

Externalización y eficiencia en la gestión de los servicios de agua rurales: Evidencia desde Andalucía

Miguel A. García Rubio

Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Granada. Campus de Cartuja s/n. 18071. Granada. Tlf: 958 240904. E-mail: magrubio@ugr.es

Francisco González Gómez

Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología. Universidad de Granada. C/Rector López Argüeta s/n. 18071 Granada. Tlf: 958 246258. Email: fcojose@ugr.es

Francisco Alcalá Olid

Departamento de Economía. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas. 23071 Jaén. Tlf: 953 212110. Email: falcala@ujaen.es

M. Isabel Ortega Díaz

Departamento de Economía. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas. 23071 Jaén. Tlf: 953 212297. Email: iortega@ujaen.es

Resumen. En las áreas rurales son mayores las dificultades para la gestión del servicio de aguas para usos residenciales al disponer de escasos recursos para hacer frente a los elevados gastos de inversión y mantenimiento asociados al servicio. Así, muchos municipios rurales españoles están optando por la externalización del servicio. En la investigación se aplica la técnica DEA a una muestra de 80 municipios rurales andaluces para hacer un análisis comparativo de la eficiencia entre las tres formas principales de gestión que contempla la normativa española. La principal contribución es introducir en el análisis la gestión mediante empresa mixta; los anteriores estudios únicamente consideran empresas públicas y privadas. Aunque en un primer momento se obtiene que las empresas privadas y mixtas son más eficientes que las públicas, cuando se introducen variables de entorno no se observan diferencias en los niveles de eficiencia entre las tres formas de gestión. Los resultados permiten evidenciar que la empresa mixta es una forma de gestión no menos eficiente que la privada o la pública, que permite aprovechar el *know-how* de la empresa privada a la vez que facilita el control de los intereses públicos.

Códigos JEL. L33, L95, C61

Externalización y eficiencia en la gestión de los servicios de agua rurales: Evidencia desde Andalucía

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo el servicio de aguas para usos residenciales ha sido un reto más difícil de asumir en las áreas rurales. Esto es debido a que el servicio de aguas requiere hacer frente a importantes inversiones y elevados costes de mantenimiento que son difíciles de afrontar por haciendas locales con escasa capacidad para generar ingresos. De hecho, en distintas partes del mundo hay actualmente importantes disparidades en el servicio de aguas entre áreas rurales y urbanas ([WHO y UNICEF, 2010](#)).

A pesar de ello, en el conjunto de países industrializados el acceso al agua es prácticamente universal incluso en áreas rurales. Sin embargo, nuevos retos para la gestión del servicio de aguas están poniendo en dificultades a los gobiernos locales de las áreas rurales en estos países. En el caso de los países de la Unión Europea la normativa comunitaria aprobada en materia de aguas en los últimos 20 años ha planteado nuevas exigencias a las que deben hacerse frente en el ámbito rural con menores recursos financieros. La Directiva 98/83/CE en la que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y las Directivas 91/271/CEE y 98/15/CE referidas a la recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas han supuesto un importante esfuerzo inversor para garantizar su cumplimiento. Más recientemente, la Directiva 2000/60/CE mantiene la necesidad de hacer un uso sostenible del agua y, aunque según algunos estudios los *non-market benefits* exceden los costes ([Martín-Ortega et al. 2011](#)), también supone un importante volumen de inversiones.

En algunos países europeos estas nuevas exigencias debidas a los cambios en la regulación han propiciado que muchos municipios hayan optado en las dos últimas décadas por la externalización del servicio de aguas. Motivaciones pragmáticas explican principalmente la decisión. Por una parte, se ha pretendido la profesionalización y especialización de la gestión para hacer frente a la prestación de un servicio que se vuelve más complejo. Por otra parte, ha sido una vía

empleada para intentar sanear las haciendas locales y evitar hacer frente a elevados gastos de inversión y mantenimiento.

En países como Francia, España, Italia o Grecia, donde el marco regulador contempla la posibilidad de privatizar el servicio, la decisión de los gobiernos locales de externalizar el servicio de aguas lleva implícita una segunda decisión: elegir la propiedad del gestor –pública o privada–. Al margen de motivaciones ideológicas y políticas, el ciudadano está interesado en que la gestión del servicio, dentro del marco legal establecido, sea lo más eficiente posible. Hay una extensa investigación que ha tenido como objetivo comprobar qué forma de propiedad en la gestión es más eficiente (tabla 1). En la mayoría de las investigaciones no se obtienen diferencias significativas entre ambas formas de propiedad ([González-Gómez y García-Rubio 2008](#); [Bel y Warner 2008](#); [Abbott y Cohen 2009](#); [Bel et al. 2010](#)).

****INSERTAR TABLA 1****

Una destacada particularidad del marco regulador español es la posibilidad de externalizar la gestión del servicio de aguas a una empresa mixta. La empresa mixta es una forma jurídica que cada vez tiene más presencia en la industria en España. Son empresas de participación conjunta pública-privada en el capital de la empresa. En esta investigación se aporta evidencia añadida sobre la eficiencia en la gestión del servicio de aguas en el ámbito rural según la propiedad del gestor. En la literatura no son frecuentes este tipo de análisis en áreas rurales. Pero la principal aportación de la investigación es que en el estudio no se compara simplemente entre gestión pública y gestión privada. En nuestro conocimiento sería la primera vez que se hace un análisis de eficiencia en esta industria distinguiendo entre las siguientes tres formas de gestión: pública, privada y mixta. El estudio se hace con información de 80 municipios de Andalucía, región de Sur de España. La técnica aplicada para estimar la eficiencia es el Análisis Envolvente de Datos (DEA). Aunque en un primer momento se obtiene que las empresas privadas y mixtas son más eficientes que las públicas, cuando se consideran variables de entorno no se observan diferencias en los niveles de eficiencia entre las tres formas de gestión.

El resto del artículo se organiza como sigue: La sección 2 describe la estructura del mercado en Andalucía y plantea las hipótesis de la investigación. La sección 3 muestra la metodología utilizada. La sección 4 describe los datos. La sección 5 muestra los resultados y en la última sección se ofrecen las conclusiones.

2. LA EXTERNALIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SERVICIO DE AGUAS EN ANDALUCÍA: HECHOS E HIPÓTESIS

2.1 Marco Legal

El marco legal que regula el modo de gestión de servicios municipales en España está constituido por la Ley 7/1985 Reguladora de las Bases del Régimen Local y la Ley 57/2003 de Medidas para la Modernización del Gobierno Local. El artículo 25 de la primera de estas normas dispone que el municipio es responsable del suministro de agua.

El gobierno local es competente para decidir la forma jurídica para la prestación del servicio de aguas. La legislación vigente establece, asimismo, las distintas formas jurídicas posibles. En primer lugar, el gobierno local puede optar por gestionar el servicio desde el propio Ayuntamiento o externalizar el servicio. En este segundo caso, la gestión puede cederse a una empresa de titularidad enteramente pública, enteramente privada o a una empresa mixta.

La forma más extendida de llevar a cabo la privatización de servicios locales en España es la concesión¹. La concesión se formaliza mediante un contrato de gestión de servicios públicos por el que la Administración, que permanece como titular del servicio, encomienda su explotación a una persona natural o jurídica². Mediante la concesión la empresa privada gestionará el servicio a su propio riesgo y ventura. La empresa mixta puede considerarse como un caso de privatización parcial del servicio municipal de aguas que permite aunar la defensa de los intereses públi-

¹ Los municipios sólo pueden privatizar la gestión del servicio de agua, ya que las infraestructuras siguen perteneciendo a la administración pública. La empresa concesionaria es responsable de la gestión del servicio y del mantenimiento de las redes de suministro durante el tiempo acordado en el contrato. Al final del contrato, el gobierno local debe decidir de nuevo cómo gestionar el servicio.

² Un mayor desarrollo de los aspectos normativos del procedimiento de contratación con las administraciones públicas puede consultarse en la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público y en el Real Decreto

cos y las ventajas asociadas a la gestión privada. El capital social se reparte entre el socio público, que vela por la adecuada obtención de los fines públicos del servicio, y el socio privado con *know-how* en la industria, sobre quien suele recaer el día a día de la gestión del servicio (Warner y Bel 2008; González-Gómez et al. 2009).

2.2. La externalización del servicio de aguas en el ámbito rural andaluz

Andalucía es una región situada en el sur de España con una superficie de 87.268 km² y una población de alrededor de 8,2 millones de habitantes. Administrativamente, la región está conformada por 8 provincias y 771 municipios. La mayoría de los asentamientos de población son pequeños municipios situados en el ámbito rural (tabla 2).

INSERTAR TABLA 2

Como se advertía anteriormente, la prestación del servicio de aguas es responsabilidad de los gobiernos locales, que pueden prestar el servicio utilizando su propia organización administrativa, o ceder la gestión a una empresa pública, privada o mixta. Tras la aprobación de la Ley 7/1985 y las adaptaciones a la normativa española de la normativa comunitaria sobre gestión y calidad de aguas para consumo humano, muchos gobiernos locales han optado por externalizar el servicio de aguas. La contratación externa fue una solución pragmática adoptada por Municipios con problemas financieros o con dificultades para afrontar la complejidad de la prestación del servicio (González-Gómez y Guardiola 2009).

La investigación se ha centrado en los municipios de menos de 50.000 habitantes que han externalizado la gestión del servicio de aguas, en su mayoría de ámbito rural y con grandes dificultades financieras. En el año 2009, el 38% de los municipios andaluces habían externalizado la gestión del servicio de aguas (287 municipios). De los municipios que externalizaron la gestión, 123 gobiernos locales optaron por gestión mediante empresa pública y 164 por la gestión privada –84 mediante concesión y 80 mediante empresa mixta–.

1098/2001 por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

2.3. Hipótesis

Entre los 60' y los 70' se desarrollaron distintas teorías que sustentaron la oleada de privatizaciones desarrollada en las siguientes décadas. Estas teorías mantienen que la gestión privada es más eficiente que la pública. En el marco general de la Teoría de la Elección Pública se mantiene que los políticos y burócratas persiguen objetivos distintos de los ciudadanos-electores (Niskanen 1971). Según la Teoría de la X-efficiency (Leibenstein 1966) la existencia de gerentes egoístas explica la conducta ineficiente del sector público. El gestor público puede pretender objetivos como el aumento del personal, un despacho más grande y con mobiliario más lujoso, mayores posibilidades de ocio o mayores niveles salariales. En el marco de la Teoría de la Agencia, Alchian y Demsetz (1972) mantienen que en la empresa pública existe un menor incentivo y menores posibilidades que en la empresa privada para controlar la actividad y garantizar así una gestión eficiente.

Otros argumentos normalmente expuestos para explicar la menor eficiencia de la gestión pública es la multiplicidad de objetivos a los que suele atender la empresa pública, el mayor grado de sindicalización de los trabajadores –que se traduce en salarios medios más elevados y en mayores concesiones a los trabajadores–, y el modo en que son elegidos los directivos de la mayoría de las empresas públicas –donde prevalecen de modo principal criterios de carácter político, y no tanto otros aspectos que reflejen la experiencia y la formación de la persona elegida para el cargo–.

La primera hipótesis que deseamos contrastar es si la gestión privada es más eficiente que la gestión pública en el contexto de los servicios rurales de agua andaluces.

El contraargumento más destacado para refutar la visión de que la gestión privada es más eficiente consiste en mantener que la propiedad en sí no es un factor determinante de la eficiencia empresarial, sino la estructura de mercado en la que actúa (Littlechild 1988; Rees 1998). En este sentido, para Megginson y Netter (2001) la justificación de la privatización es menos consistente en mercados de bienes públicos y en escenarios de monopolio natural donde los factores de competitividad son más débiles. Desde este punto de vista, en la industria del agua la empresa

privada actúa como un monopolio local y carece de incentivos para ser eficiente (Elnaboulsi 2001).

Establecer un marco regulador que potencie la competencia es una posible vía para garantizar la conducta eficiente de la empresa privada en la industria. Una posibilidad es implantar organismos de control, como OFWAT en Reino Unido y Gales, que velen por el interés público. Otra vía es asegurar que en los concursos en que se elige al gestor privado haya una competencia efectiva entre las empresas licitantes. Sin embargo, en España no existe ningún organismo independiente que ejerza el control de las unidades de gestión del servicio de aguas.

En España la empresa mixta es una modalidad jurídica que a priori permite conciliar los intereses públicos y privados para el bienestar de los ciudadanos. Por una parte es posible aprovechar el *know-how* de grupos empresariales que ejercen la actividad en otras partes de la geografía. Por otra parte, el control directo del socio público permitirá evitar el abuso por situación de dominio y que la empresa privada se esfuerce por mantener una gestión eficiente; en este sentido Barret y Wallace (2010) defienden el control público de los servicios de aguas privados para lograr alcanzar los objetivos sociales deseables. Yamout y Jamali (2007) consideran una solución razonable en el contexto de Líbano la participación público-privada para hacer frente a los problemas de gestión de los servicios de agua, especialmente en áreas suburbanas y deprimidas. Por tanto, la pregunta que nos formulamos es si en el contexto institucional del Sur de España, caracterizado por la ausencia de organismos de control y con unas pocas empresas dominando la parte privada del sector, la empresa mixta es una buena solución para garantizar la eficiencia en la gestión del servicio de aguas en las áreas rurales.

La segunda hipótesis que deseamos contrastar es si la gestión mediante empresa mixta es superior a la gestión privada en el contexto de los servicios rurales de agua andaluces.

3. METODOLOGÍA

Data Envelopment Analysis (DEA) es una técnica de análisis no paramétrico introducida por Charnes et al. (1978) y utilizada en la estimación de la eficiencia y la productividad de unidades

de toma de decisiones (DMUs). DEA se ha utilizado en múltiples sectores, tales como sucursales bancarias, aerolíneas, ferrocarriles, escuelas, hospitales y servicios de aguas, entre otros (Emrouznejad et al. 2008). En esencia, DEA compara el comportamiento observado –en términos de inputs y outputs– con las mejores practicas observadas, ofreciendo una medida de eficiencia relativa. Más detalles sobre DEA pueden encontrarse en Cooper et al. (2007).

Dada una muestra de n DMUs, cada DMU_j ($j=1, \dots, n$) utiliza un conjunto de m inputs x_{ij} ($i=1, \dots, m$) para obtener un conjunto de s outputs y_{rj} ($r=1, \dots, s$). Se supone que la tecnología utilizada para transformar inputs en output satisface las propiedades estándar sugeridas por Shephard (1970).

Suponiendo rendimientos variables de escala, la eficiencia técnica orientada al output de la DMU_0 puede ser estimada con el modelo BCC (Banker et al. 1984). Así, los valores de eficiencia obtenidos son netos de cualquier efecto de escala. Siguiendo a Ali y Seiford (1993), el modelo envolvente de rendimientos variables de escala orientado al output permite obtener la eficiencia de la DMU_0 ϕ_0 resolviendo el siguiente programa matemático:

$$\begin{aligned}
 & \max_{\lambda, \phi_0, s_{i0}^-, s_{r0}^+} \phi_0 + \varepsilon \cdot \left(\sum_{i=1}^m s_{i0}^- + \sum_{r=1}^s s_{r0}^+ \right) \\
 & \text{subject to :} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_{i0}^- = x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{(i)} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_{r0}^+ = \phi_0 \cdot y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad \text{(ii)} \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{(iii)} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \text{(iv)}
 \end{aligned} \tag{1}$$

x_{i0} e y_{r0} representan respectivamente los valores observados del input i y el output r sobre la DMU_0 . Además, λ_j es una variable que representa la ponderación de la DMU_j en la composición del conjunto de referencia que representa las mejores prácticas observadas; s_{i0}^- y s_{r0}^+ son las variables holgura en el input i y el output r de la DMU_0 , respectivamente.

La solución del programa (1) para la DMU₀ proporciona una medida de su eficiencia. Dicho valor es igual o mayor que uno, y mide el máximo incremento proporcional posible de todos los outputs que puede ser alcanzado por la DMU₀ sin incrementar su uso de inputs. Un resultado igual a uno indica el mejor comportamiento, cuanto mayor sea la desviación de uno mayor es la ineficiencia. Por ejemplo, un resultado de 1,1 para una DMU₀ particular significa que sus outputs pueden incrementarse proporcionalmente un 10% sin consumir inputs adicionales.

Así, el modelo DEA (1) ofrece una medida de eficiencia radial; es decir, implica mejoras proporcionales en todos los outputs. Pero este supuesto no es válido cuando en el modelo se incluyen variables no controlables por el gestor, como es el caso de las variables ambientales. A partir del modelo envolvente (1) se puede obtener un modelo *measure-specific DEA* para incluir las variables no controlables (Banker y Morey 1986).

Los conjuntos $I = \{x_{ij}/i=1,2,\dots,m\}$ y $O = \{y_{rj}/r=1,2,\dots,s\}$ representan respectivamente todos los inputs y outputs discretos o controlables por el gestor. Si $x_{ij} \notin I$ entonces es un input no discrecional; análogamente, si $y_{rj} \notin O$ entonces es un output no discrecional o fijado exógenamente. Así, para cada DMU₀ puede obtenerse una medida de eficiencia *measure-specific DEA* θ_0 de rendimientos variables de escala orientada al output resolviendo el siguiente programa matemático:

$$\begin{aligned} & \max_{\lambda, \theta_0, s_{i0}^-, s_{r0}^+} \theta_0 + \varepsilon \cdot \left(\sum_{i=1}^m s_{i0}^- + \sum_{r=1}^s s_{r0}^+ \right) \\ & \text{subject to :} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot x_{ij} + s_{i0}^- = x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{(i)} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_{r0}^+ = \theta_0 \cdot y_{r0} \quad r \in O \quad \text{(ii)} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot y_{rj} - s_{r0}^+ = y_{r0} \quad r \notin O \quad \text{(iii)} \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{(iv)} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \text{(v)} \end{aligned} \quad (2)$$

En definitiva, los modelos DEA envolventes y de *measure-specific* comparten la misma frontera eficiente; de modo que si una unidad es eficiente según el programa (1) también lo será según el programa (2), y viceversa. Sin embargo, para las DMUs ineficientes existirán diferentes objetivos eficientes en ambos programas. En la figura 1, las DMUs *A*, *B* y *C* forman la frontera eficiente, y las DMUs *D* y *E* son ineficientes. En un modelo DEA envolvente donde los outputs y_1 e y_2 sean controlables por el gestor el objetivo eficiente de la DMU *D* será D_2 , es decir, la proyección radial sobre la frontera eficiente. Pero en un modelo DEA de *measure-specific* si el output y_1 no es controlable por el gestor el objetivo eficiente de la DMU *D* será D_1 y, análogamente, si el output y_2 es exógeno, su objetivo eficiente será D_3 . Por su parte, el objetivo eficiente radial de la DMU *E* será E_1 , y la distancia CE_1 , representa la holgura.

INSERTAR FIGURA 1

4. DATOS

Los datos utilizados corresponden a 80 municipios andaluces. En la muestra se recoge información de un 28% de los municipios que han externalizado la gestión del servicio de aguas en la región. Con datos de la muestra, en 43 municipios la gestión se hace mediante empresa pública y en 37 mediante empresa privada. En este segundo grupo, en 18 municipios la gestión es totalmente privada, mientras que en 19 la gestión es parcialmente privada –empresa mixta–. La información procede de la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales elaborada por el Ministerio de Administraciones Públicas y de la Cámara de Cuentas de Andalucía.

Un paso básico cuando se estima la eficiencia es la selección de las variables representativas de inputs y outputs, lo que no siempre es una decisión fácil. En Model1, se han considerado dos outputs, población suministrada –POP– y volumen de agua residual tratada –SEW_TRE–. Además, los inputs son la longitud de la red de abastecimiento –DEL_NET–, la capacidad de tratamiento de aguas residuales –WAS_CAP–, los costes de personal –STA_COS– y, finalmente, los costes de explotación (excluidos los costes de personal) –OPE_COS–. La tabla 3 muestra algunos estadísticos descriptivos de la muestra.

INSERTAR TABLA 3

Los outputs intentan captar la naturaleza multiproducto de las unidades que realizan varias fases del ciclo integral del agua³. Los servicios de aguas realizan cuatro actividades básicas: tratamiento, distribución, recogida y, finalmente, depuración de aguas. En nuestro conjunto de outputs set solo incluimos variables representativas de la distribución de aguas –POP– y de la depuración de aguas –SEW_TRE–, porque en la práctica existe una elevada correlación entre el agua tratada y el agua distribuida, así como entre el agua recogida y el agua depurada (Thanassoulis 2000). Por lo que respecta a los inputs, la red de distribución y la capacidad de depuración son *proxys* del capital y son considerados factores fijos de producción. Por su parte, los costes del factor trabajo y el resto de costes de explotación son variables input.

En la literatura sobre estimación de la eficiencia se ha destacado la importancia de ciertas variables ambientales que no pueden ser controladas por los gestores –factores de entorno–. Éstos son factores que pueden explicar aquellas diferencias en la eficiencia que no pueden ser atribuidas a una mala gestión. Para no penalizar en los análisis comparativos a las unidades de gestión que operan en entornos más complejos, es fundamental considerar aquellos factores que no pueden ser controlados por los gestores. Entre estos factores ambientales, los aspectos más frecuentemente analizados en el contexto de los servicios de aguas son la existencia de economías de densidad de consumidores, el origen del recurso hídrico y la estacionalidad de la demanda.

Las economías de densidad de consumidores representan mayores niveles de eficiencia cuando tiene lugar un aumento en el número de consumidores sin variaciones en el capital de la unidad bajo análisis. La existencia de economías de densidad de consumidores podría explicar parcialmente por qué unidades de gestión con un tamaño similar, medido en términos de output, muestran importantes diferencias en los costes. Hay evidencia de economías de densidad de consumidores en Mann y Mikesell (1976), Teeple y Glyer (1987), Fabbri y Fraquelli (2000), Antonioli y Filippini (2001), y Estache y Rossi (2002).

³ En la revisión de la literatura que hacen De Witte y Marques (2010, p.198) puede verse el conjunto de inputs y outputs que han empleado los estudios sobre análisis de eficiencia de los servicios de agua.

Además, los costes de captación del recurso hídrico no son iguales cuando proceden de fuentes superficiales –embalses o ríos– que cuando lo hacen de fuentes subterráneas. La calidad del agua en origen condiciona el tratamiento que debe recibir para su potabilización (Sauer 2005; Sauer y Frohberg 2007).

Finalmente, en las áreas rurales de Andalucía puede haber valles y picos en la demanda que, dependiendo de la estación, pueden causar un exceso de capacidad o una explotación más intensiva de los recursos hídricos. Hasta finales de los 80' más de 1.850.000 habitantes procedentes fundamentalmente del entorno rural andaluz emigraron hacia otras regiones españolas en busca de mayores y mejores oportunidades laborales –principalmente a Cataluña, Madrid y Valencia–; una parte importante de estos inmigrantes conservan viviendas y/o familiares en sus lugares de origen. Durante la época estival es frecuente que una parte importante de estos emigrantes interiores y sus descendientes retornen temporalmente a sus lugares de origen para disfrutar de sus vacaciones, produciéndose un incremento notable de habitantes en muchas poblaciones del entorno rural andaluz que, obviamente, demandan los servicios de agua.

Por tanto, en esta investigación se considerarán las economías de densidad de clientes, aproximadas por la variable densidad de población –POP_DEN–, el origen del agua –WAT_SOU– y la estacionalidad de la demanda –SEA_DEM–. Esta última variable se calcula como el cociente entre el agua consumida en verano y la consumida en invierno. La tabla 3 muestra algunos estadísticos descriptivos de estas variables.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de comentar los resultados es preciso aclarar una cuestión. En la industria de abastecimiento de agua y depuración de aguas residuales el uso de modelos DEA orientados al input es la práctica estándar cuando se estima la eficiencia. Sin embargo, es posible encontrar investigaciones que han hecho uso de una orientación output (Picazo-Tadeo et al 2008; Kumar y Managi 2010).

En el entorno institucional andaluz el 17% de las aguas residuales procedentes de poblaciones no son depuradas y alrededor del 10% de la población no dispone de infraestructuras de depuración, concentrándose este problema en las áreas rurales. Dado que aún hay un margen apreciable de mejora, en esta investigación se han utilizado modelos DEA orientados al output al considerar los outputs POP y SEW_TRE.

En esta investigación se utilizan dos modelos: uno que no considera los factores ambientales –Model1–, y otro que si lo hace –Model2–. La tabla 4 muestra las variables utilizadas en ambos casos.

****INSERTAR TABLA 4****

En Model1 la eficiencia de las unidades de gestión es obtenida a partir del programa (1). Los estadísticos descriptivos de los resultados de eficiencia para los tres tipos de propiedad en la gestión –pública, privada y mixta– pueden verse en la tabla 5. Nuestros resultados muestran que, en Model1, la eficiencia promedio es mayor para la gestión mixta, seguida muy de cerca por la gestión privada, mientras que la pública aparece como la forma más ineficiente de gestión.

****INSERTAR TABLA 5****

Para estimar la significatividad estadística de estas diferencias utilizamos los test no paramétricos de Kruskal-Wallis –KW– y de Mann-Whitney –MW–. En [Conover \(1999\)](#) pueden obtenerse más detalles sobre ambos. Los resultados se muestran en la tabla 6. Los resultados del test KW indican que puede rechazarse la hipótesis nula de igualdad en la tendencia central de los valores de eficiencia en los tres tipos de gestión con un nivel de significación del 99%. Por su parte, los resultados del test MW entre la gestión pública frente a las otras formas de gestión muestran que la primera es más ineficiente con un nivel de significación del 99%. Pero no existen diferencias significativas de eficiencia entre la gestión privada y la mixta.

****INSERTAR TABLA 6****

Investigaciones previas alertan de que los niveles de eficiencia de los servicios de aguas pueden estar condicionados por el entorno (Picazo-Tadeo et al. 2009a; Renzetti y Dupont 2009). Para estimar si en las unidades de la muestra existe algún grado de relación entre el tipo de propiedad en la gestión y las variables ambientales POP_DEN, WAT_SOU y SEA_DEM se estiman diversos estadísticos de asociación. La existencia de alguna asociación implicaría que los resultados de Model1 podrían estar condicionados por variables de entorno no tenidas en cuenta. Sus resultados pueden verse en la tabla 7. La variable tipo de propiedad toma los valores 0 –pública–, 1 –privada– o 2 –mixta–; la variable WAT_SOU toma los valores 0 –agua superficial– o 1 –agua subterránea–; y las variables POP_DEN y SEA_DEM toman valores 0 o 1, cuando se encuentran por debajo o por encima de sus respectivas medias.

INSERTAR TABLA 7

Los resultados muestran que no existe un grado de asociación significativo entre la densidad de población y el tipo de gestión; de hecho, los porcentajes de municipios con una densidad de población por encima de la media son relativamente similares para los tres tipos de propiedad (pública –16.3%–, privada –27.8%–, mixta –26.3%–). Sin embargo, si existe un grado significativo de asociación entre el tipo de gestión y el origen subterráneo del agua (pública –20.9%–, privada –61.1%–, mixta –15.8–) o la estacionalidad de la demanda de agua del municipio (pública –53.5–, privada –27.8–, mixta –15.8–).

Por tanto, para tener en cuenta la incidencia de factores no controlables por el gestor en los niveles de eficiencia, se incluyen en Model2 las variables WAT_SOU y SEA_DEM (tabla 4); la primera como un input y la segunda como un output. La eficiencia de las unidades de gestión es obtenida ahora a partir del programa (2). Los estadísticos descriptivos de los resultados de eficiencia para los tres tipos de propiedad en la gestión pueden verse en la tabla 5. Estos resultados no alteran el orden de eficiencia antes encontrado entre las diferentes formas de gestión, pero las diferencias en los promedios de eficiencia se reducen notablemente. De hecho, los resultados del test KW indican que no puede rechazarse la hipótesis nula de igualdad en la tendencia central de los valores de eficiencia en los tres tipos de gestión (tabla 8). Y los resultados de los tests

MW muestran que no existen diferencias significativas de eficiencia entre la gestión pública frente a las otras formas de gestión, ni entre la gestión privada y la mixta.

****INSERTAR TABLA 8****

En conclusión, según estos resultados si no se consideran los factores ambientales, en el contexto rural del Sur de España la gestión privada de los servicios de agua es más eficiente que la pública, pero no existen diferencias entre las formas de gestión privada y mixta.

Sin embargo, una vez se consideran los factores ambientales, en el citado contexto las diferencias de eficiencia entre las tres formas de propiedad en la gestión –pública, privada y mixta– desaparecen. Es decir, la consideración o no de las variables no controlables por el gestor de los servicios de agua condicionan fuertemente los resultados de eficiencia obtenidos. Más concretamente, la inclusión de las variables de entorno mejora ligeramente la eficiencia relativa de la gestión pública –eficiencia promedio de 2,032 en Model1 y de 1,973 en Model2–, pero reduce en gran medida la eficiencia relativa de las formas de gestión privada –1,396 en Model 1 y 1,864 en Model2– y mixta –1,258 en Model1 y 1,860 en Model2–. Por tanto, estos resultados no apoyan el supuesto que afirma que externalizar el servicio de aguas contando con la participación total o parcial de capital privado permite alcanzar mejoras de eficiencia.

Por otra parte, la no consideración de los factores ambientales supone una penalización para aquellas unidades de gestión que operan en entornos más desfavorables, haciéndolas aparecer como ineficientes cuando realmente no lo son. Nuestros resultados indican que existe cierta asociación entre las formas de gestión privada y mixta y los entornos operativos más favorables. Concretamente, se ha advertido que las unidades de gestión públicas están fuertemente asociadas a municipios donde la estacionalidad de la demanda es más acusada; en el entorno rural del Sur de España ello está vinculado con el retorno vacacional de los emigrantes interiores. Así, se trataría de unidades que disponen de redes de distribución sobredimensionadas respecto al consumo de agua de invierno y que, por esto, tienen que hacer frente a mayores costes de mantenimiento y conservación. Respecto al origen del agua, las unidades de gestión públicas utilizan

mayoritariamente recursos superficiales, en los que los gastos de potabilización son más elevados por la menor calidad del agua en origen.

¿Se trata de una asociación puramente casual? No cabe duda que las empresas privadas que operan en España tienen un buen conocimiento del sector por la experiencia adquirida; además, el sector está fuertemente concentrado en unas pocas grandes empresas. Nuestros resultados apuntan a que las empresas privadas evitan trabajar en entornos desfavorables, donde los costes más elevados imponen restricciones a su capacidad de obtención de beneficios. Por tanto, los municipios rurales andaluces con mayores dificultades financieras y entornos ambientales más desfavorables dispondrían de menos posibilidades de externalizar el servicio a través de las formas de gestión privada y mixta.

6. CONCLUSIONES

En la investigación se hace un análisis comparativo de la eficiencia de una muestra de servicios de aguas según la propiedad del gestor. El estudio se hace con información de 80 unidades que prestan el servicio de aguas en áreas rurales del Sur de España. La técnica empleada es *Data Envelopment Analysis*. Las estimaciones se han hecho utilizando dos modelos: uno que toma en consideración algunas variables ambientales y otro que no lo hace. La principal contribución del estudio es que en el análisis comparativo se tienen en cuenta tres formas posibles de gestión: empresas pública, privada y mixta. En la investigación se ha querido contrastar, primero, si la gestión privada (concesión o mixta) es más eficiente que la gestión pública y, segundo, si la gestión mixta es más eficiente que la privada.

Aunque en un primer momento se obtiene que las empresas privadas y las mixtas son más eficientes que las públicas, cuando se introducen variables ambientales no se observan diferencias significativas en la eficiencia entre las tres formas de gestión. Los resultados permiten confirmar la importancia de incorporar variables de entorno en los análisis comparativos efectuados en esta industria. Su no consideración penaliza a aquellas empresas que operan en entornos más complejos. En esta investigación puede concluirse que las empresas públicas operan en entornos

más complejos. El resultado es razonable si tenemos en cuenta que la investigación se ha hecho con municipios rurales escasamente poblados. La empresa privada no muestra preferencias por gestionar el servicio en municipios pequeños y entornos complejos en los que la rentabilidad esperada es baja.

Otra importante conclusión es que los resultados permiten evidenciar que la empresa mixta es una forma de gestión no menos eficiente que la empresa privada y la pública. Esta forma de gestión se erige en una alternativa válida para los gobiernos locales que opten por la externalización del servicio. Esta opción permite aprovechar conjuntamente las ventajas asociadas a ambas formas de gestión. Por una parte, permite aprovechar el *know-how* de la empresa privada, aspecto especialmente interesante ante los cambios que imponen los nuevos requerimientos normativos relacionados con la calidad de las aguas, la depuración de aguas residuales y la sostenibilidad del recurso. Por otra parte, la participación pública en el capital de la sociedad facilita el control más directo de los intereses públicos y, en definitiva, dificulta el posible aprovechamiento de la posición de dominio de la parte privada en una industria con un fuerte carácter de monopolio local. Esta opción es una alternativa interesante para la externalización del servicio en un país como España en el que no hay organismos de control de la conducta de las empresas de la industria.

REFERENCIAS

- Abbott M, Cohen R (2009) Productivity and efficiency in the water industry. *Util. Policy* 17: 233-244
- Aida K, Cooper WW, Pastor JT, Sueyoshi T (1997) Evaluating water supply services in Japan with RAM: A range-adjusted measure of inefficiency. *Int. J. Manag. Sci.* 26: 207-232
- Alchian A, Demsetz H (1972) Production, information cost and economic organization. *Am. Econ. Rev.* 62: 777-795
- Ali A, Seiford L (1993) The mathematical programming approach to efficiency analysis. In: Fried H, Lovell CAK, Schmidt S (eds) *The measurement of productive efficiency: Techniques and applications*. Oxford University Press, Oxford, pp. 120-159
- Antonoli D, Filippini M (2001) The use of variable cost function in the regulation of the Italian water industry. *Util. Policy* 10: 181-187
- Ashton JK (2000a) Total factor productivity growth and technical change in the water and sewerage industry. *Serv. Ind. J.* 20: 121-130
- Ashton JK (2000b) Cost efficiency in the UK water and sewerage industry. *Appl. Econ. Lett.* 7: 455-458
- Banker RD, Charnes A, Cooper WW (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Manag. Sci.* 30: 1078-1092
- Banker RD, Morey RC (1986) Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Oper. Res.* 34: 513-521
- Barret G, Wallace M (2010) An institutional economics perspective: the impact of water provider privatization on water conservation in England and Australia. *Water Resour. Manage.* doi 10.1007/s11269-0109747-0
- Bel G, Fageda X, Warner ME (2010) Is private production of public services cheaper than public production? A meta-regression analysis of solid waste and water services. *J. Policy Anal. Manag.* 29: 553-577
- Bel G, Warner ME (2008) Does privatization of solid waste and water services reduce costs? A review of empirical studies. *Resour. Conserv. Recycl.* 52: 1337-1348
- Bhattacharyya A, Harris TR, Narayanan R, Raffiee K (1995a) Technical efficiency of rural water utilities. *J. Agric. Resour. Econ.* 20: 373-391
- Bhattacharyya A, Harris TR, Narayanan R, Raffiee K (1995b) Specification and estimation of the effect of ownership on the economic efficiency of the water utilities. *Reg. Sci. Urban Econ.* 25: 759-784
- Bhattacharyya A, Parker P, Raffiee K (1994) An examination of the effects of ownership on the relative efficiency of public and private water utilities. *Land Econ.* 70: 197-209
- Bruggink TH (1982) Public versus regulated private enterprise in the municipal water industry: A comparison of operating costs. *Q. Rev. Econ. Bus.* 22: 111-125
- Byrnes P, Grosskopf S, Hayes K (1986) Efficiency and ownership: further evidence. *Rev. Econ. Stat.* 68: 337-341
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *Eur. J. Oper. Res.* 2: 429-444
- Conover WJ (1999) *Practical nonparametric statistics*, 3rd edn. Wiley, New York

- Cooper WE, Seiford L, Tone K (2007) *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*. Springer, Boston
- Crain WM, Zardkoohi A (1978) A test of the property-rights theory of the firm: water utilities in the United States. *J. Law Econ.* 21: 395-408
- De Witte K, Marques RC (2010) Designing performance incentives, an international benchmark study in the water sector. *Cent. Eur. J. Oper. Res.* 18: 189-220
- Elnaboulsi JC (2001) Nonlinear pricing and capacity planning for water and wastewater services. *Water Resour. Manage.* 15: 55-69
- Emrouznejad A, Parker B, Tavares G (2008) Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *J. Socio-Econ. Plan. Sci.* 42: 151-157
- Estache A, Rossi MA (2002) How different is the efficiency of public and private water companies in Asia? *World Bank Econ. Rev.* 16: 139-148
- Estache A, Trujillo L (2003) Efficiency effects of privatization in Argentina's water and sanitation services. *Water Policy* 5: 396-380
- Fabbri P, Fraquelli G (2000) Costs and structure of technology in the Italian water industry. *Empirica* 27: 65-82
- Faria RC, Souza GS, Moreira TBS (2005) Public versus private water utilities: Empirical evidence for Brazilian companies. *Econ. Bull.* 8: 1-7
- Feigenbaum S, Teeples R (1983) Public versus private water delivery: a hedonic cost approach. *Rev. Econ. Stat.* 65: 672-678
- Fox WF, Hofler RA (1986) Using homothetic composed error frontiers to measure water utility efficiency. *South. Econ. J.* 53: 461-477
- García-Rubio MA, González-Gómez F, Guardiola J (2010) Performance and ownership in the governance of urban water. *Munic. Eng.* 163: 51-58
- García-Sánchez MI (2006) Efficiency measurement in Spanish local government: the case of municipal water services. *Rev Policy Res.* 23: 355-371
- González-Gómez F, García-Rubio MA (2008) Efficiency in the management of urban water services. What have we learned after four decades of research? *Hacienda Pública Esp.* 185: 39-67
- González-Gómez F, Guardiola J (2009) A duration model for the estimation of the contracting-out of urban water management in Southern Spain. *Urban Aff. Rev.* 44: 886-906
- González-Gómez F, Guardiola J, Ruiz-Villaverde A (2009) Reconsidering privatization in the governance of water in Spain. *Munic. Eng.* 162: 159-164
- Hall D, Lobina E (2002) *Water privatization in Latin America, 2002*. Public Services International Research Unit, Greenwich University, London
- Kirkpatrick C, Parker D, Zhang YF (2006) An empirical analysis of state and private sector provision of water services in Africa. *World Bank Econ. Rev.* 20: 143-163
- Kumar S, Managi S (2010) Service Quality and Performance Measurement: evidence from the Indian Water Sector. *Int. J. of Water Res. Dev.* 26: 173-191
- Lambert DK, Dichev D, Raffiee K (1993) Ownership and sources of inefficiency in the provision of water services. *Water Resour. Res.* 29: 1573-1578
- Leibenstein H (1966) Allocative efficiency and X-efficiency. *Am. Econ. Rev.* 56: 392-415

- Littlechild S (1988). Economic regulation of privatised water authorities and some further reflections. *Oxf. Rev. Econ. Policy* 4: 40-68
- Lynk EL (1993) Privatisation, joint production and the comparative efficiencies of private and public ownership: the UK water industry case. *Fiscal Stud.* 14: 98-116
- Mann PC, Mikesell JL (1976) Ownership and water system operation. *Water Resour. Bull.* 12: 995-1004
- Martín-Ortega J, Giannoccaro G, Berbel J (2011) Environmental and resource costs under water scarcity conditions: an estimation in the context of the European Water Framework Directive. *Water Resour. Manage.* doi 10.1007/s11269-010-9764-z
- Meggison W, Netter J (2001) From state to market: A survey of empirical studies on privatization. *J. Econ. Lit.* 39: 321-389
- Ménard C, Saussier S (2000) Contractual choice and performance. The case of water supply in France. *Rev. Econ. Industr.* 92: 385-404
- Morgan WD (1977) Investor owned vs. publicly owned water agencies: an evaluation of the property rights theory of the firm. *Water Resour. Bull.* 13: 775-781
- Munisamy S (2009) Efficiency and Ownership in Water Supply: Evidence from Malaysia. *Int. Rev. Bus. Res. Pap.* 5: 248-260
- Niskanen WA (1971) *Bureaucracy and representative government.* Aldine, Chicago
- Picazo-Tadeo AJ, González-Gómez F, Sáez-Fernández J (2009a) Accounting for operating environments in measuring water utilities' managerial efficiency. *Serv. Ind. J.* 29: 761-773
- Picazo-Tadeo AJ, Sáez-Fernández J, González-Gómez F (2008) Does service quality matter in measuring the performance of water utilities? *Util. Policy* 16: 30-38
- Picazo-Tadeo AJ, Sáez-Fernández J, González-Gómez F (2009b) The role of environmental factors in water utilities' technical efficiency. Empirical evidence from Spanish companies. *Appl. Econ.* 41: 615-628
- Raffiee K, Narayanan R, Harris TR, Lambert D, Collins JM (1993) Cost analysis of water utilities: a goodness-of-fit approach. *Atl. Econ. J.* 21: 18-29
- Rees JA (1998) Regulation and private participation in the water and sanitation sector. *Nat. Resour. Forum* 22: 95-105
- Renzetti S, Dupont DP (2009) Measuring the technical efficiency of municipal water suppliers: the role of environmental factors. *Land Econ.* 85: 627-636
- Saal DS, Parker D (2000) The impact of privatization and regulation on the water and sewerage industry in England and Wales: a translog cost function model. *Manag. Decis. Econ.* 21: 253-268
- Saal DS, Parker D (2001) Productivity and price performance in the privatized water and sewerage companies of England and Wales. *J. Regulat. Econ.* 20: 61-90
- Saal DS, Parker D, Weyman-Jones JG (2007) Determining the contribution of technical change, efficiency change and scale change to productivity growth in the privatized English and Welsh water and sewerage industry: 1985-2000. *J. Prod. Anal.* 28: 127-139
- Sabbioni G (2008) Efficiency in the Brazilian sanitation sector. *Util. Policy* 16: 11-20
- Sauer J (2005) Economies of scale and firm size optimum in rural water supply. *Water Resour. Res.* 41: 1-13
- Sauer J, Froberg K (2007) Allocative efficiency of rural water supply. A globally flexible SGM cost frontier. *J. Prod. Anal.* 27: 31-40

- Seroa da Motta R, Moreira A (2006) Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil. *Util. Policy* 14: 185-195
- Shaoul J (1997) A critical financial analysis of the performance of privatised industries: the case of the water industry in England and Wales. *Crit. Perspect. Account.* 8: 479-505
- Shephard RW (1970) *Theory of cost and production functions*. Princeton University Press, Princeton.
- Shih J, Harrington W, Pizer W, Gillington K (2006) Economies of scale in community water systems. *J. Am. Water Works Assoc.* 98: 100–108
- Souza GS, Faria RC, Moreira TBS (2007) Estimating the relative efficiency of Brazilian publicly and privately owned water utilities: A stochastic cost frontier approach. *J. Am. Water Resour. Assoc.* 43: 1237–1244
- Teeple R, Feigenbaum S, Glyer D (1986) Public versus private water delivery: cost comparisons. *Public Finance Q.* 14: 351-366
- Teeple R, Glyer D (1987) Cost of water delivery system: specification and ownership effects. *Rev. Econ. Stat.* 69: 399-408
- Thanassoulis E (2000) DEA and its use in the regulation of water companies. *Eur. J. Oper. Res.* 127: 1-13
- Warner ME, Bel G (2008) Competition or Monopoly? Comparing Privatization of Local Public Services in the US and Spain. *Public Adm.* 86: 723–735.
- WHO and UNICEF (2010) Progress on sanitation and drinking water: 2010 update. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241563956_eng_full_text.pdf. Accessed 22 January 2011.
- Yamout G, Jamali D (2007) A critical assessment of a proposed public private partnership (PPP) for the management of water services in Lebanon. *Water Resour. Manage.* 21: 611-634

Tabla 1. Evidencia empírica

<i>Superioridad de la gestión pública</i>	<i>Superioridad de la gestión privada</i>	<i>Sin diferencias significativas</i>
Mann y Mikesell (1976)	Morgan (1977)	Feigenbaum y Teeples (1983)
Bruggink (1982)	Crain y Zardkoohi (1978)	Byrnes et al. (1986)
Lambert et al. (1993)	Raffiee et al. (1993)	Fox y Hofler (1986)
Lynk (1993)	Bhattacharyya et al. (1995a)	Teeples et al. (1986)
Hall y Lobina (2002)	Estache y Trujillo (2003)	Teeples y Glyer (1987)
Shih et al. (2006)	Picazo-Tadeo et al. (2009a,b)	Bhattacharyya et al. (1994, 1995b)
		Aida et al. (1997)
		Shaoul (1997)
		Ashton (2000a,b)
		Ménard y Saussier (2000)
		Saal y Parker (2000, 2001)
		Estache y Rossi (2002)
		Faria et al. (2005)
		García-Sánchez (2006)
		Kirkpatrick et al. (2006)
		Seroa da Motta y Moreira (2006)
		Saal et al. (2007)
		Sabbioni (2008)
		Souza et al. (2007)
		Munisamy (2009)
		García-Rubio et al. (2010)

Tabla 2. Municipios andaluces según tamaño de población. 2010

<i>Tamaño según población</i>	<i>Número</i>	<i>Porcentaje</i>
≤ 1.000	192	24,94
Entre 1.001 y 5.000	316	41,04
Entre 5.001 y 10.000	111	14,42
Entre 10.001 y 30.000	108	14,03
Entre 30.000 y 50.000	14	1,82
Entre 50.001 y 100.000	17	2,21
Entre 100.001 y 500.000	10	1,30
> 500.000	2	0,26
Total	770	100,00

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la muestra

	<i>Unidades</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Inputs</i>					
DEL_NET	metros	40.399,36	38.465,05	2.175,00	150.148,00
WAS_CAP	m ³ /año	928.861,79	1.936.990,32	72,00	11.316.750,00
STA_COS	€/año	336.945,41	657.989,78	8.002,52	4.313.083,77
OPE_COS	€/año	587.282,40	1.043.880,16	15.927,24	6.841.015,00
<i>Outputs</i>					
POP	número	8.225,80	9.357,77	227,00	43.567,00
SEW_TRE	m ³ /año	680.609,93	1.032.306,74	495,00	6.550.342,00
<i>Factores de entorno</i>					
WAT_SOU		0, agua superficial; 1, agua subterránea			
POP_DEN	hab./km ²	118,01	290,43	3,50	2.261,87
SEA_DEM	-	1,90	0,87	1,83	6,11

Tabla 4. Modelos y variables

	<i>Model1</i>	<i>Model2</i>
<i>Inputs</i>		
DEL_NET	√	√
WAS_CAP	√	√
STA_COS	√	√
OPE_COS	√	√
<i>Outputs</i>		
POP	√	√
SEW_TRE	√	√
<i>Factores ambientales</i>		
WAT_SOU	-	√
POP_DEN	-	-
SEA_DEM	-	√

Tabla 5. Resultados de eficiencia

		<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Model1</i>	<i>Pública</i>	2,032	0,687	1	4,535
	<i>Privada</i>	1,396	0,503	1	2,644
	<i>Mixta</i>	1,258	0,265	1	1,861
<i>Model2</i>	<i>Pública</i>	1,973	0,785	1	3,353
	<i>Privada</i>	1,864	0,916	1	3,434
	<i>Mixta</i>	1,860	0,886	1	3,749

Tabla 6. Resultados de los test de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney (Model1)

		<i>Pública</i>	<i>Privada</i>	<i>Mixta</i>
<i>Test Kruskal-Wallis</i> ^a	<i>Rango medio</i>	52,326	29,222	24,421
	<i>Estadístico H (p-valor)</i>	24,634** (0,000)		
<i>Test Mann-Whitney</i> ^b	<i>Rango medio</i>	52,3256	26,757	
	<i>Estadístico Z (p-valor)</i>	-4,923** (0,000)		
	<i>Rango medio</i>	-	19,667	18,368
	<i>Estadístico Z (p-valor)</i>	-	-0,371 (0,711)	

^a La hipótesis nula es que las tres muestras proceden de la misma población.

^b La hipótesis nula es que las dos muestras proceden de la misma población.

** Significativo al 99%.

Tabla 7. Asociación estadística entre el tipo de gestión y las variables ambientales

	<i>Estadístico χ^2 (p-valor)</i>	<i>Cociente de verosimilitud (p-value)</i>	<i>Coficiente de contingencia (p-valor)</i>
POP_DEN	1,385 (0,500)	1,382 (0,501)	0,130 (0,500)
WAT_SOU	12,044** (0,002)	11,232** (0,004)	0,362** (0,002)
SEA_DEM	9,069* (0,011)	5,573** (0,008)	0,319* (0,011)

En todos los casos la hipótesis nula es la independencia entre el tipo de propiedad y la correspondiente variable ambiental.

* Significativo al 95%; ** significativo al 99%.

Tabla 8. Resultados de los test de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney (Model2)

		Pública	Privada	Mixta
Test Kruskal-Wallis ^a	Rango medio	42,256	38,278	38,632
	Estadístico H (p-valor)	0,544 (0,762)		
Test Mann-Whitney ^b	Rango medio	42,256	38,460	
	Estadístico Z (p-valor)	-0,736 (0,462)		
	Rango medio	-	18,889	19,105
	Estadístico Z (p-valor)	-	-0,062 (0,951)	

^a La hipótesis nula es que las tres muestras proceden de la misma población.

^b La hipótesis nula es que las dos muestras proceden de la misma población.

Figura 1. Modelos DEA envoltente y de *measure-specific*

