junto a los ríos, los lagos o el mar. En 1998, se recogieron en Irlanda 81.000 toneladas de basuras del barrido de las calles. Un estudio (citado en Fehily, Timoney and Co. para el Estudio sobre Bolsas de Plástico de DOELG Consultancy, 1999) estimaba que el 15 por ciento de todos los desperdicios de Irlanda era plástico.

En otro estudio en el R. U. (Sociedad para la Conservación Marina Beachwatch 99: informe de limpieza de las playas e inspección a nivel nacional, 2000) acerca de las basuras en las costas y playas, se halló que más del 60 por ciento de todos los desperdicios era plástico. Se encontraron más de 1000 artículos de plástico por Km. de playa inspeccionada, un total de 108.300 artículos de plástico. El impacto del abandono de desperdicios sobre los servicios e instalaciones locales puede ser aminorado por las A L/R a través de una política general anti-desperdicios o incluso de una política específica de gestión de los residuos plásticos.

#### ANCONA

En la provincia italiana de Ancona, el turismo constituye una importante actividad económica. Las autoridades de la provincia consideraron necesario adoptar medidas contra la contaminación visual debido al abandono incontrolado de plásticos y de otros residuos.

Con el fin de reducir la escalada de este problema, la Provincia incorporó en su plan de residuos el objetivo de recoger de forma selectiva 3.200 toneladas de envases plásticos para el año 2004, una cantidad significativamente mayor que las 1.435 toneladas recogidas durante 2001.

Para alcanzar este objetivo, la Provincia de Ancona estableció entre otras cosas:

- un acuerdo con CO.RE.PLA.<sup>6</sup>, la asociación italiana para la recogida y el reciclaje de envases plásticos
- dos premios para promover la recogida y el reciclaje de los plásticos

5- "Reciclaje Sostenible y Gestión de los Residuos para el Siglo XXI"

6- CO.RE.PLA. : Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio e il Recupero dei Rifiuti di Imballaggio in Plastica (Consorzio Nacional para la Recogida, el Reciclaje y la Recuperación de los Residuos de Envases plásticos)



### **CORSEGA**

En Septiembre de 2002, la Comunidad Territorial de Córcega (CTC) empezó a considerar la prohibición de las bolsas de plástico para la compra. Cada año se utilizan en la isla cincuenta millones de bolsas de esta clase y la CTC ha considerado que las mismas son una molestia medioambiental – tanto si son incineradas como si son depositadas en vertederos – y que constituyen un peligro físico para la fauna marina cuando son lanzadas al mar. Estos aspectos negativos (reales y percibidos) resultan de muy poca ayuda para una isla en la que el turismo es un sector vital de su economía.

En Irlanda se utilizaban 1.200 millones de bolsas de plástico cada año, una media anual de más de 300 bolsas por habitante. La opinión era que dichas bolsas originaban un impacto visual y que obstruían las cloacas. Desde 2002, se impuso una tasa de 0,15€ con el objeto de promover el uso de bolsas de la compra reutilizables.

Al cabo de tres meses, el uso de bolsas de la compra desechables de material plástico había bajado en más del 90 por ciento y generado unos ingresos de 3,5 millones de €.

La evidencia sugiere que el uso de otros tipos de bolsas de plástico se incrementó de una forma significativa, ya que las amas de casa compran bolsas para destinarlas a los fines que antes cumplían las bolsas gratuitas de los supermercados.

Por lo tanto, aún cuando no se puede necesariamente reivindicar que el consumo de plásticos haya descendido por causa de este instrumento económico, es probable que se haya reducido el hecho de tirarlas.

### **Obligaciones legales**

Un marco legal bien establecido que regule muchos aspectos de la gestión de los residuos y de la protección del medio ambiente proporciona una fuerza impulsora poderosa para la utilización de los recursos de una forma más sostenible y para el incremento del reciclaje. La Directiva de la Unión Europea acerca del Envasado y los Residuos de Envases (94/62/EC) es un ejemplo pertinente de este efecto (véase más adelante). Como resultado de la misma, todos los estados miembros de la UE tienen sistemas nacionales para la recogida, el reciclaje y la recuperación de los residuos de envases.

Sin embargo, los enfoques adoptados para llevar a la práctica estas políticas paneuropeas de la Unión no son los mismos en cada país. Existen algunos casos, tales como el de los Países Bajos, en los que la cultura favorece los acuerdos voluntarios (aún cuando los mismos necesitan también estar apoyados por instrumentos legales); en estos países, es menos importante confiar en los instrumentos legales por sí solos para alcanzar unas tasas elevadas de reciclaje. En contraste con ello, países como Alemania han elegido adoptar unas políticas de orden y control que introducen objetivos obligatorios para asegurar que se cumplan las obligaciones nacionales y europeas.

Con el fin de reducir los impactos medioambientales de los crecientes flujos de residuos, la legislación europea ha introducido un cierto número de obligaciones sobre determinados productos residuales, las cuales deben ser respetadas por todos los estados miembros. Las Directivas que incorporan aspectos relacionados con los residuos plásticos incluyen:

- La Directiva sobre Envases y los Residuos de Envases (94/62/EC)



- La Directiva sobre Vehículos Fuera de Uso (2000/53/EC)
- La Directiva sobre los Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (2002/96/EC)
- La Directiva sobre Vertederos (99/31/EC)

#### Directiva sobre Envases (94/62/EC)

A nivel europeo, la única referencia explícita referente al reciclaje de los residuos plásticos es la Directiva del Consejo 94/62/EC (15 de Diciembre de 1994) sobre envases y los residuos de envases (Diario Oficial L 365, 31.12.1994). Esta Directiva trata, entre otras cosas, de los residuos plásticos de los envasados y obliga a los Estados Miembros a recuperar del 50 al 60 por ciento y a reciclar del 25 al 45 por ciento de todos los envases vendidos.

Debe alcanzarse una tasa de reciclaje mínima del 15 por ciento en peso para cada material de envasado. La fecha límite para conseguir dichos objetivos era el 30/06/2001, excepto en el caso de Irlanda, Portugal y Grecia para los que la fecha límite es el 31/12/2006.

La Directiva está siendo actualmente revisada y los objetivos de reciclaje serán modificados, siendo probable que la tasa de reciclaje obligatoria para los plásticos sea fijada en el 22,5 por ciento en peso, con efectividad a partir del 31/12/2008.

#### Directiva 2000/53/CE sobre Vehículos Fuera de Uso (VFU)

Esta Directiva no se refiere directamente a una obligación de reciclaje de plásticos. Sin embargo, la Directiva define un objetivo global de reciclaje y reutilización del 80 por ciento para 2006 y del 95 por ciento para 2015. Se estima que un coche tipo fabricado en 1989 contiene alrededor de 70 kg de materiales plásticos, mientras que un coche fabricado en 2000 contiene alrededor de los 106 kg<sup>7</sup>.

A largo plazo, la Directiva sobre VFU exigirá el reciclaje de una fracción creciente de los plásticos contenidos en los vehículos.

Será importante identificar aquellos componentes que pueden ser reciclados de una forma eco-eficiente o, por el contrario, recuperados como una fuente de combustible.

#### Directiva de Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (2002/96/EC)

La Directiva sobre los residuos de equipos eléctricos y electrónicos (REEE) obligará a los distribuidores a asegurar que dichos residuos puedan ser devueltos cuando menos sin cargo. Diez categorías de REEE son definidas por medio de este instrumento, con unas tasas obligatorias de reutilización y reciclaje que varían entre el 50 y 75 por ciento en peso, así como unas tasas de recuperación que van del 70 al 80 por ciento.

Esta Directiva conducirá a la necesidad de reciclar por lo menos algunas partes del plástico procedente de los REEE.

#### Directiva sobre los Vertederos

La Directiva de vertederos de la UE no está dirigida a los plásticos, si bien establece objetivos para la diversión de residuos municipales biodegradables. Debido al incremento de los costes de la eliminación final tradicional, el reciclaje en general se irá haciendo cada vez más atractivo desde el punto de vista económico.



## Aspectos que afectan al reciclaje de los residuos plásticos

### La amplia variedad de los diferentes tipos de plásticos

La diversidad de diferentes polímeros debe ser tenida en cuenta como un elemento importante en la planificación de las actividades de recogida, separación y reprocesado de los residuos. Un tipo de plástico en particular puede presentar muchos aspectos y características diferentes. Por ejemplo, el PVC puede ser duro (marcos de ventana, tubos) o blando (aislamiento de conductores eléctricos o recubrimientos de suelos). El poliestireno (PS) puede ser transparente (estuches de CD) u opaco (tazas de café), y también puede expandirse (EPS) para ser utilizado como aislamiento térmico o como envase resistente al choque.

Para ser reciclados mecánicamente en productos valiosos y optimizar la eficiencia del reciclaje, los materiales recogidos deben ser tan homogéneos o puros como sea posible. La mejor manera de conseguir este objetivo es la de aplicar una recogida selectiva, así como eliminar las resinas no adecuadas en la planta de separación.

### Recogida, Separación y Contaminación

Resulta difícil obtener flujos homogéneos de los residuos plásticos domésticos a causa de la diversidad de productos y de tipos de polímeros utilizados. A pesar de la presencia de marcas de identificación sobre los envases plásticos, la separación manual completa es difícil de conseguir debido a la velocidad de las líneas de separación y de la variedad de los materiales.



El obstáculo principal es la presencia de plásticos delgados y de poco peso contaminados con restos de alimentos. En el caso de estos artículos, la energía y los recursos que se requieren para la limpieza y el reciclaje pueden no estar justificados en términos económicos o medioambientales. Este es el motivo por el que prácticamente todos los planes de recogida selectiva para las basuras domésticas se centren en las botellas de plástico; éstas constituyen una proporción significativa en peso de los residuos domésticos de envases plásticos, principalmente de tereftalato de polietileno (PET) o de polietileno de alta densidad (HDPE). Además, son relativamente fáciles de identificar y de separar por métodos automáticos, basados muchas veces en la detección por infrarrojos.

Por el contrario, en el caso de los residuos plásticos industriales o comerciales, existe una mayor constancia de suministro y resulta más fácil recoger un flujo limpio y homogéneo.

### La calidad de la fracción clasificada

La gran variedad de los residuos plásticos y las dificultades para la separación y la limpieza, pueden hacer que el proceso produzca materiales de baja calidad y una elevada tasa de rechazos en la planta de separación. Esto tiene un impacto negativo sobre los costes de la gestión de los residuos, debido al trabajo adicional que se requiere para una fracción cuyos costes de eliminación son elevados.

Sin embargo, existen destinos alternativos para esa fracción de plásticos mezclados: la producción de aglomerados de plástico o de baldosas compuestas (plástico/madera). Sin embargo, es necesario evaluar el impacto medioambiental general de tales sustitutos de la madera o del hormigón. Por ejemplo, un análisis de ciclo de vida (ACV)<sup>8</sup> que se menciona en el Anexo 1 sugiere que este tipo de producto puede carecer de ventajas medioambientales reales.

En cualquier caso, es esencial encontrar un mercado para las nuevas aplicaciones, las cuales tienen

8- "Comparación del reciclaje de residuos plásticos a materia prima con los métodos de reciclaje mecánicos" – Dr. A. Tukker – TNO – 2002.



que demostrar sus ventajas económicas y tecnológicas en comparación con los materiales tradicionales. ¡El mercado de los bancos para parques es finito! El reciclaje a materia prima constituye una opción para la fracción de los plásticos mezclados.

#### Productos Compuestos

La presencia de productos compuestos complica el reciclaje. Estos artículos están hechos de mezclas de diferentes materiales (plástico/metal, plástico/madera, plástico/plástico, etc.). Mientras que a veces ofrecen ventajas de uso (en términos de eficiencia funcional y de recursos), estos productos más complejos no pueden ser reciclados con facilidad haciendo uso de las técnicas convencionales a causa de las dificultades para separar los diferentes componentes. Sin embargo, el reciclaje a materia prima y las tecnologías más recientes tales como la de Vinyloop (para el PVC) resultan muy adecuados para esta clase de residuos.

#### La necesidad de una masa crítica

La variedad de tipos de polímeros complica la venta de los residuos plásticos clasificados obtenidos a partir de unos tipos de plástico menos o poco utilizados. Se pueden incluir en esta categoría todas las resinas marcadas con el número de código internacional 7 (otros). Los responsables de estos residuos deben encontrar los compradores adecuados, con la capacidad técnica necesaria para transformar el material clasificado. Puede resultar complicado encontrar una salida para pequeñas cantidades de un tipo de plástico de poco volumen, por lo general mezclado,

#### El escaso conocimiento de las posibilidades de reciclaje de plásticos a nivel local

Las A L/R no siempre están bien informadas sobre el potencial para el reciclaje de los plásticos o de la demanda de plástico reciclado a un nivel regional o local. Pueden no tener unos datos precisos acerca de su generación de residuos plásticos, de qué plásticos pueden ser reciclados, de la gama de métodos de recogida y de los sistemas de separación disponibles, de los requerimientos de calidad de los re-procesadores, de dónde se encuentran los mercados para los materiales clasificados, o de los precios de los mismos.

Las respuestas a muchas de estas cuestiones pueden obtenerse estableciendo un diálogo con los organismos medioambientales europeos y nacionales, con la industria y con otros O L/R. El establecimiento de políticas a nivel europeo y nacional puede dictar futuras especificaciones y requerimientos para los productos. Es necesario el diálogo para identificar los futuros desarrollos de las políticas. Esto puede incluir áreas tales como la promoción del 'eco-diseño' de los productos, que anima a aquellos que desarrollan los productos a comercializar productos de más fácil desmontaje y separación con vistas a su reciclaje. A nivel local, las relaciones con la industria son esenciales si las Autoridades Locales han de mantenerse al corriente de las prácticas vigentes en cada momento. La industria también debería tener conocimiento de las tecnologías y prácticas innovadoras en la recogida, la separación o el procesado y podría aportar su ayuda en materia de educación y a formación del personal.

Las A L/R pueden trabajar de manera conjunta para la exploración de problemas prácticos referentes a la recogida y la separación. La ACRR tiene mucho interés en promover estas relaciones y en facilitar oportunidades para que las A L/R se reúnan y discutan asuntos de interés mutuo.



### El reciclaje de los plásticos y el desarrollo sostenible

El reciclaje de los residuos plásticos puede constituir una contribución positiva a una política de desarrollo sostenible, integrando aspectos medioambientales, económicos y sociales dentro de un marco de instrumentos legislativos eficaces.

Los continuos avances en las tecnologías de separación y de procesado están aumentando la accesibilidad a residuos considerados anteriormente como no adecuados para el reciclaje. Gamas más amplias de materiales están siendo ahora aceptadas para su reciclaje, al tiempo que el desarrollo en los sistemas de recogida y separación continúan mejorando la calidad de los productos reciclados que se obtienen. Esto se apoya en la I+D de nuevos mercados para los plásticos secundarios, cosa que es esencial si el reciclaje de los plásticos ha de ser sostenible. La investigación en nuevas prácticas y en las ya existentes ampliará las oportunidades para los materiales secundarios; lo que en la actualidad no es aún técnica o económicamente viable puede llegar a serlo en el futuro.

Las A L/R deberán mirar hacia las necesidades de materiales del presente, utilizando las mejores tecnologías y prácticas disponibles para satisfacer las demandas del mercado, al tiempo que toman en consideración los impactos que los futuros requerimientos tecnológicos y de calidad de los materiales tendrán sobre las prácticas actuales.



Tabla 3: Oekobilanz – resumen de los escenarios de gestión de los residuos			
Código	Escenario	Recogida	Reciclaje / eliminación
1. GP	Punto verde	Recogida de envases ligeros con un sistema en el borde de la acera al alcance de todas las casas; residuos restantes en contenedores grises	Separación automática de la fracción de envases ligeros por materiales (principio SORTEC) con el subsiguiente reprocesado de todos los materiales. Modelo 1 para plásticos: 40% de reciclaje a materia prima (alto horno) y 60% de reciclaje mecánico
2. GP	Punto verde		Como el anterior: con el modelo 2 para los plásticos; 100% de reciclaje mecánico de alta calidad; tratamiento de los residuos restantes: 100% de incineración
3. MVA	Incineración de los residuos	Recogida de los envases ligeros junto con los residuos restantes por medio del contenedor gris de los residuos restantes	Incineración con el 50% de uso de la energía (electricidad, vapor, calefacción de distrito, reprocesado de chatarras a partir de la escoria de incineración residual)
4. RP	Punto Rojo	Recogida reducida de envases ligeros por medio del sistema de entrega (envases plásticos grandes); residuos restantes y envases plásticos pequeños en contenedores grises	Reciclaje mecánico de los plásticos: residuos restantes en plantas de incineración de basuras.
5. BRAM	Combustible de residuos	Recogida de los envases ligeros junto con los residuos restantes por medio del contenedor gris de los residuos restantes	Separación de los metales ferrosos y de una fracción con un poder calorífico alto, reprocesado como combustible para combustión en fábricas de cemento y centrales eléctricas de carbón; los residuos restantes en plantas de incineración de basuras
6. GMS	Separación de todos los residuos	Recogida de los envases ligeros junto con los residuos restantes por medio del contenedor gris de los residuos restantes	Separación de todos los residuos y separación de los componentes reciclables (no sólo de los envases) y subsiguiente reciclaje a materia prima de los plásticos; los residuos restantes a plantas de incineración



### VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES DEL RECICLAJE

Para investigar los efectos ecológicos del sistema alemán DSD, el Öko-Institut e.V. llevó a cabo un análisis del flujo de materiales futuro para el DSD (2010 a 2020).

Los elementos principales del estudio fueron:

- un análisis del sistema que examinó la cuestión de cómo el Punto Verde puede contribuir al desarrollo sostenible
- una evaluación comparativa de los efectos ecológicos alcanzables. Por ello se calculó y se analizó la cantidad total de consumo de energía y de materia prima contenidas en los residuos de envases ligeros, así como sus efectos relacionados con el medio ambiente.

El estudio se ocupó únicamente de los envases ligeros, dado que se acepta sin ninguna clase de controversia que el reciclaje del vidrio y del papel tienen un efecto ecológico positivo. Se estudiaron un total de cinco escenarios diferentes de gestión de residuos con diversas consideraciones de sensibilidad (véase la Tabla 3). Los costes fueron analizados en un estudio por separado. En las siguientes tablas se muestran los valores del ciclo de vida para el reciclaje mecánico completo de los plásticos.

Contaminación ambiental y compensación en los diferentes tratamientos de todos los residuos			
	Contaminación ambiental		Alivio para el ambiente
Efecto invernadero	MVA	-0.43 x 10 <sup>2</sup>	-1.9 x 10 <sup>2</sup>
	MVA-GP	-8.0 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM	8.5 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM-GP	-0.1 x 10 <sup>2</sup>	
	GMS		
(Mg - CO <sub>2</sub> -equival.)			
Efecto invernadero	MVA	-9.3 x 10 <sup>2</sup>	-2.5 x 10 <sup>2</sup>
	MVA-GP	-13 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM	-2.7 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM-GP	-6.8 x 10 <sup>2</sup>	
	GMS		
(Mg - CO <sub>2</sub> -equival.)			
Efecto invernadero	MVA	-1.1 x 10 <sup>2</sup>	1.7 x 10 <sup>2</sup>
	MVA-GP	-7.3 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM	-17 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM-GP	-3.0 x 10 <sup>2</sup>	
	GMS		
(Mg - fosfato equival)			
Efecto invernadero	MVA	-1.8 x 10 <sup>2</sup>	
	MVA-GP	2.0 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM	2.3 x 10 <sup>2</sup>	
	BRAM-GP	-2.4 x 10 <sup>2</sup>	
	GMS	-1.9 x 10 <sup>2</sup>	
(Gigajulios)			

### Aspectos medioambientales



El reciclaje de los residuos plásticos puede ser de ayuda para las Autoridades Locales y Regionales que deseen llevar a cabo mejoras nivel local, regional, nacional y/o global:

- Evitando el desperdicio de recursos
- Reduciendo la necesidad de nuevas instalaciones de eliminación de residuos
- Limitando las emisiones de gases de efecto invernadero

#### Evitando el desperdicio de recursos

La fabricación de plásticos representa, según la industria, el 4% del consumo global de petróleo crudo como materia prima, se estima en el ramo que representa el cuatro por ciento del consumo mundial de petróleo. Por cada kilogramo de plástico que se produce, se necesitan unos dos kilogramos de petróleo aproximadamente. Sin embargo, el producto resultante puede muchas veces (debido a sus propiedades de ligereza, aislamiento y protección) ahorrar más petróleo del que se requiere para su fabricación, a través de una reducción en los procesos de transporte y de utilización de la energía. Si en la fabricación del plástico se sustituye el petróleo por un producto reciclado, disminuye el consumo de materia prima al tiempo que se incrementa el rendimiento del plástico en su 'fin de vida'.

Sin embargo, la ventaja principal del reciclaje de los plásticos reside en los ahorros asociados con el consumo de energía primario. La producción de los polímeros representa la parte más importante del consumo de energía necesaria para la fabricación de productos plásticos, oscilando entre el 72 y el 91 por ciento del consumo total de energía, dependiendo del polímero del que se trate<sup>9</sup>. En comparación con esto, la utilización de energía en el procesado está entre el 6 y 20 por ciento, dependiendo del producto que se fabrica (es decir, botellas, tubos o films).

En contraposición, la energía de proceso necesaria para producir escamas de PET reciclado puede reducirse al 62 – 92 por ciento de la energía requerida para la producción de resina virgen<sup>10</sup>. De manera similar, se pueden conseguir un ahorro de energía informado de alrededor del 38 por ciento procesando los films de LDPE en granulos y ahorros de energía de proceso del 77 por ciento reprocesando botellas de HDPE rígido, en comparación con la producción de material virgen<sup>11</sup>.

El petróleo y el gas se convierten en monómeros (p. ej. etileno). Las sucesivas etapas de la producción (por ejemplo, del polietileno, PE), tienen un consumo de energía muy elevado, exigiendo tanto temperaturas altas como refrigeración. El etileno consume alrededor de 20 megajulios (MJ) por kilogramo de etileno producido<sup>12</sup>. Si se tiene en cuenta la totalidad del proceso de la producción, desde la extracción de la materia prima de la tierra hasta el producto final, el uso de energía está entre 60 y 120 GJ/tonelada para los diferentes tipos de plástico (véase la tabla 4)<sup>13</sup>:

9- considerando el HDPE, el LDPE, el PET, el PVC y el PP. "Eco-perfiles de la Industria Europea de los Plásticos, Informe 10: Conversión de los Polímeros". I. Boustead (1997). Artículo técnico de la APME.

10- "Evaluación del Ciclo de Vida – ECV y la Botella de PTE" V. Matthews (1998). Referenciado en:

11- "Análisis del reciclaje de LDPE en Alida Recycling Ltd". M. Henstock (1992). Informe de la Nottingham University Consultants Ltd, Nottingham, R. U. y "Evaluación del impacto ambiental del reciclaje de plásticos en los envases de la P&G". T. Deurloo (1990). Centro Técnico Europeo de Procter and Gamble, Informe Interno. Referenciado en: "Gestión Integrada de los Residuos Sólidos: Inventario del Ciclo de vida" (2ª Edición 2001) por F. McDougall, P. White, M. Franke y P. Hindle. Blackwell Science, Oxford, R. U.

12- Informe de la Berkeley Plastics Task Force 1996, [http://www.ecologycenter.org/plastics/report1996/report1996\\_toc.html](http://www.ecologycenter.org/plastics/report1996/report1996_toc.html)

13- "Eco-Perfiles de Plásticos y los Intermedios Correspondientes – Metodología", I. Boustead, Bruselas 1999, y Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa, ACV/Hojas de datos de Eco Perfiles, [www.apme.org](http://www.apme.org), y "Evaluación del potencial medioambiental de las tecnologías de materiales limpios", EC/IPITS, Sevilla, publicación prevista para finales de 2002.



Tabla 4: Uso de energía para la producción de polímeros en Europa		
Tipo de monómero	Energía (GJ/Tm de producto)	Tm de CO <sub>2</sub> (fósil/Tm de producto)
LDPE/LLDPE <sup>(a)</sup>	78	1.8
HDPE	80	1.7
PP <sup>(b)</sup>	111	3.4
PVC	57	2.0
PS	87	2.6
PET	78	2.3
Amino <sup>(c)</sup>	60	2.9
PUR	105	3.9
Otros	117	5.1

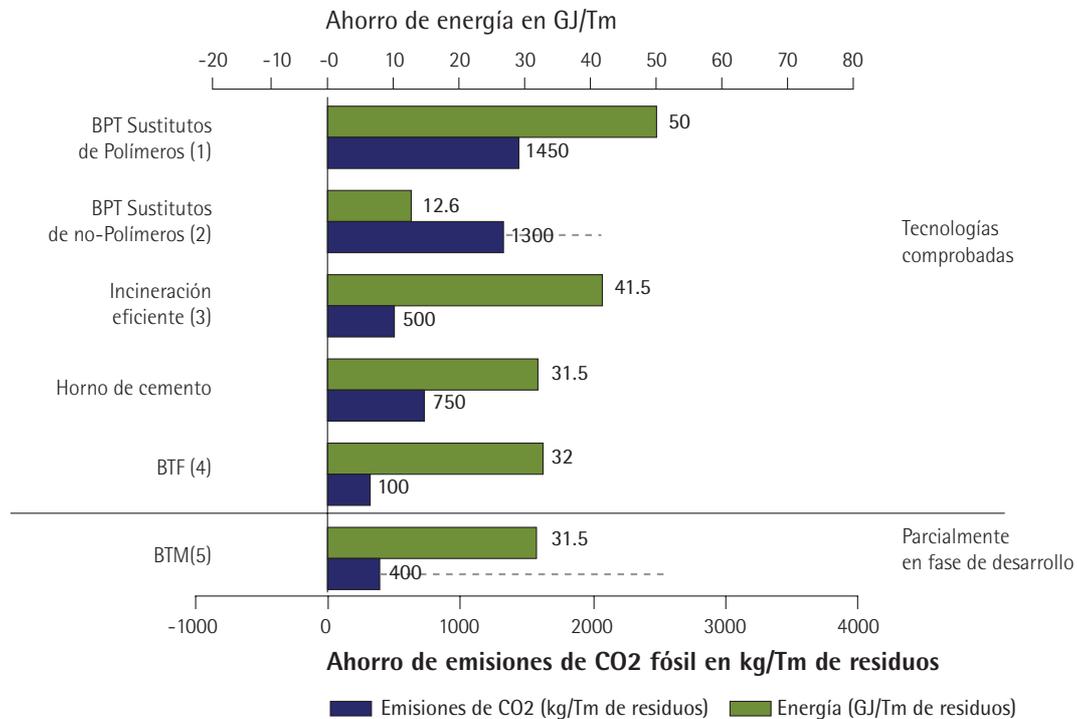
(a) Mezcla de productos supuesta: 5/7 de LLDPE, 2/7 de LDPE.  
(b) Mezcla de productos supuesta: 1/2 de PP Moldeo por Inyección, 1/2 de Film de PP orientado.  
(c) Mezcla de productos supuesta: 2/3 de resina de urea, 1/3 de resina de melamina

Fuentes:  
Eco-Perfiles de Plásticos y los Intermedios Correspondientes – Metodología”, I. Boustead, Bruselas 1999, y Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa, ACV/Hojas de datos de Eco Perfiles, [www.apme.org](http://www.apme.org), y “Evaluación del potencial medioambiental de las tecnologías de materiales limpios”, EC/IPTS, España.



En la Figura 2 se muestra el ahorro de energía alcanzable y las reducciones de CO<sub>2</sub> si una tonelada de residuos plásticos es reciclada o incinerada en procesos de alto rendimiento (incluyendo hornos de cemento)<sup>14</sup>.

**Figura 2: Ahorros de energía de las opciones de gestión de los residuos plásticos**



- (1) Las cifras representan la media ponderada de diversos tipos de reciclaje mecánico. Los conjuntos de datos individuales son (factor de sustitución = 1,0): PVC (38 GJ/Tm, 1800 kg de CO<sub>2</sub>/Tm). PE (51 GJ/Tm, 1000 kg de CO<sub>2</sub>/Tm). PS (57 GJ/Tm, 1650 kg de CO<sub>2</sub>/Tm), PUR (68 GJ/Tm, 3100 kg de CO<sub>2</sub>/Tm), PMMA (66 GJ/Tm, 3400 kg de CO<sub>2</sub>/Tm).
- (2) Estos procesos se caracterizan por un margen de datos extraordinariamente amplio que depende del proceso de producción primario
- (3) Hay sólo muy pocas plantas de incineración de residuos municipales con este rendimiento en Europa.
- (4) Proceso de alto horno. Para la gasificación y la subsiguiente producción de metanol (SVZ) las cifras son: 19 GJ/Tm y 1200 kg de CO<sub>2</sub>/Tm.
- (5) La barra llena da los valores correspondientes a la pirólisis de Hamburgo del PE. Son factibles ahorros mucho más elevados en el caso de otros polímeros (línea de trazos), p. ej. para el PS (52 GJ/Tm, 1250 kg de CO<sub>2</sub>/Tm), PMMA (64 GJ/Tm, 3300 kg de CO<sub>2</sub>/Tm), PAS (79 GJ/Tm, 4200 kg de CO<sub>2</sub>/Tm).

### Reduciendo la necesidad de nuevas instalaciones de eliminación de residuos

La mejor forma de gestión de los residuos es la prevención de los mismos. Sin embargo, en el caso de los residuos generados, existe una jerarquía más o menos aceptada de opciones de gestión. En términos generales se supone que el reciclaje y la reutilización de los materiales deben ser considerados antes que la recuperación de energía. Al incrementar la práctica de las opciones arriba men-

14- Para información sobre la metodología véase: "Reciclaje y recuperación de plásticos de envases de las basuras domésticas - ACV-análisis tipo de diferentes estrategias", Heyde, M.; Kremer, M., Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IW), Freising, LCA Documents, Ecomed publishers, Vol. 5, 1999.  
"Cierre de Ciclos del Carbono: Uso del carbono para materiales en el contexto de la eficiencia de los recursos y el cambio climático", Patel, M., Tesis Doctoral, Universidad de Utrecht, Países Bajos, Diciembre de 1999.



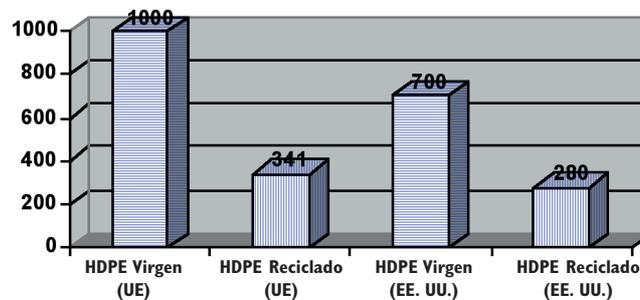
cionadas, reducirá de manera inevitable la necesidad de nuevas instalaciones de eliminación de residuos. Desde luego, existen circunstancias en las que factores tales como la situación geográfica, la contaminación, los mercados locales y la capacidad de reprocesado, pueden hacer que la recuperación de la energía sea la mejor opción medioambiental practicable (BPEO).

#### Limitando las emisiones de gases de efecto invernadero

En relación con la aplicación del Protocolo de Kyoto y con el deseo general de reducir el impacto de la sociedad sobre el clima, es importante tomar en consideración los aspectos medioambientales globales de la gestión de los residuos.

En comparación con los procesos de producción de resinas vírgenes, los procesos de reciclaje producen menos CO<sub>2</sub>. Un estudio para la Comisión Europea<sup>15</sup> proporciona algunas cifras para estos ahorros.

**Figura 3: Emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al HDPE virgen y al reciclado**



Otros argumentos y condiciones ambientales para alcanzar un reciclaje idóneo desde el punto de vista medioambiental aparecen desarrollados en la revisión de Análisis de Ciclos de Vida (ACV) que se presentan en el Anexo 1.

### Aspectos económicos

#### Creación de empleo

El reciclaje puede constituir una oportunidad para la creación de puestos de trabajo locales en la recogida, separación, comunicaciones, administración y reprocesado. El reprocesado puede ser llevado a cabo localmente, regionalmente o con un alcance más amplio y, por consiguiente, los aspectos económicos positivos del incremento del empleo pueden ser locales o de un ámbito mayor. Es obvio que la creación de puestos de trabajo aporta muchos efectos sociales positivos.

Según la organización alemana de recuperación de residuos de envases, DSD, en Alemania se crearon 170.000 puestos de trabajo (o sea, dos puestos de trabajo por cada 1.000 habitantes gracias a la introducción del sistema de recogida y separación selectivas).

En un estudio del R. U. efectuado en 2002 por ReMaDe Kernow<sup>16</sup> se estimaba que hay suficientes plásticos en Cornualles como para crear 150 puestos de trabajo y mejorar la economía en

15- "Las Opciones de Gestión de los Residuos y el Cambio Climático" – Informe final para la Comisión Europea, Dirección General de Medio Ambiente – A. Smith et al. – Julio de 2001. Fuente: Plan empresarial estratégico específico para materiales plásticos preparado para Remade Kernow (Mayo de 2002).

16- [http://www.remadekernow.co.uk/plastics\\_report.pdf](http://www.remadekernow.co.uk/plastics_report.pdf)



23,5 millones de €. En comparación con la población existente (470.000 habitantes), el potencial de creación de puestos de trabajo es de uno por cada 3.100 habitantes y el potencial de beneficios económicos para la región es de 50 € por habitante.

Los resultados de un proyecto de investigación en el R. U., financiado por London Remade (2003), acerca del número de puestos de trabajo creados a través del reciclaje, puso de manifiesto que el reciclaje de las botellas de PET es el que origina el mayor número de puestos de trabajo potenciales en comparación con el que genera el procesado de otros materiales reciclables.

#### Reducción de los costes del tratamiento de los residuos

El reciclaje de los residuos plásticos puede ayudar a reducir los costes del tratamiento de los desechos de dos maneras. Durante la última década, las obligaciones europeas para el control de los impactos medioambientales de los incineradores de residuos (Directiva 2000/76/CE) y de los vertederos (Directiva 1999/31/CE) han dado lugar a un incremento de los costes de estas opciones de tratamiento de residuos. Dichos costes se incrementarán a medida que se vayan introduciendo unos controles más estrictos y que los impuestos sobre el vertido (y sobre la incineración) aumenten, estimulando aún más el reciclaje.

Según un estudio llevado a cabo por Juniper Consultancy para ASSURRE (Perfil de la Incineración Europea 2000), los costes de la incineración en Europa aumentaron significativamente durante la década de los 90, desde el nivel normalizado de 100 en 1993 hasta 114 en 1995, 132 en 1997 y 141 en 1999. En el mismo estudio se informaba acerca de unos costes, o tasas de entrada, que oscilaban

#### **NAMUR**

La Provincia de Namur, en Bélgica, recoge los films de origen agrícola a través de un sistema de entrega voluntaria. La Provincia debe pagar a los recicladores 60 \_ por tonelada por el lavado y la trituración de los films recogidos. Esto compite con el coste medio de la incineración en Bélgica que es de 83 € por tonelada.

entre los 25 y los 160 € por tonelada (en España y Alemania respectivamente) con una media europea de 75 € por tonelada.



Esto no significa que el reciclaje de plásticos vaya a eliminar la necesidad de la incineración o de otras formas de valorización energética. Estas tecnologías se requerirán de manera inevitable para aquella fracción de los plásticos que no pueda ser reciclada.

#### **Aspectos sociales**

##### La reacción "Nemb" (No en mi barrio)

Como mencionado anteriormente, los residentes expresan muchas veces su entusiasmo por el reciclaje y están dispuestos a participar en los proyectos de recogida selectiva (aún cuando la participación efectiva es con frecuencia inferior a las aspiraciones iniciales).



La introducción de una estrategia de reciclaje intensivo puede evitar la necesidad de una capacidad nueva o adicional de incineración o de vertido. El establecimiento de este tipo de instalaciones constituye un verdadero reto para los organismos públicos, que tienen inevitablemente que hacer frente a un cierto grado de fenómeno "Nemb", aún cuando sea posible mitigarlo a través de unas comunicaciones públicas eficaces y sostenidas. Sin embargo, en muchos casos los costes del reciclaje son más elevados que los de la incineración, por lo que el coste para los ciudadanos también será más elevado..

#### La concienciación medioambiental de la población

La introducción de programas de reciclaje hará aumentar la concienciación medioambiental del público. Como consecuencia de ello, una fracción significativa de la población se siente motivada para participar en los proyectos que se les ofrezcan. De ello se deriva muchas veces un crecimiento de la demanda – dirigida a los representantes locales electos – para la mejora y la extensión de los servicios existentes a una variedad más amplia de residuos plásticos.

Este aumento de la concienciación puede relacionarse de una forma beneficiosa con los plásticos en general, mejorando la imagen de estos materiales (asociados muchas veces con el despilfarro, la sociedad del usar y tirar, y la proliferación de desechos esparcidos). Además, la inclusión de los plásticos en los proyectos de recogida de múltiples materiales puede incrementar la cantidad total de materiales recogidos a partir de esquemas de recogida mediante contenedores urbanos entre el 20 y el 30 por ciento.

## CAPÍTULO 3

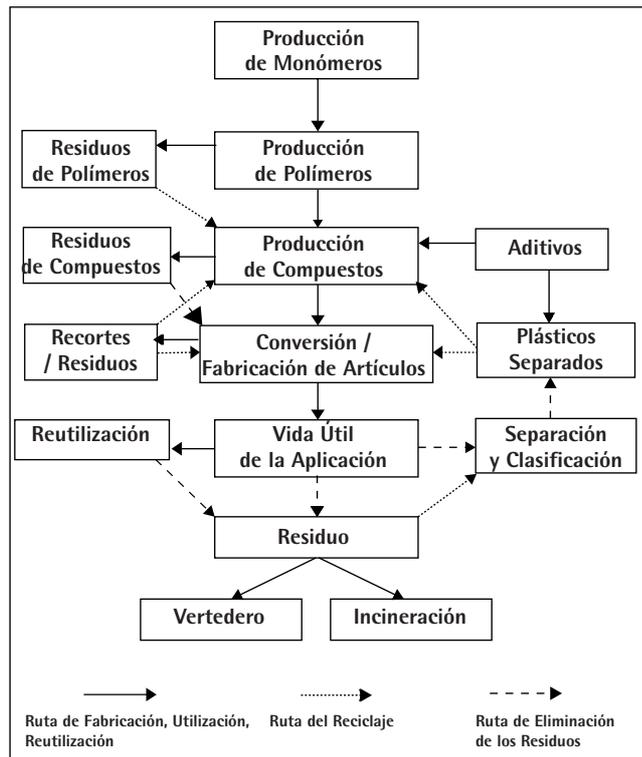
### Plásticos y residuos plásticos

#### **Definición**

La producción mundial de plásticos ha crecido desde prácticamente cero a casi 100 millones de toneladas por año (Mtpa) en los últimos 50 años. El término plásticos describe una vasta gama de materiales y compuestos. Existen alrededor de 50 familias diferentes y centenares de variedades. La mayor parte de los plásticos están hechos a partir de simples moléculas de hidrocarburos (monómeros) que se obtienen del petróleo o del gas. Estos monómeros son sometidos a una polimerización para formar polímeros más complejos de los cuales se fabrican los productos (Figura 4). Se utilizan aditivos para conferir propiedades específicas a los plásticos.



Figure 4 :  
The Manufacture,  
use, reuse and recycling  
of plastics<sup>17</sup>



## Tipos de plásticos

Hay dos principales tipos de plásticos: los **termoplásticos** y los **termoestables**.

Los **termoplásticos** se reblandecen al ser calentados y se endurecen al enfriarse. Más del 80 por ciento de los plásticos son termoplásticos, entre los cuales se incluyen los siguientes ejemplos:

- Polietileno de alta densidad (HDPE) : utilizado para botellas de detergentes, productos alimenticios, tubos y juguetes.
- Polietileno de baja densidad (LDPE) : para productos tales como lámina adhesiva, bolsas de basura y contenedores flexibles.
- Tereftalato de polietileno (PET) : utilizado en botellas, alfombras y envases alimentarios.
- Polipropileno (PP) : utilizado en recipientes de yogur y de margarina, piezas de automóvil, fibras, envases para leche.
- Policloruro de vinilo (PVC) : se hace a partir de petróleo y sal y se utiliza para marcos de ventana, recubrimientos de suelos, tubos, papeles de pared, botellas, productos médicos.

17- Programa Medioambiental de las Naciones Unidas – Directrices técnicas para la identificación y la gestión medioambientalmente adecuada de los residuos plásticos y para su eliminación (2002).



Los **termoestables** se endurecen por medio de un proceso de fraguado y no se pueden volver a fundir ni a moldear. Los ejemplos de plásticos termoestables (que constituyen el 20 por ciento de todos los plásticos), incluyen:

- Poliuretano (PU) : utilizado en revestimientos, acabados, colchones y asientos de vehículos.
- Epoxy : adhesivos, embarcaciones, equipos deportivos, componentes eléctricos y de automoción.
- Fenólicos : utilizados en hornos, tostadores, piezas de automóvil y placas de circuitos

En el Anexo 2 se facilita una información más detallada sobre los tipos de polímeros y se describen<sup>18</sup> los termoplásticos principales con su numeración de identificación, las aplicaciones más comunes y algunas aplicaciones de los materiales reciclados.

### Características e identificación

Las características físicas y químicas de los polímeros individuales son muy diferentes de unos a otros e influyen en sus aplicaciones finales. El PET posee unas buenas características de barrera y, por lo tanto, resulta adecuado para el envasado de bebidas carbónicas. El HDPE no las tiene, pero es resistente a los impactos, a la electricidad y a los productos químicos. El PP puede ser "llenado en caliente", pero tiene además una buena resistencia a la tracción y puede ser extrusionado para obtener fibras y filamentos, mientras que el PVC posee unas buenas propiedades de aislamiento.

No existe ninguna legislación que regule el marcado de los plásticos. La Comisión Europea preparó un sistema de identificación voluntario – (97/129/EC) – para los envases, en el que se establecía que:

*"la numeración y las abreviaturas sobre las que se basa el sistema de identificación indican la naturaleza del material o materiales de envasado utilizados"*

El uso de este sistema es voluntario para los plásticos. La numeración y las abreviaturas son las siguientes:

Tabla 5: Proyecto voluntario de la CE para la identificación de los plásticos		
Material	Abreviaturas	Numeración
Tereftalato de Polietileno	PET	1
Polietileno de alta densidad	HDPE	2
Policloruro de vinilo	PVC	3
Polietileno de baja densidad	LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Sin asignar	7-19

18- Basado en: [http://www.ecorecycle.vic.gov.au/aboutus/infosheet\\_plastic.asp](http://www.ecorecycle.vic.gov.au/aboutus/infosheet_plastic.asp) y "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2002" APME – Primavera de 2002. (Disponible en [www.apme.org](http://www.apme.org)).



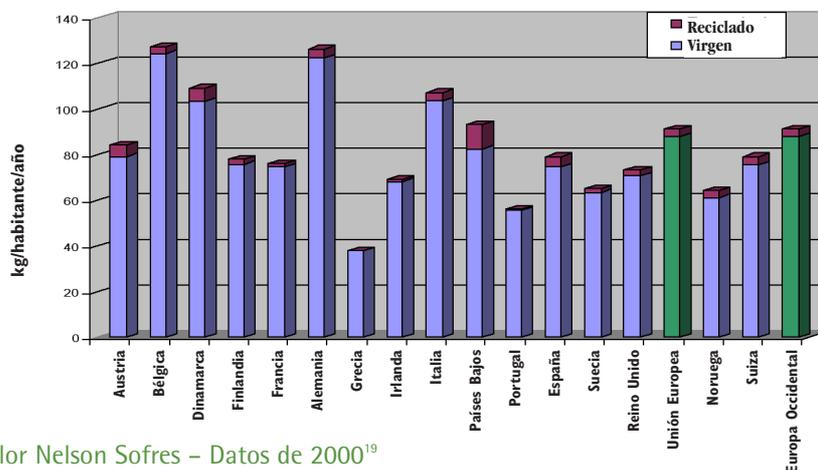
## El consumo de plásticos en Europa

La Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa (Association of Plastics Manufacturers in Europe, APME) lleva a cabo el seguimiento del consumo de plásticos en Europa Occidental y recoge datos acerca de la generación, del reciclaje y de la recuperación de los residuos plásticos. Las estadísticas de APME son para Europa Occidental en su conjunto y han sido obtenidas de conformidad con metodologías aceptadas por los consultores independientes Taylor Nelson Sofres.

### *El consumo de plásticos en Europa*

El consumo de plásticos varía considerablemente de un país europeo a otro (véase la Figura 5, más abajo). Con un consumo per cápita de 127 kg/habitante/año, el belga medio consume tres veces más que un griego (38 kg/habitante/año). Sin embargo, dentro del mismo país, se observan también diferencias regionales. Por ejemplo, en España, el cultivo bajo plástico está muy extendido en Andalucía, pero no en el norte de España.

**Figura 5: Consumo de plásticos en Europa**



Fuente: Taylor Nelson Sofres – Datos de 2000<sup>19</sup>

La proporción de plástico reciclado post-consumo en la producción varía también fuertemente de un país a otro. Los transformadores de plásticos de Grecia utilizan un 0,3 por ciento de materiales reciclados post-consumo, mientras que en los Países Bajos utilizan el 11,4 por ciento. La media de la UE en el año 2000 fue del 3,6 por ciento.

*Una vez ajustadas las importaciones y las exportaciones, el consumo medio de plásticos en Europa es de 91 kg/habitante/año (2000).*

### *El consumo de plásticos en Europa por sector de actividad*

En la Figura 6 se presenta el consumo europeo por aplicación. El envasado es la aplicación principal de los plásticos, con más de un tercio del total utilizado para estos fines (38,1 por ciento, 14,5 millones de Tm). Datos anteriores de APME<sup>20</sup> sugieren que alrededor del 73 por ciento termina en los hogares mientras que el 27 por ciento restante se utiliza como envases de distribución en la industria. Las aplicaciones para el envasado son por lo general de corta vida con la excepción de los elementos que están previstos para ser reutilizados, tales como paletas, jaulas y bidones.

Fuente: APME<sup>19</sup> 2003

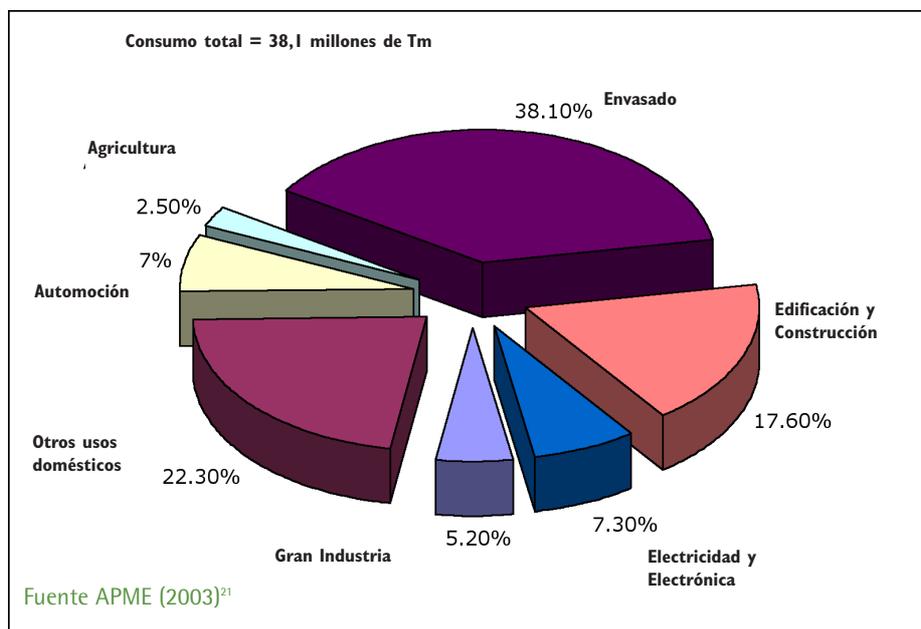
19- "Sistema de Información sobre la Gestión de los residuos plásticos en Europa – Datos de la Revisión Europea 2000", Taylor Nelson – Sofres para 20- APME – Marzo de 2002.

21- "Un material de elección para el envasado" – APME 1999.

"Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2001/2" – APME – Verano de 2003.



Figura 6: Consumo de plásticos por sector



Las aplicaciones domésticas y las de la construcción utilizan unas cantidades similares de plásticos, de 20 y 18 kg/habitante/año respectivamente. Se trata por lo general de aplicaciones de plazo medio o largo. Los tipos de plásticos que se encuentran en las aplicaciones para la construcción son relativamente restringidos, mientras que los productos domésticos contienen una amplia variedad de plásticos.

Las aplicaciones en equipos eléctricos y electrónicos (EEE), con un consumo de plásticos de 6,5 kg/habitante/año, tienen normalmente un período de vida útil de hasta 15 años. Se encuentran en este sector muchos elementos de material compuesto (multimaterial), por lo que el desmontaje y el reciclaje constituyen un nuevo reto para muchos.

Cantidades similares (6,5 kg/habitante/año) son utilizadas para la automoción. Los plásticos presentes en los vehículos tienen que ser separados del resto. Al igual que en el caso de los EEE, se están desarrollando nuevas técnicas con el fin de cumplir con la Directiva de la UE sobre el fin de vida de los vehículos (VFU).

La agricultura, con un consumo medio de plásticos de 3 kg/habitante/año aparece como la aplicación menos importante. Sin embargo, los productos que se utilizan en este sector son típicamente de un período de vida útil de corto (o de medio) plazo, como es el caso de los films o de los envases. Existen unas variaciones de consumo muy amplias entre las diferentes regiones y países de Europa (por ejemplo, el uso de láminas de plástico para los invernaderos en la región española de Andalucía). Estas situaciones pueden implicar unos flujos de materiales suficientes para justificar los planes de responsabilidades para los productores.

#### El consumo de plásticos por tipo de resina

Es razonable suponer que las resinas de plástico más comunes son también los residuos plásticos más



comunes. Mientras que todas las resinas pasarán, más pronto o más tarde, a ser residuos y por lo tanto a requerir tratamiento, el período a lo largo del cual pueda esto tener lugar depende del tipo de producto en el que se utiliza el polímero y del propio polímero.

Más del 90 por ciento de todo el PET que se fabrica es utilizado para envases como, por ejemplo, las botellas para bebidas carbónicas, y por lo tanto la mayor parte del PET fabricado en un año pasa a convertirse en residuo en el mismo año.

En contraste con ello, sólo el 10 por ciento del PVC es utilizado en la fabricación de envases; el resto se utiliza de manera predominante en la fabricación de productos de más larga duración tales como tubos y ventanas, los cuales pueden no entrar en el flujo de los residuos hasta transcurridos unos 30-50 años. Más del 60 por ciento de los plásticos consumidos están constituidos por estos polímeros:

- LDPE – 19 por ciento
- PP – 15 por ciento
- PVC – 14 por ciento
- HDPE – 13 por ciento

Tabla 6: Consumo de plásticos por resina (Europa Occidental)				
Polímeros	Polímeros reciclados, sólo post-consumo (por ciento)	Polímeros vírgenes (por ciento)	Total (kTm)	Proporción (por ciento)
LLDPE	10	90	7,121	19
PP	1	99	5,524	15
PVC	0	100	5,243	14
HDPE	7	93	4,837	13
PS	2	98	2,278	6
PET	1	99	1,695	5
EPS	4	96	788	2
Otros termoplásticos	1	99	4,287	12
Subtotal de termoplásticos	4	96	30,763	84
Termoestables	0	100	6,006	16
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	<b>36,768</b>	<b>100</b>

Fuente: Taylor Nelson Sofres para APME – Datos 2000 <sup>22</sup>

APME informa que en 2002 se consumieron en Europa Occidental 10,3 millones de Tm (27 kg/habitante) de plásticos termoestables. En 2002, APME informó también de que fueron consumidos 37,4 millones de Tm de termoplásticos en Europa Occidental, de los cuales alrededor del 86 por ciento fue utilizado en aplicaciones de plásticos (las aplicaciones de no-plásticos incluyen la fabricación de textiles y recubrimientos). Las proporciones de los diferentes tipos de los termoplásticos consumidos son:

22- "Sistema de Información sobre la Gestión de los residuos plásticos en Europa – Datos de la Revisión Europea 2000", Taylor Nelson – Sofres para APME – Marzo de 2002.



Tabla 7: Consumo de Termoestables en Europa Occidental (2000 <sup>23</sup> y 2001/2 <sup>24</sup> )					
	Aminos	Fenólicos	Resinas Epoxy	Poliésteres	Poliuretanos
2000 (por ciento)	36.1	14.1	5.5	6.7	32.7
2000 kg/habitante)	9.4	3.8	1.5	1.8	8.8
2002 (por ciento)	25.2	9.5	3.9	4.6	23.3

Tabla 8: Consumo de Termoplásticos en Europa Occidental (2000 <sup>25</sup> y 2001/2 <sup>26</sup> )							
	LDPE	PP	PVC	HDPE	PET	PS/EPS	Otros
2000 (por ciento)	21.8	19.6	16.0	13.8	8.6	8.5	11.7
2000 kg/habitante)	20.1	18.0	14.7	12.7	7.9	7.8	10.8
2002 (por ciento)	21.2	20.9	15.5	14.1	8.7	8.8	10.8

## Generación y Gestión de Residuos plásticos en Europa

### *Generación y gestión de residuos plásticos por aplicación*

APME proporciona las cifras europeas de generación de residuos plásticos, así como datos acerca de la forma en que dichos residuos son gestionados (ver más adelante). No todos los residuos plásticos pueden ser recogidos; una gran proporción del plástico consumido queda retenido en aplicaciones de larga duración tales como tubos y ventanas. Por lo tanto, APME utiliza la noción de residuos que pueden recogerse y disponibles, que puede ser definida como sigue: **Residuo que puede recogerse y disponible =**  
(cantidad total de producto en fin de vida)  
**menos**  
(cantidad de producto no disponible (p. ej. tubo bajo tierra))  
**menos**  
(cantidad de producto que no puede recogerse por razones económicas / técnicas).

Según las cifras del año 2000 correspondientes al consumo y la producción de residuos, se acumularon 41 kg/habitante en las zonas construidas.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) aparecen como la fuente principal de residuos plásticos, con alrededor de los dos tercios del total generado. Esta estimación está hecha sobre la base de las estadísticas nacionales y además la definición de los RSU varía de un país a otro. Independientemente de estas variaciones (que pueden ser significativas), las A L/R siguen siendo el sector que se enfrenta con las mayores generaciones de residuos plásticos.

El segundo flujo en importancia de residuos plásticos procede de los sectores industrial y de la distribución, con 10,5 kg/habitante/año. Este flujo está constituido principalmente por material de envasado y embalaje, por lo general homogéneo y limpio.

23- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2000" - APME - Primavera de 2002.

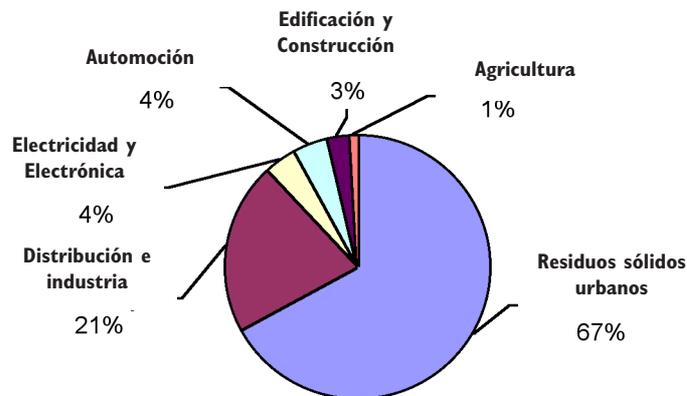
24- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2001/2" - APME - Verano de 2003.

25- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2000" - APME - Primavera de 2002.

26- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2001/2" - APME - Verano de 2003.



Figura 7: Generación de residuos plásticos por actividad (50 kg/europeo/año)



Fuente APME 2000<sup>27</sup>

Las cantidades de residuos plásticos procedentes de EEE y VFU son similares (2 kg/habitante/año). La recuperación de estos flujos exige el desarmado o desmontaje para separar los plásticos del resto. En el caso de los residuos de EEE, se encuentran muchos materiales de tipo compuesto y su desmontaje presenta un nuevo reto para el que se están investigando soluciones con el objeto de cumplir con la Directiva europea acerca de los EEE.

Tabla 9: Consumo Total y Recuperación de Plásticos por Sector Usuario Final (x 1.000 Tm)					
	Consumo	Disponible para recoger	Reciclaje	Valorización Energética	Vertido Incineración
Agricultura	953	286	161	0	125
Automoción	2669	851	61	35	755
Edificación y Construcción	6710	530	58	0	472
Industria	1982				
Incl. Envasado**	3987	4130	1418	441	2271
Electricidad y Electrónica	2783	854	34	4	816
Casa/ Domésticos	8501	13324	1087	4103	8139
Incl. Envasado**	10538				
<b>TOTAL</b>	<b>38123</b>	<b>19980</b>	<b>2819</b>	<b>4583</b>	<b>12578</b>

Fuente: APME 2002<sup>28</sup>

27- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2000" - APME - Primavera de 2002.  
28- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2000" - APME - Primavera de 2002.



Las actividades de C y D pueden dividirse en actividades de construcción, de renovación y de demolición. Las actividades de construcción generan principalmente residuos de embalaje que pueden estar contaminados con cemento, arena y yeso. También generan recortes y materiales dañados. Los residuos de la renovación y la demolición comprenden aplicaciones de larga duración (p. ej. materiales de impermeabilización para tejados, recubrimientos de suelos, tubos y marcos). La diferencia entre los residuos plásticos de la renovación y de la demolición estriba en que los procedentes de la renovación son más fáciles de recoger, dado que su recogida no requiere, o requiere muy poco, trabajo adicional para su desmantelamiento o separación.

El sector agrícola (1 kg/habitante/año) es el sector con menos producción de residuos plásticos. Sin embargo, la mayor parte de las aplicaciones tienen aquí una vida de tipo corto o medio (envasado, film para el ensilado, invernaderos, etc.).

En los datos acerca de las prácticas de gestión de los residuos se identifica el peso de material que actualmente se deposita en vertederos o es incinerado. Existen unas posibilidades considerables para desviar buena parte de este material hacia operaciones viables de recogida y recuperación.

#### La generación y gestión de residuos plásticos por país

En Europa, la generación de residuos plásticos no es uniforme, sino que difiere de un país a otro desde los 29 kg/habitante/año en Grecia hasta los 73 kg/habitante/año en Suiza. Estas diferencias pueden explicarse, en parte, por las diferencias en las pautas de consumo de polímeros y de productos plásticos específicos (el PVC en aplicaciones de larga duración es común en Alemania pero no en Grecia).

Esta variación se puede observar también en la gestión de los residuos plásticos entre los países europeos. El reciclaje de los plásticos (incluyendo el reciclaje a materia prima en Austria y Alemania) varía entre, aproximadamente, el 2 por ciento en Grecia y el 29 por ciento en Alemania, mientras que las prácticas de valorización energética oscilan entre el 6 por ciento en el R. U. y el 75 por ciento en Dinamarca, aproximadamente. Se estima, sin embargo, que de la cantidad de residuos plásticos disponible para ser recogida (alrededor de 19,5 MTm en 2000), 12,4 MTm (UE – 15 países) fueron depositadas en vertederos o enviadas para su incineración (sin valorización energética), lo que equivale al 66 por ciento de los plásticos recogibles.

Las cifras anteriores han sido estimadas por la consultora Taylor Nelson Sofres para APME.



Tabla 10: Gestión de los residuos plásticos totales en Europa Occidental 2001 (x 1.000 toneladas)				
	Recogible	Reciclaje	Recuperado	Vertedero/ Incineración
Austria*	350	67	73	210
Bélgica	553	85	164	304
Dinamarca	351	36	242	73
Finlandia	162	22	29	111
Francia	3120	287	998	1835
Alemania*	3161	983	806	1372
Grecia	317	6	0	311
Irlanda	204	16	0	188
Italia	3396	438	428	2530
Países Bajos	1027	166	542	318
Portugal	453	13	110	330
España	2095	314	266	1515
Suecia	384	32	173	179
Reino Unido	3682	295	295	3093
TOTAL UE	19254	2465	4120	12669
Noruega	181	19	77	85
Suiza	545	40	378	128
EUROPA OCCIDENTAL	20391	3018	4690	12683
*En Austria y Alemania, el reciclaje incluye el reciclaje a materia prima. Fuente: APME, 2000 <sup>29</sup>				

#### Generación de residuos plásticos por tipo de resina

Existe un paralelismo entre el consumo de plásticos y la generación de residuos plásticos, excepto por lo que respecta al PVC, que se utiliza principalmente para aplicaciones a medio o largo plazo. Dado que los polímeros más comunes utilizados por los transformadores de plásticos constituyen los residuos plásticos más comunes, debería ser posible encontrar una salida para los residuos plásticos clasificados y limpios.

La OCDE estimaba que el peso de los plásticos en el flujo de residuos sólidos urbanos (RSU) de Europa Occidental<sup>30</sup> ha alcanzado el 8 por ciento en peso y el 20 por ciento en volumen.

De acuerdo con las cifras anteriores, en 2000 se acumularon 45 kg de plásticos por habitante en el entorno humano. Las aplicaciones típicas con un plazo de vida corto son los envases y algunas aplicaciones de los films. Las aplicaciones con un plazo de vida medio son los aparatos eléctricos y electrónicos, algunas aplicaciones para la construcción (impermeabilización de tejados, persianas enrollables, recubrimientos de suelos) y los vehículos, mientras que las aplicaciones con un plazo de vida largo son aplicaciones para la construcción y obras públicas como los marcos de ventana, tubos y conductores eléctricos.

29- "Un análisis del consumo y la recuperación de plásticos en Europa Occidental 2000" - APME - Primavera de 2002.  
30- Grupo de Trabajo sobre la Prevención y el Reciclaje de los Residuos\* - OCDE - 2002



Tabla 11: Generación de residuos plásticos por tipo de resina		
Polímero	kg/habitante/año	porcentaje
LLDPE	12.4	24.7
PP	9.1	18.2
HDPE	8.1	16.1
PVC	4.3	8.5
PS	3.7	7.5
PET	3.6	7.3
EPS <sup>31</sup>	0.6	1.1
Otros termoplásticos	3.7	7.3
Termoestables	4.7	9.3
<b>Total</b>	<b>50.1</b>	<b>100</b>
Fuente: Taylor Sofres Nelson – Datos de 2000 <sup>32</sup>		

31- El EPS es la forma expandida del PS. La composición química es la misma pero la forma es muy diferente.

32- "Sistema de Información sobre la Gestión de los residuos plásticos en Europa" – Datos de la Visión General Europea 2000" Taylor Nelson – Sofres para APME – Marzo de 2002.



## CAPÍTULO 4

# Identificación y evaluación de flujos de residuos plásticos importantes para las Autoridades Locales y Regionales.

### Identificación de los Flujos de Residuos Plásticos

Las cifras presentadas en la presente guía reflejan solamente tendencias nacionales y/o europeas y no representan de una forma específica las condiciones individuales locales y regionales. Teniendo esto en cuenta, es útil para las A L/R individuales identificar a un nivel local y regional:

- cuáles son los residuos plásticos más comunes
- cuál es el orden de magnitud de las existencias de residuos
- cuáles son los sectores de actividad que tienen una existencias de residuos potenciales
- cuáles son los residuos plásticos más comunes en cada sector de actividad.

Resulta posible efectuar extrapolaciones de las cifras europeas, nacionales o locales pero, como ya se ha mencionado, las variaciones locales y regionales pueden diferir mucho y los resultados de las extrapolaciones pueden estar muy lejos de la realidad local. Observando los datos europeos y nacionales, las fuentes de residuos plásticos de mayor significación para las A L/R resultan ser:

- los hogares
- el sector comercial, las industrias y negocios de pequeño tamaño
- el sector de la construcción y de la demolición
- la agricultura

### Residuos plásticos de origen doméstico

La recogida y el procesado de los residuos plásticos procedentes del flujo de las basuras domésticas aparece como uno de los flujos más difíciles de gestionar, no sólo porque contiene una amplia diversidad de materiales diferentes, sino también porque la baja densidad aparente de los residuos plásticos (20 a 30 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente para las botellas de plástico post consumo no aplastadas<sup>33</sup>) significa que hay que recoger un gran volumen de residuos plásticos para conseguir una masa de material que merezca la pena.

Por lo que respecta a Europa Occidental, Taylor Nelson Sofres<sup>34</sup> proporciona las cifras que más abajo se indican para la cantidad de plástico existente en los residuos municipales. Esto incluye los residuos domésticos y los residuos generados por pequeños talleres, comercios detallistas, cafés, restaurantes y hoteles. Sin embargo, se ha observado que la definición de residuos municipales varía de forma considerable entre los países europeos individuales y puede distorsionar las comparaciones de los datos reales.

Aun cuando la falta de uniformidad en las definiciones de los residuos puede, en parte, explicar las variaciones observadas entre países en cuanto a las producciones y las composiciones de los residuos, existen ciertamente diferencias importantes en las tasas de consumo de plásticos. Los tres principales polímeros presentes en los residuos domésticos son el LDPE, el LLDPE, el PP y HDPE, que representan alrededor del 60 por ciento de los residuos plásticos de procedencia doméstica, mientras que los seis termoplásticos principales representan cerca del 90 por ciento del total.

33- "El Reciclaje de las Botellas de Plástico en el R. U." WRAP (Marzo de 2002)

34- Consumo, residuos y reciclaje de envases plásticos" Datos de 1994 – Sofres Conseil para APME –Septiembre de 1996. - "Sistema de Información sobre la Gestión de los residuos plásticos en Europa" – Datos de la Visión General Europea 2000" Taylor Nelson – Sofres para APME – Marzo de 2002.



Tabla 12: Contenido de plásticos en los Residuos Municipales (2000)			
	( per cent)	(kg/inh)	(kt)
Austria	12.5	28	228
Bélgica <sup>35</sup>	9.5	26	264
Dinamarca	8.0	41	216
Finlandia	5.0	17	87
Francia	10.5	36	2,108
Alemania	5.5	24	1,934
Grecia	7.5	20	214
Irlanda	10.5	31	118
Italia	11.5	40	2,315
Países Bajos	11.0	44	693
Portugal	10.0	26	263
España	10.5	37	1,450
Suecia	7.5	24	216
Reino Unido	10.0	41	2,430
Unión Europea	9.1	37	12,536
Noruega	8.0	25	112
Suiza	15.0	56	402
Europa Occidental	9.1	34	13,050
Fuente: Taylor Nelson Sofres – Datos de 2000			

Tabla 13: Contenido de plásticos (por tipo de polímero) en los residuos Plásticos urbanos (RPU) (2000)			
	(porcentaje)	(kg/habitante)	(kTm)
LDPE/LLDPE	20.6	6.9	2,685
PP	20.0	6.7	2,609
HDPE	17.4	5.9	2,273
PET	11.7	3.9	1,528
PS/EPS	10.9	3.7	1,418
PVC	6.9	2.3	906
PU	2.7	0.9	356
Otros	9.8	3.3	1,276
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>33.7</b>	<b>13,050</b>
Fuente: Taylor Nelson Sofres – Datos de 2000			

35- Incluye los datos de Luxemburgo.



Estos mismos polímeros no sólo representan la mayor proporción de los plásticos consumidos y son por lo tanto los más habitualmente reciclados, sino que los mismos son también aquellos para los cuales existe una demanda de materiales secundarios en los mercados.

Alrededor del 70 por ciento de los residuos plásticos de origen doméstico son envases. Esto puede ser distribuido en plásticos rígidos, tales como botellas y films, y plásticos flexibles, tales como bolsas y envoltorios. La gama de plásticos de envasado disponibles en los residuos domésticos y municipales es considerable, pero no todos son adecuados, se encuentran disponibles en cantidades suficientes (peso) o son de recogida y reciclaje viables, si bien esto depende del método de reciclaje empleado.

Los plásticos utilizados para el envasado de aceites, disolventes y productos de jardinería pueden no ser adecuados para el reciclaje debido a las dificultades existentes para la eliminación de las trazas de producto o de compuestos durante el procesado de los residuos; lo mismo puede ocurrir con las botellas para bebidas alcohólicas debido a la naturaleza multicapa de los materiales que se utilizan típicamente para mejorar el comportamiento de envasado de los recipientes. Otras consideraciones, tales como el color y el olor de los residuos plásticos pueden tener un impacto sobre el coste del producto enfardado, mientras que los costes de recogida de los films (debidos a problemas de peso / volumen), así como los aspectos relacionados con la limpieza, reducen el atractivo de la recogida de film procedente de fuentes domésticas 'sucias'.

Sin embargo, existen ejemplos que muestran que es posible separar flujos particulares homogéneos y limpios que son adecuados para el reciclaje y muchos de ellos se centran en las botellas de plástico. En el R. U., el 90 por ciento de las botellas de plástico están hechas de uno de estos tres polímeros: PET, HDPE y PVC. La proporción de estos polímeros y sus colores correspondientes en la fracción de las botellas incluida en los residuos domésticos varía de un país a otro.

Tabla 14: Proporción de la Fracción de las Botellas (porcentaje)		
Tipo de polímero y color	Italia	Reino Unido
PET, del cual:	77	44
Transparente	40	44
Azul claro	19	-
Otros	18	4
HDPE	22.5	50
PVC	1.5	6
Fuente: TNO (2000) <sup>36</sup>		

El PET (utilizado para envasar bebidas carbónicas) y el HDPE (utilizado para leche, detergentes, productos de perfumería) son las fracciones más reciclables. Los residuos plásticos de un solo material y de un solo color son los que alcanzan los más altos precios en el mercado, mientras que las inclusiones tales como los tapones de PP, material coloreado no clasificado y plásticos altamente 'perfumados' influyen negativamente sobre el procesado, los costes correspondientes y el valor del material.



### Obstáculos para el reciclaje

Los obstáculos a los que ha de hacer frente el reciclaje de los plásticos procedentes de los residuos existentes en el flujo de las basuras domésticas son:

- La elevada dispersión de los materiales
- La fuerte contaminación potencial
- Los colores de los polímeros y los mercados finales
- Las prohibiciones respecto al reciclaje en bucle cerrado

Las botellas de plástico son los principales productos previstos para su reciclaje a partir del flujo de los residuos por las razones que ya antes se han mencionado. A pesar de la elevada dispersión del material, se han establecido sistemas de reciclaje satisfactorios, aun cuando el coste de la recogida de estos materiales se plantea muchas veces como el principal obstáculo para el reciclaje de las botellas. Los films son típicamente dejados de lado debido a los elevados niveles de contaminación asociados con estos materiales, así como por su baja relación entre peso y volumen en comparación con las botellas.

El PET ha experimentado limitaciones respecto a las cantidades de material reciclado debido a una falta de suministro junto con la saturación de los mercados actuales. Se hace necesario el desarrollo de nuevos mercados con el fin de sostener las cantidades potenciales de material disponible para la recogida. El 90 por ciento del PET se utiliza para la fabricación de productos de envasado y la gran mayoría de los mismos van destinados a productos alimentarios, si bien el reciclaje en bucle cerrado (la fabricación de botellas de plástico a partir de botellas de plástico ya usadas) es objeto de restricciones en muchos países. Hay también obstáculos adicionales relacionados con el color del PET; las tendencias de los consumidores y del mercado han incrementado la penetración del PET coloreado en el mercado y, sin embargo, no hay mercado para las botellas residuales de PET coloreado (con la excepción de las de color azul).

El color constituye también una dificultad para el reciclaje del HDPE que restringe las salidas de mercado para el material, como lo es la contaminación por tapones y cierres de PP, si bien las mejoras en las actuales tecnologías de separación reducirán el impacto de estos aspectos negativos sobre el material reciclado producido.

### **El sector de la distribución y del comercio detallista**

#### El sector comercial, pequeñas empresas e industrias

Los residuos plásticos generados por el sector comercial y de las pequeñas empresas e industrias son en gran parte residuos de embalaje. Los residuos plásticos más comunes generados por estos sectores son:

- films elásticos
- bidones y recipientes
- bolsas grandes
- paletas
- jaulas de embalaje
- poliestireno expandido (EPS)

A diferencia de lo que ocurre con los envases recogidos en los residuos domésticos, de los cuales



alrededor del 85 por ciento es desechado en el mismo año en que ha sido fabricado, un porcentaje mayor de envases y embalajes de plástico relacionados con las actividades de la distribución, tales como jaulas de embalaje, paletas y bidones están previstos para ser reutilizados y mantenidos en aplicaciones de plazo largo. Como resultado de ello, es proporcionalmente menor la cantidad por año de plástico disponible para ser recogido.

Las cifras que aparecen a continuación, procedentes de Taylor Nelson Sofres<sup>37</sup>, se refieren a los residuos de envases/embalajes recogibles procedentes de supermercados, grandes tiendas, industrias y también de la agricultura, la edificación y la construcción. Las cifras correspondientes a los residuos que no son de envases/embalajes se refieren también a la fracción recogible de los residuos plásticos. Estos últimos residuos incluyen entre otros, los films de aislamiento, las tapas de protección, etc. Estas aplicaciones son para unos plazos medios o cortos, mientras que las de envases/embalajes lo son para unos plazos normalmente mucho más cortos.

Tabla 15: Distribución de los residuos plásticos: envases/embalaje frente a los de no envases/embalajes			
	Envases/embalajes kg/habitante	No envases/embalajes kg/habitante	Total kg/habitante
Austria	7.0	4.3	11.3
Bélgica <sup>38</sup>	9.8	4.2	14.0
Dinamarca	12.2	4.9	17.1
Finlandia	4.6	2.5	7.1
Francia	7.1	1.7	8.8
Alemania	7.9	1.1	9.0
Grecia	5.2	0.6	5.8
Irlanda	8.7	5.6	14.3
Italia	10.3	0.8	11.1
Países Bajos	12.9	4.2	17.1
Portugal	9.6	4.0	13.6
España	7.0	0.7	7.7
Suecia	10.6	0.7	11.3
Reino Unido	10.7	2.5	13.2
Unión Europea	8.8	1.8	10.6
Noruega	5.6	4.7	10.3
Suiza	8.4	1.8	10.2
Europa Occidental	8.7	1.8	10.5

Fuente: Taylor Nelson Sofres – Datos del 2000

Los residuos de envasado y de embalaje representan más del 80 por ciento de los residuos plásticos recogibles producidos por esos sectores. La media europea para dichos residuos es de 8,7 kg/habitante/año, con fuertes variaciones de un país a otro. Los Países Bajos son el mayor productor de residuos en esta categoría con 12,9 kg/habitante/año, mientras que Finlandia es la que menos produce con tan sólo 4,6 kg/habitante/año. La misma fuente indica que los polímeros más comúnmente utilizados para estas aplicaciones de envasado y embalaje son el HDPE y el LDPE

37- "Sistema de Información sobre la Gestión de los residuos plásticos en Europa" – Datos de la Visión General Europea 2000" Taylor Nelson – Sofres para APME – Marzo de 2002.

38- Incluye los datos de Luxemburgo.



Tabla 16: Tipos de polímero en aplicaciones de envases/embalajes			
	LDPE/HDPE	PP	PS/EPS
Film elástico y contráctil para mercancías	•	•	
Bolsas de alta resistencia	•		
Jaulas, paletas, bidones pequeños, cajas	•	•	•
Bidones y recipientes	•		
Fuente: Taylor Nelson Sofres – Datos del 2000			

Es importante hacer observar que a diferencia de los envases domésticos, los envases/embalajes de origen comercial e industrial tienen una tasa más elevada de reutilización; las paletas, las jaulas de embalaje, los bidones y las bolsas de alta resistencia pueden todos ellos ser específicamente fabricados para ser reutilizados. En Bélgica, se estima que por cada kg de plástico de envases/embalajes industrial de un solo uso existe un equivalente de 3,5 kg de envases/embalajes industriales de plástico reutilizables. Estos materiales reutilizables son más fáciles de recoger y de reciclar que los de un solo uso debido a que

- son homogéneos (y es un flujo limpio)
- conservan a menudo un valor económico
- permanecen en el mismo circuito de distribución (sin dispersión geográfica)
- pueden ser reciclados para las mismas aplicaciones, lo cual evita la búsqueda de nuevas maneras de darles salida.

Sin embargo, los materiales o productos que se envasan en los bidones u otros recipientes de plástico pueden impedir que éste pueda ser reciclado, es decir, cuando se utilizan para envasar sustancias peligrosas. En tales casos, no se recomienda el reciclaje mecánico (que incluso está prohibido en algunos países), quedando como mejor opción medioambiental el reciclaje a materia prima o la valorización energética.

#### Obstáculos para el reciclaje

Los principales obstáculos que afectan a los residuos plásticos comerciales e industriales conciernen los films comerciales y de distribución así como el EPS, en oposición a las aplicaciones de plástico rígido, tales como paletas, bidones y jaulas de embalaje (con la excepción de los recipientes utilizados para el envasado de sustancias peligrosas).

Los films comerciales y de distribución son principalmente de LDPE (envolturas extensibles y contráctiles) y de HDPE (bolsas y sacos). Los obstáculos para el reciclaje incluyen:

- la disminución del espesor
- la baja relación peso/volumen

Las principales características que hacen atractivo el reciclaje de los films comerciales e industriales son que los residuos son relativamente homogéneos, limpios y se concentran en un número limitado de puntos de salida. La reducción de peso de los embalajes, o disminución del espesor, reduce el grosor y por lo tanto también el peso de los films con el objeto de optimizar la eficiencia de los recursos. Sin embargo, a medida que los films se hacen más delgados y pesan menos, el rendimiento



de la recogida y el reciclaje puede verse comprometido.

Por lo que respecta al EPS, los principales obstáculos se asocian con la baja relación entre el volumen y el peso del material y con los costes de la recogida y el transporte si no se han establecido unos sistemas eficientes. La contaminación es también un aspecto importante y por lo general sólo se acepta material limpio, seco y libre de etiquetas.

## Agricultura

La utilización de los plásticos en la agricultura ha crecido de una forma espectacular en los últimos años. Ha sustituido al cristal en los invernaderos y ha pasado a ser el material de elección para muchas aplicaciones de envasado; se utiliza también ampliamente para la conservación de los forrajes (ensilado) y para aplicaciones agrícolas (cobertura de cultivos).

Aun cuando los plásticos utilizados en la agricultura representan sólo el 2,5 por ciento, 953.000 toneladas, del total de los plásticos consumidos en Europa en 2002, los mismos tienen un papel básico que jugar en este sector. Los sistemas de irrigación y de drenaje basados en los plásticos proporcionan soluciones eficaces en el desarrollo de los cultivos. En la región de Almería, en el sur de España, los sistemas de irrigación basados en los plásticos, los invernaderos y los films han ayudado a multiplicar por tres la producción agrícola. El crecimiento de los plásticos en este sector entre los años 2000 y 2002 ha sido del 3 por ciento.

Las prácticas agrícolas en Irlanda son un reflejo de esta tendencia: en 1990, del 2 al 3 por ciento de las granjas utilizaban plásticos para la conservación de los ensilados; para 1994, este uso se había incrementado hasta el 56 por ciento.

Los residuos plásticos procedentes de las aplicaciones agrícolas son principalmente bidones y films, aun cuando las paletas se encuentran también presentes. La mayor parte de los residuos plásticos agrícolas no relacionados con el envasado están constituidos por los siguientes tipos de film:

- envoltura para los productos ensilados
- material de cobertura para los productos ensilados
- protección de los sembrados
- coberturas para túneles e invernaderos

La Agencia Medioambiental Anglo-Galesa<sup>39</sup> estimaba que en 1998, la producción de residuos plásticos de origen agrícola en el R. U. era de 1,04 kg/habitante/año, con el siguiente desglose.



Tabla 17: Residuos plásticos agrícolas en Inglaterra y Gales (1998)				
Film de plástico para envasado	Exactitud	Tm/año	kg/Ha	porcentaje
Envasado de Productos Agroquímicos	Media	2,400	0.15	3.9
Sacos para Fertilizantes	Media	12,200	0.75	19.6
Sacos para Semillas	Media	1,000	0.06	1.6
Bolsas para Piensos	Media	11,400	0.71	18.3
Envases de Veterinaria	Media	750	0.05	1.2
Recipientes para Aceites	Baja	669	0.04	1.1
Envases Diversos	Media	3,800	0.24	6.1
Total de Envases plásticos		32,219	2.00	51.8
Film de plástico para fines distintos del envasado				
Plástico para Ensilados	Media	25,000	1.55	40.2
Plástico para Ensilados + Contaminación	Baja	50,000		
Films para Invernaderos y Túneles	Media	500	0.03	0.8
Films de Protección y Cobertura de Sembrados	Media	4,500	0.28	7.2
Mulch Films and Crop Cover + Contamination	Baja	22,500		
<b>Total de Films</b>		<b>30,000</b>	<b>1.86</b>	<b>48.2</b>
<b>Total de Plásticos</b>		<b>62,219</b>	<b>3.86</b>	<b>100</b>

#### Films para el ensilado

Los films para el ensilado proporcionan un medio para la conservación de los piensos. El forraje se embala con film extensible de PE o bien se acumula en largas hileras cubiertas por medio de film grueso de PE.

La contaminación de los films para ensilados se estima en el 50 por ciento del peso total.

En el caso de los films para ensilados recogidos en el Departamento de Aveyron<sup>40</sup>(Francia), los contaminantes más comunes son los terrones de tierra, fragmentos de hortalizas, alambres de púas y humedad.

#### Films para Invernaderos y Túneles

Los Films de plástico han sustituido al cristal en muchas aplicaciones de invernaderos: son más baratos y más fáciles de poner y quitar. Los obstáculos para el reciclaje de estos plásticos incluyen la degradación del film por los efectos de la radiación UV, la presencia de residuos de pesticidas, la humedad y la suciedad.

#### Films para Protección del Suelo y Cobertura de las Siembras

Estos films están en contacto con el suelo y dado que suelen ser de poco espesor, el nivel de decontaminación es elevado (alta relación superficie/volumen) y la molturación para el reciclaje resulta difícil. La contaminación de los films para la protección del suelo y



40- Véase el Anexo\*\*\* : Estudios de Casos Reales\*\*\*\*



la cobertura de siembras se estima en el 80<sup>41</sup> por ciento del peso, siendo los principales contaminantes tierra, fragmentos de hortalizas sucios y humedad.

### BIDONES



Debido a su contenido potencialmente peligroso, los bidones que han contenido productos agroquímicos y fármacos para animales no son reciclados. Existen algunos proyectos de recogida para los mismos, como el Phytophar-Recover, pero los bidones recogidos son incinerados con valorización energética.

Los bidones que no han contenido productos peligrosos, pueden ser reciclados de manera mecánica. En el Departamento de Aveyron<sup>42</sup>(Francia), el proyecto de recogida para los films de plástico de uso agrícola incluye los bidones de HDPE utilizados para el lavado de las máquinas de ordeño.

### Sacos

En la agricultura, se utilizan los sacos de plástico para el envasado de fertilizantes, piensos y semillas. Los sacos para piensos pueden estar contaminados por aditivos medicinales, los sacos para semillas por agentes de abono químico y los sacos de fertilizantes por el propio fertilizante.

### Paletas

Al igual que ocurre con las paletas utilizadas en los sectores comercial y de venta al por menor, las paletas agrícolas pueden ser reutilizadas o recicladas con facilidad.

### Obstáculos para el reciclaje

Los films destinados a la agricultura, que pueden tener una diversidad de aplicaciones como ya anteriormente se ha indicado, son en gran parte films de PE (LDPE, LLDPE). Los principales obstáculos para el reciclaje de los mismos son:

- La degradación por la radiación UV
- Los elevados niveles de contaminación
- La baja densidad (30 – 50 kg/m<sup>3</sup>)
- La amplia dispersión del material

Los films para la agricultura tienen un plazo de vida útil corto y son utilizados en amplio grado para aplicaciones en exteriores, lo que significa que se encuentran expuestos a la radiación UV, la cual altera las propiedades físicas y químicas del material y tiene unas consecuencias negativas sobre las posibilidades de reciclaje del mismo.

La contaminación por tierra, materias vegetales y la humedad incrementa los costes del procesado (lavado) y los costes de eliminación de los residuos. En el proyecto Plastretur, en Noruega, se ha informado de unos niveles de contaminación del 20 por ciento (5 por ciento de tierra y 15 por ciento de humedad). La baja densidad del material tiene también efecto sobre las cantidades de residuos que pueden ser recogidos; sin embargo, la estacionalidad de la generación de los residuos y los grandes volúmenes de material que utilizan las granjas individuales pueden obviar este obstáculo.

El reciclaje de los recipientes de uso agrícola es más restrictivo, dado que muchos de ellos son utilizados para contener productos agroquímicos peligrosos. Esta contaminación es el obstáculo

41- Plastretur y "Hacia una gestión sostenible de los residuos de la agricultura" - Agencia Medioambiental - 2001

42- Véase el Anexo\*\*\*: Estudios de Casos Reales\*\*\*\*



principal que restringe el reciclaje de estos plásticos agrícolas.

### Residuos plásticos de la construcción y demolición

Los plásticos son ampliamente utilizados en el sector de la construcción, desde el aislamiento de tuberías, a los marcos de ventana y al diseño de interiores. Esto queda reflejado en los datos que ponen de manifiesto que este sector consumió 6,7 MTm de plásticos en el año 2002, lo que representa el 17,6 por ciento del consumo total de plásticos en Europa Occidental.

Sin embargo, hubo una ligera disminución de la media del consumo de plásticos entre 2000 y 2002 debido a la mayor desaceleración económica.

#### Residuos de la construcción

Los residuos de la construcción pueden ser clasificados en uno de los grupos siguientes, dependiendo de su origen:

- materiales dañados y recortes
- materiales sobrantes (p. ej. botellas de gas, productos selladores, pinturas, etc.)
- productos residuales intermedios y precursores (p. ej. aceites residuales)
- residuos de embalajes

Si bien algunos de los residuos plásticos aparecen bajo la forma de productos dañados, tales como tuberías, aislamientos y ventanas, etc., la mayor parte de los residuos plásticos de la construcción están constituidos por productos de embalaje tales como films y paletas. Los residuos de embalaje representan alrededor del 2 por ciento de todos los residuos de la construcción y la demolición, y ADEME estima que alrededor del 10 por ciento de los residuos de embalaje de la construcción están compuestos por polímeros de polipropileno y polietileno. En un estudio llevado a cabo por el Building Research Establishment del R. U., se determinaba que los plásticos representaban el 25 por ciento de la fracción de los embalajes, con la composición que puede apreciarse a continuación.

Tabla 18: Composición de los embalajes de plástico	
Producto de embalaje de plástico	Proporción de los embalajes totales (porcentaje)
Envoltorios de PE	11.6
Recipientes	4.1
Rellenos de PS	3.6
Envolturas de burbujas	3.0
Sacos de PP	2.3
Otros (incluyen selladores para tubos, sacos para arena, etc.)	0.9
<b>TOTAL DE PLÁSTICOS</b>	<b>25.5</b>
Fuente: Anderson et al. (2002) <sup>43</sup>	

43 - "Residuos de Embalaje de Obras en Construcción : Informe de Posición en el Mercado" por M. Anderson, A. Conroy y C. Tsiokou, 2002. Building Research Establishment, R. U.



### Residuos de demolición

El uso de los plásticos en la construcción ha continuado creciendo desde la década de 1959. En términos generales, cuanto más reciente es el edificio, tanto más plástico contiene.

La mayor parte de los plásticos utilizados en la construcción son para aplicaciones de larga duración (p. ej. marcos de ventana, tuberías, espuma para el aislamiento, conductores eléctricos, recubrimientos de paredes, etc.). A título de ejemplo, el margen de vida útil de los elementos de PVC (tales como tubos y marcos de ventanas) se estima en 50 años y más. Por consiguiente, resulta difícil la estimación de las existencias de residuos potenciales de este flujo en particular. Las previsiones acerca de las cantidades de residuos, por aplicación, que estarían entrando en el flujo de los residuos en 2000 eran de 1.178.000 toneladas.



**Tabla 19: Previsión de Generación de Residuos plásticos de la Edificación y la Construcción (x 1.000 toneladas)**

	1995	2000	2010
Recubrimientos de Suelos y Paredes	274	258	370
Tubos y Conductos	96	240	380
Aislamientos	84	132	400
Perfiles	72	105	160
Revestimientos	59	84	150
Ventanas	6	12	65
Guarniciones Montadas	250	320	450
<b>TOTAL</b>	<b>841</b>	<b>1,178</b>	<b>1,975</b>
Fuente: APME 1998 <sup>44</sup>			

La recogida selectiva de los residuos de demolición es complicada y onerosa debido a los recursos necesarios (principalmente mano de obra) para la separación del material.

En la UE, la generación de residuos de C y D varía entre los 189 kg/habitante/año de Suecia (en donde son habituales los edificios de madera) y los 720 kg/habitante/año en Alemania. Los datos acerca de los residuos plásticos (Informe para la DGXI, Prácticas de gestión de los residuos de construcción y demolición de la Comisión Europea, y sus impactos económicos: Informe Final de Febrero de 1999. Informe de Symonds, en asociación con ARGUS, COWI y PRC Bouwcentrum) de otros países ponen de manifiesto lo siguiente:

- En los Países Bajos, los residuos plásticos son de 13 kg/habitante/año (1,9 por ciento de los residuos de C y D), de los cuales son reciclados el cinco por ciento.
- En Bélgica, los residuos plásticos son de 1 kg/habitante/año (0,5 por ciento de los residuos de C y D), de los cuales son reciclados el diez por ciento.

44- "Plásticos: un Material de Elección en la Edificación y la Construcción : Consumo y recuperación de plásticos en Europa Occidental 1995" APME 1998



- En Dinamarca, los residuos plásticos son de 1.9 kg/habitante/año (0,4 por ciento de los residuos de C y D), de los cuales son reciclados el 20 por ciento.

El Instituto Nacional Sueco de Ensayos e Investigación estudió<sup>45</sup> el potencial de reciclaje de los plásticos procedentes de edificios construidos en las décadas de 1960 y 1970.

Midieron la masa por apartamento, la dificultad de desmontaje y retirada del material arrancado y el nivel de limpieza del plástico. Se recogió un promedio de 2,2 kg/m<sup>2</sup> de plástico, representando los materiales de recubrimiento de suelos alrededor del 75 por ciento de esta cantidad.

En el estudio se llegó a la conclusión de que los edificios más antiguos contenían muy pocos productos poliméricos aparte de los recubrimientos de suelos (que estaban fuertemente degradados), considerándose los perfiles de ventanas, los marcos de puertas, los tubos, los cables y los conductos eléctricos como los productos más adecuados para el reciclaje. Los recubrimientos de suelo de materiales plásticos constituyeron la mayor parte en todos los edificios, pero la limpieza de los materiales era deficiente.

La retirada de la mayor parte de los productos requirió de 10 a 60 minutos por apartamento, utilizando herramientas simples. En la mayor parte de los casos, los materiales estaban contaminados y para conseguir materiales con un nivel de limpieza adecuado para su reciclaje serían necesarios procedimientos de separación y limpieza simples adicionales o bien procedimientos avanzados. Un problema que se produce en la recogida y la separación de los productos es el que plantean las sustituciones efectuadas durante el mantenimiento de los edificios (p. ej. un recubrimiento de suelo de PVC pegado sobre un pavimento anterior de linóleo).

Proyectos piloto iniciados por la Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (Association of Cities and Regions for Recycling, ACRR) en colaboración con las Federaciones Europeas de Industrias de los Plásticos que exploraron la recuperación de los residuos plásticos durante la demolición y la construcción en Oporto, Portugal, y en Barcelona, España, durante 2002/3 llegaron a la conclusión de que las tasas de recuperación era probable que fueran bajas, dado que los edificios más antiguos tienden a contener pocos materiales plásticos, si es que hay alguno. Lo que haya, es mejor retirarlo de forma selectiva durante un proceso de desmantelamiento (junto con cualesquiera materiales potencialmente peligrosos). Resulta claro que hay un mayor campo para la separación en origen de los residuos plásticos durante las actividades de construcción.

En los EE. UU., el Centro de Investigaciones NAHB estimaba que, para la construcción de una casa típica de 185 m<sup>2</sup>, se requerían 68 kg de residuos de PVC (1,9 por ciento del total) con una densidad de 90 kg/m<sup>3</sup>. Téngase en cuenta, sin embargo, que esta casa "típica" tiene tres lados de materiales de PVC, lo cual es inhabitual en Europa.

#### Obstáculos para el reciclaje

En este contexto, reciclaje quiere decir la totalidad del plan de reciclaje (desmontaje, recogida, tratamiento previo, reciclaje).

El sector de la construcción y la demolición es el segundo mayor usuario de plásticos después del sector del envases/embalajes, si bien, dado que buena parte del material queda retenido en aplicaciones de larga duración, las cantidades de residuos plásticos actualmente disponibles para su recogida son restringidas. Aparte de esto, los obstáculos específicos para el reciclaje incluyen



45- "Determinación del potencial para el reciclaje de productos poliméricos de la edificación de las décadas de 1960 y 1970 - monografía" N. Yarahmadi et al. - Publicación del Instituto Nacional Sueco de Ensayos e Investigación - Enero de 1999.



- Los reducidos costes y controles de los vertederos
- La naturaleza fragmentada del ramo
- El tiempo requerido para la separación de los materiales en la obra
- Los costes de la recogida y el transporte hasta los lugares de reciclaje.

El bajo coste del depósito en vertederos en muchos países y la baja responsabilidad del sector hacen que existan pocos incentivos económicos para entrar en unas actividades más costosas de separación y reciclaje de los residuos. Esta situación está siendo corregida en algunos países en los que se ha aprobado una legislación que prohíbe el depósito en vertederos o la incineración de aquellos residuos que puedan ser reciclados.

No existe tampoco ninguna obligación de recuperación de las tuberías enterradas durante las demoliciones, lo cual restringe las posibilidades de reciclaje de dichos materiales. El factor de bloqueo más importante es, sin embargo, la naturaleza fragmentaria del ramo; la cobertura total del sector requeriría el establecimiento de una separación en obra y una complicada infraestructura de recogida que está en la actualidad ampliamente dispersa y que incluye un gran número de obras en las que se generan reducidas cantidades de residuos.

Al igual que ocurre con los films utilizados en la agricultura, la contaminación y la degradación por la radiación UV de los plásticos pueden restringir también las posibilidades de reciclaje de los materiales en este flujo de residuos.

### **Evaluación de los Flujos Locales y Regionales de Residuos plásticos**

La única manera de evaluar las existencias locales/regionales de residuos con un cierto grado de exactitud es emprender un análisis de caracterización de los residuos locales y/o regionales. Las características del flujo de residuos que deberán ser tomadas en consideración son:

- las cantidades de residuos
- la composición de los residuos
- la distribución geográfica
- las variaciones diarias y estacionales
- la eco-eficiencia de todo el sistema, en comparación con otras opciones.

La caracterización de los residuos resulta de utilidad con el objeto de definir los aspectos prácticos del proyecto de recogida, que incluyen:

- el tipo y el tamaño de los contenedores
- el tipo de equipos de recogida
- la frecuencia de la recogida
- evaluar la variabilidad espacio-temporal
- evaluar la evolución del flujo de residuos

Un informe para la Comisión Europea<sup>46</sup>, identifica cuatro metodologías comunes utilizadas para la caracterización de los residuos. La elección de qué método utilizar, dependerá de la exactitud que se quiera obtener para los resultados, del presupuesto con que se cuente y del tiempo disponible, si bien es posible combinar estos diferentes métodos. La exactitud y la fiabilidad de los resultados depende no sólo del tamaño y de la constitución de la muestra, sino también de las variaciones en



factores de tipo diario, estacional y espacial.

MODECOM – una metodología de muestreo y separación manual desarrollada por ADEME (Francia) y que consiste en cinco pasos:

- Encuesta preliminar para la recogida de los datos necesarios para una campaña de análisis.
- Elección de los camiones y/o de los contenedores para la muestra.
- Constitución de las muestras a clasificar.
- Separación de las muestras en dos etapas: fracciones de tamaños grande y medio.
- Análisis de laboratorio.

En 1993, ADEME llevó a cabo una estimación nacional detallada de las existencias de residuos plásticos de los RSU utilizando el modelo MODECOM. Esta caracterización puso de manifiesto que los films plásticos de PE y de PP constituían más del 50 por ciento de los residuos plásticos municipales. Desgraciadamente, esta operación no se repitió por motivos presupuestarios y organizativos. En la actualidad, las botellas y los envases de PVC casi han desaparecido y se utilizaría una nueva separación.



En la UE, existe un caudal de experiencia de los municipios que recogen las botellas de plástico hechas de HDPE y de PET.

Estas experiencias no serán descritas adicionalmente en la presente guía dado que la mayor parte de los sistemas de Punto Verde nacionales proporcionan una información técnica valiosa.

Sin embargo, resulta interesante analizar los factores que hacen que sea posible la recogida selectiva, la separación y el reciclaje de las botellas de plástico y que éstas constituyan los residuos plásticos más importantes como objetivo para las A L/R

- Las botellas de plástico representan el **principal envase plástico** procedente de los hogares (el 46 por ciento de los envases plásticos domésticos en Bélgica, el 40 por ciento en el R. U.).
- La mayor parte de las mismas están hechas con **sólo dos clases de polímero**: el PET y el HDPE. Hay todavía botellas de PVC, pero su utilización está en declive.
- El **tenedor de los residuos puede reconocer y separar con facilidad** las botellas de plástico del resto de los residuos.
- Las botellas de plástico son **fáciles de reconocer en la planta de separación**. Pueden ser separadas de manera fácil por tipo de resina u ópticamente por color.
- Existe un **mercado ya desarrollado para la venta** de las botellas de plástico clasificadas.
- Con unos costes de eliminación crecientes, la recogida selectiva y el reciclaje de las botellas de plástico es una opción que resulta **económicamente interesante**

Las A L/R que deseen ampliar la recogida de residuos plásticos deberán buscar flujos que presenten las mismas características que presenta el de las botellas de plástico:

- **Cantidad suficiente**: Los organismos dedicados a los residuos conocen por experiencia los flujos principales que están presentes en sus residuos. Es necesario identificar los residuos plásticos más habituales. Una caracterización de los residuos puede confirmar y definir las cifras.



- **Homogéneo, limpio e identificable:** El flujo de residuos plásticos relevante debe ser tan homogéneo y tan limpio como sea posible. Por ejemplo, los juguetes de plástico son difíciles de identificar porque los mismos están hechos de diferentes resinas. Los films o los tiestos para plantas están hechos sólo de algunas de las resinas, que son muy fáciles de separar en la planta de separación y los vasos para el café pueden ser recogidos de forma fácil en los establecimientos de suministro de servicios de comidas. El EPS es también fácil de identificar por quien tiene los residuos.
- **Posibilidad de venta de los materiales clasificados:** Es importante comprobar si existe un mercado para el material recogido y clasificado, así como los requerimientos de calidad del mismo. Resulta de ayuda ponerse en contacto con la industria de los plásticos o con una asociación de recicladores de plásticos con el fin de definir cuáles son los flujos aceptados y bajo qué condiciones.
- **Los costes de eliminación evitados:** El coste de eliminación que se evita es ciertamente una fuerza impulsora importante en la decisión de llevar a la práctica un programa de reciclaje. Si bien los costes de recogida pueden ser considerables a causa de las características de elevado volumen y poco peso de los plásticos, una elección selectiva de los residuos plásticos y de los flujos de residuos específicos puede resultar rentable con poco o ningún apoyo adicional. Por lo tanto, al evaluar los costes económicos de la introducción de un programa de recogida selectiva, los costes de eliminación que se evitan deben también ser integrados en la evaluación.

Diversas Autoridades Locales y Regionales han establecido de forma satisfactoria proyectos de recogida selectiva de plásticos, aparte de las botellas, que incluyen toda una gama de flujos de residuos, por medio de la aplicación de los indicadores arriba mencionados. Dichos proyectos incluyen: el Plastretur en Noruega; el LIPOR en la región de Oporto en Portugal; el de la BEP y el IMOG en las provincias de Namur y de Courtrai respectivamente, en Bélgica; el del Departamento de Aveyron y el del Sindicato de Municipios de la Región de Rambouillet (SYMIRIS) en Francia. Se pueden encontrar detalles adicionales acerca de estos proyectos en el capítulo siguiente.



## CAPÍTULO 5

### ¿Cómo pueden las Autoridades locales/regionales mejorar la recogida de los residuos plásticos?

#### Residuos plásticos domésticos

Los sistemas de recogida de los residuos domésticos incluyen:

- la recogida mediante contenedores urbanos
- los contenedores de vecindario
- los parques de contenedores

El tipo de sistema de recogida que las A L/R decidan adoptar viene condicionado por los tipos de residuos y de flujos de residuos a los que vayan dirigidos; la recogida mediante contenedores urbanos está orientada hacia la recogida de los productos de plástico más pequeños, típicamente de la fracción de los envases: las botellas de plástico y, en un grado menor, los films. Los parques de contenedores, sin embargo, permiten la recogida de productos de plástico mayores, incluyendo muebles de plástico, tubos, marcos de ventana, etc. que no sólo aparecen en los residuos domésticos sino también en los flujos de residuos comerciales e industriales.

El sistema que se elija afectará a la tasa de recogida de plásticos dentro de un A L/R. En Noruega, un estudio llevado a cabo por la Fundación para la Investigación Østfold comparó dos municipios, Drammen y Hamar, que recogen botellas de plástico utilizando dos tipos diferentes de sistema de recogida. En Drammen, un sistema de recogida en los vecindarios estaba obteniendo una tasa de recogida del 18 por ciento. En Hamar, en donde se estaba utilizando un sistema de recogida al borde la acera, las tasas de recogida alcanzaban alrededor del 55 por ciento.

#### Recogida mediante contenedores urbanos

En la mayor parte de los sistemas de recogida al borde la acera se recogen botellas de plástico. Con la excepción del sistema DSD alemán, no se han identificado sistemas de recogida mediante contenedores urbanos para films de plástico u otros residuos plásticos de origen doméstico que no sean las botellas.



### EL DSD Y LOS RESIDUOS PLÁSTICOS

El trabajo de Duals System Deutschland AG está basado en las estipulaciones de la Ordenanza para el Envasado alemana, que entró en vigor el 12 de Junio de 1991 (modificada en 1998). Esta empresa de gestión privada organiza la recogida y la separación de los envases de venta que llevan el Punto Verde. Los servicios de eliminación que proporciona el Dual System están financiados por las tasas de las licencias "Punto Verde". El comercio detallista y los fabricantes quedan con ello liberados de sus obligaciones individuales, establecidas en la Ordenanza para el Envasado alemana, por lo que respecta a volver a hacerse cargo de los envases usados.

Hay dos tipos principales de sistema: los sistemas mediante contenedores urbanos y los de depósito. El sistema de recogida más extendido es el sistema mediante contenedores urbanos, en el que se utilizan Bolsas Amarillas o Cubos de la Basura Amarillos. Los consumidores los utilizan en casa para recoger los envases de poco peso (p. ej. los envases de yogur) que llevan el Punto Verde. Con los sistemas de depósito, el consumidor puede utilizar los contenedores para reciclaje situados cerca de su casa. En muchos lugares se recogen también de esta manera los envases de vidrio y de papel. Los centros de recogida generales entran también dentro de la categoría de depósito.

- Bolsa o cubo amarillos – después de la separación, los fardos por separado de envases de aluminio, hojalata, material compuesto, lámina de plástico, botellas de plástico, plásticos mezclados y poliestireno quedan a punto para el reciclaje.
- Vidrio – se clasifica según el color en las plantas de preparación.
- Papel – se clasifica de acuerdo con diversos criterios de calidad de los residuos de papel en plantas de separación especiales.

En 2002, los consumidores alemanes depositaron 6,32 millones de toneladas de envases de venta usados en los contenedores de recogida marcados con el Punto Verde. Esto es equivalente a una cantidad de recogida de 76,7 kg por persona.

Desde que entró en vigor la Ordenanza para el Envasado alemana en 1991, la cantidad de envases de venta que el comprador medio se lleva a casa cada año ha descendido de los 94,7 kg a 82,3 kg en 1997. Se aprecian también señales de una tendencia hacia la evitación de residuos y soluciones de envasado orientado hacia el reciclaje, como se hace evidente echando un vistazo a los estantes de los supermercados:

- Los fabricantes están ahorrando en materiales de envasado reduciendo el peso de los envases o arreglándoselas sin ningún tipo de envasado.
- Cambiando las opciones de material de envasado, p. ej. pasando de los blísteres de plástico al cartón.
- Más envases para volver a ser llenados y productos más concentrados, en particular en el sector de los detergentes para el lavado y la limpieza.

Algunos planes para los residuos, como el del Consejo Municipal de Barrow-on-Furness, tienen como objeto extender la recogida mediante contenedores urbanos a los films de plástico. Una de las ventajas de los sistemas mediante contenedores urbanos sobre los contenedores de vecindario, además de la mayor tasa de recogida, es que por lo general admiten una gama mayor de materiales y permiten un control visual de la calidad de los residuos recogidos por parte del personal de los equipos de recogida. Cuando los residuos están mal clasificados, la recogida puede ser rehusada y



se puede aplicar un adhesivo o etiqueta en el contenedor explicando la razón por la que el material ha sido rechazado. Esto da también a los usuarios un mayor conocimiento de los requerimientos de reciclaje del sistema y les hace responsabilizarse más de sus residuos.

Los tipos de contenedores que se utilizan típicamente en un sistema de recogida mediante contenedores urbanos tienen implicaciones importantes para las tasas de desviación de los materiales y para los costes del sistema. Aun cuando en términos de coste por unidad, las bolsas de plástico son con mucho el método de recogida que resulta más barato, lo son también los contenedores de un solo uso; en cambio, las cajas y los cubos sobre ruedas no lo son.

#### Recogida de materiales únicos frente a recogida de materiales múltiples

El objetivo de cualquier sistema de recogida es el de obtener, a un coste razonable, unos materiales de buena calidad. Si el sistema de recogida es para múltiples materiales, las cantidades recogidas serán mayores que en el caso de un sistema de recogida para un solo tipo de material. De hecho, el usuario tiene menos dudas al poner los materiales en los sistemas de materiales múltiples que en el caso de los sistemas de recogida selectiva. Sin embargo, se hace necesario alcanzar un equilibrio entre los costes y los beneficios de dichos sistemas. Los sistemas para materiales múltiples tienen unas tasas de recogida más elevadas y, por lo tanto, unos costes de eliminación asociados inferiores a los de los sistemas de recogida selectiva, si bien esta ventaja puede quedar contrarrestada por la calidad del material recibido, el incremento en los costes del procesado y/o la falta de mercados para los materiales resultantes. Por el contrario, los sistemas de recogida selectiva pueden presentar unas tasas de recogida inferiores y, por lo tanto, unos costes de eliminación de los residuos más elevados, pero la calidad del material y los costes del procesado pueden resultar más favorables.

La mayor parte de los sistemas de recogida mediante contenedores urbanos tienen como objetivo un conjunto de materiales reciclables, típicamente plásticos, metales y cartones (PMC) que son posteriormente clasificados. La fracción de los plásticos está por lo general limitada a botellas exclusivamente.

### **Contenedores de vecindario**

Al igual que ocurre con los sistemas de recogida mediante contenedores urbanos, la mayor parte de los plásticos recogidos a través de los contenedores de vecindario está constituida por botellas de plástico. Tameside, en el R. U., dispone, entre un total de 54 emplazamientos de contenedores de vecindario, de dos lugares equipados para la recogida de films de plástico y de tres equipados para botellas de plástico.

Los emplazamientos de los contenedores de vecindad son lugares visitados con carácter rutinario por los residentes: zonas de actividades cívicas, grandes supermercados, áreas recreativas o comunitarias. La elección de un emplazamiento adecuado es importante para conseguir unas buenas tasas de recogida y para evitar la degradación de los contenedores. El diseño de los contenedores debe incluir unas indicaciones claras, con pictogramas si es necesario, de los materiales aceptados. Debe también evitar el depósito de materiales no deseados, lo cual puede conseguirse por medio de un diseño cuidadoso de las aberturas a través de las cuales se depositan los materiales.

### **Parques de contenedores**

Un parque de contenedores es una instalación de recogida utilizada en la mayor parte de los casos para la captación de residuos distintos de las botellas de plástico. Existe por lo



Los parques de contenedores pueden ser utilizados para depósitos temporales o fijos.



general un contenedor aparte para la recogida de plásticos, los cuales son luego separados en fracciones valiosas y material de rechazo. En el caso de algunos polímeros en los que la limpieza del material es importante, tal como el poliestireno expandido (EPS), los polímeros plásticos pueden ser recogidos por separado. Contenedores de gran tamaño y con aberturas para el desechado permiten la recogida de elementos más voluminosos tales como muebles, tubos, ventanas, etc. Los mismos permiten también ejercer un cierto grado de control sobre los tipos de residuos depositado. Container parks can be used for temporal or fixed deposits.

### **SYMIRIS – SINDICATO DE MUNICIPIOS DE LA REGIÓN DE RAMBOUILLET**

SYMIRIS es el Sindicato de Municipios de la Región de Rambouillet (Departamento 77 de Seine et Marne – Francia). Reúne 183 municipios y suma alrededor de 160.000 habitantes.

A partir del 1 de Julio de 2002, entra en vigor la Ley nº 92-646 que especifica que sólo los residuos finales pueden ser depositados en vertederos. Se trata de los residuos que ya no puedan ser técnica o económicamente reciclados o recuperados. La definición de residuo definitivo no está todavía bien establecida y puede variar de un plan de residuos departamental a otro.



El presidente del SYMIRIS fue el promotor de esta iniciativa. La idea era la de extender la lógica de la recogida selectiva de residuos a otros flujos de residuos aparte de los envases y desviar los residuos de la incineración. Desde el año 2000, se han recogido plásticos en los 19 parques de contenedores del SYMIRIS, los cuales están abiertos para los domicilios privados, el pequeño comercio minorista y los artesanos. Los materiales pueden ser depositados sin cargo alguno. Todos los plásticos son aceptados.

Cada parque de contenedores tiene un contenedor para plásticos. Éste es transportado a la planta de separación del SYMIRIS en donde los plásticos son clasificados manualmente. El SYMIRIS recupera las fracciones para las cuales se han encontrado canales comerciales: los films de PE, el PE rígido y el PP (elementos de mobiliario de jardín, barreños, cubos), tubos, marcos de ventana. La mayor parte de los plásticos presentes son PP y PE. Los films de PE representan alrededor del 50 por ciento de los plásticos recogidos. Dado que los elementos de PVC suelen ser de tamaño grande, su separación resulta fácil. La fracción residual de todos los desechos de plástico es de alrededor del 30 por ciento. Las características principales de dicha fracción son que se trata de material sucio y/o con inclusiones metálicas (p. ej. tornillos) y elementos formados por múltiples materiales.

Cada año se recogen 800 Tm de plásticos. La fracción del PVC es marginal, ascendiendo a alrededor de las 2 a 3 Tm/mes de residuos plásticos anteriores o posteriores al consumo, El primer transporte de tubos de PVC contenía 5,5 Tm procedentes de tres contenedores de 30 m<sup>3</sup> enviados a los Países Bajos (Wavin – Zwolle). Dichos residuos son transformados en tubos nuevos (véase FKS). Los marcos son enviados al sur de Francia (Albaplast – Montauban). Los marcos son más difíciles de reciclar que los tubos a causa de los elementos metálicos y de goma que han de ser separados previamente.

Los elementos de PP y de PE son clasificados por su color y a continuación son granulados por extrusión. Dichos granulados son habitualmente utilizados para la fabricación de piezas masivas tales como postes para vallas, mobiliario de jardín y maderajes. El coste de recogida, que corresponde al contenedor y su emplazamiento, es de 45 €/Tm. El transporte desde los parques de contenedores hasta las instalaciones de separación cuesta también 45 €/Tm. Los costes de separación son de 75 €/Tm, lo cual significa que los costes totales para el SYMIRIS son de 165 €/Tm. En el caso del PVC, dichos costes son cubiertos por el Sindicato Francés de Tubos y Accesorios en el marco de un programa piloto de compromiso voluntario de la Asociación Europea de Tuberías y Accesorios de Plástico (The European Plastic Pipes and



Fittings Association, TEPPFA).

La lógica económica de la financiación por lo que respecta a la fracción residual está basada sobre los costes que se evitan y los ingresos procedentes de la venta de los materiales clasificados. Los materiales son vendidos a 45 - 60 €/Tm, mientras que los costes evitados son de 62 € para el depósito en vertedero (más transporte) o de 76 € (transporte incluido) en el caso de la incineración. Los ingresos son de 107 - 138 €, que han de ser comparados con los costes de reciclaje antes indicados. En la actualidad, no hay unas comunicaciones específicas dirigidas al público por lo que respecta a la recogida de los residuos plásticos. Los residentes conocen la instalación cuando visitan los parques de contenedores. Los profesionales de los sectores de la venta minorista y de las pequeñas empresas son informados acerca de los residuos que son aceptables en el parque de contenedores a través de un folleto publicado por su asociación profesional.

### ECO PSE (FRANCIA)

ECO PSE es la rama francesa de EUMEPS (Fabricantes Europeos de Envases de EPS (European Manufacturers of EPS Packagings, [www.epsrecycling.org](http://www.epsrecycling.org)), cuyo único objeto es la recogida del EPS. Se utiliza la experiencia obtenida de los sistemas de recogida comercial, en asociación con las A L/R, para desarrollar puntos de recogida del EPS en los parques de contenedores municipales. ECO PSE, en asociación con los organismos locales, establecerá una red de puntos de recogida a los cuales podrán llevarse pequeñas cantidades de EPS, procedentes de las pequeñas empresas o de los hogares.

Los puntos de recogida están situados en parques de contenedores o en las plantas de transformación. En una primera etapa, ECO PSE quiere establecer los puntos de recogida junto a las instalaciones de reprocesado con el fin de evitar largos transportes (un factor crítico en el caso del EPS). ECO PSE ha diseñado y construido cuarenta contenedores especiales y paneles informativos acerca de la recogida del EPS. En la actualidad, los distribuye sin cargo a los puntos de recogida.

La calidad del EPS recogido es por lo general buena. Existe una contaminación marginal por cinta adhesiva y por etiquetas que puede ser eliminada con facilidad. Dado que se trata de una experiencia reciente, no hay datos disponibles por lo que respecta a las cantidades recogidas.

ECO PSE ha financiado el diseño y la construcción de contenedores específicos. El precio por contenedor es de 460 €, todo incluido (diseño específico, panel informativo y construcción). En el ejemplo siguiente, la empresa recicladora ha financiado el establecimiento del Punto PSE en el Parque de Contenedores Municipal. Sin embargo, la financiación para el establecimiento varía de un caso a otro.

ECO PSE preparó una comunicación acerca del PSE:

- en Pollutec 2000, que es la mayor feria medioambiental francesa;
- a través de las asociaciones profesionales y empresariales. ECO PSE publicó un folleto para las publicaciones de dichas asociaciones que tienen secciones locales. En el mismo se facilita información general acerca de la forma de establecer un punto de recogida y promueve la asociación con la industria ;
- localmente, ECO PSE recomienda la utilización de comunicados de prensa, en los que se explique el tipo y la calidad del material aceptado así como el lugar de recogida.



## Residuos plásticos Industriales/Comerciales

Los sistemas de recogida establecidos para los sectores industrial y comercial dan por lo general unos resultados mejores que en el caso de los residuos domésticos y los residuos municipales (del comercio minorista y las pequeñas empresas). Hay dos razones principales para ello. En primer lugar, los residuos están concentrados en un número reducido de lugares; esto contrasta con los residuos de origen doméstico, que están geográficamente más dispersos, lo que hace que la recogida resulte más difícil. En segundo lugar, los residuos procedentes de la industria están más limpios y mejor identificados que los residuos domésticos, lo cual hace que dichos residuos sean más valiosos. Sin embargo, algunos sectores profesionales, como es el caso de la agricultura o el sector de la construcción, generan unas ciertas cantidades de films contaminados por tierra, humedad, etc. A continuación se ilustran algunos ejemplos de sistemas de recogida industrial y comercial gestionados por A L/R.

Los sectores profesionales utilizan por regla general los servicios de empresas de recogida privadas con las cuales establecen las modalidades de recogida, los criterios de calidad y el precio, si bien en determinados casos, las A L/R organizan sistemas de recogida haciendo uso de las instalaciones existentes y ampliándolas sobre la infraestructura pública. Entre los ejemplos de estos últimos (véase más adelante) se incluye la Provincia de Namur (Bélgica).

### Industriales

#### INICIATIVA DE FKS PARA EL RECICLAJE DE TUBOS PLÁSTICOS EN LOS PAÍSES BAJOS

Desde 1991, FKS ha organizado un sistema de recogida nacional para los tubos de plástico en los Países Bajos. FKS es la asociación de la industria de los tubos de plástico holandesa. El objetivo de la industria era el de ofrecer un servicio completo respetuoso con el medio ambiente para los usuarios de tubo, desde la fábrica a la tumba, a través de un compromiso voluntario.

El colectivo al que va dirigido son los profesionales que utilizan los tubos de plástico, desde las empresas importantes de construcción y de demolición hasta el fontanero o reparador individual.

Los materiales recogidos son tubos de plástico hechos de PVC, PE y PP, y sólo se aceptarán tubos que estén limpios y exentos de contaminación química. En las instrucciones se especifican los materiales que no son aceptados (pero que se encuentran habitualmente con los tubos), tales como elementos de poliéster, films de plástico, mangueras, arena, cables, herrajes, sillas de jardín y cubos.

El objetivo de FKS es recoger el 50 por ciento de los tubos que estén en situación de ser recogidos para el año 2005.

Hay dos sistemas de recogida ofrecidos por FKS. Para las cantidades pequeñas, se encuentra disponible una red de contenedores. Los contenedores están situados en 57 lugares de los Países Bajos. El depósito de los tubos de plástico es libre y está abierto al público en general. Para las cantidades grandes de tubos que están potencialmente disponibles en obras importantes de construcción y de demolición, FKS ofrece un servicio de alquiler de contenedores; los tubos de plástico usados pueden en este caso ser comprados.

FKS se ocupa de dar una segunda vida a los tubos recogidos, bien sea a través del reciclaje o bien por medio de su reutilización. Por lo que respecta a los tubos de PVC, el objetivo de FKS es obtener el máximo de las propiedades de reciclaje de este material. El PVC se recicla en nuevos tubos multicapa (capa interna de PVC reciclado y capa externa de PVC virgen), los cuales van marcados con el logotipo de FKS. Este logotipo de FKS es un certificado de garantía por el que se certifica que los tubos respetan las normas técnicas europeas y que están hechos con materiales reciclados.

En el caso de los tubos de PVC, los costes asociados del sistema FKS son los siguientes



- 0,10 e /kg para la recogida
- 0,35 e/kg para la separación y el reciclaje (en este caso, la producción de escamas)
- 0,15 e/kg para la micronización (reducción de las escamas a polvo fino)

Los costes del sistema de reciclaje FKS pueden entonces estimarse en 0,60 €/kg. Estos son los costes globales del sistema FKS y los mismos no establecen ninguna distinción entre las recogidas comerciales del sector de la construcción y demolición (es decir, por medio del alquiler de contenedores) o la recogida efectuada a través del público en general (es decir, en los puntos de venta). La financiación de FKS proviene exclusivamente del pago de los usuarios por sus servicios.

En un futuro próximo, FKS tiene la intención de desarrollar una asociación con los municipios para la recogida de estos materiales y la comunicación conjunta del sistema. Una de las ideas es poner un contenedor exclusivo para FKS en los parques municipales de contenedores.

## Comerciales

### OFICINA ECONÓMICA DE LA PROVINCIA DE NAMUR (BEP) – BÉLGICA

Si bien no existe en Bélgica ninguna obligación legal de recoger el EPS, la BEP ofrece un servicio fijo para la recogida del mismo. A principios de 2002, la BEP puso en práctica un ensayo para la recogida selectiva del EPS en 14 parques de contenedores de la región de Namur. En cuatro meses fueron recogidos 910 m<sup>3</sup> (alrededor de 20 Tm). Con estos resultados, la BEP decidió una ampliación, basada en su experiencia, a los 31 parques de contenedores de la Provincia. En los parques de contenedores, el EPS es recogido en unas bolsas transparentes de gran capacidad (de alrededor de 1 m<sup>3</sup>). Dichas bolsas van colocadas en un soporte con una tapa y permiten el control visual de los materiales depositados en las mismas. Sólo se acepta el material que está limpio (típicamente procedente de los embalajes de equipos eléctricos y electrónicos, EEE) y sin etiquetas; los envases alimentarios, las virutas de EPS, el EPS sucio o húmedo, y los rollos de aislamiento de EPS no son aceptados. El EPS recogido se mezcla con cemento para fabricar paneles de aislamiento térmico y/o acústico.

### SISTEMA DE RECOGIDA ECOFONE – LIPOR, PORTUGAL

En la región de Oporto (Portugal), la agencia para los residuos, LIPOR, ha equipado sus parques de contenedores con unos contenedores específicos para plásticos. Los mismos se encuentran emplazados de manera particular cerca de áreas industriales y por lo tanto los materiales que se recogen incluyen films de plástico, EPS, muebles de plástico, tubos, persianas enrollables, etc. Dependiendo de la región, recibe también a través de sus parques de contenedores los plásticos que rodean las garrafas de vino de gran capacidad. LIPOR organiza también un servicio telefónico (Ecofone) para los hogares y el sector artesanal y de las pequeñas empresas. La mayor parte del material recogido a través del servicio Ecofone es film de plástico procedente del sector comercial.



En Junio de 2000, Lipor introdujo un servicio telefónico dedicado, el Ecofone, a través del cual los tenedores de residuos pueden telefonar a LIPOR para concertar una cita para la recogida de residuos reciclables (papel y cartón, vidrio, plástico y envases metálicos). Inicialmente este sistema estaba previsto para los hogares y el pequeño comercio minorista. Sin embargo, Lipor lo ha ampliado desde entonces a las escuelas y planea extenderlo aún más para dar servicio a la industria.

En Portugal, no existe ninguna ley específica acerca de los residuos plásticos. Las obligaciones legales se derivan de la aplicación de la Directiva Europea sobre los residuos de envasado. Los usuarios a los que se dirige son:

- los sectores comercial y de servicios (agencias de publicidad, oficinas públicas, bancos, farmacias, centros de realización de copias, restaurantes, hoteles, etc.)
- las escuelas e instituciones de enseñanza
- los hogares

La recogida de materiales reciclables es llevada a cabo por unos equipos cuyo personal es fácilmente identificable. Utilizan vehículos comerciales ligeros con el fin de asegurarse una buena movilidad en las atestadas calles de las poblaciones. El servicio telefónico funciona de las 9.00 de la mañana a la 8.00 de la tarde de lunes a sábado. Las llamadas efectuadas fuera de este lapso de tiempo quedan registradas. Las recogidas se realizan entre las 7.00 de la mañana y las 8.00 de la tarde de lunes a sábado.

Lipor suministra también bolsas de plástico gratuitas para la recogida selectiva de materiales: amarillas para los envases metálicos y de plástico, verdes para los envases de vidrio y azules para el papel y el cartón.

Un incentivo para la utilización del servicio Ecofone es que el mismo resulta gratuito, en comparación con una tasa de 75 €/Tm para la incineración. Una vez que los materiales han sido recogidos, son llevados a la planta de separación de Lipor en donde son procesados y enfardados para su venta. Ecofone lleva a cabo alrededor de 2.000 recogidas al mes, de las cuales alrededor del 75 por ciento son de tiendas de servicios y comerciales. La cantidad recogida mensual total asciende a alrededor de las 100 Tm, de las cuales aproximadamente el 50 por ciento son de papel y cartón, el 35 por ciento es vidrio, el 9 por ciento es plástico y el 6 por ciento envases metálicos. El flujo de los plásticos está constituido principalmente por botellas de PET y films de PE, cuyas proporciones en porcentaje son de 40:60. La calidad del material recogido por el servicio Ecofone es excelente. Los costes de recogida relacionados con el Proyecto Ecofone son de alrededor de 140 €/Tm, con unos costes de separación en torno a los 50 €/Tm. El coste total de la campaña de comunicación fue de 299.000 €, con el soporte de la Sociedad Punto Verde Portuguesa que contribuyó con el 50 por ciento.

Se llevó a cabo una campaña de comunicación específica para estimular la participación en este servicio. La campaña fue dirigida a los consumidores, el pequeño comercio y las organizaciones de servicios, y se previó también para que actuara como un refuerzo a otras diversas acciones de concienciación medioambiental.

La estrategia, incluyendo el nombre del servicio, está basada en la imagen de un teléfono y la acción de efectuar una llamada telefónica: simple, cómodo y rápido. Lipor ha optado por un sistema que posee una elevada visibilidad, una fuerte presencia pública (anuncios en autobuses y en exteriores), y que es informativo (comunicaciones directas por correo), accesible (radio, prensa) y fácilmente comprensible. La campaña de comunicación dio comienzo con la información en exteriores, continuando con la distribución de una información genérica por correo a todos los residentes, servicios y tiendas de la ciudad de Oporto.



### Residuos plásticos agrícolas

Los residuos plásticos de origen agrícola ofrecen muchas de las características de los plásticos comerciales e industriales; las fuentes están geográficamente concentradas y los residuos están por lo general más limpios y son de un mayor valor que los residuos de origen doméstico. Sin embargo, el sector agrícola genera también unos residuos de film que pueden estar contaminados por tierra, humedad, restos de hortalizas, etc. y recipientes residuales contaminados por sustancias peligrosas, es decir, herbicidas, fungicidas, fertilizantes, etc. que limitan sus posibilidades de reciclaje. Un cierto número de A L/R ha establecido, pese a ello, unos sistemas de reciclaje satisfactorios:

#### OFICINA ECONÓMICA DE LA PROVINCIA DE NAMUR (BEP) – BÉLGICA

Los films de plástico agrícolas están sujetos a obligaciones legales en Bélgica; desde Julio de 2002, está en vigor una ordenanza regional acerca de la obligación de aceptación de las devoluciones, la cual incluye, entre otros, un capítulo sobre los plásticos agrícolas. El mismo obliga a los vendedores detallistas a aceptar la devolución sin cargo alguno de los residuos plásticos agrícolas. Los mayoristas y los importadores deben organizar o financiar este mecanismo. Pueden también organizar o financiar directamente actividades de recogida, las cuales deben ser gratuitas. Esta ordenanza impone una tasa de reciclaje, basada en las cantidades recogidas, del 20 por ciento para 2003 y del 50 por ciento para 2005. La fracción sobrante debe ser objeto de una valorización energética. Sólo está prevista la recogida de los films de PE utilizados para el ensilado de forrajes en silos de depósito (o de corredor) o en balas, si bien los films utilizados para la protección contra las heladas son también aceptados. El film típico utilizado para los silos de depósito es oscuro y grueso, lo cual representa un valor positivo, mientras que el film utilizado para las balas de forraje es por lo general blanco, delgado y extensible. Éste último puede presentar elevados niveles de contaminación por adhesivos y suciedad. Su valor es bajo o negativo debido a su contaminación y a su delgadez.

La recogida está organizada a nivel intermunicipal. La recogida a lo largo de los municipios es anual y dura una semana. En 2002, la recogida fue organizada en toda la Provincia entre el 23 y el 27 de Abril. Algunos municipios ofrecieron un servicio telefónico para dicha recogida. El punto para la recogida es por lo general un lugar designado al efecto en un parque de contenedores municipal, el cual está muchas veces gestionado de forma directa por la BEP, o bien en un depósito municipal. Los granjeros pueden llevar allí sus residuos de film y la recogida es gratuita. En las instrucciones para la recogida se especifica que los films aceptados son los films extensibles de ensilado, los films para la protección contra las heladas y los films para el ensilado en depósito. Los films deben estar secos, cepillados, exentos de contaminantes (por ejemplo, remolacha, forraje, alambre de púas, cuerda) y acondicionado en fardos de un máximo de 20 kg. No se aconseja el almacenaje de los films ya que los mismos absorben humedad y la BEP paga al reciclador sobre la base del peso.

En la Provincia, las cantidades recogidas aumentan cada año: 75 Tm en 1999, 150 Tm en 2000, 250 TM en 2001 y 263 Tm en 2002. Tres cuartas partes de todo el film recogido son films extensibles. Cada año, la BEP hace una solicitud de ofertas para seleccionar a la empresa que se hará cargo de la transformación de los films recogidos.

Los organismos responsables de la recogida, que pueden ser los municipios o la BEP, reciben una subvención del Gobierno de la Región de Valonia. Para cada recogida, reciben un subsidio de hasta 1.250 € que debe cubrir los costes del establecimiento del punto temporal de recogida, del transporte y del tratamiento. Por lo general, se considera que los costes de recepción son nulos o equivalentes al alquiler del contenedor. Para distancias equivalentes, los costes del transporte varían también dependiendo de la compactación de los films. Si el subsidio no es suficiente para cubrir dichos costes, el administrador del parque de contenedores paga la diferencia. La nueva ordenanza modificará probablemente el plan de financiación.



Además, en 2002 la BEP pagó 60€/Tm por la aceptación de las devoluciones de los plásticos recogidos. En 2001, la BEP pagó 22,5 €/Tm. La empresa que recibe los residuos de films debe también lavarlos y proceder a su molturación, antes de que las escamas puedan ser vendidas en el mercado de los productos reciclados.

Los granjeros son informados de este sistema a través de la prensa local y por correo desde el ayuntamiento. Dicho correo contiene también un impreso para el censo agrícola anual. La información en la prensa se lleva a cabo por medio de comunicados de prensa, los cuales tienen un coste muy bajo. Este año, como resultado de los comunicados de prensa, que contenían las instrucciones para la recogida, los lugares y las fechas de la misma, se publicaron ocho artículos en los periódicos regionales y profesionales. Además, la BEP publicó un folleto que contiene las instrucciones para la recogida así como los lugares de la misma. En el año 2001 se publicaron 5.000 folletos. Dichos folletos son distribuidos por los ayuntamientos, los cuales los solicitan a la BEP. La BEP dedicó una persona a tiempo completo, cuatro días al año, para la comunicación de este sistema.

### AVEYRON (FRANCIA)

Desde 1999, ha estado en funcionamiento un sistema para la recogida de los films de plástico agrícolas en el Departamento de Aveyron (Sur de Francia).

El Consejo General del Aveyron dio inicio a una convención entre los diferentes actores: SOPAVE y el Sindicato Agrícola Local. El Sindicato es el responsable de coordinar la recogida, en tanto que SOPAVE se ocupa de recibir y reciclar los films recogidos. Planeado inicialmente para tres años, el sistema ha sido prorrogado para que funcione a todo lo largo del cuarto año (2002) con una renegociación pendiente.

La recogida se organiza dos veces al año – en Abril y en Octubre – durante dos o tres semanas. El punto de recogida puede ser un lugar público o privado (p. ej. el patio de una granja). Los films de plástico son descargados sobre una plataforma y luego cargados en un contenedor con compactación, con el fin de reducir el volumen para el transporte.

*Dado que el sistema de recogida no es económicamente autosuficiente, el Consejo General otorga una subvención de 38 €/Tm de film recogido. Esta subvención es pagada directamente a SOPAVE, que organiza el transporte, sobre la base de las cantidades recogidas.*



## CAPÍTULO 6

# ¿Cómo pueden las Autoridades locales/regionales mejorar la separación y las actividades relacionadas con la misma?

### Actividades de separación

Los residuos plásticos que llegan a una instalación de separación proceden de diversos sistemas diferentes de recogida (recogida al borde la acera, contenedores de vecindario y parques de contenedores) y de distintos flujos de residuos (doméstico, construcción y demolición, industrial, comercial y agrícola).

La calidad, la cantidad y el tamaño de los residuos plásticos recogidos son variables y depende del sistema de recogida. En los sistemas de recogida mediante contenedores urbanos y en los contenedores de vecindario se recogen típicamente residuos plásticos pequeños (por lo general botellas de plástico), mientras que los residuos plásticos que se recogen en los parques de contenedores son usualmente elementos de plástico mayores, tales como tubos, ventanas, etc.

En general, la calidad de los materiales clasificados determinará su precio: un material limpio (un solo material, monocolor, con pocas impurezas) será más valioso que un material mal clasificado (diversos materiales, varios colores, con un alto nivel de impurezas). Sin embargo, el responsable de la instalación de separación debe comprobar con el comprador de los materiales clasificados cuáles son los requerimientos de calidad, las cantidades que se necesitan, la frecuencia del suministro y el precio de cada material, dependiendo de la calidad del mismo. Debe establecerse un equilibrio entre el esfuerzo y el coste adicionales que implica la separación del material y el aumento potencial de valor de un material más limpio.

Las actividades de separación de los residuos plásticos pueden dividirse en dos categorías principales: la separación de elementos pequeños y otros envases de origen doméstico y la separación de los elementos voluminosos, como los tubos y los films.

#### Residuos plásticos pequeños

Las fracciones de residuos plásticos de pequeño tamaño están constituidas usualmente por productos de envasado recogidos junto con otros materiales (recogida de materiales múltiples). Sin embargo, existen en Italia sistemas en los que únicamente se recogen las botellas de plástico. Una cadena de separación típica para residuos de envasado mezclados tiene la siguientes disposición:

Descarga de los camiones de recogida en una zona de almacenamiento provisional => alimentación del transportador con un dispositivo de carga => separación de las diferentes fracciones: fracción metálica (separadores magnético y por corrientes de Foucault), fracción ligera (separación neumática), separación por tamaños (criba y mesa vibratoria), separación manual en transportadores de cinta => enfardado => almacenamiento.





La secuencia de la separación de los materiales varía de una planta de separación a otra; algunas plantas disponen de equipos adicionales a los antes descritos, mientras que otras no los tienen. Para una mayor información acerca de las plantas de separación de materiales múltiples, se recomienda el informe "Guía del centro de selección de los residuos reciclables" del Centre National du Recyclage (2002).

En los flujos de residuos de materiales múltiples, se recomienda una separación temprana de los films de plástico ya que su presencia puede obstruir los equipos e interferir con el rendimiento del sistema de separación magnético de los metales ferrosos al enrollarse en las latas.

Las botellas de plástico se clasifican por regla general por polímeros, pero pueden también clasificarse por color; el método a utilizar depende de los requerimientos del mercado.

En las plantas de separación tradicionales de materiales múltiples, la separación de los plásticos en las diversas clases diferentes se confía a la separación manual. Es importante, por lo tanto, asegurarse de que los trabajadores tengan una buena formación al respecto, así como unas buenas condiciones de trabajo. Los puntos clave a comprobar son:

- una indumentaria de trabajo apropiada
- el aislamiento acústico del local en el que los trabajadores están clasificando
- una instalación de sopladores para renovar el aire de los locales
- la disposición de sistemas de ventilación adecuados para los empresarios
- una altura del transportador adecuada y una disposición idónea de las cubas de recepción.

En estas planta de separación, la cantidad de material que puede ser procesado (clasificado) es de alrededor de 80 kg por empleado y por hora. Las plantas de separación automatizadas, sin embargo, tienen una capacidad de producción de material del orden de 1 a 2 toneladas por hora. Por lo tanto, cuando se están recogiendo grandes volúmenes de material, las técnicas automatizadas pueden resultar más rentables. Esta tecnología puede, en grado variable, separar los plásticos sobre la base de las propiedades físicas del material<sup>47</sup>. Se utiliza típicamente uno de los dos sistemas de alimentación: sistemas de alimentación única o sistemas de alimentación binarios (masa). Los sistemas de alimentación única pueden identificar y expulsar objetos uno a uno con sensores capaces de identificar múltiples polímeros. Los sistemas binarios, sin embargo, pueden manipular una producción más elevada, pero requieren por lo menos un sensor para cada tipo de polímero clasificado. Se encuentran disponibles multitud de tecnologías para la separación de volúmenes de plásticos elevados a un coste relativamente reducido. Las más comercialmente disponibles de estas tecnologías hacen uso de un Detector de Infrarrojos Próximo (NIR) que resulta particularmente idóneo para su uso en aplicaciones de basuras municipales sucias

La SORTechnology<sup>48</sup>, desarrollada por DSD en Alemania es un ejemplo de planta de separación totalmente automatizada. Los residuos plásticos mezclados son separados del resto de los residuos utilizando separadores neumáticos. Los residuos se hacen pasar a continuación a través de un identificador espectroscópico<sup>49</sup>, que puede identificar hasta diez clases diferentes de plástico, pudiéndose incorporar unos dispositivos ópticos adicionales que clasifican los plásticos por el color. Los identificadores espectroscópicos pueden servir también para separar los plásticos de los materiales que no lo son. Basándose en la información registrada, se activan unos chorros de aire controlados por ordenador que aíslan el objeto a separar. Esta clase de planta de separación puede estar acoplada a una planta de preparación de los plásticos, que incluye una preparación mecánica en húmedo (lavado) y tecnologías de procesado que reducen los plásticos clasificados a granulados.

47- Véase "Identificación y separación automáticas de plásticos procedentes de diferentes flujos de residuos - Informe de situación" B. Krummenacher et al. - APME - Noviembre de 1998 y los extractos de "Identiplast - Conferencia internacional sobre las identificaciones, separación y separaciones automáticas de los plásticos - Bruselas, 23 y 24 de Abril de 2001" APME.

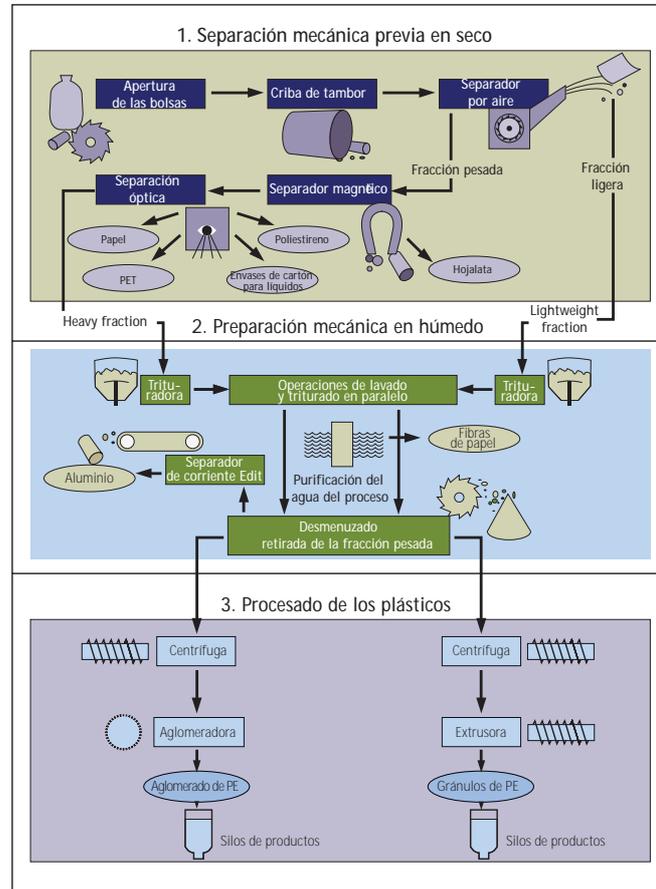
48- <http://www.systemtechnologie.com/en/index.php3?choice1=sortierung&choice=sortierung>

49- Método espectroscópico: método que permite la identificación del material a través de su patrón específico de absorción o de reflexión de la luz. El equipo está constituido por una fuente de luz (infrarrojo, rayos X, luz visible, etc.) y un detector. La luz es dirigida hacia el objeto a identificar y el detector analiza la luz transmitida o la luz reflejada.



Como resultado de la aplicación de esta tecnología por DSD, la SORTechnology tiene un potencial de reducción del coste de separación de los envases de poco peso de hasta un 30 por ciento y del coste de separación y procesado de hasta un 50 por ciento.

Figura 8 Sortec 3.1



Deben tenerse en cuenta algunas precauciones cuando se emplean equipos automatizados para la separación de los plásticos:

- si bien los mismos permiten un elevado flujo de masas, existe aún un cierto grado de error de separación (cabe esperar un nivel de contaminación de entre el 5 y el 10 por ciento) y puede ser de ayuda un sistema de comprobación visual. El desarrollo futuro de esas tecnologías mejorará probablemente el rendimiento de las mismas.
- en general, el flujo de material que llega al clasificador automático debe estar libre de contaminantes tales como papel, vidrio y metales.
- dado que representan una inversión elevada de capital, deben ser utilizados de forma intensiva para que resulten económicamente viables
- el mantenimiento de estos equipos exige el conocimiento de los sistemas informatizados y eléctricos, así como la debida formación del personal en tareas de mantenimiento.



El coste de un sistema de alimentación binario incluyendo una cinta transportadora de alimentación, una perforadora/aplanadora y dos módulos de separación es de unos 200.000 € aproximadamente sin accesorios (aire comprimido, cuadro eléctrico, soporte, etc.).

Existen otras tecnologías que han sido desarrolladas para la separación de los plásticos de un flujo de alimentación de materiales múltiples. Las más disponibles comercialmente son:

- *la hidro-trituración*: Se utiliza una trituradora – un depósito grande de agua con agitación – para separar el papel. En el agua, un rotor – similar a un mezclador – gira de manera constante. El rotor desgarrar los materiales compuestos y los separa en fibras de papel, plásticos y compuestos de aluminio-plástico.
- *la separación centrifuga*: En un campo gravitatorio, los plásticos desmenuzados son clasificados basándose en la densidad. El poliestireno y el PVC pueden ser retirados en una amplia proporción.

Entre los restantes métodos de separación utilizados para separar los plásticos, las técnicas de flotación son muy habituales. Este método se basa en las diferencias de densidad entre los polímeros plásticos, pero puede resultar difícil separar plásticos que tengan una densidad similar. La desventaja de estos métodos, sin embargo, estriba en que se trata de métodos de separación 'en húmedo' y que, por lo tanto, generan aguas residuales.

La separación de los granulados de plástico ha mejorado también en los últimos años a medida que se han ido desarrollando los métodos espectroscópicos. Estos procesos, sin embargo, conciernen más a los reprocesadores, si bien pueden tener influencia sobre los requerimientos de calidad a la salida de la planta de separación.

#### Residuos plásticos voluminosos

A la planta de separación llegan también artículos de plástico residuales de dimensiones grandes a través de los parques de contenedores o de otros servicios de recogida de residuos para elementos voluminosos, tales como el servicio por teléfono que ofrece Lipor en Portugal. Estos elementos son por lo general lo suficientemente grandes para poder ser clasificados a mano de una forma efectiva y eficiente en el punto de recogida o de depósito. Por lo tanto, es poca la inversión de capital que se requiere para clasificar estos residuos, si bien se hace necesario que los sistemas de comunicación al público, de concienciación y de educación estén más desarrollados.

La limpieza de la plataforma de separación es importante con el fin de evitar la contaminación de los residuos plásticos por materias extrañas. Para los films, la ausencia de polvo y de humedad es esencial, ya que sus grandes superficies pueden retener contaminantes como esos con más facilidad que los otros residuos.

IMOG, la agencia de residuos intermunicipal de la región de Kortrijk (Bélgica) ha adoptado el siguiente procedimiento para la separación de los residuos mezclados procedentes de sus parques de contenedores.

Los residuos de la fracción de residuos voluminosos mezclados son clasificados en primer lugar de forma manual en un cobertizo con el fin de separar las piezas grandes de los elementos de un solo material y de la madera. Las piezas grandes de PVC (tubos, persianas enrollables y marcos) y los tiestos de PP son, entre otros, separados en esta etapa. La fracción restante es triturada en trozos de alrededor de los 40 cm. A continuación, pasan a través de un separador magnético y de una criba con el fin de separar el hierro y los polvos finos. La fracción residual es clasificada manualmente y se recuperan, entre otros, los trozos de PP y de PVC.



El procedimiento de LIPOR para la separación de los plásticos recogidos en los cajones de plástico de sus parques de contenedores consiste en una separación manual de las piezas grandes en una plataforma limpia y cubierta. Los plásticos son separados en función del tipo de artículos y almacenados en unos cajones. Se pueden utilizar métodos más sofisticados. Por ejemplo, DSM ha desarrollado un equipo para la determinación del tipo de fibra de la cara de las alfombras. Existe una versión portátil de poco peso (alrededor de 3 kg) que funciona con una pila recargable. Su tiempo de determinación es inferior al de la versión fija y está en los 2 segundos aproximadamente; en el caso de la versión fija, este tiempo es de alrededor de 0,1 segundos. Este equipo es capaz de reconocer y distinguir entre el PA-6 (poliamida), el PA 6,6, el PP, el PET y la lana. La planta de separación de alfombras usadas de CRE en Ginsheim-Gustavsburg está automatizada. La disposición general de esta planta de separación es:

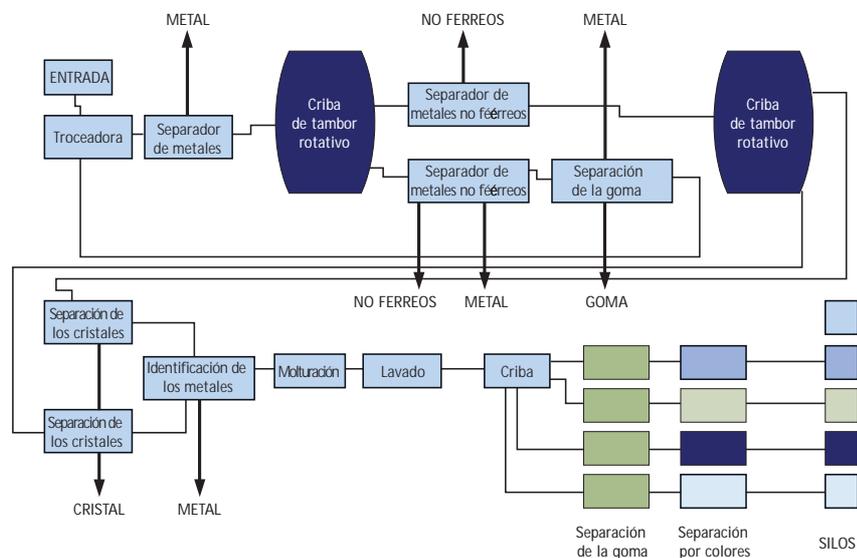
Recepción de las alfombras sin clasificar sobre una plataforma => alimentación de un transportador de cinta con un dispositivo de carga => suspensión manual de las alfombras en un sistema de transportador sobre rieles automatizado => Identificación automática de las alfombras por infrarrojos => separación de las alfombras en función de su polímero

En Alemania, VEKA Umwelttechnik ha desarrollado una planta totalmente automatizada para el procesamiento de ventanas de PVC. Las ventanas completas son recogidas a través de sistemas de contenedores, (lo que incluye cristales, goma y metales además del PVC) y a continuación son desmanteladas a través del proceso ilustrado en la Figura 9. Una característica especial de esta planta es que incluye la separación por colores.

Por el contrario, el sistema de reciclaje de FREI, dedicado asimismo al reciclaje de las ventanas de PVC en Alemania, utiliza un sistema de procesamiento de 'bajo nivel tecnológico'. Los procesos de la separación principal y la separación (incluyendo el color) se llevan a cabo de forma manual, utilizando la unidad mecánica únicamente para el troceado, la molturación y la separación de los metales.

Los sistemas de VEKA y FREI están actualmente combinados en el sistema REWINDO (<http://www.rewindo.de>).

**Figura 9 :**  
**Planta de reciclaje de ventanas de PVC (VEKA Umwelttechnik)**





## El control de calidad

Como ya antes se ha mencionado, la calidad de los plásticos clasificados tiene una influencia directa sobre el precio de venta de los mismos. Con el fin de mantener la calidad deseable, debe establecerse un sistema de control de rutina de la calidad. Deberán analizarse de forma detallada muestras de los materiales clasificados y comparar los resultados con la calidad exigida. Esto permite identificar aquellos flujos que presentan deficiencias en la separación. Un análisis más detallado permitirá identificar la causa de la mala separación: falta de comprensión de las instrucciones para la separación, averías en los equipos, etc. La instalación de una red de vídeo puede resultar de ayuda para identificar los fallos en la cadena de separación.

## Reducción del volumen y almacenamiento de los residuos plásticos separados

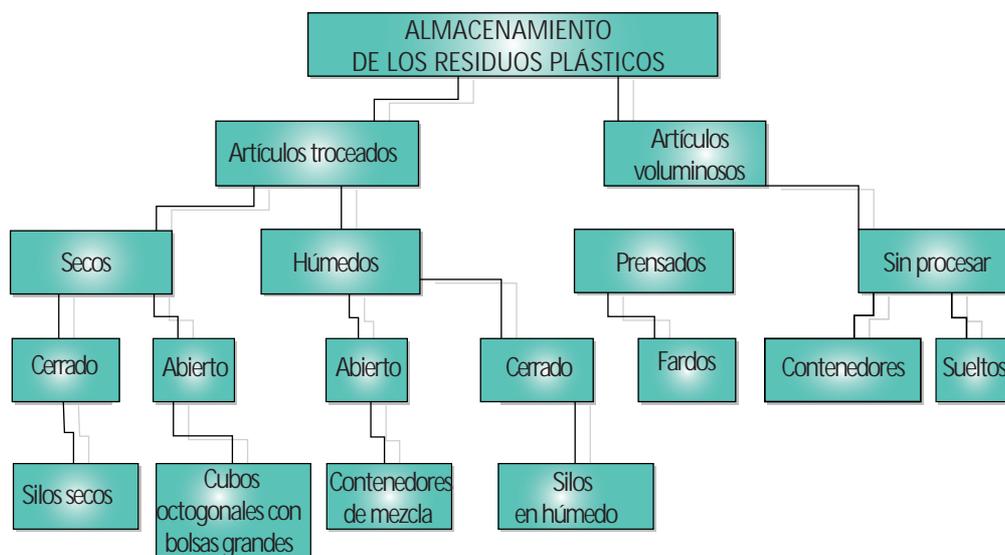
Los residuos plásticos clasificados pueden resultar muy voluminosos para su transporte y almacenamiento. Para hacer que estas actividades sean más económicas, se hace a veces necesario algún tipo de proceso de reducción de los volúmenes.

### Enfardado

El enfardado es una opción adecuada tanto para los films como para las botellas, ya que proporciona una reducción del volumen que ayuda al almacenamiento y a la gestión de los residuos plásticos. La enfardadora debe ser compatible con los materiales a enfardar y con el flujo de los mismos. Un exceso de compactación puede soldar los residuos unos con otros haciendo difícil su separación, mientras que los fardos poco compactados resultarán inestables y difíciles de apilar. La mayor parte de las enfardadoras pueden ser utilizadas para materiales diversos, pero es posible que se requiera efectuar ajustes. La elección del material de las cinchas para el enfardado es también importante; debe ser lo suficientemente fuerte para contener el material enfardado durante períodos de tiempo prolongados y, de manera particular, ha de ser resistente a la oxidación si los fardos han de ser almacenados en exteriores. Se suelen utilizar habitualmente cinchas de poliéster o de fleje de acero inoxidable.

En el caso de las botellas de plástico, la perforación previa de las mismas mejora la densidad de los fardos.

**Figura 10 :**  
**Opciones alternativas de almacenamiento de los residuos plásticos**



Source: RAPRA (2002)



### Troceado previo

En el caso de piezas grandes de residuos plásticos, tales como tubos o marcos de ventanas, el troceado previo puede ser una opción interesante con el fin de reducir la zona de almacenamiento y los costes de transporte. Sin embargo, es responsabilidad de la planta de separación evaluar las ventajas de esta clase de equipo en relación con su precio. Este tipo de equipos puede ser también de ayuda para la reducción del volumen de otros residuos. Por lo que respecta a la enfardadora, los dos extremos importantes que hay que comprobar son la compatibilidad con los materiales y con el flujo de los materiales que se van a trocear. Es importante tener en cuenta que el material troceado, en particular los plásticos troceados mezclados, no es aceptado por algunos mercados en los que se requieren unos estándares de calidad que van más allá de los procesos comunes de separación y, por lo tanto, convendrá investigar las aplicaciones aseguradas para el material troceado.

### Compactación

El EPS es aire en un 98 por ciento. Se necesitan zonas de almacenamiento muy grandes y vehículos de mucha capacidad para el almacenamiento y el transporte de unos pesos muy pequeños de este material. Es posible compactar el EPS y reducir su volumen hasta una vigésima parte por medio de una compactadora. El precio de esta clase de equipos es de alrededor de los 30.000 €. Sin embargo, hay mercados para los cuales la compactación del EPS no resulta deseable.

### Almacenamiento de los residuos plásticos clasificados

La lluvia no afecta a la calidad de los plásticos, pero la radiación UV sí que degrada la estructura física y química de la mayor parte de los plásticos. Los efectos de la degradación por los rayos UV varían según el polímero virgen de que se trate y, por lo tanto, si los plásticos se han de almacenar en el exterior deberán ser protegidos por medio de lonas o de otros materiales que los protejan contra la acción de la radiación UV. Para evitar la contaminación por polvo y tierra, los plásticos deberán ser almacenados sobre suelos de hormigón limpios; el almacenamiento del material en paletas puede también reducir la contaminación.

Tabla 20 : Posibilidades de almacenamiento de los plásticos	
Resina / Polímero Virgen	Período Máximo de Almacenaje en el Exterior Sin Protección
PET	6 meses
HDPE	1 mes
PVC	6 meses
LDPE	1 mes
PP	1 mes
PS	6 meses
PTFE	Indefinidamente

Fuente: Programa Medioambiental de las Naciones Unidas 2002<sup>50</sup>

Cuando los plásticos han de ser almacenados en interiores, deberán instalarse sistemas de prevención y de extinción de incendios. El plástico es inflamable y si bien es difícil que se produzca la ignición de los plásticos enfardados, resulta mucho más fácil en el caso de los materiales que están sueltos. Por lo tanto, estas consideraciones deben quedar integradas en las fases de planificación de las zonas de almacenamiento.



## CAPÍTULO 7

### ¿Cómo promover y respaldar el desarrollo del suministro y de la demanda de plásticos reciclados?

El desarrollo de mercados para cualquier material reciclado resulta muchas veces estimulado por un cierto número de factores, que incluyen las iniciativas de la industria y de los impulsores de políticas, más que por una necesidad inherente del material reciclado en sí. En tal entorno, el mantenimiento de la buena marcha de los proyectos de reciclaje es altamente difícil en ausencia de unos objetivos obligatorios que cumplir o cuando no hay unos beneficios económicos claros a corto plazo. Cuando estos proyectos existen, y en la actualidad esto incluye a la mayor parte de los residuos plásticos que están siendo reciclados en estos momentos, el mantenimiento de unas tasas de participación eficientes en los proyectos locales y en la reducción al mínimo de la contaminación depende de la promoción y la comunicación de los proyectos locales al público y a las empresas privadas por parte de las A L/R. Esto incluye el apoyo a las campañas para el conocimiento del proyecto por medio de la educación y con datos técnicos y de mercado acerca de las actividades locales, regionales y nacionales de reciclaje.

Además de las comunicaciones convencionales a través de anuncios, de la publicación de folletos y de las exposiciones móviles, existen diversas oportunidades a través de las cuales las A L/R pueden promover y desarrollar los mercados locales para los plásticos reciclados:

- El desarrollo de asociaciones con el Sector Privado
- La promoción de intercambios y mercados de residuos para los plásticos
- La introducción de exposiciones para fabricantes de productos reciclados
- El desarrollo de una política de adquisiciones verde: "Haz como yo".

#### Asociación con el sector privado

##### COMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE COURÇON

La Comunidad de Municipios de Courçon incluye 14 municipios y 9.625 habitantes. Desde 2002, la Comunidad de Municipios de Courçon ha recogido el EPS a través de su único parque de contenedores.

La iniciadora es la firma ISOBOX TECHNOLOGIE, que está situada a menos de un kilómetro de distancia del parque de contenedores y que procesa el EPF. ISOBOX TECHNOLOGIE propuso a la Comunidad de Municipios la colocación de un contenedor en su parque de contenedores. Dado que los ciudadanos estaban pidiendo una recogida específica de los residuos de EPS, la Comunidad decidió aceptar la propuesta. ISOBOX TECHNOLOGIE construyó un cobertizo de madera para la protección de un contenedor regalado por ECO PSE.

El parque de contenedores está abierto a las personas privadas y a las pequeñas empresas. El empleado del parque de contenedores comprueba la calidad del EPS depositado, el cual debe ser blanco y limpio.

Cada semana, ISOBOX TECHNOLOGIE se lleva el EPS recogido a sus instalaciones. En este caso el coste de recogida se considera que es igual a cero. Las cantidades recogidas cada semana están entre los 4 y los 6 m<sup>3</sup>, equivalentes a 14 – 24 kg (75 – 130 g por habitante y año).



El EPS recogido no necesita de separación adicional y tiene dos destinos. Puede ser granulado para hacer nuevos embalajes o bien es compactado y enviado a Holanda para hacer tableros para semilleros.

La información acerca de este sistema de recogida se difunde a través de una presentación pública municipal y de un folleto, en el que se explica los materiales que se admiten en el parque de contenedores, y que se distribuye entre quienes lo visitan.

### CO.RE.PLA

En Italia, se elaboró un acuerdo con la organización para la responsabilidad de los productores CO.RE.PLA<sup>51</sup>, en el que las Provincias se comprometían a:

- promover el acuerdo para la recogida selectiva de residuos plásticos con recogedores públicos y privados
- promover la creación de una planta para la recuperación de residuos de envases de plástico heterogéneos
- prever una contribución financiera para la recogida selectiva de los residuos plásticos
- promover la campaña de CO.RE.PLA acerca de la buena gestión de los envases de plástico
- promover la transferencia de los residuos de envases plásticos recogidos a recicladores identificados por el CO.RE.PLA.

A cambio, CO.RE.PLA se comprometía a:

- organizar la transferencia de los residuos de envases plásticos recogidos a recicladores regionales y a garantizar la supervisión de esas operaciones
- promover una campaña de información dirigida a los productores, los usuarios y los consumidores para una mejor utilización y gestión de los envases plásticos
- desarrollar actividades de formación para el personal de las empresas de recogida públicas y privadas
- promover la recogida en el sector privado.

Se han establecido también dos premios. El galardón de "Empresa ecológica" se otorga a las empresas con el mayor desarrollo en la recogida selectiva de los residuos plásticos. Hay dos premios (7.000 €) para empresas con más de cien trabajadores, dos (5.000 €) para las que tienen de 15 a 100 trabajadores, y dos (3.000 €) para las de menos de 15 trabajadores.

El premio "Residuos: Reducción y Reciclaje" recompensa las tres mejores tesis que estén relacionadas con técnicas innovadoras de marketing para el incremento del reciclaje de envases.

### Promoción de intercambios/mercados de residuos

Una vez que los plásticos han sido recogidos y clasificados, deben ser vendidos a los procesadores. Los mercados permiten poner en contacto a los vendedores y los compradores. Hay algunas revistas que informan acerca de las tendencias de los mercados y de los potenciales compradores, como "Recyclage et Récupération Magazine", "Recycling International", "Recycling Magazine", etc.



51- CO.RE.PLA : Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio e il Recupero dei Rifiuti di Imballaggio in Plastica (Consorcio Nacional para la Recogida, el Reciclaje y la Recuperación de los Residuos de Envases plásticos).



Otras revistas, como "Europäischer Wirtschaftsdienst" o la "Bourse Belge des Déchets" proporcionan los precios actuales del mercado y publican anuncios de ofertas y demandas de productos clasificados. La "Bourse Belge des Déchets" es una iniciativa pública.

Para Recicladores Europeos de Plásticos (European Plastics Recyclers, EuPR) es necesario poner en contacto directo a los vendedores y los compradores de plásticos clasificados. Para el año 2003, EuPR distribuiría a las Autoridades Locales una lista de los recicladores regionales de plásticos. Esta lista ayudaría a las Autoridades Locales a encontrar canales de salida para los plásticos clasificados y permitiría un intercambio directo por lo que respecta a los requerimientos de calidad de los plásticos clasificados.

Por regla general, las asociaciones nacionales del plástico (transformadores) disponen de una lista de los recicladores de plástico y del tipo de plásticos que aceptan.

Durante los últimos años, el número de mercados virtuales ha ido creciendo.

Las siguientes páginas de Internet ofrecen diferentes ejemplos:

- <http://www.wastechange.com/>
- <http://www.recycle.de/>
- <http://www.eupc.org>
- <http://www.ccip.fr/bourse-des-dechets/>
- <http://www.wastexchange.co.uk/welcome.htm>
- <http://www.wrap.org.uk/>
- <http://www.reststoffenbeurs.nl>
- <http://www.waste2b.com/france/loc/html/home/>
- <http://cig.bre.co.uk/connet/mie/>

### **Desarrollo de Políticas Verdes de Adquisición**

Las adquisiciones de los organismos oficiales de la UE representan alrededor del 14 por ciento del PIB, lo cual es equivalente a alrededor de 1.000 millones de \_ por año. Las actitudes de las entidades públicas, tales como las A L/R, pueden por lo tanto tener un impacto considerable sobre el desarrollo de los mercados de los productos secundarios, en especial en el caso de los plásticos, en los que dichos mercados están todavía en una fase emergente. Las A L/R tienen una responsabilidad y unos intereses creados para la integración de productos reciclados verdes en sus presupuestos anuales de compra. Al adoptar políticas de este tipo, las A L/R están en condiciones de proyectar su concienciación medioambiental y demostrar a la industria y al comercio locales la forma en que los productos reciclados pueden ser económicamente viables y ser integrados en las decisiones de compra locales. A partir de esta experiencia, las A L/R tendrán un conocimiento práctico sobre los productos y los suministradores disponibles a nivel local y nacional, pudiendo con ello diseminar esta información a las empresas. Prestando su apoyo a estos mercados, las A L/R están asegurando de una manera eficaz la existencia de un mercado continuado para el producto reciclado, del cual ellos son y seguirán siendo uno de los principales proveedores.

No existen obstáculos legislativos europeos para las decisiones de compra de las instituciones públicas, siempre y cuando sean respetadas las libertades de la Unión Europea y la competencia.

ICLEI<sup>52</sup> revisó nueve países de la UE con el fin de comparar su actitud en relación con las políticas verdes de adquisición. Ninguno de los países estudiados prohibía las adquisiciones verdes, si bien



sólo en tres países (Dinamarca, Alemania y Austria) se requieren legalmente las adquisiciones verdes, mientras que sólo en dos países (Dinamarca y Suecia) tienen los criterios medioambientales el mismo peso que otros criterios en los procesos de evaluación de las ofertas.

En cinco de los países estudiados, los ayuntamientos tienen autonomía para decidir cuáles son los criterios que han de prevalecer para la evaluación de las ofertas, teniendo en tal caso la posibilidad de incluir criterios verdes.

Aspectos de la legislación nacional									
	La compra más verde es			Los criterios ambientales son		Criterios que prevalecen para la evaluación de las ofertas			
	Exigida legalmente	Aconsejada	Permitida	Un criterio de selección	Parte de las especificaciones técnicas	Autonomía del ayuntamiento en la elección	Los criterios medioambientales tienen el mismo peso que otros	Necesidad funcional del producto	Eficiencia económica del producto
Dinamarca	•		•			•			
Alemania	•		•						•
Países Bajos		•		•					
Francia			•		•			•	
Reino Unido			•	•	•	•			
Suecia		•		•	•	•	•	•	•
Austria	•				•	•			
Finlandia			•	•		•			
Italia			•	•	•	•			

Fuente: ICLEI 2000

### ¿Por qué debieran las A L/R comprar verde?

Las A L/R que han desarrollado políticas de compra verdes, han presentado los argumentos siguientes acerca del por qué estas políticas son un elemento necesario de la política de compras:

- Ayudan y respaldan al desarrollo de políticas de desarrollo local sostenible.
- Reducen los impactos medioambientales de la eliminación de los residuos efectuada a través del depósito en vertederos o de la incineración.
- Promueven el desarrollo de productos y de mercados con unos impactos medioambientales reducidos.
- Promueven la responsabilidad medioambiental de las A L/R y proporcionan un modelo de responsabilidad medioambiental para los sectores públicos y privados.



## ¿Cómo comprar verde?

El Departamento de Medio Ambiente (Departament de Medi Ambient, DMA)<sup>53</sup> catalán identificó cinco pasos que la administración debe seguir para la aplicación de una política de compras verde.

### 1. Definir y aprobar los objetivos políticos

*Definir una política de compras verde*

*Definir los objetivos y las metas*

*Desarrollar unas normas*

*Integrar las compras verdes en una política de desarrollo sostenible*

### 2. Analizar la situación inicial

*Identificar el circuito de las compras*

*Relacionar los productos y servicios comprados y sus suministradores*

### 3. Promover la formación, la comunicación y la participación entre los diferentes actores: suministradores, compradores, usuarios y administradores

### 4. Decidir los criterios medioambientales

*Definir claramente los criterios medioambientales y el proceso de las decisiones*

*Elaborar una base de datos de los suministradores homologados*

*Elaborar una base de datos con los productos y los servicios a comprar*

*Elaborar una base de datos con los productos y los servicios a evitar*

*Definir los procedimientos de control*

### 5. Adoptar medidas políticas: cooperar y establecer una cooperación suprarregional

*Intercambiar la información entre las administraciones*

*Favorecer la unión entre las administraciones con el fin de:*

- *Tener una mayor influencia sobre el mercado*
- *Promover el desarrollo de mercados innovadores*
- *Promover la información, la motivación y la influencia política*
- *Debatir y definir criterios comunes*
- *Cooperar a nivel nacional y europeo en los aspectos legislativos y normativos*

Cuando alguna A L/R efectúa una demanda de ofertas, las "especificaciones verdes" deben aparecer claramente en la misma. Las mismas deben respetar el principio del libre mercado tal como ha sido definido en los tratados de la UE. Los criterios se dirigen a;

- el proceso de producción
- el uso de materias primas especificadas
- el uso de comportamientos tales como los definidos, por ejemplo, por las ecoetiquetas (pero no está permitido restringir las adquisiciones de los entes públicos exclusivamente a los productos con ecoetiquetas)
- el requerimiento de prestaciones más elevadas que las establecidas en la legislación o en la norma.



Los criterios de atribución pueden incluir también un constituyente verde como la integración de los costes de la totalidad de la vida de los productos cuando los mismos son soportados por el comprador, como los costes de uso, los costes de reciclaje o la eliminación.

Para la aplicación de una política de adquisiciones verde, se recomienda la lectura de "Compra GRIP – Guía para unas Prácticas de Compra Medioambientalmente Eficientes"<sup>54</sup>.

En los EE. UU., las agencias federales deben establecer unos programas de adquisiciones afirmativas para productos con contenidos recuperados y otros productos preferibles desde el punto de vista medioambiental. Con el objeto de respetar esas obligaciones, el Servicio de Parques Nacionales, Equipo de Gestión de los Residuos Peligrosos y Prevención de la Contaminación de Washington, estableció una lista de los productos a comprar de manera preferencial. En esta lista se recopilan datos propios y una lista publicada por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) para la aplicación de la política verde de adquisiciones federal. A continuación se reproduce una parte de esta lista, correspondiente a los bienes que contienen plásticos recuperados. Aún cuando esta lista no es exhaustiva y corresponde a la pauta americana de consumo y de reciclaje, puede dar una idea del tipo de mercancías con contenido de plástico reciclado que pueden ser compradas por los entes públicos. Únicamente se presentan a continuación aquellos productos que contienen plásticos recuperados.

#### **Productos para la construcción**

baldosas para suelos  
mamparas / tabiques para ducha y para salas de descanso  
bloques para patios  
aislamiento sin fibra de vidrio para edificios  
placas acústicas para techos  
tablazón de plástico recuperado  
placas rígidas y pilastras  
tubos



#### **Productos para el transporte**

topes para aparcamientos  
canalizadores, delineadores y delineadores flexibles  
barreras de tráfico  
conos de tráfico  
resaltos viarios para la reducción de la velocidad  
señales



#### **Productos para parques y zonas de recreo**

superficies de terrenos de juego  
rebordes de céspedes y jardines  
vallas para nieve de plástico y arena  
bancos de parque y mesas para picnic  
equipos para terrenos de juego y amarres para bicicletas  
señales y postes de señales

#### **Productos para paisajismo**

manguera de jardín y de remojo  
rebordes de céspedes y jardines  
carretes para mangueras  
carretillas, herramientas para jardinería y paisajismo

#### **Productos para oficinas**

sobres de plástico  
papeleras y contenedores para reciclaje  
accesorios de sobremesa de plástico  
cartuchos de toner reelaborados  
carpetas  
bolsas de plástico  
plumas y lápices  
tableros borrables y de corcho

#### **Productos varios**

paletas  
cubos para reciclaje y cubos de basura  
envolturas de plástico de burbujas y otros materiales de embalaje



## ¿CÓMO ENCONTRAR PRODUCTOS RECICLADOS?

Una vez que se ha establecido una política de productos reciclados, el problema que se plantea a las A L/R es hallar productos reciclados. Esto parece resultar un obstáculo común con el que se encuentran las A L/R. Otro obstáculo común es que hay muchos productos que contienen plásticos reciclados pero que, por razones comerciales, los fabricantes no desean que se haga mención de este hecho.

Las recomendaciones siguientes pueden ser de utilidad para identificar los suministradores adecuados:

- preguntar a los suministradores actuales si suministran o pueden suministrar productos reciclados
- examinar las especificaciones de compra vigentes que impidan la utilización de materiales reciclados y modificarlas, si es posible, con el fin de permitir el uso de plásticos reciclados
- pedir muestras y someterlas a ensayos
- buscar en los directorios de productos en el caso de algunos productos reciclados específicos
- pedir a las asociaciones nacionales del plástico (generales, transformadores y recicladores) una lista de las empresas que utilizan granulados reciclados junto con una descripción de la clase de productos que fabrican
- buscar en los catálogos y en las bases de datos<sup>55</sup> ya existentes de productos reciclados<sup>56</sup>
- participar en una red de A L/R sobre adquisición verde
- intercambiar bases de datos de suministradores con otras A L/R.

55- Por ejemplo: "Favorecer el mercado de los productos de reciclaje – Inventario de catálogos europeos de productos reciclados" – ACRR – Junio de 2000

56- Ejemplos de bases de datos en Internet: <http://www.cycleplast.com/en/index.php3>,  
<http://www.recycledproducts.plasticsresource.com/>.



## CAPÍTULO 8

# Los costes y herramientas para la promoción del reciclaje de los plásticos

### Los Costes del Reciclaje

El reciclaje cuesta dinero y son cuatro las actividades a través de las cuales se incurre en dichos costes:

- la recogida selectiva y la separación
- el transporte
- el procesado, incluyendo el tratamiento previo
- la eliminación de los desechos de la separación.

Sin embargo, el reciclaje puede también generar ingresos a través de la venta del material recogido y de los ahorros que se obtienen al evitar costes de eliminación, siendo el equilibrio entre los costes y los ingresos el que determina los resultados económicos de un proyecto de este tipo.

Hay factores que están fuera del control de las A L/R y que pueden influir sobre este equilibrio, tales como los precios de mercado de los materiales vírgenes. A pesar de ello, las A L/R pueden optimizar los desembolsos económicos en los proyectos de reciclaje tomando como objetivo materiales identificados en estudios de caracterización de residuos y seleccionando los métodos y las tecnologías de recogida, de separación y de procesado que mejor se ajusten a sus características individuales locales y regionales.

Históricamente, los costes del reciclaje han sobrepasado los ingresos generados por los plásticos procesados. Sin embargo, algunos materiales y flujos de residuos pueden ser considerados como rentables, mientras que muchos más necesitan sólo algo de apoyo por parte de fuentes de financiación externas. Esta "necesidad de financiación" corresponde a la cantidad de inyecciones financieras que son necesarias para hacer rentable el reciclaje desde el punto de vista del reciclador.

En un informe de TNO, encargado por la Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa (Association of Plastics Manufacturers in Europe, APME), se identificaban un cierto número de flujos de plásticos específicos que, con las prácticas actuales, resultan rentables o requieren tan sólo un respaldo parcial. Los mismos incluían:

- Los films y jaulas de embalaje comerciales y de distribución
- Las botellas de PET y de HDPE
- Los embalajes de EPS
- Los tubos y ventanas de PVC
- Los films de origen agrícola
- Los parachoques de automóvil

Esta situación, sin embargo, refleja sólo las prácticas actuales; aquellos flujos que no se consideran rentables en estos momentos pueden muy bien serlo en el futuro a medida que vayan apareciendo nuevas tecnologías de separación y de procesado.



## **Tendencias Generales en los Costes de la Recogida y del Procesado**

Si bien está fuera del ámbito del presente estudio la comparación y el análisis de los costes de la totalidad de las diversas opciones de gestión de los residuos plásticos, resulta interesante tomar en consideración la probable evolución de los costes y de los ingresos en el futuro.

### Costes de la Recogida Selectiva

Los costes de los sistemas de recogida selectiva oscilan en la actualidad entre los 50 €/Tm (ventanas de PVC) y los 800 €/Tm (EPS). Las mejoras en el rendimiento de los sistemas de recogida selectiva permitirán que los costes de los mismos disminuyan. Sin embargo, las diferencias de coste entre los sistemas (recogida al borde la acera, contenedores de vecindario y parques de contenedores) así como entre los métodos utilizados para contener los materiales seguirán existiendo.

### Costes de la Separación

Oscilan en la actualidad de los 50 €/Tm (del proyecto Lipor) a alrededor de los 200 €/Tm (botellas de HDPE). De forma similar a los costes de la recogida, las mejoras en las tecnologías actuales y los avances en las nuevas tecnologías automatizadas harán disminuir los costes. El DSD estima, por ejemplo, que la Tecnología SORTEC hará disminuir los costes de la separación en alrededor de un 30 por ciento en los próximos años.

### Costes del Transporte

Estos costes dependen en alto grado de las condiciones locales, pero se mencionan costes de alrededor de 27 a 45 €/Tm (con la excepción del EPS, si bien no están disponibles datos desglosados para estos residuos plásticos). Es probable que los costes del transporte se incrementen en el futuro, aún cuando la utilización creciente de vehículos con compactación puede ser de ayuda para la estabilización de estos costes.

### Costes del Tratamiento Previo y del Reciclaje

Dependen en grado sumo de la aplicación de que se trate.

### Eliminación de los Desechos

Se considera en la actualidad que el coste, que es de alrededor de los 10 a los 220 €/Tm, para la eliminación de los desechos es probable que se incremente a medida que aumenten las tasas para el depósito en vertederos y para la incineración. Sin embargo, cabe esperar que cuando las tecnologías de recogida, de separación y de procesado sean más eficientes, la cantidad de los materiales de desecho disminuirá.

### Ingresos Procedentes de los Plásticos Clasificados

Los ingresos generados por los plásticos clasificados dependen del saldo entre los costes por una parte y el precio de los plásticos reciclados y los costes de eliminación que se evitan por la otra. Este saldo puede ir de los 150 €/Tm a -60 €/Tm (es decir, una pérdida). Si bien la cantidad de los ingresos generados depende de los residuos de que se trate y de los métodos de recogida y de procesado que se utilicen, la misma está también influida por el precio de mercado del plástico reciclado y el del plástico virgen. Éste último varía según el precio de mercado del petróleo, que se ha incrementado de una forma extrema en los últimos años. Los precios de mercado actuales para las botellas y los films de plástico reciclado pueden encontrarse en:

<http://www.letsrecycle.com/plastics/prices/pricesarc01.htm>.



### Costes de Eliminación Evitados

Los costes actuales de la eliminación evitada de los residuos, que oscilan entre los 10 y los 220 €/Tm, dependen en alto grado de los niveles impositivos nacionales y también europeos. Cabe esperar unos costes de eliminación evitados entre los 10 y los 220 €/Tm, siendo probable que los mismos se incrementen con los avances hacia los objetivos de las Directivas de vertido y de incineración.

En conclusión, los costes del reciclaje de los plásticos puede oscilar entre los 100 y los 1600 €/Tm, si bien los ahorros y los ingresos pueden reducirlos en 50 – 370€/Tm. El equilibrio entre los costes y los ingresos depende de los flujos de residuos de que se trate en cada caso y de los métodos empleados para la recogida y el procesado.

En el caso de algunos residuos plásticos, puede existir un déficit de entre 270 y 1.650 €/Tm, lo que significa que se necesita una financiación adicional como soporte para el reciclaje de los plásticos de estos flujos. Esta situación puede no persistir en el futuro a medida que se vayan utilizando nuevas tecnologías y los precios de los plásticos reciclados resulten más favorables en comparación con los materiales vírgenes. Sin embargo, mientras que el reciclaje de los plásticos puede ser rentable en algunos casos, en otros la necesidad de apoyo financiero seguirá siendo importante.

### Estudios de Casos de Cálculo de Costes

Resulta difícil evaluar y comparar los costes de reciclaje entre países, dado que los sistemas de reciclaje tienen que reflejar circunstancias locales y nacionales que pueden no ser directamente comparables. Además de esto, los datos publicados se dan muchas veces junto con un buen número de salvedades o bien van acompañados de pocos detalles acerca de las actividades incluidas en las cifras. Dado esto, se presentan diversos estudios de casos específicos para diferentes residuos plásticos, detallando los costes involucrados a escala local y nacional para las actividades de recogida, separación y procesado. Estos casos no proporcionan una guía de los costes que cabe esperar a una escala universal, debido a que cada proyecto debe ser desarrollado de forma que refleje en cada caso las condiciones locales y regionales. Aún así, los mismos pueden proporcionar una idea acerca de dónde surgirán los costes principales de recogida de estos residuos.

### Botellas de Plástico

El PET y el HDPE son los polímeros considerados como objetivos primordiales de los proyectos de recogida de las botellas de plástico. El coste de la recogida asociado a dichos materiales está intrínsecamente ligado a los sistemas de reciclaje existentes establecidos en las A L/R: recogida mediante contenedores urbanos, contenedores de vecindario y parques de contenedores. Los mismos muestran unas variaciones considerables de un país a otro y la extracción de unos costes para plásticos procedentes de otros flujos reciclables recogidos resulta con frecuencia difícil a partir de los datos de los residuos municipales agregados.

Tabla 21 : Coste de las Actividades (€/tonelada)					
	Recogida	Separación	Procesado	Transporte	TOTAL
Fost-Plus (BE) Botellas de HDPE	186 - 190	195 - 200			
Fost-Plus (BE) Botellas de PET	186 - 190	195 - 200			
RECOUP (R. U.)	188	135		27	
Promedio PETCORE EU	350	150	225		350 - 800



Los costes de recogida siguen estando en función de los tipos de sistemas implicados, de los materiales que constituyen su objetivo y de la frecuencia de la recogida. Los costes de separación, sin embargo, disminuirán a medida que aparezcan tecnologías nuevas.

#### Films Agrícolas

Los films agrícolas constituyen un flujo de residuos estacional y los sistemas de recogida han de reflejar este suministro estacional, mientras que los puntos de recogida pueden estar en emplazamientos temporales. El sistema Plastretur de Noruega está complementado por medio de unas tasas pagadas por los productores de los films agrícolas que ascienden a alrededor de 210 €/Tm y que se han establecido con el objeto de reflejar el saldo entre los costes de recogida y de reciclaje.

En el sistema Plastretur, los costes más importantes son los que se refieren al procesado del material recogido, siendo el reflejo de las actividades necesarias de lavado y de eliminación de los desechos para retirar los contaminantes y que en estos casos pueden ser considerables.

Los costes de dichas actividades pueden ser minimizados solicitando y aceptando solamente determinados films agrícolas y sólo aquellos films que estén cepillados y secos.

Tabla 22 : Coste de las Actividades (€/tonelada)					
	Recogida	Separación	Procesado	Transporte	TOTAL
BEP					142
Plastretur (NOR)	120		220		

#### Tubos de PVC

El sistema de reciclaje de tubos organizado por FKS en los Países Bajos está basado en un sistema de recogida en contenedores de vecindario y parques de contenedores. Los tubos de PVC son aceptados junto con el PE y el PP y, por lo tanto, los costes de procesado incluyen la separación manual de los polímeros y la eliminación de contaminantes grandes.

Tabla 23 : Coste de las Actividades (€/tonelada)					
	Recogida	Separación	Procesado	Transporte	TOTAL
FKS (Países Bajos)	100		500		

Se considera que los costes del procesado constituyen la parte más onerosa del proceso del reciclaje, si bien están incluidos en esta cifra los procesos de micronización (estimados en 150 €/Tm). Existen todavía considerables cantidades de PVC en aplicaciones que no han alcanzado aún el fin de su vida útil y es probable que los avances tecnológicos reduzcan los costes de procesado de estos productos. Esto depende de las aplicaciones. Para algunas de ellas, los costes de la recogida y la separación pueden ser mucho más altos que los costes de procesado actuales.

#### Films Comerciales y de Distribución

Los films comerciales y los procedentes de la distribución se obtienen normalmente de grandes establecimientos de venta minorista y de la industria, los cuales proporcionan cantidades grandes de residuos relativamente limpios y homogéneos y que, por lo tanto, hacen que los costes de la recogida y de la separación resulten menos costosos que la recogida de una fuente difusa o de



fuentes de múltiples polímeros y productos.

Tabla 24 : Coste de las Actividades (€/tonelada)					
	Recogida	Separación	Procesado	Transporte	TOTAL
Lipor	140	50			
Países Bajos		450 - 650	275 - 375		
R. U.		90 - 110	275 - 350		

La limpieza de los materiales es lo que tiene el mayor impacto sobre los costes del procesado; cuanto más sucio está el material tanto más lavados se necesitan y tanto mayores son las cantidades de materiales de desecho que se producen.

### EPS

El EPS tiene una densidad aparente de entre 10 y 80 kg/m<sup>3</sup>. El elevado volumen y el poco peso propios de este residuo tienen un impacto significativo sobre los costes totales del reciclaje del EPS, debido a los elevados costes de la recogida y del transporte. Con una gran proporción de residuos disponibles procedentes de grandes establecimientos minoristas y de los productores, clasificados en origen, la logística se invierte, es decir, el llenar los camiones de retorno con los residuos de EPS puede ayudar a reducir dichos costes, al igual que pueden hacerlo la recogida simultánea de residuos separados con otros productos industriales o comerciales reciclables y la densificación.

Tabla 25 : Coste de las Actividades (€/tonelada)					
	Recogida	Separación	Procesado	Transporte	TOTAL
IMOG					330
Plastretur (NOR)	300				
Otros países de la UE	200 - 250				300 - 1,700

Por regla general sólo se solicita EPS limpio, utilizándose unas técnicas de procesado simples para la obtención de un producto de EPS granulado; se han comunicado costes de procesado de 100 €. El margen de costes detallado de 300 - 1.700 € no es el típico de los sistemas de recogida de las A L/R. El mismo refleja también iniciativas de recogida privadas que pueden tener que establecer sistemas de recogida independientes; con todo, el coste total del sistema está altamente influido por el método de recogida que se utilice.

### Instrumentos Legales y Económicos para Promover el Reciclaje de los residuos plásticos

El reciclaje de algunos residuos plásticos resulta en la actualidad económico, mientras que el de otros no lo es, si bien es posible que lo sea en el futuro o que se haga necesario dedicarse a ellos ahora con fin de cumplir objetivos de orden nacional o europeo. En el caso de estos residuos plásticos, se necesita un respaldo para estimular el desarrollo de las actividades de reciclaje, el cual puede ser facilitado por medio de la adopción y la aplicación de diversos instrumentos económicos y/o reglamentarios.

Los más importantes de dichos instrumentos son los que se exponen a continuación. Sin embargo, es necesario que estos instrumentos se introduzcan con precaución, ya que los mismos pueden



resultar contraproducentes si no están justificados, explicados y supervisados. Por ejemplo, el incremento de los costes del depósito en vertederos a través de los impuestos puede estimular los vertidos ilegales.

Una combinación de los diferentes instrumentos es muchas veces más eficaz que la introducción de un solo instrumento. Por ejemplo, la prohibición del depósito en vertederos puede ir acompañada por la introducción de un subsidio para las actividades de separación.

### **Instrumentos reglamentarios**

Los instrumentos reglamentarios son instrumentos obligatorios sólidos, que imponen obligaciones legales con el fin de alcanzar un nivel de protección y/o calidad del medio ambiente. Los mismos se refieren normalmente a restricciones aplicadas a actividades que se considera que son perjudiciales para el medio ambiente. Para que las medidas de este tipo tengan éxito, deben satisfacer un cierto número de criterios.

El primero de ellos es que las mismas deberán ser aceptadas por el público y por las partes actoras a las que se refieran, los cuales deben estar convencidos de que las nuevas normas darán lugar a una situación mejor. La educación y un conocimiento creciente del problema de que se trata son también necesarios si se ha de satisfacer esta condición.

La segunda condición es la eficacia del control y de la supervisión de las nuevas normas. Si los controles son deficientes y/o si las infracciones de las normas raramente generan sanciones y/o si las sanciones no son creíbles, es probable que las nuevas normas carezcan de eficacia. Esto depende también de la disponibilidad de servicios que permitan que los instrumentos reglamentarios sean supervisados y se hagan cumplir.

### **Prohibición del depósito en vertederos y/o de la incineración**

Las Directivas sobre el depósito en vertederos y la incineración imponen controles sobre las cantidades de residuos que pueden ser eliminados a través de las medidas tradicionales. Algunos países han introducido además prohibiciones sobre la eliminación de residuos por medio de los métodos tradicionales. Con la introducción de prohibiciones de este tipo, los generadores de los residuos están obligados a encontrar vías alternativas para la gestión de los mismos, es decir, a través de la reutilización o del reciclaje. Sin embargo, resulta difícil aplicar y controlar tales restricciones por lo que respecta a los residuos domésticos y dichas limitaciones sólo se suelen aplicar a los residuos de origen comercial e industrial.

#### France

En Francia, el Decreto N° 94-609 obliga a los tenedores de residuos de envases/embalajes industrial y comercial a la separación y la recuperación de los mismos. Las únicas opciones de recuperación son la reutilización, la recuperación de los materiales (reciclaje) y la valorización energética. El depósito en vertederos y la incineración sin valorización energética están prohibidas, excepto en el caso de los residuos ya tratados.

#### Países Bajos

En los Países Bajos, se estima que la producción de residuos de construcción y de demolición es de 15 millones de toneladas por año, es decir de 940 kg/habitante/año o un volumen equivalente al de una autopista de seis carriles de 250 km de longitud, 20 metros de ancho y dos metros de espesor.



Con el fin de reducir esta enorme cantidad de residuos, el gobierno holandés introdujo, en Abril de 1997, una prohibición de depósito en vertederos sobre los residuos de C y D reutilizables o incinerables. El objetivo de esta prohibición es promover la separación de los materiales y mantenerlos dentro del ciclo de la C y D. En esta prohibición se incluyen los films de PVC y de PE. Hay dos factores que debilitan el cumplimiento de esta prohibición. En primer lugar, los residuos pueden ser depositados en vertederos si los mismos contienen menos del 12 por ciento de materiales reciclables. En segundo lugar, dado que son las Provincias las que determinan los cargos por vertido y las que controlan los vertederos, existen diferencias entre las provincias por lo que respecta a la forma en que se aplica la prohibición del vertido. Sin embargo, como resultado de esta prohibición junto con otras medidas, se recicla en los Países Bajos el 90 por ciento de los residuos de C y D.

#### Alemania

Los residuos mezclados de construcción y demolición no podrán ser depositados en vertederos después de 2005.

### **Medidas medioambientales o de planificación obligatorias**

Los planes para los residuos son obligatorios en todos los países de la UE. Los mismos permiten la integración de las obligaciones legales pero pueden también incluir sus propios objetivos, tales como la aplicación de sistemas de recogida específicos para determinados tipos de residuos plásticos, metas para el reciclaje, políticas de prevención para sectores definidos, etc.

#### Francia: El Plan de Residuos del Departamento de Aveyron

El "Plan Departamental de Eliminación de Residuos Domésticos y Asimilados" de 2001 del Departamento de Aveyron establecía diversos objetivos por lo que se refiere a la recogida de los residuos plásticos. En el caso de los residuos domésticos, se ha establecido un objetivo de recogida de 5 kg/habitante/año de plásticos, de los cuales deben ser recuperados 4,3 kg/habitante/año. El método de recuperación preferente debe ser el reciclaje.

Para los residuos voluminosos, el Plan recomienda la reutilización, la reparación o la recuperación. Los parques de contenedores estarán equipados con contenedores específicos para la recogida de los films agrícolas. También pueden ser recogidos a través de los sistemas de recogida ya existentes.

#### Alemania: Ordenanza sobre la Gestión de los Residuos Urbanos de Origen Comercial y Determinados Residuos de Construcción y Demolición (19/6/02)<sup>57</sup>

Se trata de un elemento de la legislación nacional que tiene una influencia directa sobre los residuos plásticos. La Ordenanza se aplica a los productores y a los tenedores de residuos urbanos de origen comercial y de determinados residuos de la construcción y de la demolición, así como a los operadores de instalaciones de tratamientos previos en las que se tratan dichos residuos.

#### Residuos comerciales

Al igual que en el caso de los residuos domésticos, determinados materiales de los residuos municipales de origen comercial (papel y cartón, vidrio, plásticos, metales, residuos biodegradables procedentes de cocinas, cantinas, parques, jardines y mercados) deberán ser consignados a una empresa de recuperación después de una recogida separada. Está permitido recoger estas fracciones de manera conjunta, siempre y cuando una separación subsiguiente permita la separación en diferentes fracciones con una calidad equivalente a la que se obtendría por medio de la separación

57- De "Artículo de antecedentes - Recuperación ambientalmente correcta de residuos municipales de origen comercial y Determinados Residuos de Construcción y Demolición" - EPA Alemana [http://www.bmu.de/englisch/download/waste/files/gewerbeabfallv\\_hintergrund\\_engl.pdf](http://www.bmu.de/englisch/download/waste/files/gewerbeabfallv_hintergrund_engl.pdf)



en origen. Cuando la separación en la forma que se ha descrito no sea técnicamente posible o económicamente razonable, los residuos municipales mezclados pueden ser consignados a una empresa de recuperación.

#### Residuos de la construcción y demolición (C y D)

Cuando los mismos son producidos de manera separada, determinados residuos de D y C (vidrio, plásticos, metales, hormigón, ladrillos, baldosas y materiales cerámicos) deben ser consignados a una empresa de recuperación como fracciones separadas. También en este caso, la separación puede ser llevada a cabo en una planta de separación siempre y cuando la calidad sea la misma que la obtenida con la separación en origen. Es posible la derogación de la norma en el caso de aquellos residuos que no puedan ser separados por razones técnicas o económicas.



Una instalación de tratamiento previo es definida como aquella en la que los residuos mezclados son sometidos a un pre-tratamiento antes de la subsiguiente recuperación de los materiales o valorización energética. Debe alcanzar una cuota de recuperación de como mínimo el 85 por ciento a partir de 2005. No se han establecido objetivos específicos para los materiales individuales.

#### **Refuerzo de los controles medioambientales**

La legislación sólo es eficaz si el sistema es debidamente vigilado y la puesta en vigor está correctamente controlada. Por ejemplo, en Alemania y en los Países Bajos existe una legislación similar acerca del depósito en vertederos de los residuos de C y D, por la cual sólo aquella fracción de los residuos que no pueda ser reutilizada o reciclada puede ser depositada en vertederos. Sin embargo, las medidas de control diferentes impuestas por cada país han dado como resultado unas tasas de reciclaje diferentes. Sólo la fracción que no pueda ser reutilizada o reciclada puede ser depositada en el vertedero. En Alemania, que representa el 55 por ciento del mercado de la impermeabilización de tejados con PVC de Europa Occidental y en donde hay unos estrictos controles de los depósitos en los vertederos, está en marcha el programa Edelweiss. La Asociación Europea de Impermeabilización con Hoja Única (European Single Ply Waterproofing Association, ESWA), asociación sectorial de EuPC para las membranas de impermeabilización de tejados, inició un estudio en 2002 acerca de la Recogida y el Reciclaje de las impermeabilizaciones de tejados de PVC en el fin de su vida útil. Este estudio buscaba una proyección de los flujos teóricos de residuos hasta 2015. Esto hizo posible evaluar las condiciones para el desarrollo adicional de las operaciones de reciclaje en las dependencias de AfDR durante los años de transición 2003 y 2004. (AfDR, o Arbeitsgemeinschaft für PVCDachbahnen- Recycling, es una unidad de reciclaje mecánico criogénico ubicada en Alemania. Miembros de ESWA son los propietarios y operadores de la misma desde 1994).

La capacidad actual de reciclaje no será suficiente para que se pueda aplicar el Compromiso Voluntario de la industria después de 2005. ESWA está examinando en la actualidad tres posibles vías para aumentar la capacidad: una inversión en capacidad adicional de la AfDR, o bien un acuerdo con asociados acerca de dos unidades diferentes de reciclaje a base de disolventes para 2005.

En contraste con ello, los recicladores de tubos holandeses podrían incrementar el reciclaje de tubos si los correspondientes controles de depósito en vertederos fueran mejorados.



### Instrumentos económicos

Los instrumentos económicos son herramientas financieras que resultan de aplicación más suave que la de los instrumentos legislativos, si bien pueden resultar muy eficaces para hacer cambiar los comportamientos. En esencia, proporcionan un incentivo económico para el cambio de las prácticas de gestión existentes. Esto puede hacerse bien sea a través del incremento de los costes de los métodos de eliminación tradicionales o bien financiando las actividades de recogida y de reciclaje, haciendo con ello que la recogida y el procesado de los plásticos resulten económicamente más atractivos.

### Costes o impuestos del depósito en vertederos o de incineración

En una economía abierta, el coste de los diferentes métodos de eliminación tienen un impacto considerable sobre la decisión de reciclar aquellos residuos en los que la venta de los materiales clasificados no cubre el coste de la recogida y la separación. Los costes de depósito en vertederos y de la incineración se han incrementado en los últimos años a medida que se han ido introduciendo nuevas obligaciones, es decir con la adopción de las Directivas para el depósito en vertederos y la incineración.

#### *Bélgica: El ejemplo de Recyhoc para los residuos de C y D*

Recyhoc S. A. es la responsable de los residuos de C y D en la Región de Valonia. La misma aplica tipos de tasas diferenciales según sea la composición de los residuos; véase más abajo.

La fracción no inerte incluye la madera, los plásticos, el papel, el cartón, el yeso, los metales no ferrosos, alfombras, colchones, marcos de ventanas, neumáticos y materiales de aislamiento.

Tabla 26: Tasas de depósito en vertedero de Recyhoc (€/Tm en Abril de 2002, excluido IVA del 21 por ciento)						
Inertes mezclados	Hormigón no armado	Hormigón armado	Asfalto	Inertes mezclados con < 20% de no inertes	Inertes mezclados con < 40 % de no inertes	Inertes mezclados con < 60% de no inertes
7.45	3.00	6.20	5.00	25.00	42.00	62.00

### Subvenciones para la recogida (y la separación)

Las subvenciones son un instrumento que suscita controversia. Quienes las apoyan, sostienen que las mismas son necesarias para que los proyectos de reciclaje consigan un equilibrio económico, mientras que sus detractores argumentan que lo que hacen es favorecer a los proyectos de reciclaje antieconómicos. El uso de las subvenciones sólo deberá ser tomado en consideración en aquellos casos en los que las actividades económicas que están en condiciones de producir 'factores externos' positivos requieren un apoyo adicional, ya que de lo contrario pueden distorsionar los mecanismos de fijación de los precios y dar lugar a una asignación de recursos antieconómica.

#### *Francia: El ejemplo del Departamento de Aveyron*

Desde 1999, el Departamento de Aveyron tiene establecido un sistema de recogida para los films de plástico agrícolas.

El Consejo General de Aveyron dio inicio a una asociación entre los diferentes actores: SOPAVE y el Sindicato Agrícola Local. El Sindicato es el responsable de coordinar la recogida, en tanto que SOPAVE se ocupa de recibir y reciclar los films recogidos. El sistema fue planeado inicialmente para

58- Thomas Lindqvist - Swedish Ministry of the Environment in 1990

59- Those goals are the same than those defined by the EU Directive on ELV (Directive 2000/53/CE)



una duración de tres años, pero en 2002 el sistema sigue estando en funcionamiento. El próximo año tendrá lugar una renegociación del acuerdo.

La recogida se organiza dos veces al año – en Abril y en Octubre – durante dos o tres semanas. El punto de recogida puede ser un lugar público o privado (p. ej. el patio de una granja). Los films de plástico son descargados sobre una plataforma y luego cargados en un contenedor con compactación, con el objeto de reducir el volumen para el transporte.

Dado que el sistema de recogida no es económicamente autosuficiente, el Consejo General otorga una subvención de 38 €/Tm de film recogido. Esta subvención debe cubrir los costes del transporte, pero cubre tan sólo las dos terceras partes del mismo. La misma es pagada directamente a SOPAVE, que organiza el transporte, sobre la base de las cantidades recogidas.

#### Desgravaciones fiscales para los interesados en el reciclaje

La ciudad de San José (California, EE. UU.) exige a los contratistas el pago de una tasa por los residuos de construcción como parte del proceso de obtención de los permisos para la edificación. Dicha tasa es objeto de devolución a los contratistas que pueden demostrar la reutilización en obra de los materiales o aportar recibos de materiales de instalaciones de reciclaje.

### **La responsabilidad de los productores**

“La ampliación de la responsabilidad de los productores es un principio de protección medioambiental para alcanzar un objetivo medioambiental de disminución del impacto total de un producto sobre el medio ambiente, haciendo al fabricante del producto responsable de la totalidad del ciclo de la vida de dicho producto y en especial por lo que se refiere a la aceptación de la devolución, el reciclaje y la eliminación final del mismo. La responsabilidad ampliada del productor se aplica a través de instrumentos administrativos, económicos e informativos. La composición de dichos instrumentos determina la forma precisa de la responsabilidad ampliada del productor”.<sup>58</sup>

La responsabilidad de los productores está ampliamente extendida por lo que respecta a los residuos municipales de envases/embalajes, pero se aplica también a otros flujos de residuos.

#### Bélgica: Decreto de Valonia sobre la aceptación de la devolución

Un decreto de la Región de Valonia en Bélgica (25/04/2002) acerca de la obligación de aceptación de la devolución en el caso de determinados residuos, ilustra un enfoque local y regional en cuanto a la gestión de estos residuos.

El decreto da un sentido de responsabilidad a la persona que coloca en el mercado productos que incluyen los plásticos agrícolas, los vehículos y los equipos eléctricos y electrónicos (EEE). Los responsables deberán organizar la recogida por sí mismos o bien financiarla a través de una organización certificada. Pueden también establecer una convención o un acuerdo con la Región.

En el decreto se fijan los objetivos siguientes:

- en el caso de los plásticos procedentes de los EEE, las tasas de reutilización y reciclaje deben alcanzar el 20 por ciento
- para los plásticos agrícolas, el reciclaje debe alcanzar el 20 por ciento para 2003 y el 50 por ciento para 2005



- para los vehículos fuera de uso (VFU), no hay metas específicas para los plásticos, pero hay un objetivo de tasa total de reutilización y reciclaje del 80 por ciento para 2006.<sup>59</sup>

#### España: Decreto 104/2000 del Gobierno de Andalucía

Andalucía es una región de España en la que los plásticos son utilizados de forma intensiva para la agricultura. Una gestión inapropiada de los films de plástico agrícolas (por ejemplo, la quema o el vertido a cielo abierto) pueden deteriorar las aguas superficiales y subterráneas y menoscabar la belleza natural del paisaje. El decreto andaluz tiene como objetivo evitar estos problemas.

El decreto obliga a los fabricantes, los mayoristas y los minoristas de plásticos para uso agrícola a participar en Grupos de Gestión, lo que garantiza la correcta recuperación y eliminación de los residuos plásticos de origen agrícola. Los grupos deben financiar dichas actividades y deben también asegurar la identificación correcta de los plásticos que se utilizan en la agricultura. Los tenedores de cualquier tipo de residuo de plástico que no esté supervisado por un Grupo de Gestión deben cumplir las mismas obligaciones. En el decreto no se especifican objetivos por lo que respecta al reciclaje, la reutilización o la recuperación.

#### Noruega: Plastretur

En Noruega, el sistema **Plastretur** cubre los envases/embalajes y los films agrícolas. El sistema Plastretur es una iniciativa de la industria de los plásticos, de los envasadores y llenadores, y del sector comercial de la venta minorista. Esta iniciativa tuvo su origen en un proyecto del Gobierno noruego para imponer una ecotasa sobre el envasado/embalado. A la vista de esta legislación y de los costes asociados a la misma, la comunidad comercial e industrial decidió trabajar sobre la base de un acuerdo voluntario. El acuerdo con el gobierno fijó una tasa de recuperación del 80 por ciento y una tasa de reciclaje de como mínimo el 30 por ciento para el año 2001. Si Plastretur no cumple el acuerdo, el gobierno mantiene la posibilidad de llevar adelante la legislación. A finales del 2000, la tasa de recuperación fue del 78 por ciento (19 por ciento de reciclaje y 59 por ciento de valorización energética). El pacto fue renegociado durante el año 2002.

Plastretur asegura que los envases/embalajes de plástico, los films de uso agrícola y los films para la construcción sean recogidos y recuperados. El sistema se financia por medio de una licencia de 210 €/Tm para todos los plásticos incluidos en el marco del acuerdo. Los plásticos son recogidos por los ayuntamientos, recogedores profesionales, y granjeros locales. Los recogedores cobran 175 €/TM de los recicladores, los cuales a su vez reciben la contribución de Plastretur. La contribución para los recogedores es de 202 €/Tm para los films, 240 €/Tm para las bolsas de PP y 54 €/Tm para la fracción que se envía a la valoración energética.

### **Acuerdos voluntarios**

Un acuerdo o compromiso voluntario es una acción voluntaria desarrollada por grupos socio-económicos para hacer frente a determinados problemas. El acuerdo voluntario puede ser una acción espontánea de un sector sin ninguna forma de presión o bien una acción espontánea bajo la presión de la opinión pública o bajo presión legislativa.

El acuerdo voluntario puede estar controlado bien sea por el propio sector interesado, por un sistema de inspección independiente o por los organismos públicos. Si no se alcanzan los objetivos del acuerdo voluntario, el plan de penalizaciones va desde algún tipo de sanción a medidas legislativas restrictivas.

59- Estos objetivos son los mismos que los que fueron definidos por la Directiva de la UE sobre el VFU (Directiva 2000/53/CE)



### Dinamarca: Acuerdos voluntarios para medidas de planificación

En 1991, se concluyó un acuerdo entre el Ministerio de Medio Ambiente danés y diversas asociaciones privadas con el objeto de reducir las cantidades de residuos de PVC que llegaban a las plantas de incineración, por medio de la disminución del PVC utilizado en los envases/embalajes y en otros productos, así como incrementando el reciclaje de los plásticos en la construcción. El objetivo del acuerdo sobre el PVC era el de reducir para el año 2000 la cantidad de PVC en los envases/embalajes en el 85 por ciento de la cantidad consumida en 1987. Para estimular este cambio, se estableció un impuesto sobre los films de PVC (LEY 91) con el objeto de introducir un incentivo financiero para el cambio a materiales alternativos.

Se fijaron objetivos adicionales sobre el consumo de otros productos de PVC, si bien los mismos no tenían en consideración el crecimiento de nuevos productos de PVC.

En el año 2000, se introdujo en Dinamarca un impuesto sobre el PVC que gravaba con una tasa de 2 Coronas Danesas (0,27€) cada kg de PVC rígido y con alrededor de 7,50 Coronas Danesas cada kg de PVC ablandado con ftalatos (las tasas exactas dependen de la cantidad de ftalatos que contenga).

En Noviembre de 2003, el Ministerio de Hacienda danés presentó un proyecto de ley para eliminar el gravamen sobre todos los productos de PVC rígido. Entre los productos de PVC rígido, sólo los tubos, las ventanas y las puertas están en la actualidad exentos de esta tasa medioambiental.

Estos cambios se han propuesto a causa de que la recogida y el reciclaje mecánico de un buen número de productos de PVC rígido (incluyendo canalones, láminas de impermeabilización para tejados, persianas venecianas y canaletas para cables) es actualmente una posibilidad; el objetivo original del impuesto sobre estos productos ya no es ahora relevante.

### Países Bajos: FKS, un acuerdo voluntario para la recogida y el reciclaje de tubos

El caso danés arriba descrito pone de manifiesto las limitaciones del acuerdo voluntario, mientras que el de FKS muestra la forma en que un acuerdo voluntario puede resultar eficaz.

Desde 1991, FKS ha organizado un sistema nacional de recogida de tubos de plástico en los Países Bajos. FKS es la asociación de la industria holandesa de los tubos de plástico, que data de 1973. El objetivo de la industria era ofrecer a los usuarios de los tubos un servicio completo y ecológico, desde la fábrica a la tumba, a través de un compromiso voluntario.

En el año 2001, FKS recogió 3.500 toneladas, de las cuales el 5 por ciento eran desechos; esto puede compararse con el 2000, en el que se recogieron 3.000 toneladas, de las cuales 2.500 toneladas (alrededor del 83 por ciento) eran tubos de PVC. FKS no establece diferencias entre tubos de PP y de PE, siendo todos los residuos de tubos recogidos considerados como residuos post consumo. Resulta difícil comparar la producción de residuos de PVC con el consumo de los Países Bajos (alrededor de las 110.000 toneladas) dado que los tubos de plástico, y en especial los tubos de PVC, tienen unas aplicaciones de larga duración, con un potencial de vida útil de hasta 100 años.

El objetivo de FKS es recoger el 50 por ciento de los tubos que estén disponibles para poder ser recogidos para el año 2005, dentro del marco del acuerdo voluntario de la Asociación Europea de Tuberías y Accesorios de Plástico (The European Plastic Pipes and Fittings Association, TEPPFA).

FKS ofrece dos sistemas de recogida. Para las cantidades pequeñas, se encuentra disponible una red de contenedores. Los contenedores se encuentran situados en 57 puntos de venta de tubos que cubren la totalidad de los Países Bajos. El depósito de los tubos de plástico es gratuita.



En el caso de cantidades grandes procedentes de obras de construcción y demolición, FKS ofrece un servicio de alquiler de contenedores y de compra de tubos de plástico usados. Los contenedores de 30 m se solicitan directamente al Secretariado de FKS. Los importes a pagar son de 124,79 € por los costes del transporte del contenedor y de 2,25 € por día por el alquiler del mismo. A cambio, el arrendatario del contenedor recibe 0,0454 € por kg de tubos limpios. Las cantidades medias por contenedor son de 2 toneladas, por las cuales se pagan 90 €. Este sistema permite evitar los elevados costes de la eliminación. En comparación, los costes medios para la incineración son en los Países Bajos de alrededor de los 100 €/Tm.



### Vinyl 2010

Vinyl 2010 – El Compromiso Voluntario de la industria del PVC es un compromiso voluntario por diez años. Incluye un estricto proceso de supervisión de su aplicación a través de informes anuales certificados.

Se ha creado una entidad legal formal, denominada Vinyl 2010, que reúne toda la cadena de la industria del PVC y que está abierta a la asociación con todas las partes interesadas. La industria del PVC proporcionará un plan de apoyo financiero, en particular para nuevas tecnologías y sistemas de reciclaje, aportando hasta 250 millones de euros de contribución financiera a lo largo de los 10 años del programa.

Vinyl 2010 incluye las siguientes acciones y compromisos clave:

- cumplimiento de las Cartas Industriales del Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilo (The European Council of Vinyl Manufacturers, ECVM) referentes a las normas sobre las emisiones en la producción del PVC
- un plan para la total sustitución de los estabilizantes de plomo para 2015, además de la sustitución de los estabilizantes de cadmio (alcanzada en Marzo de 2001)
- el reciclaje en 2010 de 200.000 toneladas de residuos de PVC post consumo
- el reciclaje del 50 por ciento de los residuos de PVC disponibles y que puedan recogerse en lo que respecta a perfiles de ventanas, tubos, accesorios y láminas de impermeabilización para tejados en 2005, así como de recubrimientos de suelos en 2008
- un programa de investigación y desarrollo sobre nuevas tecnologías para el reciclaje y la recuperación, incluyendo el reciclaje a materia prima y la tecnología basada en la utilización de disolventes.
- la puesta en práctica de una Carta Social firmada con la Federación Europea de Trabajadores de las Minas, la Industria Química y la Energía (European Mine, Chemical and Energy Worker's Federation, EMCEF) para el desarrollo de normas de diálogo social, formación del personal, higiene, seguridad y medio ambiente, incluyendo la transferencia de todo ello a los países en fase de acceso a la UE.
- una asociación con las Autoridades Locales de la Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (Association of Cities and Regions for Recycling, ACRR) para la promoción de mejores prácticas y de sistemas piloto de reciclaje a nivel local.

Para más información, véase la página web de Vinyl 2010 en: [www.vinyl2010.org](http://www.vinyl2010.org)



## ANEXO 1

# Revisión de los estudios de análisis del ciclo de vida (ACV) en el reciclaje de los plásticos

Los diferentes estudios sobre el ACV de los residuos plásticos ponen de manifiesto toda una gama de resultados divergentes. Sin embargo, desde un punto de vista medioambiental, la mayor parte de los estudios llegan a la conclusión de que el reciclaje mecánico de los residuos plásticos es con frecuencia la mejor de las soluciones, siempre y cuando se cumplan determinadas condiciones con el fin de conseguir un reciclaje que sea respetuoso con el medio ambiente. Esto incluye aspectos tales como la calidad de los bienes que pueden ser fabricados a partir de los productos reciclados. En otras condiciones, la ventaja ecológica del reciclaje mecánico no es tan clara cuando se lo compara, por ejemplo, con la incineración con valorización energética. Muchos estudios del ACV sobre plásticos están orientados hacia los envases plásticos debido a la introducción de la Directiva para los Envases y los Residuos de Envases (94/62/EC) y también para el PVC, debido a la atención que ha suscitado este polímero por parte de la Comisión Europea.

Según Europen<sup>60</sup>:

"El ACV es una herramienta para el respaldo a las decisiones, no una herramienta de toma de decisiones. Deberá ser utilizado en conjunción con otras herramientas para que sirva de ayuda en la identificación de áreas de mejora ecológica potencial".

El ACV estudia un caso particular bajo unas condiciones particulares y sus conclusiones no pueden ser generalizadas. Es necesario un enfoque caso por caso debido a que:

"las condiciones regionales o locales determinan en un amplio grado cuál de las opciones (reutilización, reciclaje o recuperación) es preferible desde el punto de vista de un nivel elevado de protección del medio ambiente".

Los ACV no determinan por lo general de una manera clara "*ganadores ni perdedores*".

### ACV general sobre el tratamiento de los residuos plásticos

El Öko-Institut<sup>61</sup> revisó diez de los más importantes estudios de ACV sobre el reciclaje de los plásticos, las referencias de los cuales se facilitan al final del presente anexo. Este estudio confirmó que, por lo que se refiere a los residuos plásticos, la jerarquía de los residuos que existe es la misma que la establecida para la gestión de los residuos a nivel de la UE:

- 1. Reciclaje mecánico y de los monómeros
- 2. Reciclaje a materia prima
- 3. Incineración con valorización energética
- 4. Depósito en vertederos

60- "Uso de la Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) como una herramienta Normativa en el Campo de la Gestión Sostenible de los Residuos de Envasado" – Un Trabajo para discusión de EUROPEN, Septiembre de 1999. Para una información general sobre ACV, véase también el sitio de Internet: <http://ewindows.eu.org/ManagementConcepts/ACV>

61- "Evaluación de las Opciones de Recuperación de los Plásticos" – Öko-Institut e.V. – Dr. Ing. Volrad Wollny – Marzo de 2000.



Son diversos los factores que pueden producir un cambio en esta jerarquía, incluyendo la producción de bienes de baja calidad por algunos procesos de reciclaje mecánico y cuando los sistemas de incineración (con valorización energética) sustituyen a unas fuentes de energía existentes altamente contaminantes, como es el caso del carbón. El estudio resalta también que, por lo general:

*"el ACV no se ocupa de los impactos medioambientales locales ni los causados por sustancias tóxicas".*

Dentro de los estudios analizados por el Öko-Institut, el estudio Peer Reviewed realizado por TNO<sup>62</sup> para la Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa (*Association of Plastics Manufacturers in Europe, APME*) ofrece un marco para el reciclaje eco-eficiente. En una evaluación basada en un conjunto de seis escenarios de recuperación, se analizaron los efectos de diferentes objetivos de reciclaje sobre los indicadores económicos y de carácter medioambiental. Las opciones de recuperación incluían:

- El depósito en vertederos
- El reciclaje mecánico, en el que el material reciclado sustituye al plástico primario
- El reciclaje mecánico, en el que el material reciclado sustituye a las maderas, el hormigón y otras aplicaciones 'gruesas'
- El reciclaje a materia prima
- La valorización energética de alto rendimiento

Los escenarios de recuperación incluían las prácticas actuales y el depósito del 100 por cien en vertederos junto con objetivos de recuperación del 15 al 35 por ciento para el reciclaje mecánico, del 10 al 15 por ciento para el reciclaje a materia prima y del 50 al 85 por ciento para la valorización energética. La eco-eficiencia de dichas opciones de recuperación, dentro de las diversas condiciones de los escenarios, implicaba la comparación de las ventajas y las desventajas económicas y medioambientales de los productos y los procesos. Los resultados de este estudio, basados en sus supuestos subyacentes, sugieren que la tasa óptima para el reciclaje mecánico de los plásticos, cuando se combina con la incineración de los residuos municipales con valorización energética, está indicado que se encuentre dentro del margen del 15 al 20 por ciento.

En otro estudio mencionado por el Öko-Institut, el estudio FhG-ISI<sup>63</sup>, se estima que el potencial futuro para la reducción de los costes del reciclaje de los plásticos es considerabl

El Gobierno holandés comisionó a PRÉ Consultants<sup>64</sup> para que desarrollara el Eco-indicador 99. Este indicador integra los daños a los recursos, a los ecosistemas y a la salud humana, pero no incluye el factor transporte. Da una jerarquía, por kg, del material utilizado. (*Nota: la comparación de materiales por kg no es recomendable ya que es la unidad funcional la que es importante y no la unidad misma*).

Para el HDPE, el LDPE, el PET, el PP, el PS y el EPS, confirma las conclusiones del Öko-Institut: la opción más ecológica es el reciclaje, seguido por la incineración, siendo la tercera plaza para el depósito en vertedero. En el caso del PVC, el reciclaje es la mejor opción medioambiental seguida por el depósito en vertedero. La incineración es considerada como la peor opción para este caso.

En un trabajo de TNO<sup>65</sup> se comparan cuatro opciones para el tratamiento de los residuos plásticos: la incineración de los residuos sólidos urbanos (RSUI), la valorización energética, el reciclaje a materia prima y el reciclaje mecánico. Las principales conclusiones de este trabajo son:

- Desde un punto de vista energético:  
El reciclaje mecánico es en teoría la mejor opción si: "se está en condiciones de utilizar

62- "Evaluación de la eco-eficiencia de la recuperación de los residuos plásticos de envasado" TNO - 2000

63 - "C-Ströme: Abschätzung der Material-, Energie- und CO2- Ströme für Modellsysteme im Zusammenhang mit dem nichtenergetischen Verbrauch, orientiert am Lebensweg - Stand und Szenarienbetrachtung" (Flujos C: Estimación de material, uso de energía, desde una perspectiva del ciclo de vida - Estatus y Escenarios) - Fraunhofer Institute para la Investigación de Sistemas e Innovación - 1999 - (FhG-ISI) - Enfoque local: Alemania

64- <http://www.pre.nl>

65- "Comparación del reciclaje a materia prima de los residuos plásticos con los métodos de reciclaje mecánico" - Dr. A. Tukker - TNO - 2002.



tecnologías que den lugar a un material secundario de alta calidad. De no ser así, debido a una recogida y una mejora más complicadas, la sustitución poco efectiva del material primario por el secundario y la baja fracción que es eventualmente utilizada como "plástico secundario" hacen que las ventajas energéticas de esta opción no sean significativamente mejores que las de las opciones de reciclaje a materia prima o de valorización energética. El reciclaje mecánico, teóricamente, permite que el poder calorífico del plástico sea recuperado (+/- 40 MJ/kg) así como la energía necesaria para producir el plástico (entre 40 y 50 MJ/kg), es decir, se obtiene una recuperación total de energía entre de 80 y 90 MJ/kg. Sin embargo, el gasto energético para la recogida selectiva o la separación, así como para el tratamiento previo y el reprocesado de los residuos plásticos no fueron tomados en consideración.

La incineración de los residuos sólidos urbanos (RSU) fue considerada la peor opción a causa de que:

*"la recuperación de energía es relativamente baja debido a limitaciones técnicas en comparación con las centrales eléctricas normales"*<sup>66</sup>

La máxima ventaja de la valorización energética y del reciclaje a materia prima está "limitada por el poder calorífico de los residuos plásticos (40 MJ/kg) más la energía que se necesita para producir el portador de energía sustituido (muchas veces sólo algunos MJ/kg)".

■ **Desde el punto de vista del coste:**

El depósito en vertederos dominará siempre, a menos que se apliquen objetivos de reciclaje o impuestos. La valorización energética o el reciclaje a materia prima en altos hornos podrían ser casi competitivos con la RSU. Otros reciclajes a materia prima (a alcoholes) no parecen ser competitivos frente a la valorización energética o los altos hornos, debido a los costes asociados con unas inversiones de capital más elevadas; el reciclaje mecánico parece ser la opción más onerosa.

■ **Desde un punto de vista medioambiental:**

El depósito en vertedero es la opción peor dado que esencialmente no hay ninguna recuperación de energía, seguida por la RSU debido al bajo rendimiento de su valorización energética. La valorización energética (sustitución del carbón) se iguala casi con el reciclaje a materia prima (p. ej. hornos de cemento). Sin embargo, el reciclaje a materia prima, teóricamente, tiene un potencial mucho mejor que la valorización energética, si bien esto no ha sido comprobado en la práctica. El reciclaje mecánico es en teoría la mejor opción, si bien una vez más no siempre es este el caso en la práctica; las condiciones operativas necesitan alcanzar unas bajas pérdidas durante el proceso y, a través de tecnologías avanzadas de separación y mejora, conseguir resinas secundarias de alta calidad que permitan un reciclaje también de alta calidad.

## El ACV en los residuos de envases/embalajes

En su ACV sobre los residuos de envases/embalajes, **Coopers & Lybrand**<sup>67</sup> utiliza una gama de valores para la descripción de las diferentes situaciones encontradas en los Estados Miembros, en lugar de utilizar de unos valores fijos válidos para todos ellos. Su conclusiones pusieron de manifiesto una preferencia condicional para el reciclaje de los envases/embalajes de plástico a causa de los impactos positivos sobre los recursos energéticos, el efecto invernadero y la producción de residuos. Una de las condiciones mencionadas por Coopers & Lybrand se refería a la velocidad a la cual los polímeros reciclados son incorporados en la producción de nuevos bienes; esto debería alcanzar el 50 por ciento

66- Ver también más adelante las conclusiones del estudio alemán sobre envases según el cual la incineración de envases plásticos pequeños puede ser una buena opción si el rendimiento térmico alcanza el 70 por ciento.

67- "Balances ecológicos para la fijación de normas en el ámbito del envasado y de los residuos de envasado" - RDS and Coopers and Lybrand - 1997.



En un estudio de la Consultora **Taylor Nelson Sofres**<sup>68</sup> para la Comisión de la UE, se comparaban el coste-eficiencia de los diferentes sistemas de recuperación de los envases en cuatro países (Francia, Alemania, Países Bajos y el Reino Unido). En este estudio se llega a la conclusión de que en el caso de los plásticos:

"el reciclaje da como resultado unos costes relativamente elevados por unidad de energía conservada. Existe, sin embargo, un fuerte variabilidad que depende de la composición del material y de la salida elegida. Los ahorros de energía son más elevados en el caso del reciclaje mecánico de plásticos limpios, separados en origen, que sustituyen a las resinas de plástico virgen en la misma proporción. El reciclaje mecánico de fracciones de plástico que sustituyen a menos cantidad de resinas de plástico virgen o a otros materiales (madera, hormigón), así como el reciclaje a materia prima (en el caso del proceso en alto horno) da como resultado un ahorro de energía menor. Si se comparan con la incineración con valorización energética, los saldos energéticos de los reciclajes tanto del material como a materia prima, dependen del rendimiento de uso de la energía del proceso de incineración alternativo. En el caso de un uso altamente eficiente de la electricidad y del calor, los saldos son todavía favorables al reciclaje del material en el caso del PE, pero no resultan significativos para otras resinas (PET, PVC) y pueden ser desfavorables si se trata del reciclaje a materia prima de plásticos mezclados. En el caso de una eficiencia energética baja de la incineración, los saldos son favorables al reciclaje tanto del material como a materia prima".

Cuando se compara el reciclaje de plásticos de origen doméstico con los de origen no doméstico, el primero aparece como "relativamente caro por unidad de energía conservada" si bien sigue siendo comparable con el de otros materiales recuperados.

Los plásticos de origen no doméstico, sin embargo, aun cuando proporcionan unas cantidades inferiores de residuos de envases plásticos que en el caso de los residuos de origen doméstico, aparecen como considerablemente más baratos, debido en una gran proporción a las concentraciones de grandes volúmenes de residuos limpios procedentes de un número comparativamente pequeño de lugares. En muchos casos, el reciclaje de los plásticos de orígenes no domésticos es rentable.

Tres gobiernos, los de **Alemania, Austria y Dinamarca**, se han cuestionado la recogida selectiva y el reciclaje de plásticos (envases).

En el estudio para la **EPA**<sup>69</sup> (Agencia para la Protección del Medio Ambiente) alemana se pone de manifiesto que la incineración de pequeños envases plásticos (vasos, láminas finas, etc.) y de materiales plásticos compuestos, no presenta ninguna desventaja ecológica clara si el dispositivo para la valorización energética tiene un rendimiento térmico mínimo del 70 por ciento. Sin embargo, también se pone de manifiesto en el estudio que la optimización de las tecnologías de separación puede dar como resultado un reciclaje que es desde el punto de vista ecológico superior a otras opciones de recuperación, incluso en el caso de pequeños elementos de plástico. En los casos en los que es posible la introducción de las tecnologías de separación más avanzadas, la exclusión de los residuos plásticos pequeños es menos problemática en el diseño del proyecto. Sin embargo, es necesario tomar en consideración la eco-eficiencia del sistema, incorporando los costes económicos así como los factores medioambientales.

Como resultado de un estudio para la **EPA danesa**<sup>70</sup>, la incineración de las botellas de plástico, con recuperación de la energía y el calor, era vista como la mejor opción para estos residuos desde un punto de vista económico. Un factor importante para llegar a esta conclusión es que el rendimiento en la recuperación de la energía y del calor puede alcanzar el 80 por ciento en Dinamarca; la mayor parte de las incineradoras europeas (que no recuperan el calor, sino que sólo generan electricidad) sólo alcanzan alrededor del 30 por ciento o menos.

68- "Costes - Eficiencia de los Sistemas de Recuperación de Envases - El Caso de Francia, Alemania, Países Bajos y el Reino Unido" Consultora Taylor Nelson - Sofres para la Comisión de las Comunidades Europeas - DG III - Enero de 2000 - [http://europa.eu.int/comm/enterprise/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/index_en.htm)

69- "Bases para un reciclaje ecológica y económicamente razonable de los envases de venta" - J. Christiani et al. Julio de 2001.

70- "Samfundskonomisk analyse af bortkaffelse - og dunkeaffald fra husholdninger" Miljøprojekt nr. 695, 2002 - EPA Danesa - <http://www.mst.dk/>



En el caso del estudio para la EPA austriaca<sup>71</sup> la recogida selectiva de materiales de plástico de procedencia doméstica tiene claramente un saldo coste-beneficios negativo. Para los residuos plásticos comerciales, el saldo coste-beneficio de la recogida y el reciclaje es en la actualidad ligeramente positivo. En el estudio se hace observar que, dentro de unos parámetros especificados, el resultado coste-beneficios para una opción de tratamiento definida puede ser positivo o negativo.

## ANEXO 2

### Termoplásticos: identificación de los polímeros y sus aplicaciones

Tabla 27: Códigos de Identificación y Abreviaturas			
	 PET		 HDPE
	 PVC		 LDPE
	 PP		 PS
	 OTROS		

#### Tereftalato de Polietileno (PET)

El PET es un poliéster termoplástico lineal con una estructura molecular que le permite cristalizar, lo que regula sus propiedades y aplicaciones. El PET posee una resistencia química y propiedades de barrera excelentes, siendo ampliamente utilizado para el envasado de bebidas carbónicas debido a de sus características de barrera para los gases. Este material puede ser reciclado utilizando

71- "Análisis Coste-Beneficio – Reciclaje/Tratamiento de los Diferentes Materiales para Envasado". Angst G. et al. – Viena, 2001. <http://www.ubavie.gv.at>



prácticamente todas las técnicas, desde el reciclaje mecánico al químico, así como por pirolisis para la obtención de carbón activo. Sin embargo, cuando se recicla el PET, pueden aparecer problemas. Los adhesivos de las etiquetas pueden ser causa de decoloración y de pérdida de transparencia, mientras que la humedad residual durante el reprocesado puede inducir amarilleo y alterar las propiedades mecánicas del producto reciclado.

En los EE. UU. hay más de 1.400 productos hechos a partir de plásticos reciclados. Los estándares de calidad han mejorado por lo general, estando los recicladores en condiciones de suministrar resinas uniformes y fiables dentro de unas especificaciones de comportamiento definidas. Estas resinas se venden con frecuencia a un 20 – 25 por ciento menos que las resinas vírgenes.

Los mercados para la fibra de PET reciclado incluyen indumentaria, alfombras, textiles no tejidos y rellenos de fibra. El mayor fabricante de esta fibra es Wellman, de Shrewbury, New Jersey (que tiene también una planta en Spijk, Países Bajos). Produce el Fortrel Ecospun a partir de un 100 por cien de botellas de PET recicladas. Las ventas se incrementaron desde los 3 millones de libras en 1993 a 30 millones de libras en 1997. Dyerberg utiliza el Fortrel Ecospun para fabricar el tejido Eco-fleece, usado primero por Patagonia como el vellón Synchronilla de resina post consumo..

### **Polietileno de baja y alta densidad (LDPE y HDPE)**

El polietileno (PE) es un polímero termoplástico que pertenece a la familia de las olefinas. Sus propiedades vienen influidas por el grado de ramificación de la cadena dentro de las moléculas. El LDPE se produce por medio de la polimerización del etileno bajo unas condiciones de presión y temperatura elevadas. El HDPE se produce haciendo uso de catalizadores, siendo el polímero resultante más lineal y cristalino que el LDPE. El PE tiene una amplia gama de usos debido a su reducido coste, su facilidad para el procesado y su alta resistencia al impacto, a los productos químicos y a la electricidad. El HDPE es reciclado por lo general por medio de la granulación, obteniéndose escamas. Los contaminantes son eliminados por lavado y las escamas son separadas de los otros plásticos por medio de técnicas de flotación. El LDPE no es tan ampliamente reciclado: el principal producto reciclable es el film de envolver extensible.

La recuperación de los productos de LDPE y de HDPE se limita por regla general a los embalajes para el transporte (films contráctiles y extensibles). Los mismos son reciclados en productos tales como el film para la construcción (protección contra la humedad), bolsas para la basura y films para usos agrícolas. El film contráctil es la forma más común del LDPE que se recoge para el reciclaje. El film extensible ha sido reciclado con éxito por diversas empresas de los EE. UU., mezclando usualmente un pequeño porcentaje (del 10 al 20 por ciento) con otros films para reducir al mínimo las dificultades del procesado.

Los mercados para el HDPE reciclado incluyen los envases/embalajes, los maderajes de plástico, cubos, jaulas de embalaje, tubos, muebles y film. US Plastic Lumber Corporation tiene seis plantas en las que se fabrican maderajes de plástico estructurales y no estructurales, obteniéndose productos a partir de los mismos. La empresa estima un mercado de 10 mil millones de Dólares USA por año en los EE. UU.

Visy Recycling de Melbourne, Australia, trabaja con fabricantes de tubos para fabricar un tubo de HDPE para los productos lácteos, modificado para trabajar a baja presión. El HDPE post consumo ha sido mezclado de manera satisfactoria con LDPE o con LLDPE para la fabricación de bolsas para la compra y bolsas de la basura.



### **Policloruro de vinilo (PVC)**

El PVC es el más ampliamente utilizado de todos los polímeros vinílicos. El PVC más puro se produce por polimerización en masa en una atmósfera inerte. El PVC es por lo general menos estable tanto química como térmicamente y bajo la exposición a la luz. Tiene tendencia a volverse frágil a bajas temperaturas y a degradarse a temperaturas elevadas. Al igual que en el caso del PET, las propiedades del PVC vienen determinadas por el grado de ramificación molecular. La utilización principal del PVC rígido es para tubos, accesorios y marcos de ventana o de puerta. Este material se denomina muchas veces como PVC no plastificado o U-PVC. El PVC tiene buenas propiedades de aislamiento y puede hacerse flexible. En esta forma se utiliza para conductores eléctricos. Otras aplicaciones incluyen la indumentaria, el aislamiento térmico (espuma de PVC), piezas de automóvil, recubrimientos para suelos, adhesivos y revestimientos. El reciclaje del PVC no está tan extendido como el de otros polímeros, debido en parte a que la mayoría de sus aplicaciones son de larga vida útil. El PVC puede ser reciclado por trituración o bien por reciclaje químico para la recuperación del cloro (que puede luego ser utilizado en la producción de monómero).

El PVC post consumo es recuperado de los conductores y cables eléctricos, de productos de la edificación y de envases y embalajes. Las aplicaciones de la resina reciclada incluyen los muebles para uso al aire libre, tubos, recubrimientos para suelos, perfiles de ventana, capa interior de mangueras, faldones guardabarros, indumentaria y esteras. Las botellas de PVC se recuperan a través de centros de reciclaje y bancos de botellas en toda Europa.

En Francia, se han organizado programas de recogida, incluyendo sistemas de recogida mediante contenedores urbanos y sistemas de depósito, por parte de un grupo financiado por la industria, el GECOM. El material se ha utilizado para fabricar tubos, suelas de zapato y muebles de jardín.

En Australia, las botellas de PVC y las fundas de cable son finamente molturados utilizando una técnica criogénica, empleando la resina reciclada para la fabricación de accesorios para tuberías.

En 1990, se puso en marcha en Alemania una planta para reciclar los recubrimientos para suelos de PVC usados transformándolos en recubrimientos nuevos para el mismo fin. Se trata de una empresa en participación entre productores europeos de PVC y fabricantes de recubrimientos para suelos.

La firma belga Solvay ha desarrollado una nueva tecnología denominada Vinyloop®. Está basada en la disolución selectiva del PVC y permite separar y recuperar el compuesto de PVC de los residuos plásticos que contienen una proporción significativa de otros polímeros. La primera planta comercial, para el tratamiento de 10.000 Tm/año de residuos de cables eléctricos, fue puesta en marcha a finales de 2001 en Ferrara (Italia).

Se reciclaron botellas de PVC para transformarlas en diferentes prendas de vestir a través de un programa desarrollado por Rhovyl, un fabricante de ropas francés, y Elf Atochem. Se produjeron jerseys, bufandas y calcetines a partir de un 30 por ciento de lana y un 70 por ciento de botellas de agua mineral.

NV Ekol, en Bélgica, utiliza PVC reciclado con otros plásticos para fabricar una gama de productos que incluyen barreras para la reducción del ruido, vallas y estacas, islas móviles para tráfico, jardineras y muebles de jardín.

En Dinamarca, la empresa de gestión de residuos RGS90 está construyendo unas instalaciones de reciclaje a materia prima para residuos de PVC. En las mismas se tratarán productos residuales mezclados de PVC, principalmente los procedentes del sector de la edificación y la construcción (B & C), con una capacidad de 40.000 Tm.



ARCOA, en América, transforma el PVC reciclado en arrecifes artificiales que pueden ser colocados en las aguas costeras para crear un hábitat para los peces.

### **Polipropileno (PP)**

El PP es el segundo plástico más común de la familia de las olefinas. El PP tiene una resistencia al impacto inferior a la del PE, pero su temperatura de trabajo es superior (lo que permite que los recipientes puedan ser 'llenados en caliente') y también lo es su resistencia a la tracción. El PP posee unas excelentes propiedades de aislamiento, pero su utilización más extendida es bajo la forma de fibras y filamentos producidos por extrusión. Las fibras son utilizadas en algunos productos tales como alfombras, recubrimientos de paredes y tapicerías para muebles y vehículos. El PP se utiliza también para el aislamiento de conductores eléctricos, tuberías y láminas. Los productos moldeados por inyección constituyen otro grupo de productos importante, en especial para su uso como suministros médicos que requieran ser esterilizados por medio del calor o de la irradiación. La mayor parte del PP reciclado procede de los vehículos, incluyendo las cajas de las baterías y los parachoques (defensas). El proceso de reciclaje principal es a través de la regranulación.

Las aplicaciones incluyen cajas, jaulas de embalaje, maderajes y productos de oficina.

### **Poliestireno (PS)**

El PS es un plástico duro, relativamente barato, que se produce usualmente por polimerización de monómeros de estireno. El PS de peso molecular elevado se utiliza para revestimientos, mientras que las clases de PS de peso molecular más bajo son utilizadas para el moldeo por inyección. Los principales puntos débiles del PS es que se trata de un plástico quebradizo, inestable cuando está expuesto a la luz ultravioleta (UV) e inflamable.

Otras formas del PS incluyen el poliestireno expandido (EPS), que se produce utilizando disolventes volátiles inertes como agentes de soplado, y el PS de alto impacto (HIPS) que se obtiene por medio de la incorporación de pequeñas partículas de goma de butadieno. El EPS se utiliza principalmente como material aislante en el sector de la construcción, como aislante para los envases alimentarios desechables y como embalaje de protección. La principal aplicación del HIPS es para el envasado de la comida rápida. El PS puede ser reciclado utilizando técnicas en húmedo. La forma más abundante es el EPS, si bien este material presenta algunos retos, debidos principalmente al hecho de que se hace necesario aumentar la densidad aparente del mismo para su transporte y que los aditivos introducidos durante el soplado pueden resultar difíciles de eliminar.

El reciclaje del PS tiene tendencia a ser más limitado que el de otras resinas para artículos de uso corriente, a causa de las dificultades que plantean la recogida y el procesado. Los intentos de reciclar los envases de PS procedentes de empresas tales como McDonalds no han dado unos resultados comerciales satisfactorios. Amoco Foam Products utilizaba PS reciclado (incluyendo conchas de envasado de McDonalds) en paneles de aislamiento extruidos, si bien los mismos tienen un coste mayor que sus equivalentes fabricados a partir de resina virgen.

La empresa suiza Rastra AG utiliza el EPS reciclado y el hormigón en los paneles de construcción de hormigón aislante.



## ANEXO 3

### Existencias nacionales, regionales y locales de residuos

#### Nacionales

#### Consumo y existencias de residuos

En la tabla que figura a continuación se detallan las cantidades de plástico consumido y del disponible para la recogida en los países de Europa Occidental, incluyendo los medios a través de los cuales son eliminados dichos residuos.

Tabla 28: Plásticos Totales en Europa Occidental 2000 ( x 1.000 Tm)					
	Consumo	Que puedan	Reciclaje	Recuperación	Vertederos/ Incineración
Austria*	749	381	74	83	224
Bélgica	1368	535	87	144	304
Dinamarca	604	345	25	260	60
Finlandia	443	159	22	31	106
Francia	4564	3024	248	977	1799
Alemania*	10825	3111	915	821	1375
Grecia	437	303	6	57	240
Irlanda	220	199	13	0	186
Italia	6738	3306	367	301	2638
Países Bajos	1393	1085	162	636	288
Portugal	584	438	12	106	320
España	3235	1970	268	146	1556
Suiza	648	370	35	160	175
Reino Unido	4077	3610	242	231	3137
TOTAL UE	35884	18836	2468	3956	12413
Noruega	295	179	26	77	76
Switzerland	590	526	36	383	107
Europa Occidental	36769	19540	2540	4416	12584

\* En Austria y Alemania, el reciclaje incluye el reciclaje a materia prima.  
Fuente: APME, 2020<sup>72</sup>

72- "Análisis del Consumo y de la Recuperación de Plásticos en Europa Occidental 2000. APME, Primavera de 2002.



## Consumo por polímeros y aplicación

### Suiza

En 1999<sup>73</sup>, el consumo suizo de plásticos fue de alrededor de las 800.000 toneladas, o sea de 110 kg/habitante/año. En el mismo año, la producción de residuos plásticos se estimó en 570.000 toneladas (78 kg/habitante/año), es decir el 71 por ciento del consumo. El plástico almacenado en la antropoesfera se estima en 12 MTm, es decir equivalente a la producción durante 15 años, o bien a 1,65 Tm/habitante.

Tabla 29: Gestión de los residuos plásticos en Suiza (1999)		
Tipo de residuo de plástico	kg/habitante/año	Porcentaje
Envasado	3.4	47
Botellas de PET	3.1	43
Jaulas de embalaje	0.3	5
Tapones y botellas de PE	0.1	2
Films procedentes de la agricultura y la construcción	0.1	1
Recubrimientos de PVC para suelos	0.1	1
Aislamiento térmico de EPSr	< 0.1	< 1
Tubos	< 0.1	<1
<b>Total</b>	<b>7.3</b>	<b>100</b>

Fuente: OFEFP (2001)<sup>74</sup>

### Reino Unido

El consumo de plásticos en el Reino Unido fue de alrededor de 4,5 MTm en 2000. En la tabla que se incluye a continuación se facilitan las proporciones por sector de mercado<sup>75</sup>:

Tabla 30: Consumo de plásticos por sector en el R. U. (2000)	
Sector	Porcentaje
Envasado	37
Edificación y construcción	23
Electricidad y electrónica	8
Automoción y transporte	8
Mobiliario y artículos para el hogar	8
Agricultura y horticultura	7
Ocio, juguetes y deportes	3
Material médico	2
Ingeniería Mecánica	2
Calzado	1
Otros	1
<b>Total</b>	<b>100</b>

73- "Reciclaje de las materias plásticas en Suiza – Declaración de la posición de la OFEFP" Oficina Federal del Medio Ambiente, de los Bosques y del Paisaje – Berna 7/2001.

74- "Reciclaje de las materias plásticas en Suiza – Declaración de la posición de la OFEFP" Oficina Federal del Medio Ambiente, de los Bosques y del Paisaje – Berna 7/2001.

75- Waste Watch (2003). Los plásticos en la economía del R. U., por Recoup para Waste Watch.



El Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA)<sup>76</sup> del Gobierno del R. U. estimaba en 1999 que las existencias de residuos municipales en Inglaterra y Gales era de 480 kg/habitante/año, de los cuales 29 kg (6 por ciento) estaban constituidos por plásticos densos y 24 kg (5 por ciento) eran de films de plástico. DEFRA informó de que sólo el 3 por ciento de los residuos plásticos totales fue objeto de reciclaje en el R. U. en 1998.

Burstall<sup>77</sup> estima que los residuos de films de plástico en el R. U. son del orden de 1.000.000 Tm/año o sea de 17 kg/habitante/año, de los cuales 150.000 Tm/año (2,5 kg/habitante/año) son sometidos a reciclaje. El 60 por ciento (es decir, 10,2 kg) de dichos residuos plásticos tienen un origen doméstico. Los residuos plásticos procedentes de vehículos fuera de uso (VFU) se estiman en 240.000 Tm/año (4 kg/habitante/año) y los procedentes de equipos eléctricos y electrónicos (EEE) en 220.000 Tm/año (3,7 kg/habitante/año).

#### Noruega: Envases plásticos

Las estimaciones de datos acerca de la cantidad de residuos de envases plásticos desechados en Noruega en 2002 excluyen los residuos de envases especiales, los recipientes para bebidas y los sacos para desperdicios.

Tabla 31: Generación de Residuos de Envases plásticos en Noruega (toneladas)					
	Domésticos	Comercio e Industria	Agricultura	Piscicultura	TOTAL
Film de Plástico	39,400	25,000	7,000	1,500	72,900
Envases desechables rígidos.	20,700	4,500	500		25,700
Bolsas de PP	100	1,700	800	1,600	4,200
Envases reutilizables		4,100			4,200
<b>TOTAL</b>	<b>60,200</b>	<b>35,400</b>	<b>8,300</b>	<b>3,100</b>	<b>107,000</b>

#### Dinamarca: El PVC en el sector de la construcción y demolición (C y D)

La EPA danesa estimaba en 1997 que, de un total de 34.000 Tm/año (6,5 kg/habitante/año) de residuos de PVC, el potencial del PVC recuperable de los residuos de la construcción y la demolición era de alrededor de las 10.000 Tm/año (1,9 kg/habitante/año), de las cuales 4.100 Tm/año eran de PVC rígido (marcos de ventana, tubos). Los residuos de los recubrimientos de PVC para suelos se estimaron en 3.600 Tm/año y los residuos de PVC de cables en 1.000 Tm/año. El suministro de bienes de PVC para todo el sector se estimaba en 45 – 50.000 Tm/año (8,6 – 9,5 kg/habitante/año).

#### Bélgica: Flujos de Envases de Origen Doméstico<sup>78</sup>

En Bélgica, la fracción de los residuos de envases plásticos de procedencia doméstica está constituida por:

Tabla 32: Composición de los residuos de envases plásticos domésticos en Bélgica			
	kTm	kg/habitante/año	porcentaje
Botellas de PET	43.7	4.37	34
Botellas de HDPE	15.7	1.57	12
<b>Total de las botellas</b>	<b>59.4</b>	<b>5.94</b>	<b>46</b>
Otros envases plásticos	69.6	6.96	54
<b>Total</b>	<b>129</b>	<b>12.9</b>	<b>100</b>

76- "Estrategia de Residuos 2000 – Inglaterra y Gales" – Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones - 2000

77- Mark Burstall – Vicepresidente – BPF Recycling Council Ltd,

78- "Extensión de la Fracción de Plásticos recogida por FOST Plus – Análisis de las consecuencias de una eventual extensión del escenario de recogida, separación y reciclaje" – FOST Plus – Marzo de 2001



Los envases plásticos de origen doméstico distintos de las botellas proceden de 180 grupos diferentes de productos. Los orígenes de dicha fracción son:

Tabla 33 : Procedencias de los envases plásticos de origen doméstico en Bélgica			
	kTm	kg/habitante/año	porcentaje
Productos relacionados con los alimentos	40.1	4.0	58
Envases para servicios	8.0	0.8	11
Cuidados corporales	4.9	0.5	7
Limpieza y mantenimiento	3.6	0.4	5
(Otros (< 3 kTm/categoría) – 19 categorías)	13.0	1.3	19
<b>Total</b>	<b>69.6</b>	<b>7.0</b>	<b>100</b>

Esta separación ilustra la amplia variedad de los envases plásticos. Los envases pueden también ser clasificados por tipo. Los envases plásticos distintos de las botellas pueden asimismo clasificarse en envases rígidos y envases blandos. La proporción de los envases blandos se estima en el 30 – 50 por ciento. Las proporciones de los diferentes films son:

- Films de LDPE: 61 por ciento
- Films de PP: 24 por ciento
- Films de HDPE: 24 por ciento

Tabla 34 : Procedencias de los envases plásticos de origen doméstico en Bélgica			
Tipo de envase	kTm	kg/habitante/año	porcentaje
Botellas	59.4	5.9	46.1
Jaulas de embalaje	9.2	0.9	7.1
Bolsas	8.7	0.9	6.8
Tarros y pequeños platos	6.5	0.7	5.0
Envases de presentación (platos pequeños, tarrinas, bandejas, barquetas)	5.9	0.6	4.6
Envases múltiples	5.8	0.6	4.5
Films, tapas	5.0	0.5	3.9
Otros (< 5 kTm/categoría) – 14 categorías	28.5	2.8	22.1
Total sin las botellas	69.6	7.0	53.9
<b>Total</b>	<b>129.0</b>	<b>12.9</b>	<b>100</b>



## Flujos de Residuos Regionales y Locales

### *Bélgica (Valonia)*

Tabla 35: Gestión de los residuos plásticos en Valonia (1994)	
<b>Valonia</b>	
Año de referencia	1994
De origen doméstico	34,7 kg/habitante/año
Sector comercial e industrial	9.0
Construcción y Demolición	6.0
Vehículos fuera de uso (VFU)	3.0
Agricultura	3.0
Residuos eléctricos y electrónicos (REEE)	2.4
<b>Total</b>	<b>58.1</b>

### *Región Nord-Pas de Calais (Francia)*

En 1993, ADEME y la Región Nord-Pas de Calais llevaron a cabo un estudio sobre los residuos plásticos en dicha región. En esta región del norte de Francia hay alrededor de cuatro millones de residentes (con una densidad de población de 323 habitantes por km<sup>2</sup>). Las existencias de residuos teóricas fueron estimadas en alrededor de las 270.100 toneladas ó 67.4 kg/habitante para el año 1993:

Tabla 36 : Gestión de los residuos plásticos en Nord-Pas de Calais, Francia (1993)		
	Cantidades (kg/habitante/año)	Proporción (porcentaje)
Household	46.1	68.5
Plastic industry	8.2	12.1
Industry, trade & artisan	7.0	10.4
ELV	2.5	3.7
E&EE	1.5	2.2
C&D	1.1	1.6
Agriculture	1.0	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>67.4</b>	<b>100</b>

La composición de los residuos plásticos franceses de origen doméstico fue determinada por ADEME con la metodología MODECOM en 1993:



Tabla 37: Gestión de los residuos plásticos en Francia (1993)		
Tipo de residuo de plástico	kg/habitante/año	porcentaje
Films de PE y de PP	24.1	52.2
Envases de PS	4.6	10.0
Botellas de PVC	4.6	10.0
Otras Poliolefinas	2.9	6.3
Botellas de PE y de PP	2.8	6.1
Envases de PET	1.9	4.1
Otros plásticos	1.9	4.1
Envases de PVC	1.3	2.8
Otros de PS	1.1	2.4
Otros de PVS	1.0	2.2
<b>Total</b>	<b>46.2</b>	<b>100.0</b>
Fuente de la Tabla: CNR		

#### Plásticos agrícolas en Andalucía<sup>79</sup>

En Andalucía, la importancia de los plásticos en las actividades agrícolas se ha desarrollado de una forma espectacular en los últimos años. La extensión de tierra utilizada para el cultivo bajo plástico alcanzó las 70.000 Ha en 1999. El 60 por ciento de los films de HDPE para uso agrícola vendidos en España fueron utilizados en esta región (> 30.000 Tm/año, ó 430 kg/Ha).

#### La Región de Bruselas (Bélgica)

En Bruselas, los análisis de los residuos durante 1999 se centraron, en parte, en los envases y films de plástico. Durante esta campaña en particular de análisis de los residuos, los otros plásticos no fueron tomados en consideración. Están establecidos sistemas para la recogida selectiva de las botellas de plástico, pero dichos sistemas no incluyen los films ni las bolsas de plástico.

Tabla 38: Residuos plásticos de origen doméstico de la recogida mediante contenedores urbanos en Bruselas, Bélgica (1999, kg/habitante/año)				
Fracción	Residuos mezclados	Residuos de envases	Papeles y cartón	Total
Botellas de PVC	0	0		0
Botellas de PET transparentes	1.9	1.1		3
Botellas de PET coloreadas	1.0	0.5		1.5
PE	1.3	0.5		1.8
Otros envases	3.6	0.4		4.1
<b>Total de envases</b>	<b>7.8</b>	<b>2.5</b>		<b>10.3</b>
Bolsas de basura	2.9	0.3	0.2	3.4
Bolsas de la compra	3.3	0.1	0.0	3.4
Film de plástico	3.4	0.3	0.1	3.8
Otros plásticos	6.4	0.1	0.0	6.5
<b>Total sin envases</b>	<b>16.1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>	<b>17.1</b>
<b>Total de plásticos</b>	<b>23.9</b>	<b>3.3</b>	<b>0.2</b>	<b>27.4</b>



Las bolsas de basura presentes en la recogida selectiva mediante contenedores urbanos de los papeles y cartones proceden principalmente de las bolsas utilizadas para esta recogida.

En este mismo año, la producción de la planta de separación fue:

Tabla 39: Botellas de los residuos plásticos de origen doméstico – producción de la planta de separación de Bruselas, Bélgica (1999, kg/habitante/año)					
Botellas de HDPE	Botellas de LDPE azules	Botellas de PET blancas	Botellas de PET de color	Botellas de PVC	Total
0.38	0.24	1.02	0.10	0.00	1.74

## ANEXO 4

### Plastretur

Noruega ofrece un buen número de ejemplos interesantes de planes para responsabilidad de los productores que sirven para la recuperación y el reciclaje de los residuos plásticos.

Plastretur AS es una empresa privada sin ánimo de lucro fundada en 1995 entre cuyos accionistas se incluyen:

- productores de plásticos
- vendedores minoristas
- usuarios de envases/embalajes de plástico

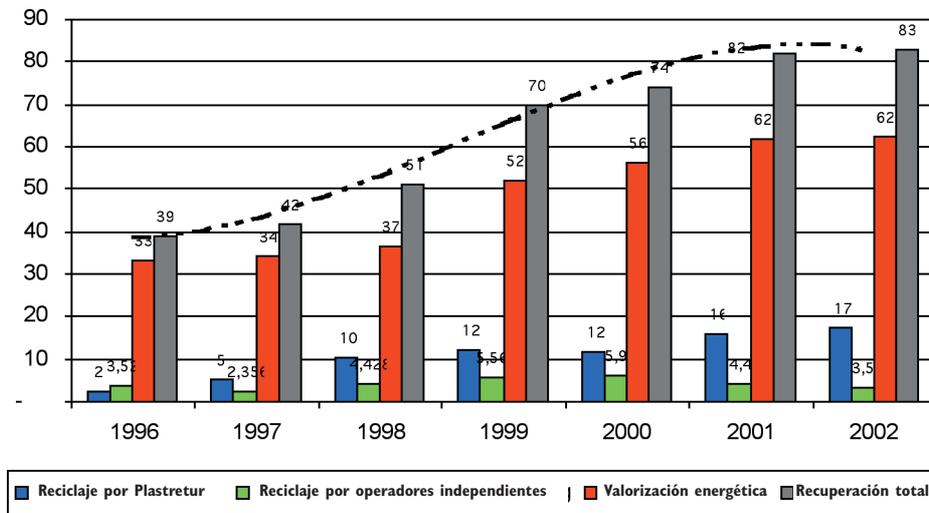
Plastretur desarrolla, organiza y ejecuta planes de recuperación de envases/embalajes de plástico, tanto procedentes de los hogares privados, la agricultura y la piscicultura como del comercio y las industrias.

En el caso de los films para la agricultura, los granjeros pueden hacer entrega de los materiales residuales sin cargo alguno. Plastretur paga a los recolectores 175 €/Tm por todos los films entregados por los agentes de recogida a los recicladores. El film de ensilaje se recicla principalmente en Noruega (en bolsas de acarreo), mientras que los films de cobertura y las grandes bolsas de polipropileno son exportados.

Tabla 40: Objetivos de Plastretur – 2008	
Opción	Porcentaje
Reciclaje	30
Valorización energética	50
<b>total</b>	<b>80</b>
Los objetivos incluyen el film agrícola. El EPS no está incluido. Objetivos para el EPS: Reciclaje 50 por ciento, valorización energética 10 por ciento. Los envases procedentes de residuos peligrosos no están incluidos.	



Figura 11: La recuperación de residuos plásticos en Noruega (1996 – 2002)



Operadores independientes: Reciclan principalmente envases reutilizados

Reciclaje de EPS en 2002: 1.400 Tm (29 por ciento frente a un objetivo del 50 por ciento)

### Características de Plastretur

Contratos firmados: En 162 de los 430 municipios.

Población servida: 2,0 millones de personas de los 4,5 millones (44 por ciento).

Recogida llevada a cabo por: Ayuntamientos (o recolectores por cuenta de los ayuntamientos).

Coste de la recogida pagado por: Plastretur / Ayuntamientos

Contribución de recogida media (incluyendo el enfardado) por Plastretur: 135 €/Tm.

Transporte llevado a cabo por: Contratistas independientes; organizado por los clasificadores.

Coste del transporte pagado por: Plastretur.

Proporción de recogida puerta a puerta: 50 por ciento (del material recogido) (en su mayor parte flujo simple).

Proporción del sistema de depósito: 50 por ciento (plástico solamente).

Centros de separación de residuos domésticos: Cuatro.

Separación de residuos domésticos llevada a cabo por: Instalaciones de separación de propiedad pública.

Materiales clasificados: Film, Plásticos Rígidos, Energía.

La recogida y la separación de los residuos de origen comercial e industrial son llevadas a cabo por 115 Empresas Privadas y Municipales que tienen acuerdos con Plastretur.

Materiales clasificados: Film, Plásticos rígidos, Bolsas de PP, EPS, Energía.

- Convenio con la política de medio ambiente noruega oficial.
- Informes al Organismo Oficial de Control de la Contaminación noruego.
- Responsable del desarrollo, la organización y la ejecución de planes de recuperación de envases/embalajes de plástico, tanto procedentes de los hogares privados, la agricultura



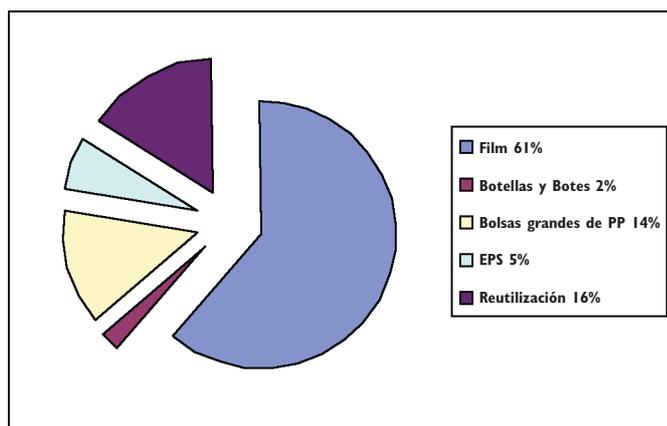
y la piscicultura como del comercio y las industrias.

- Plastretur AS funciona como un catalizador con respecto a todas las partes de la cadena de la recuperación, pero no manipula físicamente los envases/embalajes en forma alguna.
- Efectúa el seguimiento y asegura la calidad del plástico entre los centros de separación y los recicladores, incluyendo la formación del personal de separación.
- Promueve el reciclaje de los envases/embalajes de plástico a través de herramientas de información y comunicación para el comercio y las industrias, la agricultura, los ayuntamientos y la industria piscícola.
- Trabaja de forma conjunta con la industria de los envases hacia soluciones que puedan facilitar el reciclaje.

### Niveles de reciclaje 2002

Material	Toneladas Recicladas
Plásticos rígidos	500
Film	13,800
Bolsas grandes de PP	3,100
EPS	1,400
Fracción mixta (granulados y productos)	0
Reciclaje a materia prima	0
Reciclaje por operadores independientes	3,500
<b>Total reciclado</b>	<b>22,300</b>

Figura 12: Salidas del Reciclaje de Plásticos 2002





## Sectores no Cubiertos por Plastretur

### Bebidas: Envases con elevados impuestos medioambientales

Los impuestos se reducen de acuerdo con las tasas de recuperación de los sistemas de recogida. La recogida está organizada a través de sistemas de depósito en el caso de las botellas de PET (tanto las rellenables, 80 – 90 por ciento, como las no rellenables 10 – 20 por ciento). El sistema para las botellas de PET rellenables es gestionado por las empresas cerveceras (desde 1991) y el sistema para las botellas no rellenables por Norsk Resirk AS - venta minorista y empresas cerveceras - (desde 1999/2000).

Las botellas de PET rellenables son recicladas a material después de 12 a 16 salidas; aproximadamente 2000 MT anualmente. Botellas de PET no rellenables; aproximadamente 1200 MT anualmente.

Las botellas, tanto rellenables como no rellenables, son recicladas principalmente en Dinamarca, utilizándose el material reciclado en aplicaciones de envases de tipo blister, bandejas para galletas y cinchas de poliéster de altas prestaciones.

### Residuos peligrosos: Envases plásticos que han contenido aceite, gasolina, etc. (incluidos en el nuevo convenio – pero no incluidos en los objetivos)

Plastretur desarrollará en 2003 y 2004 sistemas para los envases vacíos.

### Residuos de equipos eléctricos y electrónicos (REEE):

La reglamentación noruega para los residuos de equipos eléctricos y electrónicos (REEE) entró en vigor a partir del 1 de Julio de 1999. El reglamento impone obligaciones específicas a los fabricantes y a los importadores por lo que respecta a la recogida, el reciclaje y la eliminación de los residuos peligrosos procedentes de los REEE. En 1998, el Ministerio de Medio Ambiente y las organizaciones nacionales de suministradores formalizaron un acuerdo sectorial con el objeto de prevenir y reducir los perjuicios para el medio ambiente causados por los REEE.

Las organizaciones han establecido tres empresas de gestión

- Hvitvareretur AS
- Elektronikkretur AS
- RENAS AS

Hvitvareretur y Elektronikkretur, que se ocupan principalmente de los REEE de los clientes, decidieron trabajar de forma conjunta en el establecimiento de un sistema colectivo para la logística, el reciclaje y el perfilado. El sistema conjunto de gestión de los residuos constituido por Hvitvareretur y Elektronikkretur se denomina El-retur.

Elektronikkretur es la empresa de gestión de los residuos que está clasificando una cantidad relativamente grande de plástico, en especial de equipos de TI y de TV. En el año 2002, la cantidad fue de cerca 1.400 toneladas. Alrededor del 60 por ciento de este material es eliminado por incineración (valorización energética), el 15 por ciento por reciclaje del material y el 15 por ciento por depósito en vertedero.



**Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje**  
Gulledelle, 100  
B – 1200 Bruselas • Bélgica  
Tel. + 32 (0)2 775 78 57 • Fax + 32 (0)2 775 76 35  
[www.acrr.org](http://www.acrr.org)



**Asociación de Fabricantes de Plásticos de Europa**  
Avenue E van Nieuwenhuysse 4/3  
B – 1160 Bruselas • Bélgica  
Tel. + 32 (0)2 676 17 56 • Fax + 32 (0)2 675 39 35  
[www.apme.org](http://www.apme.org)



**Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilo**  
Avenue E van Nieuwenhuysse 4/4  
B – 1160 Bruselas • Bélgica  
Tel. + 32 (0)2 676 74 41 • Fax + 32 (0)2 676 74 47  
[www.ecvm.org](http://www.ecvm.org)



**Recicladores Europeos de Plásticos**  
Avenue de Cortenberg 66, A. P. 4  
B – 1000 Bruselas • Bélgica  
Tel. + 32 (0)2 732 41 24 • Fax + 32 (0)2 732 42 18  
[www.eupr.org](http://www.eupr.org)



**Transformadores Europeos de Plásticos**  
Avenue de Cortenberg 66, A. P. 4  
B – 1000 Bruselas • Bélgica  
Tel. + 32 (0)2 732 41 24 • Fax + 32 (0)2 732 42 18  
[www.eupc.org](http://www.eupc.org)

