

XIV ENCUENTRO DE ECONOMÍA PÚBLICA
Santander, 1 y 2 de febrero de 2007

Los mercados de aceites usados destinados a regeneración y regenerados y las políticas de fomento de la regeneración en España (1965-2000)

Asunción Arner Güerre
Ramón Barberán Ortí
Jesús Mur Lacambra

Universidad de Zaragoza

Resumen

La explotación de los recursos no renovables se enfrenta a serios problemas de agotamiento y generación de residuos. El reciclaje constituye una alternativa de gestión de algunos productos usados que tiene efectos positivos sobre ambos problemas. Los aceites usados constituyen un residuo peligroso, cuyo vertido o gestión inadecuada producen graves daños medioambientales. Su reutilización tiene particular relevancia debido al indudable valor económico que tienen, dado que conservan gran parte de los hidrocarburos que los aceites lubricantes contenían inicialmente. Su gestión da lugar a varios mercados interrelacionados, el de recogida del residuo y el de su destino a regeneración o combustión. El objetivo de este trabajo es la especificación y estimación de los mercados de aceites regenerados y de aceite usados destinados a regeneración en el período de 1965-2000, como instrumento para la evaluación de las políticas públicas dirigidas al fomento de la regeneración. La metodología consiste en la estimación, mediante ecuaciones simultáneas, de las funciones de oferta y demanda de dichos mercados.

Palabras clave

Aceites usados, aceites regenerados, combustión, coste de oportunidad del productor, coste de oportunidad del recogedor.

Clasificación JEL

L71, Q31, Q48

1. Introducción

Los aceites usados constituyen un residuo peligroso cuyo vertido o gestión inadecuada produce graves daños medioambientales¹. No obstante, tienen un elevado valor económico en cuanto que conservan gran parte de los hidrocarburos que contenían inicialmente. Esta característica determina que para este residuo se cumpla el principio de aprovechamiento y se desarrolle un importante mercado.

Los destinos principales de los aceites usados son la regeneración –proceso por el que se obtienen aceites base de características similares a los de primer refino para la producción de lubricantes²- y la utilización como combustible. La legislación medioambiental establece que la regeneración constituye la opción preferente de reutilización de este residuo. En la mayoría de países, sin embargo, el destino de los aceites usados ha sido principalmente su combustión³.

El desarrollo de la regeneración se ve condicionado por la competencia que ejerce la combustión como destino alternativo de aceites usados y ha requerido tradicionalmente algún tipo de intervención pública. La evaluación de las políticas públicas propuestas para promover el desarrollo de la regeneración justifica el análisis del mercado de aceites usados y aceites regenerados.

La estimación del mercado de aceites regenerados, inicialmente, se llevó a cabo mediante la estimación individual de las funciones de oferta y demanda del mercado (Arner, Barberán, Mur, 2003). El mercado de aceites usados se estimó por ecuaciones simultáneas, poniendo de manifiesto que la demanda de aceites usados es perfectamente elástica con respecto a su precio (Arner, Barberán, Mur, 2006a). Por otra parte, el análisis teórico del mercado de aceites lubricantes revela que la cantidad producida de aceites regenerados incide en el precio de los aceites regenerados (Arner, Barberán, Mur, 2006b).

El objetivo de este trabajo es la especificación y estimación por ecuaciones simultáneas de los mercados de aceites regenerados y de aceites usados destinados a

¹ La gestión inadecuada de los aceites provoca los siguientes daños: 1 litro de aceite usado es capaz de contaminar 1.000.000 de litros de agua, 5 litros de aceite usado quemado sin control, contaminan el aire que un ser humano puede respirar en tres años; 1 litro de aceite de motor vertido puede llegar a formar una mancha de 4.000 m² sobre el agua (Torras, J.M^a, 1998).

² Los aceites lubricantes se obtienen mediante la mezcla de aditivos con los *aceites base* procedentes del refino de petróleo o de la regeneración de aceites usados.

³ La Directiva 2006/12/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, relativa a los residuos, reitera la prioridad dada a la regeneración en la gestión de aceites usados.

regeneración en el período de 1965-2000, al objeto de establecer los factores determinantes de su funcionamiento y de evaluar las políticas públicas propuestas para promover el desarrollo de la regeneración.

Las estimaciones de los mercados de aceites regenerados y aceites usados se basan en los estudios empíricos sobre mercados de residuos. Los principales estudios se refieren al papel (Anderson y Spielgeman, 1977; Gill y Lahiri, 1980; Edgren y Moreland, 1989; Edwards y Pearce, 1978; Deadman y Turner, 1981; Kinkley y Lahiri, 1984; Nestor, 1991), el acero (Anderson y Spielgeman, 1977), el plomo (Sigman, 1995), el cobre (Fisher, Cootner y Baily, 1972) y el aluminio (Slade, 1980; Suslow, 1986, Blomberg y Hellmer, 2000). La revisión se amplía, asimismo, a las variables relevantes en la especificación de las funciones de oferta y demanda del mercado de algunos metales (Figuerola-Ferreti y Gilbert, 2001; Evans y Lewis, 2005).

En su exposición, el trabajo se estructura en los siguientes apartados. Seguidamente se describen los principales aspectos que caracterizan los mercados de aceites regenerados y de aceites usados destinados a regeneración. El tercer apartado presenta la especificación del modelo. El cuarto apartado recoge los resultados obtenidos. El último apartado recapitula sobre el funcionamiento del mercado y el análisis de las intervenciones públicas adoptadas para promover su desarrollo.

2. Los mercados de aceites regenerados y aceites usados destinados a regeneración

El mercado de aceites regenerados

El mercado de aceites regenerados viene determinado por la producción de las empresas de regeneración u oferta de aceites base regenerados y por su demanda por las empresas de fabricación de lubricantes. La función de oferta de aceites regenerados depende del precio de los aceites regenerados, del precio de los aceites usados, como *input* básico del proceso, y de la tecnología de regeneración⁴. El incremento de la participación de los costes de capital caracteriza la evolución del proceso de regeneración a lo largo del tiempo⁵. La función de demanda de aceites base regenerados depende del precio de los aceites regenerados y del consumo de lubricantes.

⁴ Angulo, et. al., (1996).

⁵ El incremento de los costes de capital experimenta un incremento, desde el inicio del desarrollo de la tecnología de regeneración, del 75% y, según la tecnología utilizada, los costes fijos representan en la actualidad entre el 55% y el 80% de los costes totales (Sofres, T.N., 2001).

La actividad de regeneración en España cuenta con dos etapas en su evolución: la correspondiente al Monopolio de Petróleos y la de liberalización del mercado a partir de 1986. La implantación de empresas de regeneración en los primeros años sesenta responde al objetivo de contribuir a garantizar el abastecimiento de lubricantes, dadas las autorizaciones a la producción de aceites de primer refino y las limitaciones a la importación⁶. Durante esta etapa, la actividad de las empresas de regeneración se desarrolla en el marco de un sistema de precios de adquisición que implica la adquisición por CAMPSA de la producción de los regeneradores a un precio fijado en función de los costes de producción, distinto al precio de venta⁷. La ampliación de la capacidad de regeneración autorizada, a mediados de los setenta, responde al aumento de la demanda de aceites base en el mercado interior consecuencia de la liberalización del régimen de distribución de aceites de marca extranjera.

La liberalización del precio de los lubricantes en 1987 implicó que las empresas de regeneración pasaran a obtener su remuneración directamente del precio de venta de sus productos⁸. Las Leyes de Presupuestos Generales del Estado, para 1987 y 1988, contemplaban un tipo impositivo en el Impuesto sobre Hidrocarburos inferior para los aceites regenerados que para los de primer refino (10 y 38 pts/Kg, respectivamente) para que la producción de regenerados siguiera contribuyendo a garantizar el abastecimiento de aceites base mientras se mantenían las autorizaciones a la comercialización⁹.

La reducción del precio de los aceites lubricantes, tras el aumento de la producción autorizada de aceites base de primer refino en 1988, hizo necesaria la

⁶ El Monopolio era el único importador de productos petrolíferos y las importaciones eran mínimas (Santamaría, J., 1988). La liberalización de la distribución de algunos lubricantes determinó un régimen de importaciones mediante autorización y el pago del correspondiente canon. La función subsidiaria que se asignaba a la producción de aceites regenerados se ponía de manifiesto por la obligación de que estuviesen envasados de forma fácilmente identificable y figurase la inscripción de "aceite regenerado".

⁷ El precio de venta de los aceites regenerados se fijaba entre el 10 y el 30% del precio de venta de aceites similares de primer refino.

⁸ El Real Decreto-Ley 5/1985, de 12 de diciembre, de adaptación del Monopolio de Petróleos, estableció la liberalización de la distribución de aceites industriales desde 1986 y la regulación mediante el Real Decreto 2644/1986, de 30 de diciembre, de la fabricación, distribución y venta de aceites base y lubricantes de automoción durante un período transitorio hasta 1989, en que únicamente era objeto de autorización administrativa la cantidad de lubricantes comercializados. La liberalización exterior se inicia en 1986 mediante contingentes crecientes de importación hasta su eliminación en 1992.

⁹ Las autorizaciones se contemplaban mientras se establecía la estructura de comercialización de los contingentes de importación. El régimen de importaciones de las designadas entidades delegadas del Monopolio, según el Real Decreto por el que se reglamentan las operaciones de importación incluidas en el ámbito funcional del Monopolio de Petróleos (B.O.E. de 4 de julio de 1986), completaba la oferta de aceites base de primer refino.

concesión de subvenciones desde ese año. La Orden de 28 de febrero de 1989, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, por la que se regula la gestión de aceites usados, establecía compensaciones por los costes anuales no cubiertos –teniendo en cuenta un beneficio razonable- a las personas físicas o jurídicas que realizasen actividades de gestión de aceites usados¹⁰.

Asimismo, dicha Orden autorizaba la combustión de aceites usados. Desde 1990, la concesión de subvenciones se amplía también a esta actividad. El desarrollo de la combustión implicó que el precio de referencia de los aceites usados fuera el correspondiente a este destino y la práctica desaparición de la regeneración en los primeros años noventa.

La reanudación de las subvenciones en 1994, tras no haberse concedido el año anterior, junto con la regulación adoptada en Cataluña en 1993 que establecía el servicio público de recogida de aceites usados y la regeneración como único tratamiento de los mismos, dirigen el desarrollo de la regeneración en España durante la segunda mitad de la década de los noventa¹¹. En 1995, entra en funcionamiento la planta de regeneración, CATOR, en Tarragona, con capacidad de tratamiento para 42.500 Tn. de aceites usados.

Las subvenciones permiten en esta etapa aumentar la recogida hasta alcanzar la práctica totalidad de aceites usados generados. Además, la regulación de la combustión de aceites usados, que establece límites de emisión más estrictos¹², junto a la eliminación en 2000 de la subvención adicional al proceso de valorización energética para producción de electricidad establecida en 1998, constituye el marco normativo de los últimos años en que se implantan nuevas empresas de regeneración y se incrementa la cantidad de aceites usados destinados a regeneración (Cuadro 1)¹³.

¹⁰ B.O.E. de 8 de marzo de 1989, núm. 57.

¹¹ La Ley 6/1993, de 15 de julio, reguladora de residuos, de la Generalitat de Cataluña, otorga el carácter de servicio público a la recogida y tratamiento de aceites usados, y la regeneración como único procedimiento para su gestión, y asume su titularidad a través de la Junta de Residuos del Departamento de Medio Ambiente. El servicio de recogida y tratamiento de aceites usados se adjudica mediante concurso público a RWE Entsorgung AG/RWE Ibérica de Saneamiento, S.A. que constituye CATOR, con la participación en su capital del 10% de la Junta de Residuos e inicia la producción en 1995.

¹² Directiva 2000/76/CE, sobre incineración de residuos (DO L 332, de 28 de diciembre de 2000). Incorporada al derecho español mediante el Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos (B.O.E. de 14 de junio de 2003, núm. 142), de aplicación a instalaciones nuevas en 2003 y a instalaciones existentes en 2005.

¹³ La próxima eliminación, en 2007, de la exención en el Impuesto sobre Hidrocarburos de los aceites usados utilizados como combustible completará dicha regulación (Olazábal, C., 2002). La exención en el

Cuadro 1. Evolución de la cantidad de aceites usados generados y recogidos y de sus principales destinos* (Toneladas)

| AÑO | Aceites usados generados | Aceites usados recogidos | | Aceites destinados a regeneración | | Aceites destinados a combustión | |
|------|--------------------------|--------------------------|----------|-----------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| | | Total | % s/gen. | Total | % s/recog. | Total | % s/recog. |
| 1999 | 232.628 | 161.533 | 69,4 | 24.348 | 15,1 | 134.301 | 83,1 |
| 2000 | 231.396 | 182.386 | 78,8 | 30.490 | 16,7 | 148.922 | 81,6 |
| 2001 | 223.652 | 187.714 | 84,0 | 47.161 | 25,1 | 137.890 | 73,4 |
| 2002 | 224.480 | 215.665 | 96,0 | 69.193 | 28,3 | 144.000 | 66,7 |
| 2003 | 226.336 | 214.799 | 95,0 | 83.220 | 38,7 | 129.658 | 60,3 |

*Los aceites destinados a regeneración y combustión no coinciden con el total de aceites recogidos porque existe una pequeña cantidad destinada al reciclaje en productos asfálticos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Medio Ambiente (2005).

En 2000, entró en funcionamiento la planta de SANTOIL, en Murcia, con capacidad de tratamiento de 15.000 Tn. de aceites usados al año. En 2002, la planta de ECOLUBE, en Madrid, con capacidad para 30.000 Tn. de aceites usados. En 2005, asimismo, en Madrid, la planta “Tratamiento de Aceites Usados y Marpoles” con capacidad para 60.000 Tn. de aceites usados.

El Real Decreto 679/2006, de 2 de junio¹⁴, por el que se regula la gestión de aceites industriales usados, establece la responsabilidad del fabricante de aceites industriales en la recogida y gestión de aceites usados –en particular, de los residuos de envases de aceites industriales- y unos objetivos de recogida del 95% de los aceites usados generados y de regeneración del 55% y el 65% de aceites usados recogidos en 2007 y 2008, respectivamente.

El mercado de aceites usados destinados a regeneración

El mercado de aceites usados destinados a regeneración constituye el único mercado de aceites usados hasta la autorización de la combustión en 1989. La función de oferta de aceites usados para regeneración depende del precio de los aceites usados y del coste de los aceites usados. Dicho coste representa el coste de oportunidad de los

Impuesto sobre hidrocarburos de los aceites usados utilizados como combustible contemplada en el artículo 51.4 de la Ley 38/1992, de Impuestos Especiales, entró en vigor el 1 de enero de 1995.

¹⁴ B.O.E. de 3 de junio de 2006, núm. 132. Deroga la Orden de 28 de febrero de 1989, por la que se regula la gestión de aceites usados.

aceites usados o beneficio de la sustitución de productos petrolíferos de primer refino por productos recuperados de aceites usados¹⁵.

La función de demanda de aceites usados destinados a regeneración, además del precio de los aceites usados, depende de los factores que determinan la actividad de regeneración y del precio del fuel que explica la cantidad demandada de aceites usados para combustión. La combustión se autoriza en 1989, pero el aumento de las instalaciones autorizadas hace decisiva su incidencia en el mercado desde 1992. El precio de los aceites usados se determina en relación con su destino a regeneración hasta esa fecha y, posteriormente, de su destino a combustión.

El coste de los aceites usados, durante la etapa del Monopolio de Petróleos, viene dado por el precio de adquisición de los aceites usados hecho efectivo por los recogedores a los productores. Dicho precio se fijó en el inicio de las actividades de regeneración por Orden del Ministerio de Hacienda de 2 de noviembre de 1965, por ser los aceites usados un producto monopolizado. Ante la falta de infraestructura para regeneración se admitía cualquier aplicación de aceites usados que hiciesen los particulares en su proceso productivo con fines de engrase u otros usos¹⁶. El coste de los aceites usados constituía una aproximación al beneficio de la utilización particular que hiciesen los productores (coste de oportunidad de no utilizar directamente el productor los aceites usados). Hasta 1975, el coste de los aceites usados se mantuvo inalterado y fue superior al precio del fuel¹⁷.

En 1975 se incrementa el precio de adquisición de los aceites usados y la consideración de que ese precio fuera satisfecho por CAMPSA restablece la obligación de entrega de los aceites. El coste de los aceites usados constituye una aproximación al beneficio de la sustitución de la producción de aceites de primer refino por aceites regenerados (coste de oportunidad de no destinar los aceites usados a regeneración)¹⁸.

¹⁵ Irwin, 1977; Lohof, 1991; Sigman, 1988.

¹⁶ Instrucciones de la Jefatura Delegada para la represión del Contrabando y Defraudación de 17 de diciembre de 1962.

¹⁷ El precio de adquisición de los aceites usados constituía un precio de referencia en la fijación del precio, de mutuo acuerdo entre el recogedor y el productor de aceites, según la calidad del aceite, volumen de aceite a recoger o distancia al centro de recogida. La Orden del Ministerio de Hacienda, de 2 de noviembre de 1965 (B.O.E. de 22 de enero de 1966, núm. 19) fijó dicho precio en 2,50 pts/Kg, para los aceites lubricantes usados de calidades corrientes y en 3,50 pts/Kg, para aceites con un índice de viscosidad superior, menor contenido de agua y sedimentos y entregados en determinadas condiciones.

¹⁸ La Orden de 22 de abril de 1975 del Ministerio de Hacienda, aumentaba a 3,25 pts/Kg y 4 pts/Kg, respectivamente, los precios de adquisición, por CAMPSA o las industrias de regeneración autorizadas,

La inclusión de los aceites usados en el ámbito de aplicación de la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, *Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos* y su Reglamento de ejecución, implica el pago de los productores de aceites usados en instalaciones industriales a los recogedores por su recogida¹⁹. El coste de los aceites usados viene dado entonces por el precio percibido por los productores de aceites usados de automoción. Desde la liberalización de la producción de aceites base y aceites de automoción en 1989, ya no existen restricciones a la producción de lubricantes ni precios oficiales de los aceites usados, con lo que el coste de los aceites usados puede interpretarse ahora como una aproximación al beneficio neto de la regeneración (coste de oportunidad de no destinar los aceites usados a regeneración) y, tras la autorización de la combustión, de la combustión (coste de oportunidad de no destinar los aceites usados a combustión).

El servicio público de recogida de aceites usados establecido en Cataluña en 1993 sólo exige un pago a los generadores cuando los aceites superan unos niveles determinados de contaminación²⁰. El inicio de la producción de aceites regenerados por CATOR en 1995, dado que la legislación catalana contempla la regeneración como el único tratamiento de gestión de aceites usados, supone un notable impulso a la cantidad de aceites usados destinados a regeneración.

A partir de 1993, la recogida de aceites usados se caracteriza porque no se efectúa ningún pago a los productores por la entrega de aceites usados en ningún tipo de instalación. El coste de los aceites usados viene dado por el precio percibido por los recogedores por la recogida de aceites usados generados en instalaciones industriales²¹.

La actual regulación de la combustión determina que, dadas las instalaciones de regeneración existentes, el coste de los aceites usados sea el correspondiente al beneficio neto de la regeneración (coste de oportunidad de no destinar los aceites a

argumentando que la elevación de los costes de manipulación y almacenamiento hasta la entrega de los aceites usados aconsejaban su modificación.

¹⁹ B.O.E. de 20 de mayo de 1986, núm. 120 y B.O.E. de 30 de julio de 1988, núm. Legislación derogada por la Ley 10/1998, de 21 de abril de residuos (B.O.E. de 22 de abril de 1998, núm. 96). La cantidad de aceites usados recogible en instalaciones industriales se estima en torno al 40% de los aceites usados generados (Tinas, J. 2001).

²⁰ Ribasés, M. (1991).

²¹ En algunos casos, dada la competencia existente, las empresas gestoras llegan a remunerar la entrega de los mismos (Martín Pantoja, J.L., 2001).

regeneración). La obligación de aceptar la entrega de aceites usados generados por los lubricantes comercializados, que establece el Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, para hacer efectivo el principio de responsabilidad del productor, implica que el coste de los aceites usados constituye una aproximación al beneficio del fabricante de sustituir aceites base de primer refino por aceites base regenerados.

3. Aplicación econométrica al caso español entre 1965 y 2000

Especificación del modelo

El período muestral comprende desde 1965 a 2000 y los datos están referidos a períodos anuales. La datos proceden de fuentes oficiales (Ordenes Ministeriales, Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA, Memorias de CAMPSA, Ministerio de Medio Ambiente y Subdirección General de Hidrocarburos de la Dirección General de Política Energética y Minas) y, en otros casos, de información directamente proporcionada por empresas del sector y elaboración propia a partir de la misma (véase Arner, Barberán, Mur, 2003 y 2006a, para más detalles sobre fuentes estadísticas).

La función de oferta de aceites regenerados o cantidad de aceites regenerados producida se especifica según la ecuación:

$$QAR = f(PAR, PAU, TEC, UCP) \quad (1)$$

Donde QAR es la cantidad de aceites regenerados producida; PAR es el precio de los aceites regenerados; PAU es el precio de los aceites usados; TEC es un índice de la depreciación relativa de la tecnología de las empresas de regeneración en España consecuencia de la creciente complejidad de la composición de los lubricantes y UCP es el nivel de utilización de la capacidad productiva, aproximado por el cociente entre la cantidad de aceites usados destinados a regeneración (QAUR) y la capacidad instalada de regeneración (CI).

La variable UCP se introduce como aproximación a las economías de escala del proceso de regeneración debida la importancia que los costes de capital tienen en el mismo.

La derivada parcial de la función de oferta de aceites regenerados respecto del precio de los aceites regenerados (PAR), el índice de depreciación de la tecnología (TEC), que decrece si se deprecia la tecnología, y la utilización de la capacidad

productiva (UCP) se espera tenga signo positivo y en el caso del precio de los aceites usados (PAU), negativa.

La cantidad de aceites regenerados demandada o función de demanda de aceites regenerados se especifica:

$$QAR = g (PAR, CL) \quad (2)$$

Donde QAR es la cantidad de aceites regenerados demandada; PAR es el precio de los aceites regenerados y CL es el consumo de lubricantes.

La derivada parcial de la función de demanda de aceites regenerados respecto del precio de los aceites regenerados (PAR) se espera tenga signo negativo y respecto del consumo de lubricantes (CL), positivo.

La cantidad de aceites usados recogida y destinada a regeneración, o función de oferta de aceites usados destinados a regeneración, coincide con la cantidad de aceites usados recogida hasta la autorización de la combustión y viene dada:

$$QAUR = h (PAU, CAU) \quad (3)$$

Donde QAUR es la cantidad de aceites usados destinados a regeneración; PAU es el precio de los aceites usados y CAU es el coste de los aceites usados definido según el precio percibido por los productores de aceites usados por su entrega a los recogedores y, desde 1993, según el precio percibido por los recogedores por la recogida de aceites usados en instalaciones industriales.

La derivada parcial de la función de oferta de aceites usados destinados a regeneración respecto del precio de los aceites usados (PAU) se espera tenga signo positivo y respecto del coste de los aceites usados (CAU), negativo.

La cantidad de aceites usados demandada para su utilización en el proceso de regeneración o función de demanda de aceites usados destinados a regeneración, debido a que el precio de los aceites usados se determina en relación con la actividad de regeneración mientras constituye su único destino, se especifica en función de dicho precio y del precio del fuel, que determina la cantidad de aceites usados destinados a regeneración cuando la combustión pasa a constituir el principal destino de los aceites usados:

$$QAUR = i (PAU, PF) \quad (4)$$

Donde QAUR es la cantidad de aceites usados destinados a regeneración demandada, PAU es el precio de los aceites usados y PF es el precio del fuel.

La derivada parcial de la función de demanda de aceites usados destinados a regeneración se espera sea negativa respecto del precio de los aceites usados (PAU) y del precio del fuel (PF).

La importancia de las intervenciones públicas en la evolución del mercado, según se ha puesto de manifiesto, requiere la consideración de los factores institucionales que inciden en su desarrollo.

En la función de oferta de aceites regenerados (1) y de demanda de aceites regenerados (2) se incorpora la liberalización del precio de los aceites lubricantes en 1987, con incidencia desde 1988 dado el aumento de la producción autorizada de aceites base de primer refino en dicho año.

Dicho cambio se introduce en la función de demanda de aceites regenerados (2) debida la incidencia que la escasez de aceites base en el mercado interior tiene en la demanda de aceites regenerados hasta ese momento y, asimismo, en la función de oferta y demanda de aceites regenerados, ecuaciones (1) y (2), debido a que se considera que el precio de los aceites regenerados depende de la cantidad de aceites regenerados producida.

En la función de oferta de aceites regenerados (1) y de aceites usados destinados a regeneración (4) se considera la autorización de la combustión en relación con el cambio en la determinación del precio de los aceites usados desde 1992.

En la función de oferta de aceites usados destinados a regeneración (3) se considera la liberalización de la producción de aceites base y aceites de automoción y la autorización de la combustión en 1989, dado el cambio estructural que supone que la cantidad de aceites usados destinados a regeneración de estar vinculado con la planificación de la distribución de aceites base en el mercado interior pase a hacerlo con el destino a combustión de los aceites. La regulación adoptada en Cataluña se incorpora en relación con la incidencia en el coste de los aceites usados del servicio público de recogida de aceites usados que se establece y el aumento de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración a consecuencia de que la regeneración se contempla como el único tratamiento.

En la función de demanda de aceites usados destinados a regeneración (4) se introduce la liberalización del precio de los lubricantes, debido a su impacto en la actividad de regeneración, y la autorización de la combustión, cuya incidencia es determinante desde 1992.

La estimación de las funciones de oferta y demanda de aceites regenerados por ecuaciones simultáneas se realiza mediante la especificación de una forma funcional doblemente logarítmica, siendo L la notación con que se designa la transformación logarítmica de las variables.

Los regresores introducidos para recoger los cambios institucionales que afectan el funcionamiento del mercado son:

D1: Variable ficticia aditiva con valor 1 desde 1988, asociada al cambio estructural que implica la liberalización del precio de los lubricantes en 1987 ante el aumento de la producción autorizada de aceites base de primer refino en 1988.

D1LPAR: Variable ficticia multiplicativa, resultado del producto de la variable ficticia D1 y LPAR, en relación con la incidencia de la cantidad producida de aceites regenerados en el precio de los aceites regenerados desde 1988, en la ecuación de cantidades de aceites regenerados (1).

D2: Variable ficticia aditiva con valor 1 desde 1992, se introduce en relación con el cambio estructural que implica la autorización de la combustión, cuando el precio de los aceites usados pasa a determinarse en relación con su destino a combustión.

D2LPAU: Variable ficticia multiplicativa, resultado del producto de la variable ficticia D2 y LPAU, en relación con el cambio en la determinación del precio de los aceites usados tras la autorización de la combustión, incorporada en la ecuación de cantidades de aceites regenerados (1) y aceites usados destinados a regeneración (3).

D1LQAR: Variable ficticia multiplicativa, resultado del producto de la variable ficticia D1 y la variable LQAR, en relación con la incidencia de la cantidad producida de aceites regenerados en el precio de los aceites regenerados desde 1988, en la ecuación del precio de los aceites regenerados (2).

D3: Variable ficticia aditiva, con valor 1 desde 1989, en relación con el cambio estructural que implica la autorización de la combustión de aceites usados, incorporada

en la ecuación de cantidades de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración (3).

D4LCAU: Variable ficticia multiplicativa, resultado del producto de la variable ficticia D4, con valor 1 desde 1993, y del coste de los aceites usados (CAU), en relación con el cambio en el comportamiento de la variable CAU desde ese año.

D5: Variable ficticia aditiva, con valor 1 desde 1995, se introduce en relación con el establecimiento en Cataluña de la regeneración como único tratamiento de aceites usados, desde el inicio de la producción de aceites regenerados, en la ecuación de cantidades de aceites usados destinados a regeneración (3).

D2LQAUR: Variable ficticia multiplicativa, resultado del producto de la variable D2 y LQAUR, recoge el cambio en la determinación del precio de los aceites usados tras la autorización de la combustión, en la ecuación del precio de los aceites usados (4).

D6: Variable ficticia aditiva, con valor 1 desde 1987, se introduce en la ecuación del precio de los aceites usados (4) en relación con la incidencia de la liberalización del precio de los lubricantes.

D2LPF: Variable ficticia multiplicativa, resultado del producto de la variable ficticia D2 y LPF, recoge la incidencia del precio del fuel en el precio de los aceites usados tras el desarrollo de la combustión.

El sistema de ecuaciones simultáneas finalmente especificado es, por tanto, el siguiente:

$$LQAR_t = \beta_0 + \beta_1 LPAR_t + \beta_2 D1_t LPAR_t + \beta_3 LPAU_t + \beta_4 D2_t LPAU_t + \beta_5 LTEC_t + \beta_6 LUCP_t + \mu_{1t} \quad (1)$$

$$LPAR_t = \alpha_0 + \alpha_1 LCL_t + \alpha_2 D1_t + \alpha_3 LQAR_t + \alpha_4 D1_t LQAR_t + \mu_{2t} \quad (2)$$

$$LQAUR_t = \gamma_0 + \gamma_1 LPAU_t + \gamma_2 D2_t LPAU_t + \gamma_3 D3_t + \gamma_4 LCAU_t + \gamma_5 D4_t LCAU_t + \gamma_6 D5_t + \mu_{3t} \quad (3)$$

$$LPAU_t = \delta_0 + \delta_1 LQAUR_t + \delta_2 D2_t LQAUR_t + \delta_3 D6_t + \delta_4 D2_t + \delta_5 LPF_t + \delta_6 D2_t LPF_t + \mu_{4t} \quad (4)$$

Donde μ_{1t} , μ_{2t} , μ_{3t} , y μ_{4t} constituyen los términos de error ruido blanco.

La estructura estocástica de las variables confirma la coherencia global del modelo (cuadro 2). El orden de integración de las variables es compatible debido a que todas variables son I(1), excepto la variable TEC que es I(0). Asimismo, se pone de manifiesto la existencia de significativas relaciones de cointegración tanto en las ecuaciones de cantidades como de precios (Maddala y Kim, 1999).

| Cuadro 2. Estructura estocástica de las variables | | | |
|---|--------------------|------------------|------------------------------|
| Análisis del orden de integración: estadístico DFA | | | |
| Variable | I(0)/I(1) | I(2)/I(1) | Conclusión |
| LAR | 0,06 | 6,83 | I(1) |
| LPAR | -1,54 | 6,04 | I(1) |
| LPAU | -0,89 | -6,55 | I(1) |
| LUCP | -2,00 | 0,45 | I(1) |
| LTEC | -2,72 | 0,36 | I(0) |
| LCL | -1,88 | -0,78 | I(1) |
| LAUR | 0,09 | -5,05 | I(1) |
| LICA | -0,96 | 0,00 | I(1) |
| LPF | -1,69 | 0,72 | I(1) |
| Análisis de cointegración | | | |
| (Ecuación de cantidades LAR) | | | |
| Contraste | Estadístico | | Punto crítico/p-value |
| Test Engle-Granger | 6,04 | | 3,75 |
| Test de Johansen | r = 0 | 64,40 | 0,30 |
| Var (k = 5) | r ≤ 1 | 34,87 | 0,70 |
| | r ≤ 2 | 18,33 | 0,74 |
| | r ≤ 3 | 9,86 | 0,48 |
| | r ≤ 4 | 2,42 | 0,11 |
| (Ecuación de precios LPAR) | | | |
| Contraste | Estadístico | | Punto crítico/p-value |
| Test Engle-Granger | -6,49 | | 3,75 |
| Test de Johansen | r = 0 | 29,81 | 0,14 |
| Var (k = 3) | r ≤ 1 | 16,15 | 0,09 |
| | r ≤ 2 | 5,78 | 0,01 |
| (Ecuación de cantidades LAUR) | | | |
| Contraste | Estadístico | | Punto crítico/p-value |
| Test Engle-Granger | -5,04 | | 3,75 |
| Test de Johansen | r = 0 | 38,25 | 0,01 |
| Var (k = 3) | r ≤ 1 | 17,58 | 0,06 |
| | r ≤ 2 | 4,70 | 0,02 |
| (Ecuación de precios LPAU) | | | |
| Contraste | Estadístico | | Punto crítico/p-value |
| Test Engle-Granger | -1,92 | | 3,75 |
| Test de Johansen | r = 0 | 30,99 | 0,10 |
| Var (k = 3) | r ≤ 1 | 10,91 | 0,39 |
| | r ≤ 2 | 4,77 | 0,02 |

4. Resultados de la estimación

La estimación del mercado de aceites regenerados y aceites usados destinados a regeneración se realiza por Mínimos Cuadrados en 3 Etapas (3SLS)²². Los resultados confirman la validez del modelo, tanto desde el punto de vista de su capacidad explicativa, siendo el valor de la función $E'PZ^*E$ igual a 67,78, como de la estimación individual de las ecuaciones y la significatividad individual de las variables. Asimismo, únicamente la ecuación de cantidades de aceites usados destinados a regeneración resulta perfectamente identificada. El cuadro 3 recoge los principales resultados de la estimación.

| Cuadro 3. Estimación del modelo por 3 SLS | | | | | |
|--|-----------------|---------|-----------------------------------|-----------------|---------|
| Variable dependiente: LQAR | | | Variable dependiente: LPAR | | |
| Variable | Coefficiente | t-ratio | Variable | Coefficiente | t-ratio |
| Constante | -4,28 | -3,26 | Constante | 6,86 | 3,46 |
| LPAR | -1,57 | -6,03 | LCL | 1,43 | 4,48 |
| D1LPAR | -0,14 | -3,89 | D1 | -20,67 | -7,78 |
| LPAU | 0,58 | 2,61 | LQAR | 1,95 | 7,59 |
| D2LPAU | -0,05 | -3,06 | D1LQAR | -2,10 | -7,60 |
| LTEC | 2,16 | 6,66 | | | |
| LUCP | 5,40 | 3,46 | | | |
| $R^2 = 0,94$ | $\sigma = 0,02$ | | $R^2 = 0,90$ | $\sigma = 0,02$ | |
| Variable dependiente: LQAUR | | | Variable dependiente: LPAU | | |
| Variable | Coefficiente | t-ratio | Variable | Coefficiente | t-ratio |
| Constante | 7,13 | 3,62 | Constante | 19,30 | 12,41 |
| LPAU | 1,41 | 2,93 | LQAUR | 0,57 | 3,40 |
| D2LPAU | -0,15 | -4,87 | D2LQAUR | -0,42 | -2,28 |
| D3 | -0,62 | -2,62 | D6 | -1,06 | -11,21 |
| LCAU | -1,21 | -3,48 | D2 | -12,87 | -3,00 |
| D4LCAU | -0,33 | -2,09 | LPF | -1,49 | -8,80 |
| D5 | 2,20 | 8,24 | D2LPF | 1,74 | 3,69 |
| $R^2 = 0,86$ | $\sigma = 0,06$ | | $R^2 = 0,88$ | $\sigma = 0,03$ | |

²² Se plantea una especificación SURE que responde a que los términos de error de ciertas ecuaciones se suponen pueden estar correlacionados contemporáneamente. La estimación por MC3E generaliza el método MC2E en el sentido de tomar en consideración las correlaciones entre los términos de error de ecuaciones diferentes y permite la obtención de estimaciones asintóticamente más eficientes (Novales, 1997).

Los resultados confirman la incidencia de la cantidad de aceites regenerados producida en el precio de los aceites regenerados cuando se liberaliza el precio de los aceites lubricantes y ante el aumento de la producción autorizada de aceites base de primer refino en 1988. Asimismo, la diferenciación de tres etapas en el funcionamiento del mercado de aceites regenerados y aceites usados destinados a regeneración: 1. Durante el Monopolio de Petr6leos, 2. Desde la liberalizaci6n del precio de los lubricantes y el aumento de la producci6n autorizada de aceites de primer refino en 1988 y 3. Desde 1992, cuando el mercado de aceites usados se caracteriza por el protagonismo de la combusti6n.

1. Durante la etapa del Monopolio de Petr6leos, el diferencial del precio de los aceites usados respecto de la cantidad de aceites usados destinados a regeneraci6n es 0,57 ($dPAU/dQAUR = 0,57$) y el equilibrio viene dado:

$$\frac{dQAR}{dQAUR} dQAUR = \frac{dPAU}{dQAUR} dQAUR \quad (5)$$

Donde el diferencial de la cantidad de aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites usados destinados a regeneraci6n constituye el rendimiento del proceso de regeneraci6n.

Debido a que se cumple:

$$\frac{dPAU}{dPF} dPF = \frac{dQAUR}{dCAU} dCAU \quad (6)$$

El rendimiento del proceso de regeneraci6n varía seg6n el diferencial de la cantidad de aceites usados destinados a regeneraci6n respecto del coste de los aceites usados. El coste de los aceites usados determina el rendimiento del proceso de regeneraci6n que contrarresta la depreciaci6n tecnol6gica de la capacidad instalada (TEC) y permite que la producci6n de regenerados varíe seg6n su demanda.

Los resultados ponen de manifiesto que la significatividad de la variable TEC es elevada y el signo del coeficiente estimado positivo. El consumo de lubricantes (CL), establecida la producci6n autorizada de aceites base de primer refino, determina la evoluci6n de la demanda de aceites regenerados en este período, siendo su significatividad elevada y el signo del coeficiente estimado positivo.

La liberalizaci6n del precio de los lubricantes en 1987 implica la reducci6n del precio de los aceites usados, seg6n D6.

2. Desde 1988, el valor del diferencial del precio de los aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites regenerados es - 0,15 ($dPAR/dQAR = - 0,15$) y el equilibrio viene dado por:

$$-\frac{dPAR}{dQAR}dQAR = \frac{dPAU}{dQAUR}dQAUR \quad (7)$$

Debido a que se cumple (6), el diferencial del precio de los aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites regenerados varía según el diferencial de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración respecto del coste de los aceites usados. Debido que su relación es inversa se hace necesaria la concesión de subvenciones a la recogida y regeneración de aceites usados por los costes de explotación no cubiertos. El coste de los aceites usados determina la diferencia entre el precio de los aceites regenerados y de primer refino en este período.

La liberalización del precio de los lubricantes y la ampliación de la producción autorizada de aceites base de primer refino, implica la reducción del precio de los aceites regenerados, según la variable ficticia D1 (ecuación 2) y, desde 1989, la autorización de la combustión de aceites usados, la reducción de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración (ecuación 3), según D3.

3. Desde 1992, el desarrollo adquirido por la combustión determina que el precio relevante de los aceites usados sea el correspondiente a su utilización por una instalación de combustión. El valor del diferencial del precio de los aceites usados respecto de la cantidad de aceites usados es 0,15 ($dPAU/dQAUR = 0,15$) y el equilibrio se establece según:

$$-\frac{dPAR}{dQAR}dQAR = \frac{dPAU}{dQAUR}dQAUR \quad (8)$$

Siendo $dPAU/dPF > 0$, se cumple:

$$\frac{dPAU}{dPF}dPF = -\frac{dQAUR}{dCAU}dCAU \quad (9)$$

El diferencial del precio de los aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites regenerados varía con el diferencial de la cantidad de aceites usados respecto del coste de los aceites usados y, debido que es el correspondiente al coste de oportunidad

del destino de los aceites usados a combustión, se hace necesaria la concesión de subvenciones para el funcionamiento de la actividad de regeneración²³.

El destino de los aceites usados a regeneración consecuencia de la regulación establecida en Cataluña implica un ajuste positivo en la cantidad de aceites usados destinados a regeneración (ecuación 3) y el cambio en la determinación del precio de los aceites usados desde 1992, un ajuste negativo en la ecuación del precio de los aceites usados (ecuación 4).

5. Recapitulación

La estimación simultánea del mercado de aceites regenerados y aceites usados destinados a regeneración pone de manifiesto que, desde 1988, el precio de los aceites regenerados depende de la cantidad de aceites regenerados producida debido a que el diferencial del precio de los aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites regenerados varía según el diferencial de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración respecto del coste de los aceites usados.

Durante la etapa del Monopolio de Petróleos, el coste de los aceites usados representa el coste de oportunidad, inicialmente, del uso particular de los aceites usados y, desde 1975, de no destinar los aceites usados a regeneración y determina el rendimiento del proceso de regeneración que permite que la producción de regenerados varíe según su demanda, dada la capacidad instalada de regeneración y la depreciación tecnológica derivada de la creciente complejidad de la composición de los lubricantes.

Tras la liberalización del precio de los lubricantes y el aumento de la producción autorizada de aceites base de primer refinado en 1988, el valor del diferencial del precio de los aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites regenerados es -0,15 y varía según el diferencial de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración respecto del coste de los aceites usados.

Hasta 1992, debido que su relación es inversa, implica la concesión de subvenciones a la recogida y regeneración de aceites usados para compensar los déficit de explotación y determina la diferencia entre el precio de los aceites regenerados y de primer refinado. El coste de los aceites usados, tras la liberalización del mercado de

²³ En 1992, el coste de los aceites usados es el correspondiente al precio pagado a los productores y el precio de los aceites usados para su utilización por una instalación de combustión es igual que el de su destino a regeneración.

lubricantes, corresponde al coste de oportunidad, inicialmente, de no destinar los aceites usados a regeneración y, tras su autorización, a combustión.

En previsión de dicho comportamiento, se contempló la diferenciación de la tarifa de los aceites regenerados y de primer refino en el Impuesto sobre hidrocarburos mientras se mantenían las autorizaciones a la comercialización de aceites base y de automoción hasta 1989. La autorización de la combustión de aceites usados en este año determinó la reducción de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración.

Desde 1992, el diferencial del precio de los aceites regenerados respecto de la cantidad de aceites regenerados varía con el diferencial de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración respecto del coste de los aceites usados y, debido que el coste de los aceites usados es el correspondiente al coste de oportunidad de su destino a combustión, se hace necesaria la concesión de subvenciones para el funcionamiento de la actividad de regeneración. La regeneración como único tratamiento de aceites usados en Cataluña implica, desde el inicio de la producción en 1995, el aumento de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración.

La reanudación de las subvenciones permite incrementar la tasa de recogida desde el 40% en 1993 a la práctica totalidad de aceites usados al finalizar la década. La regulación de la combustión de aceites usados a través de la Directiva 2000/76/CE, sobre incineración de residuos y la eliminación de la subvención diferencial al proceso de valorización energética para producción de energía eléctrica en 2000 determinan la implantación de nuevas empresas de regeneración y el aumento de la cantidad de aceites usados destinados a regeneración. La prevista eliminación de la exención en el Impuesto sobre hidrocarburos de la utilización de aceites usados como combustible completará esta regulación.

El Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, establece la responsabilidad del fabricante de los objetivos de recogida del 95% de los aceites usados generados y regeneración del 55% de los aceites usados recogidos, a 1 de enero de 2007, y del 65%, a 1 de enero de 2008, mediante su obligación de aceptar la entrega de aceites usados generados por los lubricantes comercializados. El coste de los aceites usados constituye una aproximación al beneficio del fabricante de sustituir aceites base de primer refino por aceites base regenerados y determina el equilibrio del mercado de lubricantes.

Bibliografía

- ANGULO, J., FERNÁNDEZ DE LAS HERAS, J. y J.L. MARTÍN PANTOJA (1996), “La regeneración de aceites usados: un proceso viable”, *Ingeniería Química*, enero: 173-176.
- ARNER, A., BARBERÁN, R. y J. MUR (2003), “Las políticas públicas de fomento del reciclaje: la regeneración de aceites usados”, *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 167(4): 33-55.
- (2006a), “La política de gestión de residuos: Los aceites usados”, *Revista de Economía Aplicada* (en prensa).
- (2006b), “La eficiencia de las políticas para promover la regeneración de aceites usados”, Ponencia presentada al XIII Encuentro de Economía Pública, Almería, 3 y 4 de febrero.
- ANDERSON, R.C. y R.D. SPIEGELMAN (1977), “Tax policy and secondary material use”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 4: 62-82.
- BLOMBERG, J. y S. HELMER (2000), “Short-run demand and supply elasticities in the West European market for secondary aluminium”, *Resources Policy*, 26: 39-50.
- CAMPSA (varios años), *Informe Anual*, Madrid: Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos.
- COOPERS&LYBRAND (1997), *Economics of Waste Regeneration*, The Hague.
- DEADMAN, D. y K. TURNER (1981), “Modelling the supply of Wastepaper”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 8: 100-103.
- EDGREN, J.A. y MORELAND, K.W. (1989), “An econometric analysis of paper and wastepaper markets”, *Resources and Energy*, 11: 299-319.
- EDWARDS, R. y D. PEARCE (1978), “The effect of prices on the recycling of waste materials”, *Resources Policy*, December: 242-248.
- EVANS, M. y A.C. LEWIS (2005), “Dynamic metals demand model”, *Resources Policy*, 30: 55-69.

- FIGUEROLA-FERRETTI, I. y C.L. GILBERT (2001), "Price variability and marketing method in non-ferrous metals: Slade's analysis revisited", *Resources Policy*, 27: 169-177.
- FISHER, F.M., COOTNER, P.H. y M.N. BAILY (1972), "An econometric model of the world copper industry", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 3: 568-609.
- GILL, G. y K. LAHIRI (1980), "An econometric model of wastepaper recycling in the USA", *Resources Policy*, dec.:320-325.
- IRWIN, W. (1977), "Alternative International Approaches to Recycling Used Oil", en PEARCE, D.W. and WALTER, I. (eds.): *Resource Conservation. Social and Economic Dimensions of Recycling*. New York: New York University-Longman.
- KINKLEY, C.C. y K. LAHIRI (1984), "Testing the rational expectations hypothesis in a secondary materials market", *Journal of Environmental Economics and Management*, 11: 282-291.
- LOHOF, A. (1991), *Used oil management in selected industrialized countries*, Discussion Paper, Washington, D.C.: American Petroleum Institute.
- MADDALA, G. y I. KIM (1999), *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- MARTÍN PANTOJA, J.L. (2001), "Centros de transferencia y costes del sistema", en Jornadas sobre gestión de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados, neumáticos y baterías, Madrid: Club Español de los residuos.
- MEMORIAS DE LA DELEGACION DEL GOBIERNO EN LA COMPAÑÍA ARRENDATARIA DEL MONOPOLIO DE PETROLEOS (varios años), Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2005): *Medio Ambiente en España 2004*, Madrid: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente.
- NESTOR, D.V. (1991), *Increasing the rate of recycling when demand is price-inelastic: a case study of the market for old newspapers*, Dissertation. The University of Tennessee, Knoxville.

- NOVALES, A (1997), *Econometría*, Madrid: McGraw-Hill.
- OLÁZABAL, C. (2002), “Gestión de aceites usados en Europa”, en *Seminario Internacional sobre Recuperación de Aceites Usados*, Madrid: Club Español de los Residuos.
- RIBASÉS, M. (2001), “La regeneración de los aceites usados: una realidad de desarrollo sostenible”, en *Jornadas sobre gestión de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados, neumáticos y baterías*, Madrid: Club Español de los residuos.
- SANTAMARÍA, J. (1988), *El petróleo en España: del Monopolio a libertad*, Madrid: Espasa Calpe.
- SIGMAN, H. (1995), “A comparison of public policies for lead recycling”, *Rand Journal of Economics*, 26: 452-78.
- (1998), “Midnight dumping: public policies and illegal disposal of used oil”, *Rand Journal of Economics*, vol. 29, núm. 1: 157-178.
- SLADE, M.E. (1980), “An econometric model of the U.S. Secondary Copper Industry: Recycling versus Disposal”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 7: 123-141.
- SOFRES T. N. (2001), *Critical Review of Existing Studies and Life Cycle Analysis on the Regeneration and Combustion of Used Oils (Final Report)*, Informe para la D.G.XI de la Comisión Europea, Bruselas.
- SUSLOW, V.Y. (1986), “Estimating monopoly behavior with competitive recycling: an application to Alcoa”, *Rand Journal of Economics*, vol 17, nº 3: 389-403.
- TINAS, J. (2001), “Obtención de un combustible simil-diesel a partir de aceites usados”, en *Jornadas sobre gestión de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados, neumáticos y baterías*, Madrid: Club Español de los residuos.
- TORRAS, J.M^a. (1998), “Cator: Gestió integral dels olis usats. Reutilització de lubricants”, en *Ier. Fòrum de L'Automòvil i Medi Ambient*, Girona.