

**Documento de Trabajo 2017-08**  
**Facultad de Economía y Empresa**  
**Universidad de Zaragoza**  
**Depósito Legal Z-1411-2010. ISSN 2171-6668**

**LA DEMANDA DE AGUA URBANA PARA ACTIVIDADES  
PRODUCTIVAS. UNA APLICACIÓN A LA INDUSTRIA ESPAÑOLA<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 estudio es estimar la demanda de agua de red para usos industriales, con especial atención a las diferencias sectoriales. Disponemos de un panel de datos para las comunidades autónomas españolas para el periodo 1993-2013, desagregado en 11 ramas de actividad. Los resultados indican que la política de precios del agua puede emplearse eficazmente para incentivar un menor uso del recurso (elasticidad de -0,66), aunque advertimos una fuerte heterogeneidad sectorial que hace necesaria la utilización de instrumentos adicionales. En general, las ramas en las que el agua supone una mayor proporción de los costes totales presentan también una mayor elasticidad.

**Palabras clave:** Demanda de agua, Industria española, Elasticidad de la demanda, Heterogeneidad sectorial.

**Clasificación JEL:** Q25, C33, H32.

---

<sup>a</sup> Los autores 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 Pública e Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza.

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

## **LA DEMANDA DE AGUA URBANA PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. UNA APLICACIÓN A LA INDUSTRIA ESPAÑOLA**

### **Resumen:**

El objetivo de este estudio es estimar la demanda de agua de red para usos industriales, con especial atención a las diferencias sectoriales. Disponemos de un panel de datos para las comunidades autónomas españolas para el periodo 1993-2013, desagregado en 11 ramas de actividad. Los resultados indican que la política de precios del agua puede emplearse eficazmente para incentivar un menor uso del recurso (elasticidad de -0,66), aunque advertimos una fuerte heterogeneidad sectorial que hace necesaria la utilización de instrumentos adicionales. En general, las ramas en las que el agua supone una mayor proporción de los costes totales presentan también una mayor elasticidad.

**Palabras clave:** Demanda de agua, Industria española, Elasticidad de la demanda, Heterogeneidad sectorial.

**Clasificación JEL:** Q25, C33, H32.

## 1. Introducción

Las actividades humanas contribuyen, directa o indirectamente, a que la escasez de agua sea un problema cada vez más generalizado y grave. Estos problemas de escasez y sus consecuencias son especialmente severos en los entornos urbanos, que concentran una parte cada vez mayor de la población y de la actividad económica. Además, el abastecimiento de agua urbana tiene una relevancia especial por los requisitos de calidad y seguridad exigidos al suministro y por el potencial contaminante de sus vertidos.

En este contexto, es esencial disponer de instrumentos de gestión de la demanda de agua, entre los cuales La Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/EC, 23 Octubre 2000) [European Community (2000)] reconoce un papel protagonista a los precios. Sin embargo, la eficacia de los precios es una cuestión objeto de discusión en la literatura, ya que, en muchos casos, se obtienen elasticidades precio de la demanda muy bajas o no significativas [entre otros, Renwick y Green (2000), Renzetti (2002), Martínez-Espiñeira y Nauges (2004), Arbués y Villanúa (2006), Wichman *et al.* (2016)].

La incertidumbre sobre la eficacia de los precios del agua afecta tanto a los usos domésticos como a los usos industriales, pero de modo muy especial a estos últimos. El motivo es que la atención dedicada en la literatura de aplicación a la demanda de agua de red por los sectores económicos ha sido muy escasa en comparación con la otorgada a la demanda de los hogares [véase Brookshire *et al.* (2002), Arbués *et al.* (2003), Worthington y Hoffman (2008) y Nauges y Whittington (2010), para los hogares, y Renzetti (1992), De Gispert (2004) y Worthington (2010), para los sectores económicos].

Este estudio pretende aportar evidencia empírica adicional sobre la demanda de agua para usos industriales y avanzar en aquellos aspectos en los que la literatura de aplicación presenta mayores limitaciones, principalmente la selección de la forma funcional y el estudio de las propiedades estocásticas de los datos. La finalidad última es contribuir al debate sobre el papel de los precios en la gestión de la demanda de agua de la industria y al mejor conocimiento de los otros factores que también influyen en esa demanda.

En concreto, estimamos la demanda de agua de red para usos industriales en España, teniendo en cuenta la heterogeneidad existente entre las ramas de actividad

industrial. A partir de la estimación conjunta de la función de costes *translog* y las funciones de participación en costes de los *inputs*, mediante un enfoque SURE, obtenemos la elasticidad precio directa del agua, la elasticidad respecto al *output* y las elasticidades cruzadas de los diferentes *inputs*. Como etapa previa a la estimación de la demanda de agua, analizamos las propiedades estocásticas de las series de datos, mediante diversos test de raíz unitaria y cointegración.

Esta aplicación cobra especial relevancia tanto por la falta de estudios de amplitud y detalle equivalentes, como por referirse a un país que ilustra perfectamente los graves problemas de escasez de agua a los que se enfrentan cada vez más zonas del planeta.

Al respecto, gran parte de las referencias que hemos encontrado sobre la demanda de agua para usos industriales llevan a cabo estudios de carácter local [entre otros, Reynaud (2003), Féres y Reynaud (2005), Arbués et al. (2010), Angulo et al. (2014)], o bien estudios nacionales utilizando una pequeña muestra de empresas [entre otros, Renzetti (1988, 1992), Wang y Lall (2002), Kumar (2006), Ku y Yoo (2012)]. Muy pocos han analizado el uso de agua por el conjunto de la industria de un país [entre ellos, Grebenstein y Field (1979), Mitchell *et al.* (2000), Dupont y Renzetti (2001), Renzetti y Dupont (2003), Dachraoui y Harchaoui (2004)], y pocos ofrecen resultados detallados por ramas de actividad [entre otros, Babin *et al.* (1982), Renzetti (1988, 1992, 1993), Féres y Reynaud (2005), Féres *et al.* (2012)]. Estas limitaciones de los estudios aplicados así como su escasez se debe, principalmente, a la dificultad para acceder a los datos necesarios para su realización, circunstancia que a nosotros también nos ha obligado al uso de datos agregados por ramas de actividad y regiones.

En cuanto a España, es uno de los países europeos con mayor escasez de agua, cada vez más agravada por el cambio climático [European Environment Agency (2009)]. El principal problema es la existencia de sequías recurrentes, de modo especialmente acusado en el este, centro y sur del país, con un elevado riesgo de desertificación. A ello se une el importante peso que tiene la producción de cultivos de regadío en las zonas áridas, lo que genera continuos conflictos por el reparto de este recurso entre territorios y entre los diferentes usos.

Tras esta introducción, la Sección 2 presenta los datos empleados. La Sección 3 describe el modelo y las técnicas de estimación usadas. Los resultados se muestran en la Sección 4 y las conclusiones se encuentran en la Sección 5.

## 2. Datos

La principal fuente de información de este estudio es la “Encuesta Industrial de Empresas” (EIAE), elaborada anualmente por el Instituto Nacional de Estadística (INE) desde 1993 [INE (2015a)], que ha sido completada con otras fuentes estadísticas. Esta encuesta se refiere al conjunto de empresas ubicadas en el territorio nacional cuya actividad principal tiene lugar en el sector industrial, y permite al INE informar de las principales magnitudes industriales desagregadas por comunidades autónomas (CCAA) y ramas de actividad.

En concreto, los datos utilizados en este estudio provienen de una explotación *ad hoc* solicitada al INE sobre esas magnitudes para el conjunto de empresas industriales españolas de más de 20 empleados, puesto que la EIAE sólo informa del gasto en agua para empresas de ese tamaño o superior.

Con esta información, disponemos de un panel de datos para las CCAA españolas, desagregado en 11 ramas de actividad industrial, para el periodo 1993-2013. En total, contamos con 3.927 observaciones.

En la Tabla 1 se proporciona el detalle de las ramas de actividad y su correspondencia con la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-2009) [INE (2009)], equivalente a la “International Standard Industrial Classification of All Economic Activities” (ISIC Rev. 4) de las Naciones Unidas. En la última columna se informa de la participación de cada rama en el valor de la producción.

Las ramas con un mayor peso son la 1 (industrias extractivas, energía, agua y residuos), la 2 (alimentación, bebidas y tabaco) y la 10 (material de transporte); en el extremo inferior se encuentran la 11 (industrias manufactureras diversas, reparación e instalación de maquinaria y equipo), la 3 (textil, confección, cuero y calzado) y la 9 (maquinaria y equipo mecánico).

Las variables sobre las que disponemos de información son el valor de la producción y el coste total de producción, así como el precio y la cantidad de los factores productivos agua, capital, trabajo, energía y suministros. El valor de la producción lo hemos aproximado a través del total de ingresos de explotación, mientras que el coste de producción es la suma de los costes de todos los factores productivos.

El coste total del agua se ha aproximado a través de la variable “gasto en agua” de la EIAE. El precio del agua soportado por las empresas no figura en la EIAE por lo que hemos seguido un procedimiento más laborioso que implica el uso de datos

procedentes de INE (2015b) y datos facilitados directamente por la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS) sobre el “Precio de los servicios de abastecimiento y saneamiento en España”. Finalmente, hemos calculado la cantidad consumida de agua como el cociente entre el coste del agua y el precio estimado. Es posible que las series finales de precios contengan errores de medición, aunque no deben desembocar en problemas graves de endogeneidad porque provienen de fuentes diferentes a la EIAE; el impacto de estos errores se ha tratado de mitigar utilizando métodos de estimación robusta.

**Tabla 1. Detalle de la composición sectorial**

<b>Rama de actividad</b>	<b>Código CNAE-2009/ ISIC Rev. 4</b>	<b>Definición</b>	<b>Distribución del valor de la producción (% promedio para el periodo 1993-2013)</b>
1	01-09	Industrias extractivas, energía, agua y residuos	19,40
2	10, 11, 12	Alimentación, bebidas y tabaco	16,81
3	13, 14, 15	Textil, confección, cuero y calzado	3,41
4	16, 17, 18	Madera y corcho, papel y artes gráficas	5,82
5	19, 20, 21	Industria química y farmacéutica	9,71
6	22, 23	Caucho y materias plásticas y productos minerales no metálicos diversos	8,34
7	24, 25	Metalurgia y fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	10,53
8	26, 27	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	5,55
9	28	Maquinaria y equipo mecánico	4,22
10	29, 30	Material de transporte	13,93
11	31, 32, 33	Industrias manufactureras diversas, reparación e instalación de maquinaria y equipo	2,28

El coste del factor trabajo lo hemos obtenido a partir de la variable “gastos de personal” de la EIAE. La cantidad de trabajo es el número de horas trabajadas en el año por el personal remunerado, también según la EIAE. El precio del trabajo lo calculamos como el cociente entre los gastos del personal y el número de horas trabajadas.

El coste del capital lo hemos aproximado a través del total de dotaciones para amortización del inmovilizado, según la EIAE, para el periodo 1993-2007. Para el resto de años se han generado estimaciones a partir de los datos sobre los gastos de explotación del periodo 2008-2013 (que incluyen las dotaciones para amortización) y de las series de dotaciones para amortización del inmovilizado y de gastos de explotación del periodo previo.

Los datos sobre la cantidad y el precio del capital provienen de Fundación BBVA e Ivie (2015). En concreto, la cantidad de capital se ha aproximado a través del stock de capital productivo que aparece en esta publicación. Para el precio del capital hemos recurrido al concepto de coste de uso del capital de Jorgenson (1963), en el que se incluye el coste de amortización y el tipo de interés de mercado.

El coste de la energía lo hemos calculado como la suma del gasto en gas, electricidad y otros combustibles y carburantes, según la EIAE. El precio de la energía se ha calculado como una media ponderada de los precios nacionales del gas, electricidad, gasóleo y fuel, en función del gasto en cada uno de estos productos en cada rama de actividad de cada CA. Los datos sobre el precio del gas y la electricidad en España provienen de las estadísticas de energía de Eurostat (2016), mientras que los precios del gasóleo y del fuel provienen de European Commission (2016). La cantidad empleada de energía la calculamos como el cociente entre el coste de la energía y su precio.

El coste de los suministros se ha obtenido como la suma del total de compras y trabajos realizados, servicios exteriores (sin incluir el gasto en agua, gas, electricidad y otros combustibles y carburantes) y resto de gastos de explotación (excluyendo las dotaciones para amortización del inmovilizado). Estos datos provienen de la EIAE. Dado que el coste en suministros incluye factores productivos muy heterogéneos, su precio lo tratamos como no observable [Angulo *et al.* (2014)].

Todas las magnitudes monetarias se han expresado en términos reales, empleando los deflatores implícitos de la Contabilidad Regional de España [INE (2016)]. Al valor de la producción se le ha aplicado el deflactor correspondiente a cada rama de actividad en cada CA, mientras que al coste de los *inputs* se le ha aplicado el deflactor del conjunto de la economía española.

La Tabla 2 incluye una descriptiva de las principales variables utilizadas en nuestro estudio. Destaca la reducida participación en costes del agua (0,06%). El consumo de agua de red asciende a 241,30 millones de m<sup>3</sup> en promedio anual, aunque ha disminuido un -58% a lo largo del periodo, pasando de 370,54 a 155,39 millones de m<sup>3</sup>. Por el contrario, el precio del agua se ha triplicado prácticamente durante el periodo (0,88 €/m<sup>3</sup> en 1993 frente a 2,02 €/m<sup>3</sup> en 2013).

Debemos indicar que las empresas del sector industrial de 20 o más empleados forman un colectivo muy heterogéneo. A título de ejemplo, la Figura 1 muestra la fuerte disparidad que existe entre las ramas de actividad en cuanto a cantidad de agua de red

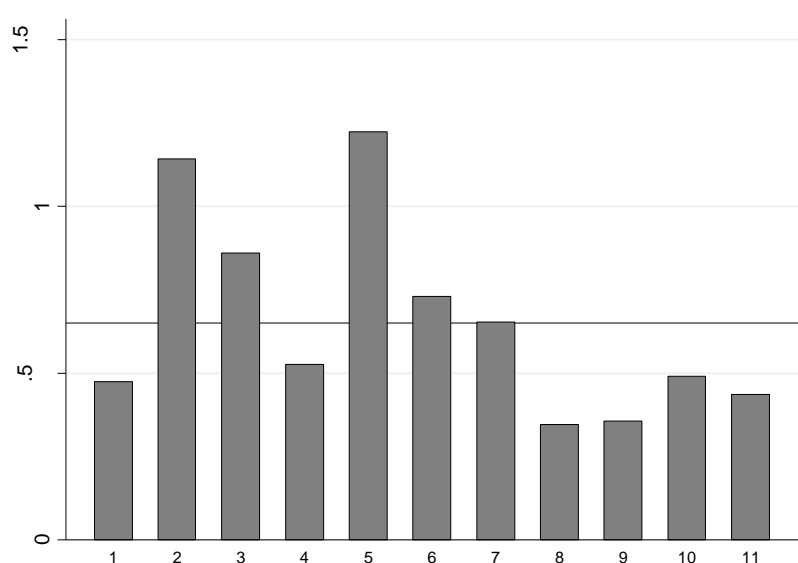
consumida por euro de valor de producción. Las ramas más intensivas son la 5 (industria química y farmacéutica), con 1,22 l/€, y la 2 (alimentación, bebidas y tabaco), con 1,14 l/€. Por el contrario, las ramas 8 (material y equipo eléctrico, electrónico y óptico), con 0,34 l/€, y 9 (maquinaria y equipo mecánico), con 0,35 l/€, son las menos intensivas en este recurso.

**Tabla 2. Costes, precios y consumos de inputs**

	<b>Promedio 1993-2013</b>	<b>1993</b>	<b>2013</b>
<b>Coste de producción (miles de millones €)</b>	451,68	271,58	494,79
<b>Participación en coste (%)</b>			
Agua	0,06	0,07	0,07
Capital	4,61	5,31	4,29
Trabajo	19,83	26,38	18,84
Suministros	73,10	65,81	73,56
Energía	2,39	2,44	3,24
<b>Precio</b>			
Agua (€/m <sup>3</sup> )	1,37	0,88	2,02
Capital (%)	16,65	23,59	13,18
Trabajo (€/hora de trabajo)	21,56	22,23	23,12
Energía (€/Kwh)	0,06	0,08	0,08
<b>Cantidad anual agregada</b>			
Agua de red (millones de m <sup>3</sup> )	241,30	370,54	155,39
Capital (miles de millones de €)	338,23	265,08	411,87
Trabajo (millones de horas)	2.908,95	2.754,85	2.334,42
Energía (miles de millones de Kwh)	179,68	105,08	168,27

Nota: Los valores en € están expresados a precios de 2013.

**Figura 1. Consumo de agua de red por euro de valor de producción por ramas de actividad. Promedio para el periodo 1993-2013 (l/€)**



### 3. Especificación y estimación del modelo

En este punto seguiremos el enfoque predominante en la literatura de aplicación en las últimas décadas, basado en la especificación de funciones de demanda derivadas obtenidas de la correspondiente función de costes [entre otros, Dupont y Renzetti (2001), Féres y Reynaud (2005), Angulo *et al.* (2014)]. Esta opción resulta posible por la disponibilidad de información sobre las cantidades, costes y precios de los factores productivos empleados por la industria. Sin embargo, es muy habitual que los investigadores interesados en la demanda de agua para usos industriales no dispongan de este tipo de datos, por lo que deben plantear funciones de demanda muy simplificadas en las que la cantidad depende del precio del agua y de diversos indicadores relacionados con el nivel de actividad, siguiendo la tradición asentada en el ámbito de los usos domésticos [por ejemplo, Moeltner y Stoddard (2004), Arbués *et al.* (2010), Gómez-Ugalde *et al.* (2012)].

Nuestro modelo parte de una función de producción tipo *translog* en la que participan los *inputs* agua (W), capital (K), trabajo (L), energía (E) y suministros (S). La elección de la función *translog* se debe a sus buenas propiedades: es parsimoniosa, flexible y permite trabajar con tecnología multi-producto [Reynaud (2003)]; además la función de costes asociada es homogénea en precios [Christensen *et al.* (1971, 1973)]. Para el caso que nos ocupa, la función de costes tiene la siguiente estructura:

$$\begin{aligned} \ln G = & \alpha + \alpha_Y \ln Y + \sum_{i=1}^5 \alpha_i \ln p_i + \frac{1}{2} \alpha_{YY} (\ln Y)^2 \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \alpha_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_{i=1}^5 \alpha_{Yi} \ln Y \ln p_i \end{aligned} \quad (1)$$

con  $i, j = W, K, L, E, S$  y donde  $G$  es el coste total de producción,  $Y$  es el *output*, y  $p_i$  son los precios de los diferentes *inputs*.

Aplicando el lema de Shepard se obtienen las funciones de demanda de *inputs* minimizadoras de costes o funciones de participación en costes de cada *input*:

$$\frac{\partial \ln G}{\partial \ln p_i} = w_i = \alpha_i + \alpha_{Yi} \ln Y + \sum_{j=1}^5 \alpha_{ij} \ln p_j \quad (2)$$

siendo  $i = W, K, L, E, S$ .

La función de costes debe cumplir las hipótesis de simetría y homogeneidad de grado 1 en precios y *output*, lo que implica imponer las siguientes restricciones a los parámetros de las ecuaciones (1) y (2):

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad i, j = W, K, L, E, S \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i = 1; \sum_{i=1}^4 \alpha_{Yi} = 0; \sum_{j=1}^4 \alpha_{ij} = 0; \sum_{i=1}^4 \alpha_{ij} = 0$$

La especificación de una función de costes *translog* resulta adecuada para nuestro caso, tal como se desprende de la información de la Tabla 3 en la que reportamos los resultados del contraste RESET de forma funcional correspondientes a la estimación MCO de (1), incluyendo 2 y 4 potencias de las estimaciones del logaritmo del gasto en la ecuación de contraste. Añadimos también los resultados obtenidos al comparar una función de costes Cobb-Douglas y CES, respectivamente, frente a la *translog*. En el segundo caso utilizamos la sugerencia de Kmenta (1967) de utilizar una aproximación de primer orden a los términos no lineales que intervienen en esa función de costes [Henningsen y Henningsen (2011)].

**Tabla 3. Contrastes sobre la especificación *translog***

Test/Hipótesis	Estadístico	pvalor	Conclusión
<i>Contraste RESET: Forma funcional</i>			
p=2	0.09	0.764	<b>Forma funcional aceptable</b>
p=4	2.15	0.0918	
<i>Especificación translog vs Cobb-Douglas</i>			
	11.95	0.000	<b><i>translog</i></b>
<i>Especificación translog vs CES</i>			
	12.31	0.000	<b><i>translog</i></b>

En la literatura de aplicación no hay consenso sobre si es más conveniente estimar la función de costes o las funciones de participación en coste de cada *input*. Guilkey y Lovell (1980) defienden un enfoque sintético que consiste en estimar conjuntamente ambas funciones en un modelo SURE. Este planteamiento ha sido ampliamente usado en el ámbito del agua industrial en las últimas décadas [Grebenstein y Field (1979), Babin *et al.* (1982), Dupont y Renzetti (2001), Renzetti y Dupont (2003), Dachraoui y Harchaoui (2004), Féres y Reynaud (2005), Guerrero (2005), Linz y Tsegai (2009), Angulo *et al.* (2014)] y es el que nosotros también vamos a seguir.

Tras estimar el sistema de ecuaciones de (1) y (2), resulta inmediato calcular la elasticidad precio directa ( $\varepsilon_{ii}$ ) de cada *input* como:

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\alpha_{ii} + w_i^2 - w_i}{w_i} \quad (4)$$

También es posible analizar la relación de sustituibilidad o complementariedad entre los *inputs* a través de la elasticidad precio cruzada ( $\varepsilon_{ij}$  y  $\varepsilon_{ji}$ ), definida como:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ij} &= \frac{\alpha_{ij} + w_i w_j}{w_i} \\ \varepsilon_{ji} &= \frac{\alpha_{ji} + w_i w_j}{w_j} \end{aligned} \quad (5)$$

Por último, la elasticidad de la demanda de un factor *i* respecto del *output* ( $\mu_{iY}$ ) se calcula de la forma usual:

$$\mu_{iY} = \frac{\partial Q_i}{\partial Y} \cdot \frac{Y}{Q_i} = \frac{\alpha_{Yi}}{w_i} + \eta_Y \quad (6)$$

donde  $\eta_Y$  representa la elasticidad del coste con respecto al *output*.

Antes de acometer los cálculos debemos asegurarnos de que la dirección señalada es la correcta. Para ello examinamos si, como se asume implícitamente en un modelo como el de (1)-(2), la relación entre las variables no es espúrea sino de equilibrio a largo plazo. El análisis del orden de integración y cointegración lo desarrollamos en el Apéndice A y podemos adelantar que los resultados que allí obtenemos son consistentes con el marco que estamos elaborando. En concreto, todas las variables analizadas han resultado ser I(1). Además, el grupo de variables se encuentra cointegrado, tanto en lo que se refiere a la esfera de la producción como a las funciones de demanda derivada de los *inputs*. Este es un aspecto esencial en la validación del modelo pero que ha recibido muy poca atención en la literatura aplicada. Al respecto, no hemos encontrado estudios que realicen este tipo de análisis en el ámbito del agua para usos industriales y solo conocemos unos pocos lo hayan hecho en el ámbito doméstico [véase Martínez-Espiñeira (2007), Zaided y Binet (2015) o Zaided y Cheikh (2015)].

El siguiente paso es estimar conjuntamente la función de costes *translog* de (1) y las funciones de demanda de (2), bajo las restricciones de (3). Debe recordarse la fuerte

heterogeneidad existente en los datos, lo que nos ha empujado a incluir efectos fijos para captar los inobservables existentes en ambas dimensiones. También incluimos una variable tendencial en la función de costes para capturar los efectos del progreso tecnológico en lo que respecta al uso del agua [de forma similar a como antes han hecho, por ejemplo, De Rooy (1974), Ziegler y Bell (1984), Dupont y Renzetti (2001), Renzetti y Dupont (2003), Vallés y Zárata (2013), Angulo et al. (2014)]. Finalmente, el precio del agua se ha retardado un periodo para evitar problemas de endogeneidad, tal como hacen Dachraoui y Harchaoui (2004) y Angulo et al. (2014). Los resultados de la estimación se muestran en la Tabla 4 (por razones de espacio, omitimos los efectos fijos).

Tabla 4. Estimación SUR del modelo *translog*

	$\ln G$	$W_W$	$W_K$	$W_L$	$W_E$
$\alpha$	0,04915 (0,00)	0,00021 (0,00)	-0,00073 (0,57)	0,01881 (0,00)	0,00568 (0,00)
<i>Trend</i>	-0,00679 (0,00)	-0,00006 (0,00)	-0,00012 (0,54)	-0,00316 (0,00)	0,00048 (0,00)
$\ln Y$	0,99009 (0,00)	0,00004 (0,09)	-0,00324 (0,00)	-0,01642 (0,00)	-0,00216 (0,00)
$(\ln Y)^2$	0,00255 (0,00)				
$\ln P_W$	0,00021 (0,00)	0,00022 (0,00)	-0,00143 (0,00)	-0,00027 (0,05)	-0,00005 (0,62)
$\ln P_K$	-0,00073 (0,57)	-0,00143 (0,00)	0,01094 (0,04)	0,02354 (0,00)	-0,00055 (0,72)
$\ln P_L$	0,01881 (0,00)	-0,00027 (0,05)	0,02354 (0,00)	0,10897 (0,00)	0,00877 (0,00)
$\ln P_E$	0,00568 (0,00)	-0,00005 (0,62)	-0,00055 (0,72)	0,00877 (0,00)	-0,01169 (0,00)
$\ln P_W \ln P_W$	0,00022 (0,00)				
$\ln P_K \ln P_K$	0,01094 (0,04)				
$\ln P_L \ln P_L$	0,10897 (0,00)				
$\ln P_E \ln P_E$	-0,01169 (0,00)				
$\ln P_W \ln P_K$	-0,00143 (0,00)				
$\ln P_W \ln P_L$	-0,00027 (0,05)				
$\ln P_W \ln P_E$	-0,00005 (0,62)				
$\ln P_K \ln P_L$	0,02354 (0,00)				
$\ln P_K \ln P_E$	-0,00055 (0,72)				
$\ln P_L \ln P_E$	0,00877 (0,00)				
$\ln Y \ln P_W$	0,00004 (0,09)				
$\ln Y \ln P_K$	-0,00324 (0,00)				
$\ln Y \ln P_L$	-0,01642 (0,00)				
$\ln Y \ln P_E$	-0,00216 (0,00)				

Nota: Entre paréntesis se muestra el p-valor.

## 4. Resultados y discusión

En la Tabla 5 se muestra la elasticidad precio directa del agua, la elasticidad *output* y las elasticidades precio cruzadas entre el agua y el resto de *inputs*, para el agregado y para cada rama de actividad considerada en el estudio. Estas elasticidades han sido calculadas aplicando las ecuaciones (4), (5) y (6), y utilizando los resultados de la estimación incluidos en la Tabla 4.

**Tabla 5. Elasticidad precio directa, elasticidad *output* y elasticidades precio cruzadas para el agregado de la industria y por ramas de actividad**

	$E_{WW}$	$E_{WY}$	$M_{KW}$	$M_{LW}$	$M_{EW}$	$M_{SW}$	$M_{WK}$	$M_{WL}$	$M_{WE}$	$M_{WS}$
<b>Agregado</b>	-0,66 (0,00)	1,07 (0,00)	-0,03 (0,00)	0,00 (0,30)	0,00 (0,75)	0,001 (0,00)	-2,18 (0,00)	-0,22 (0,30)	-0,05 (0,75)	3,10 (0,00)
<b>Rama 1</b>	-0,25 (0,75)	1,32 (0,00)	103,82 (0,23)	-10,84 (0,25)	-18,58 (0,62)	-1,94 (0,68)	0,07 (0,23)	-0,01 (0,25)	-0,01 (0,62)	-2,66 (0,68)
<b>Rama 2</b>	-1,69 (0,05)	1,31 (0,00)	0,10 (0,00)	0,00 (0,91)	0,03 (0,45)	-0,01 (0,06)	7,23 (0,00)	0,26 (0,91)	0,93 (0,45)	-6,74 (0,06)
<b>Rama 3</b>	0,11 (0,94)	1,23 (0,00)	-0,14 (0,01)	-0,01 (0,43)	-0,05 (0,29)	0,01 (0,02)	-10,12 (0,01)	-1,98 (0,43)	-1,76 (0,29)	13,75 (0,02)
<b>Rama 4</b>	-0,76 (0,00)	1,32 (0,00)	-0,02 (0,22)	0,00 (0,77)	0,00 (0,69)	0,00 (0,12)	-1,72 (0,22)	-0,19 (0,77)	0,15 (0,69)	2,51 (0,12)
<b>Rama 5</b>	-1,54 (0,29)	1,33 (0,02)	-0,02 (0,74)	0,00 (0,89)	-0,03 (0,38)	0,00 (0,46)	-1,41 (0,74)	-0,44 (0,89)	-1,14 (0,38)	4,53 (0,46)
<b>Rama 6</b>	-0,92 (0,02)	1,29 (0,00)	-0,03 (0,32)	0,00 (0,26)	0,00 (0,93)	0,00 (0,10)	-2,37 (0,32)	-1,23 (0,26)	0,05 (0,93)	4,48 (0,10)
<b>Rama 7</b>	-0,93 (0,00)	0,71 (0,00)	-0,01 (0,49)	0,00 (0,59)	0,01 (0,44)	0,00 (0,28)	-1,04 (0,49)	-0,49 (0,59)	0,38 (0,44)	2,08 (0,28)
<b>Rama 8</b>	-0,64 (0,56)	0,74 (0,02)	-0,11 (0,07)	-0,01 (0,09)	0,02 (0,64)	0,01 (0,04)	-7,53 (0,07)	-2,76 (0,09)	0,61 (0,64)	10,32 (0,04)
<b>Rama 9</b>	-0,80 (0,35)	1,20 (0,00)	0,00 (0,99)	0,00 (0,82)	0,00 (0,88)	0,00 (0,75)	-0,02 (0,99)	-0,36 (0,82)	0,16 (0,88)	1,03 (0,75)
<b>Rama 10</b>	-1,88 (0,19)	1,49 (0,00)	-0,15 (0,00)	0,01 (0,21)	0,04 (0,30)	0,01 (0,12)	-10,95 (0,00)	3,58 (0,21)	1,43 (0,30)	7,83 (0,12)
<b>Rama 11</b>	-0,90 (0,18)	1,52 (0,00)	-0,01 (0,69)	0,00 (0,40)	0,00 (1,00)	0,00 (0,85)	-1,05 (0,69)	1,26 (0,40)	0,01 (1,00)	0,68 (0,85)

Nota: Entre paréntesis se muestra el p-valor.

La elasticidad precio directa del agua es -0,66 para el agregado, por lo que la demanda de agua de red resulta ser normal e inelástica. Este resultado se encuentra en el rango medio de elasticidades obtenidas en la literatura, referida al sector industrial, el cual varía desde valores inferiores a -0,1 [Ziegler y Bell (1984), Canzales y Bravo (2011), Vallés y Zárte (2013)] hasta elasticidades en torno a -1,1 [Féres y Reynaud (2005), Kumar (2006)].

El análisis por ramas de actividad muestra que el precio del agua únicamente tiene un efecto significativo sobre la cantidad de agua de red demandada en las ramas 2 (alimentación, bebidas y tabaco), 4 (madera y corcho, papel y artes gráficas), 6 (caucho y materias plásticas y productos minerales no metálicos diversos) y 7 (metalurgia y fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo). En el resto de ramas

de actividad, la elasticidad directa del agua no es significativa al estándar habitual del 5%.

La rama 2 es la única significativa al 5% en la que la demanda de agua de red resulta ser elástica (-1,69), corroborando la evidencia existente en la literatura [Renzetti (1993), Dupont y Renzetti (1998), Malla y Gopalakrishnan (1999), Guerrero (2005), Canizales y Bravo (2011)].

La elasticidad que obtenemos en la rama 4 (-0,76), se encuentra en la parte media de los obtenidos en trabajos similares, que varían entre -0,59 y -0,91 [Babin *et al.* (1982), Renzetti (1992), Renzetti (1993), Wang y Lall (2002), Reynaud (2003), Kumar (2006)]. Lo mismo ocurre con la rama 7 (-0,93), donde las elasticidades publicadas se mueven entre -0,24 y -1,67 [Babin *et al.* (1982), Renzetti (1993), Wang y Lall (2002), Reynaud (2003)]. Por el contrario, nuestra estimación para la rama 6 (-0,92) es elevada en relación con las publicadas, que varían entre -0,15 y -0,78 [Babin *et al.* (1982), Renzetti (1993)].

Estos resultados apuntan a que en, las ramas con menor intensidad en el uso de agua de red y, por tanto, con menor participación de este factor en los costes totales (véase Figura 1), la elasticidad precio directa del agua no es significativa, al contrario de lo que sucede en las ramas con mayor intensidad de consumo. De esta forma, si tomamos sólo los sectores con una elasticidad significativa, la relación es clara: una mayor elasticidad va asociada a una mayor intensidad en el uso de agua de red. Puesto que la intensidad en el uso del agua disminuye con el transcurso del tiempo, como se deduce del coeficiente estimado para la variable tendencia en la ecuación de participación en costes del agua en la Tabla 4, puede preverse un escenario futuro con unas elasticidades precio directas aún menos significativas.

La elasticidad de la demanda de agua de red con respecto al nivel de producción es de 1,07 para el agregado; esto es, el volumen de agua de red necesario varía (casi) proporcionalmente con el nivel de actividad en un rango comprendido entre 0,71 (rama 7) y 1,52 (rama 11). Esta estimación se encuentra en la parte alta del rango de elasticidades obtenidas en la literatura, y es significativa en todas las ramas industriales.

Las elasticidades precio cruzadas muestran que la variación de la demanda de agua ante un cambio en el precio de otros *inputs* es mucho mayor que la variación de la demanda de otros factores ante un cambio en el precio del agua, probablemente debido al reducido precio del agua y a su escasa participación en los costes totales de las

empresas. No obstante, como era de esperar, los signos obtenidos en ambos casos son coherentes y sus niveles de significación idénticos.

Las elasticidades precio cruzadas obtenidas para el agregado muestran que el agua es complementaria con el capital y sustitutiva con los suministros, mientras que la relación entre el factor agua y los *inputs* trabajo y energía no es estadísticamente significativa. La evidencia existente en la literatura es muy dispar. Algunos estudios encuentran que el agua y el capital son complementarios [Greibenstein y Field (1979) y Kumar (2006), entre otros] y otros que son sustitutivos [Dupont y Renzetti (2001) y Féres y Reynaud (2005), entre otros]. De modo similar, cuando se analiza la relación entre el agua y los suministros, algunos trabajos observan una relación de complementariedad [Féres y Reynaud (2005) y Kumar (2006)] y otros de sustituibilidad [Guerrero (2005) y Angulo *et al.* (2014)]. También son dispares en la literatura los resultados referentes a la relación del agua con el trabajo y la energía, aunque, igual que en nuestro caso, existe un buen número de trabajos que obtienen elasticidades no significativas [Dupont y Renzetti (2001), Féres y Reynaud (2005), Guerrero (2005), Kumar (2006)].

El análisis por ramas de actividad corrobora que la relación entre el agua y los factores trabajo y energía es débil y escasamente significativa. Lo mismo puede decirse con respecto a la relación entre el agua y los factores capital y suministros, donde las elasticidades sólo son significativas en unas pocas ramas, normalmente caracterizadas por una alta participación del agua en los costes totales.

## 5. Conclusiones

Los resultados obtenidos del estudio de la demanda de agua de red en la industria española indican que los precios son un instrumento eficaz para incentivar a los usuarios a reducir su consumo de agua de red. No obstante, la elasticidad precio directa estimada (-0,66) implica que, para conseguir una determinada reducción porcentual de la cantidad de agua de red utilizada, se requiere de un incremento porcentual muy superior del precio, lo cual puede disuadir a algunos decisores públicos del usar este instrumento por su potencial coste político. En contrapartida, esa elasticidad significa que un incremento en los precios se traducirá en un incremento de los ingresos obtenidos por la prestación del servicio. Este incremento en la recaudación puede ayudar a conseguir la plena recuperación de los costes del servicio por parte de los municipios.

Los resultados también revelan la notable heterogeneidad existente entre los sectores. En general, observamos que en las ramas de actividad con una baja participación del agua de red en los costes totales, las elasticidades no son significativas. Al contrario de lo que sucede en las ramas en las que el agua de red tiene una participación más elevada en los costes totales; es decir, elasticidades mayores van asociadas a una mayor intensidad en el uso del agua. En consecuencia, para conseguir que todas las ramas de actividad contribuyan a la sostenibilidad en el uso del agua, la política de precios deberá complementarse con otros instrumentos de gestión de la demanda. A largo plazo, la necesidad de recurrir a instrumentos complementarios se va a intensificar, ya que nuestros resultados también indican que la intensidad en el uso del agua se está reduciendo con el transcurso del tiempo.

La política de precios del agua no sólo afecta al consumo de agua, sino que también impacta en el uso de otros factores productivos, especialmente el capital y los suministros. En nuestra investigación hemos comprobado que su impacto es reducido debido, probablemente, al bajo precio del agua y a su escasa participación en los costes totales de las empresas. Del mismo modo, el precio de los demás factores productivos afecta al consumo de agua de red, circunstancia que puede interferir en las políticas de conservación del recurso.

Finalmente, nuestros resultados permiten identificar el nivel de producción como un determinante fundamental de la demanda de agua de red (elasticidad de 1,07). Por tanto, cualquier política que tenga como objetivo reducir el uso de agua de red por la industria debería considerar las posibilidades de reducción de esa elasticidad. A ello pueden contribuir instrumentos legales como la regulación (estándares técnicos) o al apoyo financiero a la innovación tecnológica dirigida al ahorro de agua.

## Apéndice A. Análisis estocástico: integración y cointegración

En este Apéndice describimos brevemente los resultados relativos a la estructura estocástica de las series del modelo translog de (1)-(2) y al supuesto fundamental de cointegración.

Los datos que utilizamos son de tipo panel, por lo que los test deberán ser los adecuados a este hecho. En concreto, se trata de los tests de Levin-Lin-Chu (LLC) [Levin *et al.* (2002)], de Im-Pesaran-Shin (IPS) [Im *et al.* (2003)], de Fisher [Choi (2001)] y de Hadri (2000). En todos los casos, la ecuación de contraste incluye término constante y tendencia y se sustraen las medias de la sección cruzada para hacerlos robustos a posibles problemas de dependencia transversal. Los precios de la energía ( $\ln P_{gas}, \ln P_{electricidad}, \ln P_{gasoleo}, \ln P_{fuel}$ ) son precios de referencia nacionales, por lo que empleamos los tests de raíz unitaria tradicionales para series univariantes: el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) [Dickey y Fuller (1979)], el de Phillips-Perron (PP) [Phillips y Perron (1988)] y el Dickey-Fuller GLS (DFGLS) [Elliott *et al.* (1996)]. La ecuación de contraste de estos test también incluye término constante y tendencia.

La Tabla A1 muestra los resultados para el agregado (sin considerar la desagregación sectorial y utilizando las CCAA como unidades del panel). Pese a la existencia de algunas contradicciones, los test para las variables en niveles no permiten rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria. Por el contrario, los tests para las primeras diferencias rechazan la hipótesis de raíz unitaria. Por tanto, podemos concluir que todas las variables analizadas, univariantes y de tipo panel, son integradas de orden uno.

La Tabla A2 completa esta información con los contrastes de raíz unitaria de panel de Pesaran (2007), CIPS, de Moon y Perron (2004),  $ta$  y  $tb$ , y el test de panel de Sargan-Barghava modificado de Bai y Ng (2010), PMSB. Los cuatro son robustos a correlación transversal, por lo que son un buen complemento a los test de primera generación de la Tabla A1. Nuevamente, subsisten algunas contradicciones en esta oleada de resultados, que no nos apartan de la conclusión fundamental: todas las variables de nuestro estudio son  $I(1)$ .

Tabla A1. Test de raíz unitaria (no robustos a correlación transversal)

Variables de panel								
	LLC	IPS	Fisher				HADRI	Conclusión
			P	Z	L	Pm		
	H <sub>0</sub> : Todos los paneles contienen raíz unitaria		H <sub>0</sub> : Todos los paneles contienen raíz unitaria				H <sub>0</sub> : Todos los paneles son estacionarios	
	H <sub>1</sub> : Todos los paneles son estacionarios	H <sub>1</sub> : Algunos paneles son estacionarios	H <sub>1</sub> : Algunos paneles son estacionarios				H <sub>1</sub> : Algunos paneles son no estacionarios	
<i>lnY</i>	0,84	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	I(1)
$\Delta lnY$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<i>lnQ<sub>W</sub></i>	0,09	0,30	0,77	0,85	0,83	0,77	0,00	I(1)
$\Delta lnQ_W$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<i>lnQ<sub>K</sub></i>	0,27	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,00	I(1)
$\Delta lnQ_K$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<i>lnQ<sub>L</sub></i>	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	I(1)
$\Delta lnQ_L$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<i>lnQ<sub>E</sub></i>	0,53	0,68	0,76	0,99	0,98	0,76	0,00	I(1)
$\Delta lnQ_E$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
<i>lnG</i>	0,43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	I(1)
$\Delta lnG$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	
<i>lnP<sub>W</sub></i>	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	I(1)
$\Delta lnP_W$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	
<i>lnP<sub>K</sub></i>	0,00	0,57	0,24	0,95	0,94	0,25	0,00	
$\Delta lnP$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>lnP<sub>L</sub></i>	0,14	0,45	0,08	0,97	0,79	0,08	0,00	I(1)
$\Delta lnP_L$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
Variables de serie temporal								
	ADF	PP	DFGLS 1 LAG		DFGLS 2 LAG		Conclusión	
H <sub>0</sub> : La variable contiene una raíz unitaria								
H <sub>1</sub> : La variable es estacionaria								
<i>lnP<sub>gas</sub></i>	0,10	0,10	-3,08	(-3,50)	-3,19	(-3,28)	I(1)	
$\Delta lnP_{gas}$	0,00	0,00	-3,94	(-3,47)	-2,65	(-3,22)		
<i>lnP<sub>elect</sub></i>	0,91	0,92	-1,00	(-3,50)	-1,10	(-3,28)	I(1)	
$\Delta lnP_{elec}$	0,00	0,00	-3,88	(-3,47)	-2,67	(-3,22)		
<i>lnP<sub>diese</sub></i>	0,01	0,01	-3,08	(-3,50)	-3,32	(-3,28)	I(1)	
$\Delta lnP_{die}$	0,00	0,00	-3,19	(-3,47)	-3,42	(-3,22)		
<i>lnP<sub>fuel</sub></i>	0,07	0,08	-2,89	(-3,50)	-3,67	(-3,28)	I(1)	
$\Delta lnP_{fue}$	0,00	0,00	-2,73	(-3,47)	-3,16	(-3,22)		

Nota: En la tabla se muestra el p-valor del estadístico, excepto en los test DFGLS 1 LAG y DFGLS 2 LAG donde se muestra el valor del estadístico y, entre paréntesis, el valor crítico correspondiente al 5%. El test de Fisher combina los p-valores usando la inversa de la distribución chi-cuadrado (P), la inversa de la normal (Z), la inversa de la transformaciones logit (L) y una versión modificada de la inversa de la transformación chi-cuadrado (Pm) [ver Choi (2001) para los detalles]. Los test DFGLS 1 LAG y DFGLS 2 LAG toman uno y dos retardos, respectivamente.

**Tabla A2. Test de raíz unitaria de panel robustos a correlación transversal**

H <sub>0</sub> : La variable contiene una raíz unitaria H <sub>1</sub> : La variable es estacionaria					
Variable	CIPS	MP		PMSB	Conclusión
		ta	tb		
<i>lnY</i>	0.665	0.108	0.0968	0.846	<b>I(1)</b>
<i>lnQ<sub>W</sub></i>	0.090	0.259	0.003	0.563	<b>I(1)</b>
<i>lnQ<sub>K</sub></i>	0.560	0.408	0.404	0.099	<b>I(1)</b>
<i>lnQ<sub>L</sub></i>	0.150	0.405	0.037	0.618	<b>I(1)</b>
<i>lnQ<sub>E</sub></i>	0.240	0.741	0.993	0.060	<b>I(1)</b>
<i>lnG</i>	0.965	0.774	0.997	0.878	<b>I(1)</b>
<i>lnP<sub>W</sub></i>	0.135	0.147	0.146	0.593	<b>I(1)</b>
<i>lnP<sub>K</sub></i>	0.640	0.244	0.000	0.059	<b>I(1)</b>
<i>lnP<sub>L</sub></i>	0.125	0.519	0.824	0.135	<b>I(1)</b>

Nota: En la tabla se muestra el p-valor. Únicamente se muestran los resultados de las variables en niveles, puesto que para las variables en diferencias se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria en todos los casos. Las ecuaciones de contraste incluyen, en general, efectos individuales y tendencia temporal.

El PMSB es el test de Sargan-Barghava de panel modificado de Bai y Ng (2010) para contrastar no estacionariedad en el componente idiosincrático de las series de panel; CIPS es el test de raíz unitaria de panel de Pesaran (2007); ta y tb son el test de raíz unitaria de panel de Moon y Perron (2004).

El siguiente paso es analizar cointegración. La Tabla A3 muestra los resultados del test de Pedroni (1999, 2001), robusto a correlación transversal. Cuando contrastamos cointegración interregional puede existir correlación transversal, por lo que el test de Pedroni resulta adecuado. Además, el análisis ha sido replicado para las variables de la función de producción (cantidades de *output* e *inputs*) y de la función de costes (precios de los *inputs* y coste total). La teoría de la dualidad indica que una función de producción se encuentra asociada a una función de costes, y a la inversa. Es decir, la relación entre ambas es inequívoca, por lo que esperamos encontrar cointegración o falta de cointegración en ambos casos. Los resultados son concluyentes. La relación entre el valor de la producción y la cantidad de los *inputs* y entre el gasto total y los precios de los *inputs* es, efectivamente, de equilibrio a largo plazo, tanto si consideramos el conjunto de la industria nacional, como si realizamos dicho análisis por ramas de actividad.

Tabla A3. Análisis de cointegración

H <sub>0</sub> : Las variables no están cointegradas							Conclusión
H <sub>1</sub> : Las variables están cointegradas							
	Función de producción			Función de costes			
	rho	t	ADF	rho	t	ADF	
<b>Agregado</b>	-12,54***	-72,81***	-33,12***	-1,07	-65,44***	-20,64***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 1</b>	3,81***	-2,31**	4,86***	6,87***	0,11	5,08***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 2</b>	2,11**	-6,63***	0,24	6,83***	-0,86	11,89***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 3</b>	2,05**	-7,14***	1,53	7,02***	0,47	7,32***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 4</b>	2,48***	-8,29***	2,76***	6,28***	-4,34***	8,14***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 5</b>	2,66***	-4,64***	0,21	6,62***	-1,15	9,89***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 6</b>	3,06***	-5,43***	1,98**	6,06***	-1,60	7,63***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 7</b>	3,29***	-4,32***	6,85***	6,49***	1,14	10,62***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 8</b>	3,28***	-3,55***	4,04***	6,27***	-1,24	8,41***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 9</b>	3,11***	-3,63***	4,55***	6,47***	-0,57	10,61***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 10</b>	4,03***	-0,55	2,61***	6,39***	0,29	8,02***	<b>Cointegración</b>
<b>Rama 11</b>	2,75***	-4,07***	6,14***	7,00***	-1,21	10,45***	<b>Cointegración</b>

Nota: En la tabla se muestra el valor de los estadísticos  $\rho$ ,  $t$  y Dickey-Fuller aumentado cuya distribución, bajo la hipótesis nula, se distribuye como una normal. \*, \*\* y \*\*\* indican significatividad al 10%, 5% y 1%, respectivamente.

Función de producción se refiere a la hipotética relación de cointegración existente entre las variables  $\ln Y$ ,  $\ln Q_W$ ,  $\ln Q_K$ ,  $\ln Q_L$ ,  $\ln Q_E$ ; función de costes se refiere a la hipotética relación de cointegración existente entre las variables  $\ln G$ ,  $\ln P_W$ ,  $\ln P_K$ ,  $\ln P_L$ ,  $\ln P_{gas}$ ,  $\ln P_{electricidad}$ ,  $\ln P_{gas\acute{o}leo}$ , y  $\ln P_{fuel}$ .

## Referencias

Angulo, A. M., M. Atwi, R. Barberán, y J. Mur (2014), "Economic analysis of the water demand in the hotels and restaurants sector: Shadow prices and elasticities", *Water Resources Research*, 50: 6577-6591.

Arbués, F., R. Barberán, y I. Villanúa (2004), "Price impact on urban residential water demand: A dynamic panel data approach", *Water Resources Research*, 40.

Arbués, F., M. A. García Valiñas, y R. Martínez-Espiñeira (2003), "Estimation of residential water demand: A state-of-the-art review", *Journal of Socio-Economics*, 32: 81-102.

Arbués, F., M. A. García Valiñas, y I. Villanúa (2010), "Urban water demand for service and industrial use: The case of Zaragoza", *Water Resources Management*, 24: 4033-4048.

Arbués, F. y I. Villanúa (2006), "Potential for pricing policies in urban water resource management: estimation of urban residential water demand in Zaragoza, Spain", *Urban Studies*, 43: 2421-2442.

Babin, F. J., C. E. Willis, y G. Allen (1982), "Estimation of substitution possibilities between water and other production inputs", *American Journal of Agricultural Economics*, 64: 148-151.

Bai, J. y S. Ng (2010), "Panel unit root tests with cross-section dependence: A further investigation", *Econometric Theory*, 26: 1088-1114.

Brookshire, D. S., H. S. Burness, J. M. Chermak, y K. Krause (2002), "Western urban water demand", *Natural Resources Journal*, 42: 873-898.

Canizales, R. y H. M. Bravo (2011), "Estudio sobre Valoración Económica y Financiera del Agua para el Uso Industrial del Organismo de Cuenca Lema Santiago Pacífico", Conagua, México D.F.

Choi, I. (2001), "Unit root tests for panel data", *Journal of International Money and Finance*, 20: 249-272.

Christensen, L. R., D. W. Jorgeson, y L. J. Lau (1971), "Conjugate duality and the transcendental logarithmic production function", *Econometrica*, 39: 255-256.

Christensen, L. R., D. W. Jorgeson, y L. J. Lau (1973), "Transcendental logarithmic production frontiers", *Review of Economics and Statistics*, 55: 28-45.

Dachraoui, K. y T. M. Harchaoui (2004), "Water Use, Shadow Prices and the Canadian Business Sector Productivity Performance", Economic Analysis Research Paper Series 11F0027 n 026, Statistics Canada, Ottawa.

De Gispert, C. (2004), "The economic analysis of industrial water demand: A review", *Environment and Planning C: Government and Policy*, 22: 15-30.

De Rooy, J. (1974), "Price responsiveness of the industrial demand for water", *Water Resources Research*, 10: 403-406.

Dickey, D. A. y W. A. Fuller (1979), "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root", *Journal of the American Statistical Association*, 74: 427-431.

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.

Elliott, G., T. J. Rothenberg, y J. H. Stock (1996), "Efficient tests for an autoregressive unit root", *Econometrica*, 64: 813-836.

European Commission (2016), Weekly Oil Bulletin, <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/weekly-oil-bulletin>.

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).

European Environment Agency (2009), "Water resources across Europe. Confronting water scarcity and drought", EEA report 2/2009, EEA, Copenhagen.

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.

Féres, J. y A. Reynaud (2005), "Assessing the impact of environmental regulation on industrial water use: Evidence from Brazil", *Land Economics*, 81: 396-411.

Fundación BBVA e Ivie (2015), El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial (1964-2013), [http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/stock09/fbbva\\_stock08\\_index.html](http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/stock09/fbbva_stock08_index.html).

Gómez-Ugalde, S.C., J. Mora-Flores, J.A. García-Salazar y R. Valdivia-Alcalá (2012): "Demanda de agua para uso residencial y comercial", *Terra Latinoamericana*, 30(4): 337-342.

Grebenstein, C. R. y B. C. Field (1979), "Substituting for water inputs in U.S. manufacturing", *Water Resources Research*, 15: 228-232.

Guerrero, H. (2005), Industrial water demand in Mexico: Econometric analysis and implications for water management policy, Université de Toulouse 1, Toulouse.

Guilkey, D. K. y K. Lovell (1980), "On the flexibility of the translog approximation", *International Economic Review*, 21: 137-147.

Hadri, K. (2000), "Testing for stationarity in heterogeneous panel data", *Econometrics Journal*, 3: 148-161.

Henningsen, A. y G. Henningsen (2011), Econometric estimation of the “Constant Elasticity of Substitution” function in R: Package micEconCES, FOI Working Paper 2011/9, Institute of Food and Resource Economics, Copenhagen.

Im, K. S., M. H. Pesaran, y Y. Shin (2003), "Testing for unit root in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics*, 115: 53-74.

INE (2009), CNAE 2009. Clasificación Nacional de Actividades Económicas. , <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t40/clasrev&file=inebase>.

INE (2015a), Encuesta industrial de empresas, [http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736143952&menu=ultiDatos&idp=1254735576715](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736143952&menu=ultiDatos&idp=1254735576715).

INE (2015b), Indicadores sobre el Agua, 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).

INE (2016), Contabilidad Regional de España, <http://www.ine.es/jaxi/menu.do;jsessionid=038E2EF952AA657A136739FCA517F649.jaxi03?type=pcaxis&path=%2Ft35%2Fp010&file=inebase&L=0>.

Jorgenson, D.W. (1963), “Capital theory and investment behavior”, *The American Economic Review*, 53 (2): 247-259.

Kmenta, J. (1967), On estimation of the CES production function, *International economic review*, 8 (2): 180-189.

Ku, S. J. y S. H. Yoo (2012), "Economic value of water in the Korean manufacturing industry", *Water Resources Management*, 26: 81-88.

Kumar, S. (2006), "Analysing industrial water demand in India: An input distance function approach", *Water Policy*, 8: 15-29.

Levin, A., C. F. Lin, y C. S. Chu (2002), "Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties", *Journal of Econometrics*, 108: 1-24.

Linz, T. y D. W. Tsegai (2009), "Industrial water demand analysis in the Middle Olifants sub-basin of South Africa", Discussion Papers on Development Policy 130, Center for Development Research (ZEF), Bonn University, Bonn, Germany.

Malla, P. B. y C. Gopalakrishnan (1999), "The economics of urban water demand: The case of industrial and commercial water use in Hawaii", *International Journal of Water Resources Development*, 15: 367-374.

Martínez-Espiñeira, R. (2007), "An estimation of residential water demand using co-integration and error correction techniques", *Journal of Applied Economics*, 10: 161-184.

Martínez-Espiñeira, R. y C. Nauges (2004), "Is all domestic water consumption sensitive to price control?", *Applied Economics*, 35: 1697-1703.

Mitchell, G., T. McDonald, P. Wattage, y P. Williamson (2000), "A standard industrial classification coded strategic planning model of industrial and commercial water demand for U.K. regions", *Water and Environmental Journal*, 14: 226-232.

Moon, R. y P. Perron (2004), "Testing for a unit root in panels with dynamic factors", *Journal of Econometrics*, 122: 81-126.

Nauges, C. y D. Whittington (2010), "Estimation of water demand in developing countries: An overview", *The World Bank Research Observer*, 25: 263-294.

Pedroni, P. (1999), "Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61: 653-670.

Pedroni, P. (2001), "Purchasing power parity tests in cointegrated panels", *The Review of Economic and Statistics*, 83: 727-731.

Pesaran, M.H. (2007), "A simple panel unit root test in the presence of cross-sectional dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22: 265-312.

Phillips, P. C. B. y P. Perron (1988), "Testing for a unit root in time series regression", *Biometrika*, 75: 335-346.

Renwick, M. E. y R. D. Green (2000), "Do residential water demand side management policies measure up? An analysis of eight California water agencies", *Journal of Environmental Economics and Management*, 40: 37-55.

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.

Renzetti, S. y D. P. Dupont (2003), "The value of water in manufacturing", CSERGE Working Paper ECM 03-03, University of East Anglia, Norwich, UK.

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

Vallés, J. y A. Zárata (2013), "Environmental taxation and industrial water use in Spain", *Investigaciones Regionales*, 34: 133-164.

Wang, H. y S. Lall (2002), "Valuing water for Chinese industries: A marginal productivity analysis", *Applied Economics*, 34: 759-765.

Wichman, C. J., L. O. Taylor, y R. H. von Haefen (2016), "Conservation policies: Who responds to price and who responds to prescription?", *Journal of Environmental Economics and Management*, 79: 114-134.

Worthington, A. C. y M. Hoffman (2008), "An empirical survey of residential water demand modeling", *Journal of Economic Surveys*, 22: 842-871.

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

Zaied, Y. B. y M. E. Binet (2015), "Modeling seasonality in residential water demand: the case of Tunisia", *Applied Economics*, 47: 1983-1996.

Zaied, Y. B. y N. B. Cheikh (2015), "Modeling regional water consumption in Tunisia using panel cointegration second generation tests", *Journal of Quantitative Economics*, 13: 237-251.

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 Villarroya. 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 Villarroja. 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, Ferrerueta, 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 Ferreruela 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.

**2017-03:** “Subjective educational mismatch and signalling in Spain”. Inmaculada García-Mainar and Víctor M. Montuenga-Gómez. University of Zaragoza.

**2017-04:** “Collaborative networks and export intensity in family firms: a quantile regression approach”. Raúl Serrano, Isabel Acero-Fraile and Natalia Dejo-Oricain. University of Zaragoza.

**2017-05:** “Over-qualification and dimensions of job satisfaction”. Inmaculada García-Mainar and Victor M. Montuenga-Gómez. University of Zaragoza.

**2017-06:** “La despoblación en Aragón, 2000-2016: tendencias, datos y reflexiones para el diseño de políticas”. Adrián Palacios, Vicente Pinilla y Luis Antonio Sáez. University of Zaragoza.

**2017-07:** “Una nota sobre la importancia del criterio de selección de retardos en la potencia del test de raíz unitaria de Elliott y Müller”. Hugo Ferrer-Pérez, María Isabel Ayuda y Antonio Aznar. Fundación Centro de Investigación en Economía y Desarrollo Agroalimentario (CREDA-UPC-IRTA), Barcelona y Universidad de Zaragoza.

**2017-08:** “La demanda de agua urbana para actividades productivas. Una aplicación a la industria española”. Pilar Gracia-de-Rentería, Ramón Barberán y Jesús Mur. Universidad de Zaragoza.