



Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública, 167-(4/2003): 33-55
© 2003, Instituto de Estudios Fiscales

Las políticas públicas de fomento del reciclaje: La regeneración de aceites usados

ASUNCIÓN ARNER GÜERRE
RAMÓN BARBERÁN ORTÍ
JESÚS MUR LACAMBRA
Universidad de Zaragoza

Recibido: Febrero, 2003

Aceptado: Octubre, 2003

Resumen

Los aceites usados son un residuo peligroso del que pueden derivarse graves daños medioambientales si su gestión es inadecuada; al mismo tiempo, tienen un indudable valor económico, ya que conservan gran parte de los hidrocarburos que los lubricantes contenían originalmente. La gestión de los aceites usados ofrece distintas alternativas, dirigidas principalmente al reciclaje, siendo de destacar la combustión y la regeneración. Esta última es la que habitualmente se considera preferible desde la perspectiva ambiental y la que, por tanto, los gobiernos tratan de fomentar. Por ello, en este trabajo analizamos la eficacia de las políticas públicas dirigidas al fomento de la regeneración de los aceites usados a partir de la estimación de las funciones de oferta y demanda del mercado español de aceites regenerados en el período de 1965-1999.

Palabras clave: Residuos, reciclaje, aceites usados, regeneración, mercados secundarios, políticas públicas.

Clasificación JEL: H23, L71, Q31, Q38.

1. Introducción

El desarrollo económico ha traído como consecuencia el aumento de la generación de residuos hasta constituir éste uno de los impactos medioambientales más graves de la actualidad. Los residuos generados por el sistema económico dan lugar a problemas de contaminación de diversos medios y de despilfarro de recursos. En la estrategia para afrontar estos problemas, la prevención en la generación de residuos y su reciclaje —cuando ya se han generado— se consideran opciones preferentes frente a su eliminación final.

Los aceites usados ¹ constituyen un residuo peligroso del que pueden derivarse graves daños medioambientales si su gestión es inadecuada. Por otra parte, estos aceites conservan gran parte de los hidrocarburos que contenían previamente a su uso, lo que les confiere un valor económico que ha permitido el desarrollo de un importante mercado. La regeneración, esto es, la obtención de aceites base ² mediante el refinado de los aceites usados —consistente en la separación de los contaminantes, los productos de la oxidación y los aditivos—, se considera la opción ambientalmente preferible de reutilización de este residuo frente a otras

alternativas como la combustión³. Esta preferencia, que tiene un fundamento técnico, encuentra su refrendo político en el ámbito de la Unión Europea a través de una normativa que prioriza expresamente la regeneración y contempla la posibilidad de adoptar medidas para hacerla efectiva.

En España, bajo la regulación del Monopolio de Petróleos, tuvo lugar en los años sesenta el nacimiento de la industria de regeneración, cuya consolidación coincide con la crisis energética de los setenta. A partir de la liberalización del mercado de lubricantes iniciada en 1986 y la posterior autorización de la combustión en 1989, se puso de manifiesto la dificultad de las empresas de regeneración para subsistir en dicho mercado, llegándose a la práctica desaparición de su actividad. Se da así la paradoja de que la opción de gestión considerada oficialmente como más beneficiosa se ve desplazada de modo casi absoluto por otra —la combustión— menos conveniente. El resurgir de la regeneración se produce a mediados de los noventa, auspiciado fundamentalmente por la introducción de medidas públicas de fomento, pero se mantiene en una posición de clara inferioridad frente a la combustión.

El objetivo de este trabajo es analizar el funcionamiento del mercado de aceites regenerados en España durante el período de 1965 a 1999, a través de la estimación de sus funciones de oferta y demanda, con el fin de identificar los factores determinantes de su evolución y poder extraer conclusiones que ayuden al diseño de las políticas públicas encaminadas a potenciar la regeneración⁴.

La estimación de las funciones de oferta y demanda del mercado puede servir para, a partir del cálculo de elasticidades, valorar la eficacia de las distintas políticas propuestas para promover el reciclaje. Así se ha hecho para los mercados secundarios de distintos productos, como el papel (Anderson y Spiegelman, 1977; Gill y Lahiri, 1980; Edgren y Moreland, 1989; Edwards y Pearce, 1978; Deadman y Turner, 1981; Kinkley y Lahiri, 1984; Nestor, 1991), el cobre (Slade, 1980; Fisher, Cootner y Baily, 1972), el acero (Anderson y Spiegelman, 1977), el plomo (Sigman, 1995) y el aluminio (Suslow, 1986; Bomberg y Hellmer, 2000). Adicionalmente, los resultados de este tipo de estudios son utilizados como *input* para acometer el análisis de la eficiencia de las políticas de incentivos económicos propuestas para promover el reciclaje, lo que ha contribuido al desarrollo de una literatura complementaria de la anterior (Miedema, 1983; Dinan, 1993; Palmer y Walls, 1994, 1997, 1999 y 2002; Fullerton y Kinnaman, 1995; Palmer, Sigman y Walls, 1997; Walls y Palmer, 1999; Calcott y Walls, 2000 y 2001). Como puede comprobarse, no existe ningún estudio empírico referido a los aceites lubricantes, por lo que su realización constituye una novedad en el contexto internacional.

El trabajo se estructura en cuatro secciones. Tras esta introducción, en primer lugar, se analizan los principales rasgos del sector de la regeneración de los aceites usados desde una perspectiva teórica y se hace una breve descripción de la evolución de las actividades de regeneración en España. A continuación, se procede a la especificación de las funciones de oferta y demanda de aceites regenerados en España y se presentan los resultados de su estimación para el período 1965-1999. Por último, se exponen las principales conclusiones obtenidas.

2. El sector de la regeneración de aceites usados

Tal como se acaba de indicar, esta sección se dedica a presentar el sector de la regeneración. En el primer apartado se discuten los aspectos generales sobre el funcionamiento del mercado de la regeneración, en tanto que en el segundo se presentan los rasgos más destacados de dicho sector en España.

2.1. Aspectos generales

El mercado de la regeneración viene definido por la actividad de las empresas de regeneración, las cuales determinan la oferta de aceites base regenerados, y por la demanda que de los mismos hace el sector de fabricación de lubricantes para el acabado de aceites lubricantes.

En relación con la oferta de aceites base regenerados, cabe destacar su dependencia, sobre todo, de su propio precio, del precio de los aceites usados y de la tecnología de regeneración; factores que influyen decisivamente en la viabilidad económica del proceso de regeneración (Angulo *et al.*, 1996).

El precio de los aceites base oscila, como es habitual, según la evolución relativa de su oferta y demanda. Debido a la sofisticada tecnología que requiere su fabricación, los aceites base poseen el más alto valor añadido de todos los productos petrolíferos, por lo que la evolución de su precio de mercado es menos sensible a las fluctuaciones en el precio del petróleo que en el caso del fuel u otros de sus derivados. La oferta de bases regeneradas incrementa la competencia en el mercado de aceites base, pero las reticencias existentes por parte de los demandantes de aceites lubricantes sobre la calidad y características técnicas de los aceites fabricados con bases regeneradas ha determinado que, tradicionalmente, el precio de estas bases se fije aplicando un descuento al precio de las bases de primer refino.

El precio de los aceites usados se ve influido por la competencia existente entre las diversas industrias que lo utilizan como *input* en sus procesos productivos, ya sea en la obtención de aceites base o en la producción de calor en ciertas industrias, como cementeras y centrales térmicas (su poder calorífico es equivalente al del fuel oil). Dadas las diferencias existentes entre las empresas que utilizan el aceite usado para la combustión y las empresas de regeneración, tanto en sus estructuras de costes como en el precio de los productos primarios a los que el aceite sustituye, es de esperar que cada una de ellas pueda pagar precios máximos distintos por el residuo. La evidencia empírica al respecto es que ese precio es mayor en el caso de la combustión; lo que tiene como consecuencia que, en un contexto de competencia por el aceite, las empresas regeneradoras no tengan garantizado un suministro regular del mismo⁵.

El desarrollo de las tecnologías de regeneración se remonta a los años veinte del siglo pasado, coincidiendo casi con el inicio del uso de los aceites lubricantes. Desde entonces la tecnología ha ido evolucionando, en paralelo con el incremento en el nivel de aditivos de los lubricantes puestos en el mercado, con la finalidad de obtener aceites base de calidad similar a los de primer refino y disminuir los impactos medioambientales cau-

sados en el proceso de regeneración ⁶. Ello ha implicado un indiscutible incremento de los costes de capital en las industrias de regeneración, haciendo más relevante el papel que las economías de escala juegan en la determinación de los costes del proceso de regeneración ⁷.

En relación con la demanda de aceites base regenerados, cabe esperar que dependa, fundamentalmente, de su propio precio, del precio de los aceites base de primer refino, como sustitutivos de aquellos, y del comportamiento del consumo final de lubricantes.

La demanda de lubricantes es altamente inelástica con respecto a su propio precio debido a que su consumo es difícilmente sustituible, por lo que cabe esperar que también lo sea la demanda de aceites base, dado que su único destino es la fabricación de lubricantes. A pesar de ello, dentro de los aceites base, podríamos encontrarnos con una elevada elasticidad-precio de la demanda de bases regeneradas, con la condición de que éstas fuesen un sustitutivo perfecto de las bases de primer refino.

No obstante, existen varios factores que pueden hacer que la demanda de un *input* reciclado sea inelástica, tanto con respecto a su propio precio como con respecto al precio del *input* virgen. En concreto, los más citados en la literatura son los siguientes ⁸: i) la existencia de restricciones técnicas (estado de la tecnología) que dificulten la sustitución de *inputs* reciclados e *inputs* vírgenes a la hora de obtener productos de calidad similar; ii) la existencia de demandas segmentadas para los productos finales según sean producidos con *inputs* vírgenes o reciclados, ya que inducirá a los productores a discriminar entre los *inputs* según su origen; iii) la baja participación del *input* en los costes totales del producto final, ya que desincentiva la utilización de *inputs* reciclados como fuente de reducción de costes.

De estos factores, en el caso de las bases regeneradas cabe descartar dos, debido a que no hay obstáculos técnicos a la sustitución de *inputs* y a que la participación de las bases en los costes de fabricación de lubricantes es elevada. Por el contrario, tiene plena vigencia el factor referido a la existencia de demandas segmentadas. Ya que, si bien los aceites regenerados cumplen las mismas especificaciones y, por tanto, tienen las mismas homologaciones técnicas que los aceites de primer refino, han debido hacer frente, tradicionalmente, al *handicap* de una imagen de menor calidad, lo que ha conducido a su relegación a un segundo nivel de preferencia por parte de los demandantes. Esta circunstancia, al reducir sustancialmente la sustituibilidad entre los dos tipos de *inputs*, determinará, sin duda, que la elasticidad de la demanda de las bases regeneradas sea reducida, no solo con respecto a su propio precio sino, también, con respecto al precio de las bases de primer refino. Por ello, se precisará de la existencia de un diferencial de precios de cierta importancia que facilite la sustitución entre unas y otras bases.

En este contexto, dada la competencia existente por los aceites usados y las dificultades para la comercialización de los aceites regenerados, que obliga a venderlos a un precio inferior a los de primer refino, la actividad de regeneración puede no ser rentable económicamente, incluso tratándose de plantas de regeneración que operen con una tecnología avanzada y tengan una dimensión óptima. Sin embargo, la regeneración es defendida como la opción preferible de reutilización de los aceites usados, sobre todo, por razones me-

dioambientales. Destaca, por su trascendencia, la posición oficial adoptada por la Comunidad Europea, dado que asume que «generalmente la forma más racional de volver a utilizar los aceites usados es la regeneración, en vista de los ahorros de energía que pueden obtenerse», al tiempo que considera que «la combustión de aceites usados genera gases residuales nocivos para el medio ambiente cuando las emisiones superan determinadas concentraciones»⁹.

A partir de este estado de cosas, cabe justificar algún tipo de intervención pública en este mercado para subsanar las dificultades que impiden el desarrollo de la actividad de regeneración y garantizar así que el residuo tenga el destino final deseado.

En general, las políticas propuestas para promover el reciclaje se clasifican en dos bloques, según actúen sobre la oferta de materiales secundarios o sobre su demanda por parte de la industria¹⁰. Las primeras tratan de incentivar la oferta de materiales recuperados, desviándolos del flujo de residuos que iría a vertederos e incineradoras. Acciones de este tipo son, por ejemplo, las campañas de educación pública para promover la separación en origen o la concesión de ayudas financieras a las actividades de recuperación y reciclaje. Las segundas tienen por objeto el desarrollo de mercados para los materiales recuperados mediante, entre otras medidas, el estímulo directo de la demanda final (fijación de estándares de material reciclado en los productos y adquisición por la Administración Pública de este tipo de materiales), el restablecimiento de los precios relativos entre los materiales primarios y secundarios de acuerdo con sus costes ambientales (eliminación de subvenciones o introducción de gravámenes a las materias primas naturales) y la información y sensibilización de los consumidores.

En la literatura que se ocupa del sector de la regeneración de aceites usados es habitual la defensa de políticas de apoyo para asegurar la viabilidad de las empresas regeneradoras con una triple dimensión: la garantía de la regularidad en el suministro de los aceites usados; la garantía de una salida para los aceites regenerados producidos; y, en su caso, la concesión de ayudas para la cobertura de posibles déficits de explotación¹¹.

A la hora de analizar qué tipo de políticas son más eficaces para incrementar el reciclaje de un residuo, si las que actúan sobre la oferta o las que lo hacen sobre la demanda, debe prestarse una atención especial a la elasticidad-precio de la demanda del material secundario (Nestor, 1991). En concreto, cuando la demanda es inelástica con respecto al precio, las políticas de oferta que tengan por objeto reducir el precio de las materias recuperadas (por ejemplo, mediante la ampliación de los programas de separación y recogida selectiva de residuos) no serán eficaces para incrementar los niveles de reciclaje, por lo que deberán ser complementadas con otras políticas de estímulo de la demanda. Al respecto, los estudios empíricos sobre mercados secundarios obtienen, en general, reducidas elasticidades-precio de oferta y demanda (véase cuadro 1). Estos resultados les llevan a concluir que las políticas basadas en alterar los precios resultan ineficaces, por sí solas, a la hora de incrementar los ratios de reciclaje y a proponer otro tipo de medidas para alcanzar este objetivo¹².

Cuadro 1
Análisis sobre mercados secundarios. Resumen de resultados

Mercado	Autores	Elasticidad-precio	
		Oferta	Demanda
Papel usado	Anderson y Spiegelman (1977)	0,53	-0,08
	Gill y Lahiri (1980)	0,190	
	Edgren y Moreland (1989)	mín 0,06-máx 0,08	0
	Edwards y Pearce (1978)	0,3	
	Deadman y Turner (1981)		
	Kinkley y Lahiri (1984)	0,23	
	Nestor (1991)		-0,04 -0,12 (a)
Acero secundario	Anderson y Spiegelman (1977)	1,43 1,12 (a)	-0,64
Plomo secundario	Sigman (1995)	0,1	
Cobre secundario	Fisher, Cootner y Baily (1972)	mín 0,42-máx 0,44 mín 0,31-máx 0,32 (a)	
Aluminio secundario	Slade (1980)	0,28	
	Suslow (1986)	1,62	-2,08
	Blomberg y Hellmer (2000)	0,17	0,07

(a): Estimación de la elasticidad a largo plazo. En el resto de los casos, la elasticidad estimada es a corto plazo.

Fuente: Elaboración propia.

Como se comprueba en el cuadro citado y tal como ya se ha destacado en la introducción, no existe ningún estudio de esta naturaleza referido a los aceites lubricantes que permita confirmar o refutar el análisis que acabamos de hacer sobre el sector de la regeneración y que sirva de base al diseño de políticas para el mismo. De este modo, la estimación que se hace en la sección siguiente constituye una aportación original a este campo de estudio, hasta ahora inédito en España.

2.2. La regeneración de aceites usados en España

La evolución de las actividades de regeneración en el territorio español conoce dos etapas claramente diferenciadas, cuya delimitación temporal viene marcada por la liberalización del mercado de lubricantes que se inicia a partir de 1986. Desde los años sesenta y hasta esa fecha, bajo la regulación del Monopolio de Petróleos, se desarrolló una importante industria de regeneración que se vio fortalecida a raíz de la crisis energética de los años setenta (véase cuadro 2). Así, la oferta de aceites regenerados llegó a situarse a mediados de los ochenta por encima de las 20.000 toneladas, lo que suponía más del 7 por 100 de la oferta total de lubricantes del mercado español ¹³.

Durante esta primera etapa, las empresas de regeneración eran remuneradas por CAMPSA según un precio de adquisición de sus productos que se fijaba sobre la base de los estados de costes que estas empresas acreditaban ¹⁴. Esta circunstancia, de la máxima relevancia para entender el funcionamiento del sector en este período, permitía a las empresas

Cuadro 2
Evolución de la cantidad de aceites usados generados
y recogidos y de sus principales destinos (a)

AÑO	Aceites usados generados	Aceites usados recogidos		Aceites usados destinados a la regeneración		Aceites usados destinados a la combustión	
	Toneladas	Toneladas	% s/gener.	Toneladas	% s/recog.	Toneladas	% s/recog.
1965	80.992	12.901	15,9	12.901	100,0	—	—
1970	135.440	26.810	19,8	26.810	100,0	—	—
1975	150.468	25.597	17,0	25.597	100,0	—	—
1980	139.614	30.998	22,2	30.998	100,0	—	—
1985	152.614	35.928	23,5	35.928	100,0	—	—
1990	277.500	38.508	13,8	31.008	80,5	2.300	5,9
1991	224.500	44.584	19,8	23.098	51,8	7.228	16,2
1992	219.500	57.827	26,3	5.800	10,0	39.127	67,6
1993	186.550	60.000	32,1	1.300	2,1	55.000	91,6
1994	211.250	73.823	34,9	2.951	3,9	70.870	95,9
1995	216.500	106.528	49,2	13.848	12,9	92.679	86,9
1996	217.400	119.831	55,1	27.561	22,9	92.270	77,0
1997	225.750	134.646	59,6	28.275	20,9	103.677	76,9
1998	245.000	173.500	70,8	31.230	18,0	138.800	80,0
1999	250.450	190.000	75,8	24.086	12,6	161.500	85,0

(a) A partir de 1987 los datos de recogida se corresponden con los datos oficiales de concesión de subvenciones, pudiendo no coincidir con la recogida real llevada a cabo. La suma de los aceites usados destinados a regeneración y combustión no coincide con el total de los aceites usados recogidos porque, desde 1990, incluye la recogida temporal en centros de transferencia y, desde 1997, existe una pequeña cantidad destinada al reciclaje en productos asfálticos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Delegación del Gobierno en CAMPSA (varios años), de las Resoluciones sobre subvenciones y de información proporcionada directamente por el Ministerio de Medio Ambiente.

regeneradoras decidir su volumen de producción, dentro de los límites que tenían autorizados, en función de las ventas de aceites base que preveían realizar a las empresas de fabricación de lubricantes¹⁵. Asimismo, las restricciones existentes a la oferta de aceites de primer refinado —motivadas por la sujeción de la producción a autorización y por la restricción a las importaciones— contribuyeron a mantener un nivel de competencia reducido entre los productores de lubricantes y un nivel elevado de demanda de regenerados.

La liberalización del mercado, concretada en la liberalización interior y la apertura exterior, desató una fuerte competencia entre las compañías de lubricantes cuyo resultado fue el aumento de la oferta de aceites base y la caída de los precios. El proceso de liberalización interior¹⁶ supuso que los lubricantes industriales quedasen en régimen de distribución libre desde el 1 de enero de 1986, mientras que los aceites base —tanto procedentes del refinado de petróleo como de la regeneración de aceites usados— y los lubricantes de automoción debían mantener el régimen de distribución monopolizada hasta el 1 de enero de 1989. Asimismo, en 1986 se inició la apertura exterior del mercado de productos petrolíferos mediante la autorización de un volumen creciente de contingentes de importación, hasta su supresión total el 1 de enero de 1992.

El citado régimen transitorio de distribución monopolizada de los aceites base suponía la fijación de las cantidades máximas que cada fabricante o distribuidor estaba autorizado a comercializar, quedando en cambio liberalizadas las condiciones de venta al público y, por tanto, la fijación de márgenes y precios de venta. Tuvo vigencia, de hecho, únicamente en 1987, debido al inicial retraso en su regulación¹⁷ y al posterior adelanto en la supresión de las restricciones a la comercialización¹⁸. Así, desde 1987 dejó de aplicarse el sistema de precios de adquisición por parte de CAMPSA y las empresas de regeneración pasaron a obtener su remuneración directamente del precio de venta de sus productos; en tanto que desde 1988 quedaron suprimidos los límites cuantitativos a la producción y distribución de bases regeneradas.

Al proceso descrito de liberalización de los mercados de lubricantes se suma, en 1989, la autorización de la combustión de los aceites usados, con lo que se consuma un cambio radical en el marco de gestión de este residuo¹⁹. Las consecuencias de este nuevo marco, caracterizado por la competencia, se hacen evidentes a partir de 1992 con la «explosión» de la actividad de combustión, la práctica desaparición de la regeneración y el incremento de la recogida de aceites usados (véase cuadro 2).

Todos estos cambios se dan en un contexto en que la Administración concede subvenciones directas, primero a la regeneración y, posteriormente, desde 1990, también a la combustión de aceites usados²⁰. El importe de la subvención por kilogramo concedida a la combustión es inferior al de la regeneración, aunque la exención en el impuesto sobre hidrocarburos de que se beneficia la utilización de aceites usados como combustible constituye una subvención adicional indirecta a esta alternativa de gestión²¹.

La reactivación de la regeneración que se aprecia desde mediados de los noventa se debe principalmente a la intervención de la Generalitat de Cataluña, que estableció la obligación de que los aceites usados en esa Comunidad Autónoma fuesen recogidos y destinados a la regeneración²². Sin embargo, al término de esa década aún se destinaban a la combustión más del 80 por 100 de los aceites recogidos en España (véase cuadro 2). Porcentaje que pone de manifiesto el carácter excepcional de la intervención de Cataluña en el concierto autonómico español, junto a la insuficiencia de las medidas adoptadas por el gobierno central para hacer efectiva la prioridad de la regeneración frente a las demás alternativas de gestión de los aceites usados establecida en la legislación comunitaria²³.

Al respecto, son una constante en los trabajos de los especialistas y empresarios del sector las llamadas de atención sobre la falta de desarrollo de la regeneración en España y la reclamación de unas más decididas medidas de apoyo²⁴. El Proyecto de Ley de aceites usados que está elaborando el Ministerio de Medio Ambiente (conforme a la previsión recogida en la Ley 10/1998, de residuos) parece dar respuesta a esta reclamación, ya que, además de fijar ambiciosos objetivos de regeneración, contempla nuevas y rigurosas medidas para su consecución (como la obligatoriedad de que los lubricantes industriales puestos en el mercado contengan un porcentaje de bases regeneradas)²⁵. En el mismo sentido incide la nueva Directiva comunitaria sobre incineración de residuos, en la que se establecen condiciones más estrictas para el uso de los aceites usados como fuel²⁶.

3. Una aplicación para el caso español

En esta sección se lleva a cabo el análisis econométrico de la estructura del mercado español de los aceites base regenerados. El objetivo concreto se centra en especificar y estimar las funciones de oferta y demanda. El disponer de esta información parece de suma importancia para poder discutir sobre la mayor o menor eficacia de los instrumentos con los que cuenta la Administración pública para intervenir en este mercado. En el primer apartado se comentan una serie de cuestiones relevantes que afectan a la especificación de estas dos funciones. La estimación de ambas para el caso español, y con datos correspondientes al período 1965-1999, se presenta en el apartado segundo.

3.1. Especificación de las funciones de oferta y demanda

La revisión de la literatura económica sobre mercados secundarios, citada en la introducción, permite concluir que las variables más frecuentemente incluidas en la especificación de la función de oferta de materiales secundarios son el precio de los materiales secundarios, el precio de los residuos y su accesibilidad, la tecnología de recuperación de los residuos, la regulación medioambiental y, en algún caso, el precio del correspondiente material primario. Con respecto a la función de demanda, las variables habitualmente consideradas son el precio de los materiales secundarios, el precio de los materiales primarios sustitutivos, el nivel de actividad económica y el estado de la tecnología de procesamiento de materiales secundarios.

Sobre la base de esta revisión de la literatura especializada y del estudio del sector de la regeneración en España presentado en la sección anterior, proponemos las especificaciones que a continuación se comentan.

a) *La función de oferta de aceites regenerados*

La función de oferta propuesta para el caso de los aceites base regenerados se corresponde con la ecuación:

$$QARS = f(PARS, PAU, TEC) \quad [1]$$

Donde $QARS$ es la cantidad de aceites base regenerados producidos; $PARS$, el precio de los aceites base regenerados percibido por los productores, o precio antes de impuestos; PAU , el coste de los aceites usados que se utilizan como materia prima en la regeneración, y TEC , la tecnología utilizada en el proceso. El signo esperado de la derivada parcial de la función de oferta respecto de las variables $PARS$ y TEC es positivo, mientras que es negativo en el caso de PAU .

El análisis del marco institucional en que se ha desarrollado el sector permite anticipar que la función de oferta se verá influida por el proceso de liberalización del mercado de lubricantes iniciado en 1986. Este cambio de marco se hace especialmente evidente en 1987, en que se modifica la forma de fijación del precio percibido por las empresas de regeneración. Asimismo, destaca la autorización de la combustión de los aceites usados en 1989, que

incide sobre la disponibilidad de esta materia prima para la industria de la regeneración. Finalmente, también deberá tenerse en cuenta que la implantación en Cataluña de un nuevo marco de actuación para la gestión de aceites usados, que favorece la regeneración, permite explicar la recuperación de los niveles de actividad en los últimos años.

b) *La función de demanda de aceites regenerados*

La demanda de aceites base regenerados que tomamos como referencia se concreta en la ecuación:

$$QARD = g(PARD, Df, CL) \quad [2]$$

Donde $QARD$ es la cantidad de aceites base regenerados demandados; $PARD$, el precio de los aceites base regenerados pagado por sus consumidores, impuestos incluidos; Df , el diferencial de precio con respecto a las bases de primer refino, y CL , el consumo de lubricantes. El signo esperado de la derivada parcial de la función de demanda respecto de la variable $PARD$ es negativo, mientras que es positivo respecto de la variable Df , como factor que ha podido incentivar el consumo de bases regeneradas, y de la variable CL , como medida de la intensidad de la demanda. La única variable no incorporada, en relación con las contempladas habitualmente en la literatura de aplicación, es el estado de la tecnología, debido a que la utilización de aceites base regenerados como *input* para la producción de lubricantes no requiere de una tecnología específica distinta de la requerida por los aceites base de primer refino.

De nuevo, el análisis del marco institucional en que ha operado el sector permite suponer que el proceso de liberalización del mercado de lubricantes habrá afectado a la demanda de aceites regenerados. Este efecto cabe atribuirlo a que las restricciones existentes a la oferta de aceites de primer refino, hasta la liberalización del mercado, podrían haber contribuido a sostener artificialmente la demanda de aceites regenerados. En tal caso, la eliminación de dichas restricciones, de forma progresiva a partir de 1986, habría puesto de manifiesto las preferencias reales de los consumidores por los aceites regenerados y los de primer refino.

3.2. Resultados de la estimación

En la estimación del modelo especificado en el apartado anterior, la variable precio de los aceites regenerados se ha tratado como exógena al modelo, puesto que se determina aplicando un descuento al precio del aceite de primer refino. Esta circunstancia reduce el número de variables endógenas a una: el nivel de actividad de la industria regeneradora, el cual se intenta explicar, de forma separada, desde la perspectiva de la función de oferta [1] y de la demanda [2], incorporando además los factores institucionales identificados como relevantes.

El período muestral, como ya se ha dicho, comprende los años 1965 a 1999. La naturaleza de los datos utilizados en la aplicación es diversa. Algunos de ellos, tal como se pone de manifiesto en el Apéndice de fuentes estadísticas, provienen de fuentes oficiales que ha sido necesario procesar previamente²⁷, mientras que otros tienen su origen en las propias empresas del sector²⁸ y han sido elaborados específicamente para este trabajo.

a) *Estimación de la función de oferta de aceites regenerados*

Como es habitual en los trabajos de aplicación, la forma funcional propuesta inicialmente para la ecuación [1] es lineal. Este supuesto se mantendrá en tanto la evidencia empírica lo permita.

El análisis del orden de integración indica que todas las variables son $I(1)$, a excepción de la variable *TEC* que resulta ser estacionaria. El contraste de Engle-Granger confirma la estacionariedad de los residuos de la ecuación de cointegración y el de la traza de Johansen la existencia de una única relación de cointegración, tal como se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3
Resultados de la estimación de la función de oferta

Orden de integración: Estadístico DFA			
Variable	I(1)/I(0)	I(2)/I(1)	Conclusión
QARS	-0,61	-4,33	I(1)
PARS	-3,7	-6,33	I(1)
TEC	-2,07	-6,01	I(0)
DAU	-3,03	-8,72	I(1)

Contraste	Estadístico	Punto crítico/P-valor (significación 5%)
Engle-Granger	-4,18	-3,75
Johansen	r = 0 74,31	0,00
VAR (k=3)	r ≤ 1 0,83	0,99
	r ≤ 2 0,21	0,74

Estimación del modelo final			
Variable	Coefficiente estimado	t de Student/ Estadístico	P-valor
PARS	-142,43	-11,89	0,00
DPARS	558,26	6,56	0,00
L	-29.880,30	-6,71	0,00
TEC	192,68	11,89	0,00
DAU	133,17	10,21	0,00
NMC	-106,28	-5,30	0,00
MA	11.997,10	10,53	0,00
FAM	-4881,15	-2,82	0,01
F _{AV}		75,21	0,00
DW		1,61	[0,03; 0,63]
Breusch-Godfrey LM: AR/MA1 $\sim\chi^2$ (1)		0,94	0,33
Breusch-Pagan $\sim\chi^2$ (0,05, k-1) = 12,6		6,40	0,60
Test de Jarque-Bera $\sim\chi^2$ (2)		0,72	0,69
RESET		0,06	0,80
R ² (corregido)		0,93	

Los resultados de la estimación de la función simple de oferta especificada en [1] revelan carencias relacionadas con problemas de ruptura estructural, apuntando al año 1987 como punto de cambio. En consecuencia, se ha re-especificado esa función introduciendo los distintos factores institucionales que, creemos, han intervenido sobre el mercado. Por otra parte, se ha sustituido la variable *PAU* por un índice de disponibilidad de los aceites usados (*DAU*, detallado más adelante). Este cambio está motivado por los indicios de endogeneidad apreciados en la primera variable²⁹, lo que se compadece bien con el hecho de que, durante la mayor parte del período estudiado, la regeneración fuese la única salida para los aceites usados recogidos; además, los directivos y técnicos del sector consultados, confirman que la disponibilidad de aceites usados ha sido habitualmente un factor clave que ha condicionado el nivel de actividad de la industria de la regeneración.

En definitiva, los nuevos regresores introducidos han sido:

DPARS: variable ficticia, de tipo multiplicativo con *PARS*, que refleja el cambio en la determinación del precio de los aceites base regenerados tras su liberalización en 1987, momento hasta el cual toma el valor cero.

L: variable ficticia aditiva que recoge el mismo efecto anterior, con valor uno a partir de 1987.

DAU: disponibilidad de los aceites usados, obtenida como cantidad de aceites usados recogida en relación con la capacidad de gestión instalada (regeneración y combustión).

NMC: variable ficticia, de tipo multiplicativo con *DAU*, que recoge la permisividad de la normativa medioambiental con respecto a la combustión. Es distinta de cero a partir de 1992, año en el que se aprecian nuevos síntomas de ruptura estructural.

MA: variable ficticia aditiva que recoge el nuevo marco de actuación adoptado por la Generalitat de Cataluña para la gestión de aceites usados, con valor uno a partir de 1996.

FAM: variable ficticia aditiva que introduce el cese de la actividad, en 1999 y por motivos ajenos al mercado (cambio de localización), de una de las dos empresas que operaban en el sector.

Los principales resultados de la estimación se presentan en el ya citado cuadro 3. Hasta 1986 el coeficiente de la variable precio es negativo, lo que puede interpretarse como una manifestación del ajuste de la oferta a la demanda. La razón de esta anomalía se encuentra, como ya se ha dicho, en que, durante la etapa del Monopolio, las empresas de regeneración eran remuneradas por CAMPSA según sus costes de explotación, por lo que fijaban el volumen de producción de aceites en función de las ventas que podían realizar a las empresas de fabricación de lubricantes. El precio de los aceites afectaba a la cantidad ofrecida sólo indirectamente, a través de su efecto sobre la cantidad demandada, lo que explica el signo negativo obtenido para el coeficiente. A partir de 1987 el efecto de esta variable se corresponde con la suma del coeficiente de las variables *PARS* y *DPARS*, y su signo se hace positivo tal como cabe esperar en un mercado competitivo. Para este último período se obtiene una elasticidad precio, en el punto de medias muestrales, de 1,33.

Si se atiende al coeficiente estimado asociado a L , se completa la evidencia sobre el cambio radical habido en la estructura de la función de oferta a partir de 1987. En este caso, se trata de un ajuste en la escala de la función de oferta, producido al mismo tiempo que el coeficiente asociado a la variable precio cambia de signo.

El coeficiente estimado asociado a la variable TEC es positivo, corroborando el supuesto de que la utilización de una tecnología avanzada constituye un factor fundamental para el desarrollo de la regeneración.

El signo positivo del coeficiente estimado asociado a la variable DAU indica que el incremento en la competencia por los aceites usados perjudica la regeneración. Esta competencia se intensifica cuando la normativa medioambiental permite la combustión de los aceites, tal como se refleja en el signo negativo obtenido para el coeficiente que acompaña a la variable NMC .

El coeficiente asociado a la variable MA presenta signo positivo, evidenciando la mejora en las condiciones derivadas del nuevo marco legal promulgado por la Generalitat de Cataluña para la gestión de los aceites usados en su Comunidad.

El coeficiente estimado asociado a la variable FAM presenta signo negativo, reflejando la caída en el volumen de la producción de aceites regenerados debido al desmantelamiento de una de las dos empresas que operaban en el sector.

b) *Estimación de la función de demanda de aceites regenerados*

Al igual que antes, la forma funcional propuesta para la estimación de la ecuación [2] es lineal. El análisis del orden de integración indica que todas las variables en la ecuación de demanda son $I(1)$. El contraste de Engle-Granger confirma la estacionariedad de los residuos de la ecuación de cointegración y según el contraste de Johansen se acepta $r = 1$ y, por tanto, la existencia de una única relación de cointegración, tal como se indica en el cuadro 4.

Los resultados obtenidos en la estimación inicial de la ecuación [2] son, como ocurría con la función de oferta, insatisfactorios. El test de Chow indica que uno de los principales defectos en esa especificación es la omisión del entorno institucional en el que opera el mercado, entorno que introducimos a través de las siguientes variables:

LI : variable ficticia aditiva que recoge el cambio operado en la demanda de aceites regenerados como consecuencia de la liberalización interior de la producción de aceites base (supresión de límites de cantidad). Esta variable toma valor uno a partir de 1988.

LE : variable ficticia aditiva que recoge el cambio operado en la demanda de aceites regenerados como consecuencia de la liberalización exterior del mercado de lubricantes (supresión de contingentes de importación), y que toma valor uno a partir de 1992.

En el cuadro 4 puede observarse que el coeficiente estimado de todas las variables usadas presenta un elevado nivel de significatividad y el signo es el esperado.

Cuadro 4
Resultados de la estimación de la función de demanda

Orden de integración: Estadístico DFA			
Variable	I(1)/I(0)	I(2)/I(1)	Conclusión
QARD	-0,61	-4,33	I(1)
PARD	-1,98	-5,71	I(1)
CL	-1,59	-4,43	I(1)
Contrastes para el análisis de cointegración			
Contraste	Estadístico		Punto crítico/P-valor (significación 5%)
Engle-Granger	-3,84		-3,75
Johansen	r = 0	28,72	0,01
VAR (k=3)	r ≤ 1	7,68	0,97
Estimación del modelo final			
Variable	Coefficiente estimado	t de Student/ Estadístico	P-valor
PARD	-62,71	-7,44	0,00
Df	483,81	7,25	0,00
CL	0,04	13,24	0,00
LI	-8.292,08	-5,84	0,00
LE	-10.668,00	-11,03	0,00
F _{AV}		155,11	0,00
DW		2,01	[0,22;0,80]
Breusch-Godfrey LM: AR/MA1 $\sim\chi^2$ (1)		0,04	0,82
Breusch-Pagan $\sim\chi^2$ (k-1)		8,55	0,12
Test de Jarque-Bera $\sim\chi^2$ (2)		1,61	0,44
RESET		3,26	0,08
R ² (corregido)		0,94	

El coeficiente estimado asociado a la variable *PARD* tiene signo negativo. En este caso, a diferencia de lo que ocurría con la función de oferta, la liberalización del mercado no introduce cambios de comportamiento en los agentes. El valor estimado para la elasticidad-precio, correspondiente a la media muestral, es de 0,39; confirmando la hipótesis de inelasticidad de la demanda defendida en la sección 2.

El signo correspondiente a la variable *Df* presenta un nivel de significatividad superior al del propio precio de los aceites regenerados y signo positivo, reflejo de que el descuento con respecto al precio de los aceites de primer refino ha sido un factor importante en la demanda de los aceites regenerados. No obstante, la elasticidad de la demanda con relación al diferencial de precio, tomada en la media muestral, es de 0,57, por lo que la demanda es también inelástica. Este resultado confirma la menor preferencia por las bases regeneradas frente a las de primer refino.

El coeficiente de la variable CL presenta el esperado signo positivo, lo que corrobora que el crecimiento del consumo final de lubricantes influye positivamente en la demanda de bases regeneradas.

El coeficiente estimado asociado a la variable LI tiene signo negativo, reflejo del debilitamiento en la demanda de aceites regenerados cuando se eliminan las restricciones a la producción interior de aceites base. En igual sentido apunta la estimación del coeficiente asociado a la variable ficticia LE . Así, la liberalización exterior tuvo un efecto negativo sobre el mercado estudiado en la medida que, ante una mayor oferta de aceites base, se crearon más dificultades para la comercialización de los regenerados.

4. Conclusiones

Según los resultados obtenidos, tras la liberalización del mercado la función de oferta de aceites regenerados se ha hecho elástica con respecto al precio, con un valor de la elasticidad-precio en el punto de medias muestrales de 1,33. Asimismo, la utilización por los regeneradores de una tecnología avanzada y la disponibilidad de aceites usados parecen factores fundamentales en las decisiones de oferta. Por otro lado, la función de demanda de aceites regenerados resulta ser inelástica con respecto al precio, con un valor de la elasticidad-precio en el punto de medias muestrales de 0,39. Lo mismo ocurre respecto al diferencial del precio entre las bases regeneradas y las bases de primer refino, ya que la elasticidad estimada en este caso es de 0,57.

En el contexto de los estudios empíricos sobre mercados secundarios, los resultados obtenidos para la función de oferta de los aceites base regenerados son, junto a los obtenidos para el acero o el aluminio, de los pocos que indican la existencia de elasticidades elevadas. Por el contrario, la reducida elasticidad de la demanda entronca con la obtenida en la generalidad de los estudios realizados, excepción hecha del caso del aluminio.

La teoría sobre mercados secundarios señala que la elasticidad-precio de la demanda es el factor determinante del tipo de políticas que son más eficaces para incrementar el reciclaje de un residuo. En el caso de los aceites base regenerados, al haberse obtenido un valor reducido para dicha elasticidad, el énfasis para conseguir un mayor desarrollo de la regeneración debería ponerse en las políticas de estímulo a la demanda distintas de las que inciden sobre el precio. No obstante, dado que el precio en el mercado de los regenerados siempre se fija en relación con el precio del mercado de primer refino, resulta más significativo valorar la elasticidad de la demanda respecto al diferencial de precios. De nuevo en este caso se ha constatado la inelasticidad de la demanda, reflejo de la menor preferencia por las bases regeneradas frente a las de primer refino, lo que indica la necesidad de aplicar políticas adicionales a las dirigidas a ampliar dicho descuento.

En este sentido, cabe indicar que la puesta en marcha de campañas de información y sensibilización pública, acompañadas de la implantación de etiquetas ecológicas para los lubricantes fabricados a partir de la regeneración, o de símbolos distintivos como producto reciclado, podrían permitir que, a largo plazo, creciese la demanda de aceites regenerados, como

ya ha ocurrido con otros productos secundarios (caso del papel). Su conveniencia estriba en que, aunque las principales certificaciones de aceites lubricantes garantizan la similitud de características entre aceites regenerados y de primer refinado, la concienciación pública sigue siendo una tarea pendiente. La demanda por parte de la Administración Pública para su propio uso o la obligatoriedad de que los lubricantes puestos en el mercado contengan un porcentaje mínimo de bases regeneradas (tal como prevé el Proyecto de Ley de aceites usados que está elaborando el Ministerio de Medio Ambiente) contribuirían también, y de modo más inmediato, a la misma finalidad.

Al mismo tiempo, deberían articularse políticas que den solución a los problemas que condicionan la expansión de la oferta. Dado que la oferta ha resultado ser elástica con respecto al precio, la concesión de subvenciones a la industria de la regeneración será un instrumento eficaz para potenciar el incremento de su nivel de actividad, además de —en primer lugar— contribuir a evitar su desaparición mediante la cobertura de los posibles déficits de explotación.

Asimismo, los resultados obtenidos permiten proponer otras políticas de fomento de las actividades de regeneración. En este sentido operarán aquellas medidas que, al favorecer la canalización de los aceites usados hacia la regeneración frente a otros usos, faciliten la disponibilidad del residuo como *input* para esta industria. De modo singular cabe citar el establecimiento de regulaciones más estrictas sobre el empleo de ese residuo como fuel (tal como prevé la nueva Directiva comunitaria sobre incineración de residuos), ya que si se encarece su proceso de transformación en combustible, se facilitará el destino de los aceites usados hacia la regeneración. Por el contrario, la exención en el impuesto especial sobre hidrocarburos, de la que disfruta actualmente la combustión de los aceites usados (y que está previsto por la Comunidad Europea que se prolongue hasta 2006), está favoreciendo su utilización como fuel. Lo mismo puede decirse de los incentivos que la política tarifaria del sector eléctrico genera respecto de la valorización energética de los aceites para producción de electricidad. Finalmente, cabría avanzar en la cooperación administrativa, incluso supranacional, al objeto de conseguir el tamaño adecuado de las plantas de regeneración para aprovechar las economías de escala y asegurar la oferta a largo plazo de aceites usados para su regeneración.

Apéndice de fuentes estadísticas

Cantidad de aceites base regenerados producidos (QARS): hasta 1987 los datos proceden de las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA, excepto de 1970 a 1973 en que se obtienen de las Memorias de CAMPSA; desde 1988 hasta 1992 se toman de las Resoluciones ministeriales de concesión de subvenciones; en 1993, en que no se concedieron subvenciones, se adopta la cantidad regenerada por PETROLEV, única empresa operante en ese momento; y desde 1994 se corresponden con la información proporcionada directamente por el Ministerio de Medio Ambiente en relación con la concesión de las subvenciones. Dado que los datos sobre concesión de subvenciones se refieren a la cantidad de aceites usados cuyo destino es la regeneración y que la conversión de aceites usados en aceites base re-

generados conlleva importantes pérdidas de volumen, se ha estimado la cantidad de estos últimos aplicando un factor de conversión de 0,6, de acuerdo con las recomendaciones de los técnicos del sector en España.

Cantidad de aceites base regenerados demandados (QARD): la cantidad demandada coincide con la cantidad de aceites regenerados producidos a excepción del último período, a partir de 1995, en que CATOR destina, aproximadamente, un 40 por 100 parte de su producción a la exportación.

Consumo de lubricantes (CL): para el período 1965-1987 los datos proceden de las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA y Memorias de CAMPSA; en los años 1988-1990, de la Subdirección General de Hidrocarburos de la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Economía; y en el período 1991-1999, de ASELUBE.

Diferencial de precios (Df): esta variable se define como porcentaje del descuento aplicado al precio de los aceites base regenerados con respecto al precio de los de primer refino. En el período 1965-1986 los datos se obtienen de las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA; en 1990 se toman del trabajo de Lohof (1991); en el período 1996-1999 se corresponden con el descuento medio que declaran haber aplicado las empresas del sector; en los períodos 1987-1989 y 1991-1995 se han estimado teniendo en cuenta el diferencial de los años del entorno de cada período junto con la evolución del nivel de precios de las bases de primer refino y, además, en 1987 y 1988, la diferenciación en el tratamiento impositivo de unas y otras bases.

Disponibilidad de los aceites usados (DAU): esta variable se define como porcentaje de aceites usados recogidos en relación con la capacidad instalada para regeneración y valorización energética. La información sobre la capacidad de las empresas de regeneración ha sido obtenida, hasta 1986, de fuentes oficiales sobre la producción autorizada, y desde entonces directamente de las empresas del sector; la relativa a la capacidad de valorización energética para producción de electricidad ha sido facilitada por las empresas SOGECAR y Grupo Befesa.

Precios de los aceites base regenerados, antes y después de impuestos (PARS y PARD): durante el período 1965-1986 proceden de las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA; en el período 1987-1999 constituyen una estimación obtenida a partir de los precios de aceites base de primer refino proporcionados directamente por REPSOL (hasta 1991) y por ICIS-LOR (Independent Commodity Information Services-London Oil Reports), aplicando el diferencial de precios señalado anteriormente. Los impuestos tomados en consideración han sido el Impuesto Especial sobre Hidrocarburos, hasta 1992, y desde 1986 el Impuesto sobre el Valor Añadido.

Precio de los aceites usados (PAU): hasta 1993, precio de los aceites usados destinados a la regeneración según información facilitada por Flores e Hijos, S.A., recogedor de aceites usados minerales de automoción autorizado por la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional de la Comunidad Autónoma de Madrid; en el período 1994-99, precio de los aceites usados destinados a la combustión, según información facilitada por Áridos Lige-

ros, S.A., gestor de residuos peligrosos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Tecnología (TEC): esta variable se define como un índice del estado relativo de la tecnología de regeneración utilizada por las empresas que operan en España, tomando como elemento de referencia la mejor tecnología disponible en cada momento. Ha sido calculado por los autores del trabajo atendiendo a la opinión de los expertos sobre los rendimientos del proceso, al consumo de materias auxiliares y a los residuos generados. Su valor se obtiene a partir de los índices atribuidos para cada año a la tecnología tradicional y a las nuevas tecnologías, ponderados según la participación, en ese año, de cada tecnología en la capacidad instalada total (véase Arner, 2002, para más detalles).

Notas

1. Se habla de aceites usados para referirse a todos los aceites industriales o lubricantes, con base mineral o sintética, que se han vuelto inadecuados para el uso al que inicialmente estaban destinados (motores de combustión, sistemas de transmisión, turbinas, sistemas hidráulicos, etc.).
2. Los aceites base, tanto si provienen del refinado del petróleo como de la regeneración de los aceites usados, constituyen la materia prima principal en la fabricación de aceites industriales o lubricantes. En este proceso de fabricación se mezclan con los aditivos requeridos para alcanzar los niveles de calidad y prestaciones que les son exigidos en función del uso al que, en cada caso, vayan destinados.
3. Se entiende por combustión la utilización de los aceites usados como combustible con la finalidad de aprovechar el calor producido; lo que también se conoce como valorización energética.
4. El Ministerio de Medio Ambiente español está elaborando un proyecto de ley de aceites usados con exigentes objetivos de recogida y regeneración.
5. Según el informe de Coopers & Lybrand (1997), el principal obstáculo para la regeneración es la menor rentabilidad de este proceso en comparación con la combustión, de forma que los recogedores de aceites usados consiguen precios más elevados por los aceites que venden a las cementeras y a otras empresas que los utilizan como fuel, que por los aceites que venden a las empresas de regeneración. El informe de Taylor Nelson Sofres Consulting (2001), ahonda en esta misma línea, al señalar que, excepto en el caso de las empresas regeneradoras de gran capacidad, una empresa de regeneración no puede competir con los procesadores de los aceites usados para su combustión, ya que el precio máximo que la planta puede pagar por los aceites usados (entre 25 y 100 Euros/tonelada, dependiendo del país) no es suficiente para cubrir los costes de recogida, mientras que los procesadores de los aceites usados para su combustión pueden pagar precios superiores (entre 40 y 120 Euros/tonelada, según países).
6. La tecnología tradicional de regeneración por ácido sulfúrico y tierras absorbentes (proceso Meinken), debido a su reducido rendimiento y elevado impacto ambiental, ha dado paso a otros procesos: proceso de regeneración por desasfaltado térmico, con terminación por tierras o hidrogenación (proceso TDA); proceso de regeneración por extracción con propano y terminación por tierras (proceso Interline); proceso por destilaciones *flash* sucesivas y tratamiento final con reactivos (proceso VAXON); y procesos de destilación a alto vacío e hidrogenación (procesos KTI, Mohawk, etc.), que resultan los más sofisticados en la actualidad.
7. Según Taylor Nelson Sofres Consulting (2001), el incremento de los costes de capital experimentado a lo largo de este proceso de innovación tecnológica se estima que llega al 75 por 100 respecto de su inicio, de modo que actualmente los costes fijos representan entre un 55 por 100 y un 80 por 100 de los costes totales dependiendo de la tecnología utilizada. Según el informe de Coopers & Lybrand (1997) el coste de capital (depreciación y costes financieros) para una planta de regeneración *standard* es de un 51 por 100 de los cos-

tes totales. Por otra parte, en este mismo informe se estima una escala mínima eficiente de entre 60.000 (proceso TDA) y 80.000 (proceso KTI) toneladas de aceites usados para que la regeneración resulte competitiva; en tanto que Angulo (1997) señala una capacidad mínima de planta de 25.000 toneladas de aceites usados (proceso Interline).

8. Sobre la teoría de los mercados secundarios en relación con esta cuestión, véase Nestor (1991).
9. Preámbulo de la Directiva 87/101/CEE, de 22 de diciembre de 1986, por la que se modifica la Directiva 75/439/CEE relativa a la gestión de aceites usados. Al respecto, es importante el dato de que el consumo de energía primaria necesario para obtener una tonelada de aceite base mediante la regeneración es una tercera parte del requerido en el proceso de primer refinado (Environmental Protection Agency, 1989). Este dato se complementa con el aportado por Regidor (1999) para el caso español, en el sentido de que la regeneración permite unos ahorros directos o indirectos de materias primas muy superiores a los que permite el proceso de valorización energética de los aceites usados. Por otra parte, una amplia revisión de los estudios de análisis de ciclo de vida aplicados a la regeneración y a la combustión, realizada por Taylor Nelson Sofres Consulting (2001) y auspiciada por la Comisión Europea, confirma que las ventajas medioambientales de la regeneración son indiscutibles siempre que la combustión sustituya a combustibles no fósiles; mientras que si sustituye a combustibles fósiles los resultados no son concluyentes, ya que dependen del impacto ambiental tomado en consideración.
10. Sobre las políticas que se proponen, pueden verse: Ruston y Dresser (1989), Bartone (1990), Sutherland (1992), Young y Sachs (1995) y Department of Trade and Industry (1999).
11. Véase Lohof (1991), Jarmin (1993) y Taylor Nelson Sofres Consulting (2001).
12. Sólo se encuentran elasticidades-precio de la demanda superiores a la unidad para el aluminio.
13. La conversión de aceites usados en aceites base regenerados conlleva una pérdida de volumen que los técnicos del sector coinciden en cifrar en el 40 por 100 en el caso de las tecnologías aplicadas en España hasta final de los noventa.
14. Véase convenio de 31 de octubre de 1962, formalizado entre CAMPSA y Olivol S. L., para la recogida y regeneración de aceites usados. También, convenio de 27 de junio de 1963, formalizado entre CAMPSA y Ulibarri S. A., para la recogida, regeneración y distribución de aceites usados.
15. Con carácter general, CAMPSA adquiriría los productos de las refinerías, en la cuantía que el Gobierno señalaba y a unos precios prefijados, para su posterior distribución (Santamaría, 1988). No obstante, el Reglamento para la venta de aceites minerales y otros productos de origen petrolífero de 1963 (B.O.E. de 23 y 24 de agosto de 1963, núms. 202 y 203) permitía que la distribución y venta de aceites lubricantes se hiciese directamente por las empresas productoras a los precios de distribución fijados por el Gobierno, siempre que hubiesen sido nombradas agentes de ventas por CAMPSA. Esta última fue precisamente la práctica habitual en el sector de la regeneración.
16. Puesto en marcha con el Real Decreto-Ley 5/1985, de adaptación del Monopolio de Petróleos.
17. Real Decreto 2644/1986, de 30 de diciembre, que regula la fabricación, distribución y venta de aceites base y lubricantes de automoción.
18. Según fuentes del sector consultadas, la liberalización de la comercialización de aceites base y de lubricantes de automoción se anticipó, de hecho, a 1988 mediante la ampliación de las cantidades autorizadas; lo que tiene su reflejo inmediato en la evolución de las cifras de consumo interior y de comercio exterior.
19. Orden de 28 de febrero de 1989, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, por la que se regula la gestión de los aceites usados.
20. Orden de 30 de noviembre de 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, por la que se establecen las bases para la concesión de subvenciones a las empresas que durante 1988 se hubiesen dedicado a la reutilización de aceites usados. Esta convocatoria de subvenciones se renueva anualmente, fijándose las nuevas condiciones para su concesión.
21. Esta exención, contemplada en el artículo 51.4 de la Ley 38/1992, de Impuestos Especiales, entró en vigor el 1 de enero de 1995.

22. Ley 6/1993, de 15 de julio, de la Generalitat de Cataluña, reguladora de residuos. Para hacer posible la aplicación de esta Ley se constituyó una empresa dedicada a la recogida y regeneración de los aceites usados de Cataluña (CATOR), que inició la producción de regenerados en 1995.
23. Véase la ya citada Directiva 75/439/CEE, de 16 de junio, relativa a la gestión de aceites usados, modificada por la Directiva 87/101/CEE, de 22 de diciembre de 1986, en cuyo artículo 3, apartado 1, se dice: «cuando los condicionantes de orden técnico, económico y de organización lo permitan, los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para dar prioridad al tratamiento de los aceites usados por regeneración». Entre las medidas adoptadas por el Gobierno español en el periodo estudiado en este trabajo sólo cabe destacar el citado trato favorable a la regeneración en materia de subvenciones. Más recientemente, desde 2000 (Orden de 16 de junio de 2000, del Ministerio de Medio Ambiente), se ha ido más allá y se han suprimido las subvenciones directas al proceso de combustión (aunque esta actividad se sigue beneficiando de las subvenciones a la recogida, transporte, almacenamiento, análisis y tratamiento de descontaminación de los aceites).
24. Pueden verse como trabajos más representativos a este respecto: Gómez-Miñana (1993), Angulo (2001 y 2002), Martín Pantoja (2002) y Suárez (2002), así como la página web de la Asociación Española de Regeneradores de Aceites Minerales Usados —AERAMU (2003)—.
25. Este proyecto se inspiraba en las líneas de actuación propuestas por la Comisión Europea para incluir en la nueva revisión de la Directiva sobre gestión de aceites usados que se estaba llevando a cabo. Sin embargo, esta revisión parece haber sufrido una paralización como consecuencia de la insuficiente «presión política» a favor (Olazábal, 2000) y de la oposición del sector de fabricación de lubricantes (véase, a modo de ejemplo, ASELUBE, 2002, p. 17-18).
26. Directiva 2000/76/CE, de 4 de diciembre de 2000, sobre incineración de residuos, cuya implantación está prevista en 2003 para las nuevas plantas y en 2005 para las antiguas.
27. Órdenes Ministeriales, Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA y Memorias de CAMPSA, fundamentalmente.
28. Memorias de las empresas y, sobre todo, información facilitada directamente por directivos y técnicos de las mismas.
29. Los citados indicios consisten en la obtención de un signo positivo para el coeficiente de la variable precio.

Referencias

- AERAMU (2003), Información de la Asociación Española de Regeneradores de Aceites Minerales Usados (<http://www.aeramu.com/noticias>).
- Anderson, R. C. y R. D. Spiegelman (1977), “Tax policy and secondary material use”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 4: 62-82.
- Angulo, J. (1997), “Problemática de los aceites usados: reutilización y destrucción”, en J. L. Bueno, H. Sastre y A. G. Lavin (eds.), *Contaminación e Ingeniería Ambiental*, tomo IV, Oviedo: Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología, 253-267.
- Angulo, J. (2001), “Sistemas de Recuperación. Regeneración de aceites usados: Proceso Interliner-Sener”, Ponencia presentada al *Seminario sobre gestión de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados, neumáticos y baterías*, Madrid: Club Español de los Residuos.
- Angulo, J. (2002), “Modelos de regeneración en España (II). ECOLUBE”, Ponencia presentada al *Seminario Internacional sobre Recuperación de Aceites Usados*, Madrid: Club Español de los Residuos.

- Angulo, J., J. Fernández de las Heras y J. L. Martín Pantoja (1996), "La regeneración de aceites usados: un proceso viable", *Ingeniería Química*, enero: 173-176.
- Arner, A. (2002), *Las políticas para promover el reciclaje: el caso de los aceites usados. Aplicación a España en el período de 1965 a 1999*, Tesis Doctoral, Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- ASELUBE (varios años), *Memoria de Actividades*, Madrid: Asociación Española de Lubricantes.
- Bartone, C. (1990), "Economic and policy issues in resource recovery from municipal solid waste", *Resources, Conservation and Recycling*, 4: 7-23.
- Blomberg, J. y S. Hellmer (2000), "Short-run demand and supply elasticities in the West European market for secondary aluminium", *Resources Policy*, 26: 39-50.
- Calcott, P. y M. Walls (2000), "Can downstream waste disposal policies encourage upstream 'design for environment'?", *American Economic Review*, vol. 90, Iss:2, May: 233-236.
- Calcott, P. y M. Walls (2002), *Waste, Recycling, and Design for Environment: Roles for Markets and Policy Instruments*, Discussion Paper, Washington, DC: Resources for the Future.
- CAMPSA (varios años), *Informe Anual*, Madrid: Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos.
- Coopers & Lybrand (1997), *Economics of Waste Oils Regeneration*, Informe para la D.G. XI de la Comisión Europea, La Haya.
- Deadman, D. y K. Turner (1981), "Modelling the supply of Wastepaper", *Journal of Environmental Economics and Management*, 8: 100-103.
- Delegación del Gobierno en CAMPSA (varios años), *Memoria*, Madrid: Ministerio de Economía y Hacienda.
- Department of Trade and Industry (1999), *Developing markets for recycled materials*, Report, Londres: Department of Trade and Industry / AEA Technology.
- Dinan, T. (1993), "Economic efficiency effects of alternative policies for reducing waste disposal", *Journal of Environmental Economics and Management*, 25: 242-256.
- Edgren, J. A. y K. W. Moreland (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*, diciembre: 242-248.
- Environmental Protection Agency (1989), *How to set up a local program to recycle used oil*, Report, Washington, DC.
- Fisher, F. M., P. H. Cootner y M. N. Baily (1972), "An econometric model of the world copper industry", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 3: 568-609.
- Fullerton, D. y T. Kinnaman (1995), "Garbage, recycling, and illicit burning or dumping", *Journal of Environmental Economics and Management*, 29: 78-91.
- Gill, G. y K. Lahiri (1980), "An econometric model of wastepaper recycling in the USA", *Resources Policy*, diciembre: 320-325.
- Gómez-Miñana, J. A. (1993), "Los aceites usados. ¿Quién tiene la culpa de que se quemen?", *Revista Técnica de Medio Ambiente*, 34: 17-22.

- Jarmin, A. (1993), "HHW: Used oil collection/recycling", Ponencia presentada al *II Waste with Care Conference*, U.K.
- 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.
- Martín Pantoja, J. L. (2002), "La recuperación de aceites usados en España", *Ingeniería Química*, 389: 138-142.
- Miedema, A. K. (1983), "Fundamental economics comparisons of solid waste policy options", *Resources and Energy*, 5: 21-43.
- Nestor, D. V. (1991), *Increasing the rate of recycling when demand is price-inelastic: a case study of the market for old newspapers*, Tesis Doctoral, Knoxville: Universidad de Tennessee.
- Olazábal, C. (2000), "Informe sobre la situación en Europa de los aceites usados", Ponencia presentada en *Jornadas sobre gestión europea de residuos especiales: vehículos fuera de uso, aceites usados y neumáticos*, Valencia: European Waste Club.
- Palmer, K. y M. Walls (1994), *Materials Use and Solid Waste Disposal: An Evaluation of Policies*, Discussion Paper, Washington, DC: Resources for the Future.
- Palmer, K. y M. Walls (1997), "Optimal policies for solid waste disposal. Taxes, subsidies, and standards", *Journal of Public Economics*, 65: 193-205.
- Palmer, K. y M. Walls (1999), *Extended Product Responsibility: An Economic Assessment of Alternative Policies*, Discussion Paper, Washington, DC: Resources for the Future.
- Palmer, K. y M. Walls (2002), *The Product Stewardship Movement Understanding. Costs, Effectiveness, and The Role for Policy*, Report, Washington, DC: Resources for the Future.
- Palmer, K., H. Sigman y M. Walls (1997), "The cost of reducing municipal solid waste", *Journal of Environmental Economics and Management*, 33: 128-150.
- Regidor, J. J. (1999), "Eficiencia comparada de los sistemas de tratamiento de aceites usados de motor", Ponencia presentada a *III Conferencia Internacional de Gestión de Residuos (RESIDUA 99)*, Madrid: CIMAT.
- Ruston, J. y S. Dresser (1988), "Policy options for developing secondary materials market", *Journal of Resource Management and Technology*, 2: 52-64.
- Santamaría, J. (1988), *El petróleo en España: del monopolio a la libertad*, Madrid: Espasa Crónica.
- Sigman, H. (1995), "A comparison of public policies for lead recycling", *Rand Journal of Economics*, 26: 452-78.
- 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.
- Suárez, F. (2002), "Informe sobre logística de recogida", Ponencia presentada al *Seminario Internacional sobre la Recuperación de Aceites Usados*, Madrid: Club Español de los Residuos.
- Suslow, V. Y. (1986), "Estimating monopoly behavior with competitive recycling: an application to Alcoa", *Rand Journal of Economics*, 17: 389-403.

Sutherland, G. (1992), "Market development programs and solutions", en *The MacGraw-Hill Recycling Handbook*, New York: McGraw-Hill.

Taylor Nelson Sofres Consulting (2001), *Critical Review of Existing Studies and Life Cycle Analysis on the Regeneration and Incineration of Waste Oils (Final Report)*, Informe para la D.G. XI de la Comisión Europea, Bruselas.

Walls, M. y K. Palmer (1997), *Upstream Pollution, Downstream Waste Disposal, and the Design of Comprehensive Environmental Policies*, Discussion Paper, Washington, DC: Resources for the Future.

Young, J. y A. Sachs (1995), "La creación de una economía de materiales sostenible", en Worldwatch Institute: *La situación del mundo, 1995*, Barcelona: Emecé Editores.

Abstract

Used oils are a dangerous waste product whose inadequate management could give rise to serious damage to the environment; at the same time, they have an undoubted economic value, in that they maintain a very significant part of the hydrocarbons that lubricating oils originally contain. Management of used oils offers different options, mainly for recycling of oils, between of these burning and regeneration are the most important. From the environmental point of view, the latter is considered the best option and therefore government intervention aimed at promoting it. Because of this, this study analyse the effectiveness of the public policies intended to foster the regeneration of used oils, estimating the demand and supply functions of Spanish re-refined market during period 1965-1999.

Keywords: Waste products, recycling, used oil, regeneration, secondary markets, public policies.

JEL classification: H23, L71, Q31, Q38.

