

**LOS DETERMINANTES DEL AUTOSUMINISTRO DE AGUA PARA  
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN UN ENTORNO URBANO.  
EL CASO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA<sup>a</sup>**

**Pilar Gracia-de-Rentería<sup>b</sup>, Ramón Barberán<sup>c</sup>, Jesús Mur<sup>d</sup>**

**Resumen:**

El objetivo de este trabajo es analizar el autosuministro de agua procedente de captaciones subterráneas para usos productivos en un entorno urbano, utilizando el modelo en dos etapas de Heckman. Disponemos de microdatos de 2.893 empresas localizadas en el municipio de Zaragoza para el año 2012. Los resultados indican que el agua autosuministrada y el agua de red son sustitutivos, lo que alerta sobre la limitada eficacia de las políticas de precios centradas sólo en el abastecimiento público de agua para conseguir reducir la presión sobre el recurso y confirma la necesidad de una gestión integral del agua. Comprobamos también que el volumen de agua autosuministrada no depende de su coste variable, lo que evidencia su reducida magnitud en la escala de costes de la empresa. Resulta reseñable, en particular, la ausencia de una tarifa que grave la captación de agua de los acuíferos, imprescindible para disponer de un instrumento económico de gestión de esta demanda.

**Palabras clave:** Demanda de agua, Autosuministro de agua, Industria, Servicios, Construcción, Modelo de Heckman, Microdatos.

**Clasificación JEL:** Q25, C34, H32.

---

<sup>a</sup> Los autores agradecen el apoyo recibido del Ayuntamiento de Zaragoza en el marco de un acuerdo de colaboración con la Universidad de Zaragoza para promover la investigación en materia de agua en la ciudad, así como de la Confederación Hidrográfica del Ebro, por la información suministrada para la elaboración de este estudio. También agradecen el apoyo económico recibido del Ministerio de Economía y Competitividad de España (ECO2015-6578-P) y del Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo (Grupo de investigación “Economía Pública”).

<sup>b</sup> Autor para correspondencia. Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Zaragoza, Gran Vía 2, 50005, Zaragoza, España, email: p\_gracia@unizar.es.

<sup>c</sup> Departamento de Economía Aplicada e Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza.

<sup>d</sup> Departamento de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza.

**LOS DETERMINANTES DEL AUTOSUMINISTRO DE AGUA PARA  
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN UN ENTORNO URBANO.  
EL CASO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA**

**Resumen:**

El objetivo de este trabajo es analizar el autosuministro de agua procedente de captaciones subterráneas para usos productivos en un entorno urbano, utilizando el modelo en dos etapas de Heckman. Disponemos de microdatos de 2.893 empresas localizadas en el municipio de Zaragoza para el año 2012. Los resultados indican que el agua autosuministrada y el agua de red son sustitutivos, lo que alerta sobre la limitada eficacia de las políticas de precios centradas sólo en el abastecimiento público de agua para conseguir reducir la presión sobre el recurso y confirma la necesidad de una gestión integral del agua. Comprobamos también que el volumen de agua autosuministrada no depende de su coste variable, lo que evidencia su reducida magnitud en la escala de costes de la empresa. Resulta reseñable, en particular, la ausencia de una tarifa que grave la captación de agua de los acuíferos, imprescindible para disponer de un instrumento económico de gestión de esta demanda.

**Palabras clave:** Demanda de agua, Autosuministro de agua, Industria, Servicios, Construcción, Modelo de Heckman, Microdatos.

**Clasificación JEL:** Q25, C34, H32.

## 1. Introducción

La relación entre las aguas superficiales (como ríos, lagos, canales,...) y las aguas subterráneas (agua almacenada bajo la superficie del suelo en las formaciones geológicas porosas denominadas “acuíferos”) es muy estrecha ya que, por un lado, las aguas subterráneas afloran frecuentemente a través de manantiales para continuar un recorrido superficial y, por otro lado, las aguas superficiales tienden a infiltrarse en el terreno pasando a formar parte de las aguas subterráneas [Fuentes (1992)].

Esto hace necesaria la puesta en marcha de políticas de gestión integral del recurso en las que se tengan en cuenta todas las masas de agua (tanto superficiales como subterráneas) y las relaciones existentes entre ellas, con el fin de garantizar su buen estado ecológico, en línea con lo propuesto por la Directiva Marco del Agua (directiva 2000/60/EC, de 23 Octubre de 2000) [European Community (2000)]. Esta directiva presta una especial atención a las aguas subterráneas, poco consideradas hasta su entrada en vigor. Su objetivo, en este caso, es alcanzar el buen estado cuantitativo y químico, para lo que establece, entre otras, la meta de regenerar todas las masas de agua subterráneas y garantizar un equilibrio entre la extracción y la alimentación.

La captación de agua subterránea tiene una especial relevancia en el abastecimiento a las actividades productivas, ya que las empresas emplean el agua para diversos usos, algunos de los cuales no requieren una elevada calidad. En estos casos, las empresas no precisan de agua potable suministrada a través de una red urbana de abastecimiento (agua de red), pudiendo emplear, en su lugar, otras fuentes alternativas como la reutilización de agua (procedimiento que permite que el agua pueda ser empleada más de una vez en el proceso productivo) o como el autosuministro de agua (agua captada directamente mediante instalaciones y equipos propios), proveniente en parte de captaciones subterráneas.

El agua empleada por los sectores económicos no agrarios en España en el año 2012 ascendió a 4.273,29 Hm<sup>3</sup>. Como se muestra en la Tabla 1, el 16,64% tuvo su origen en el suministro de red y el restante 83,36% fue obtenida mediante captaciones propias [INE (2015)]. El volumen de agua autosuministrada ascendió a 3.562,12 Hm<sup>3</sup>, siendo su origen diverso: aguas superficiales (67,44%), aguas subterráneas (29,68%) y agua de mar u otro tipo de recursos hídricos (2,88%).

Entre los años 2000 y 2012, se produjo una reducción en el uso de agua de red (-15,35%) superior a la experimentada por el agua autosuministrada (-11,25%). Además, mientras

que las captaciones propias provenientes de los cursos de agua superficiales disminuyeron durante ese periodo, se produjo un incremento del uso de las aguas subterráneas y desaladas.

Tabla 1. Agua empleada por los sectores económicos no agrarios en España

	2000		2012		$\Delta$ 2000-2012
	Hm <sup>3</sup>	%	Hm <sup>3</sup>	%	%
<b>Agua de red</b>	840,17	17,31	711,17	16,64	-15,35
<b>Agua autosuministrada</b>	4.013,56	82,69	3.562,12	83,36	-11,25
<b>De los cuales:</b>					
<i>Aguas superficiales</i>	2.999,58	80,30	2.402,34	67,44	-19,91
<i>Aguas subterráneas</i>	928,41	23,13	1.057,11	29,68	13,86
<i>Desalación y otros</i>	85,57	2,13	102,67	2,88	19,97

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2015).

El reducido peso que tiene el agua de red en el conjunto de agua empleada por los sectores económicos no agrarios contrasta con la fuerte atención prestada en la literatura a esta fuente de abastecimiento, en comparación con las otras fuentes alternativas. La mayor parte de los estudios empíricos dedicados al análisis de las fuentes alternativas al suministro de red se han centrado en analizar la reutilización de agua [Renzetti (1988), Renzetti (1992), Dupont y Renzetti (1998), Dupont y Renzetti (2001), Bruneau *et al.* (2010), Féres *et al.* (2012), Bruneau y Renzetti (2014)]. Algunos autores han insistido también en la importancia del autosuministro [entre otros, De Rooy (1974), Ziegler y Bell (1984) o Renzetti (1988, 1992)], aunque sólo encontramos dos estudios donde se estima la demanda de agua autosuministrada en la industria manufacturera [Renzetti (1993), Reynaud (2003)].

La escasez de estudios de este tipo se debe, principalmente, a la falta de información sobre la utilización de estas fuentes de suministro, consecuencia de las mayores dificultades a las que se enfrenta su control en comparación con el agua captada de las redes municipales de abastecimiento público. A esto se une la dificultad para estimar con precisión el coste de los *inputs* hídricos alternativos. Para su estimación es necesario considerar los costes de inversión, extracción y tratamiento del agua asumidos por los propios usuarios, sobre los que raramente hay estadísticas; además, son poco habituales o marginales las cargas provenientes de tasas específicas, cuyo conocimiento es más accesible.

En general, la literatura de aplicación se ha centrado en la estimación de la demanda de los diferentes *inputs* hídricos (ya sea agua de red, autosuministrada o reutilizada) asumiendo implícitamente que la fuente de suministro está determinada exógenamente. Sin embargo, en la realidad, un número apreciable de empresas puede elegir tanto sus fuentes de abastecimiento como la cantidad empleada de cada una de ellas. Esta situación puede analizarse mediante un

modelo en dos etapas donde, en la primera etapa, el usuario decide si recurrir o no a una determinada fuente de abastecimiento (por ejemplo, el autosuministro) para, en una segunda etapa, decidir el volumen de agua captado a través de esa fuente. Esta estrategia de análisis parece clara aunque no ha sido muy utilizada con anterioridad. Por lo que conocemos, sólo Renzetti (1993) la aplica al caso del agua autosuministrada y algunos trabajos más la utilizan para analizar la reutilización de agua [Bruneau *et al.* (2010), Féres *et al.* (2012), Bruneau y Renzetti (2014)].

El objetivo de este estudio es examinar los factores que influyen en la decisión de recurrir al autosuministro de agua y estimar la demanda de agua autosuministrada para actividades productivas no agrarias. Para ello, nos basamos en una muestra de 2.893 empresas localizadas en el municipio de Zaragoza (España) y nos centramos en el autosuministro proveniente de la captación de agua subterránea. Empleamos el modelo de doble valla de Heckman (1979), que nos permite obtener el efecto marginal de los diferentes factores relevantes sobre la probabilidad de autosuministro y sobre el volumen, condicionado e incondicionado, de agua autosuministrada. Los resultados son de especial interés por la escasez de estudios económicos sobre la demanda de este *input* hídrico y porque se refieren a la totalidad de actividades productivas no agrarias habitualmente desarrolladas en entornos urbanos.

Tras esta introducción, la Sección 2 presenta el caso de estudio. En la Sección 3 se describen y analizan los datos. Posteriormente, en la Sección 4 se expone el modelo y las técnicas de estimación correspondientes al caso. Los resultados se muestran y discuten en la Sección 5. Finalmente, en la Sección 6 se presentan las principales conclusiones.

## **2. El caso de estudio**

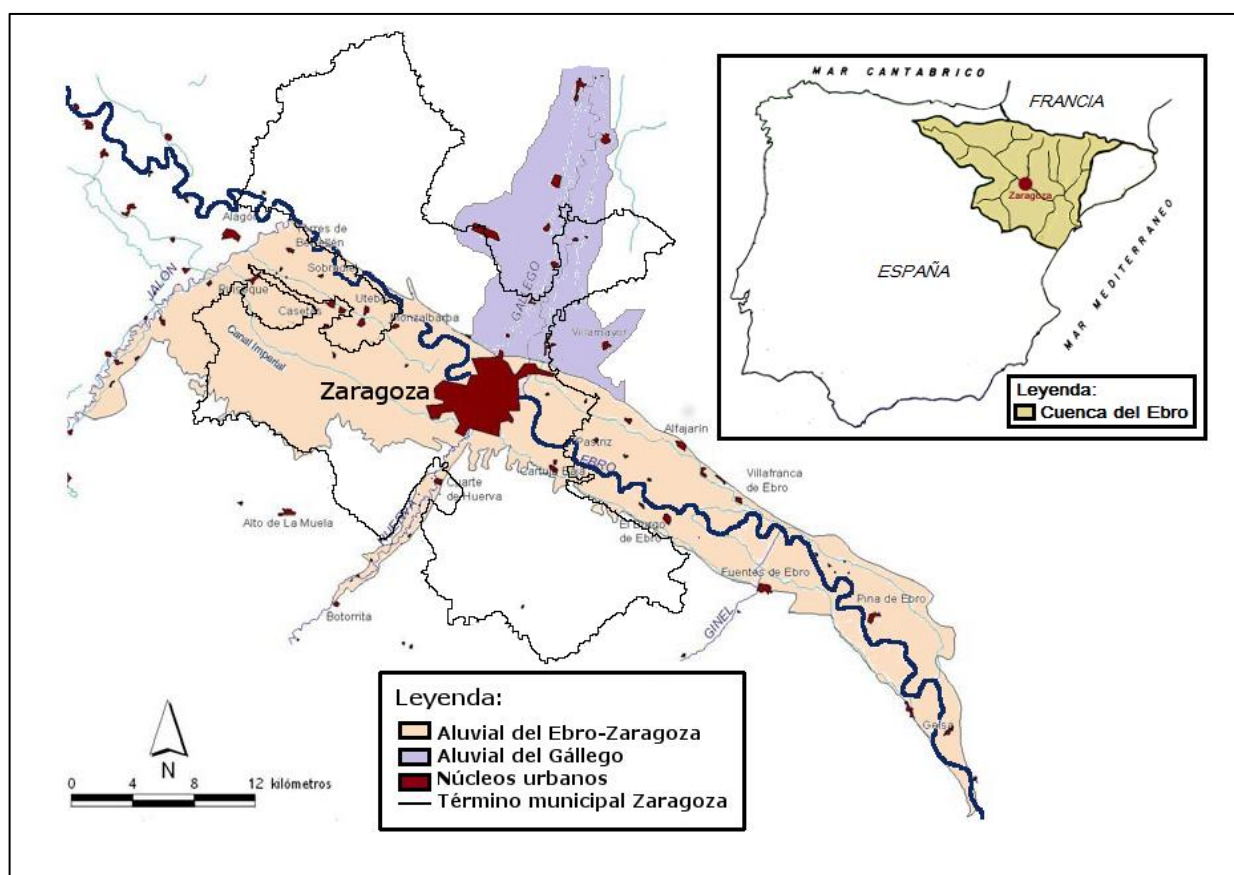
El municipio de Zaragoza es el quinto municipio más poblado de España. Su estructura productiva es similar a la del conjunto de España, caracterizada por el predominio del sector servicios (84% del empleo), seguido de la industria (10%), la construcción (5%) y la agricultura y ganadería (1%), según datos para el año 2012 del Instituto Aragonés de Estadística [IAEST (2015)].

Este municipio se sitúa en el centro de la depresión del río Ebro, coincidiendo con la desembocadura de dos de sus afluentes: los ríos Gállego y Huerva. El suministro de agua potable en el municipio se ha abastecido tradicionalmente del Canal Imperial de Aragón, que discurre en paralelo al río Ebro, del que toma su agua, aunque se complementa desde 2010 con el agua canalizada desde los Pirineos. Los servicios de abastecimientos de agua potable y de

saneamiento (recogida y tratamiento) de aguas residuales son responsabilidad del Ayuntamiento de Zaragoza. Ambos servicios son gravados por un sistema tarifario binomial que combina una cuota fija y una cuota variable (cuota volumétrica). La cuota fija depende del calibre del contador que mide el agua suministrada a cada usuario; no obstante, para los usuarios que tienen instalado un contador para medir también el agua vertida a la red de alcantarillado (este contador sólo se instala en los casos en que el volumen de agua vertida difiere del volumen de agua captada de la red), la cuota fija correspondiente al servicio de saneamiento depende del calibre de este contador. La cuota variable depende del volumen de agua registrada en ese/esos contador/es y se obtiene mediante la aplicación de una tarifa por bloques de consumo con precios crecientes.

El municipio de Zaragoza se asienta sobre dos importantes masas de agua subterráneas: el aluvial del Ebro-Zaragoza y el aluvial del río Gállego (véase la Figura 1).

Figura 1. Localización del aluvial del Ebro-Zaragoza y del aluvial del Gállego



Fuente: Elaboración propia a partir de CHE (2008).

El aluvial del Gállego tiene una superficie de 271 km<sup>2</sup>, desde el embalse de Ardisa (Huesca) hasta su confluencia con el río Ebro. En su mayor parte se trata de suelo agrícola, con una importante presencia del regadío [CHE (2008b)]. Precisamente, el mecanismo de recarga

más importante de este aluvial se debe a la infiltración de los retornos de regadío, mientras que las salidas se realizan principalmente por flujo subterráneo hacia el aluvial del Ebro-Zaragoza en la intersección de estas dos masas de agua.

El aluvial del Ebro-Zaragoza, que es la principal fuente de agua subterránea del municipio, tiene una superficie de 632 km<sup>2</sup> y se alinea a lo largo del eje central de la depresión del río Ebro, entre el río Jalón y el municipio de Gelsa. La mayor parte de esta superficie está ocupada por suelo agrícola, con una importante presencia de regadíos, mientras que el 14% está ocupada por zonas urbanas e industriales [CHE (2008a)]. Este aluvial está formado por los sedimentos fluviales de los ríos Ebro, Gállego y, con menor extensión, Huerva y Jalón. Entre los mecanismos de recarga de este aluvial se encuentran la filtración de las precipitaciones, los aportes de cuencas adyacentes, las filtraciones y aportes para riego del Canal Imperial de Aragón y las pérdidas de la red urbana de abastecimiento y saneamiento. Sin embargo, sólo el 10% de la recarga se produce por medios naturales, dependiendo el resto principalmente del Canal Imperial de Aragón.

Estas dos masas de agua subterráneas, denominadas habitualmente como acuífero de Zaragoza, dotan al municipio de una fuente de agua abundante y de fácil acceso desde casi cualquier zona, mediante pozos de apenas una veintena de metros. El agua extraída tiene una temperatura y composición química constantes y se halla libre de elementos en suspensión, por lo que habitualmente no es necesario ningún tratamiento físico o químico previo a su uso. Se trata de un recurso con una garantía de disponibilidad casi absoluta y con un coste para muchos usuarios inferior al del abastecimiento de la red municipal. A este respecto, debe tenerse en cuenta que la Ley de Aguas de 1985 [España (1985)] declara las aguas subterráneas de dominio público, cuyo uso está sujeto a autorización administrativa y es gravado con una tasa fija, dirigida a cubrir los costes del procedimiento de autorización. No existe, sin embargo, una tarifa que grave la cantidad de agua extraída, en contraposición a lo que ocurre con el agua de red. De este modo, los usuarios sólo soportan los costes de extracción (tasa de autorización y costes de construcción del pozo y bombeo del agua) y, en su caso, de tratamiento y vertido del agua extraída a la red municipal de alcantarillado; circunstancia esta última que, cuando se produce, lleva aparejada la aplicación de la tarifa municipal de saneamiento de agua (tarifa dicotómica, con una parte fija y otra variable según el volumen vertido).

Las extracciones de agua de este acuífero en el municipio de Zaragoza son relativamente escasas en comparación con los recursos que ofrece: unos 7,5 Hm<sup>3</sup>/año de los 250 Hm<sup>3</sup> disponibles [Moreno *et al.* (2008)]. Como puede verse en la Tabla 2, estas capturas se destinan mayoritariamente a actividades productivas no agrarias (92,46%). El porcentaje restante se

reparte entre los usos agrarios (7,42%), recreativos (3,34%) y de abastecimiento (0,12%), correspondiendo este último a pequeñas captaciones destinadas al consumo en instalaciones desconectadas de la red municipal.

Tabla 2. Distribución de las extracciones de agua subterránea en el municipio de Zaragoza según su uso

Uso	Hm <sup>3</sup> /año	%
Abastecimientos	0,009	0,12
Actividades agrarias	0,556	7,42
Actividades productivas no agrarias	6,925	92,46
<b>Total</b>	<b>7,49</b>	<b>100</b>

Fuente: Moreno *et al.* (2008).

### 3. Datos

Disponemos de una muestra de 2.893 empresas que desarrollan su actividad en el municipio de Zaragoza. Para cada empresa de la muestra, tenemos información, referida al año 2012, sobre las siguientes variables: el volumen de agua autosuministrada, el volumen de agua captada de la red, el coste del agua autosuministrada y del agua de red (distinguiendo, en ambos casos, entre el coste fijo unitario y el coste variable medio), el valor de la producción y la rama de actividad.

Los datos provienen principalmente de tres fuentes de información. Los datos sobre el volumen de agua de red empleada por las empresas han sido facilitados por el Ayuntamiento de Zaragoza, en tanto que los datos sobre el agua autosuministrada por las empresas se han obtenido combinando información proporcionada por el mismo Ayuntamiento y por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). La información necesaria para calcular el coste del agua autosuministrada ha sido facilitada por la CHE, mientras que la relativa al coste del agua de red ha sido proporcionada por el Ayuntamiento de Zaragoza. Finalmente, la información sobre las magnitudes económicas de las empresas ha sido extraída de la base de datos “Sistema de Análisis de Balances Ibéricos” (SABI) (<http://informa.es/en/financial-solutions/sabi>).

Los datos sobre el volumen de agua de red se han obtenido en base a las lecturas de los contadores de agua instalados por el servicio municipal de aguas en cada empresa. Los datos sobre el volumen de agua autosuministrada se han obtenido como diferencia entre el volumen vertido a la red municipal de alcantarillado, registrado a través del contador de vertido (en caso de existir), y el volumen captado de la red municipal de abastecimiento, registrado a través del

contador de abastecimiento. Por este procedimiento obtenemos una aproximación al volumen de agua autosuministrada. En concreto, el dato que obtenemos representa un volumen mínimo, ya que puede haber agua que se haya autosuministrado pero que no se haya vertido a la red de alcantarillado, por ejemplo, por incorporación al producto final, por evaporación, por vertido a cauces fluviales o por vertido al propio acuífero (como ocurre típicamente en los sistemas de refrigeración –geotermia–). Por este motivo, estos datos se han complementado con la información proporcionada por la CHE sobre los aprovechamientos de aguas subterráneas inscritos en el Registro de Aguas, donde para cada empresa que cuenta con autorización administrativa para la explotación de aguas subterráneas se da cuenta del volumen máximo anual autorizado. De este modo, se ha podido validar los datos anteriores y se han completado los de algunas empresas cuyo autosuministro no se revelaba a partir de los datos del Ayuntamiento (presumiblemente porque el agua autosuministrada no la vierten a la red municipal de alcantarillado). Disponiendo de esta información, es inmediato generar una variable dicotómica con valor 1 si la empresa recurre al autosuministro y 0 en caso contrario.

Para calcular el coste del agua autosuministrada ha sido necesario, en primer lugar, disponer de información sobre la profundidad del acuífero en el punto donde está localizada cada empresa y sobre el caudal de agua autosuministrada. Por un lado, a partir de las coordenadas geográficas extraídas de SABI para cada empresa, la oficina de Zaragoza del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en colaboración con la CHE, nos ha facilitado el dato de la profundidad del acuífero, basándose en los trabajos de IGME (2005) y Moreno *et al.* (2008). Por otro lado, el caudal de agua autosuministrada de cada empresa lo hemos estimado a partir de su volumen de agua autosuministrada, asumiendo que bombean 16 horas al día, según el estándar adoptado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [MAGRAMA (2009)] para las captaciones realizadas por las industrias.

El coste fijo unitario del agua autosuministrada (*CFUA*) lo calculamos, siguiendo a MAGRAMA (2009), del siguiente modo:

$$CFUA = \frac{T + CC + CB + G}{V} \quad (1)$$

donde *T* es la tasa administrativa que los usuarios deben pagar al organismo de cuenca una única vez al tramitar la autorización de la explotación del agua subterránea (en el caso del Ebro, la CHE), que suponemos tiene una vigencia de 20 años, según lo establecido en el Decreto 140/1960 [España (1960)]; *CC* son los costes de construcción del pozo (perforación, entubado y acabado del pozo), suponiendo que se amortizan a 20 años; *CB* son los costes de inversión en

maquinaria de elevación (equipo de bombeo), que se supone amortizados a los 10 años;  $G$  son los gastos de operación y mantenimiento (que se suponen un 2% del coste de la inversión); y  $V$  es el volumen anual de agua autosuministrada.

El coste de construcción del pozo lo hemos calculado en función de la profundidad a la que se sitúa el acuífero, mientras que el coste del equipo de bombeo lo hemos obtenido en función de la potencia necesaria de las bombas, utilizando la siguiente aproximación de Custodio y Llamas (1983):

$$P = \frac{h \times Q}{r \times 75} \quad (2)$$

donde  $P$  es la potencia (en caballos de vapor);  $h$  es la altura manométrica (en metros), que igualamos a la profundidad del acuífero;  $Q$  es el caudal (en litros por segundo);  $r$  es el rendimiento de la bomba de elevación, que se considera igual al 70% en todos los casos ( $r = 0,70$ ); y la inclusión de la constante 75 en el denominador permite pasar de kilográmetros por segundo a caballos de vapor. El coste del equipo de bombeo varía entre 1.844 €, a precios de 2012, para los equipos de 0,5 caballos y 10.850 € para los equipos de más de 100 caballos, de acuerdo con MAGRAMA (2009).

El coste variable medio del agua autosuministrada ( $CVMA$ ) es el coste de la energía necesaria para captar un metro cúbico de agua más, en su caso, el coste impuesto por la tasa municipal de saneamiento a las empresas que vierten ese agua, tras su uso, a la red municipal de alcantarillado.

El coste de la energía por metro cúbico de agua extraída ( $CUE$ ) lo hemos calculado de acuerdo a Custodio y Llamas (1983), como sigue:

$$CUE = 0,002726 \frac{h \times k}{r} \quad (3)$$

donde  $h$  es la altura manométrica (en metros);  $k$  es el precio de la energía (€/Kwh), aproximado por el precio medio de la electricidad en España [Eurostat (2016)];  $r$  es el rendimiento de la bomba de elevación (nuevamente fijado en el 70%); y la constante 0,002726 es el consumo de energía (Kwh) en el que se incurre por elevar en un metro un  $m^3$  de agua.

El coste de saneamiento lo hemos obtenido aplicando la tarifa municipal de saneamiento al volumen de agua autosuministrada. Este coste no se aplica a las empresas que no vierten esta agua a la red municipal.

El coste fijo unitario del agua de red (*CFUR*) lo hemos obtenido dividiendo la cuota fija de la factura del agua de red, por abastecimiento y saneamiento, entre el volumen captado de este tipo de agua. A su vez, el coste variable medio del agua de red (*CVMR*) lo hemos calculado dividiendo la cuota variable de la factura del agua de red, por abastecimiento y saneamiento, entre el volumen captado.

Finalmente, la información obtenida de SABI nos ha permitido conocer el valor de la producción (ingresos de explotación) y la rama de actividad a la que pertenece cada empresa. A partir de este último dato, generamos una variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa pertenece al sector industrial y 0 en caso contrario (si se trata de una empresa de construcción o de servicios).

Con esta información es posible conocer el coste de autosuministro de aquellas empresas que recurren a esta fuente de abastecimiento y el coste del agua de red de cada una de las empresas de la muestra. Además, estimamos el coste en el que incurrirían las empresas que únicamente captan agua de la red si decidiesen autosuministrarse y el coste de las empresas que emplean agua autouministrada si decidiesen sustituirla por agua de red. Para ello, adoptamos los siguientes supuestos: a las empresas que sólo se suministran de la red, les imputamos un *CFUA* y un *CVMA* equivalentes al que soportarían si empleasen un porcentaje de agua autosuministrada sobre el total de agua captada igual al de la media de las empresas que sí se autosuministran; a las empresas que usan agua autosuministrada, les asignamos un *CFUR* y un *CVMR* equivalente al que tendrían si captasen a través de la red el volumen que ahora captan a través del autosuministro.

En la Tabla 3 se presenta una breve estadística descriptiva de las variables que posteriormente van a ser incluidas en el modelo, distinguiendo entre el total de empresas (agregado) y aquellas que se autosuministran. Podemos comprobar que estas últimas tienen una producción ocho veces superior a la media de la muestra y que más de la mitad de ellas pertenecen al sector industrial, mientras que en el conjunto de la muestra sólo el 11% son empresas industriales.

Tabla 3. Estadística descriptiva básica de las variables fundamentales. Año 2012

Variable	Descripción	Valores medios para el agregado		Valores medios para las empresas que recurren al autosuministro	
<i>VA</i>	Volumen de agua autosuministrada (m <sup>3</sup> )	300,12	(7.717,87)	19.732,64	(60.114,48)
<i>DA</i>	=1 si la empresa de autosuministra; 0 en caso contrario	0,0155	-	1,00	-
<i>CFUA</i>	Coste fijo unitario del agua	34,14	(262,84)	7,61	(29,58)

	autosuministrada (€/m <sup>3</sup> )				
<i>CVMA</i>	Coste variable medio del agua autosuministrada (€/m <sup>3</sup> )	0,68	(0,27)	0,82	(0,65)
<i>CFUR</i>	Coste fijo unitario del agua de red (€/m <sup>3</sup> )	4,52	(30,30)	16,69	(71,85)
<i>CVMR</i>	Coste variable medio del agua de red (€/m <sup>3</sup> )	1,38	(0,59)	2,95	(0,32)
<i>Y</i>	Valor de la producción (miles €)	1.503,31	(10.500,00)	12.100,00	(20.500,00)
<i>DI</i>	=1 si la empresa pertenece al sector industrial; 0 en caso contrario	0,11	-	0,55	-

Nota: entre paréntesis se muestra la desviación estándar.

El coste fijo unitario de autosuministro para las empresas que se autosuministran (7,61 €/m<sup>3</sup>) es sustancialmente menor que el del total de empresas (34,14 €/m<sup>3</sup>). Por el contrario, el coste variable medio de autosuministro no sufre grandes variaciones entre unas y otras empresas debido a que, como se observa en la Tabla 4, la diferencia en la profundidad del acuífero entre las empresas que se autosuministran y las que no extraen agua del acuífero es pequeña (16,50 m y 19,91 m, respectivamente).

En cuanto al coste del agua de red, comprobamos cómo las empresas que se autosuministran se enfrentan a un precio sustancialmente superior al de las que únicamente captan agua de la red (más del triple en el coste fijo unitario y más del doble en el coste variable medio). Esto es debido a que las empresas que se autosuministran captan un mayor volumen de agua, tanto autosuministrada como de red, y son penalizadas por la tarifa municipal de abastecimiento y saneamiento en sus dos partes: la parte fija, porque es creciente en función del diámetro de la tubería de conexión a la red, y la parte variable, porque los precios son crecientes con el consumo.

En la Tabla 4 se analiza el uso del agua autosuministrada y del agua de red. Comprobamos que sólo 44 de las 2.893 empresas de nuestra muestra (el 1,55%) recurren al autosuministro. En el sector industrial, este porcentaje alcanza el 7,48%, mientras que en los sectores de construcción y servicios no llega al 1%.

Para las empresas que recurren al autosuministro, el 80,65% del agua que emplean es autosuministrada. De nuevo, este porcentaje es mayor en las empresas industriales (87,93%) que en las de construcción y servicios (70,40% y 77,67%, respectivamente). Sin embargo, el volumen de agua autosuministrada por euro de valor de producción es mayor en las empresas pertenecientes al sector servicios (5,23 l/€) que en la industria y la construcción (4,17 l/€ y 1,66 l/€, respectivamente).

Parece claro que las empresas que recurren al autosuministro utilizan un volumen total de agua por euro de valor de producción muy superior al de las empresas que sólo emplean agua de red. Mientras que estas últimas utilizan 0,75 l/€, las empresas que se autosuministran

emplean 5,18 l/€ (de los cuales 4,47 l/€ son de autosuministro y 0,71 l/€ de red). El hecho de que las empresas que recurren al autosuministro sean menos intensivas en el uso de agua de red (en particular las empresas del sector industrial) que las que sólo recurren al suministro público apunta a una posible relación de sustitución entre ambos tipos de agua.

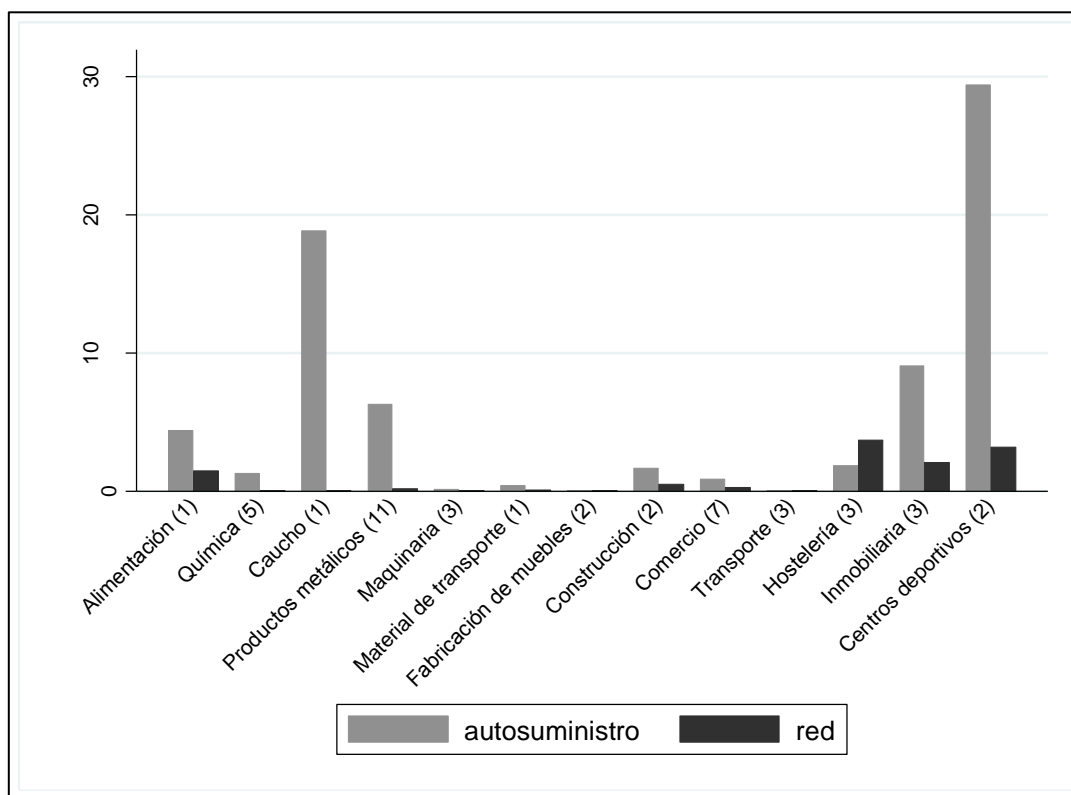
Tabla 4. Principales magnitudes relacionadas con el uso de agua. Promedio por empresa para el año 2012

	<b>Agregado</b>	<b>Industria</b>	<b>Construcción</b>	<b>Servicios</b>
<b>Nº de empresas con autosuministro</b>	44	24	2	18
<b>Nº de empresas sin autosuministro</b>	2.849	297	356	2.196
<b>Porcentaje de empresas con autosuministro (%)</b>	1,55	7,48	0,56	0,81
<b>Para el conjunto de empresas:</b>				
Cantidad de agua de red (m <sup>3</sup> )	366,78	550,38	93,30	384,38
Cantidad de agua autosuministrada (m <sup>3</sup> )	300,12	882,07	26,22	260,03
Total de agua empleada (m <sup>3</sup> )	666,89	1.432,45	119,52	644,41
Porcentaje de agua autosuministrada (%)	45,00	61,58	21,94	40,35
Cantidad de agua autosuministrada por € de valor de producción (l/€)	0,25	0,31	0,01	0,28
Cantidad de agua de red por € de valor de producción (l/€)	0,75	0,30	0,32	0,89
Profundidad acuífero (m)	19,85	19,65	20,15	19,83
<b>En las empresas con autosuministro:</b>				
Cantidad de agua de red (m <sup>3</sup> )	4.735,19	1.619,90	1.973,05	9.195,83
Cantidad de agua autosuministrada (m <sup>3</sup> )	19.732,64	11.797,66	4.693,50	31.983,63
Total de agua empleada (m <sup>3</sup> )	24.467,84	13.417,56	6.666,55	41.179,46
Porcentaje de agua autosuministrada (%)	80,65	87,93	70,40	77,67
Cantidad de agua autosuministrada por € de valor de producción (l/€)	4,47	4,17	1,66	5,23
Cantidad de agua de red por € de valor de producción (l/€)	0,71	0,18	0,51	1,45
Profundidad acuífero (m)	16,50	16,89	19,19	15,69
<b>En las empresas sin autosuministro:</b>				
Cantidad de agua de red (m <sup>3</sup> )	299,31	463,96	82,74	312,15
Cantidad de agua de red por € de valor de producción (l/€)	0,75	0,31	0,31	0,88
Profundidad acuífero (m)	19,91	19,92	20,16	19,87

La Figura 2 distribuye las 44 empresas que se autosuministran por ramas de actividad. En vertical se indica el consumo de agua (autosuministrada y de red) por euro de valor de producción. Entre las actividades más intensivas en agua autosuministrada destacan la gestión de centros deportivos, la industria del caucho, las actividades inmobiliarias (en nuestra muestra se corresponden con empresas de alquiler de bienes inmobiliarios, cuyo modelo de negocio se asemeja a la de los establecimientos hoteleros), la fabricación de productos metálicos y la industria alimentaria. Todas estas actividades se caracterizan por emplear grandes volúmenes de agua y por utilizar una buena parte de ellos para usos que no requieren una elevada calidad, como la refrigeración, el llenado de piscinas o la limpieza y transporte de materias primas. Por

otra parte, las actividades más intensivas en agua de red son la hostelería y, de nuevo, la gestión de centros deportivos, las actividades inmobiliarias y la industria alimentaria.

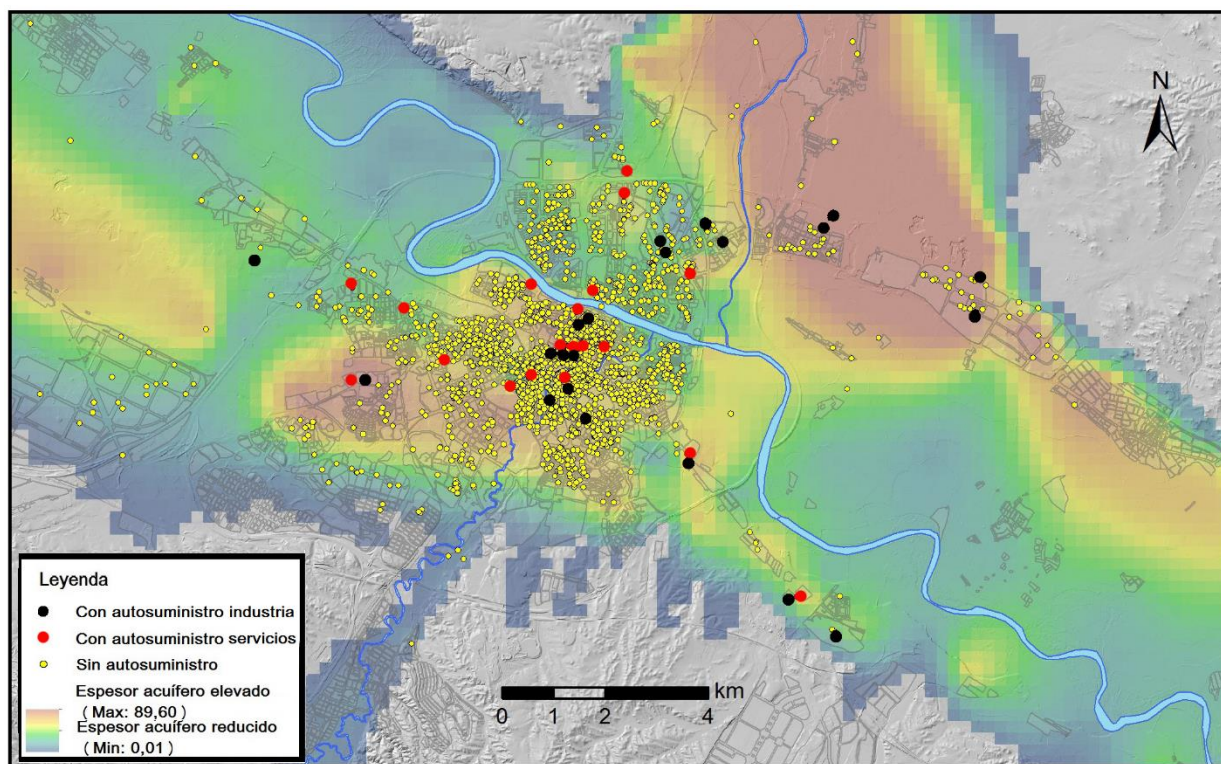
Figura 2. Uso de agua por euro de valor de producción de las empresas que recurren al autosuministro, por ramas de actividad



Nota: entre paréntesis se muestra el número de empresas de la muestra que pertenecen a cada rama de actividad.

En la Figura 3 se muestra la localización de las empresas de la muestra, distinguiendo las que se autosuministran de las que no lo hacen; se indica también si pertenecen al sector industrial o al sector de servicios y construcción. Esta figura muestra igualmente el espesor del acuífero. Todas las empresas de la muestra están situadas sobre el acuífero de Zaragoza, principalmente en el núcleo urbano del municipio, aunque también hay un número significativo de empresas situadas en los polígonos industriales de la periferia. En su mayoría, las empresas con autosuministro se localizan en zonas de espesor medio, en torno a la veintena de metros.

Figura 3. Localización de las empresas de la muestra



Fuente: IGME, en colaboración con la CHE, empleando los trabajos de IGME (2005) y Moreno et al. (2008) para la obtención de los datos sobre el espesor del acuífero.

#### 4. Especificación del modelo y estimación econométrica

Nuestra aproximación parte del supuesto de que las empresas son capaces de elegir sus fuentes de abastecimiento (red municipal o autosuministro), y la cantidad empleada de cada una de ellas, con el objetivo de minimizar los costes de producción. Para dar forma a este proceso de decisión se requiere de un modelo en dos etapas en el que, en primera instancia, la empresa resuelva la decisión relativa a autosuministrarse o no, y seguidamente, en caso afirmativo, decida el volumen de agua autosuministrada.

En la literatura podemos encontrar al menos tres alternativas para trabajar con datos censurados, como es nuestro caso: el modelo *tobit*, los modelos normal y lognormal truncados de Cragg (1971) y el modelo de doble valla de Heckman (1979). En nuestro caso, nos decantamos por el último, ya que es más general, permitiendo que los factores que determinan la decisión y el volumen de autosuministro sean distintos. Por ejemplo, es razonable pensar que los costes de inversión necesarios para poder autosuministrarse determinan la decisión de recurrir a esta fuente de abastecimiento, mientras que una vez que la empresa ha tomado esta decisión no deberían afectar al volumen de agua captada, ya que son fijos sea cual sea este volumen. Además, este modelo permite que los factores que determinan las decisiones en

ambas etapas intervengan de forma diferente en cada decisión. Por ejemplo, es posible que las empresas pertenecientes al sector industrial tengan una mayor propensión a recurrir al autosuministro pero que, una vez que se ha tomado la decisión de autosuministrarse, sean las empresas de servicios las que capten un mayor volumen de este tipo de agua (tal como se aprecia en los datos de la Tabla 4).

El modelo de Heckman es bien conocido en la literatura económica, donde se ha utilizado con profusión en diferentes ámbitos, incluida la economía medioambiental. Como se ha dicho, el modelo consta de dos etapas. El objetivo de la primera etapa es determinar los factores de los que depende la decisión de autosuministrarse. Es decir, conocer la probabilidad de que una determinada empresa con unas características particulares (en nuestro caso, costes del agua autosuministrada y del agua de red, nivel de producción y sector de actividad) recurra al autosuministro. El problema se plantea analíticamente mediante una ecuación *probit* como la siguiente:

$$\begin{aligned} y_i > 0 \ (h_i = 1) \ \text{si} \ h_i^* > 0 \\ y_i = 0 \ (h_i = 0) \ \text{si} \ h_i^* \leq 0 \end{aligned} \quad \text{con} \ h_i^* = x'_{2i}\beta_2 + \varepsilon_{2i} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

donde  $y_i$  es el volumen de agua autosuministrada;  $h_i$  es una variable dicotómica con valor 1 si la empresa efectivamente capta agua de este tipo y 0 en caso contrario;  $h_i^*$  es una variable latente, no observable, que representa la diferencia de utilidades reportada por ambas alternativas (esto es, recurrir al autosuministro o no) y que responde a una serie de características propias de cada empresa, recogidas en  $x_{2i}$ ; y  $N$  es el número de empresas en la muestra.

En consecuencia, la probabilidad de que una empresa recurra al autosuministro es:

$$P_i = P(h_i^* > 0) = P(\varepsilon_{2i} > -x'_{2i}\beta_2) = 1 - F(-x'_{2i}\beta_2) = F(x'_{2i}\beta_2) \quad (5)$$

donde  $F(\cdot)$  es la distribución de la función de probabilidad del término de error  $\varepsilon_{2i}$  asociado a una función de densidad simétrica en torno a cero. Es habitual asumir que esta función de distribución es homogénea para grandes grupos de empresas tecnológicamente afines, como sectores productivos o similares. En nuestro caso, vamos a asumir que la función de distribución es homogénea para todas las empresas localizadas en el municipio de Zaragoza.

El objetivo de la segunda etapa es tratar de explicar la decisión con respecto al volumen de agua que cada empresa decide autosuministrarse. Para ello utilizamos un modelo de regresión truncado, restringido sólo a las empresas que previamente han decidido hacer uso del autosuministro. Es decir:

$$y_i = y_i^* = x'_{1i}\beta_1 + \varepsilon_{1i} \quad \text{si } y_i > 0 \quad (h_i = 1) \quad (6)$$

donde  $x'_{1i}$  recoge las características relevantes de la empresa. Los términos de error,  $\varepsilon_{1i}$  y  $\varepsilon_{2i}$ , están forzosamente relacionados, por lo que es habitual suponer una distribución conjunta:

$$(\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i}) \sim BVN(0, \Omega) \quad \text{donde } \Omega = \begin{bmatrix} \sigma^2 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

siendo *BVN* una normal bivalente y  $\rho$  el coeficiente de correlación. Por simplicidad, asumimos, como es habitual, que las varianzas ( $\sigma^2$ ) se han estandarizado para que la del segundo error sea la unidad.

En consecuencia, la ecuación que caracteriza la decisión sobre el volumen de agua autosuministrada es la siguiente:

$$y_i = x'_{1i}\beta_1 + \rho\sigma \frac{\phi(-x'_{2i}\beta_2)}{1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)} + \eta_i \quad (8)$$

donde  $\phi(\cdot)$  y  $\Phi(\cdot)$  son la función de densidad y la función de distribución, respectivamente, de una variable aleatoria normal tipificada;  $\eta_i$  es un término de perturbación aleatorio; y  $\frac{\phi(-x'_{2i}\beta_2)}{1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)}$  es el denominado inverso del ratio de Mills (IRM) que corrige el sesgo originado al considerar únicamente las empresas que recurren al autosuministro.

Una vez estimado el modelo propuesto, se interpretarán los resultados obtenidos calculando el efecto marginal de cada variable sobre la probabilidad de autosuministrarse, sobre el volumen condicionado de autosuministro y sobre el volumen incondicionado de autosuministro.

El modelo *probit* de la primera etapa permite estimar la probabilidad de que una empresa se decida por el autosuministro, teniendo en cuenta el supuesto de normalidad con respecto a los términos de error; esto es:

$$P_i = P(y_i > 0) = \Phi(x'_{2i}\beta_2) = 1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2) \quad (9)$$

El volumen condicionado de agua autosuministrada se define como el volumen esperado de agua autosuministrada, condicionado a que dicho volumen sea positivo (es decir, a que la empresa haya decidido autosuministrarse):

$$E(y_i|y_i > 0) = x'_{1i}\beta_1 + m_i \frac{\phi(-x'_{2i}\beta_2)}{1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)} \quad (10)$$

siendo  $m_i$  el parámetro estimado asociado al IRM, que muestra la importancia del llamado sesgo de selección muestral que se produce cuando los factores no observados que influyen en la probabilidad de participación (en nuestro caso, en la decisión de autosuministrarse) están correlacionados con los factores explicativos de la segunda etapa (en nuestro caso, la decisión sobre el volumen de agua autosuministrada).

El volumen incondicionado de agua autosuministrada se obtiene al combinar toda la información anterior:

$$\begin{aligned} E(y_i) &= P(y_i > 0)E(y_i|y_i > 0) + P(y_i = 0)E(y_i|y_i = 0) \\ &= x'_{1i}\beta_1(1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)) + m_i\phi(-x'_{2i}\beta_2) \end{aligned} \quad (11)$$

También es posible estimar los efectos de las diferentes variables explicativas sobre la probabilidad y sobre el volumen de autosuministro. Para las variables continuas, estos efectos se obtienen calculando las derivadas parciales de la forma usual; es decir, en lo que respecta a la probabilidad de participación:

$$\frac{\partial P_i}{\partial x_{hi}} = \frac{\partial P(y_i > 0)}{\partial x_{hi}} = \phi(x'_{2i}\beta_2) \beta_{2h} \quad (12)$$

El efecto sobre el volumen condicionado de agua autosuministrada es:

$$\frac{\partial E(y_i|y_i > 0)}{\partial x_{hi}} = \beta_{1h} - m_i \left[ \left[ \frac{\phi(-x'_{2i}\beta_2)}{1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)} \right]^2 - (-x'_{2i}\beta_2) \frac{\phi(-x'_{2i}\beta_2)}{1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)} \right] \beta_{2h} \quad (13)$$

Finalmente, el efecto sobre el volumen incondicionado de agua autosuministrada se obtendrá como:

$$\begin{aligned} \frac{\partial E(y_i)}{\partial x_{hi}} &= \frac{\partial P(y_i > 0)E(y_i|y_i > 0)}{\partial x_{hi}} \\ &= \frac{\partial P(y_i > 0)}{\partial x_{hi}} E(y_i|y_i > 0) + \frac{\partial E(y_i|y_i > 0)}{\partial x_{hi}} P(y_i > 0) \end{aligned} \quad (14)$$

En el caso de las variables *dummy*, los efectos derivados de las diferentes variables se obtienen como la diferencia en la probabilidad de autosuministro (o en el volumen de agua autosuministrada) en los dos estados que corresponden a la variable dicotómica. Es decir, se evalúan las ecuaciones (9), (10) y (11) cuando las variables *dummy* toman valor 1 y 0.

La aplicación del modelo de Heckman a nuestro caso de estudio se concreta en la siguiente ecuación *probit* para la primera etapa:

$$\begin{aligned} VA_i > 0 \ (DA_i = 1) \ \text{si} \ DA_i^* > 0 \\ VA_i = 0 \ (DA_i = 0) \ \text{si} \ DA_i^* \leq 0 \end{aligned} \quad \text{con} \ DA_i^* = x'_{2i}\beta_2 + \varepsilon_{2i} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (15)$$

donde:

$$\begin{aligned} x'_{2i}\beta_2 = & \beta_{2,1} + \beta_{2,CFUA}CFUA_i + \beta_{2,CVMA}CVMA_i + \beta_{2,CFUR}CFUR_i \\ & + \beta_{2,CVMR}CVMR_i + \beta_{2,Y}Y_i + \beta_{2,DI}DI_i \end{aligned}$$

siendo *VA* el volumen de agua autosuministrada y *DA* una variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa recurre al autosuministro y 0 en caso contrario. *CFUA* es el coste fijo unitario de autosuministro, *CVMA* el coste variable medio de autosuministro, *CFUR* el coste fijo unitario del agua de red, *CVMR* el coste variable medio del agua de red, *Y* el valor de la producción y *DI* una variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa pertenece al sector industrial y 0 en caso contrario. Las variables continuas se han introducido en el modelo tomando logaritmos neperianos.

La decisión sobre el volumen de agua autosuministrada se aproxima mediante la siguiente ecuación:

$$VA_i = x'_{1i}\beta_1 + \rho\sigma \frac{\phi(-x'_{2i}\beta_2)}{1 - \Phi(-x'_{2i}\beta_2)} + \eta_i \quad \text{con} \ VA_i > 0 \quad (16)$$

donde:

$$x'_{1i}\beta_1 = \beta_{1,1} + \beta_{1,CVMA}CVMA_i + \beta_{1,CVMR}CVMR_i + \beta_{1,Y}Y_i + \beta_{1,DI}DI_i$$

## 5. Resultados

La estimación de los coeficientes de las ecuaciones (15) y (16) se muestra en la Tabla 5. Funciona mejor la ecuación de la primera etapa (decisión de autosuministrarse) que la de la segunda, dedicada al volumen de agua autosuministrada. El coeficiente pseudo- $R^2$  de McFadden (1974) para el *probit* es 0,69, mientras que el coeficiente de determinación para la segunda ecuación es 0,11; en ambos casos se trata de valores similares a los obtenidos por otros trabajos que aplican este tipo de modelos en el ámbito de la economía medioambiental [véase, por ejemplo, Féres *et al.* (2012) o Giannoccaro *et al.* (2016)].

El coeficiente del inverso del ratio de Mills (IMR) es positivo y significativo, indicando la presencia del denominado sesgo de selección de la muestra. Por tanto, si las dos ecuaciones (decisión de autosuministro y volumen de autosuministro) se hubiesen estimado por separado sin introducir el IMR, la estimación de los parámetros del modelo estaría sesgada.

Tabla 5. Modelo de Heckman en dos etapas. Resultados de la estimación

Primera etapa (DA)		Segunda etapa (VA)	
$\beta_{2,1}$	-5,28 (0,00)	$\beta_{1,1}$	-4,41 (0,32)
$\beta_{2,CFUA}$	-0,30 (0,01)		
$\beta_{2,CFUR}$	0,56 (0,00)		
$\beta_{2,CVMA}$	-0,52 (0,00)	$\beta_{1,CVMA}$	-0,01 (0,98)
$\beta_{2,CVMR}$	2,52 (0,00)	$\beta_{1,CVMR}$	7,01 (0,01)
$\beta_{2,Y}$	0,11 (0,12)	$\beta_{1,Y}$	0,35 (0,02)
$\beta_{2,DI}$	0,57 (0,01)	$\beta_{1,DI}$	-0,49 (0,43)
$m_i$			3,69 (0,71)
Wald $\chi(4)$			11,77
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,69		
R <sup>2</sup>			0,11

Nota: entre paréntesis se muestra el p-valor, excepto para el parámetro asociado al inverso del ratio de Mills ( $m_i$ ), para el que se muestra la desviación estándar.

Los resultados de la primera ecuación indican que un incremento de los costes de inversión en autosuministro ( $\beta_{2,CFUA}$ ) o del coste variable medio de agua autosuministrada ( $\beta_{2,CVMA}$ ) reduce la probabilidad de recurrir al autosuministro. Este resultado es acorde con el obtenido por Renzetti (1993) para el agua autosuministrada y por Bruneau y Renzetti (2014) para el agua reutilizada.

Por el contrario, un incremento de la cuota fija unitaria de acceso a la red de abastecimiento público ( $\beta_{2,CFUR}$ ) o del coste variable medio del agua de red ( $\beta_{2,CVMR}$ ) aumenta la probabilidad de autosuministrarse, como vía para reducir el coste en *inputs* hídricos. Este resultado está en línea con el obtenido por Renzetti (1993) para el agua autosuministrada (aunque, en su caso, estas variables no son significativas) y por Féres *et al.* (2012) y Bruneau y Renzetti (2014) para el agua reutilizada.

El coeficiente de la variable *output* ( $\beta_{2,Y}$ ) tiene un signo positivo, aunque sólo es estadísticamente significativo para un nivel de significación del 12% en la ecuación de decisión. Renzetti (1993) también obtiene un bajo nivel de significatividad para esta variable, mientras que Bruneau *et al.* (2010), Féres *et al.* (2012) y Bruneau y Renzetti (2014) concluyen que el nivel de producción sí que es un factor determinante en la decisión de reutilización. En nuestro

caso, pese a que el signo de este parámetro es el esperado, apuntando a que un mayor nivel de producción aumenta la probabilidad de recurrir al autosuministro, no podemos obviar su escasa significatividad. De hecho, entendemos que esta decisión depende, fundamentalmente, de otros factores relacionados con el coste de los diferentes *inputs* hídricos y con el sector de actividad, no tanto del volumen de producción esperado.

Las empresas que pertenecen al sector industrial ( $\beta_{2,DI}$ ) tienen una mayor probabilidad de recurrir al autosuministro, en comparación con las empresas de los sectores de construcción y servicios. Este resultado, aunque esperado, es novedoso en la literatura ya que ningún trabajo hasta la fecha ha analizado el autosuministro de agua en los sectores de la construcción y los servicios. En nuestra opinión, este resultado puede deberse a varios factores. Uno de ellos es el uso del agua predominante en cada sector. Así, mientras las empresas industriales dedican volúmenes significativos de agua a trabajos que no requieren una elevada calidad (refrigeración, lavado, transporte de materias primas,...), las empresas de servicios suelen emplear el agua para usos de tipo sanitario que requiere de agua potable y sólo en el caso de grandes edificios especializados (hoteles, centros comerciales,...) se emplea para refrigeración. Otro motivo es la localización. Las empresas industriales tienden a localizarse en polígonos de la periferia urbana en edificios de uso exclusivo con acceso directo al subsuelo, mientras que gran parte de las empresas de servicios suelen ubicarse en el casco urbano, en edificios de usos múltiples sin acceso directo al subsuelo (ubicación en altura dentro de un edificio de varias plantas o en edificios con garajes subterráneos).

En los resultados de la segunda ecuación observamos que el coeficiente del coste variable medio del agua autosuministrada ( $\beta_{1,CVMA}$ ), pese a tener signo negativo, no es estadísticamente significativo. La falta de significatividad de esta variable está en línea con los resultados obtenidos previamente en la literatura para el agua autosuministrada [Renzetti (1993), Reynaud (2003)]; en cambio, en el caso del agua reutilizada los resultados apuntan a que un aumento en esta variable sí afecta de modo significativo negativamente al volumen de agua procesada [Renzetti (1988), Renzetti (1992), Dupont y Renzetti (1998), Bruneau *et al.* (2010), Bruneau y Renzetti (2014)].

La literatura de aplicación atribuye habitualmente la falta de significatividad de las elasticidades precio a un reducido coste unitario del agua y a su escasa importancia en los costes totales de la empresa [Reynaud (2003)]. En nuestro caso y para el conjunto de empresas que se autosuministran, observamos que el coste variable medio del agua autosuministrada es 0,82 €/m<sup>3</sup> y que su coste representa el 0,32% de los costes totales. Otra razón que puede añadirse a la anterior es que resulta poco probable que un incremento moderado del *CVMA* disuada a una

empresa de utilizar agua autosuministrada, una vez que ha tomado la decisión de autosuministrarse y ha llevado a cabo las inversiones necesarias; sobre todo, en un contexto como el del caso de estudio, donde el coste energético necesario para captar un metro cúbico de agua es muy reducido en comparación con el precio que debe pagarse por el agua de red.

El coeficiente asociado al coste variable medio del agua de red ( $\beta_{2,CVMR}$ ) es estadísticamente significativo y viene con el signo esperado, positivo, indicando que ante un incremento en el precio del agua de red, las empresas tienden a sustituir agua de red por agua autosuministrada. Esta posibilidad de sustitución entre *inputs* hídricos está en línea con resultados similares obtenidos al analizar la relación entre el agua reutilizada y el agua captada [Renzetti (1988), Renzetti (1992), Dupont y Renzetti (1998), Dupont y Renzetti (2001), Bruneau *et al.* (2010), Féres *et al.* (2012)]; por el contrario, Reynaud (2003) concluye que el agua de red y el agua autosuministrada son complementarias, aunque las elasticidades que obtiene no son significativas.

A nuestro entender, la sustituibilidad entre ambos tipos de agua no hace sino reflejar la disyuntiva a la que se enfrenta toda empresa que cuenta con instalaciones para el autosuministro: utilizar agua de red o agua autosuministrada para atender sus necesidades productivas, excepto en los casos en que una parte del agua se emplea para usos que requieren una elevada calidad y obligan a recurrir al agua de red.

La demanda de agua autosuministrada también se ve positivamente influida por el nivel de producción ( $\beta_{1,Y}$ ), indicando que las empresas de mayor tamaño emplean mayores volúmenes de este tipo de agua. Este resultado es acorde con los obtenidos en la literatura previa [Renzetti (1988), Renzetti (1993), Dupont y Renzetti (1998), Dupont y Renzetti (2001), Reynaud (2003), Bruneau *et al.* (2010), Féres *et al.* (2012)] y refleja el hecho de que un mayor nivel de producción requiere la utilización de una mayor cantidad de agua; algo que también se ha comprobado por la literatura que analiza la demanda de agua de red [véase, por ejemplo, Renzetti (2002) o Worthington (2010)].

El coeficiente de la variable dicotómica relativa al sector de actividad ( $\beta_{1,DI}$ ) tiene signo negativo, aunque no es significativo. Esta falta de significatividad indica que, pese a que las empresas industriales tienen una mayor probabilidad de recurrir al autosuministro (según se desprende de los resultados de la primera ecuación), una vez que se ha tomado la decisión de autosuministrarse, el sector de actividad no determina el volumen de agua captado. La explicación se encuentra en que, aunque la mayoría de empresas de construcción y servicios sólo emplean agua de red, las que deciden autosuministrarse emplean este tipo de agua para fines que requieren elevados volúmenes, como refrigeración o llenado de piscinas, entre otros.

Por otra parte, el signo negativo de esta variable puede estar influenciado por el hecho de que las empresas industriales que recurren al autosuministro tienen un menor tamaño que las de construcción y servicios que también lo hacen, tanto por el valor de la producción (11,8 millones de € en la industria y 12,5 millones de € en la construcción y servicios), como por el número de empleados (63 en la industria y 116 en la construcción y servicios).

En la Tabla 6 se muestran los efectos marginales sobre la probabilidad y sobre el volumen, condicionado e incondicionado, de agua autosuministrada, calculados a partir de los resultados de la Tabla 5 y aplicando las ecuaciones (12), (13) y (14).

Tabla 6. Efectos marginales sobre la probabilidad, el volumen condicionado y el volumen incondicionado de agua autosuministrada

	Efecto sobre la probabilidad de autosuministro	Efecto sobre el volumen condicionado de agua autosuministrada	Efecto sobre el volumen incondicionado de agua autosuministrada (Efecto total)
<b>CFUA</b>	-0,000341		
<b>CFUR</b>	0,000632		
<b>CVMA</b>	-0,000589	-0,12	-0,000625
<b>CVMR</b>	0,002854	7,55	0,005176
<b>Y</b>	0,000119	0,37	0,000235
<b>DI</b>	0,006485	-521,36	88,79

La primera columna muestra que un incremento de un 1% en el *CFUA* y el *CVMA* reduce la probabilidad de autosuministro en un -0,000341% y un -0,000589%, respectivamente. Por el contrario, un incremento de un 1% en el *CFUR*, el *CVMR* y el nivel de producción, así como la pertenencia al sector industrial, aumenta la probabilidad de autosuministro en un 0,000632%, un 0,002854%, un 0,000119% y un 0,006485%, respectivamente. Comprobamos que la actividad que desarrolla la empresa y el coste variable medio del agua de red son los factores que más influyen en la decisión de recurrir al autosuministro. Estos valores son similares, por lo reducido de su cuantía (inferiores a 0,01), a los obtenidos por la literatura en el ámbito de la economía medioambiental [véase, por ejemplo, Deressa *et al.* (2011), Beltran *et al.* (2013) y Raggi *et al.* (2013)]. La reducida magnitud de estos efectos indica que, ante una variación en alguna de las variables de nuestro modelo, pocas serán las empresas que decidan autosuministrarse.

Si atendemos al efecto de las variables sobre el volumen de agua autosuministrada en aquellas empresas que ya han tomado la decisión de autosuministrarse (efecto condicionado), observamos que un incremento de un 1% en el *CVMA* reduce el volumen de agua

autosuministrada en un -0,12% (debe recordarse que el coeficiente de esta variable en la segunda ecuación del modelo de Heckman no es significativa). Además, un incremento de un 1% en el *CVMR* o en el nivel de producción aumentan el volumen de agua autosuministrada en un 7,55% y 0,37%, respectivamente. Finalmente, las empresas que pertenecen al sector industrial emplean 521,36 m<sup>3</sup> menos de agua autosuministrada que las pertenecientes a la construcción y los servicios, aunque este efecto tampoco resulta estadísticamente significativo en el modelo estimado. El fuerte impacto que tiene el precio del agua de red sobre el volumen de agua autosuministrada (*CVMR*) refleja que, una vez que una empresa ha realizado las inversiones necesarias para poder autosuministrarse, cualquier cambio en la tarifa del agua de red le lleva a una intensa sustitución de agua de red por agua autosuministrada.

En la última columna de la Tabla 6 se muestra el efecto sobre el volumen incondicionado de agua autosuministrada (el denominado efecto total). De nuevo, la reducida magnitud de estos efectos se debe al pequeño número de empresas de la muestra que recurren al autosuministro. En este caso, igual que sucede con los otros dos efectos calculados, las variables que ejercen un mayor impacto son el *CMVR* (elasticidad de 0,005176) y la pertenencia al sector industrial (que supone un consumo de 88,79 m<sup>3</sup> adicionales).

## 6. Conclusiones

Este estudio ha analizado los determinantes de la demanda de agua autosuministrada, en un proceso en dos etapas. En primera instancia, se han examinado qué factores, y en qué medida, determinan la decisión de recurrir al autosuministro, para, en una segunda etapa, analizar los factores que condicionan el volumen de agua autosuministrada.

Los resultados obtenidos indican que la decisión de recurrir al autosuministro depende inversamente de su coste unitario, tanto fijo como variable. Dado que estos costes de autosuministro dependen, a su vez, principalmente de la profundidad del acuífero en el punto en el que se localiza cada empresa, se confirma que la localización es una variable decisiva en el acceso a las fuentes alternativas al suministro de red y, por tanto, se hace evidente el relevante papel que pueden desempeñar las políticas urbanísticas y de ordenación del territorio. En cambio, la tasa de autorización tiene muy escasa repercusión en el coste fijo y nula en el variable, ya que se paga una sola vez y tiene la misma cuantía para todos los usuarios, independientemente del volumen máximo autorizado de agua y del volumen efectivamente autosuministrado. Por tanto, esta tasa no puede utilizarse como instrumento de gestión directa

de la demanda de agua autosuministrada. Dicha gestión depende exclusivamente de las autorizaciones administrativas y de la política de ordenación territorial.

Para disponer de un instrumento económico de gestión de la demanda de agua autosuministrada sería deseable complementar la actual tasa, cuya finalidad es cubrir los costes en que incurre el organismo de cuenca en la tramitación de la autorización de la explotación de aguas subterráneas, con otra semejante a la aplicada sobre los vertidos. De este modo, cada usuario sería gravado con carácter periódico en función del volumen de agua extraída del acuífero, en línea con lo que se hace en países como Australia, Bélgica, Francia, Holanda y Hungría [Roth (2001), OECD (2010)]. Esta nueva tasa, al hacer posible la repercusión a los usuarios de los costes ambientales y del recurso asociados a la extracción de agua, permitiría, además, cumplir con el principio de la recuperación de costes establecido en la Directiva Marco del Agua.

Comprobamos también que las empresas con un mayor coste del agua de red, tanto fijo como variable, tienen mayores incentivos a recurrir a fuentes alternativas al suministro público. Además, cuanto mayor es el coste variable del agua de red, mayor es el volumen de agua autosuministrada que emplean. Este resultado implica que los decisores públicos, si no tienen en cuenta la posibilidad de sustitución entre ambos tipos de agua, podrían estar sobreestimando la eficacia del precio del agua de red como instrumento para reducir la presión sobre el recurso. Por tanto, aporta evidencia para seguir insistiendo en la conveniencia de la gestión integral del agua, en línea con la apuesta de la Directiva Marco del Agua por una gestión hídrica en la que se tengan en cuenta todas las masas de agua (tanto superficiales como subterráneas) y todas las actividades que puedan tener un impacto en el buen estado de los recursos hídricos. Para avanzar en esta línea deberían establecerse mecanismos institucionales para facilitar la coordinación entre los diversos organismos públicos con competencias sobre las distintas masas de agua y sobre los servicios asociados al ciclo del agua, que en España pertenecen a los tres niveles de la administración pública (ayuntamientos, comunidades autónomas y administración central).

Por otra parte, la sustituibilidad entre ambos tipos de agua indica que las empresas pueden reducir el volumen de agua captada de las redes de suministro público (que implica unos elevados costes de tratamiento, para garantizar su calidad, y de transporte hasta los puntos de consumo) sustituyéndola por agua de menor calidad captada de los acuíferos. Esto permite reservar el agua de la red de suministro público para aquellos usos que requieran una elevada calidad (como, por ejemplo, los usos domésticos). De este modo, siempre que los costes

ambientales impuestos por las extracciones de agua de los acuíferos no sean relevantes, puede lograrse una asignación de recursos más eficiente y, por tanto, una ganancia de bienestar social.

La demanda de agua autosuministrada también se ve condicionada por el nivel de producción, de modo que, al igual que sucede con el agua de red, un mayor *output* implica un mayor uso de agua autosuministrada. Este resultado confirma el interés de las medidas dirigidas a desacoplar crecimiento económico y demanda de agua, por ejemplo, incentivando la investigación y la implantación de tecnologías que reduzcan la intensidad en el uso de agua en los procesos productivos.

Nuestros resultados también indican que las empresas industriales tienden a recurrir con mayor probabilidad al autosuministro y que, una vez tomada la decisión sobre la fuente de abastecimiento, son las empresas de construcción y servicios las que captan un mayor volumen de agua autosuministrada. Esto implica que los organismos públicos competentes deberían vigilar el comportamiento no sólo de las empresas industriales (potencialmente dañino por su elevada capacidad contaminante) sino, también, de los sectores de la construcción y los servicios, como posibles consumidores de grandes volúmenes de agua no procedentes de las redes públicas. En cualquier caso, el control cuantitativo y cualitativo de las masas de agua, como soporte y complemento de los demás instrumentos de intervención, es esencial para garantizar su buen estado.

## Referencias

- Beltran, J. C., B. White, M. Burton, G. J. Doole, y D. J. Pannell (2013), "Determinants of herbicide use in rice production in the Philippines", *Agricultural Economics*, 44: 45-55.
- Bruneau, J. y S. Renzetti (2014), "A panel study of water recirculation in manufacturing plants", *Canadian Water Resources Journal/ Revue Canadienne des Ressources Hydriques*, 39: 384-394.
- Bruneau, J., S. Renzetti, y M. Villeneuve (2010), "Manufacturing firms' demand for water recirculation", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 58: 515-530.
- CHE (2008), *Masas de agua subterráneas: Aluvial del Ebro Zaragoza*, <ftp://ftp.chebro.es/Hidrogeologia/FichasMasas/058%20Aluvial%20Ebro%20Zaragoza.pdf>.
- CHE (2008), *Masas de agua subterráneas: Aluvial del Gállego*, <ftp://ftp.chebro.es/Hidrogeologia/FichasMasas/057%20G%C3%A1llego.pdf>.
- Cragg, J. G. (1971), "Some statistical models for limited dependent variables with application to the demand for durables goods", *Econometrica*, 39: 829-844.
- Custodio, E. y M. R. Llamas (1983), *Hidrología Subterránea*, Barcelona: Ediciones Omega.
- De Rooy, J. (1974), "Price responsiveness of the industrial demand for water", *Water Resources Research*, 10: 403-406.
- Deressa, T. T., R. M. Hassan, y C. Ringler (2011), "Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile Basin of Ethiopia", *Journal of Agricultural Science*, 149: 23-31.
- Dupont, D. P. y S. Renzetti (1998), "Water use in the Canadian food processing industry", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 46: 83-92.
- Dupont, D. P. y S. Renzetti (2001), "The role of water in manufacturing", *Environmental and Resource Economics*, 18: 411-432.
- España (1960), Decreto 140/1960 de 4 de febrero de 1960, Boletín Oficial del Estado, 5 de febrero de 1960, núm. 31.
- España (1985), Ley 29/1985, de 2 de agosto de 1985. Boletín Oficial del Estado, 8 de agosto de 1985, núm 189, p. 25123-25135.
- European Community (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (Official Journal of the European Communities L 327 of 22.12.2000).
- Eurostat (2016), *Energy Statistics*, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/main-tables>.
- Féres, J., A. Reynaud, y A. Thomas (2012), "Water reuse in Brazilian manufacturing firms", *Applied Economics*, 44: 1417-1427.

- Fuentes, J. L. (1992), "Aguas subterráneas", *Hojas Divulgadoras 01/1992*, Madrid.
- Giannoccaro, G., M. Castillo, y J. Berbel (2016), "Factors influencing farmers' willingness to participate in water allocation trading. A case study in southern Spain", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14.
- Heckman, J. J. (1979), "Sample selection bias as a specification error", *Econometrica*, 47: 153-161.
- IAEST (2015), *Estadística Local: Zaragoza*,  
<http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Organismos/InstitutoAragoneseEstadistica/AreasGenericas/ci.EstadisticaLocal.detalleDepartamento>.
- IGME (2005), *Trabajos Técnicos Para La Aplicación De La Directiva Marco Del Agua En Materia De Aguas Subterráneas. Caracterización Adicional De La Masa De Agua Subterránea Del Aluvial Del Ebro-Zaragoza*, Madrid: Dirección General del Agua, Instituto Geológico y Minero de España.
- INE (2015), *Estadística sobre el suministro y saneamiento de agua*,  
[http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176834&menu=resultados&idp=1254735976602](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176834&menu=resultados&idp=1254735976602).
- MAGRAMA (2009), *Realización De Las Tareas Correspondientes Al Proceso De P.H., Preparación, Realización Y Publicación De Borradores De Planes De Gestión De Cuenca Y De Definición Del Programa De Medidas En La Cuenca Intercomunitaria H. Ebro*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- McFadden, D. F. (1974), "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", en Zarembka, P. (ed.), *Frontiers in Economics*, New York: Academic Press, 105-142.
- Moreno, L., E. Garrido, A. Azcón, y J. Durán (2008), *Hidrogeología Urbana De Zaragoza*, Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- OECD (2010), "Pricing water resources and water and sanitation services", OECD Publishing, Paris.
- Raggi, M., L. Sardonini, y D. Viaggi (2013), "The effects of the Common Agricultural Policy on exit strategies and land re-allocation", *Land Use Policy*, 31: 114-125.
- Renzetti, S. (1988), "An econometric study of industrial water demands in British Columbia, Canada", *Water Resources Research*, 24: 1569-1573.
- Renzetti, S. (1992), "Estimating the structure of industrial water demands: The case of Canadian manufacturing", *Land Economics*, 68: 396-404.
- Renzetti, S. (1993), "Examining the differences in self- and publicly supplied firms' water demands", *Land Economics*, 69: 191-188.
- Renzetti, S. (2002), "Commercial and industrial water demands", en Renzetti, S. (ed.), *The Economics of Water Demand*, London: Kluwer Academic, 35-49.

Reynaud, A. (2003), "An econometric estimation of industrial water demand in France", *Environmental and Resource Economics*, 25: 213-232.

Roth, E. (2001), "Water pricing in the EU. A review", *EBB Publication Number 2001/002*, European Environmental Bureau.

Worthington, A. (2010), "Commercial and industrial water demand estimation: Theoretical and methodological guidelines for applied economics research", *Estudios de Economía Aplicada*, 28: 237-258.

Ziegler, J. A. y S. E. Bell (1984), "Estimating demand for intake water by self-supplied firms", *Water Resources Research*, 20: 4-8.

**DOCUMENTOS DE TRABAJO**

**Facultad de Economía y Empresa**

**Universidad de Zaragoza**

**Depósito Legal Z-1411-2010. ISSN 2171-6668**

**2002-01:** “Evolution of Spanish Urban Structure During the Twentieth Century”. Luis Lanaspá, Fernando Pueyo y Fernando Sanz. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

**2002-02:** “Una Nueva Perspectiva en la Medición del Capital Humano”. Gregorio Giménez y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

**2002-03:** “A Practical Evaluation of Employee Productivity Using a Professional Data Base”. Raquel Ortega. Department of Business, University of Zaragoza.

**2002-04:** “La Información Financiera de las Entidades No Lucrativas: Una Perspectiva Internacional”. Isabel Brusca y Caridad Martí. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

**2003-01:** “Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas”. Manuel Espitia y Gema Pastor. Departamento de Economía y Dirección de Empresas, Universidad de Zaragoza.

**2003-02:** “The Valuation of Earnings Components by the Capital Markets. An International Comparison”. Susana Callao, Beatriz Cuellar, José Ignacio Jarne and José Antonio Laínez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

**2003-03:** “Selection of the Informative Base in ARMA-GARCH Models”. Laura Muñoz, Pilar Olave and Manuel Salvador. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

**2003-04:** “Structural Change and Productive Blocks in the Spanish Economy: An Input-Output Analysis for 1980-1994”. Julio Sánchez Chóliz and Rosa Duarte. Department of Economic Analysis, University of Zaragoza.

**2003-05:** “Automatic Monitoring and Intervention in Linear Gaussian State-Space Models: A Bayesian Approach”. Manuel Salvador and Pilar Gargallo. Department of Statistics Methods, University of Zaragoza.

**2003-06:** “An Application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the Performance Assessment of the Zaragoza University Departments”. Emilio Martín. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

**2003-07:** “Harmonisation at the European Union: a difficult but needed task”. Ana Yetano Sánchez. Department of Accounting and Finance, University of Zaragoza.

**2003-08:** “The investment activity of spanish firms with tangible and intangible assets”. Manuel Espitia and Gema Pastor. Department of Business, University of Zaragoza.

**2004-01:** “Persistencia en la performance de los fondos de inversión españoles de renta variable nacional (1994-2002)”. Luis Ferruz y María S. Vargas. Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Zaragoza.

**2004-02:** “Calidad institucional y factores político-culturales: un panorama internacional por niveles de renta”. José Aixalá, Gema Fabro y Blanca Simón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza.

**2004-03:** “La utilización de las nuevas tecnologías en la contratación pública”. José M<sup>a</sup> Gimeno Feliú. Departamento de Derecho Público, Universidad de Zaragoza.

**2004-04:** “Valoración económica y financiera de los trasvases previstos en el Plan Hidrológico Nacional español”. Pedro Arrojo Agudo. Departamento de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza. Laura Sánchez Gallardo. Fundación Nueva Cultura del Agua.

**2004-05:** “Impacto de las tecnologías de la información en la productividad de las empresas españolas”. Carmen Galve Gorriz y Ana Gargallo Castel. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

**2004-06:** “National and International Income Dispersion and Aggregate Expenditures”. Carmen Fillat. Department of Applied Economics and Economic History, University of Zaragoza. Joseph Francois. Tinbergen Institute Rotterdam and Center for Economic Policy Research-CEPR.

**2004-07:** “Targeted Advertising with Vertically Differentiated Products”. Lola Esteban and José M. Hernández. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

**2004-08:** “Returns to education and to experience within the EU: are there differences between wage earners and the self-employed?”. Inmaculada García Mainar. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza. Víctor M. Montuenga Gómez. Department of Business. University of La Rioja

**2005-01:** “E-government and the transformation of public administrations in EU countries: Beyond NPM or just a second wave of reforms?”. Lourdes Torres, Vicente Pina and Sonia Royo. Department of Accounting and Finance. University of Zaragoza

**2005-02:** “Externalidades tecnológicas internacionales y productividad de la manufactura: un análisis sectorial”. Carmen López Pueyo, Jaime Sanau y Sara Barcenilla. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Zaragoza.

**2005-03:** “Detecting Determinism Using Recurrence Quantification Analysis: Three Test Procedures”. María Teresa Aparicio, Eduardo Fernández Pozo and Dulce Saura. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.

**2005-04:** “Evaluating Organizational Design Through Efficiency Values: An Application To The Spanish First Division Soccer Teams”. Manuel Espitia Escuer and Lucía Isabel García Cebrián. Department of Business. University of Zaragoza.

**2005-05:** “From Locational Fundamentals to Increasing Returns: The Spatial Concentration of Population in Spain, 1787-2000”. María Isabel Ayuda. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza. Fernando Collantes and Vicente Pinilla. Department of Applied Economics and Economic History. University of Zaragoza.

- 2005-06:** “Model selection strategies in a spatial context”. Jesús Mur and Ana Angulo. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.
- 2005-07:** “Conciertos educativos y selección académica y social del alumnado”. María Jesús Mancebón Torrubia. Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza. Domingo Pérez Ximénez de Embún. Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza.
- 2005-08:** “Product differentiation in a mixed duopoly”. Agustín Gil. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.
- 2005-09:** “Migration dynamics, growth and convergence”. Gemma Larramona and Marcos Sanso. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.
- 2005-10:** “Endogenous longevity, biological deterioration and economic growth”. Marcos Sanso and Rosa María Aísa. Department of Economic Analysis. University of Zaragoza.
- 2006-01:** “Good or bad? - The influence of FDI on output growth. An industry-level analysis“. Carmen Fillat Castejón. Department of Applied Economics and Economic History. University of Zaragoza. Julia Woerz. The Vienna Institute for International Economic Studies and Tinbergen Institute, Erasmus University Rotterdam.
- 2006-02:** “Performance and capital structure of privatized firms in the European Union”. Patricia Bachiller y M<sup>a</sup> José Arcas. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.
- 2006-03:** “Factors explaining the rating of Microfinance Institutions”. Begoña Gutiérrez Nieto and Carlos Serrano Cinca. Department of Accounting and Finance. University of Saragossa, Spain.
- 2006-04:** “Libertad económica y convergencia en argentina: 1875-2000”. Isabel Sanz Villarroja. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza. Leandro Prados de la Escosura. Departamento de H<sup>a</sup> e Instituciones Ec. Universidad Carlos III de Madrid.
- 2006-05:** “How Satisfied are Spouses with their Leisure Time? Evidence from Europe\*”. Inmaculada García, José Alberto Molina y María Navarro. University of Zaragoza.
- 2006-06:** “Una estimación macroeconómica de los determinantes salariales en España (1980-2000)”. José Aixalá Pastó y Carmen Pelet Redón. Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública. Universidad de Zaragoza.
- 2006-07:** “Causes of World Trade Growth in Agricultural and Food Products, 1951 – 2000”. Raúl Serrano and Vicente Pinilla. Department of Applied Economics and Economic History, University of Zaragoza, Gran Via 4, 50005 Zaragoza (Spain).
- 2006-08:** “Prioritisation of patients on waiting lists: a community workshop approach”. Angelina Lázaro Alquézar. Facultad de Derecho, Facultad de Económicas. University of Zaragoza. Zaragoza, Spain. Begoña Álvarez-Farizo. C.I.T.A.- Unidad de Economía. Zaragoza, Spain

**2007-01:** “Determinantes del comportamiento variado del consumidor en el escenario de Compra”. Carmén Berné Manero y Noemí Martínez Caraballo. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.

**2007-02:** “Alternative measures for trade restrictiveness. A gravity approach”. Carmen Fillat & Eva Pardos. University of Zaragoza.

**2007-03:** “Entrepreneurship, Management Services and Economic Growth”. Vicente Salas Fumás & J. Javier Sánchez Asín. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. University of Zaragoza.

**2007-04:** “Equality versus Equity based pay systems and their effects on rational altruism motivation in teams: Wicked masked altruism”. Javier García Bernal & Marisa Ramírez Alerón. University of Zaragoza.

**2007-05:** “Macroeconomic outcomes and the relative position of Argentina’s Economy: 1875-2000”. Isabel Sanz Villarroya. University of Zaragoza.

**2008-01:** “Vertical product differentiation with subcontracting”. Joaquín Andaluz Funcia. University of Zaragoza.

**2008-02:** “The motherwood wage penalty in a mediterranean country: The case of Spain” Jose Alberto Molina Chueca & Victor Manuel Montuenga Gómez. University of Zaragoza.

**2008-03:** “Factors influencing e-disclosure in local public administrations”. Carlos Serrano Cinca, Mar Rueda Tomás & Pilar Portillo Tarragona. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.

**2008-04:** “La evaluación de la producción científica: hacia un factor de impacto neutral”. José María Gómez-Sancho y María Jesús Mancebón-Torrubia. Universidad de Zaragoza.

**2008-05:** “The single monetary policy and domestic macro-fundamentals: Evidence from Spain”. Michael G. Arghyrou, Cardiff Business School and Maria Dolores Gadea, University of Zaragoza.

**2008-06:** “Trade through fdi: investing in services”. Carmen Fillat-Castejón, University of Zaragoza, Spain; Joseph F. Francois. University of Linz, Austria; and CEPR, London & Julia Woerz, The Vienna Institute for International Economic Studies, Austria.

**2008-07:** “Teoría de crecimiento semi-endógeno vs Teoría de crecimiento completamente endógeno: una valoración sectorial”. Sara Barcenilla Visús, Carmen López Pueyo, Jaime Sanaú. Universidad de Zaragoza.

**2008-08:** “Beating fiscal dominance. The case of Spain, 1874-1998”. M. D. Gadea, M. Sabaté & R. Escario. University of Zaragoza.

**2009-01:** “Detecting Intentional Herding: What lies beneath intraday data in the Spanish stock market” Blasco, Natividad, Ferreruella, Sandra (Department of Accounting and Finance. University of Zaragoza. Spain); Corredor, Pilar (Department of Business Administration. Public University of Navarre, Spain).

- 2009-02:** “What is driving the increasing presence of citizen participation initiatives?”. Ana Yetano, Sonia Royo & Basilio Acerete. Departamento de Contabilidad y Finanzas. Universidad de Zaragoza.
- 2009-03:** “Estilos de vida y “reflexividad” en el estudio del consumo: algunas propuestas”. Pablo García Ruiz. Departamento de Psicología y Sociología. Universidad de Zaragoza.
- 2009-04:** “Sources of Productivity Growth and Convergence in ICT Industries: An Intertemporal Non-parametric Frontier Approach”. Carmen López-Pueyo and M<sup>a</sup> Jesús Mancebón Torrubia. Universidad de Zaragoza.
- 2009-05:** “Análisis de los efectos medioambientales en una economía regional: una aplicación para la economía aragonesa”. Mónica Flores García y Alfredo J. Mainar Causapé. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Universidad de Zaragoza.
- 2009-06:** “The relationship between trade openness and public expenditure. The Spanish case, 1960-2000”. M<sup>a</sup> Dolores Gadea, Marcela Sabate y Estela Saenz. Department of Applied Economics. School of Economics. University of Economics.
- 2009-07:** “Government solvency or just pseudo-sustainability? A long-run multicointegration approach for Spain”. Regina Escario, María Dolores Gadea, Marcela Sabaté. Applied Economics Department. University of Zaragoza.
- 2010-01:** “Una nueva aproximación a la medición de la producción científica en revistas JCR y su aplicación a las universidades públicas españolas”. José María Gómez-Sancho, María Jesús Mancebón Torrubia. Universidad de Zaragoza
- 2010-02:** “Unemployment and Time Use: Evidence from the Spanish Time Use Survey”. José Ignacio Gimenez-Nadal, University of Zaragoza, José Alberto Molina, University of Zaragoza and IZA, Raquel Ortega, University of Zaragoza.
- 2011-01:** “Universidad y Desarrollo sostenible. Análisis de la rendición de cuentas de las universidades del G9 desde un enfoque de responsabilidad social”. Dr. José Mariano Moneva y Dr. Emilio Martín Vallespín, Universidad de Zaragoza.
- 2011-02:** “Análisis Municipal de los Determinantes de la Deforestación en Bolivia.” Javier Aliaga Lordeman, Horacio Villegas Quino, Daniel Leguía (Instituto de Investigaciones Socio-Económicas. Universidad Católica Boliviana), y Jesús Mur (Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza)
- 2011-03:** “Imitations, economic activity and welfare”. Gregorio Giménez. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza.
- 2012-01:** “Selection Criteria for Overlapping Binary Models”. M. T Aparicio and I. Villanúa. Department of Economic Analysis, Faculty of Economics, University of Zaragoza
- 2012-02:** “Sociedad cooperativa y socio cooperativo: propuesta de sus funciones objetivo”. Carmen Marcuello y Pablo Nachar-Calderón. Universidad de Zaragoza
- 2012-03:** “Is there an environmental Kuznets curve for water use? A panel smooth transition regression approach”. Rosa Duarte (Department of Economic Analysis), Vicente Pinilla

(Department of Applied Economics and Economic History) and Ana Serrano (Department of Economic Analysis). Faculty of Economics and Business Studies, Universidad de Zaragoza

**2012-04:** “Análisis Coste-Beneficio de la introducción de dispositivos ahorradores de agua. Estudio de un caso en el sector hotelero”. Barberán Ramón, Egea Pilar, Gracia-de-Rentería Pilar y Manuel Salvador. Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza.

**2013-01:** “The efficiency of Spanish mutual funds companies: A slacks – based measure approach”. Carlos Sánchez González, José Luis Sarto and Luis Vicente. Department of Accounting and Finance. Faculty of Economics and Business Studies, University of Zaragoza.

**2013-02:** “New directions of trade for the agri-food industry: a disaggregated approach for different income countries, 1963-2000”. Raúl Serrano (Department of Business Administration) and Vicente Pinilla (Department of Applied Economics and Economic History). Universidad de Zaragoza.

**2013-03:** “Socio-demographic determinants of planning suicide and marijuana use among youths: are these patterns of behavior causally related?”. Rosa Duarte, José Julián Escario and José Alberto Molina. Department of Economic Analysis, Universidad de Zaragoza.

**2014-01:** “Análisis del comportamiento imitador intradía en el mercado de valores español durante el periodo de crisis 2008-2009”. Alicia Marín Solano y Sandra Ferrerueta Garcés. Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Zaragoza.

**2015-01:** “International diversification and performance in agri-food firms”. Raúl Serrano, Marta Fernández-Olmos and Vicente Pinilla. Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Zaragoza.

**2015-02:** “Estimating income elasticities of leisure activities using cross-sectional categorized data”. Jorge González Chapela. Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza.

**2015-03:** “Global water in a global world a long term study on agricultural virtual water flows in the world”. Rosa Duarte, Vicente Pinilla and Ana Serrano. Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Zaragoza.

**2015-04:** “Activismo local y parsimonia regional frente a la despoblación en Aragón: una explicación desde la economía política”. Luis Antonio Sáez Pérez, María Isabel Ayuda y Vicente Pinilla. Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Zaragoza.

**2015-05:** “What determines entrepreneurial failure: taking advantage of the institutional context”. Lucio Fuentelsaz, Consuelo González-Gil y Juan P. Maicas. University of Zaragoza.

**2015-06:** “Factores macroeconómicos que estimulan el emprendimiento. Un análisis para los países desarrollados y no desarrollados”. Beatriz Barrado y José Alberto Molina. Universidad de Zaragoza.

**2015-07:** “Emprendedores y asalariados en España: efectos de la situación financiera familiar y diferencias en salarios”. Jorge Velilla y José Alberto Molina. Universidad de Zaragoza.

**2016-01:** “Time spent on cultural activities at home in Spain: Differences between wage-earners and the self-employed”. José Alberto Molina, Juan Carlos Campaña and Raquel Ortega. University of Zaragoza.

**2016-02:** “Human resource management practices and organizational performance. The mediator role of immaterial satisfaction in Italian Social Cooperatives”. Silvia Sacchetti (University of Stirling), Ermanno C. Tortia (University of Trento) and Francisco J. López Arceiz (University of Zaragoza).

**2016-03:** “Exploration, exploitation and innovation performance: Disentangling environmental dynamism”. Pilar Bernal (University of Zaragoza), Juan P. Maicas (University of Zaragoza) and Pilar Vargas (University of La Rioja).

**2016-04:** “Las relaciones comerciales contemporáneas de Aragón con Cataluña: de la complementariedad al modelo intraindustrial”. Luis Germán Zubero (University of Zaragoza) y Vicente Pinilla (University of Zaragoza).

**2016-05:** “La demanda de agua urbana para actividades productivas. Un análisis con microdatos”. Pilar Gracia de Rentería, Ramón Barberán y Jesús Mur. Universidad de Zaragoza.

**2017-01:** “Testing for breaks in the weighting matrix”. Ana Angulo (University of Zaragoza), Peter Burridge (University of York) and Jesús Mur (University of Zaragoza).

**2017-02:** “Los determinantes del autosuministro de agua para actividades productivas en un entorno urbano. El caso del municipio de Zaragoza”. Pilar Gracia de Rentería, Ramón Barberán y Jesús Mur. Universidad de Zaragoza.