

LA POLÍTICA DE GESTIÓN DE RESIDUOS: LOS ACEITES USADOS*

ASUNCIÓN ARNER
RAMÓN BARBERÁN
JESÚS MUR
Universidad de Zaragoza

Los aceites usados son un residuo peligroso cuya gestión inadecuada puede provocar graves daños al medio ambiente. Además, tienen un indudable valor económico debido a que conservan gran parte de los hidrocarburos que los aceites lubricantes contenían originalmente. La recogida de los aceites usados constituye la condición necesaria para conseguir una gestión adecuada de los mismos. La tasa de recogida en España ha variado de forma significativa en las últimas décadas, pasando de niveles inferiores al 20%, a comienzos de los sesenta, hasta niveles que superan el 70% a finales de los noventa. Este trabajo analiza el funcionamiento del mercado de este residuo en España en el periodo de 1965 a 1999, mediante la estimación de sus funciones de oferta y demanda, con la finalidad última de identificar los factores que influyen en el volumen de aceites recogidos y de valorar la eficacia de las intervenciones públicas dirigidas a favorecer la recogida.

Palabras clave: aceites usados, residuos, reciclaje, políticas públicas.

Clasificación JEL: L71, Q31, Q38.

El aceite usado es el residuo que genera la utilización de aceites lubricantes para automoción y para usos industriales. Los aceites usados son una mezcla de hidrocarburos procedentes del petróleo con restos de los aditivos que se les añadieron para realizar la función de lubricación, así como agua, disolventes y otros contaminantes adquiridos durante su utilización. El vertido y la combustión sin previo tratamiento de los aceites lubricantes usados causan profundos daños al medio ambiente¹.

Sin embargo, utilizando una tecnología similar a la aplicada a los crudos de petróleo (mediante un proceso denominado de regeneración), se pueden recuperar

(*) Este artículo se ha beneficiado de la ayuda financiera del proyecto SEC2002-02350 del Ministerio de Educación y Cultura. Los autores agradecen las sugerencias de dos evaluadores anónimos.

(1) Algunos de los aspectos más dañinos pueden resumirse como sigue: 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 (1998)].

los hidrocarburos contenidos en el aceite usado con una calidad similar a la original. Por otro lado, aunque el aceite no se someta a este proceso de regeneración, tiene un elevado poder calorífico, que lo convierte en un sustituto potencial del fuel-oil. Ambas características confieren al aceite usado un valor económico que ha permitido el desarrollo de un importante mercado.

La gestión de los aceites usados se encuentra fuertemente intervenida en todos los países industrializados. Inicialmente, ya desde los años treinta, la regulación del sector respondía a razones económicas y estratégicas relacionadas con la dependencia del petróleo. Posteriormente, la regulación atiende, sobre todo, a los requerimientos ambientales derivados de su carácter de residuo peligroso. En cualquier caso, la recogida ordenada de los aceites usados es la condición necesaria para alcanzar una gestión adecuada del residuo. De forma complementaria, la mayor parte de los países desarrollados han adoptado otras medidas para asegurar la gestión óptima posterior del residuo recuperado². La tasa de recogida de los aceites usados varía entre países y ha evolucionado en el tiempo. En concreto, en España ha pasado de niveles próximos al 15% en los años sesenta al 75% registrado a finales de los noventa.

El objetivo genérico de este trabajo es analizar el mercado nacional de aceites usados, durante el periodo de 1965 a 1999, mediante la exposición de sus características y la estimación de los factores determinantes de los precios y cantidades que se fijan en él. La finalidad última es identificar los factores que influyen en la cantidad recogida y valorar la eficacia de las intervenciones públicas dirigidas a potenciar el proceso.

El trabajo se estructura en cuatro secciones. En la primera se describe la evolución de la gestión de los aceites usados en España. La sección segunda se reserva para presentar las características más destacables de un mercado estándar de aceites usados, haciendo abstracción del caso español. En la sección tercera se especifica y estima un modelo econométrico adaptado a las particularidades de este mercado en España. Por último, en la cuarta sección, se exponen las principales conclusiones obtenidas de la estimación anterior.

1. LA GESTIÓN DE LOS ACEITES USADOS EN ESPAÑA

El mercado de los aceites usados en España se desarrolló inicialmente sometido a un régimen de monopolio cuya gestión estaba encomendada a CAMPSA (Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos). Durante ese periodo, que se extiende hasta 1986, el único destino legal de los aceites usados recogidos fue la regeneración.

La primera referencia explícita a la regulación del sector de aceites lubricantes usados tras la Guerra Civil data de 1940³. Así, con el argumento de que la con-

(2) La Directiva 87/101, de 1986, da prioridad al tratamiento por regeneración frente a la combustión y regula las condiciones en que estas operaciones deben desenvolverse.

(3) Orden de la Presidencia del Gobierno de 23 de Diciembre de 1940, sobre regeneración de lubricantes usados.

veniencia de la economía española aconsejaba aprovechar los productos lubricantes ya usados, el Gobierno establece la prohibición de inutilizar tales productos, resultando obligatoria su recogida y entrega a CAMPSA a cambio de un precio fijado por el Ministerio de Hacienda. Sin embargo, se dejaba abierta la posibilidad del autoconsumo de los aceites usados por parte de quienes los generaron (adquirieron el aceite nuevo, lo utilizaron y, posteriormente, reutilizan el residuo)⁴. Para asegurar la recogida de los aceites usados CAMPSA tenía que establecer, a sus expensas, un servicio de recogida en las empresas, organismos oficiales y particulares que hiciesen un consumo apreciable y señalar los lugares en que los restantes particulares deberían entregarlos.

Posteriormente, a finales de los cincuenta, la nueva regulación mantiene la necesidad de entregar a CAMPSA los aceites usados, pero omite la obligación por su parte de gestionar un sistema de recogida⁵. Por último, desde principios de los sesenta, se introduce la posibilidad de que la entrega se haga directamente a las empresas de regeneración como nuevas entidades autorizadas⁶.

En este último contexto normativo, la recogida de los aceites usados tiende a realizarse a expensas de las empresas regeneradoras, quienes lo recogen directamente en el domicilio del generador (empresas industriales y talleres de automoción) o a través de centros de recogida autorizados. Sin embargo, en la práctica, por razones de eficiencia, la recogida primaria la acababan efectuando empresas especializadas, delegadas por las empresas de regeneración autorizadas, que disfrutaban de autonomía en la organización de su actividad. Los precios fijados por el Ministerio de Hacienda servían de referencia para la transmisión del residuo desde las empresas generadoras a las recogedoras, aunque el precio efectivo era determinado de mutuo acuerdo entre ellas. Del mismo modo se fijaba el precio en la posterior transmisión del residuo por las empresas recogedoras a las regeneradoras, dentro de los márgenes permitidos por los precios fijados por CAMPSA para los aceites regenerados y por los costes de regeneración.

Este sistema no produjo los resultados deseados. Por ejemplo, a finales de los años setenta sólo el 18% de los aceites usados generados en España recibía tratamiento de regeneración; otro 40% se utilizaba de forma provechosa desde un punto de vista económico, pero inadecuada desde la perspectiva ambiental (era quemado sin ninguna protección especial o se dirigía a diversos usos secundarios incontrolados); mientras el 42% restante no recibía ningún tratamiento y se vertía sin control [APLESA (1979)].

La regulación del sector cambia sustancialmente a raíz de la adaptación del Monopolio de Petróleos, exigida por la adhesión de España a la Comunidad Euro-

(4) Posibilidad recogida explícitamente en las Instrucciones de la Jefatura Delegada para la represión del contrabando y la defraudación de 17 de diciembre de 1962, sobre regeneración de lubricantes y grasas.

(5) Reglamento de venta de aceites minerales y otros productos de origen petrolífero de 1958 aprobado por la Orden del Ministerio de Hacienda de 24 de enero de 1958, modificado por la Orden Ministerial de 7 de julio de 1960.

(6) Reglamento para la venta de aceites minerales y otros productos petrolíferos de 1963, aprobado por Orden del Ministerio de Hacienda de 22 de julio de 1963.

pea. La adhesión supone la liberalización del mercado interior de los productos lubricantes industriales en 1986, y el inicio de un periodo transitorio para la liberalización del mercado interior de aceites base y lubricantes de automoción –que debía culminar en 1989– y para la apertura al exterior –que finalizaba en 1992–⁷. La liberalización que guarda mayor relación con el sector de los aceites usados es la que afecta a los aceites base (principal *output* de las industrias de regeneración), que tiene vigencia, de hecho, desde 1987 [véase Arner, Barberán y Mur (2003)].

El marco legal se vio afectado, además, por la inclusión de los aceites usados en el ámbito de la legislación sobre residuos tóxicos y peligrosos, por la que quedaron sometidos a un severo régimen de prohibiciones, obligaciones y autorizaciones⁸. La nueva caracterización de los aceites usados se traduce en que, a partir de 1990, los generadores dejan de cobrar por su entrega y, en algunos casos, tienen que pagar por el servicio que les prestan los recogedores. También se adoptan medidas de apoyo financiero (subvenciones directas) a las actividades de recogida y reutilización de estos residuos⁹.

Otro hito importante en la evolución del mercado es la autorización de la combustión en 1989¹⁰. Dentro de este nuevo destino legal del aceite usado cabe diferenciar entre su aprovechamiento para la obtención de energía calorífica y su aprovechamiento para la obtención de energía eléctrica (alternativa que solo es operativa en España desde 1994). Desde 1990 la combustión también puede beneficiarse de las subvenciones a la recogida y reutilización de aceites usados, aunque su importe por kilogramo es inferior al fijado para la regeneración. Además, se beneficia de una subvención indirecta por la exención en el Impuesto sobre Hidrocarburos¹¹.

La consecuencia más destacada del nuevo marco legal que se aplica en los años noventa ha sido el incremento de la tasa de recogida de los aceites usados y la configuración de la combustión como su principal destino. Ambas observaciones se hacen evidentes en el contenido del cuadro 1, donde reproducimos la evolución de las principales variables que configuran este mercado.

(7) Real Decreto-Ley 5/1985, de adaptación del Monopolio de Petróleos y Real Decreto 2644/1986, de 30 de diciembre, que regula la fabricación, distribución y venta de aceites base y lubricantes de automoción.

(8) Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, y Reglamento de Ejecución aprobado por el Real Decreto 833/1988. Ambos fueron derogados por la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.

(9) La Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 30 de noviembre de 1988 establecía las bases para la concesión de subvenciones a las empresas que durante 1988 se hubiesen dedicado a la reutilización de los aceites usados. Esta convocatoria de subvenciones se renueva anualmente con posterioridad.

(10) Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 28 de febrero de 1989, por la que se regula la gestión de los aceites usados, modificada por la OM de 13 de junio de 1990.

(11) Artículo 51.4 de la Ley 38/1992, de Impuestos Especiales, que entró en vigor el 1 de enero de 1995.

Cuadro 1: PRINCIPALES MAGNITUDES DEL MERCADO DE ACEITES USADOS EN ESPAÑA

Año	Consumo lubricantes Toneladas	Ace. usado recogido Toneladas	Tasa de recogida (%)	Ace. usado destinado a regeneración Toneladas	(%)	Ace. usado destinado a combustión Toneladas	(%)	Precio ace. usado Ptas/Tn	Precio fuel Ptas/Tn	Precio ace. regenerado Ptas/Tn	Indicador coste adquisición Base 100=1965	Deflactor prec. energía Base 100=1999
1965	161.985	12.901	16,0	12.901	100,0	0	0,0	1.150	1.650	12.195	100,0	8,8
1966	182.901	16.663	18,1	16.663	100,0	0	0,0	1.250	1.650	12.192	91,6	8,8
1967	203.694	16.631	16,1	16.631	100,0	0	0,0	1.250	1.650	12.191	79,8	8,6
1968	234.021	19.923	16,6	19.923	100,0	0	0,0	1.236	1.650	12.064	81,6	8,9
1969	289.850	24.535	16,4	24.535	100,0	0	0,0	3.100	1.650	12.198	81,6	9,2
1970	270.880	26.810	19,0	26.810	100,0	0	0,0	4.000	1.650	12.195	80,8	9,7
1971	287.752	27.853	18,7	27.853	100,0	0	0,0	5.000	1.850	12.196	77,5	10,7
1972	315.186	26.953	16,7	26.953	100,0	0	0,0	5.500	1.850	12.199	79,9	11,0
1973	345.391	30.753	17,5	30.753	100,0	0	0,0	5.750	1.850	11.715	83,0	11,4
1974	314.236	28.192	17,8	28.192	100,0	0	0,0	6.000	3.967	17.416	70,4	15,2
1975	300.936	25.597	17,0	25.597	100,0	0	0,0	6.100	5.042	17.949	70,8	18,9
1976	298.002	27.382	18,3	27.382	100,0	0	0,0	6.750	5.500	21.668	69,1	22,6
1977	277.642	28.413	20,4	28.413	100,0	0	0,0	7.000	6.791	22.809	67,5	27,6
1978	274.597	27.693	20,2	27.693	100,0	0	0,0	7.100	6.791	24.398	71,9	30,6
1979	288.023	28.055	19,7	28.055	100,0	0	0,0	7.300	7.546	25.297	75,2	34,1
1980	279.229	30.998	22,0	30.998	100,0	0	0,0	10.300	11.791	29.096	66,0	44,3
1981	256.186	31.695	24,4	31.695	100,0	0	0,0	11.000	21.916	38.395	55,2	61,6
1982	272.556	29.597	21,4	29.597	100,0	0	0,0	11.000	24.221	42.226	55,1	69,5
1983	279.728	30.347	21,3	30.347	100,0	0	0,0	12.000	28.458	49.596	52,3	82,7
1984	272.007	33.328	24,0	33.328	100,0	0	0,0	14.000	30.199	53.996	53,4	89,6
1985	305.229	35.928	23,0	35.928	100,0	0	0,0	15.000	32.799	57.994	53,3	97,4
1986	366.205	40.582	21,2	40.582	100,0	0	0,0	15.000	25.624	70.558	65,5	86,7
1987	467.600	41.667	16,7	41.667	100,0	0	0,0	12.000	18.100	61.981	72,4	80,6

Cuadro 1: PRINCIPALES MAGNITUDES DEL MERCADO DE ACEITES USADOS EN ESPAÑA (continuación)

Año	Consumo lubricantes		Ace. usado recogido		Tasa de recogida		Ace. usado destinado a regeneración		Ace. usado destinado a combustión		Precio ace. usado		Precio fuel		Precio ace. regenerado		Indicador coste adquisición		Deflactor prec. energía	
	Toneladas		Toneladas	(%)	Toneladas	(%)	Toneladas	(%)	Toneladas	(%)	Ptas/Tn	Ptas/Tn	Ptas/Tn	Ptas/Tn	Ptas/Tn	Ptas/Tn	Base 100=1965	Base 100=1999		
1988	496.000	27.504	27.504	100,0	0	0,0	10.000	17.433	59.476	77,3	81,0									
1989	526.000	33.123	33.123	100,0	0	0,0	10.000	18.695	56.240	83,3	83,4									
1990	555.000	38.508	31.008	76,0	2.300	5,6	8.999	18.369	49.486	82,1	88,0									
1991	449.000	44.584	23.098	51,8	7.228	16,2	9.000	16.181	50.841	86,7	90,9									
1992	439.000	57.827	5.800	10,0	39.127	67,7	8.800	16.022	39.852	92,3	92,5									
1993	373.100	60.000	1.300	2,2	55.000	95,1	8.799	19.774	41.583	94,4	96,9									
1994	422.500	73.823	2.951	4,0	70.870	96,0	9.000	21.121	50.060	95,8	99,9									
1995	433.000	106.528	13.848	13,0	92.679	87,0	10.999	21.934	46.582	98,4	101,9									
1996	434.800	119.831	27.561	23,0	92.270	77,0	12.999	24.686	39.939	99,7	105,0									
1997	451.500	134.646	28.275	21,0	103.677	77,0	14.500	25.379	41.098	103,1	105,5									
1998	490.000	173.500	31.230	18,0	138.800	80,0	15.500	22.490	42.118	115,6	97,4									
1999	500.900	190.000	24.086	12,7	161.500	85,0	15.000	26.218	43.770	115,3	100,0									

Nota: Desde 1990, el total de aceite usado recogido no coincide con la suma del destinado a regeneración y combustión porque incluye la recogida temporal en centros de transferencia (cuyo destino posterior desconocemos) y, desde 1997, existe una pequeña cantidad destinada al reciclaje en productos asfálticos. Fuente: Elaboración propia utilizando las fuentes estadísticas originales reseñadas en el Anexo de Fuentes Estadísticas.

2. AGENTES, COMPORTAMIENTOS Y POLÍTICAS EN EL MERCADO DE LOS ACEITES USADOS

En el mercado de los aceites usados, la *oferta* se refiere a la cantidad de aceites usados recogidos y disponibles para su utilización final a los distintos precios, y la *demanda* a la cantidad de aceites usados que los potenciales procesadores (regeneradores y usuarios del aceite usado como combustible) están dispuestos a absorber a esos mismos precios [Lohof (1991)].

La función de oferta se supone moderadamente elástica debido a que, al aumentar el precio percibido, las empresas recogedoras estarán dispuestas a incurrir en unos mayores costes de recogida de los aceites usados. Así, se recogerá primero el aceite menos costoso, que habitualmente coincidirá con el generado en grandes cantidades (por ejemplo, en puntos de venta de lubricantes, en grandes industrias o en zonas densamente pobladas), ampliándose posteriormente el ámbito de recogida conforme los mayores precios lo hagan rentable.

La función de demanda se presume altamente elástica debido a la casi perfecta posibilidad de sustitución entre los productos obtenidos a partir de los aceites usados y los derivados directos del petróleo (lubricantes y carburantes), ya que la cantidad de aceites usados es muy reducida frente a la del conjunto de tales productos.

La interacción de la oferta y la demanda determina la cantidad final de aceites usados recogidos y absorbidos por el mercado para su utilización. Este resultado puede no ser óptimo desde el punto de vista ambiental, bien porque la cantidad se aleje excesivamente del volumen total de aceites usados generados o porque las condiciones de utilización de los aceites no sean las adecuadas.

Dado que la demanda de aceites usados en su conjunto parece estar directamente relacionada con el precio del petróleo, el punto final de equilibrio variará significativamente en función de ese precio: con un precio alto, el aceite usado se convierte en recurso más que en residuo, por lo que su demanda se desplazará hacia arriba y la cantidad intercambiada será mayor; en tanto que en una situación de precios bajos ocurrirá lo contrario [Irwin (1977); Lohof (1991)]. En el primer caso, la recogida se intensificará ante los mayores márgenes de venta de los aceites, posibilitando la aparición de más empresas recogedoras. En una situación de precios bajos, los recogedores disminuyen su actividad, produciéndose un excedente de aceites usados generados no recogidos.

Partiendo de esta caracterización, la intervención pública en el mercado se justifica en la medida en que el beneficio marginal social neto, derivado de una eliminación adecuada de los aceites usados, exceda del beneficio marginal privado neto. Tradicionalmente, las políticas públicas han impuesto prohibiciones al vertido de aceites, han adoptado normas técnicas relativas a su tratamiento o eliminación y han introducido incentivos económicos para favorecer su reutilización. En particular, en la literatura [Jenkins (1993); Poll (1995); Sigman (1998)] se ha insistido en que las políticas que elevan el coste de la eliminación de los residuos pueden acabar incentivando su eliminación incontrolada, por lo que se recomiendan políticas que promuevan la reutilización, tales como los sistemas de depósito-reembolso y las subvenciones.

A este respecto, el único análisis empírico disponible en la literatura sobre el mercado de aceites usados [Sigman (1998)] aborda, precisamente, la reacción de la eliminación ilegal de los aceites usados frente a las políticas de tipo tradicional y a las basadas en incentivos. Los resultados que se obtienen en el trabajo son claros en el sentido de que las políticas que elevan el coste de eliminación incentivan las prácticas ilegales y de que estas prácticas muestran cierta sensibilidad con respecto al valor de los aceites recuperados.

Por último, debe señalarse que las políticas de gestión de los aceites usados aplicadas en los países industrializados vienen caracterizadas por la diversidad. En general, estas políticas han ido dirigidas, por una parte, a incentivar la oferta de aceites usados favoreciendo su recogida (por ejemplo, mediante la obligación de los vendedores de lubricantes de proporcionar a sus clientes facilidades para el cambio del aceite, el establecimiento de puntos de recogida o la concesión de subvenciones a los recogedores). Por otra parte, también se ha estimulado la demanda mediante incentivos económicos al procesamiento de los aceites o mediante actuaciones sobre la demanda final de los productos obtenidos (por ejemplo, con la demanda directa por parte de las Administraciones Públicas, la educación y sensibilización ciudadana o la imposición de un contenido mínimo de bases regeneradas en los nuevos aceites puestos en el mercado). Otras políticas tienen por objeto la reorientación de la demanda hacia los usos más adecuados ambientalmente estableciendo, por ejemplo, una regulación más estricta sobre la combustión de los aceites.

3. UNA APROXIMACIÓN ECONOMETRICA A LA EXPERIENCIA ESPAÑOLA

En esta sección vamos a plantear la estimación de los elementos característicos del mercado para el caso español. El objetivo final del ejercicio es facilitar la discusión sobre la eficacia de las distintas políticas propuestas para promover la recogida del aceite usado, atendiendo a las elasticidades estimadas. Estudios de este tipo se han realizado para distintos mercados secundarios, entre otros, para el papel usado [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)] y para la chatarra de metales como el cobre [Slade (1980); Fisher, Cootner y Baily (1972)], el acero [Anderson y Spielgeman (1977)], el plomo [Sigman (1995)] y el aluminio [Suslow (1986)].

El periodo muestral comprende los años 1965 a 1999 y los datos están referidos a periodos anuales (véase cuadro 1). La procedencia de los datos utilizados es diversa. Algunos se han tomado de fuentes oficiales (Ordenes Ministeriales, Informes de CAMPSA y Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA), mientras que otros tienen su origen en las propias empresas del sector y han sido elaborados específicamente para este trabajo. El detalle puede verse en el anexo de fuentes estadísticas.

La oferta de aceites usados viene dada por el nivel de actividad de las empresas de recogida. El sector de la recogida en España ha sido bastante competitivo, incluso durante la etapa del Monopolio ya que, a pesar de existir precios de referencia para la compra y venta de los aceites usados, en la práctica eran fijados a

través de la negociación entre las partes (generadores con recogedores y recogedores con procesadores). En este marco los recogedores competían por el aceite usado, al igual que lo hacían posteriormente los procesadores. Por lo tanto, la oferta puede especificarse tentativamente en función del precio de los aceites usados (precio percibido por los recogedores) y del coste de recogida (coste soportado por los recogedores, que incluye el precio pagado, en su caso, a los generadores, así como los demás costes de recogida y de transporte), según la ecuación:

$$AU = h(\text{PAU}, \text{CAU}) \quad [1]$$

donde AU es la cantidad de aceites usados ofrecida (recogida, en este caso); PAU el precio de los aceites usados y CAU el coste de su recogida. Tanto PAU como CAU han sido deflactados con el índice de precios de la energía. El signo esperado para la derivada parcial de la función de oferta respecto de la variable PAU es positivo y negativo respecto de la variable CAU.

La demanda de aceites usados está constituida, hasta 1990, por las empresas de regeneración de aceites. Posteriormente se incorporan también las empresas que destinan los aceites a la combustión. En consecuencia, parece razonable desarrollar la demanda de aceites usados en función del precio de estos aceites (precio pagado por los procesadores) y de los factores determinantes de las actividades de regeneración [discutidos en Arner, Barberán y Mur (2003)] y combustión, en particular, el precio de los aceites regenerados y el precio del fuel. La ecuación de demanda especificada es la siguiente:

$$AU = d(\text{PAU}, \text{PAR}, \text{PF}) \quad [2]$$

donde AU es la cantidad de aceites usados demandada (en el sentido de cantidad procesada); PAU es el precio de los aceites usados; PAR el precio de los aceites base regenerados percibido por los procesadores y PF el precio del fuel. El signo esperado de la derivada parcial de la función de demanda respecto a la variable PAU es negativo, mientras que es positivo respecto de las variables PAR y PF.

Las funciones de [1] y de [2] se corresponden con planes o intenciones de los agentes y, como tales, no son observables. Lo único que el analista puede observar directamente es la solución final del juego del mercado, en términos de cantidad de producto intercambiada y precio acordado. No obstante, y asumiendo que las variables CAU, PAR y PF son exógenas, el modelo se encuentra plenamente identificado. La ecuación [1], de oferta, la utilizaremos para explicar la evolución de la cantidad intercambiada en el mercado, mientras que la [2], de demanda, la emplearemos para aproximarnos al precio de equilibrio.

En ambos casos, ecuaciones de cantidades (oferta) y de precios (demanda), vamos a utilizar una especificación doblemente logarítmica para la respectiva función de modo que estimaremos directamente elasticidades. En este sentido, la transformación logarítmica de la variable se denotará anteponiendo la letra L a la notación ya definida.

La evolución histórica de este mercado, presentada en la sección segunda, permite sostener que la actuación de la Administración ha sido determinante en el desarrollo de este tipo de actividades. Aspectos tales como la prohibición o autori-

zación de la combustión, la intervención o liberalización del mercado y la política de subvenciones han tenido un impacto evidente. Por esta razón se han definido las siguientes variables ficticias asociadas, en mayor o menor medida, al entorno institucional que envuelve al mercado:

D1 es una variable ficticia aditiva asociada al cambio de la normativa ambiental, que permitió y subvencionó la combustión de los aceites. Toma valor 1 a partir de 1991¹², y se incorpora en ambas ecuaciones.

D1LPAU es una variable ficticia de tipo multiplicativo, obtenida al combinar D1 con el precio de los aceites usados (LPAU) y que está dirigida a recoger el efecto sobre este precio de la autorización de la combustión. Se incorpora en la ecuación de cantidades.

D2LPAU es otra variable multiplicativa, en este caso resultante de la combinación entre LPAU y una nueva variable ficticia, D2, vinculada a la liberalización del mercado de los aceites base a partir de 1987. La variable D2 toma valor 0 con anterioridad a ese año y 1 posteriormente. La variable multiplicativa D2LPAU pretende medir el cambio en el valor del residuo en el contexto de un mercado de lubricantes liberalizado. Interviene en la ecuación de precios.

D1LPF es una variable multiplicativa entre D1 y LPF, que pretende medir el cambio en la valoración del aceite usado al autorizarse su utilización directamente como combustible. Interviene en la ecuación de precios.

En definitiva, el sistema de ecuaciones simultáneas que vamos a utilizar es el siguiente:

$$LAU_t = \beta_0 + \beta_1 D1_t + \beta_2 LPAU_t + \beta_3 D1LPAU_t + \beta_4 LCAU_t + u_{1t} \quad [3]$$

$$LPAU_t = \alpha_0 + \alpha_1 D1_t + \alpha_2 LPAR_t + \alpha_3 D2LPAU_t + \alpha_4 LPF_t + \alpha_5 D1LPF_t + \alpha_6 LAU_t + u_{2t} \quad [4]$$

siendo u_{1t} y u_{2t} dos términos de error ruido blanco.

La coherencia global de este grupo de variables parece corroborarse con los resultados incluidos en el cuadro 2. Puede verse que las variables seleccionadas presentan un orden de integración homogéneo, todas son I(1), y existen relaciones significativas de cointegración entre ellas, tanto desde la perspectiva de la ecuación de cantidades como de la ecuación de precios [Maddala y Kim (1999)].

Sin embargo, los resultados de la estimación de ese modelo de ecuaciones simultáneas no son totalmente satisfactorios. En el cuadro 3 se incluye un resumen de la estimación por Mínimos Cuadrados en 3 Etapas (3SLS).

El conjunto de instrumentos utilizados en la estimación del sistema incluye todas las variables exógenas además de una variable puramente tendencial, T, como indicador (rudimentario) de desarrollo de la economía española. El test de Sargan no rechaza la validez de los instrumentos y tampoco se aprecian proble-

(12) Aunque es en 1989 cuando se autoriza la combustión y en 1990 cuando empieza a subvencionarse, es a partir de 1991 cuando empieza a cobrar fuerza, tal como muestran las cifras de aceites destinados a esta finalidad.

Cuadro 2: ESTRUCTURA ESTOCÁSTICA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

Análisis del orden de integración: Estadístico DFA			
Variable	I(1)/I(0)	I(2)/I(1)	Conclusión
LAU	-0,32	-5,15	I(1)
LPAU	-0,73	-3,73	I(1)
LPAR	-3,53	-7,01	I(1)
LCAU	-1,34	-4,27	I(1)
LPF	-2,11	-4,60	I(1)
Análisis de cointegración (ecuación de cantidades)			
Contraste	Estadístico		Conclusión
Engle-Granger	-1,84 (p-valor = 0,061)		Residuos no estacionarios
Johansen (test de la traza)	r = 0	56,28	Rechazar H ₀ : r = 0
VAR(k = 3)	r ≤ 1	11,97	Aceptar H ₀ : r ≤ 1
Análisis de cointegración (ecuación de precios)			
Contraste	Estadístico		Conclusión
Engle-Granger	-3,63 (p-valor = 0,006)		Residuos estacionarios
Johansen (test de la traza)	r = 0	40,73	Rechazar H ₀ : r = 0
VAR(k = 4)	r ≤ 1	23,54	Rechazar H ₀ : r ≤ 1
	r ≤ 2	8,86	Aceptar H ₀ : r ≤ 2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3: ESTIMACIÓN DEL MODELO DE ORIGINAL POR 3SLS

Variable dependiente: LAU			Variable dependiente: LPAU		
Variable	Coef. esti.	t-ratio	Variable	Coef. esti.	t-ratio
Constante	15,49	12,98	Constante	11,56	3,12
D1	-29,56	-7,03	D1	-11,36	-1,58
LPAU	-0,30	-2,67	LPAR	0,78	3,64
D1LPAU	3,29	7,28	D2LPAR	-0,14	-4,70
LCAU	-0,53	-1,78	LPF	-0,77	-4,47
			D1LPF	1,12	1,53
			LAU	-0,29	0,64
$\bar{R}^2 = 0,85$	d = 0,98	$\hat{\sigma} = 0,21$	$\bar{R}^2 = 0,94$	d = 1,01	$\hat{\sigma} = 0,13$
Instrumentos usados = {Cte, D1, D2, LCAU, LPAR, LPF, T + Mixtas}					
Test de Sargan = 12,63 (p-valor = 0,05)					

Fuente: Elaboración propia

mas de otro tipo en las series de residuos. La ecuación de cantidades funciona razonablemente bien, ratificando la ruptura producida con la autorización de la combustión y los signos de los estimadores se corresponden con los esperados. Sin embargo, no puede decirse lo mismo con respecto a la ecuación de precios, dado que algunas variables parecen poco relevantes. La más débil de todas ellas es la de cantidades de aceites usados, LAU.

La exclusión de este último regresor de la ecuación de precios tiene importantes implicaciones con respecto a la interpretación económica del modelo por lo que, antes de proceder a su eliminación, se analizaron otros elementos. En concreto, se rechaza la existencia de cointegración entre las variables LAU y LPAU (el contraste de la traza de Johansen indica que el número de relaciones de cointegración es cero) y el contraste de causalidad de Granger rechaza con claridad que LAU cause a LPAU (el estadístico tipo F del contraste es 0,004 con una probabilidad asociada de 0,99) pero no permite rechazar la relación de causación inversa (el estadístico de contraste de LPAU sobre LAU es 3,19 con una probabilidad de 0,05).

Estos argumentos nos indujeron finalmente a excluir la variable de cantidades de la ecuación de precios, manteniendo el resto de elementos. El modelo adquiere, de esta forma, una estructura más sencilla ya que se rompe la simultaneidad entre las ecuaciones. En este caso, las opciones de estimación son variadas. Puede optarse por la estimación MCO de cada ecuación por separado o recurrir a la estimación SURE, si los términos de error se sospechan relacionados; incluso insistir en 3SLS, con instrumentos, si se quiere dar un tratamiento más robusto al problema [Wooldridge (2002)]. En nuestro caso, hemos optado por esta última alternativa cuyos resultados se reproducen en el cuadro 4.

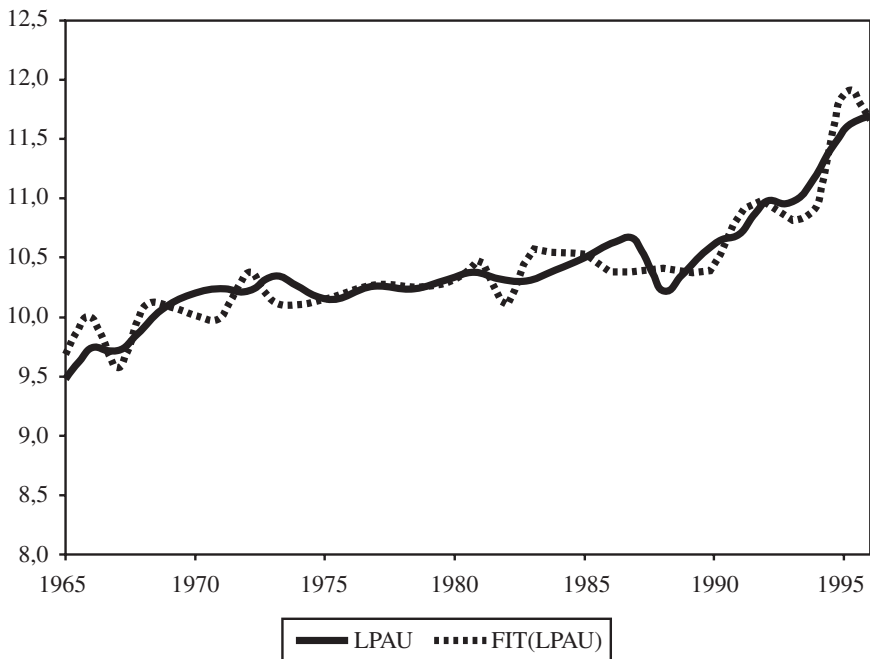
Cuadro 4: ESTIMACIÓN DEL MODELO FINAL POR 3SLS

Variable dependiente: LAU			Variable dependiente: LPAU		
Variable	Coef. esti.	t-ratio	Variable	Coef. esti.	t-ratio
Constante	15,49	12,98	Constante	15,51	5,89
D1	-29,36	-6,99	D1	-20,89	-4,93
LPAU	-0,30	-2,70	LPAU	0,58	3,32
D1LPAU	3,27	7,24	D2LPAU	-0,15	-4,44
LCAU	-0,52	-1,76	LPF	-0,78	-3,98
			D1LPF	2,10	4,98
$\bar{R}^2 = 0,89$	$d = 1,90$	$\hat{\sigma} = 0,21$	$\bar{R}^2 = 0,92$	$d = 2,04$	$\hat{\sigma} = 0,15$
Instrumentos usados = {Cte, D1, D2, LCAU, LPAU, LPF, T + Mixtas}					
Test de Sargan = 13,56 (p-valor = 0,06)					

Fuente: Elaboración propia

La estimación por 3SLS produce resultados similares a los de la estimación MCO simple de cada ecuación. En cualquier caso, el contraste de Sargan no rechaza los instrumentos utilizados y las estimaciones obtenidas se ajustan, en términos generales, a lo esperado. La capacidad explicativa del modelo es razonable tal como se aprecia, por ejemplo, en los gráficos 1 y 2, donde representamos las series explicadas (LAU y LPAU) y el ajuste deducido de la estimación anterior (Fit(LAU) y Fit(LPAU)). Los residuos obtenidos no ofrecen motivos de preocupación, aunque son elevados en algunos puntos.

Gráfico 1: SERIES LAU Y FIT(LAU)

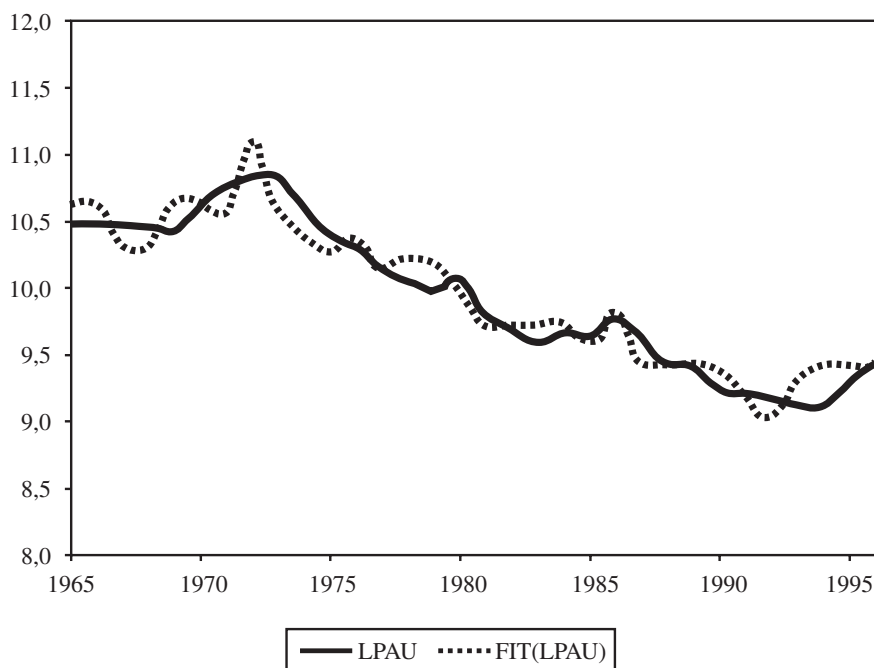


Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado el mercado de los aceites usados en España. Entendemos que este mercado es relevante porque en él se gestiona el destino de un residuo con un alto poder contaminante pero que encierra un valor económico en absoluto despreciable. Hemos expuesto sus principales características, sobre todo en relación con las intervenciones públicas que han condicionado su funcionamiento y, más allá del caso español, se ha descrito el comportamiento de los

Gráfico 2: SERIES LPAU Y FIT(LPAU)



Fuente: Elaboración propia

distintos agentes que operan en el mercado. En la sección cuarta se ha realizado una aproximación econométrica a la experiencia española de las últimas décadas.

Debe resaltarse, en primer lugar, que con el modelo inicialmente propuesto para representar el funcionamiento del mercado se rechazó la relación de causalidad directa entre la cantidad de aceites usados (LAU) y su precio (LPAU), lo cual permite sostener el supuesto de que los precios se forman exógenamente al mercado de aceites usados. Esta conclusión implica que el precio es independiente de la cantidad y equivale a caracterizar a este mercado como subordinado del mercado más amplio de los productos derivados del petróleo (lubricantes y carburantes).

Si centramos la atención en la ecuación de cantidades (oferta), nuestros resultados indican que la cantidad de aceites usados recogida mantiene una relación inversa con el coste de recogida, en coherencia con lo esperado. Sin embargo, la relación de esta misma variable con el precio percibido por los recogedores difiere según se atienda al periodo anterior o posterior a la autorización y puesta en práctica de la combustión. Hasta 1990 la relación entre cantidad y precio es negativa, aunque poco intensa (la elasticidad toma el valor de $-0,30$), y posteriormente la relación se torna positiva y alcanza gran intensidad. Quiere esto decir que en

el primer periodo dominan los factores de demanda en la determinación de la cantidad –cuesta más, luego se demanda menos–, lo que puede explicarse por las peculiares condiciones en las que se desenvolvía el mercado español de aceites usados en esa época. Debe recordarse que la regeneración –cuya capacidad de procesamiento era muy reducida frente al volumen total de aceites usados generados– era el único destino legal del residuo, lo cual determina un mercado cautivo. Por otro lado, en el periodo que se inicia en 1991 dominan los factores de oferta –se paga más, luego se oferta más–, en coherencia con el carácter ahora abierto del mercado y la casi ilimitada capacidad de procesamiento de la combustión. En consecuencia, puede concluirse que las políticas de fomento de la recogida de aceites usados que resultan adecuadas en cada uno de esos dos periodos son sustancialmente distintas: en el primero son preferibles las políticas de estímulo a la demanda, mientras que en el segundo lo son las políticas dirigidas a estimular la oferta.

En la actualidad, la cantidad recogida es altamente sensible al comportamiento del diferencial entre precio percibido y coste soportado por los recogedores (la elasticidad con respecto al precio es de 2,97 y con respecto al coste de -0,52). Lo cual permite concluir que las políticas públicas que incrementen ese diferencial serán eficaces para aumentar los niveles de recogida. En esta línea se inscriben las subvenciones directas a las actividades de recogida, la regulación que clasifica al aceite usado como residuo peligroso obligando a su entrega gratuita a los recogedores, y la autorización de los usos más rentables del residuo, como la combustión. Todas estas medidas se aplican desde comienzos de los noventa y han tenido un reflejo evidente en el fuerte incremento observado en la tasa de recogida.

Por lo que se refiere a la ecuación de precios (demanda), los resultados del modelo final muestran que el precio del aceite usado –que, como acabamos de ver, tan importante papel desempeña en la determinación de la cantidad recogida desde 1991– depende de los precios de los productos a los que se puede incorporar como *input*, es decir, de los aceites regenerados (LPAR y D2LPAR) y los carburantes (LPF y D1LPF). Esta relación varía de modo muy sustancial entre el periodo previo y el posterior a la liberalización del mercado y la autorización de la combustión. En concreto, el precio de los aceites base regenerados –cuyo coeficiente estimado tiene el signo positivo esperado– pierde influencia a raíz de la liberalización de este mercado en 1987 (la elasticidad se reduce de 0,58 a 0,43), en coherencia con el declive que se inicia a partir de ese momento en la actividad de regeneración y el posterior auge de la combustión. Sin embargo, lo sucedido con la influencia del precio del fuel todavía resulta más destacable.

Antes de 1991, en que se hace operativa la autorización y subvención de la combustión, el precio de los aceites usados mantenía una relación negativa con el del fuel (la elasticidad era de -0,78), mientras que después esa relación se vuelve positiva y de mayor entidad, hasta el punto de que los cambios en el precio del fuel se trasladan de forma amplificada a los precios del aceite usado (elasticidad de 1,32). El comportamiento más reciente es perfectamente coherente con el predominio indiscutible de la combustión como destino del residuo y con el carácter de sustitutivos casi perfectos entre ambos combustibles para ciertas actividades.

El comportamiento previo a la reforma resulta sorprendente, aunque tiene una explicación en el contexto institucional de esos años. Se origina por la desvinculación existente entre la evolución de los precios del fuel y de los aceites regenerados, atribuible a la fuerte intervención de los mercados de carburantes y lubricantes existente hasta finales de los ochenta (con cuotas de producción y con precios fijados administrativamente) junto a la dispar evolución de las tecnologías de producción en ambos sectores. Así, mientras la tendencia dominante del precio del fuel en el periodo es creciente, la evolución del precio de los aceites regenerados –como ya se ha dicho, único destino de los aceites recogidos– es decreciente, expresados dichos precios en unidades monetarias de poder adquisitivo constante.

En definitiva, nuestros resultados confirman la gran relevancia que la intervención pública ha tenido en la evolución de este sector, tanto en el volumen de recogida, como en el papel desempeñado por los precios. En la etapa del monopolio de petróleos y de la prohibición de la combustión la cantidad recogida era muy poco sensible a los precios, de modo que el nivel de regeneración determinaba, en gran medida, el nivel de recogida (además, la pequeña influencia ejercida por el precio sobre la cantidad tenía signo negativo). Así, el reducido desarrollo alcanzado por la industria de la regeneración impidió lograr el objetivo de un nivel elevado de aprovechamiento regular del residuo, predominando el aprovechamiento irregular y el vertido ilegal. La posterior liberalización de precios y cantidades y la autorización de la combustión, junto a las medidas de apoyo financiero a la recogida y a una normativa ambiental más estricta, consiguieron cambiar radicalmente el panorama de este sector. No sólo el nivel de recogida se ha incrementado de modo impensable pocos años atrás, sino que los precios han pasado a desempeñar un papel muy relevante, en particular el diferencial entre precio percibido y el coste soportado por los recogedores del aceite usado. El logro del objetivo de maximización de la tasa de recogida pasa en este momento por el control de ese diferencial y, adicionalmente, por los incentivos que se introduzcan para que los generadores del residuo hagan entrega del mismo a los recogedores.

Como contrapunto a los exitosos niveles de recogida alcanzados tras los cambios introducidos en la regulación del sector, cabe llamar la atención sobre un inconveniente de la actual situación en España. El predominio de la combustión como destino de los aceites usados entra en contradicción con el criterio dominante entre los especialistas [Taylor Nelson Sofres (2001)], en el sentido de que la alternativa de la regeneración es la preferible si, junto a los efectos económicos, se tienen en cuenta los efectos ambientales. Pero reorientar el destino del residuo, preservando los niveles elevados de recogida, requiere que se invierta la relación actual entre la rentabilidad económica de la regeneración y la combustión, al tiempo que se garantiza una suficiente capacidad de producción de la industria de regeneración para absorberlo. Para ello deberían adoptarse medidas, por un lado, dirigidas a la internalización de los efectos externos de la combustión, en línea con la nueva normativa europea sobre combustión (Directiva 2000/76/CE sobre incineración de residuos), y a suprimir algunos beneficios de que actualmente disfruta (como la exención en el impuesto sobre hidrocarburos). Por otro lado, tam-

bién parecen necesarias medidas dirigidas al fomento de las actividades de regeneración a través, sobre todo, del estímulo de la demanda de aceites bases regenerados, tal como se demuestra en Arner, Barberán y Mur (2003). Es evidente que, a largo plazo, resulta estratégico el desarrollo de tecnologías que permitan hacer compatibles los usos más rentables económicamente con los más convenientes ambientalmente, sobre todo en relación con la combustión.

ANEXO DE FUENTES ESTADÍSTICAS

Cantidad de aceites usados recogidos (AU): hasta 1987, estimación propia a partir de la cantidad de aceites base regenerados producidos, según las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA y de los Informes de CAMPSA, aplicando un factor de conversión del aceite usado en aceite base regenerado de 0,6 de acuerdo con las recomendaciones de los técnicos del sector en España; posteriormente, los datos provienen de las Resoluciones ministeriales sobre la concesión de subvenciones a la reutilización de aceites usados y de la información proporcionada por el Ministerio de Medio Ambiente.

Consumo de lubricantes (CL): para el periodo 1965-1987 los datos proceden de las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA y de los Informes 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 periodo 1991-1999, de ASELUBE.

Coste de los aceites usados (CAU): ante la carencia de información directa sobre estos costes se ha elaborado un indicador *ad hoc* utilizando dos índices básicos. El primero recoge la evolución del precio de referencia fijado por el Ministerio de Hacienda para la entrega del aceite usado por parte de las empresas generadoras a las recogedoras. Este índice pretende ser una aproximación al coste del residuo, y debe reseñarse que se hace nulo a partir de 1990 como consecuencia de la clasificación del aceite usado como residuo tóxico y peligroso. La información de referencia ha sido tomada de diferentes órdenes ministeriales. El segundo índice quiere reflejar la evolución de los costes salariales incurridos en este tipo de actividades. La información básica procede de la Encuesta de Salarios en la Industria y en los Servicios, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística a partir de 1971. Se ha utilizado, en concreto, la serie de ganancia media por hora trabaja para el conjunto de sectores no agrícolas. La información de la encuesta se ha completado, para el periodo 1965-1970, con la relativa al salario medio ajustado de la economía española, tal como se recoge en la Estadística del Mercado de Trabajo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. En ambos casos, coste del residuo y salarial, se han construido series homogéneas en términos corrientes, para el conjunto de periodo 1965-1999. A continuación, las series se han deflactado utilizando el deflactor de precios de la energía que se comenta en este mismo anexo. Las dos series se han convertido en índices, con base igual a 100 en 1965, para que fuese posible combinarlas sobre bases más uniformes. Por último, se han combinado en un índice sintético tras ponderar por 0,2 el correspondiente el del coste salarial y por 0,8 el del coste del residuo. El resultado final del ejercicio se presenta en el cuadro 1.

Deflactor de precios de la energía: índice de precios de la energía construido a partir del índice de precios al por mayor (base 100 = 1955) del grupo de combustibles, lubricantes y energía eléctrica, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística, continuado con el índice de precios industriales (base 100 = 1974 y 1990) en el grupo de energía y agua, procedente del mismo Instituto.

Precio de los aceites base regenerados (PAR): durante el periodo 1965-1986, estos precios proceden de las Memorias de la Delegación del Gobierno en CAMPSA; en el periodo 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) y del diferencial de precios entre bases regeneradas y de primer refino [véase Arner, Barberán y Mur (2003)]. Estos precios han sido deflactados mediante el deflactor de precios de la energía

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 autorizado; posteriormente, precio de los aceites usados destinados a la combustión, según información facilitada por Áridos Ligeros S.A., gestor de residuos peligrosos autorizado. Los precios originales han sido deflactados mediante el deflactor de precios de la energía.

Precio del fuel (PF): precio medio anual del fuel BIA (bajo índice de azufre), según información obtenida, hasta 1990, de Barnechea (1978) y de las normas reguladoras del precio del fuel; posteriormente, precios medios anuales obtenidos a partir de los precios semanales proporcionados por la Dirección de Política Energética y Minas del Ministerio de Economía. Han sido deflactados mediante el deflactor de precios de la energía.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, R.C. y R.D. Spielgeman (1977): "Tax policy and secondary material use", *Journal of environmental economics and management*, vol. 4, págs. 62-82.
- APLESA (1979): *Estudio sobre aprovechamiento de los aceites lubricantes usados*, Aplicaciones de la energía, Madrid.
- Arner, A., R. Barberán. y J. Mur (2003): "Las políticas públicas de fomento del reciclaje: La regeneración de aceites usados", *Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública*, nº 167, págs. 33-55.
- Barnechea, R. (1978): "Fiscalidad y venta al público de los productos petrolíferos", *Información Comercial Española*, nº 43, págs. 43-62.
- CAMPSA: *Informe Anual* (varios años), Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, Madrid.
- Deadman, D. y K. Turner (1981): "Modelling the supply of wastepaper", *Journal of environmental economics and management*, vol. 8, págs. 100-103.
- Delegación del Gobierno en CAMPSA (varios años): *Memoria*, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- Edgren, J.A. y K.W. Moreland (1989): "An econometric analysis of paper and wastepaper markets", *Resources and Energy*, 11, págs. 299-319.

- Edwards, R. y D. Pearce (1978): "The effect of prices on the recycling of waste materials", *Resources Policy*, vol. 4 (4), págs. 242-248.
- Fisher, F.M., P.H. Cootner, P.H. y M. Neil Bailly (1972): "An econometric model of the world copper industry", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 3, págs. 568-609.
- Gill, G. y K. Lahiri (1980): "An econometric model of wastepaper recycling in the USA", *Resources Policy*, vol. 6 (4), págs.320-325.
- Irwin, W. (1977), "Alternative international approaches to recycling used oil", en Pearce, D.W. y I. Walter (eds.): *Resource conservation. Social and economic dimensions of recycling*. New York: New York University-Longman.
- Jenkins, R.R. (1993): *The economics of solid waste reduction. The impact of user fees*. England. Edward Elgar.
- Kinkley, C.C. y K. Lahiri (1984): "Testing the rational expectations hypothesis in a secondary materials market", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 11, págs.282-291.
- Lohof, A. (1991): *Used oil management in selected industrialized countries*, American Petroleum Institute, Washington, D.C., Discussion Paper.
- Maddala, G. e I. Kim (1999): *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nestor, D.V. (1991): *Increasing the rate of recycling when demand is price-inelastic: a case study of the market for old newspapers*, The University of Tennessee, Knoxville, Dissertation.
- Poll, A.J. (1995): "Opportunities and barriers for waste oil recycling". AEA Technology (National Environmental Technology Centre), Abingdon.
- Sigman, H. (1995): "A comparison of public policies for lead recycling", *Rand Journal of Economics*, vol. 26, págs. 452-78.
- Sigman, H. (1998): "Midnight dumping: public policies and illegal disposal of used oil", *Rand Journal of Economics*, vol 29, núm. 1, págs. 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*, vol. 7, págs. 123-141.
- Suslow, V.Y. (1986): "Estimating monopoly behavior with competitive recycling: an application to Alcoa", *Rand Journal of Economics*, vol 17, núm. 3, págs. 389-403.
- 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.
- Torras, J.M. (1998): "Cator: Gestió integral dels olis usats. Reutilització de lubricants", en *1er. Fòrum de L'Automòbil i Medi Ambient*, Girona.
- Wooldridge, J. (2002): *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge: The MIT Press.

Fecha de recepción del original: diciembre, 2002

Versión final: junio, 2005

ABSTRACT

Used oils are a dangerous waste product whose inadequate management can damage the environment. At the same time, they have an undisputable economic value in that they maintain a very significant part of the hydrocarbons that lubricating oils originally contain. The collection of used oils is the necessary condition for sound management. The collection rate in Spain has varied significantly in recent decades, from levels under 20%, at the beginning of the sixties, to over 70% at the end of the nineties. Against this background, we analyse the used oil market in Spain during the period 1965-1999, estimating supply and demand functions. The objective is to identify the factors determining the development of the market and to evaluate the effectiveness of policy measures that promote collection.

Key words: used oils, waste, recycling, public policies.

JEL classification: L71, Q31, Q38.