

Autor

Dra. M.ª Isabel Ortega Díaz

Vicedecana de la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas
de la Universidad de Jaén

Equipo

Dr. Antonio Martín Mesa

Director del Departamento de Economía de la Universidad de Jaén

Dr. Francisco Alcalá Olid

Catedrático de Economía Aplicada de la Universidad de Jaén

Índice

1. Resumen del proyecto	4
2. Introducción y antecedentes	4
3. Objetivos	6
4. Materiales y metodología	6
5. Resultados obtenidos y discusión de los mismos	11
6. Conclusiones	15
7. Bibliografía	15
8. Anexo	17

1. RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo de nuestro trabajo consiste en analizar el nivel de eficiencia técnica del servicio municipal de abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas mediante la utilización del análisis envolvente de datos. Las principales novedades que introduce este trabajo con respecto a otros desarrollados con anterioridad, vienen constituidas por: a) el número de unidades analizadas es de 437 municipios, b) esta cuantía representa cerca del 60 por 100 del universo objeto de estudio, c) se utilizan 9 variables (1 input y 8 outputs) y d) se aplican los modelos básicos (DEA-CCR y DEA-BCC) al conjunto de municipios señalado. Al objeto de efectuar un análisis por estratos para comprobar si se perciben diferencias en la eficiencia registrada en cada uno de ellos, se utilizan cuatro criterios de estratificación: tipo de gestión, densidad de población, población y volumen de agua consumido en el municipio.

El análisis de los niveles de eficiencia sobre rendimientos constantes (modelo CCR) realizado indica que el nivel medio de eficiencia global es de 0,02. Por su parte, el nivel medio de eficiencia técnica pura, obtenido a partir de rendimientos variables (aplicación del modelo BCC) es de 0,11, lo cual demuestra que el alejamiento a la frontera de rendimientos variables explica el 89 por ciento de la ineficiencia, de modo que el resto sería imputable a la ineficiencia de escala respecto del nivel de producción óptima analizada. El índice de eficiencia de escala resultante es de 0,32, lo que apunta a que un 68 por ciento de la ineficiencia se corresponde con niveles de producción alejados del nivel óptimo según la frontera de rendimientos constantes, es decir, está asociada a tamaños no óptimos, por lo que este nivel de ineficiencia resulta imposible corregirlo a menos que se modifiquen las dimensiones de la entidad.

Los resultados del análisis por estratos permiten afirmar que la eficiencia técnica pura es mayor en los casos en que el ayuntamiento es el encargado de gestionar directamente el servicio. El número de habitantes de un municipio puede ser, en segundo lugar, un factor que afecte a la eficiencia en la gestión del servicio. Con este fin hemos dividido la muestra en 3 subconjuntos en función del tamaño de la población. El resultado del análisis nos permite señalar que la puntuación media de eficiencia está correlacionada positivamente con el número de habitantes del municipio. Asimismo nuestras conclusiones nos inducen a pensar que la mayor o menor densidad de población no es un factor que afecte de forma significativa a la eficiencia del servicio. Debemos también resaltar que el resultado de la estratificación en función del consumo anual medio de agua es coherente con el que nos proporcionaba el de los estratos por tamaño de la población, ya que a mayor consumo (parece lógico pensar que este se dé en poblaciones con mayor dimensión) el nivel de eficiencia es más alto. Por último, la comparación de la puntuación media de la eficiencia técnica pura en los tres subgrupos en que hemos dividido la muestra atendiendo

a los rendimientos de escala alcanzados al gestionar el servicio, nos lleva a señalar que la eficiencia es más elevada en aquellos municipios que operan en presencia de rendimientos decrecientes de escala.

En concreto, y como conclusión final referente a la eficiencia técnica pura alcanzada en la prestación de este servicio municipal, debemos destacar que el estudio realizado a partir de la muestra disponible revela que la cesión por parte de los ayuntamientos de la gestión del servicio municipal del agua, bien a una empresa privada o pública, no se traduce necesariamente en una mejora de dicha eficiencia. Junto a ello, hemos encontrado evidencias de que el tamaño del núcleo atendido y el volumen de agua abastecida presentan un impacto positivo sobre la eficiencia, dado que aquellos municipios caracterizados con una mayor población y consumo de agua muestran en promedio una puntuación más alta. Asimismo, en este ámbito queda patente una eficiencia superior en aquellos municipios donde la prestación de este servicio opera bajo rendimientos decrecientes de escala. De todo ello, parece desprenderse que la dimensión óptima, desde el punto de vista de la minimización de los inputs utilizados, corresponde a municipios grandes, caracterizados por un consumo intenso de agua y cuya gestión del servicio opera en el segmento de rendimientos decrecientes de escala. Todo ello parece aconsejar la búsqueda de fórmulas de prestación conjunta del servicio por parte de los municipios que no alcancen individualmente el tamaño aconsejable, dado que éste último no es susceptible de ser modificado a corto plazo.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La creciente presencia del sector público en las economías avanzadas ha propiciado que, en los últimos años, los trabajos dirigidos a la medición de su eficiencia y productividad se hayan incrementado considerablemente. Diferentes países, sobre distintos servicios públicos y utilizando una amplia variedad de técnicas, tanto paramétricas como no paramétricas, han sido objeto de análisis por parte de los investigadores para intentar arrojar alguna luz sobre qué factores –propiedad, modos de gestión, existencia de economías de escala, etc.– explican las mejoras en la eficiencia.

Los campos de estudio abordados por los distintos trabajos que han tratado de evaluar los niveles de eficiencia de los servicios públicos han sido variados. No obstante, uno de los aspectos más tratados en la literatura económica reciente ha sido el relacionado con la influencia que el tipo de propiedad (pública vs. privada) tiene sobre la eficiencia. Algunos de los principales servicios estudiados han sido el suministro de energía eléctrica o el abastecimiento de agua. En la mayor parte de los casos las conclusiones obtenidas no han sido determinantes, así mientras los trabajos de Moore (1970), Meyer (1975), Pes-

catrice y Trapani (1980) y Färe et al. (1985) sobre el sector eléctrico y el de Bruggink (1982) sobre el servicio de agua señalan que los mayores niveles de eficiencia se alcanzan en las empresas públicas, Atkinson y Halvorsen (1986) en electricidad, Feigenbaum y Teeple (1983) y Lambert et al. (1993) en el suministro de agua, no encuentran diferencias significativas en términos de eficiencia entre los servicios prestados por empresas públicas o privadas. Por su parte, Bhattacharyya et al. (1994) concluyen que en el ámbito del suministro de agua las públicas son más eficientes que las privadas. Algunos otros trabajos también han abordado el subsector de los residuos¹ como han sido los de Reeves y Barrow (2000), Callan y Thomas (2001), Dijkgraaf y Gradus (2003) y Ohlsson (2003).

Además de los trabajos antes citados, en España se han llevado a cabo algunos estudios que analizan la eficiencia de los municipios como agente que presta numerosos servicios públicos, tales como los de Prieto y Zofío (2001, 2003), Giménez y Prior (2003) o Balaguer-Coll et al. (2007), mientras que, en otros casos, la investigación realizada sólo ha abordado un servicio concreto, como sucede en el trabajo de Bel (2006), que se centra en los gastos municipales por el servicio de residuos sólidos urbanos. Nosotros hemos optado, en este caso, por el análisis de un único servicio que goza de especial importancia, por la escasez del bien suministrado, como es el servicio de agua, pero entendiéndolo como una actividad multiproducto, es decir, que incluye diferentes fases del ciclo del agua como son el abastecimiento, el saneamiento y la depuración de aguas residuales. Una vez seleccionado el campo de estudio debíamos elegir una herramienta que nos permitiera realizar una aplicación empírica con la información cuantitativa que habíamos recogido, con el fin de alcanzar el objetivo planteado en este trabajo. Para ello, siguiendo las experiencias de otros países, adoptamos la decisión de utilizar el enfoque no paramétrico del análisis envolvente de datos (DEA) para evaluar la eficiencia del servicio.

Entre los trabajos que han analizado la eficiencia del servicio de agua mediante el empleo del DEA, podríamos destacar los de Lambert et al. (1993) en Francia; Aida et al. (1998) en Japón; Thanassoulis (2000a, 2000b) en el Reino Unido; Andwandter y Ozuna (2002) en México; Woodbury y Dollery (2003) en Australia; Tupper y Resende (2004) en Brasil; Alsharif et al. (2007) en los territorios palestinos; Hu et al. (2007) en China; De Witte y Marques (2007) que realizan un análisis comparado entre diferentes países y García-Valiñas y Muñiz (2004, 2007) y Picazo-Tadeo et al. (2006) en España, por citar algunos sencillos ejemplos².

Lambert et al. (1993) investigan la eficiencia relativa de las empresas gestoras de los servicios de agua a partir de datos referidos a 1989 de 238 empresas públicas y 33 privadas. El grado de eficiencia obtenido para ambos grupos no era alto, no obstante, las públicas se mostraban más eficientes en el empleo de todos los factores (trabajo, capital, energía y consumos intermedios). La eficiencia tenía una relación directa con el tamaño de la escala, si bien no se producían diferencias significativas en la evolución de la eficiencia con el tamaño de las operaciones entre ambos tipos de empresas.

Aida et al. (1998) emplean el modelo aditivo del DEA en su versión RAM (range adjusted measured) para evaluar el sistema de distribución de agua en 108 ciudades de Japón. En su trabajo muestran la utilidad del DEA para la medición de la mejora de la eficiencia, a la vez que demuestran la pertinencia de analizar la eficiencia del servicio de agua en los países industrializados. Definen cinco inputs (empleo, costes operativos, valor de la infraestructura, población y longitud de las tuberías). Los dos outputs del modelo son el agua facturada y los beneficios ordinarios.

Thanassoulis (2000a, 2000b) propone una variación del modelo DEA-CCR output orientado para detectar los ahorros potenciales en los costes operativos de las compañías gestoras del servicio de aguas en Inglaterra y Gales. Para ello utiliza como único input los gastos corrientes y varios outputs como son el número de conexiones, la longitud de la red o el volumen de agua suministrada. En su trabajo compara los resultados obtenidos por el DEA con la utilización de técnicas econométricas por parte del regulador británico, concluyendo que existe una dificultad apreciable para trasladar estos resultados a una mejora de la eficiencia de las compañías de un sector regulado.

Andwandter y Ozuna (2002) utilizan el DEA para analizar el impacto que sobre la eficiencia del servicio de aguas, prestado por el sector público en México, han tenido las reformas legislativas introducidas. La muestra está constituida por 110 firmas y utiliza tres outputs (uno relativo al agua suministrada y otros dos que recogen, respectivamente, dos niveles de tratamiento y depuración de aguas residuales, en función del porcentaje de reducción alcanzado en la demanda bioquímica de oxígeno) y siete inputs (personal empleado, consumo de electricidad, otros consumos, productos químicos, servicios exteriores, coste de tratamiento de aguas residuales y otros costes). Las principales conclusiones que obtienen son que ni la descentralización del servicio de agua a los municipios ni el establecimiento de un regulador autónomo han tenido impacto positivo en la eficiencia del servicio en México. Así, habría sido necesario introducir mayores niveles de competencia y reducir los problemas de información asimétrica que se producen en el servicio de distribución urbano de agua.

En su trabajo, Tupper y Resende (2004), analizan la mejora de la eficiencia en el servicio de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, considerando 20 compañías públicas y utilizando tres inputs (costes laborales,

¹ En Bel (2006) puede consultarse una síntesis de las principales aportaciones a nivel internacional en este terreno.

² Para revisar con mayor exhaustividad los trabajos que sobre diferentes actividades se han realizado mediante el empleo de la técnica DEA puede consultarse Gatouffi et al. (2004). De forma más precisa, los relativos al sector de la distribución del agua pueden consultarse en De Witte y Marques (2007).

costes operativos y otros gastos) y cuatro outputs (volumen de agua suministrado, agua depurada, población abastecida y población son servicio de depuración). Para ello aplican un DEA y un análisis de regresión con el fin de explicar los factores que determinan la mejora de la eficiencia en las empresas analizadas en los cinco períodos (1996-2000) de los que disponen de información, bajo un esquema de yardstick competition.

La principal conclusión que alcanzan Alsharif et al. (2007), tras aplicar el DEA al servicio de abastecimiento de agua de los territorios palestinos durante el cuatrienio 1999-2002, es la importancia que esta herramienta tiene para la gestión del servicio de abastecimiento de agua con el fin de incrementar sus niveles de eficiencia. Para el análisis utilizan un único output (agua facturada) y cuatro inputs (pérdidas en la red, coste del agua adquirida y coste de la energía, gastos de mantenimiento y otros gastos y, finalmente, gastos de personal).

El trabajo de Hu et al. (2007) aplica el DEA a 30 compañías de abastecimiento de agua en China durante el período 1997-2002, pretendiendo establecer una relación entre los niveles de eficiencia en la gestión del servicio (sus inputs son el coste de personal, el stock de capital, el agua suministrada para uso residencial y el agua para usos no residenciales) y el grado de desarrollo económico de las regiones en que se ubican las diferentes empresas (utiliza como output la renta per cápita). La conclusión que obtienen es que dicha relación tiene forma de "U", esto es, las regiones situadas en los extremos de la distribución per cápita de la renta tienen mayores niveles de eficiencia que las ubicadas en la zona central.

Siguiendo la metodología de Thanassoulis (2000a, 2000b), aunque con orientación input, en España, García Valiñas y Muñiz (2004, 2007) llevan a cabo un análisis de los servicios de agua de tres ciudades españolas (Elche, Gijón y Sevilla) durante el período 1985-2000. Utilizan tres inputs (cantidad de agua suministrada, longitud de la red y población abastecida) y dos outputs, uno de ellos controlable como son los costes operativos y un segundo, la pluviometría, no controlable. El objetivo perseguido es proporcionar un mecanismo para guiar a las autoridades en la fijación de precios del agua (tarifas) durante un período de tiempo, con base en razones técnicas o económicas.

Por su parte, Picazo-Tadeo et al. (2006) analizan 34 empresas gestoras del suministro de agua en Andalucía, para lo que definen tres outputs (agua suministrada, agua depurada y volumen de agua residual) y cuatro inputs como son: longitud de la red de suministro, longitud de la red de saneamiento, número de trabajadores y volumen de agua captado en alta. Las principales conclusiones a las que llegan consisten en que las empresas privadas son más eficientes que las públicas, así como que los niveles de eficiencia son más elevados en las empresas que abastecen áreas con gran volumen de población y en aquellas que se caracterizan por ser eminentemente turísticas. Por otro lado, no encuentran evidencia empírica que apoye la creación de consorcios de suministro de agua, estrategia ésta muy utilizada por las autoridades regionales.

3. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de nuestro trabajo consiste en analizar el nivel de eficiencia técnica del servicio municipal de abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas mediante la utilización del análisis envolvente de datos. Dicho análisis no sólo se realizará sobre la eficiencia técnica global de cada unidad productiva sino que, además, se obtendrá tanto la eficiencia técnica pura como la de escala.

Las principales novedades que introduce este trabajo con respecto a otros desarrollados con anterioridad, vienen constituidas por:

- Es la primera vez, al menos en el ámbito de la Unión Europea, que el número de unidades analizadas se sitúa en una cifra de 437 municipios.
- Esta cuantía representa cerca del 60 por 100 del universo objeto de estudio.
- En tercer lugar, la utilización de 9 variables (8 outputs y 1 input) también supone una aportación adicional con relación a investigaciones precedentes sobre esta actividad.
- Y en cuarto lugar, se aplican los modelos básicos (DEA-CCR y DEA-BCC) al conjunto de municipios ya señalado y, además, sobre diferentes estratos segmentados en función de criterios que tratan de aportar alguna explicación sobre los factores determinantes de la eficiencia como son el tamaño del municipio, la densidad de población, el consumo de agua urbano y la modalidad de gestión con la que se presta el servicio.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

En el trabajo publicado por Farrell (1957) en *Journal of the Royal Statistical Society*, dicho autor proporciona una medida satisfactoria de eficiencia productiva, en la que se tienen en cuenta todos los inputs (recursos empleados) partiendo de un caso sencillo: el de una empresa que emplea dos inputs para la obtención de un único output (producción), estableciendo, entre otros, los siguientes supuestos:

- Las empresas operan bajo condiciones de rendimientos constantes a escala. En otros términos, ello supone que el incremento porcentual del producto obtenido (output) es igual al crecimiento porcentual que experimentan los inputs. Este supuesto permite que la tecnología de producción pueda ser representada mediante la isocuanta unidad, que identifica las distintas combinaciones de los dos factores que una empresa perfectamente eficiente podría usar para producir una unidad de output.

- La isocuanta es convexa hacia el origen y con pendiente no positiva, lo que indica que el incremento en el input por unidad de output de un factor implica eficiencia técnica más baja.

- La función de producción eficiente es conocida.

A partir de los supuestos anteriores y haciendo uso de la curva isocuanta define, en primer lugar, el concepto de eficiencia técnica y, en segundo, mediante una curva de isocoste, que muestra todas las posibles combinaciones de inputs que pueden adquirirse a un coste total dado, obtiene una medida de eficiencia que considera el uso de los diversos factores en las mejores proporciones desde el punto de vista de los precios (eficiencia precio). Una empresa perfectamente eficiente (eficiencia global) será aquella que presente eficiencia técnica y eficiencia precio

Gráficamente, tal y como se representa en la figura 1, en la que se muestra la posición de cuatro empresas (A, B, C y D) que producen un mismo output (y) a partir de la utilización de dos inputs (x_1 y x_2), se puede apreciar cuáles son eficientes y cuáles no. Los puntos en que se sitúan cada una de las referidas empresas vienen determinados por la combinación de las cantidades de inputs utilizadas. La isocuanta unidad de las unidades eficientes viene representada por la curva I , de tal modo que aquellas que se encuentran por encima de la misma resultan ineficientes.

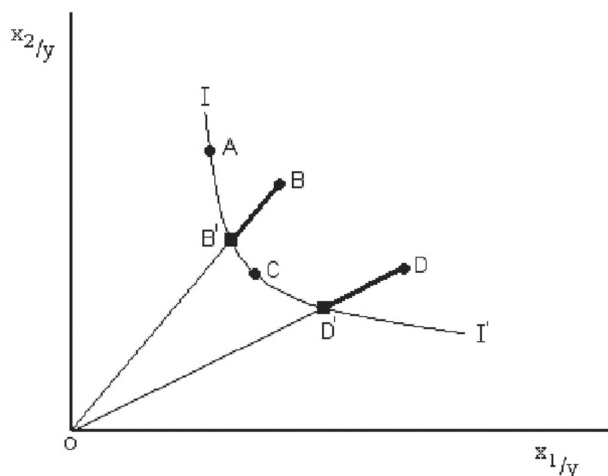


Figura 1.

La eficiencia técnica, que pone de manifiesto la capacidad que tiene una empresa para obtener el máximo output a partir de un conjunto dado de inputs, se obtiene al comparar el valor observado de cada unidad con el valor óptimo que viene definido por la frontera de producción estimada (isocuanta eficiente).

En la figura 1 puede verse que tanto la empresa B como la D son ineficientes técnicamente, puesto que ambas podrían reducir la cantidad de inputs consumidos y seguir produciendo una unidad de output. La ineficiencia de estas unidades vendrá dada por la distancia $B'B$ y $D'D$, respectivamente. Por el contrario, las empresas A y C son técnicamente eficientes puesto que operan sobre la isocuanta eficiente. Numéricamente puede obtenerse la puntuación de eficiencia (relativa) como el cociente entre la longitud de la línea desde el origen hasta el punto proyectado sobre la isocuanta eficiente de la empresa consi-

derada y la longitud de la línea que une el origen a la empresa considerada. Así, para B se tiene:

$$\text{Eficiencia Técnica de B} = OB'/OB$$

Evidentemente, la eficiencia técnica así definida sólo puede tomar valores comprendidos entre cero y uno. Una puntuación cercana a cero debe entenderse como que la empresa que está siendo evaluada se encuentra muy lejos de la isocuanta eficiente y, en consecuencia, se trata de una empresa muy ineficiente técnicamente. Todo lo contrario sucede si la eficiencia técnica está próxima a uno. Finalmente, una eficiencia técnica de uno indica que la empresa se encuentra sobre la isocuanta eficiente, como es el caso de A y C.

La eficiencia precio (también denominada asignativa) se refiere a la capacidad de la empresa para usar los distintos inputs en proporciones óptimas dados sus precios relativos. De forma análoga al procedimiento descrito para el análisis de la eficiencia técnica, en la figura 2 se muestra la línea de isocoste PP' . La pendiente de la isocoste representa la relación entre los precios de los inputs x_1 y x_2 .

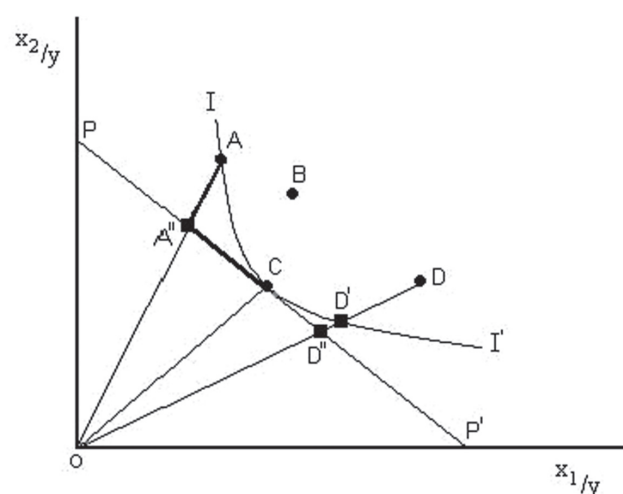


Figura 2.

Las empresas A y C presentan eficiencia técnica puesto que operan sobre la isocuanta eficiente. Sin embargo, como puede observarse en la figura 2, únicamente la C resulta serlo también en precios, en tanto que la empresa A debería reducir los costes totales en la distancia $A''A$ o, alternativamente, en la proporción $\left(\left[1 - \frac{OA''}{OA} \right] \cdot 100 \right)$, para ser eficiente en precio.

La puntuación de eficiencia precio (o asignativa) puede obtenerse como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta el punto proyectado sobre la isocoste eficiente de la empresa considerada y la longitud de la línea que une el origen al punto proyectado sobre la isocuanta eficiente de la empresa considerada. Así, para la empresa A se tiene que la eficiencia precio vendrá dada por:

$$\text{Eficiencia Precio de A} = OA''/OA$$

El indicador que se acaba de definir con objeto de proporcionar una medida de la eficiencia precio puede tomar valores comprendidos entre cero y uno, de manera que si la puntuación de eficiencia precio es distinta de uno se dice que la empresa considerada es ineficiente en precios.

Para una empresa dada, la eficiencia global, también llamada eficiencia económica, se obtiene mediante el cociente entre la longitud de la línea que va desde el origen hasta el punto proyectado sobre la isocoste eficiente y la longitud de la línea que va desde el origen hasta el punto que representa a la empresa considerada.

Así, la eficiencia global de la empresa D (véase figura 2) vendrá dada por:

$$\text{Eficiencia Global de D} = OD''/OD$$

Continuando con esta misma empresa, Farrell (1957) descompuso la eficiencia global de la siguiente forma:

$$\text{Eficiencia Global de D} = OD''/OD = OD'/OD \cdot OD''/OD'$$

es decir, la eficiencia global es igual al producto de la eficiencia técnica y la eficiencia precio y, como sucedía con éstas, su valor estará comprendido entre cero y uno. Como puede comprobarse viendo la figura 2, sólo la empresa C muestra eficiencia técnica y eficiencia precio siendo, en consecuencia, la única empresa globalmente eficiente.

Farrell (1957) supuso que la frontera de producción era conocida. Sin embargo, en la práctica no es así y, por tanto, resulta necesario estimarla. Con carácter general, los métodos de estimación para construir la frontera de producción pueden clasificarse, en función de que se requiera o no especificar una forma funcional que relacione los inputs con los outputs, en métodos paramétricos o no-paramétricos. A su vez, pueden emplearse métodos estadísticos o no para estimar la frontera que, en última instancia, puede ser especificada como estocástica (aleatoria) o determinista.

El análisis envolvente de datos (en adelante, DEA) es un método no paramétrico en el que se pueden utilizar múltiples inputs y outputs para medir la eficiencia. A partir del trabajo de Farrell (1957), Charnes et al. (1978) desarrollaron una técnica de programación lineal cuyo objetivo consistía en evaluar la eficiencia relativa de un grupo de empresas, es el conocido modelo CCR. Algunas de las ventajas que presenta la aplicación de esta técnica, a diferencia de la gran mayoría de modelos econométricos, es que no exige calcular los parámetros que especifiquen una relación funcional concreta entre inputs y outputs, así como la posibilidad de emplear múltiples outputs, lo que no puede llevarse a cabo, por ejemplo, en el análisis de la frontera estocástica de producción. De hecho, la técnica DEA ya se ha aplicado con anterioridad en contextos multiproducto, como el que caracteriza al servicio municipal de agua, dado que comprende no sólo la función de abastecimiento a las poblaciones, sino también las de saneamiento y depuración de las aguas residuales. Además, el DEA, en el modelo propuesto por Banker et al. (1984), permite asumir rendimientos variables a escala y medir la eficiencia de escala, lo que no es posible con métodos paramétricos. Por otra parte, se puede comparar cada empresa ineficiente con

aquella otra eficiente con similar combinación (*mix*) de inputs y outputs que actúa como referente (*peer*), lo cual suministrará información para guiar las decisiones de las empresas ineficientes que aspiren a mejorar.

El DEA, a través de la programación matemática, construye una línea envolvente o frontera eficiente, a partir de los datos disponibles del conjunto de empresas o unidades objeto del estudio, de modo que aquellas unidades productivas (DMUs) que determinan la frontera son calificadas como eficientes, mientras que las que no se sitúan sobre la misma se consideran ineficientes. El modelo CCR, proporciona medidas de eficiencia radiales, input y output orientadas y conlleva convexidad, fuerte eliminación gratuita de inputs y rendimientos constantes de escala.

El modelo DEA-CCR lo que proporciona es una medida de la eficiencia técnica, asumiendo que la actividad se caracteriza por la presencia de rendimientos constantes de escala. La formalización del programa de optimización matemática, siguiendo el modelo básico propuesto en Charnes et al. (1978), es la que sigue:

$$\begin{aligned} h_{j_0} &= \max_{u_r, v_i} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} \\ \text{s.a.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} &= 1 & i = 1, \dots, m \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0 & r = 1, \dots, s \\ u_r &\geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon & j = 1, \dots, j_0, \dots, N \end{aligned} \quad (1)$$

En este programa de optimización estaríamos tratando con un vector de N empresas, que producen s outputs y, empleando m inputs x. Por su parte, u_r y v_i representan, respectivamente, las ponderaciones correspondientes a outputs e inputs, ε es un infinitesimal no -Arquimedeano que, como señalan Ali y Seiford (1993), no puede ser representado como un número real, mientras h_{j_0} sería el valor de la eficiencia de la unidad j_0 -ésima. En (1) se ofrece el modelo output orientado, bajo rendimientos constantes de escala.

Una variación del modelo presentado anteriormente es el propuesto por Banker et al. (1984) y cuya principal diferencia consiste en la inclusión de la posibilidad de rendimientos variables a escala. La definición formal del modelo (conocido como BCC), en el que u_0 es la variable que nos permite identificar la naturaleza de los rendimientos a escala, se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} h_{j_0} &= \max_{u_r, v_i} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} - u_0 \\ \text{s.a.} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} &= 1 & i = 1, \dots, m \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 &\leq 0 & r = 1, \dots, s \\ u_r &\geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon & j = 1, \dots, j_0, \dots, N \\ u_0 &\text{ no restringida} \end{aligned} \quad (2)$$

La aplicación que efectuamos en este trabajo se hará a partir de la utilización de ambos modelos. El modelo BCC, además de permitir la inclusión de economías de escala variables, nos proporciona una medida de la eficiencia técnica pura y de la eficiencia de escala [Cooper et al. (2006)] que facilitará la búsqueda de factores explicativos de los niveles de eficiencia.

De hecho, consideramos de sumo interés analizar si el nivel de eficiencia es una cuestión que viene explicada por la ineficiencia del proceso productivo o por las desfavorables condiciones en que opera una empresa. Para ello, será de enorme utilidad aplicar los modelos antes propuestos (CCR y BCC). El primero asume la presencia de economías de escala constantes, de forma que el crecimiento o disminución radial de las unidades observadas y sus combinaciones no negativas son posibles y de ahí que la puntuación obtenida por el modelo CCR se denomine eficiencia técnica global. Por otra parte, el modelo BCC asume que las combinaciones convexas de las observaciones integran el conjunto de posibilidades de producción y la puntuación alcanzada por cada unidad se denomina eficiencia técnica pura local. Si una unidad productiva es completamente eficiente tanto en el modelo CCR como en el BCC, está operando en el tamaño de escala óptimo eficiente. Si una empresa tiene una puntuación de 1 en BCC, pero una baja en CCR, entonces está operando eficientemente a nivel local, pero no es eficiente globalmente debido al tamaño de escala de esa unidad productiva. En consecuencia, parece razonable caracterizar la eficiencia de escala de una unidad productiva como el cociente de las dos puntuaciones.

Sean θ_{CCR} y θ_{BCC} las puntuaciones de eficiencia obtenidas por una unidad productiva tras la aplicación de los modelos CCR y BCC, respectivamente. La eficiencia de escala (EE) se define como:

$$EE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}}$$

EE es menor o igual que la unidad. Para una empresa que sea eficiente con el modelo BCC en presencia de economías de escala constantes, por ejemplo, el tamaño óptimo de escala, su eficiencia de escala será la unidad. La puntuación que proporciona el modelo CCR es denominada eficiencia técnica global (ET), dado que no tiene en cuenta los efectos de la escala. Por el contrario, la puntuación del BCC expresa la eficiencia técnica pura bajo rendimientos de escala variables. A partir de aquí y de la relación anterior se puede descomponer la eficiencia como:

$$\theta_{CCR} = \theta_{BCC} \cdot EE$$

o lo que es igual:

$$\text{Eficiencia técnica global (ET)} = \text{Eficiencia técnica pura (ETP)} \times \text{Eficiencia de escala (EE)}$$

De este modo se pueden analizar los factores que determinan la ineficiencia, si es el resultado de la ineficien-

cia de las operaciones (ETP) o como consecuencia de las desventajosas condiciones en que opera la DMU por razón de la dimensión (EE) o por ambos factores.

Los dos modelos antes expuestos (CCR y BCC) pueden plantearse orientados a la minimización del input o, bien, a la maximización del output. En nuestro caso, seleccionamos la orientación input puesto que las ineficiencias vendrán determinadas por un uso excesivo de los inputs para la consecución del output. En este análisis se han elegido los modelos DEA orientados hacia el input debido a que la eficiencia en el servicio público de agua radicaría en lograr la minimización de costes en la prestación del anterior, sin alterar la cantidad de output producido, que estaría condicionado por las necesidades del consumo urbano. No tendría sentido analizar en este contexto el servicio desde el punto de vista de la maximización del output con el mismo nivel de inputs. Un tercer modelo, el aditivo (Charnes et al., 1985) también contempla rendimientos a escala variables. Sin embargo, a diferencia de los precedentes no cuenta con una orientación concreta (input/output), puesto que incluye tanto las holguras input como las output, esto es, simultáneamente minimiza el input y maximiza el output. Dichas holguras se definen como el exceso de utilización de inputs o la obtención de un output inferior al esperado. Así, el modelo aditivo permite detectar las mejoras relacionadas con una reducción del input o un incremento del output. De modo que, como señalan Charnes et al. (1994) una disminución en el input y/o un aumento del output se considera una mejora, que puede ser calculada mediante la distancia radial hasta la frontera.

Aunque tanto el modelo aditivo como el BCC proporcionan la misma frontera, la información que ofrecen es distinta. BCC muestra las puntuaciones de eficiencia y el aditivo ordena a las unidades analizadas. El modelo BCC, en su versión input orientada puede expresarse como sigue:

$$\begin{aligned} \min \quad & z_0 = \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\ \text{s.a.} \quad & \theta x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- \quad i = 1, \dots, m, \\ & y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \quad r = 1, \dots, s, \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \\ & \theta \leq \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall i, j, r. \end{aligned} \quad (3)$$

donde x_{ij} y y_{rj} son los inputs y outputs, respectivamente, y s_i^- y s_r^+ son las holguras correspondientes. Para que una unidad productiva sea considerada eficiente ha de cumplir las siguientes dos condiciones (Cooper et al., 2002): a) que la puntuación de eficiencia sea igual a 1 ($\theta^*=1$) y b) todas las holguras sean igual a cero.

Los rendimientos a escala pueden identificarse utilizando el dual del modelo (3),

$$\begin{aligned} \max \quad & \omega = \sum_{r=1}^s w_r y_{r0} - \mu_0 \\ \text{s.a.} \quad & \\ & \sum_{r=1}^s w_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m \mu_i x_{ij} - \mu_0 \leq 0, \\ & \sum_{i=1}^m \mu_i x_{ij_0} = 1 \quad (4) \\ & w_r, \mu_i \geq \varepsilon, r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m, \end{aligned}$$

en el que los rendimientos a escala serán crecientes, constantes o decrecientes, en función de si el coeficiente μ^* es mayor, menor o igual que cero, respectivamente³.

Para llevar a cabo el análisis empírico del presente trabajo hemos elaborado una amplia base de datos, todos ellos referentes al año 2001, para lo cual se ha utilizado información estadística procedente de varias fuentes complementarias entre sí:

- Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales para municipios de menos de 50.000 habitantes, elaborada según metodología común por las diputaciones provinciales, con la colaboración técnica del Ministerio de Administraciones Públicas.
- Cuentas Económicas del Agua de Andalucía⁴ que, en la actualidad, es la única fuente de información que proporciona los gastos de explotación de este servicio (gastos de personal y consumos intermedios) generados en cada municipio andaluz⁵.
- Instituto Nacional de Estadística.
- Padrón Municipal.
- Instituto Geográfico Nacional.

Dicha información corresponde a 437 municipios, que constituyen una muestra representativa del conjunto de los 748 existentes con una población menor a los 50.000 habitantes⁶ en la comunidad autónoma andaluza. Esta región está situada al sur de España y se caracteriza por su notable escasez de agua, la cual justifica especialmente la necesidad de alcanzar la eficiencia en la gestión de este

³ Véase, para una discusión sobre el tema, Cooper et al. (2006).

⁴ Estudio financiado por el Instituto del Agua de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía), en cuya elaboración participaron los autores de este trabajo en calidad de investigadores, bajo la dirección del profesor Antonio Martín Mesa de la Universidad de Jaén.

⁵ Nuestro agradecimiento al profesor Francisco González Gómez de la Universidad de Granada, por su desinteresada colaboración al proporcionarnos los datos de una encuesta realizada a las empresas gestoras del servicio municipal de agua en Andalucía.

⁶ En este ámbito geográfico sólo existen 22 municipios cuya población supere los 50.000 habitantes. No los hemos tenido en cuenta en este estudio porque no se dispone de información completa de todas las variables analizadas en el mismo. Esto nos permite poder ofrecer un estudio pionero a nivel internacional, tanto por la dimensión de la base de datos de municipios utilizados, como por el número de variables consideradas en el DEA.

recurso. Se trata de municipios de los que hemos logrado recabar información referente a la totalidad de las variables empleadas en el análisis y que, por sus características, son representativos del universo objeto de estudio.

La elección de las variables inputs y outputs apropiadas resulta fundamental a la hora de aplicar la técnica DEA. Para esta tarea hemos seguido fielmente el trabajo de Thanassoulis (2000a, 2000b), donde se emplea un único input y 5 outputs, éstos últimos también altamente correlacionados entre sí. Concretamente, en este trabajo hemos decidido seleccionar 8 variables outputs: tres de ellas relacionadas con el servicio de abastecimiento de agua, tres con el de saneamiento y dos con el de depuración, dado el carácter multiproducto del servicio.

Asimismo, consideramos adecuado seleccionar como input una sola variable, que resumiría los recursos empleados en el curso de la prestación del servicio de una forma claramente identificable y homogénea en todas las DMUs. En el cuadro 1 se presentan las variables elegidas para ser utilizadas como output⁷ o input⁸ en este trabajo.

Variable	Definición
Outputs	
CONS	Consumo de agua (volumen abastecido)
LRS	Longitud de la red de suministro
LRSA	Longitud de la red de saneamiento
VAR	Volumen de agua residual
VAD	Volumen depurado de agua
PSAB	Población con servicio de abastecimiento
PSD	Población con servicio de depuración
PSS	Población con servicio de saneamiento
Input	
GEX	Gastos de explotación generados

Cuadro 1. Inputs y outputs seleccionados

Fuente: Elaboración propia.

Por último, y al objeto de efectuar un análisis por estratos para comprobar si se perciben diferencias en la eficiencia registrada en cada uno de ellos, se van a utilizar cuatro criterios de estratificación, habiendo recurrido a las mismas fuentes de información señaladas para obtener los datos necesarios:

- Tipo de gestión (servicio prestado directamente por el ayuntamiento en todas las fases del ciclo del agua, o cedido total o parcialmente a una empresa, tanto si ésta es de naturaleza privada como pública)⁹.

⁷ Las variables flujo consumo de agua, volumen de agua residual y volumen depurado de agua están expresadas en m³ y se refieren a la totalidad del año. Las variables relativas a la longitud de las redes se cuantifican en metros e indican la dispersión de los clientes.

⁸ Los gastos de explotación generados incluyen tanto los gastos de personal como los consumos intermedios y están referidos al conjunto del año.

⁹ El artículo 85 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local distingue entre las fórmulas de gestión directa (gestión por la propia entidad local, organismo autónomo local o sociedad mercantil cuyo capital pertenezca íntegramente a la entidad local) e indirecta.

2. Densidad de población de cada municipio.
3. Población del municipio.
4. Volumen de agua consumido en el municipio.

5. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN DE LOS MISMOS

La amplitud de la base de datos utilizada, una vez descartada la información incompleta o de dudosa fiabilidad, nos permite disponer de datos cuantitativos de 8 outputs y 1 input para 437 servicios de agua municipal (tanto públicos como privados), lo que al suponer una matriz de casi 4.000 casillas, nos lleva a no presentarla de forma exhaustiva, sino que en el cuadro 2 ofrecemos de forma resumida los principales valores descriptivos de la variables que han sido consideradas en la citada base de datos.

En el cuadro 3 ofrecemos los resultados de eficiencia obtenidos al aplicar el análisis DEA a la base de datos elaborada, a partir de los modelos CCR-I y BCC-I, al objeto de poder distinguir los componentes de aquélla. La primera fila de la tabla muestra los principales resultados relativos a la eficiencia técnica global, la segunda a la eficiencia técnica pura y la tercera a la eficiencia técnica de escala.

El análisis de los niveles de eficiencia sobre rendimientos constantes (modelo CCR) realizado indica que el nivel medio de eficiencia global es de 0,02. Por su parte, el nivel medio de eficiencia técnica pura, obtenido a partir de rendimientos variables (aplicación del modelo BCC) es de 0,11, lo cual demuestra que el alejamiento a la frontera de rendimientos variables explica el 89 por ciento de la ineficiencia, de modo que el resto sería imputable a la ineficiencia de escala respecto del nivel de producción óptima analizada. Con otras palabras, estos resultados revelan que el mismo nivel de output podría obtenerse con una reducción radial de factores del 89 por ciento, de modo que se evidencia un uso excesivo de recursos en muchos municipios (ineficiencia en la utilización de los inputs).

El índice de eficiencia de escala resultante es de 0,32, lo que apunta a que un 68 por ciento de la ineficiencia se corresponde con niveles de producción alejados del nivel óptimo según la frontera de rendimientos constantes, es decir, está asociada a tamaños no óptimos, por lo que este nivel de ineficiencia resulta imposible corregirlo a menos que se modifiquen las dimensiones de la entidad. Desde un punto de vista individualizado, sólo un 1 por ciento de la muestra de municipios puede ser considerado eficiente debido a la escala, mientras que un 4 por ciento presentan eficiencia técnica pura. Si bien la relación entre tamaño y eficiencia es un tema frecuentemente abordado en este tipo de estudios, en una entidad pública no siempre tiene sentido buscar soluciones a estas ineficiencias, dado que las dimensiones de un municipio resultan prácticamente imposibles de cambiar. No obstante, el ayuntamiento podría en algunos casos influir indirectamente en la eficiencia del servicio (por ejemplo, al recomendar o favorecer las fusiones o adquisiciones de las empresas en las que se delega la prestación del servicio) (ver gráficos 1, 2 y 3).

La clasificación por estratos de las puntuaciones de eficiencia obtenidas en el análisis DEA (BCC-I) ofrece unos resultados estadísticos que se presentan en el cuadro 4. Comprobamos así que, a priori, la ineficiencia técnica pura (propiciada por el consumo excesivo de recursos) registra niveles muy diferentes según clasifiquemos los municipios a partir de los diferentes criterios utilizados.

El primer criterio que hemos utilizado para dividir la muestra se basa en la forma de prestación del servicio, bien directa o cedida a una entidad pública o privada. El subgrupo correspondiente a la gestión directa incluye a 269 municipios, frente a los 168 que han cedido el servicio. El resultado que se obtiene es que, en promedio, la puntuación de eficiencia es superior en los servicios que se gestionan directamente por el ayuntamiento (0,14), que en aquellos casos en los que se ha producido la cesión del servicio (0,06). Además, es preciso matizar que el porcentaje de DMUs eficientes es claramente inferior en

	GEX	CONS	VAR	VAD	LRS	LRSA	PSAB	PSS	PSD
Máx.	9.769.431,00	17.761.447,50	6.183.446,00	4.791.994,00	238.870,00	208.439,00	49.999,00	49.999,00	43.981,00
Mín.	247,93	1.277,50	0,00	0,00	1.004,00	1.004,00	100,00	100,00	0,00
Average.	447.182,35	737.336,33	478.846,92	185.258,50	28.438,69	23.971,22	6.551,71	6.511,83	2.571,83
SD	929.435,78	1.381.519,89	848.773,16	553.193,85	30.166,85	25.381,61	7.882,49	7.863,95	6.260,80

Cuadro 2. Valores descriptivos de las variables.
Fuente: Elaboración propia.

	Media scores	SD	Nº DMUs	Porcentaje de DMUs eficientes
CCR-I	0,024	0,108	437	0,686
BCC-I	0,110	0,227	437	4,119
Scale	0,324	0,327	437	1,144

Cuadro 3. Resultados del DEA aplicado a la muestra.
Fuente: Elaboración propia.

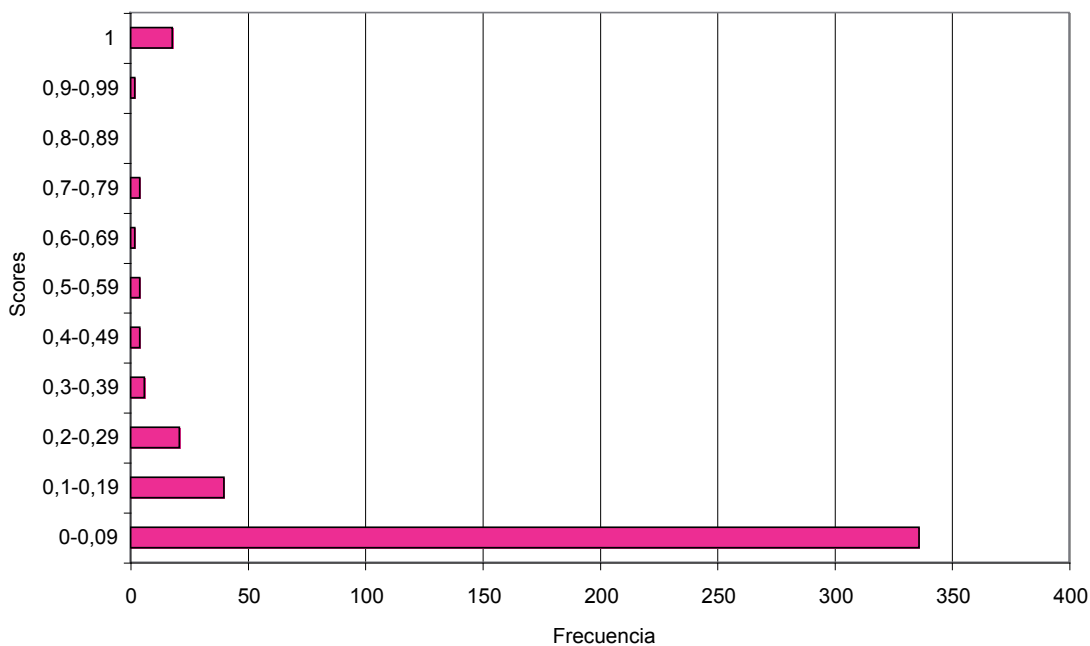


Gráfico 1. Frecuencia de los scores (BCC-I de toda la muestra)
Fuente: Elaboración propia.

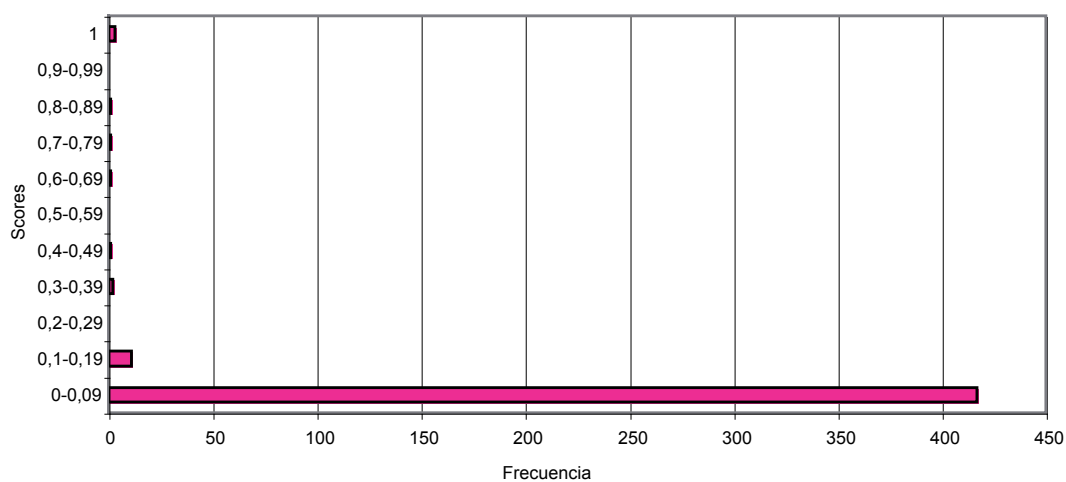


Gráfico 2. Frecuencia de los scores (CCR-I de toda la muestra)
Fuente: Elaboración propia.

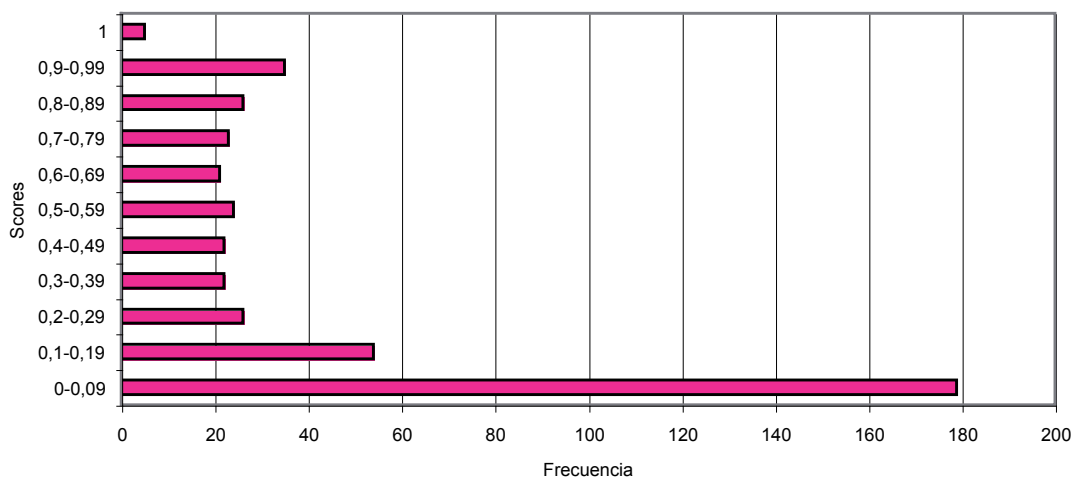


Gráfico 3. Frecuencia de los scores (eficiencia de escala de toda la muestra)
Fuente: Elaboración propia.

Estratos	Media scores	SD	Nº DMUs	Porcentaje de DMUs eficientes
<i>Tipo de gestión</i>				
Gestión directa	0,141	0,243	269	4,833
Gestión cedida	0,061	0,188	168	2,976
<i>Volumen de población (nº de habitantes)</i>				
Menos de 5.000	0,091	0,214	256	3,516
Entre 5.000 y 20.000	0,107	0,202	150	3,333
Más de 20.000	0,283	0,353	31	12,903
<i>Densidad de población (hab/Km²)</i>				
Menos de 50	0,102	0,218	218	3,670
Entre 50 y 200	0,123	0,241	141	4,255
Más de 200	0,110	0,226	78	5,128
<i>Consumo de agua (m³)</i>				
Menos de 500.000	0,090	0,214	265	3,396
Entre 500.000 y 1.000.000	0,094	0,173	78	2,564
Más de 1.000.000	0,181	0,284	94	7,447
<i>Rendimientos de escala</i>				
Decrecientes	0,142	0,252	278	5,396
Constantes	0,077	0,214	76	3,947
Crecientes	0,035	0,088	83	0,000

Cuadro 4. Resultados del DEA por estratos.

Fuente: Elaboración propia.

este último caso (2,98 por ciento) que en el primero (4,83 por ciento). Esto permitiría afirmar que la eficiencia técnica pura es mayor en los casos en que el ayuntamiento es el encargado de gestionar directamente el servicio. En consecuencia, parece razonable pensar, a la vista del análisis realizado, que para la mejora de la eficiencia en la gestión del servicio municipal de abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas, sería recomendable que dicha gestión fuera llevada a cabo por el gobierno municipal, puesto que su cesión a otras entidades, ya sean públicas o privadas, parece introducir algunas disfuncionalidades que, en los casos analizados, desaconsejan la externalización del servicio como medio de incrementar los niveles de eficiencia.

El número de habitantes de un municipio puede ser, en segundo lugar, un factor que afecte a la eficiencia en la gestión del servicio. Con este fin hemos dividido la muestra en 3 subconjuntos en función del tamaño de la población. El primer grupo incluye aquellos municipios que tienen menos de 5.000 habitantes y lo integran 256 DMUs, el segundo lo constituyen los municipios cuya población se sitúa entre 5.000 y 20.000 (150 DMUs) y el tercero, con 31 unidades, por los que tienen más de 20.000 habitantes. El resultado del análisis, incluido en el cuadro 4, nos permite extraer algunas evidencias de interés. La puntuación media de eficiencia está correlacionada positivamente con el número de habitantes del municipio, así el grupo que incluye municipios con mayor población es el que obtiene una puntuación más alta (0,28). Dicho de otro modo, el menor tamaño municipal genera mayores ineficiencias. Una cues-

tion adicional es que no sólo el conjunto de municipios de dimensión más elevada obtiene mayor promedio, sino que además presenta un considerable porcentaje (12,90 por ciento) de DMUs eficientes.

El tercer factor que hemos considerado relevante analizar para conocer su influencia sobre la eficiencia del servicio de agua ha sido la densidad de población. Igual que en el caso anterior hemos subdividido la muestra original en tres estratos. El primero para municipios con densidad inferior a 50 hab/Km², en el que se encuentran 218 municipios, el segundo para los 141 cuya densidad varía entre 50 y 200 hab/Km² y, finalmente, un tercero que recoge los 78 municipios con densidad superior a 200 hab/Km². En principio, se puede señalar que las puntuaciones de eficiencia son muy similares en los tres grupos, lo que nos lleva a pensar que la mayor o menor densidad de población no es un factor que afecte de forma significativa a la eficiencia del servicio.

El consumo anual medio de agua es el cuarto criterio que hemos utilizado para estratificar la muestra original. Como en los dos casos anteriores, se han obtenido tres submuestras, la primera para lo que consideramos consumo bajo (menos de 500.000 m³) que incluye a 265 municipios, la segunda para niveles medio de consumo (entre 500.000 y 1.000.000 m³, que corresponde a 78 ayuntamientos) y la tercera para consumos elevados (94 municipios con más de 1.000.000 m³ de consumo al año). En este caso, la mayor eficiencia se obtiene en este último grupo. De hecho, la puntuación media de eficiencia obtenida por los 94 municipios es sensiblemente mayor (0,18)

Estratos	Test de Shapiro-Wilk		Test de Kolmogorov-Smirnov		Test de Kruskal-Wallis	
	t-statistic	(p-value)	t-statistic	(p-value)	t-statistic	(p-value)
<i>Tipo de gestión</i>						
Gestión directa	0,319	(0,000)	0,380	(<0,01)		
Gestión cedida	0,573	(0,000)	0,282	(<0,01)	57,145	(0,000)
<i>Volumen de población (nº de habitantes)</i>						
Menos de 5.000	0,459	(0,000)	0,335	(<0,01)		
Entre 5.000 y 20.000	0,490	(0,000)	0,302	(<0,01)	67,667	(0,000)
Más de 20.000	0,672	(0,000)	0,285	(<0,01)		
<i>Densidad de población (hab/Km²)</i>						
Menos de 50	0,493	(0,000)	0,320	(<0,01)		
Entre 50 y 200	0,517	(0,000)	0,321	(<0,01)	6,881	(0,032)
Más de 200	0,474	(0,000)	0,328	(<0,01)		
<i>Consumo de agua (m³)</i>						
Menos de 500.000	0,451	(0,000)	0,339	(<0,01)		
Entre 500.000 y 1.000.000	0,508	(0,000)	0,295	(<0,01)	75,778	(0,000)
Más de 1.000.000	0,568	(0,000)	0,320	(<0,01)		
<i>Rendimientos de escala</i>						
Decrecientes	0,540	(0,000)	0,300	(<0,01)		
Constantes	0,393	(0,000)	0,386	(<0,01)	98,487	(0,000)
Crecientes	0,444	(0,000)	0,383	(<0,01)		

Cuadro 5. Resultados de los test de normalidad para los scores BCC-I y test de Kruskal-Wallis.

Fuente: Elaboración propia.

que la lograda por los municipios de consumo medio (0,09) y bajo (0,09). Este resultado es coherente con el que nos proporcionaba el de los estratos por tamaño de la población, ya que a mayor consumo (parece lógico pensar que este se dé en poblaciones con mayor dimensión) el nivel de eficiencia es más alto.

Por último, la comparación de la puntuación media de la eficiencia técnica pura en los tres subgrupos en que hemos dividido la muestra atendiendo a los rendimientos de escala alcanzados al gestionar el servicio, nos lleva a señalar que la eficiencia es más elevada en aquellos municipios que operan en presencia de rendimientos decrecientes de escala. En este contexto, hay que destacar que 3 DMUs calificadas como eficientes operan bajo CRS, lo que supone que no es posible que sean más productivas mediante un cambio en su escala de operaciones. Se dice que operan en el tamaño de escala más productivo (MPSS). Por su parte, las 15 DMUs eficientes que se encuentran en la parte de la frontera de producción de DRS, podrían ser más productivas si redujeran su escala de operaciones.

Profundizando en el análisis por estratos y con el fin de contrastar que los factores anteriores pudieran tener alguna vinculación con diferentes niveles de eficiencia, estudiaremos si existen diferencias significativas entre los scores correspondientes a cada uno de los grupos en que se ha subdividido la muestra total de unidades evaluadas, de acuerdo con los criterios de agrupación antes expuestos.

Para ello, en primer lugar, hemos realizado los test de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov (cuadro 5) a los datos de eficiencia correspondientes a cada estrato, al objeto de

determinar si los anteriores se distribuyen o no según una distribución normal. Los resultados, en todos los casos, indican que el p-valor es inferior a 0,01, es decir, que podemos afirmar que los scores obtenidos del modelo BCC-I aplicado a cada estrato no provienen de poblaciones normales ya que, a un nivel de significación del 1 por ciento, se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

Al no cumplirse este requisito no podemos aplicar las técnicas paramétricas como el análisis de la varianza simple sobre los scores para estudiar la diferenciación de los grupos¹⁰ y optamos por la utilización de un contraste no paramétrico como el test de Kruskal-Wallis¹¹ debido a que se trata en casi todos los casos de más de dos estratos (cuadro 5), a fin de conocer si existen diferencias significativas que justifiquen nuestra atención en la eficiencia de los grupos establecidos por los criterios de estratificación. Dado que en todos los casos el p-valor es inferior a 0,01 (salvo para la densidad de población¹², cuyo nivel de sig-

¹⁰ El F-test de la tabla ANOVA comprueba si existe una diferencia significativa entre las medias de los valores de la eficiencia entre los estratos en que se divide la muestra.

¹¹ El test de Kruskal-Wallis prueba la hipótesis nula de igualdad de las medianas de los valores de la eficiencia entre los estratos en que se divide la muestra.

¹² En esta ocasión los tests estadísticos aplicados sólo nos permiten señalar que estamos ante muestras con medianas distintas con un nivel de confianza del 95 por ciento (en el resto es del 99 por ciento) y la media y desviación típica de los tres grupos son muy similares, lo que nos lleva a deducir que, en contra de lo que a priori podíamos pensar, la mayor o menor densidad de población no es un factor que afecte de forma significativa a la eficiencia del servicio.

nificación es del 5 por ciento) los resultados obtenidos en dicho test muestran diferencias significativas a un nivel de significación del 1 por ciento, por lo que habría que rechazar la hipótesis nula de igualdad de las funciones de densidad de las distribuciones de cada grupo.

En definitiva, si observamos de forma simultánea los diferentes criterios empleados para determinar qué factores inciden en la eficiencia de la gestión del servicio municipal de agua, podríamos decir que los municipios con mayor población y mayor consumo de agua que gestionan directamente el servicio y se sitúan en la parte de los rendimientos decrecientes a escala de la frontera de producción, son más eficientes en promedio que el resto, con independencia de la densidad de población del municipio.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se analiza el nivel de eficiencia de la prestación del servicio municipal de agua y se señalan algunos criterios determinantes del mismo. Además, se pretende conocer en qué medida el nivel de eficiencia registrado encuentra su origen en factores que no son controlables desde las administraciones locales o, en caso contrario, está relacionado directamente con una gestión inadecuada del citado servicio público. Puede también darse la circunstancia de que, si bien existe un cierto margen de maniobra en las administraciones que permitiría una mejora de la eficiencia, además ésta se encuentre vinculada a la existencia de factores de naturaleza exógena, como el tamaño del municipio, la densidad de población, el tipo de rendimiento de escala en que se opere, el volumen de consumo de agua o, incluso, el tipo de gestión utilizada (directa o cedida) en la prestación en el servicio.

El conjunto de la muestra empleada en este estudio (437 municipios españoles) se caracteriza por los niveles reducidos de la eficiencia global que registra la prestación del servicio de agua, así como por las grandes diferencias en esta puntuación asociada a las diferentes DMUs analizadas entre sí. El motivo fundamental radica en un uso excesivo de los inputs empleados por éstas, dado que el promedio de la eficiencia técnica pura sólo alcanza el 0,11. Esto significaría que para ser eficientes deberían realizar una reducción radial del 89 por ciento de los inputs utilizados. No obstante, junto a lo anterior también cabe señalar que el índice medio de eficiencia de escala se sitúa en 0,32, lo cual evidencia que un 68 por ciento de la ineficiencia se debe a un alejamiento de la dimensión de la entidad que presta el servicio de la considerada óptima según la frontera de rendimientos constantes.

Los resultados obtenidos indican que los organismos responsables del servicio municipal de agua disponen teóricamente de un amplio margen de actuación para mejorar la eficiencia con que se presta el mismo. No obstante, también encontramos evidencia empírica de que una parte notable de la ineficiencia se basa en factores de naturaleza exógena. En concreto, el volumen de población del núcleo atendido, el modo de gestión bajo que el opera

la entidad que presta el servicio y el volumen de agua suministrado son algunos de los factores determinantes del grado de eficiencia del servicio. Por el contrario, la densidad de población de un municipio no se considera un factor que afecte de forma significativa al nivel de eficiencia de la prestación del servicio.

En concreto, y como conclusión final referente a la eficiencia técnica pura alcanzada en la prestación de este servicio municipal, debemos destacar que el estudio realizado a partir de la muestra disponible revela que la cesión por parte de los ayuntamientos de la gestión del servicio municipal del agua, bien a una empresa privada o pública, no se traduce necesariamente en una mejora de dicha eficiencia. Junto a ello, hemos encontrado evidencias de que el tamaño del núcleo atendido y el volumen de agua abastecida presentan un impacto positivo sobre la eficiencia, dado que aquellos municipios caracterizados con una mayor población y consumo de agua muestran en promedio una puntuación más alta. Asimismo, en este ámbito queda patente una eficiencia superior en aquellos municipios donde la prestación de este servicio opera bajo rendimientos decrecientes de escala. De todo ello, parece desprenderse que la dimensión óptima, desde el punto de vista de la minimización de los inputs utilizados, corresponde a municipios grandes, caracterizados por un consumo intenso de agua y cuya gestión del servicio opera en el segmento de rendimientos decrecientes de escala. Todo ello parece aconsejar la búsqueda de fórmulas de prestación conjunta del servicio por parte de los municipios que no alcancen individualmente el tamaño aconsejable, dado que éste último no es susceptible de ser modificado a corto plazo.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Aida K; Cooper W.W; Pastor J.T; Sueyoshi T. Evaluating Water Supply Services in Japan with RAM: a Range-adjusted Measure of Inefficiency. *Omega, International Journal of Management Science*, 1998, (26) 207-232.
2. Ali A.I; Seiford L.M. Computational accuracy and infinitesimals in data envelopment analysis. *INFOR*, 1993, (31) 290-297.
3. Alsharif K; Feroz E.H; Klemer A; Raab R. Governance of water supply systems in the Palestinian Territories: A data envelopment analysis approach to the management of water resources. *Journal of Environmental Management*, 2007, doi: 10.1016/j.jenvman.2007.01.008.
4. Anwandter L; Ozuna T.Jr. Can public sector reforms improve the efficiency of public water utilities? *Environment and Development Economics*, 2002, (7) 687-700.
5. Atkinson S.E; Halvorsen R. The relative efficiency of public and private firms in a regulated environment: The case of US electricity utilities. *Journal of Public Economics*, 1986, (29) 281-294.
6. Balaguer-Coll M.T; Prior D; Tortosa-Ausina E. On the determinants of local government performance: A two-stage nonparametric approach. *European Economic Review*, 2007, (51) 425-451.
7. Banker R.D; Charnes A; Cooper W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 1984, (30) 1078-1092.

8. Bel G. Gasto municipal por el servicio de residuos sólidos urbanos. *Revista de Economía Aplicada*, 2006, (41) 5-32.
9. Bhattacharyya A; Parker E; Narayanan R; Raffiee K. An examination of the Effect of Ownership on the Relative Efficiency of Public and Private Water Utilities. *Land Economics*, 1994, (70) 197-209.
10. Bruggink T.H. Public versus regulated private enterprise in the municipal water industry: A comparison of operating costs. *Quarterly Review of Economics and Business*, 1982, (22) 111-125.
11. Callan S.J; Thomas J.M. Economies of scale and scope: A cost analysis of municipal solid waste services. *Land Economics*, 2001, (77) 548-560.
12. Charnes A; Cooper W.W; Golany B; Seiford L.M; Stutz J. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, 1985, (30) 91-107.
13. Charnes A; Cooper W.W; Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 1978, (2) 429-444.
14. Charnes A; Cooper W.W; Lewin A.Y. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*. Kluwer Academic Publishers, 1994, Norwell.
15. Cooper W.W; Seiford L.M; Tone K. *Data Envelopment Analysis. A comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers, 2002, Norwell.
16. Cooper W.W; Seiford L.M; Tone K. *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses*. Springer, 2006, New York.
17. De Witte K; Marques R.C. Designing incentives in local public utilities, an international comparison of the drinking water sector. Draft version, <http://www.ibnet.org/docs/International%20comparison%20water%2017-01.pdf>.
18. Dijkgraaf E; Gradus R.H.J.M. Cost savings of contracting out refuse collection". *Empirica*, 2003, (30) 149-161.
19. Färe R; Grosskopf S; Logan J. The Relative Performance of Publicly- Owned and Privately-Owned Electric Utilities. *Journal of Public Economics*, 1985, (26) 89-106.
20. Farrell M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1957, (120) 253-290.
21. Feigenbaum S; Teeples R. Public versus private water delivery: a hedonic cost approach. *The Review of Economics and Statistics*, 1983, (65) 672-678.
22. García Valiñas M.A; Muñiz, M.A. Una propuesta para la regulación de precios en el sector del agua: el caso español. *Papeles de Trabajo del Instituto de Estudios Fiscales*, 2004, (1/04).
23. García Valiñas M.A; Muñiz, M.A. Is DEA useful in the regulation of water utilities? A dynamic efficiency evaluation (a dynamic efficiency evaluation of water utilities). *Applied Economics*, 2007, (39) 245-252.
24. Gattoufi S; Oral M; Reisman A. Data envelopment analysis literature: a bibliography update (1951-2001). *Socio-Economic Planning Sciences*, 2004, (38) 159-229.
25. Giménez V.M; Prior, D. Evaluación frontera de la eficiencia en costes. Aplicación a los ayuntamientos de Cataluña. *Papeles de Economía Española*, 2003, (95) 113-124.
26. Hu J.-L; Wang S.-C; Yeh F.-Y. Total-factor water efficiency of regions in China. *Resources Policy*, 2007, doi: 10.1016/j.resourpol.2007.02.001.
27. Lambert D.K; Dichev D; Raffiee K. Ownership and sources of inefficiency in provision of water services. *Water Resources Research*, 1993, (29) 1573- 1578.
28. Meyer R.A. Publicly owned versus privately owned utilities: A policy choice. *Review of Economics and Statistics*, 1975, (4) 391-399.
29. Moore T.G. The effectiveness of regulation on electric utility prices. *Southern Economic Journal*, 1970, (36) 365-375.
30. Ohlsson H. Ownership and production costs. Choosing between public production and contracting-out in the case of Swedish refuse collection. *Fiscal Studies*, 2003, (24) 451-476.
31. Pescatrice D.R; Trapani III J.M. The Performance and Objectives of Public and Private Utilities Operating in the United States. *Journal of Public Economics*, 1980, (13) 259-276.
32. Picazo-Tadeo A.J; Sáez-Fernández F.J; González-Gómez F. The role of environmental factors in water utilities' technical efficiency. Empirical evidence from Spanish companies. *Applied Economics*, 2009, forthcoming.
33. Prieto Á.M; Zofío J.L. Evaluating effectiveness in public provision of infrastructure and equipment: The case of Spanish municipalities. *Journal of Productivity Analysis*, 2001, (15) 41-58.
34. Prieto Á.M; Zofío, J.L. Análisis de la eficacia en la provisión de infraestructuras básicas por las entidades locales. *Papeles de Economía Española*, 2003, (95) 137-148.
35. Reeves E; Barrow M. The impact of contracting-out on the costs of refuse collection services: The case of Ireland. *Economic and Social Review*, 2000, (31) 129-150.
36. Thanassoulis E. The use of data envelopment analysis in the regulation of UK water utilities: Water distribution. *European Journal of Operational Research*, 2000a, (126) 436-453.
37. Thanassoulis E. DEA and its use in the regulation of water companies. *European Journal of Operational Research*, 2000b, (127) 1-13.
38. Tupper H.C; Resende M. Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: an empirical study. *Utilities Policy*, 2004, (12) 29-40.
39. Woodbury K; Dollery B. Efficiency Measurement in Australian Local Government: The Case of NSW Municipal Water Services. University of New England, School of Economics, Working Paper Series in Economics, 2003, (13).

8. ANEXO

En este apartado incluimos algunos datos que nos han servido para la redacción del actual proyecto. Así, sin ánimo de exhaustividad, hemos decidido incluir los resúmenes de los modelos utilizados, es decir, tanto el CCR-I como el BCC-I, con la intención de mostrar de forma sintética las principales características de la muestra utilizada, incluyendo algunos valores estadísticos de las variables (máximos, mínimos, media y desviación típica) y la matriz de correlaciones, fundamentalmente.

Además de los resúmenes descritos, hemos pensado que una información de interés podría ser el denominado conjunto de referencia de cada una de las unidades analizadas. Con ello, lo que se ofrece para cada uno de los municipios analizados, es el valor que habría de alcanzar en cada variable del municipio que le sirve como referente. Se incorporan, en consecuencia, los conjuntos de referencia tanto para el modelo CCR-I como para el BCC-I.

ANEXO I

Resumen del modelo CCR

No. of DMUs = 437

No. of Input items = 1

No. of Output items = 8

Returns to Scale = Constant ($0 \leq \text{Sum of Lambda} < \text{Infinity}$)

Statistics on Input/Output Data

	Gtos explotación	Consumo agua anual (x365)	Caudal agua desagüe	Vol de agua tratada	Longitud red distribución (metros)	Longitud red de saneamiento (m)	Población con ser de abastecimiento	Población con ser de alcantarillado (saneamiento)	Población con ser de depuración
Max	9769431	17761447,5	6183446	4791994	238870	208439	49999	49999	43981
Min	247,93	1277,5	0	0	1004	1004	100	100	0
Average	447182,346	737336,333	478846,920	185258,501	28438,686	23971,217	6551,712	6511,826	2571,831
SD	929435,782	1381519,893	848773,160	553193,851	30166,845	25381,610	7882,493	7863,953	6260,797

Correlation

	Gtos explotación	Consumo agua anual (x365)	Caudal agua desagüe	Vol de agua tratada	Longitud red distribución (metros)	Longitud red de saneamiento (m)	Población con ser de abastecimiento	Población con ser de alcantarillado (saneamiento)	Población con ser de depuración
Gtos explotación	1	0,326	0,205	0,139	0,505	0,554	0,510	0,510	0,358
Consumo agua anual (x365)	0,326	1	0,138	0,083	0,483	0,501	0,572	0,572	0,478
Caudal agua desagüe	0,205	0,138	1	0,668	0,406	0,379	0,322	0,321	0,276
Vol de agua tratada	0,139	0,083	0,668	1	0,329	0,345	0,193	0,190	0,287
Longitud red distribución (metros)	0,505	0,483	0,406	0,329	1	0,908	0,803	0,799	0,616
Longitud red de saneamiento (m)	0,554	0,501	0,379	0,345	0,908	1	0,793	0,792	0,632
Población con ser de abastecimiento	0,510	0,572	0,322	0,193	0,803	0,793	1	0,100	0,644
Población con ser de alcantarillado (saneamiento)	0,510	0,572	0,321	0,190	0,799	0,792	0,100	1	0,640
Población con ser de depuración	0,358	0,478	0,276	0,287	0,616	0,632	0,644	0,640	1

ANEXO II

Conjunto de referencia modelo CCR

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
1	0,01	110	198	1,343	207	6,870		
2	0,00	302	198	3,94E-2	207	0,153	306	0,169
3	0,00	373	198	0,125	207	1,145		
4	0,00	320	198	5,01E-2	207	1,026		
5	0,00	298	198	0,032	207	0,415		
6	0,01	81	198	0,720	207	4,183		
7	0,00	357	198	0,173	207	1,339		
8	0,00	381	198	0,408	207	2,226		
9	0,00	362	198	0,548	207	4,220		
10	0,01	104	198	0,213	207	1,032		
11	0,01	109	198	2,47E-2	207	8,81E-2	306	6,80E-2
12	0,00	355	198	0,107	207	0,219	306	0,459
13	0,00	382	198	8,96E-2	207	0,736		
14	0,00	337	198	0,421	207	2,414		
15	0,00	238	198	0,440	207	1,713	306	0,659
16	0,00	401	198	0,694	207	4,327		
17	0,02	56	198	7,59E-3	207	2,50E-2	306	2,88E-2
18	0,00	346	198	5,73E-2	207	0,347		
19	0,00	170	198	0,372	207	1,832		
20	0,10	19	198	9,29E-2	207	0,126	306	0,558
21	0,00	216	198	0,521	207	3,960		
22	0,00	239	198	1,055	207	5,556		
23	0,00	301	198	0,422	207	0,639	306	2,827
24	0,00	160	198	0,110	207	0,580		
25	0,00	360	198	2,32E-2	207	0,149	306	0,056
26	0,01	89	198	0,131	207	1,839		
27	0,00	353	198	5,18E-2	207	0,438		
28	0,01	133	198	0,237	207	1,249		
29	0,00	388	198	0,141	207	0,754		
30	0,02	71	198	0,132	207	0,929		
31	0,00	154	198	0,372	207	2,145		
32	0,00	291	198	0,682	207	4,251		
33	0,01	134	198	0,771	207	4,097		
34	0,00	294	198	0,121	207	1,276		
35	0,00	205	198	9,78E-2	306	1,636		
36	0,00	336	198	0,262	207	1,006		
37	0,00	321	198	0,337	207	1,065		
38	0,00	202	198	0,884	207	7,259		
39	0,00	286	198	0,735	207	3,473		
40	0,00	248	198	0,144	207	0,164	306	2,299
41	0,02	72	198	2,68E-2	207	0,083	306	0,135
42	0,02	63	198	0,284	207	1,466	306	0,394
43	0,00	410	198	7,43E-2	207	0,390	306	0,252
44	0,01	112	198	1,263	207	9,397		
45	0,00	278	198	0,107	207	7,04E-2	306	0,360
46	0,00	150	198	8,08E-2	306	2,025		
47	0,00	344	198	0,331	207	4,345		

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
48	0,00	222	198	0,948	207	5,230		
49	0,00	345	198	0,383	207	1,660		
50	0,00	338	198	0,197	207	1,144		
51	0,01	136	198	0,208	207	0,201	306	1,046
52	0,00	349	198	1,928	207	5,877		
53	0,01	102	198	0,257	207	1,296		
54	0,00	206	198	2,008	207	7,814		
55	0,00	332	198	0,132	207	1,724		
56	0,00	366	198	0,788	207	12,543		
57	0,00	287	198	0,104	207	0,459	306	0,361
58	0,00	284	198	0,779	207	6,088		
59	0,00	292	198	4,20E-2	207	2,99E-3	306	0,197
60	0,00	171	198	0,102	207	0,529	306	0,925
61	0,00	264	198	0,689	207	4,186		
62	0,00	215	198	2,51E-2	306	0,159		
63	0,00	296	198	0,460	207	3,338		
64	0,00	208	198	5,18E-2	207	0,293	306	1,99E-2
65	0,00	218	198	6,74E-2	207	3,248		
66	0,00	309	198	0,183	207	0,459	306	5,88E-2
67	0,03	39	198	0,369	207	0,727		
68	0,00	169	198	5,36E-2	207	2,741		
69	0,00	374	198	9,77E-2	207	0,245	306	0,214
70	0,00	260	198	2,24E-2	207	7,045		
71	0,00	423	198	1,54E-3	207	0,581	306	0,373
72	0,00	333	198	0,594	207	0,422	306	0,348
73	0,04	30	198	0,113	207	1,955		
74	0,01	124	198	0,436	207	6,282		
75	0,00	180	198	3,19E-3	207	1,303		
76	0,71	5	207	52,607				
77	0,00	334	198	1,97E-2	207	0,543	306	0,125
78	0,00	212	198	0,195	207	2,576		
79	0,00	429	198	1,68E-2	207	1,200		
80	0,00	379	198	0,131	207	0,712	306	0,128
81	0,00	164	198	5,69E-2	207	1,156		
82	0,00	329	198	2,21E-2	207	2,69E-2	306	0,143
83	0,02	69	198	3,248	207	1,844		
84	0,00	276	198	1,315	207	4,664		
85	0,00	304	198	6,94E-2	207	2,18E-2	306	0,142
86	0,01	80	198	0,416	207	0,399		
87	0,00	192	198	0,165	207	9,36E-2	306	0,111
88	0,00	430	207	0,853	306	0,807		
89	0,01	129	198	0,397	207	1,272	306	8,67E-2
90	0,01	96	198	0,489	207	2,327		
91	0,49	7	198	0,381	207	0,930		
92	0,00	226	198	5,90E-2	207	5,224		
93	0,00	220	198	2,75E-2	207	1,354		
94	0,00	249	198	0,115	207	1,231		
95	0,01	122	198	7,56E-2	207	0,437		
96	0,00	234	198	0,374	207	5,152		
97	0,00	368	198	8,52E-2	207	0,357	306	0,231

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
98	0,00	210	207	1,404	306	1,322		
99	0,00	162	198	0,162	207	1,713		
100	0,00	274	198	8,47E-2	207	3,221		
101	0,00	194	198	0,140	207	4,359		
102	0,00	237	207	5,542				
103	0,00	174	198	4,07E-3	207	1,775		
104	0,00	189	198	2,03E-2	207	2,938		
105	0,00	396	207	0,107	306	0,260		
106	0,00	416	207	1,88				
107	0,00	384	207	0,192	306	0,348		
108	0,00	282	207	8,14E-2	306	0,197		
109	0,00	147	207	0,509	306	7,82E-3		
110	0,03	47	207	1,784				
111	0,01	101	207	1,306				
112	0,00	395	207	7,12E-2	306	0,145		
113	0,00	231	207	1,947				
114	0,00	398	207	0,673				
115	0,00	407	207	0,164	306	0,224		
116	0,00	409	207	0,309	306	0,155		
117	0,00	426	207	0,976				
118	0,00	399	207	0,293	306	0,710		
119	0,00	427	207	0,219				
120	0,00	207	198	1,682	207	5,213		
121	0,00	367	306	0,250				
122	0,00	341	198	3,44E-2	207	1,968		
123	0,01	137	198	1,22E-2	207	1,472		
124	0,00	290	198	3,55E-2	207	1,772		
125	0,00	268	198	0,104	207	10,990		
126	0,02	65	198	3,84E-3	207	0,882	306	0,118
127	0,00	400	207	2,078	306	0,977		
128	0,00	306	198	7,19E-2	207	4,492		
129	0,01	139	198	0,249	207	8,672		
130	0,10	18	198	7,96E-2	207	5,46E-2	306	0,276
131	0,01	79	198	7,00E-2	207	1,285		
132	0,01	125	198	1,21E-4	207	0,184	306	0,225
133	0,00	269	306	1,887				
134	0,00	159	198	0,102	207	0,326	306	0,931
135	0,36	8	198	0,296	207	0,297		
136	0,00	221	198	5,95E-4	207	3,513		
137	0,00	230	198	0,120	207	2,028		
138	0,00	214	198	8,08E-3	207	0,302	306	0,497
139	0,00	181	198	3,38E-2	207	4,149		
140	0,02	55	207	0,351	306	0,583		
141	0,06	26	198	0,299	207	0,243	306	0,224
142	0,00	173	198	1,51E-2	207	0,798		
143	0,00	267	198	6,32E-2	207	0,503	306	6,06E-2
144	0,11	17	198	0,253	207	1,230		
145	0,01	85	198	4,23E-2	207	0,259	306	0,942
146	0,01	73	198	0,807	207	2,139		
147	0,01	120	198	0,227	207	0,920	306	0,830

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
148	0,02	58	198	9,60E-2	207	5,72E-2	306	0,266
149	0,02	70	198	0,122	207	8,565		
150	0,00	279	306	1,268				
151	0,00	193	198	0,012	207	2,075	306	0,377
152	0,17	10	198	0,139	306	0,292		
153	0,00	225	198	2,18E-2	207	1,659		
154	0,05	28	198	7,16E-2	207	0,398	306	5,25E-2
155	0,01	114	198	0,018	207	8,20E-2	306	0,156
156	0,00	177	198	0,397	207	5,452	306	0,186
157	0,01	117	198	3,17E-2	207	0,346	306	0,153
158	0,00	240	198	1,48E-2	207	1,432	306	0,194
159	0,00	354	198	1,04E-2	207	2,524	306	0,205
160	0,00	389	198	2,07E-2	207	0,201		
161	0,12	15	198	3,26E-2	207	0,619	306	3,91E-2
162	0,89	4	198	0,772	207	0,446		
163	0,04	31	198	7,74E-3	207	0,393		
164	0,00	198	198	4,40E-3	207	0,122	306	1,312
165	0,00	266	198	3,44E-2	207	8,85E-2	306	1,19E-2
166	0,06	25	207	9,91E-2	306	0,138		
167	0,00	324	198	3,66E-3	207	8,96E-2	306	8,07E-2
168	0,00	303	198	0,267	207	5,517		
169	0,14	13	198	0,854	207	0,348	306	0,779
170	0,02	53	198	3,92E-2	207	7,436		
171	0,00	176	198	4,36E-2	207	1,669		
172	0,00	178	198	1,89E-2	207	0,556		
173	0,01	111	306	0,437				
174	0,00	187	198	0,115	207	50,078		
175	0,00	257	198	0,146	207	0,139	306	0,124
176	0,01	105	198	3,73E-2	207	3,052		
177	0,00	277	198	3,18E-2	207	3,440		
178	0,00	307	198	2,10E-2	207	0,258	306	0,147
179	0,00	243	198	0,134	207	6,505		
180	0,01	135	207	0,394	306	0,281		
181	0,00	186	198	0,113	207	1,084		
182	0,00	328	198	3,53E-2	207	0,618	306	0,107
183	0,03	44	198	7,94E-2	207	1,695		
184	0,04	37	198	2,169				
185	0,00	315	198	6,93E-2	207	3,915		
186	0,00	300	198	3,29E-2	207	4,706		
187	0,00	196	198	4,37E-3	207	0,203		
188	0,01	143	198	0,318	207	0,145	306	0,167
189	0,03	38	198	3,39E-2	207	0,562		
190	0,14	12	198	1,38E-2	306	0,188		
191	0,00	254	198	0,180	207	0,928		
192	0,02	61	198	9,07E-2	207	0,908	306	0,385
193	0,02	54	198	2,09E-2	207	0,248	306	0,187
194	0,00	246	198	1,08E-2	207	1,640	306	0,158
195	0,02	66	198	0,198	207	0,299	306	9,60E-2
196	0,01	90	198	6,18E-2	207	6,32E-2	306	0,507
197	0,00	391	198	4,04E-2	207	3,656		

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
198	1,00	1	198	1				
199	0,00	343	198	0,302	207	6,118		
200	0,00	213	198	0,341	207	0,157	306	6,42E-2
201	0,01	95	198	0,310	207	0,950	306	5,70E-2
202	0,00	285	198	1,049	207	1,072		
203	0,01	132	198	0,433	207	1,614		
204	0,01	103	198	0,040	207	0,811		
205	0,00	331	198	0,366	207	8,982		
206	0,00	308	198	0,472	207	1,650		
207	1,00	1	207	1				
208	0,00	390	198	3,31E-2	207	0,291		
209	0,00	313	198	0,512	207	0,632	306	0,995
210	0,00	325	198	0,244	207	0,913		
211	0,60	6	198	0,714	207	0,181		
212	0,00	393	198	0,174	207	4,888		
213	0,04	34	198	0,073	207	0,149	306	1,52E-2
214	0,00	380	198	0,114	207	0,940		
215	0,01	91	198	1,299	207	1,46E-2	306	1,725
216	0,04	36	207	1,730				
217	0,07	23	306	0,666				
218	0,31	9	198	8,20E-2	207	0,708		
219	0,01	76	198	0,202	207	0,598		
220	0,00	172	198	0,146	207	3,610		
221	0,00	151	198	0,189	207	6,91E-2		
222	0,01	87	207	0,113	306	0,171		
223	0,00	155	198	2,24E-2	207	1,170		
224	0,00	394	198	0,750	207	5,422		
225	0,00	283	198	0,171	207	13,937		
226	0,08	22	198	6,04E-2	306	0,186		
227	0,00	241	198	0,246	207	4,018		
228	0,00	351	198	0,249	207	7,656		
229	0,03	41	198	4,45E-4	207	0,148		
230	0,02	59	207	2,162				
231	0,00	199	198	1,10E-2	207	3,471		
232	0,00	371	306	0,522				
233	0,04	33	198	1,95E-3	306	0,223		
234	0,00	265	198	3,60E-2	207	10,549		
235	0,00	425	198	4,57E-2	207	0,891		
236	0,00	422	198	4,21E-3	207	1,751		
237	0,00	356	207	0,128	306	0,164		
238	0,00	385	198	5,12E-3	207	0,215	306	0,266
239	0,00	406	198	7,34E-4	207	0,167	306	2,006
240	0,00	408	198	0,101	207	0,502		
241	0,00	365	198	7,22E-4	207	0,107	306	6,95E-2
242	0,00	421	207	0,019	306	0,625		
243	0,03	45	198	0,123	207	1,171	306	0,214
244	0,00	200	198	2,620	207	5,680		
245	0,00	256	198	0,316	207	1,560	306	1,027
246	0,00	261	198	1,745	207	10,133		
247	0,00	224	198	0,319	207	1,940		

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
248	0,01	108	198	5,25E-2	207	1,307		
249	0,02	68	198	0,719	207	0,638		
250	0,00	411	198	4,62E-2	207	3,617	306	0,259
251	0,00	327	198	1,08E-2	207	4,544		
252	0,00	259	198	7,35E-2	207	0,665	306	0,185
253	0,00	413	198	0,182	207	1,084	306	6,70E-2
254	0,04	29	198	0,182	207	1,102		
255	0,03	46	198	0,116	207	0,826		
256	0,00	281	198	2,83E-3	207	0,637	306	1,85E-2
257	0,00	185	207	0,128	306	0,157		
258	0,00	273	198	1,16E-3	207	1,237		
259	0,00	250	198	3,60E-2	207	1,120	306	0,235
260	0,00	219	207	0,267	306	0,094		
261	0,00	148	198	7,20E-3	207	2,988		
262	0,01	121	198	0,529	207	0,256	306	0,212
263	0,03	51	207	0,245	306	0,333		
264	0,00	166	198	8,11E-3	207	0,523		
265	0,01	93	198	7,59E-2	207	7,05E-2	306	0,179
266	0,00	203	198	4,51E-3	207	0,461		
267	0,03	40	198	1,497	207	0,566	306	0,115
268	0,01	113	198	0,050	207	0,349		
269	0,09	21	198	0,989	207	7,03E-2		
270	0,03	43	198	0,408	207	1,457		
271	0,00	288	198	8,87E-4	207	0,974		
272	0,01	99	198	1,438	207	0,701		
273	0,00	245	198	8,04E-2	207	0,361		
274	0,00	314	207	0,632	306	4,77E-2		
275	0,00	233	207	0,805	306	0,351		
276	0,00	244	198	2,20E-2	207	0,394		
277	0,00	317	198	1,08E-2	207	2,574		
278	0,00	319	198	4,24E-3	207	2,023		
279	0,00	235	198	0,351	207	6,310		
280	0,00	326	207	2,293	306	2,78E-2		
281	0,00	144	198	0,536	207	0,685	306	0,145
282	0,00	312	198	7,85E-2	207	1,235	306	1,22E-2
283	0,00	275	198	2,27E-2	207	0,849	306	0,773
284	0,01	97	207	0,609	306	0,198		
285	0,00	330	198	6,25E-3	207	1,772		
286	0,00	182	198	5,09E-2	207	1,627		
287	0,00	251	198	0,515	207	1,526		
288	0,00	153	198	1,291	207	0,662		
289	0,00	152	198	1,334	207	1,109		
290	0,01	119	198	3,72E-3	207	0,326		
291	0,13	14	198	1,079	207	1,563		
292	0,00	280	207	1,508				
293	0,00	228	198	4,54E-2	207	0,426	306	0,422
294	0,00	229	198	1,04E-2	207	0,356	306	0,172
295	0,01	98	198	7,23E-2	207	3,787		
296	0,00	188	198	0,400	207	1,115		
297	0,01	140	198	0,214	207	3,758		

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
298	0,00	305	198	6,43E-5	207	2,189		
299	0,01	75	198	3,98E-2	207	9,919		
300	0,01	130	198	4,00E-2	207	2,720		
301	0,01	88	198	1,58E-2	207	3,655		
302	0,00	263	198	1,79E-2	207	1,229		
303	0,01	83	198	8,67E-3	207	2,207		
304	0,04	32	198	0,016	207	0,980	306	0,541
305	0,00	335	198	7,41E-3	207	0,863	306	0,149
306	1,00	1	306	1				
307	0,00	433	198	0,016	306	9,156		
308	0,00	175	198	1,630	207	4,193		
309	0,04	35	198	2,00E-2	207	0,250	306	0,182
310	0,02	67	198	2,11E-4	207	1,162		
311	0,00	387	198	0,042	207	0,689		
312	0,00	168	198	0,279	207	2,701		
313	0,00	258	198	6,67E-2	207	0,529	306	0,187
314	0,01	84	198	0,139	207	5,49E-2	306	5,18E-2
315	0,00	322	198	5,68E-2	207	1,939		
316	0,00	157	198	0,179	207	6,08E-3	306	0,518
317	0,01	106	198	0,255	207	0,109	306	0,128
318	0,02	60	198	1,11E-2	207	2,118		
319	0,00	370	198	0,199	306	6,338		
320	0,00	404	198	0,815	207	7,241		
321	0,00	179	198	0,111	207	0,378	306	0,318
322	0,00	195	198	2,36E-2	207	0,169	306	0,340
323	0,01	127	198	2,74E-2	207	1,960		
324	0,01	123	198	0,454	207	2,064		
325	0,02	57	198	2,407	207	2,769	306	9,45E-2
326	0,00	432	198	3,324	207	0,263		
327	0,00	149	198	0,256	207	4,388		
328	0,00	197	198	6,39E-3	207	0,530	306	0,276
329	0,00	262	198	0,140	207	0,229		
330	0,00	156	198	8,34E-4	207	0,613	306	0,429
331	0,01	128	198	4,77E-2	207	0,195	306	1,78E-2
332	0,03	50	198	2,613	207	7,737	306	3,872
333	0,00	299	306	0,763				
334	0,01	78	198	0,133	207	0,348	306	0,219
335	0,00	435	198	1,13E-2	207	0,189	306	0,135
336	0,00	209	198	1,74E-3	207	0,227	306	0,026
337	0,01	82	198	0,018	306	0,266		
338	0,00	434	198	0,612	306	2,313		
339	0,00	163	198	2,242	207	9,132	306	1,582
340	0,01	100	198	0,404	207	0,143		
341	0,00	161	198	1,96E-2	207	1,225	306	0,276
342	0,00	191	198	8,17E-2	207	0,509	306	7,81E-3
343	0,00	204	198	0,189	207	2,560	306	1,440
344	0,00	436	198	9,87E-3	207	0,357	306	0,145
345	0,01	86	198	2,003	207	0,117	306	0,448
346	0,00	364	198	0,241	207	1,989	306	0,122
347	0,01	116	198	1,11E-2	207	6,34E-2	306	2,69E-2

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
348	0,00	323	198	2,686	207	2,421	306	3,349
349	0,00	167	198	9,76E-2	207	4,38E-2	306	0,209
350	0,00	184	198	0,015	207	0,528	306	0,546
351	0,00	431	198	0,390	207	9,951		
352	0,00	211	198	1,924	207	1,419	306	1,291
353	0,01	77	207	0,277	306	1,100		
354	0,00	158	198	0,388	207	0,106	306	0,181
355	0,01	115	198	5,20E-2	207	0,387	306	0,346
356	0,00	145	198	0,991	207	0,410		
357	0,00	340	198	8,96E-2	207	0,536		
358	0,00	297	198	0,298	207	2,652		
359	0,00	358	198	1,40E-2	207	0,676		
360	0,00	420	198	0,011	207	2,507		
361	0,00	428	198	2,26E-3	207	0,556		
362	0,00	414	198	0,027	207	0,665	306	1,30E-2
363	0,00	375	207	0,497	306	0,335		
364	0,00	377	198	0,249	207	0,963		
365	0,00	339	198	0,198	207	1,529		
366	0,00	369	198	0,876	207	1,716		
367	0,00	289	198	7,54E-2	207	3,070		
368	0,01	126	198	0,197	207	0,496	306	0,180
369	0,03	42	198	1,569	207	4,151		
370	0,00	311	198	0,216	207	8,028		
371	0,00	255	198	0,309	207	2,750		
372	0,01	107	207	4,757				
373	0,00	270	198	0,244	207	8,380		
374	0,00	350	198	0,138	207	0,523		
375	0,00	310	198	0,233	207	0,177	306	8,57E-2
376	0,00	417	198	4,49E-2	207	3,234		
377	0,00	227	198	4,47E-2	306	0,265		
378	0,00	372	207	5,786				
379	0,11	16	207	14,329				
380	0,00	342	198	2,65E-3	207	1,192		
381	0,00	347	198	1,24E-3	207	1,775		
382	0,00	378	198	1,56E-2	207	1,668		
383	0,00	183	198	0,055	207	0,949	306	1,611
384	0,00	201	198	0,108	207	1,742		
385	0,01	142	198	0,295	207	0,194	306	0,102
386	0,00	223	198	1,568	207	1,313		
387	0,00	383	198	0,014	207	1,565		
388	0,00	415	198	0,138	207	1,969		
389	0,15	11	198	0,691	207	0,814		
390	0,05	27	198	6,21E-2	207	3,450		
391	0,00	232	198	0,734	207	1,243		
392	0,00	403	198	2,95E-2	207	0,356	306	0,101
393	0,00	146	198	1,68E-3	207	2,381		
394	0,00	295	198	0,120	207	1,063		
395	0,00	316	198	0,266	207	5,731		
396	0,01	141	198	0,134	207	0,440		
397	0,00	217	198	0,245	207	4,958		

No.	Score	Rank	Reference set (lambda)					
398	0,00	253	198	0,175	207	0,223	306	1,705
399	0,03	49	198	1,147				
400	0,00	376	198	0,207	207	3,505		
401	0,00	405	198	0,679	207	7,086		
402	0,03	52	198	8,48E-2	207	0,216	306	0,770
403	0,02	62	198	4,86E-2	207	5,15E-2	306	0,695
404	0,00	236	198	0,179	207	0,734		
405	0,01	94	198	9,16E-2	207	2,167		
406	0,00	271	198	0,952	207	7,735		
407	0,01	118	198	4,23E-3	207	0,612		
408	0,00	418	198	5,40E-2	207	1,533		
409	0,00	272	198	0,252	207	6,215		
410	0,00	386	198	0,456	207	6,300		
411	0,00	247	198	0,525	207	1,196		
412	0,03	48	207	0,901	306	0,809		
413	0,00	242	198	5,31E-2	207	0,844		
414	0,01	138	198	4,74E-2	207	1,658		
415	0,00	318	198	1,146	207	2,079		
416	0,07	24	198	0,137	207	2,083		
417	0,00	252	198	0,096	207	0,768		
418	0,00	348	198	4,51E-3	207	3,064		
419	0,00	397	198	0,258	207	5,435		
420	0,02	64	198	1,075	207	0,983	306	0,164
421	0,01	74	198	5,41E-3	207	0,470		
422	0,10	20	198	0,346	207	1,030	306	3,55E-2
423	0,00	352	198	0,234	207	0,668		
424	0,00	359	198	0,022	207	5,060		
425	0,00	424	198	1,36E-3	207	1,973		
426	0,00	402	198	0,172	207	1,359		
427	0,01	92	198	4,60E-4	207	0,920	306	1,86E-2
428	0,00	165	198	1,77E-3	207	7,314		
429	0,00	412	198	9,16E-4	207	3,950		
430	0,00	419	198	2,01E-3	207	0,999		
431	0,00	363	198	0,022	207	9,165		
432	0,00	361	198	3,70E-3	207	2,242		
433	0,00	437	198	1,33E-3	207	0,846		
434	0,00	392	198	7,91E-4	207	1,282		
435	0,00	190	198	5,22E-3	207	3,205		
436	0,01	131	207	1,853				
437	0,00	293	207	4,821				

ANEXO III

Resumen del modelo BCC

No. of DMUs = 437

No. of Input items = 1

No. of Output items = 8

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	Gtos explotación	Consumo agua anual (x365)	Caudal agua desagüe	Vol de agua tratada	Longitud red distribución (metros)	Longitud red de saneamiento (m)	Población con ser de abastecimiento	Población con ser de alcantarillado (saneamiento)	Población con ser de depuración
Max	9769431	17761447,5	6183446	4791994	238870	208439	49999	49999	43981
Min	247,93	1277,5	0	0	1004	1004	100	100	0
Average	447182,346	737336,333	478846,920	185258,501	28438,686	23971,217	6551,712	6511,826	2571,831
SD	929435,782	1381519,893	848773,160	553193,851	30166,845	25381,610	7882,493	7863,953	6260,797

Correlation

	Gtos explotación	Consumo agua anual (x365)	Caudal agua desagüe	Vol de agua tratada	Longitud red distribución (metros)	Longitud red de saneamiento (m)	Población con ser de abastecimiento	Población con ser de alcantarillado (saneamiento)	Población con ser de depuración
Gtos explotación	1	0,326	0,205	0,139	0,505	0,554	0,510	0,510	0,358
Consumo agua anual (x365)	0,326	1	0,138	0,083	0,483	0,501	0,572	0,572	0,478
Caudal agua desagüe	0,205	0,138	1	0,668	0,406	0,379	0,322	0,321	0,276
Vol de agua tratada	0,139	0,083	0,668	1	0,329	0,345	0,193	0,190	0,287
Longitud red distribución (metros)	0,505	0,483	0,406	0,329	1	0,908	0,803	0,799	0,616
Longitud red de saneamiento (m)	0,554	0,501	0,379	0,345	0,908	1	0,793	0,792	0,632
Población con ser de abastecimiento	0,510	0,572	0,322	0,193	0,803	0,793	1	0,100	0,644
Población con ser de alcantarillado (saneamiento)	0,510	0,572	0,321	0,190	0,799	0,792	0,100	1	0,640
Población con ser de depuración	0,358	0,478	0,276	0,287	0,616	0,632	0,644	0,640	1

No. DMU	Score	Rank	Reference set (lambda)										
96	0,08	112	76	2,27E-2	332	0,287	416	0,690					
97	0,00	413	198	9,29E-2	207	0,907							
98	0,13	76	207	0,780	332	0,220							
99	0,06	139	76	9,74E-3	291	0,078	207	0,581	332	2,07E-2	416	0,310	
100	0,10	94	207	0,691	332	0,309							
101	0,20	61	207	0,317	332	0,429	416	0,254					
102	0,16	66	207	0,272	332	0,611	416	0,117					
103	0,03	202	76	8,21E-3	198	4,64E-3	207	0,573	416	0,414			
104	0,05	154	76	2,23E-2	207	0,261	332	3,55E-2	416	0,681			
105	0,00	392	207	0,100									
106	0,01	286	76	7,78E-3	207	0,422	332	1,89E-2	416	0,551			
107	0,00	408	207	0,100									
108	0,00	347	207	0,100									
109	0,01	304	207	0,100									
110	0,21	57	76	8,73E-3	207	0,603	416	0,388					
111	0,01	295	76	5,94E-3	207	0,994							
112	0,00	368	207	0,100									
113	0,03	203	76	3,71E-4	207	0,140	416	0,859					
114	0,00	417	207	0,100									
115	0,00	396	207	0,100									
116	0,00	410	207	0,100									
117	0,00	434	207	0,100									
118	0,00	429	207	0,283	207	0,714	416	3,68E-3					
119	0,00	379	207	0,100									
120	0,08	110	76	4,10E-2	169	0,261	184	0,376	332	0,321			
121	0,00	370	198	2,33E-3	207	0,998							
122	0,01	308	76	2,29E-2	207	0,960	332	1,72E-2					
123	0,05	147	207	0,559	416	0,441							
124	0,01	292	76	9,23E-3	207	0,641	416	0,350					
125	0,05	166	76	0,124	207	0,154	332	0,390	416	0,331			
126	0,02	248	76	1,45E-4	198	3,51E-3	207	0,868	207	0,128			
127	0,03	210	76	3,70E-4	207	0,272	332	0,150	416	0,578			
128	0,02	245	76	0,047	207	9,84E-2	332	4,80E-2	416	0,806			
129	0,17	65	76	8,11E-2	207	0,488	332	0,412	416	1,86E-2			
130	0,20	59	198	8,87E-2	207	0,911							
131	0,10	98	207	0,710	291	4,24E-2	416	0,247					
132	0,01	266	198	7,47E-3	207	0,993							
133	0,05	151	207	0,902	332	9,77E-2							
134	0,04	173	76	2,37E-3	169	7,45E-2	207	0,904	332	1,89E-2			
135	0,51	29	198	0,295	207	0,705							
136	0,00	361	76	4,90E-2	207	0,796	207	0,123	416	3,22E-2			
137	0,01	321	76	2,10E-2	207	0,622	291	0,129	207	0,201	416	2,73E-2	
138	0,00	373	198	2,32E-2	207	0,931	207	4,56E-2					
139	0,04	182	76	5,75E-2	207	0,854	332	5,57E-2	416	3,24E-2			
140	0,02	226	207	0,577	207	0,423							
141	0,07	125	198	0,307	207	0,693							
142	0,00	349	198	1,50E-2	207	0,985							
143	0,00	376	198	6,52E-2	207	0,935							
144	0,12	85	76	9,35E-3	198	0,253	207	0,738					

No. DMU	Score	Rank	Reference set (lambda)											
341	0,06	143	207	0,592	332	9,99E-3	416	0,398						
342	0,00	345	198	8,16E-2	207	0,918								
343	0,12	84	207	0,629	332	0,295	416	7,65E-2						
344	0,00	436	198	1,46E-2	207	0,985								
345	0,78	22	184	8,44E-2	198	0,151	325	0,710	332	0,055				
346	0,02	242	76	1,35E-2	169	8,79E-2	207	0,661	332	6,13E-2	416	0,176		
347	0,06	136	198	1,07E-2	207	0,989								
348	0,26	47	326	0,100	332	0,900								
349	0,01	306	198	0,104	207	0,896								
350	0,01	297	207	0,299	291	1,59E-3	207	0,622	416	7,76E-2				
351	0,53	28	174	0,839	332	0,161								
352	0,11	93	198	0,270	291	0,115	325	0,379	332	0,235				
353	0,21	58	207	0,955	332	3,24E-2	416	1,31E-2						
354	0,01	340	198	0,388	207	0,612								
355	0,01	305	198	6,36E-2	207	0,936								
356	0,04	180	198	0,882	207	2,19E-2	291	7,23E-2	332	2,39E-2				
357	0,00	394	198	8,95E-2	207	0,911								
358	0,02	237	76	2,03E-2	169	0,126	291	0,042	207	0,227	332	3,43E-2	416	0,550
359	0,00	405	198	1,39E-2	207	0,986								
360	0,02	247	332	0,066	416	0,934								
361	0,00	423	198	2,10E-3	207	0,998								
362	0,00	424	198	2,70E-2	207	0,973								
363	0,00	422	198	3,79E-3	207	0,996								
364	0,00	350	198	0,250	207	0,558	416	0,193						
365	0,01	285	207	0,421	291	0,184	416	0,395						
366	0,02	231	169	0,441	369	0,287	416	0,272						
367	0,02	233	76	2,26E-2	291	5,11E-3	207	0,108	332	2,73E-2	416	0,837		
368	0,01	324	198	0,203	207	0,797								
369	1	1	369	1										
370	0,11	90	332	0,973	416	2,66E-2								
371	0,02	257	76	2,49E-2	169	5,99E-2	198	0,152	416	0,763				
372	0,01	281	76	7,26E-2	207	0,915	416	1,22E-2						
373	0,06	133	76	6,44E-2	332	0,430	416	0,506						
374	0,00	400	198	0,138	207	0,862								
375	0,00	388	198	0,233	207	0,767								
376	0,03	205	332	0,186	416	0,814								
377	0,01	337	198	5,34E-2	207	0,947								
378	0,05	157	76	1,46E-2	332	0,416	416	0,569						
379	0,16	67	76	0,258	207	0,742								
380	0,01	322	207	0,821	416	0,179								
381	0,01	303	76	8,36E-3	207	0,591	416	0,400						
382	0,00	420	76	1,32E-2	198	0,016	207	0,971						
383	0,13	80	207	0,513	332	0,137	416	0,350						
384	0,02	229	76	7,15E-3	91	0,120	207	0,418	416	0,455				
385	0,01	318	198	0,298	207	0,702								
386	0,05	150	76	5,57E-3	169	0,358	184	0,425	369	0,211				
387	0,01	330	76	5,98E-3	207	0,693	416	0,301						
388	0,01	273	207	0,253	332	3,13E-2	416	0,716						
389	0,60	26	76	7,62E-3	169	0,315	198	0,410	207	0,167	207	0,100		

No. DMU	Score	Rank	Reference set (lambda)												
390	0,76	23	76	3,46E-2	207	0,767	332	6,55E-2	416	0,133					
391	0,05	161	76	7,65E-4	198	0,552	207	0,356	332	9,19E-2					
392	0,00	409	198	3,28E-2	207	0,967									
393	0,15	72	76	1,38E-2	207	1,96E-2	291	0,903	332	6,35E-2					
394	0,00	393	76	6,22E-3	198	0,106	207	0,483	207	0,405					
395	0,07	123	76	1,14E-2	332	0,436	416	0,553							
396	0,01	312	198	0,134	207	0,866									
397	0,09	107	76	2,28E-2	332	0,259	416	0,719							
398	0,05	156	169	4,29E-3	207	0,895	332	0,100							
399	0,20	60	184	0,128	198	0,858	291	1,43E-2							
400	0,03	193	76	6,79E-3	332	0,174	416	0,819							
401	0,05	155	332	0,830	416	0,170									
402	0,03	208	76	2,28E-3	169	6,16E-3	198	0,074	207	0,917					
403	0,02	236	198	4,83E-2	207	0,757	207	0,194							
404	0,00	385	198	0,179	207	0,821									
405	0,09	105	76	1,35E-2	207	0,408	291	1,72E-2	416	0,561					
406	0,07	119	76	2,87E-2	332	0,596	416	0,375							
407	0,01	288	198	4,10E-3	207	0,996									
408	0,01	317	198	5,45E-2	207	0,412	416	0,533							
409	0,08	113	332	0,433	416	0,567									
410	0,06	138	332	0,697	416	0,303									
411	0,01	276	76	8,06E-4	162	0,163	207	0,366	291	0,470					
412	0,51	30	76	6,52E-3	207	0,944	332	4,96E-2							
413	0,00	386	198	5,31E-2	207	0,947									
414	0,01	331	76	0,014	198	4,74E-2	207	0,939							
415	0,04	179	169	0,322	369	0,537	416	0,140							
416	1	1	416	1											
417	0,00	387	198	9,62E-2	207	0,904									
418	0,01	275	76	2,40E-2	207	1,54E-2	416	0,961							
419	0,05	149	332	0,551	416	0,449									
420	0,27	42	76	5,34E-3	169	0,529	184	0,144	291	0,283	332	4,00E-3	369	3,43E-2	
421	0,03	207	198	5,22E-3	207	0,995									
422	0,47	32	198	6,33E-2	207	0,445	291	0,262	207	0,230					
423	0,00	415	198	0,234	207	0,766									
424	0,05	153	76	1,29E-2	332	0,333	416	0,654							
425	0,01	307	207	0,117	416	0,883									
426	0,01	320	91	0,188	198	0,042	207	0,348	416	0,422					
427	0,01	287	198	1,06E-3	207	0,999									
428	0,03	219	76	0,110	207	0,301	332	3,00E-2	416	0,559					
429	0,03	194	76	4,25E-3	332	0,245	416	0,751							
430	0,00	431	162	2,51E-3	207	0,997	291	8,31E-5							
431	0,97	19	174	0,555	332	0,445									
432	0,02	241	332	1,72E-2	416	0,983									
433	0,00	437	198	1,27E-3	207	0,999									
434	0,01	333	207	0,738	416	0,262									
435	0,04	187	76	3,84E-2	207	0,736	332	3,95E-2	416	0,186					
436	0,04	184	76	1,47E-2	207	0,166	207	0,497	416	0,322					
437	0,05	165	76	3,22E-2	332	0,173	416	0,794							

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con la financiación de FundaciOn Mapfre en la convocatoria 2007 de ayudas a la investigación en el área de medio ambiente, a la que queremos agradecer el apoyo financiero prestado para el desarrollo de la investigación. En cualquier caso la responsabilidad de los posibles errores u omisiones corresponde exclusivamente a los autores del trabajo.