

Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas

Francisco J. André
Departamento de Economía
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla

Emilio Cerdá
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos, desde una perspectiva económica. Se profundiza en los fallos de mercado que produce la generación y la gestión de los residuos y se discuten los principales instrumentos de política que se pueden utilizar para corregir dichos fallos. En particular, se presta especial atención a las políticas de incentivos y se clasifican y se enumeran las principales ventajas e inconvenientes de cada una de ellas. También se realiza un breve recorrido sobre los acontecimientos recientes y los cambios en los principios y las prácticas de gestión en el ámbito nacional e internacional.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, fallos de mercado, políticas de incentivos, vertido, reciclaje.

Clasificación JEL: D62, H71, Q53.

Abstract

We present an analysis of municipal solid waste management, from an economic perspective. We discuss the market failures caused by generation and management of waste and the main policy instruments to deal with those failures. Specifically, we focus on incentive policies and we list the main advantages and disadvantages of each instrument. We also present a brief summary about the recent history concerning the principles and practices for waste management both in the national and international context.

Keywords: municipal solid waste, market failures, incentive policies, landfilling, recycling.

JEL classification: D62, H71, Q53.

1. Introducción

El medio ambiente tiene tres funciones económicas fundamentales: como proveedor de factores productivos en forma de materiales o de energía, como fuente de servicios de ocio y bienestar (mejorando la calidad de vida, permitiendo el disfrute de parajes naturales, agua y aire limpios, etc.) y como sumidero de residuos generados por la actividad económica. En los años 70, las crisis del petróleo generaron una preocupación asociada principalmente a la primera función. Mientras el descubrimiento de nuevos yacimientos de recursos y el avance tecnológico fue mitigando en parte esta preocupación, el aumento de la contaminación en sus diversas formas suscitó un nuevo motivo de interés asociado con la segunda y tercera funciones, ambas directamente relacionadas con la calidad ambiental y, por tanto, con la generación y emisión de residuos al medio natural.

Un residuo es algo que carece de valor de uso, y por tanto, de valor de cambio. Más aún, como los desperdicios resultan molestos y estamos dispuestos a pagar para que nos libren de ellos, podemos concluir que tienen un valor negativo, es decir, son un *mal*. En este artículo, nos centramos en un tipo concreto de residuos: los residuos sólidos urbanos (RSU), que son los generados por las actividades propias de las ciudades². El volumen de RSU es relativamente pequeño comparado con otros residuos³ pero su interés puede explicarse por el gran aumento que han experimentado en los últimos años debido al incremento poblacional y los hábitos de consumo. Por otra parte, la concentración demográfica en los núcleos urbanos provoca la necesidad de adoptar métodos de gestión sostenibles, incluyendo como un aspecto esencial el debido tratamiento o eliminación de las basuras.

Tradicionalmente la gestión de residuos se ha considerado un problema ingenieril, lo que ha motivado que la literatura de tipo tecnológico y ambiental relacionada sea muy amplia, mientras la literatura económica ha quedado mucho menos desarrollada y dispersa hasta hace pocos años. Esta situación ha llevado a algunos a afirmar que «el problema de la gestión de residuos sólidos proviene de la falta de reconocimiento hacia la naturaleza económica del problema (...) esta situación está empezando a cambiar, pero el cambio ha sido demasiado lento para evitar la crisis actual» (Goddard, 1995, pág. 188).

La importancia económica de la gestión de residuos se ha ido haciendo más y más patente en los últimos años y ello ha provocado una considerable expansión de la literatura relacionada, al mismo tiempo que un notable desarrollo de las políticas públicas aplicadas en este ámbito⁴. Para lograr una comprensión adecuada del ámbito en que dichas políticas son aplicadas, en la sección 2 se comienza ofreciendo una síntesis de los aspectos económicos fundamentales en la gestión de RSU. En la sección 3 se discuten los principales fallos de mercado asociados a la generación y gestión de los RSU. También se presentan y clasifican los principales instrumentos de política económica que se pueden aplicar en este contexto, prestando mayor atención a los llamados instrumentos de incentivos o instrumentos económicos. La sección 4 presenta una síntesis de la evolución reciente en la gestión y las políticas de RSU a nivel internacional, destacando los acontecimientos que han originado la situación presente y las tendencias actuales. Finalmente, se presenta un resumen de

² La ley de residuos 10/1998 de 21 de abril define los residuos urbanos como «los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades» además de «(i) los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, (ii) animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados, (iii) residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria».

³ Por ejemplo, A. DEL VAL (1994) estima que en España un habitante produce, por término medio, unos 42 kilogramos de residuos al día (incluyendo los residuos sólidos, líquidos y los que se emiten a la atmósfera), mientras que sólo genera en torno a un kilogramo de RSU al día.

⁴ En BEEDE y BLOOM (1995) se recogen algunas cuestiones actuales en la gestión de RSU y en HALSTEAD y PARK (1996) se realiza una revisión de los aspectos relacionados con el papel de las políticas públicas. Una visión completa y actual del problema de los residuos puede encontrarse en PORTER (2002).

la legislación española relativa a los RSU. La sección 5 recoge las conclusiones del trabajo.

2. La gestión de los RSU: una perspectiva económica

En sentido estricto, la *gestión* de residuos se suele definir como el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona determinada el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, según sus características, volumen, procedencia, posibilidades de recuperación y comercialización, coste de tratamiento y normativa legal. Esta definición se vincula naturalmente con lo que podemos llamar un «enfoque post-consumo» de la gestión de RSU, que consiste en tomar como dada la cantidad y composición de residuos generados y establecer la combinación más apropiada de métodos para su tratamiento. En Lund (1990), Jacobs y Everett (1992), Keeler y Renkow (1994) o Huhtala (1997) pueden encontrarse aplicaciones de este tipo de enfoque.

Una visión más comprensiva es la que podemos llamar «pre-consumo», según la cual las acciones necesarias para la correcta gestión de los residuos empiezan en las fases de producción y comercialización de los bienes de consumo, puesto que numerosas decisiones que se toman en estas fases son esenciales para determinar el volumen y la composición de los residuos, influyendo determinadamente sobre las posteriores posibilidades de gestión. Algunos trabajos que adoptan esta perspectiva son Dinan (1993), Morris y Holthausen (1994), Atri y Schellberg (1995), Fullerton y Kinnaman (1995) o Huhtala (1999).

La gestión propiamente dicha se puede dividir en cuatro fases diferenciadas: pre-recogida, recogida, transporte y tratamiento. La *pre-recogida* consiste en el debido almacenamiento, manipulación, clasificación y presentación de los residuos en condiciones adecuadas para su recogida y traslado. Esta fase es esencial para el correcto funcionamiento de las siguientes y por ello se ha mejorado y adaptado considerablemente en los últimos años con la instalación de contenedores y con campañas de sensibilización ciudadana. Las fases de *recogida* y *transporte* suelen ser las más costosas y requieren una cuidada planificación. Los residuos pueden ser transportados directamente a los puntos de tratamiento o a plantas de transferencia donde se compactan y se cargan en camiones más grandes y adecuados para el transporte hasta su destino definitivo.

El *tratamiento* incluye las operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos. Los sistemas legales actualmente más utilizados son: el vertido controlado, la incineración, el reciclado y el compostaje. En España ha estado tradicionalmente muy extendida la práctica de eliminar ilegalmente los residuos arrojándolos a vertederos incontrolados o incinerándolos individualmente. Con el incremento de la generación de residuos, esta práctica se revela como insostenible y, necesariamente, la situación está cambiando.

El *vertido* es el método tradicionalmente más empleado y en la actualidad continúa siendo el predominante en cuanto a volumen de residuos tratados en España. Un motivo fundamental para ello es que no existe ninguna combinación de técnicas de gestión de los residuos que no necesite, en alguna medida, el uso de vertederos, porque todos los métodos de tratamiento generan unos subproductos que no pueden ser eliminados por completo y, en última instancia, deben ser arrojados a un vertedero.

Económicamente, un vertedero puede contemplarse desde varios puntos de vista: En primer lugar, desde el punto de vista de los ciudadanos que viven cerca de un vertedero, este constituye una externalidad negativa. Se puede argumentar que el precio de las viviendas cercanas a un vertedero será inferior a causa de esta cercanía y, por tanto, el mercado de viviendas se encarga de internalizar este efecto externo⁵. Sin embargo, este razonamiento sólo es aplicable a aquellas personas o familias que, conscientemente, deciden comprar una vivienda conociendo la localización del vertedero, pero no a aquellas que, habiendo adquirido su casa con antelación, sufren la construcción inesperada de un vertedero en sus inmediaciones. Esta situación provoca un descenso en el valor de la propiedad sin que existan mecanismos automáticos de compensación. Por otra parte, el precio de la vivienda recoge, en el mejor de los casos, las molestias esperadas del vertedero, pero difícilmente puede recoger el efecto de molestias inesperadas como las debidas a fallos accidentales en la seguridad de las instalaciones. La resistencia de todos los ciudadanos a la construcción de instalaciones molestas en los alrededores de su vivienda es ya una cuestión tradicional en la literatura económica, que se conoce como el síndrome NIMBY⁶.

En segundo lugar, desde el punto de vista del organismo que gestiona los residuos (ya sea público o privado), la construcción de un vertedero puede considerarse como un gasto de inversión, teniendo en cuenta que el vertido es una alternativa para eliminar los residuos que permite ahorrar el coste de emplear otros métodos de tratamiento.

Por último, los vertederos se pueden entender como recursos naturales agotables, considerando la capacidad del vertedero como el «stock» del recurso y el ritmo de vertido de residuos como el ritmo de explotación o extracción del recurso. Como recursos naturales, los vertederos presentan algunas características particulares interesantes: como se señala en Ready y Ready (1995), a diferencia de otros recursos, cuyo agotamiento es irreversible, una vez que un vertedero alcanza su límite de capacidad, puede reemplazarse, a cierto coste, por otro vertedero de nueva construcción. Se trata, por tanto, de un recurso *agotable y reemplazable*. Por otra parte, a diferencia de lo que sucede con otros recursos, cuyo «stock» y localización espacial están dados por la naturaleza, tanto la capacidad de un vertedero como su ubicación son variables de decisión con trascendencia económica. En André y Cerdá (2001,

⁵ En NELSON, J. GENEREAUX y M. GENEREAUX (1992) se realiza un estudio en Minnesota y se estima económicamente un efecto negativo sobre el precio de las viviendas cercanas a un vertedero.

⁶ Del inglés «*Not In My Backyard*», es decir, «no en el patio de mi casa».

2004) se estudia el problema de determinar óptimamente la capacidad de una secuencia de vertederos y en André, Velasco y González (2004) se analiza el problema conjunto de capacidad y localización. En Jacobs y Everett (1992) se presenta un modelo para determinar el empleo óptimo de varios vertederos en presencia de reciclaje. En Ready y Ready (1995) se estudia la política óptima de precios para el vertido con un enfoque dinámico. En Gaudet, Moreaux y Salant (1998) se presenta un modelo con una dimensión temporal y otra espacial para analizar el transporte de residuos desde varias ciudades a distintos vertederos. Ley, Macauley y Salant (2000, 2002) realizan una aplicación del trabajo anterior para evaluar los costes sociales asociados a la normativa promulgada en 1995 en Estados Unidos, acerca del transporte interestatal de residuos. En Huhtala (1997) se analiza el instante óptimo en que se debe dejar de utilizar un vertedero viejo y pasar a usar uno nuevo.

La *incineración* de residuos permite reducir considerablemente el peso y el volumen de las basuras de modo casi inmediato, sin que sea preciso el almacenamiento de los residuos, durante largos periodos de tiempo, en vertederos o almacenes y requiere poco terreno en comparación con el necesario para la instalación de vertederos. Por ello, es un sistema bastante difundido en Europa y en otras partes del mundo como Japón, donde las disponibilidades de espacios para vertederos son menores. Por otra parte, la combustión de ciertos materiales permite obtener energía eléctrica o calorífica como subproducto, facilitando el ahorro de otras fuentes de energía.

Es un método económicamente costoso al requerir una elevada inversión inicial para su instalación y unos elevados costes operacionales, dado que la técnica de explotación es muy especializada para tratar la emisión de sustancias nocivas a la atmósfera, aspecto este último que la ha hecho especialmente impopular entre los grupos ecologistas. Además, tiene carácter irreversible, puesto que implica la imposibilidad de recuperar los materiales incinerados. Por ser una alternativa intensiva en capital, está sujeta a rendimientos crecientes de escala y su instalación sólo resulta rentable a partir de una determinada capacidad de operaciones.

Igual que sucede con los vertederos, la instalación de una planta incineradora suele provocar rechazo en el vecindario y reducir el valor de las viviendas circundantes. En Kiel y McClain (1995) se estudia cómo afecta la instalación de una planta incineradora a los precios de las viviendas cercanas, desde antes de la construcción propiamente dicha, mientras se extiende el rumor de que la planta va a ser instalada, durante la construcción, y cuando las instalaciones ya están en funcionamiento, detectando un efecto negativo que perdura durante siete años. En Kunreuther *et al.* (1987) se propone un mecanismo de compensación por la instalación de plantas de tratamiento de residuos mediante un sistema de subastas. En Ye y Yezer (1997) se estudia el problema de localización óptima de este tipo de instalaciones (vertederos o incineradoras) teniendo en cuenta las economías de escala asociadas a las plantas de tratamiento de residuos y la proximidad a los vecindarios afectados. En Keeler y Renkow (1994) se compara la incineración con el vertido y el reciclaje y se estudia la decisión de construir una planta incineradora.

El *reciclaje* es un método que ha sido objeto de una creciente popularidad en los últimos años gracias a sus ventajas económicas y ambientales, que son básicamen-

te de dos tipos: en primer lugar, los materiales reciclados permite ahorrar recursos naturales escasos. Además, el reciclaje permite realizar un tratamiento de los residuos más limpio que otras alternativas y reducir la ocupación del espacio de los vertederos. Véase Plourde (1972), Smith (1972), Hoel (1978), Dinan (1993), Highfill y McAsey (1997). Una ventaja adicional es su reversibilidad, al no implicar la destrucción definitiva de los materiales, como sucede con la incineración.

En Huhtala (1999) se estudia el modo óptimo de destinar los recursos productivos a dos sectores tecnológicos distintos: el de la producción convencional y el del reciclaje. En André y Cerdá (2006) se hace hincapié en el carácter tecnológico del reciclaje, analizando su efecto sobre el conjunto de posibilidades de producción de la economía y sobre las decisiones óptimas de producción y empleo de los recursos naturales. En Duggal et al. (1991) se estudian los mecanismos económicos que determinan el esfuerzo destinado al reciclaje en el ámbito familiar. Di Vita (2001) analiza la relación entre el reciclaje y la sostenibilidad económica en el contexto de un modelo de crecimiento endógeno.

Algunos autores han señalado que la popularidad del reciclaje puede inducir a su sobreutilización más allá de los límites económicamente racionales, obedeciendo a motivos de imagen u opinión pública. Junto a sus ventajas, el reciclaje también implica costes y posee ciertos inconvenientes. En Hoel (1978) se presenta un modelo en que se recogen explícitamente los posibles costes ambientales del reciclaje, en Baumol (1977) se estudia la fiabilidad del reciclaje como un método para solventar los problemas derivados de la gestión de residuos, en Chilton (1993) se señala la necesidad de diseñar la política de gestión de RSU conforme a criterios racionales y no según impulsos de tipo emocional. Pearce y Brisson (1994) discuten la determinación del nivel óptimo de reciclaje frente a la evacuación o eliminación de los residuos, conforme a la condición marginalista de coste marginal igual a ganancia marginal.

El *compostaje* se puede considerar como un tipo particular de reciclaje que consiste en la descomposición de la materia orgánica contenida en los RSU para obtener el «abono orgánico» o compost, material rico en nutrientes y oligoelementos, que produce efectos muy beneficiosos sobre la tierra, como regular la compactación del suelo, favorecer el abonado químico, aumentar la capacidad de retención de agua por el suelo, proporcionar elementos nutritivos para la tierra y aumentar el contenido de materia orgánica del terreno. Además, permite reducir el contenido de residuos biodegradables y, por tanto, la generación de gases y lixiviados que se produce en los vertederos.

Además, se suele hablar de otras dos prácticas que no son propiamente métodos de tratamiento de residuos pero sí resultan determinantes para la gestión de los mismos: la *reutilización* y la *reducción en origen*, denominada también prevención o minimización de residuos. Estas estrategias están recibiendo un fuerte impulso merced a la máxima de que «la forma más barata de gestionar los residuos consiste en no producirlos». La posibilidad de reducir la generación de residuos depende de la existencia de productos alternativos o de técnicas de producción menos intensivos en residuos, así como de la disposición de los empresarios y los consumidores a alterar sus hábitos de producción y consumo.

No es posible catalogar uno de los métodos de tratamiento de los residuos como indiscutiblemente superior al resto en todos los casos, ni descartar por completo el empleo de ninguno de ellos. La reducción en origen es una valiosa estrategia para reducir el volumen de residuos y los costes de tratamiento, pero su alcance es limitado y, a partir de cierto umbral, una reducción adicional puede suponer un incremento no asumible en el coste. El reciclaje y el compostaje permiten recuperar determinados materiales, pero hay otros que no se pueden reciclar ni recuperar y otros cuyo reciclaje es tan costoso que no resulta rentable. La incineración permite reducir el volumen de residuos, pero genera un resto irreducible y además tiene implicaciones ambientales que obligan a emplearla con cautela. En cuanto a los vertederos, su empleo es potencialmente ilimitado, pero los costes económicos y ambientales derivados de un vertido indiscriminado serían ineficientemente elevados. En general, la solución óptima requiere alguna combinación de los distintos métodos disponibles.

La combinación racional de diferentes métodos, contemplada conjuntamente y ordenada jerárquicamente, se suele denominar *gestión integral* de los RSU. El concepto de *jerarquía* denota una priorización de los métodos según criterios de optimalidad económica y ambiental. Tal vez la jerarquía más conocida es la establecida en Estados Unidos por la EPA, que sigue la siguiente ordenación:

1. Reducción en origen.
2. Reciclaje.
3. Incineración (preferentemente con recuperación de energía) y vertido.

De modo que la primera opción consiste en reutilizar y reducir los residuos mientras sea posible. Una vez que esta primera opción ya no es aplicable, la siguiente opción preferible es el reciclaje de materiales, incluyendo el compostaje. Por último, los residuos que no puedan ser tratados por los métodos anteriores se destinan a los dos métodos considerados como menos deseables: la incineración (si es posible, con recuperación de energía) y el vertido.

3. Fallos de mercado y políticas públicas

Como se afirma en Zoboli (1994), la generación y gestión de los RSU ocasiona una especie de «efecto externo en cascada», debido a la heterogeneidad de los agentes económicos implicados y la falta de un cauce de interacción económica entre ellos. Desde que se extraen las materias primas y se transforman para producir los bienes de consumo, hasta que se generan los residuos y tal vez se recuperen mediante alguna técnica de valorización, los RSU pasan de un agente económico al siguiente formando una cadena de transformación no necesariamente articulada de modo racional. Ninguno de estos agentes tiene, *per se*, incentivos para considerar los efectos de su actividad sobre los siguientes eslabones de la cadena. En este contexto se pueden producir decisiones socialmente subóptimas en distintas fases de dicha cadena:

En la fase de producción y comercialización se determinan *el volumen y la composición de los residuos* generados. Típicamente estas decisiones se realizarán sin tener en cuenta las consecuencias sobre las fases posteriores. En cuanto al volumen, si el hecho de generar menos residuos no tiene un efecto beneficioso directo sobre los resultados empresariales, no es de esperar que estos contribuyan a favorecer la *reducción en origen* que, como se ha discutido más arriba, es una de las prioridades en la gestión integrada de residuos. Por otra parte, la composición material de los productos puede ser determinante para facilitar su posterior reciclaje. La fabricación de productos atendiendo a estos criterios es lo que se ha dado en llamar «diseño verde» o «diseño ambiental». Fullerton y Wu (1998) son pioneros en incluir esta consideración en un modelo económico. Eichner y Pethig (2001, 2003) incluyen en un modelo económico el flujo de los materiales a través de las distintas fases. André y Cerdá (2005) modelizan un proceso de producción dependiendo de un recurso natural reciclable y otro no reciclable y estudian la interacción entre la tecnología de producción y de reciclaje.

Los consumidores tienen un papel esencial en la *pre-recogida* de los residuos. Como separar los distintos materiales supone una molestia y un coste en términos de bienestar, si no reciben una compensación por ello, es de esperar que los consumidores dediquen una cantidad ineficientemente baja de esfuerzo a esta tarea. Frecuentemente, el modo de financiar la gestión de residuos consiste en que las administraciones públicas (en el caso de España, los Ayuntamientos) recogen las basuras sin ningún coste directo para los ciudadanos en función de la cantidad recogida. La predisposición de los ciudadanos a colaborar con los distintos sistemas de recogida de residuos es esencial en esta fase. En Fullerton y Kinnaman (1996) se estudia la participación de los ciudadanos en un programa de «pago por la bolsa» y en Franco y Huerta (1996) se analizan los determinantes de la participación en un sistema municipal de reciclaje.

Si las empresas responsables del *transporte y tratamiento* de los residuos se rigen por criterios económicos puramente individuales, es de esperar que no internalicen en sus decisiones las consecuencias ambientales de emplear unos métodos u otros. El reciclaje produce un ahorro en los costes económicos de evacuación o incineración, que repercute sobre la administración pública (o, en su caso, sobre la empresa encargada de la evacuación) y no sobre quien genera los residuos. Además, el reciclaje genera un beneficio ambiental que no es directamente percibido por los productores y consumidores individuales. En esta situación, es de esperar que el mercado realice un esfuerzo de reciclaje ineficientemente bajo.

3.1. *Objetivos e instrumentos de política*

La corrección de estos fallos de mercado proporciona los principales *objetivos* de la política económica en este ámbito. Dichos objetivos los podemos agrupar en dos grandes bloques que denominaremos «upstream» («*corriente arriba*») y «downstream» («*corriente abajo*») según a qué parte del proceso de los residuos se

refieran. Los objetivos «upstream» consisten fundamentalmente en lograr que, en las fases de producción y consumo, se reduzca el volumen de residuos y se favorezca el diseño de productos cuyos residuos serán fácilmente reciclables. Los objetivos «downstream» afectan a la gestión de residuos propiamente dicha y consisten fundamentalmente en conseguir que los métodos de tratamiento de los residuos se utilicen de modo socialmente deseable.

Análogamente, los *instrumentos de política* también se pueden agrupar en «upstream» y «downstream» dependiendo de la fase en la que actúen. Una discusión habitual en este campo está relacionada sobre la cuestión de si los instrumentos «downstream», es decir, establecidos únicamente sobre la fase de gestión y tratamiento de los residuos, pueden, por sí solos, lograr objetivos «upstream», es decir, afectar de la manera deseada al volumen y la composición de los residuos generados en las fases de producción y consumo. Véase, por ejemplo, Calcott y Walls (2000, 2005) o Choe y Fraser (2001).

Los instrumentos también se pueden clasificar, atendiendo a su naturaleza, en instrumentos *de mandato y control* e instrumentos *de incentivos*. Los instrumentos de mandato y control consisten principalmente en el establecimiento de normas y criterios legales de obligado cumplimiento para garantizar la práctica de acciones correctas en las distintas fases involucradas en la generación y gestión de los residuos. Algunos ejemplos de este tipo de instrumento son la prohibición de emplear determinados materiales en la producción de bienes, el establecimiento de objetivos cuantitativos de reciclaje o las limitaciones sobre el transporte de residuos (véase, por ejemplo, Ley, Macauley y Salant 2000, 2002).

Prestaremos más atención a los instrumentos de incentivos o *instrumentos económicos*, que tienen un mayor interés para nuestros propósitos al perseguir el logro de los objetivos por cauces económicos en vez de por la exigencia directa. Los principales instrumentos de incentivos en la gestión de residuos se pueden agrupar en las siguientes categorías⁷.

3.1.1. Tributos proporcionales a la cantidad de residuos generada y recogida

Es uno de los típicos instrumentos «downstream» puesto que se aplican en la fase en que los residuos se eliminan. Si se acepta la visión de los RSU como una externalidad y el hecho de que la cantidad de residuos es un buen indicador de los costes de evacuación y el daño ambiental producido, resulta coherente el establecimiento de un impuesto o una tasa proporcional a la cantidad de residuos como mecanismo de corrección. Este tipo de tributos es totalmente diferente de los que tradicionalmente se aplican, en la práctica, en la mayoría de los países industrializados, que suelen consistir en tasas de suma fija, independientes de la cantidad de residuos generada y, por tanto, de su impacto económico y ambiental.

⁷ Véase ZOBOLI (1994).

La aplicación de estos sistemas de pago por generación («pay-as-you-throw» o PAYT) requiere exigir a los ciudadanos la compra de contenedores o bolsas reglamentarias con una capacidad estándar, o bien de unas pegatinas que se deben adherir a las bolsas con anterioridad a su recogida. El tributo propiamente dicho adopta la forma de una tasa que se paga por cada bolsa («pay-per-bag»), por cada contenedor («pay-per-can») o por cada adhesivo («pay-per-tag»). Sobre algunas experiencias pioneras en Estados Unidos véase, por ejemplo, Hong *et.al.* (1993), donde se estima una función de demanda de recogida de residuos que permite evaluar los efectos de los incentivos aplicados en el precio de la recogida. Fullerton y Kinnaman (1996) estudian los determinantes sobre la respuesta de los ciudadanos ante este tipo de sistema en función de sus características socioeconómicas. Callan y Thomas (1999) analizan los determinantes sobre la decisión de un municipio de adoptar este tipo de sistemas. En Jenkins (1993) se puede encontrar un análisis detallado de este tipo de tributos.

Si estos sistemas se utilizan correctamente, al imponer un coste unitario sobre el vertido, e indirectamente sobre la generación de residuos, generan un incentivo positivo para la reducción en origen. Esta es su principal ventaja.

Las principales objeciones que se suelen realizar a estos tributos son de tipo práctico: en primer lugar, el gravamen de las alternativas legales de recogida de los residuos puede suponer un incentivo para el vertido incontrolado y otras prácticas ilegales. En Fullerton y Kinnaman (1995) y Choe y Fraser (1999) se estudia, desde una perspectiva teórica, la importancia de tener en cuenta la posibilidad del vertido ilegal y los instrumentos de política económica apropiados para esta situación. Otro inconveniente reside en la dificultad para medir la cantidad de residuos generados por cada persona o familia. En núcleos de población densamente poblados, en que no es posible disponer de un contenedor para cada familia, esta medición puede resultar totalmente inviable.

3.1.2. Impuestos sobre el empaquetado de productos de consumo

En este caso, se trata de un instrumento «upstream» al gravar los productos en una fase inicial de su ciclo de vida, cuando todavía no se han convertido en residuos. Normalmente se establece un impuesto diferencial para los envases reciclables y los no reciclables, favoreciendo a los primeros y perjudicando a los últimos. De este modo se pretende reducir el volumen de material no reciclable presente en los bienes de consumo. La potencialidad para lograr este objetivo es su principal ventaja.

En cuanto a los inconvenientes, se suele argumentar que, puesto que uno de los usos del empaquetado es el de diferenciar los productos, es probable que la demanda de este tipo de bienes, altamente diferenciados, sea muy inelástica, de modo que los impuestos pueden repercutirse casi por completo sobre el precio que pagan los consumidores, sin que ello suponga cambios apreciables en la cantidad de envases empleados. En esta misma línea, otra crítica a estos instrumentos afirma que el efecto renta del impuesto suele predominar sobre el efecto incentivo. Estos dos incon-

venientes son especialmente acusados cuando el impuesto representa una proporción muy reducida del precio final del producto. Por otra parte, la implantación de impuestos muy elevados puede implicar serios problemas de aceptabilidad social.

En la práctica, este tipo de instrumentos ha sido bastante empleado, por ejemplo, con los gravámenes sobre los recipientes de bebidas en Alemania y Suecia o sobre las bolsas de plástico en Italia.

3.1.3. Incentivos a la recuperación y el reciclaje de productos

Los instrumentos de los grupos 3.1.1 y 3.1.2 tienen el fin de reducir la generación de residuos al nivel de los consumidores y las empresas. Por su parte, los instrumentos del grupo 3.1.3, que son puramente «downstream», están orientados a reducir los costes de la eliminación de residuos e incentivar la recuperación, por medio del reciclaje, de materiales que pueden sustituir a la extracción de recursos naturales para la producción («virgin materials»).

El primer ejemplo de este tipo de instrumentos lo constituyen los impuestos que penalizan los nuevos recursos, favoreciendo así el empleo de materiales reciclados. En Pearce y Turner (1993) y en Bruvoll (1998) se defiende la necesidad de este tipo de instrumentos dado que los precios de libre mercado de los recursos naturales tienen a producir un sobreempleo de los mismos, provocando además una externalidad natural y demasiados residuos.

Algunos trabajos de la literatura económica, sin embargo, ponen en duda la capacidad de estos impuestos para estimular el reciclaje. En Dinan (1993) se señalan las siguientes limitaciones: en primer lugar, este instrumento sólo es aplicable a los recursos naturales para los cuales existen sustitutos directos reciclados, y no estimula el empleo de aquellos materiales reciclados que no desplazan directamente a un recurso virgen. La segunda limitación es que estos tributos no pueden diseñarse de tal modo que reflejen el ahorro neto en los costes de evacuación que permite el empleo de recursos reciclados, puesto que el coste marginal del reciclaje no es el mismo en todos los sectores que emplean el producto reciclado. La alternativa propuesta es una combinación de impuestos sobre la eliminación de residuos y subvención al empleo de materiales reciclados. Una conclusión similar se obtiene en Fullerton y Kinnaman (1995).

3.1.4. Sistemas de depósito y reembolso («deposit-refund system»)

Además del empleo de los instrumentos que podemos denominar «simples», también es posible combinarlos para obtener instrumentos más complejos. Tal vez la combinación más conocida es el llamado sistema de depósito y reembolso, que consiste en devolver una parte del precio del producto al retornar el envase. Se puede considerar, por tanto, como la combinación de un impuesto por el empaquetado junto con una subvención por el reciclaje. Este sistema ha sido ampliamente

empleado y tiene considerables ventajas, entre las que se cuentan las escasas dificultades de administración y la aplicación directa del principio «el que contamina paga», según el cual el consumidor o empresa que realiza una actividad dañina para el medio ambiente debe soportar el coste derivado de reducir la contaminación.

En cuanto a las limitaciones de este instrumento, hay que señalar que, además de no ser aplicable a todos los productos, el efecto total del sistema depende crucialmente del funcionamiento del sector del reciclaje.

Sobre la comparación de los distintos instrumentos económicos entre sí, véase Dinan (1993), Pearce y Turner (1993), Fullerton y Kinnaman (1995), Sigman (1995), Palmer *et al.* (1997), Palmer y Walls (1997), Fullerton y Wu (1998), Shin-kuma (2003).

4. Situación y tendencias actuales de los RSU

En Hafkamp (2002) se distingue entre «viejo régimen» y «nuevo régimen», en la gestión de los RSU, entendiendo régimen como un «acuerdo colectivo, expreso o tácito, que permite a los agentes la coordinación de sus actividades» (Boyer y Orléan, 1994).

El «*viejo régimen*» se puede identificar con el periodo que abarca desde mediados del siglo XIX hasta principios de los años 1970. El valor fundamental en que se apoya es la salud pública: los RSU tienen que ser retirados como medida para prevenir la difusión de enfermedades contagiosas, a la vez que se evitan los olores y las molestias que ocasionan los residuos. Se acepta el principio de que todo ser humano tiene derecho a generar y eliminar todos los residuos que desee o que precise. Las pautas más importantes que caracterizan al «viejo régimen» son las siguientes:

- Los municipios están encargados de recoger las basuras con una frecuencia apropiada y deshacerse de ellos, utilizando los medios pertinentes, sin riesgo para la salud pública y ocasionando las menores molestias posibles. Los municipios están obligados a aceptar todos los residuos que se depositen o entreguen.
- Los costes finales ocasionados por estos servicios de recogida y eliminación deben recaer sobre las economías domésticas y las empresas.
- El método de tratamiento mayoritariamente empleado es el vertido. La incineración y el compostaje sólo se utilizan en algunas zonas muy pobladas. En algunos sectores industriales y en algunos comercios se utiliza el sistema de depósito y reembolso, pero únicamente porque resulta rentable desde el punto de vista económico. El reciclaje es una actividad ligada a la pobreza (algunas personas, para ganarse la vida, se dedican a recoger restos de comida, papeles, ropas, etc.).
- El ayuntamiento tiene todas las competencias en la gestión de los RSU.

El llamado «*nuevo régimen*» va emergiendo en los años 1970 y supone cambios importantes sobre la situación previa. No es un sistema cerrado, sino que, como se

señala en Hafkamp (2002), se trata de unas «pautas importantes de orientación», o unas líneas generales que se están implantando en la actualidad pero que todavía están en proceso de maduración. Sus principios y fundamentos proceden principalmente de ambientalistas y de activistas en los movimientos sobre medio ambiente y energía. El valor fundamental en que se apoya es la gestión responsable de los recursos naturales y ambientales. No se renuncia a la salud pública (valor fundamental en el «viejo régimen»), sino que se la considera incluida en este nuevo valor, al igual que la prevención de molestias.

Una observación básica de partida en este nuevo régimen, es la existencia de claros desequilibrios entre el metabolismo físico de nuestras economías y el del medio natural en el que estas economías están insertadas: en cuanto a la función del medio ambiente como proveedor de factores productivos, además del agotamiento de los recursos, la exploración y extracción de los mismos también genera un impacto ambiental negativo. En cuanto al medio ambiente como sumidero de residuos generados por la actividad económica, el vertido y la incineración causan riesgos inaceptables. También otros sistemas de tratamiento como el compostaje o el combustible obtenido a partir de los residuos suponen riesgos similares. Hace falta, por tanto, una gestión integral del flujo completo de materiales y sustancias. En la base del «nuevo régimen» se encuentran los tres principios siguientes:

- Principio de prevención. Sólo materiales con propiedades análogas a las de la tierra o materiales con nutrientes aprovechables deben ser devueltos a la tierra. En ocasiones este principio también se denomina «emisiones cero».
- Principio de precaución. La sociedad sólo puede autorizar actividades para las que exista la seguridad de que no constituyen riesgos significativos para los seres humanos y el medio natural.
- Principio de responsabilidad ampliada del productor. Asigna la responsabilidad de los residuos procedentes del consumo a los agentes económicos que producen los bienes y a los que intervienen en el transporte o el comercio de los mismos.

Otras características importantes del «nuevo régimen» son las siguientes:

- No se acepta el principio del «viejo régimen» de que todo ser humano tiene un derecho ilimitado a arrojar residuos. Del mismo modo, las autoridades no están obligadas a aceptar todos los residuos que se depositen o entreguen. La obligación de aceptar es sustituida por el derecho a rechazar.
- La escala geográfica ya no es necesariamente local. La gestión del flujo completo de materiales y sustancias puede dar lugar a ciclos y a la creación de «efectos en cascada» que normalmente tendrán lugar en una escala geográfica más amplia que la local. Se contempla la posibilidad de realizar importaciones y exportaciones de residuos (Porter, 2002, cap. 7, o Buclet *et al.*, 2002).
- Las tecnologías prioritarias son las asociadas a las estrategias de prevención y de reducción en origen: ecodiseño, ecología industrial, gestión de la cadena de

oferta, programas de prevención etc. También existen tecnologías para la recogida o separación de materiales concretos, fuera de los flujos normales de residuos. El vertido y la incineración todavía siguen presentes.

- Junto a los municipios como unidades básicas de gestión, aparecen regiones de residuos, donde se trata de aprovechar las economías de escala. Los gobiernos centrales y regionales desempeñan un papel mucho más importante, ya que son ellos los que deben fijar las pautas básicas de las políticas públicas y establecer determinados instrumentos de política tales como prohibiciones (por ejemplo, prohibir vertederos con flujo heterogéneo de residuos o prohibir envases de poliestireno), impuestos y tributos (como el impuesto sobre el empaquetado de productos de consumo o los tributos proporcionales a la cantidad de residuos generada y recogida), otros incentivos (como créditos y exenciones fiscales para las empresas privadas que inviertan en equipamiento de reciclaje y otras inversiones) o inversión pública (como construcción pública de centrales de aprovechamiento energético de residuos).

4.1. Algunos acontecimientos importantes en el cambio de régimen

A principios de los años 1970 la riqueza creciente en las economías occidentales contribuyó a la degradación ambiental y a la toma de conciencia y conocimiento creciente de tal degradación. Surgieron gran cantidad de grupos ambientalistas y ecologistas, inicialmente en Estados Unidos, que introdujeron el principio de prevención en las políticas de residuos sólidos. En Alemania, Holanda y Dinamarca, en respuesta a la presión de tales grupos, se originó un debate político dirigido a la aplicación de dicho principio.

En 1975 se inicia la andadura legislativa de la Unión Europea con la Directiva 75/442/EEC sobre gestión de residuos (corregida en 1991). Esta directiva desarrolla elementos clave como la jerarquía en los residuos y los principios de proximidad y autosuficiencia. Además, exige el establecimiento de planes de gestión de residuos.

En 1976 se promulgó en Estados Unidos la ley de conservación y recuperación de residuos (Resource Conservation and Recovery Act), con los objetivos de «proteger la salud humana y el medio ambiente de los peligros potenciales de la eliminación de residuos, conservar la energía y los recursos naturales, reducir la cantidad de residuos generados y lograr que los residuos se gestionen de un modo ambientalmente apropiado».

En 1977 Dinamarca promulga una ley que obliga a la utilización de envases retornables y prohíbe los de un solo uso.

A principios de los años 1980 se producen varios incidentes relacionados con la contaminación del suelo y el agua subterránea a causa del vertido de residuos sólidos. Por otra parte, se produjeron algunas emisiones de dioxinas desde plantas incineradoras de residuos. Como respuesta, se introdujeron estándares ambientales más estrictos, requiriendo instalaciones de mayor escala y con mayores estándares de calidad (y, por ende, más costosas), especialmente en Alemania. Apareció el síndrome

NIMBY asociado a los vertederos y plantas incineradoras de residuos (que previamente había aparecido en relación a las centrales nucleares). También en esos años se produce una ola de privatizaciones en el sector público que afecta también al sector de residuos. En 1988/89 Holanda y Alemania implementaron el principio de prevención en sus planes de gestión de RSU. Ello llevó a la recogida selectiva, al reciclaje y a la introducción de políticas dirigidas a los envases.

La Convención de Basilea de 1989 supone el punto de partida de la regulación europea del transporte internacional de residuos.

A principios de los años 1990 Francia introdujo el concepto de valoración que consideraba cualquier método que permitiera la derivación de valor de los residuos: incineración con recuperación de energía, reciclaje, compostaje, etc.

En 1991 la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos establece la reglamentación de los vertederos. En 1991, con la entrada en vigor en Alemania del decreto Töpfer, para evitar residuos originados por envases, se produce el cambio más importante en Europa en relación a la gestión de los residuos y al valor de los recursos que éstos contienen (Val, 2002). En Holanda, el gobierno y la industria llegaron a un acuerdo negociado acerca de la reducción de residuos de envases en 1991. Austria, Bélgica, Francia y Suecia se sumaron a esta iniciativa. En 1994 se aprueba en la Unión Europea la directiva 94/62/CE «relativa a envases y residuos de envases». Tal como señala Hafkamp (2002), a raíz de esta directiva, todos los países de la Unión Europea: (1) han implementado políticas y adaptado su legislación para abordar el tema de los envases y residuos de envases, (2) han hecho recaer la responsabilidad de los residuos de envases posteriores al consumo en los productores (en sentido «upstream»), (3) han creado organizaciones responsables de la recogida de pagos procedentes de la industria para cubrir los costes de la separación de la recogida (sólo en Alemania) y subsiguiente reciclaje, aunque con distintas definiciones del reciclaje. El enfoque francés de valoración se sigue en muchos países. Se incorporó el principio de precaución.

En 1996 se introdujo en Holanda un impuesto al vertido, que inicialmente fue de 15 euros por tonelada para pasar más adelante a 50 euros por tonelada. En Italia el impuesto al vertido fue inicialmente entre 10 y 15 euros por tonelada. Dicho impuesto también fue introducido en Francia. En Holanda y en Francia se prohíbe el vertido de residuos con contenido energético que se considera más adecuado para la incineración. En 1999 se aprueba en la Unión Europea la directiva 99/31/CE «relativa al vertido».

4.2. Situación y perspectivas en el caso de España

La actual legislación española acerca de la gestión de los residuos sólidos responde a los siguientes principios de la Unión Europea:

- Prevención y reducción en origen.
- Responsabilidad de los productores y gestores de residuos peligrosos.

- Prioridad al reciclaje y a la recuperación respecto a otros tratamientos.
- Autosuficiencia de cada país miembro y máxima proximidad de las instalaciones de tratamiento a los centros generadores de residuos peligrosos.

La ley 10/1998, de 21 de abril, de *Residuos*, que deriva de la directiva comunitaria 91/156/CEE, tiene carácter de norma común para todo tipo de residuos y, en concreto, para los RSU. La ley promueve la aplicación de los principios «quien contamina paga» y «de responsabilidad compartida». Siguiendo las actuales tendencias comunitarias en materia de residuos, los objetivos fundamentales de este documento legal se centran en minimizar en origen el volumen de los residuos, reciclar todos los materiales posibles, reutilizar aquellos que sean aprovechables, compostar la materia orgánica y valorizar energéticamente el resto de los desechos para reducir al máximo las basuras que van a parar a los vertederos.

Otra norma legal que resulta relevante para la gestión de los RSU es la ley 11/1997 de 24 de abril, de *Envases y Residuos de Envases*, que traspone al derecho interno español la directiva comunitaria 94/62/CEE, en que se establecen principios de tratamiento de envases y se fijan algunos objetivos temporales de recuperación y reciclaje de los mismos.

Entre los instrumentos diseñados a nivel nacional por el Ministerio de Medio Ambiente para desarrollar las previsiones contenidas en las leyes relativas a residuos, hay que destacar el *Plan Nacional de Residuos Urbanos* para el período 2000-2006 aprobado en Consejo de Ministros (resolución de 13 de enero de 2000), con un presupuesto global para los siete años de 3318 millones de euros. Un dato cuantitativo esencial de partida en este plan, es el hecho de que en España se generan 1,2 Kg/día de RSU por habitante. Los principales objetivos son los siguientes: clausura y sellado de todos los vertederos incontrolados que existen en nuestro país antes del año 2005, la construcción de estaciones de transferencia de residuos, la adaptación de las actuales instalaciones a la directiva sobre vertederos de la Unión Europea, el cierre de las plantas de incineración que no recuperen energía, reducir en un 6% la generación de basuras a partir del año 2000, reducir en un 10% los residuos de envases antes del 30 de junio del año 2001, la implantación de la recogida selectiva en todos los municipios de más de 5000 habitantes antes del 1 de enero de 2001 y en los de más de 1000 habitantes antes de enero del año 2006 mediante la dotación de los contenedores adecuados hasta llegar a un ratio de 1 contenedor cada 500 habitantes. Este plan también incluye la obligación de utilizar papel reciclado en todos los folletos y hojas de propaganda distribuidos por el sistema de buzoneo para el año 2000 y el aprovechamiento de la materia orgánica, con el compostaje del 50 por 100 de toda la contenida en los residuos urbanos en el año 2001. Las previsiones del Plan Nacional de Residuos Urbanos consisten en reducir en un 6 por 100 la generación de residuos totales y en un 10 por 100 el peso de los residuos de envases, alcanzar entre un 50 y un 80 por 100 de reutilización de envases de bebidas y llegar a las siguientes tasas de reciclado: 75 por 100 de reciclado de papel y cartón, 75 por 100 de vidrio, 40 por 100 de plástico, 90 por 100 de metales y 50 por 100 de otros materiales, en el horizonte de los años 2000-2006.

A finales del año 2001 se ha transpuesto la directiva europea sobre *vertido* de residuos mediante el R.D. 1481/2001, de 27 de diciembre (BOE 29/01/2002). Por último, el R.D. 208/2005, de 25 de febrero, sobre *aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos* (BOE 26/02/2005) incorpora al ordenamiento jurídico español las directivas europeas sobre la materia.

En Val (2002) se analiza la situación española de los RSU dentro de la Unión Europea, dedicando mucha atención al papel que deberían desempeñar «los residuos orgánicos fermentados cuyo contenido en materia orgánica y nutrientes es de vital importancia para hacer frente a nuestro principal problema ecológico: la desertización». En Val (1997) se comentan y evalúan 18 experiencias concretas sobre gestión de recursos en diferentes lugares en España.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha ofrecido una síntesis de los principales elementos económicos presentes en la generación y gestión de los RSU, así como un análisis de los principales instrumentos de política aplicados en este contexto, la situación actual en el contexto nacional e internacional y las perspectivas inmediatas.

En estas páginas se ha puesto de manifiesto que, aunque tradicionalmente se ha considerado un problema puramente técnico, la gestión de RSU genera numerosos mecanismos cuya plena comprensión requiere de un cuidadoso análisis económico. En particular, los RSU ocasionan un efecto externo en cascada, entre los distintos agentes económicos que intervienen en la cadena de transformación, desde que se extraen las materias primas, pasando por las fases de producción, consumo y generación de los residuos, hasta que estos se eliminan. La incompletitud de los mercados en dichas fases posibilita la existencia de decisiones ineficientes y, por tanto, abre un campo para la intervención del sector público mediante la aplicación de diversas políticas económicas.

Dichas políticas se pueden clasificar según la fase de la cadena de transformación en que se apliquen, en *upstream* y *downstream*, o según su naturaleza, en políticas *de mandato y control* o *de incentivos*, siendo estas últimas las que más plenamente encajan dentro del análisis económico.

En las últimas décadas hemos asistido a un profundo cambio en los principios y las prácticas aplicadas para la gestión de residuos, conduciendo de una transición del llamado «viejo régimen» al «nuevo régimen». Entre las fuerzas motoras de este cambio ocupa un lugar destacado la creciente conciencia por la necesidad de gestionar responsablemente los recursos naturales y ambientales. Esta necesidad se ha manifestado en una limitación en el derecho de generar y arrojar residuos, la ampliación en la escala del análisis regional y la creciente aplicación de políticas públicas basadas en principios económicos.

La actual legislación española en materia de residuos está fuertemente ligada a los requerimientos de la Unión Europea y ha incorporado progresivamente los principios de prevención y reducción en origen, responsabilidad de los productores y

prioridad al reciclaje y a la recuperación. Sin duda, estos principios serán parte esencial en las tendencias inmediatas y deberán irse consolidando y madurando conforme la sociedad española tome mayor conciencia, de modo irremediable, de la necesidad de tratar responsablemente el medio ambiente en general, y de gestionar los residuos que produce, en particular.

Referencias bibliográficas

- [1] ANDRÉ, F. J. y CERDÁ, E. (2001): «Optimal Sequence of Landfills in Solid Waste Management», *Optimal Control Applications and Methods*, 25: 1-25.
- [2] ANDRÉ, F. J. y CERDÁ, E. (2004): «Landfill Construction and Capacity Expansion», *Environmental and Resource Economics* 28: 409-434.
- [3] ANDRÉ, F. J. y CERDÁ, E. (2006): «On the Dynamics of Recycling and Natural Resources», *Environmental and Resource Economics*, 33: 199-221.
- [4] ANDRÉ, F. J.; VELASCO, F. y GONZÁLEZ, L. (2004): «Intertemporal and Spatial Location of Disposal Facilities». Documento de Trabajo, Centro de Estudios Andaluces E2204/74.
- [5] ATRI, S. y SCHELLBERG, T. (1995): «Efficient Management of Household Solid Waste: A General Equilibrium Model», *Public Finance Quarterly*, 23: 3-39.
- [6] BAUMOL, W. J. (1977): «On Recycling as a Moot Environmental Issue», *Journal of Environmental Economics and Management*, 4: 83-87.
- [7] BEEDE, D. N. y BLOOM, D. E. (1995): «Economics of the Generation and Management of Municipal Solid Waste». National Bureau of Economic Research, *Working Paper Series* No. 5116.
- [8] BOYER, R. y ORLÉAN, A. (1994): «Persistance et changement des conventions. Deux modèles simples et quelques illustrations», en A. Orléan (dir.), *Analyse économique des conventions*, PUF, París: 219-247.
- [9] BRUVOLL, A. (1998): «Taxing Virgin Materials: an Approach to Waste Problems», *Resources, Conservation and Recycling*, 22: 15-29.
- [10] BUCLET, N. et al. (2002): «Interactions and main sources of friction between national regimes», N. Buclet (ed.), *Municipal Waste Management in Europe. European Policy between Harmonisation and Subsidiarity*. Kluwer Academic Publishers: 27-54.
- [11] CALCOTT, P. y WALLS, M. (2000): «Can Downstream Waste Disposal Policies Encourage Upstream Design for the Environment», *American Economic Review, Papers and Proceedings* 90: 233-237.
- [12] CALCOTT, P. y WALLS, M. (2005): «Waste, Recycling and Design for the Environment: Roles for markets and Policy Instruments», *Resource and Energy Economics*, próxima aparición.
- [13] CALLAN, S. J. y THOMAS, J. M. (1999): «Adopting a Unit Pricing System for Municipal Solid Waste: Policy and Socio-Economic Determinants», *Environmental and Resource Economics* 14: 503-518.
- [14] CHILTON, K. (1993): «Solid Waste Policy Should Be Directed by Fundamental Principles, not Ill-founded Feelings», *Resources, Conservation and Recycling*, 8: 1-20.
- [15] CHOE, C. y FRASER, I. (1999): «An Economic Analysis of Household Waste Management», *Journal of Environmental Economics and Management*, 38: 234-246.
- [16] CHOE, C. y FRASER, I. (2001): «On the Flexibility of Optimal Policies for Green Design», *Environmental and Resource Economics* 18: 367-371.

- [17] DI VITA, G. (2001): «Technological Change, Growth and Waste Recycling», *Energy Economics* 23, 549-567.
- [18] DINAN, T. M. (1993): «Economic Efficiency Effects of Alternative Policies for Reducing Waste Disposal», *Journal of Environmental Economics and Management*, 25: 242-256.
- [19] DUGGAL, V. G.; SALTZMAN, C. y WILLIAMS, M. L. (1991): «Recycling: and Economic Analysis», *Eastern Economic Journal*, 17: 351-358.
- [20] EICHNER, T. y PETHIG, R. (2001): «Product Design and Efficient management of Recycling and Waste Treatment», *Journal of Environmental Economics and Management* 41: 109-134.
- [21] EICHNER, T. y PETHIG, R. (2003): «Corrective Taxation for Curbing Pollution and Promoting Green Product Design and Recycling», *Environmental and Resource Economics* 25: 477-500.
- [22] FRANCO, J. F. y HUERTA, E. (1996): «Determinantes de la Participación Ciudadana en Programas de Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos» *Investigaciones Económicas*, 20: 271-280.
- [23] FULLERTON, D. y KINNAMAN, T. C. (1995): «Garbage, Recycling and Illicit Burning or Dumping» *Journal of Environmental Economics and Management*, 29: 78-91.
- [24] FULLERTON, D. y KINNAMAN, T. C. (1996): «Household Responses to Pricing by the Bag», *American Economic Review*, 86: 971-984.
- [25] FULLERTON, D. y WU, W. (1998): «Policies for Green Design», *Journal of Environmental Economics and Management*, 36: 131-148.
- [26] GAUDET, G.; MOREAUX, M. y SALANT, S. W. (1998): «Intertemporal and Spatial Depletion of Landfills», *Fondazione Eni Enrico Mattei Note di Lavoro*: 14/98.
- [27] GODDARD, H. C. (1995): «The Benefits and Costs of Alternative Solid Waste Management Policies», *Resources, Conservation and Recycling*, 13: 183-213.
- [28] HAFKAMP, W. (2002): «Comparison of National Solid Waste Regimes in Trajectories of Change», en N. Buclet (ed.), *Municipal Waste Management in Europe. European Policy between Harmonisation and Subsidiarity*. Kluwer Academic Publishers: 7-26.
- [29] HALSTEAD, J. M. y PARK, W. M. (1996): «The Role of Economic Analysis in Local Government Decisions: The Case of Solid Waste Management», *Agricultural and Resource Economic Review* 25: 76-82.
- [30] HIGHFILL, J. y MCASEY, M. (1997): «Municipal Waste Management: Recycling and Landfill Space Constraints», *Journal of Urban Economics*, 41: 118-136.
- [31] HOEL, M. (1978): «Resource Extraction and Recycling with Environmental Costs», *Journal of Environmental Economics and Management*, 5: 220-235.
- [32] HONG, S.; ADAMS, R. M. y LOVE, H. A. (1993): «An Economic Analysis of Household Recycling of Solid Wastes: The Case of Portland, Oregon», *Journal of Environmental Economics and Management*, 25: 136-146.
- [33] HUHTALA, A. (1997): «A Post-consumer Waste Management Model for Determining Optimal Levels of Recycling and Landfilling», *Environmental and Resource Economics*, 10: 301-314.
- [34] HUHTALA, A. (1999): «Optimizing Production Technology Choices: Conventional Production vs. Recycling», *Resource and Energy Economics*, 21: 1-18.
- [35] JACOBS, T. L. y EVERETT, J. W. (1992): «Optimal Scheduling of Consecutive Landfill Operations with Recycling», *Journal of Environmental Engineering*, 118: 420-429.
- [36] JENKINS, R. R. (1993): *The Economics of Solid Waste Reduction. The Impact of User Fees*. Edward Elgar.

- [37] KEELER, A. G. y RENKOW, M. (1994): «Haul Trash or Haul Ash: Energy Recovery as a Component of Local Solid Waste Management», *Journal of Environmental Economics and Management*, 27: 205-217.
- [38] KIEL, K. A. y McCLAIN, K. T. (1995): «House Prices during Siting Decision Stages: The Case of an Incinerator from Rumor through Operation», *Journal of Environmental Economics and Management*, 28: 241-255.
- [39] KUNREUTHER *et al.* (1987): «A Compensation Mechanism for Siting Noxious Facilities: Theory and Experimental Design», *Journal of Environmental Economics and Management*, 14: 371-383.
- [40] LEY, E.; MACAULEY, M. K. y SALANT, S. W. (2000): «Restricting the Trash Trade», *American Economic Review, Papers and Proceedings* 90: 243-246.
- [41] LEY, E.; MACAULEY, M. K. y SALANT, S. W. (2002): «Spatially and Intertemporally Efficient Waste Management: The Costs of Interstate Trade Restrictions», *Journal of Environmental Economics and Management* 43: 188-218.
- [42] LUND, J. R. (1990): «Least-Cost Scheduling of Solid Waste Recycling», *Journal of Environmental Engineering*, 116: 182-197.
- [43] MORRIS, G. E. y HOLTHAUSEN, D. M, Jr. (1994): «The Economics of Household Solid Waste Generation and Disposal», *Journal of Environmental Economics and Management*, 26: 215-234.
- [44] NELSON, A. C.; GENEREAUX, J. y GENEREAUX, M. (1992): «Price Effects of Landfills on House Values», *Land Economics*, 68: 359-365.
- [45] PALMER, K., SIGMAN, H. y WALLS, M. (1997): «The Cost of Reducing Municipal Solid Waste», *Journal of Environmental Economics and Management*, 33: 128-150.
- [46] PALMER, K. y WALLS, M. (1997): «Optimal Policies for Solid Waste Disposal. Taxes, Subsidies, and Standards», *Journal of Public Economics*, 65: 193-205.
- [47] PEARCE, D. y BRISSON, I. (1994): «Using Economic Incentives for the Control of Municipal Solid Waste», en Quadrio-Curzio *et. al.* (eds.), *The Management of Municipal Solid Waste in Europe. Economic, Technological and Environmental Perspectives*. Elsevier Science.
- [48] PEARCE, D. W. y TURNER, R. K. (1993): «Market-Based Approaches to Solid Waste Management», *Resources, Conservation and Recycling*, 8: 63-90.
- [49] PLOURDE, C. G. (1972): «A Model of Waste Accumulation and Disposal», *Canadian Journal of Economics*, 5: 119-125.
- [50] PORTER, R. C. (2002): *The Economics of Waste. Resources for the Future*, Washington.
- [51] READY, M. J. y READY, R. C. (1995): «Optimal Pricing of Depletable, Replaceable Resources: The Case of Landfill Tipping Fees», *Journal of Environmental Economics and Management*, 28: 307-323.
- [52] SINKUMA, T. (2003): «On the Second-Best Policy of Household's Waste Recycling», *Environmental and Resource Economics*, 24: 77-95.
- [52] SIGMAN H. A. (1995): «A Comparison of Public Policies for Lead Recycling», *The Rand Journal of Economics*, 26: 452-478.
- [53] SMITH, V. L. (1972): «Dynamics of Waste Accumulation: Disposal Versus Recycling», *Quarterly Journal of Economics*, 86: 600-616.
- [54] VAL, A. (1994): «Gestión de Residuos Sólidos». Material elaborado para el 1.º Curso de Postgrado Sobre Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Universidad de Alcalá de Henares.
- [55] VAL, A. (1997): «Tratamiento de los residuos sólidos urbanos», disponible en <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a014.html>

- [56] VAL, A. (2002): «Residuos. El binomio recursos-residuos desde una perspectiva mediterránea. Análisis de la situación española dentro de la Unión Europea», en J. M. Naredo y F. Parra (eds.), *Situación diferencial de los recursos naturales españoles. Economía vs. Naturaleza*. Fundación César Manrique.
- [57] YE, M. y YEZER, A. M. J. (1997): «Where Will We Put the Garbage? Economic Efficiency versus Collective Choice», *Regional Science and Urban Economics*, 27: 47-66.
- [58] ZOBOLI, R. (1994): «The Integrated Use of Economic Instruments in the Policy of Municipal Solid Waste», en Quadrio-Curzio *et. al.* (eds.), *The Management of Municipal Solid Waste in Europe. Economic, Technological and Environmental Perspectives*. Elsevier Science.