

Artículo de Investigación

# Gestión eficiente del suministro de agua: un enfoque sostenible

## Efficient water supply management: a sustainable approach

María del Carmen Conesa Pérez<sup>1</sup>: Universidad Católica de Murcia (UCAM), España.

[ccperez@ucam.edu](mailto:ccperez@ucam.edu)

María Isabel Ros Clemente: Universidad Católica de Murcia (UCAM), España.

[irclemente@ucam.edu](mailto:irclemente@ucam.edu)

Fecha de Recepción: 18/06/2024

Fecha de Aceptación: 01/08/2024

Fecha de Publicación: 15/10/2024

### Cómo citar el artículo:

Conesa Pérez, M. C. y Ros Clemente, M. I. (2024). Gestión eficiente del suministro de agua: un enfoque sostenible [Efficient water supply management: a sustainable approach]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-19. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-528>

### Resumen:

**Introducción:** El agua es un recurso indispensable y limitado, enfrentando una demanda creciente e infraestructuras obsoletas. En consecuencia, este estudio persigue desarrollar un marco teórico que evalúe diversas estrategias para la gestión sostenible del agua, destacando la importancia de medir la eficiencia del servicio como un factor crucial para promover la sostenibilidad. **Metodología:** Con esa finalidad, tras la revisión bibliográfica que destaca la importancia de la sostenibilidad y eficiencia en la gestión de agua y la necesidad de indicadores de desarrollo sostenibles que faciliten la consecución de dicho objetivo, se emplea la metodología DEA (Análisis Envolvente de Datos) para calcular los índices de eficiencia de una muestra de municipios españoles. **Resultados:** Los resultados indican un nivel de eficiencia técnica media muy bajo, del 6,3% para el servicio público de suministro de agua. **Discusión:** La eficiencia observada sugiere que los municipios deben adoptar políticas más efectivas y responsables en su gestión. **Conclusiones:** Concluyéndose que una gestión eficiente es esencial para la sostenibilidad del servicio. Y el amplio margen de mejora revelado en la eficiencia de los municipios españoles, recomienda futuras investigaciones sobre los factores que generan ineficiencia y cómo definir políticas que mejoren la gestión en la prestación del servicio de agua y, por ende, su sostenibilidad.

**Palabras clave:** Eficiencia, sostenibilidad, servicios públicos, gobierno local, DEA, indicadores de desarrollo sostenible, medición de eficiencia, suministro de agua.

<sup>1</sup> Autor Correspondiente: María del Carmen Conesa Pérez. Universidad Católica de Murcia (UCAM) (España).

**Abstract:**

**Introduction:** Water is an indispensable and limited resource, facing growing demand and obsolete infrastructure. Consequently, this study seeks to develop a theoretical framework that evaluates various strategies for sustainable water management, highlighting the importance of measuring service efficiency as a crucial factor to promote sustainability. **Methodology:** With this purpose, after the bibliographic review that highlights the importance of sustainability and efficiency in water management and the need for sustainable development indicators that facilitate the achievement of said objective, the DEA (Data Envelopment Analysis) methodology is used to calculate the efficiency indices of a sample of Spanish municipalities. **Results:** The results indicate a very low average technical efficiency level of 6.3% for the public water supply service. **Discussions:** The observed efficiency suggests that municipalities must adopt more effective and responsible policies in their management. **Conclusions:** Concluding that efficient management is essential for the sustainability of the service. And the wide margin for improvement revealed in the efficiency of Spanish municipalities recommends future research on the factors that generate inefficiency and how to define policies that improve management in the provision of water service and, therefore, its sustainability.

**Keywords:** Efficiency, sustainability, public services, local government, DEA, sustainable development indicators, efficiency measurement, water supply,

## 1. Introducción

El servicio público de suministro de agua es esencial por la relevancia del recurso hídrico tanto a nivel social como económico. El agua es fundamental para la vida humana, la higiene y la prevención de enfermedades, y para numerosas actividades económicas, como la agricultura, la industria o el turismo. Pese a ello, es un recurso limitado que enfrenta desafíos significativos: la escasez hídrica; la necesidad de garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos frente a un consumo creciente y variado; el envejecimiento y deterioro de las infraestructuras que requieren inversiones sustanciales para su mantenimiento y modernización; la variabilidad climática y los fenómenos extremos, como sequías e inundaciones; y el cumplimiento de estrictas normativas sanitarias y medioambientales. La gobernanza y coordinación entre diferentes administraciones y entidades implicadas en la gestión del agua son esenciales para abordar estos retos de manera efectiva y eficiente.

Este servicio engloba todas las actividades necesarias para la captación o extracción del agua desde fuentes naturales, el tratamiento o potabilización que asegure su calidad, la distribución mediante infraestructura adecuada y la gestión del agua potable hasta su utilización por los ciudadanos. Su objetivo es garantizar un acceso continuo, seguro y adecuado al agua potable, cumpliendo con los estándares sanitarios y de calidad establecidos. Además, incluye la gestión eficiente del recurso, promoviendo el uso sostenible y la preservación de las fuentes hídricas.

En España, está regulado principalmente por el Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio). Esta norma establece el marco jurídico para la planificación hidrológica, la gestión de los recursos hídricos y la regulación de los usos del agua. Además, la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, otorga competencias a los municipios en la gestión del servicio de abastecimiento de agua. Con estas normas se pretende asegurar que la prestación del servicio se realice bajo principios de *sostenibilidad, eficiencia y equidad*, y que se cumplan los estándares de calidad y protección medioambiental establecidos a nivel nacional y europeo.

Se puede comprobar como desde todos los ámbitos, normativo, social y económico, el suministro de agua potable es considerado un servicio básico que requiere una gestión eficiente que garantice y asegure la sostenibilidad desde el punto de vista ambiental, social y financiero. Para ello, se revela como imprescindible disponer de indicadores de eficiencia y de sostenibilidad en la prestación del servicio. Además, hay que tener en cuenta que el servicio debe afrontar retos económicos y medioambientales que la sociedad actual exige.

El objetivo del estudio es destacar la significancia de evaluar la eficiencia de los municipios como herramienta para mejorar la sostenibilidad, no solo de la prestación del servicio de aguas sino del recurso natural en sí mismo.

Con ese propósito se realiza una revisión de bibliografía relevante en sostenibilidad, los factores que la favorecen y los indicadores de desarrollo sostenible establecidos; asimismo, se examinará la literatura existente respecto a la medición de la eficiencia en el suministro de agua, se seleccionarán, en base a ella, las variables que caracterizarán el modelo empírico y se calcularán los índices de eficiencia. De los resultados se extraerán conclusiones que revelarán la importancia de tener una medida del desempeño de la gobernanza de los servicios públicos como indicador de desarrollo sostenible.

### **1.1. Sostenibilidad**

En 1987, la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas presentó su informe titulado «Nuestro futuro común», también conocido como el «Informe Brundtland». Este documento es de vital importancia ya que introdujo y consolidó el concepto de sostenibilidad a nivel internacional, “está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (Naciones Unidas, 1987, p. 29).

Nijkamp (1990) sintetiza el concepto de sostenibilidad representando gráficamente la interrelación entre el crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental, ilustra la armonía necesaria entre estos tres conceptos, para desarrollo sostenible. En 2005 se promueve el compromiso internacional de fomentar la educación para el desarrollo sostenible a través del Programa de Acción Global. En 2015, las Naciones Unidas aprobaron el documento titulado «Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible». Los diecisiete objetivos de desarrollo sostenible establecidos en esta agenda universal tienen el propósito de retomar y alcanzar las metas no logradas de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, así como de contribuir a la construcción de un futuro sostenible.

Werch (2010) indica que se distinguen cuatro dimensiones cruciales al hablar de sostenibilidad: social, económico, medioambiental y cultural. Desde la perspectiva del servicio de agua se pueden caracterizar los distintos factores. Así, respecto al aspecto de sostenibilidad social se persigue la equidad en el acceso al recurso natural del agua y al servicio básico de suministro de la misma, mejorar la calidad de vida del ciudadano, fomentar la participación de la sociedad y promover una gestión transparente y eficiente. El componente de sostenibilidad económica implica la eficiencia en el uso de los recursos, reduciendo el derroche de estos y optimizando su productividad (Riestra, 2017). La sostenibilidad ambiental se alcanzará si la explotación de los recursos naturales permanece dentro de los límites de su capacidad de renovación, mediante una programación eficiente y una evaluación de los efectos provocados (Zarta, 2018). Por último, la dimensión cultural de la sostenibilidad en la gestión del agua municipal debe dirigirse a la sensibilización y educación de valores del comportamiento de la comunidad (Ramos y Tilbury, 2006) en el uso responsable y sostenible de este recurso. Así

mismo, los gestores públicos deben concienciarse de la importancia de la implementación de políticas que favorezcan el desarrollo sostenible. En la visión de Zarta (2018, p. 412), se sugiere que “todos estos pilares de la sostenibilidad implican un nuevo paradigma sobre la necesidad de un cambio en la mentalidad humana, mediante una revolución cultural en la educación y en los valores de la sociedad”.

La Unión Europea ha hecho avances significativos hacia la sostenibilidad desde el Pacto Verde Europeo 2019. El pacto busca una transformación de la economía hacia la sostenibilidad, abordando los desafíos climáticos y medioambientales como oportunidades. Este esfuerzo se basa en el desarrollo sostenible consagrado por el Tratado de Lisboa, vigente desde 2009, que integró políticas de energía, medio ambiente y de acción climática, fortaleciendo el desarrollo sostenible, a través del establecimiento de objetivos como la conservación del medio ambiente, la protección de la salud y la utilización racional de los recursos naturales. No obstante, es necesaria una mayor ambición para enfrentar los desafíos actuales y futuros. El Pacto Verde Europeo y las estrategias derivadas deben materializarse plenamente para asegurar que la UE siga una trayectoria adecuada hacia el desarrollo sostenible. La integración de políticas medioambientales en todas las áreas y el impulso a la economía circular son esenciales para este propósito (García, 2022).

Destaca el impulso que desde las nuevas Directivas de la UE en materia de sostenibilidad se han desarrollado, estableciéndose los requisitos de difusión de información no financiera en la Directiva (UE) 2022/2464 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2022 por la que se modifican el Reglamento (UE) n.º 537/2014, la Directiva 2004/109/CE, la Directiva 2006/43/CE y la Directiva 2013/34/UE, por lo que respecta a la presentación de información sobre sostenibilidad por parte de las empresas. Todas estas iniciativas contribuyen a establecer unos indicadores de los objetivos de sostenibilidad y crear una cultura de concienciación sobre la importancia de la sostenibilidad.

Gallopín (1997) entiende que los indicadores son variables que resumen o simplifican información relevante, haciendo visible o perceptible fenómenos de interés y cuantificando, midiendo y comunicando dicha información. Además, algunos indicadores pueden emplearse para evaluar una condición o un fenómeno (p.259). En el proceso de desarrollo de indicadores de sostenibilidad se distinguen tres tipos, indicadores de primera generación, relativos a sostenibilidad ambiental, indicadores de segunda generación que integran las cuatro dimensiones de la sostenibilidad, ambiental, social, económico e institucional, y por último, indicadores de tercera generación, que pretenden ser vinculantes y se diseñan transversalmente incluyendo los aspectos anteriormente mencionados (Quiroga, 2001).

Desde organismos internacionales se ha impulsado el desarrollo de indicadores de sostenibilidad. En concreto las Naciones Unidas para el seguimiento de la Agenda 2030, establece una serie de indicadores para cada uno de los objetivos que pretenden ser un elemento de transparencia y rendición de cuentas del cumplimiento de estos. Centrando en el objetivo 6, “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” se establecen 11 indicadores (Naciones Unidas, 2017). Así mismo, a nivel europeo, Eurostat describe los indicadores que cubren los Objetivos de Desarrollo Sostenible y partiendo de este marco de indicadores, el Instituto Nacional de Estadística en España ha incorporado 10 indicadores relativos al objetivo 6, con la finalidad de realizar un seguimiento y medición del grado de logro de dicho objetivo (Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030, s.f.).

Al igual que los ODS, la valoración del rendimiento es uno de los objetivos del milenio relativo al agua, esto ha provocado reformas que contribuyen a la mejora de la eficiencia, transparencia y responsabilidad de los servicios de agua (Alegre *et al.*, 2016), rasgos que contribuirán a la sostenibilidad.

En este contexto de sostenibilidad, se revela la significancia de los indicadores para evaluar el desempeño y asegurar que las prácticas sean sostenibles a largo plazo, por ello se considera que dentro de la dimensión económica uno de los principales indicadores que se pueden desarrollar es la eficiencia en el uso de recursos, examinando la relación entre los recursos económicos invertidos y el volumen de agua distribuida y tratada. Estos indicadores establecen criterios que pueden ayudar a diseñar la acción a través del establecimiento de metas y objetivos hacia las cuales se deben orientar las políticas para mejorar la sostenibilidad del servicio (Antequera y González, 2005). En base a ello, este artículo pretende mostrar cómo evaluar el desempeño de los gestores públicos a través de la eficiencia en el uso de los recursos en la prestación del servicio público de suministro de agua ofrecerá la herramienta necesaria que servirá de apoyo para la toma de decisiones que impulsen la ansiada sostenibilidad.

## *1.2. Estudios de eficiencia en la prestación del servicio en España*

La literatura en este tema<sup>2</sup> ha abordado principalmente la investigación de la existencia de economías de escala, de densidad y de alcance y de la superioridad o no de las entidades privadas en la gestión del servicio. Sin embargo, no es conclusiva respecto a ninguno de los temas y se encuentran trabajos que evidencian lo opuesto a lo encontrado en otros, incluso con muestras muy similares.

Según el reciente análisis bibliométrico realizado por Goh y See (2021) desde principios del siglo XXI en España se han abordado investigaciones de calidad respecto a este tema. Algunos de los trabajos más relevantes que se encuentran en nuestro país son:

García-Sánchez (2006) estima la eficiencia en este servicio mediante DEA de 24 ciudades de más de 50.000 habitantes en el año 1999, examinando posteriormente la influencia de una serie de indicadores sociales mediante un análisis Tobit. Sus resultados muestran que las ineficiencias son principalmente de escala y motivadas por el lado de la oferta del servicio respecto a la necesidad de infraestructuras.

Extendiendo los resultados de Thanassoulis (2000), García-Valiñas y Muñiz (2007), analizan la evolución, a lo largo de cinco años, de la eficiencia en la distribución de agua urbana en tres municipios españoles que presentan distintas características en términos de tamaño, clima y aspectos socioeconómicos con la finalidad de guiar la regulación del sector. Emplean la metodología DEA para estimar el potencial ahorro en costes y establecer políticas regulatorias útiles que se alejen de aspectos políticos y se centren en rasgos económicos. Sus resultados ponen de manifiesto las diferencias en las condiciones de suministro de agua entre las distintas zonas geográficas españolas lo que hace imprescindible que la regulación en precios atienda a las condiciones particulares de cada municipio.

Picazo-Tadeo, Sáez-Fernández y González-Gómez han llevado a cabo diversos estudios en la industria del agua. En (2008) comparan los índices de eficiencia, obtenidos mediante DEA, incorporando o no output relativos a la calidad del servicio prestado. Sus resultados reflejan el coste de oportunidad de mantener la calidad, que se manifiesta a través del significativo incremento de los niveles de eficiencia alcanzados por las unidades evaluadas al considerar,

---

<sup>2</sup> Para una revisión bibliográfica en profundidad ver González-Gómez y García-Rubio (2008), Abbott y Cohen (2009), Walter et al. (2009) y Worthington (2014).

al medir la eficiencia, la dimensión de la calidad. En (2009a) llevan a cabo un modelo de tres etapas para analizar el rendimiento en inputs de las empresas suministradoras de agua en Andalucía. Los hallazgos ofrecen algunas cuestiones interesantes como que una mayor pérdida de agua produce mejores rendimientos en las empresas del servicio público de agua, lo que justifican como una estrategia derivada de los bajos precios del agua que permite que sea más rentable sufrir pérdidas, por el mal estado de la red, que incurrir en los costes necesarios para repararla. Asimismo, muestran una mayor ineficiencia los municipios más turísticos que atribuyen al mantenimiento de excesos de capacidad para poder hacer frente a la demanda en los picos estacionales de mayor afluencia turística. Tras ajustar los inputs a partir del efecto de las variables ambientales y el ruido, los índices de eficiencia técnica mejoran y la dispersión disminuye; sin embargo, el ranking de eficiencia no se ve significativamente modificado lo que incide en la importancia de la habilidad del gestor a la hora de valorar la eficiencia técnica. En un segundo trabajo ese mismo año (Picazo *et al.*, 2009b) hallan economías de densidad al verificar que las compañías que prestan sus servicios en áreas densamente pobladas son más eficientes.

Hernández-Sancho *et al.* (2012) llevan a cabo un análisis en 91 municipios valencianos en el que intentan relacionar la fijación de las tarifas del agua con las pérdidas de agua que se producen en la red de suministro, señalando que existe un amplio margen, un 37%, para reducir las pérdidas de agua mejorando así la eficiencia de las unidades analizadas a través del ahorro tanto económico como medioambiental. Concluyen que las tarifas fijadas no solamente deben emplearse para mantener y mejorar la red existente sino también para financiar nueva estructura.

Las investigaciones de Benito *et al.* (2019a, b) se centran en el estudio de los determinantes de la eficiencia en una muestra de municipios españoles de más y menos de 5000 habitantes respectivamente. En el primero, encuentran economías de densidad y mayor eficiencia en municipios turísticos y en aquellos que gestionan el servicio de agua de forma directa. Respecto a la prevalencia de la gestión pública sobre la privada, el segundo trabajo, igualmente apoya esta afirmación. Por el contrario, la densidad de población impacta negativamente en la eficiencia por lo que los municipios de menos de 5000 habitantes no se estarían beneficiando.

Por último, el trabajo de Martínez-Córdoba *et al.* (2020). Estos autores analizan la evolución de la eficiencia de 2014 a 2018 y la influencia de un conjunto de variables exógenas sobre la misma. Sus resultados revelan una disminución en los niveles de eficiencia a lo largo del período analizado que atribuyen a los efectos derivados del ciclo electoral.

La cuestión de la propiedad ha sido ampliamente estudiada, pero los resultados obtenidos por los diferentes trabajos son ambiguos. Mientras que Picazo-Tadeo *et al.* (2009a, 2009b), encuentran las ventajas que, en principio, se le atribuyen a la gestión privada; Benito *et al.* (2010), Benito *et al.* (2015, 2019a, 2019b) hallan beneficios en la gestión pública que justifican la tendencia actual a la remunicipalización de este servicio. Suárez-Varela *et al.* (2017) dependiendo del *input* gestionado, mano de obra o costes operativos, descubren, respectivamente mayor o menor eficiencia de la gestión privada respecto a la pública. Otros estudios (García-Sánchez, 2006) no encuentran diferencias concluyentes o significativas entre la producción pública y privada.

## 2. Metodología

La eficiencia técnica de una unidad de producción la define por primera vez Koopmans, en 1951, especificando que la misma será técnicamente ineficiente si pudiese producir el mismo nivel de output reduciendo los inputs u ofrecer más output manteniendo el nivel de inputs.

Sin embargo, será Debrau (1951) quien establezca una medida del grado de eficiencia y no solo la calificación de una unidad como eficiente o no (Färe *et al.*, 1994). En 1953 Farrell desarrollará un índice, que supone el mayor decremento proporcionalmente igual de todos los inputs compatible con niveles de producción de outputs observados, en el que se basará con posterioridad el Análisis Envolvente de Datos (DEA) desarrollado por Charnes *et al.* (1978). Esta metodología permite medir la eficiencia relativa de una entidad (municipio, en este caso) comparándola con otras similares, reales o ficticias, situadas sobre la frontera eficiente construida a partir de los datos observados. La medida de la distancia de la unidad a esa referencia óptima señalará el grado de eficiencia e ineficiencia de la unidad analizada. Este procedimiento se llevará a cabo a través de la resolución de tantos programas lineales como unidades evaluadas, que dará lugar a una frontera que envuelve. La formulación matemática del programa DEA en su orientación *inputs* será:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta_0 \\ \text{s.a. } & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - x_{i0} \theta_0 \leq 0 \quad i=1, \dots, p \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad r=1, \dots, q \\ & \theta_0, \lambda_j \geq 0 \quad j=1, \dots, n \end{aligned}$$

Los valores  $\lambda_j$  serán las ponderaciones, distintas de cero, asignadas a los inputs y outputs que otorgan el mejor valor del índice ( $\theta_0$ ) a la unidad analizada. Así, la unidad será eficiente si su índice toma el valor 1, ineficiente si el valor es inferior a 1. Existen variantes de esta formulación dependiendo de la orientación y de los rendimientos a escala que caractericen la tecnología: DEA con rendimientos constantes a escala (CRS), con rendimientos variables a escala (VRS) y con rendimientos no crecientes a escala (NIRS).

La medición de la eficiencia en entidades sin un indicador del rendimiento de su gestión ha sido un tema abordado por la literatura desde hace décadas por los desafíos que presenta. El DEA como metodología no paramétrica ofrece ventajas notables para este tipo de entidades al no establecer una forma funcional concreta para la frontera empleada como *benchmarking* al evaluar a las unidades.

El principal inconveniente de este estimador no paramétrico es su alta sensibilidad a los valores extremos u *outliers*. Motivo por el cual se aplicarán dos procedimientos (Wilson, 1993 y Simar, 2003) de detección de valores atípicos en la muestra lo que dará mayor robustez a la estimación de los índices de eficiencia. Asimismo, con la finalidad de solventar el sesgo implícito del estimador DEA derivado de valorar cada unidad de la manera más propicia lo que provoca una masa de unidades eficientes que podría no ser real (Simar, 2011) para la misma se ejecutará la estimación de indicadores con corrección del sesgo a través de técnicas *bootstrap* (Simar y Wilson, 1998, 2000).

## 2.1. Datos y selección de variables

Para llevar a cabo la medición de la eficiencia en los municipios españoles, se ha tomado una muestra inicial de 1.056 municipios de entre 1.000 y 50.000 habitantes. Además de examinar los datos para eliminar valores nulos o incorrectos de las variables, sobre la muestra se han aplicado los métodos de detección de valores atípicos planteados por Wilson (1993) y Simar (2003). Así, tras la eliminación de las unidades detectadas con valores perdidos o como outliers

queda una muestra final de 450 municipios.

Los indicadores, inputs y outputs seleccionados para incorporar al modelo son: una variable input y cuatro outputs, que reflejarán la relación existente entre el servicio prestado y los costes incurridos para su prestación. Se ha seleccionado un input discrecional: GWTR. Es el gasto total en saneamiento, abastecimiento y distribución de aguas, conforme al coste de la subfunción 161 “Abastecimiento domiciliario de agua potable” en base a la Orden EHA/3565/2008, de 3 de diciembre, por la que se aprueba la estructura de los presupuestos de las entidades locales. Los datos fueron obtenidos del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Los gastos del servicio a estudiar son uno de los indicadores financieros más utilizados en la literatura (Afonso y Fernandes, 2008; Ashworth *et al.*, 2014; Balaguer-Coll *et al.*, 2007; Borge *et al.* 2008; De Borger y Kerstens, 1996; Geys y Moesen, 2009a, 2009b; Grossman *et al.* 1999; Mehdiy Hafner, 2014; Prieto y Zofio, 2001; Sørensen, 2014; Sung, 2007, entre otros).

De acuerdo con los estudios existentes, la cantidad de agua suministrada a los usuarios es el indicador más común para medir el output del servicio (González-Gómez y García-Rubio, 2008). Sin embargo, también se han considerado otras variables que reflejan los resultados de diferentes etapas del ciclo de servicio. Por lo tanto, al elegir los indicadores de producción, se ha intentado reflejar la diversidad de productos en este sector y que sean relevantes para el contexto específico de esta investigación. En base a ello, se han seleccionado cuatro indicadores outputs CONSW (consumo de agua, litros/día), LDT (m de longitud de la red de distribución), LGRSAN (m de longitud de la red de saneamiento), y VTSN (volumen total tratado de la red de saneamiento, m<sup>3</sup>/ día). Los datos de estas variables proceden de la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales (EIEL<sup>3</sup>).

En la tabla 1 se ofrecen los indicadores seleccionados para las variables *inputs* y *outputs* que caracterizan el modelo empírico del servicio de suministro de aguas.

**Tabla 1.**

*Variables seleccionadas*

| Descripción | Notación | Variable | Indicador  |
|-------------|----------|----------|--|
| Input       | X1       | GWTR     | Gasto del servicio (grupo 161)                               |
| Output      | Y1       | USEW     | Consumo (litros/día)   |
| Output      | Y2       | LDIST    | Longitud de la red de distribución (m)                       |
| Output      | Y3       | LSAN     | Longitud de la red de saneamiento (m)                        |
| Output      | Y4       | VTSAN    | Vol. tratado de la red de saneamiento (m <sup>3</sup> / día) |

**Fuente:** Elaboración propia (2024)

<sup>3</sup> [https://mpt.gob.es/portal/politica-territorial/local/coop\\_econom\\_local\\_estado\\_fondos\\_europeos/eiel.html](https://mpt.gob.es/portal/politica-territorial/local/coop_econom_local_estado_fondos_europeos/eiel.html)



### 3. Resultados

Se presentan a continuación los resultados del análisis empírico desarrollado, la evaluación de la eficiencia de 450 municipios españoles de entre 1.000 y 50.000 habitantes. En la tabla 2 se resumen los principales descriptores para las variables.

**Tabla 2.**

*Resumen estadístico para las variables del modelo*

| VARIABLE | Media        | Desviación<br>Típica | Mínimo    | Máximo        |
|----------|--------------|----------------------|-----------|---------------|
| GWTR     | 483.484,61   | 810.372,53           | 162,06    | 7.269.207,10  |
| CONW     | 2.789.739,87 | 2.523.074,81         | 66.663,00 | 21.840.556,50 |
| LDT      | 69.202,28    | 68.182,93            | 43,00     | 782.820,00    |
| LSN      | 43.597,76    | 40.231,09            | 730,00    | 506.423,00    |
| VTRSAN   | 770.734,81   | 936.013,92           | 25,00     | 6.963.111,00  |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Inicialmente se aborda el cálculo de los índices de eficiencia relativa de cada municipio a través de la técnica no paramétrica DEA. Para ello, se consideran las variables discretas tanto de inputs como de outputs seleccionadas (Tabla 1). Siguiendo una orientación en inputs, como se justificó anteriormente, se resolverán los tres modelos DEA básicos, DEA-CRS, DEA-VRS y DEA-NIRS, con la intención de examinar los rendimientos y la eficiencia a escala de los municipios. En la tabla 3 se muestra el índice de eficiencia para una selección de municipios, donde aparecen las unidades consideradas eficientes bajo cada uno de los modelos DEA resueltos.

**Tabla 3.**

*Municipios eficientes bajo cada uno de los modelos*

| MUNICIPIO | CRS    | VRS | NIRS | E.E     | Rendimientos |
|-----------|--------|-----|------|---------|--------------|
| mun121    | 1      | 1   | 1    | 1       | Constantes   |
| mun191    | 1      | 1   | 1    | 1       | Constante    |
| mun344    | 1      | 1   | 1    | 1       | Constante    |
| mun083    | 0,4297 | 1   | 1    | 0,4297  | Decrecientes |
| mun227    | 0,2354 | 1   | 1    | 0,2354  | Decrecientes |
| mun103    | 0,0883 | 1   | 1    | 0,08834 | Decrecientes |
| mum328    | 0,084  | 1   | 1    | 0,0839  | Decrecientes |
| mun413    | 0,0425 | 1   | 1    | 0,0425  | Decrecientes |
| mun358    | 0,0211 | 1   | 1    | 0,0211  | Decrecientes |
| mun017    | 0,0091 | 1   | 1    | 0,0091  | Decrecientes |
| mun352    | 0,0059 | 1   | 1    | 0,0059  | Decrecientes |
| mun089    | 0,0016 | 1   | 1    | 0,0016  | Decrecientes |
| mun112    | 0,0013 | 1   | 1    | 0,0013  | Decrecientes |
| mun091    | 0,0009 | 1   | 1    | 0,0009  | Decrecientes |
| mun042    | 0,0003 | 1   | 1    | 0,0003  | Decrecientes |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

Observando la tabla 3 se ve que bajo CRS tres municipios obtienen un valor unitario del índice, la utilización de recursos de estas unidades sería óptima en el sentido Debrau-Farrell. El valor mínimo que toma el índice es de 0,0001 (mun061), lo cual se interpretaría como que el municipio debería, en teoría, reducir “equiproportionalmente” los *inputs* un 99,99%, considerando toda la desviación como ineficiencia técnica. Si se analizan los valores de las variables *inputs* y *outputs* para ese municipio se comprueba que genera *outputs* por debajo de la media, en cambio el nivel de gasto es elevado, y por encima de la media.

Considerando VRS, 15 municipios son calificados de relativamente eficientes. El comparar a las unidades, municipios, sólo con aquellas que operan en su misma escala tiene un efecto positivo sobre el valor de los índices estimados. La frontera envolvía los datos más estrechamente y más unidades alcanzaban el valor unitario del índice. Bajo este modelo el valor mínimo del índice es de 0,00012 (mun449). Este municipio de 16.808 habitantes (INE, 2021) y 62,6km<sup>2</sup> (Dirección General del catastro, 2020<sup>4</sup>) presenta un valor de 2.720.299,21 consumidos al día, 68.037m y 5.7843m de longitud de red de distribución y saneamiento respectivamente, y 68.470m<sup>3</sup> de volumen de agua tratado. El gasto por habitante es de 130,62 euros. El municipio presenta rendimientos crecientes a escala. El municipio con menor índice bajo CRS presenta bajo VRS un índice superior, de 0,0003, efecto que se observa en todas las unidades, lo que implica que considerar el efecto de la escala de operaciones tiene un efecto positivo.

La siguiente tabla (Tabla 4) ofrece un resumen de los resultados del análisis, los cuales muestran los índices de eficiencia medios obtenidos, la ineficiencia media y las unidades eficientes e ineficientes tanto para la eficiencia técnica como de escala.

**Tabla 4.**

*Índices de eficiencia en el servicio de suministro de agua*

|  | Índice | Porcentaje |
|--|--------|------------|
| <b>Eficiencia técnica (Modelo DEA-CRS orientación input)</b>                           |        |            |
| <i>Eficiencia media</i>  | 0,0131 | 1,31       |
| <i>Unidades eficientes</i>   | 3      | 0,66       |
| <i>Ineficiencia media</i>  | 0,9869 | 98,69      |
| <i>Unidades ineficientes</i>   | 447    | 99,33      |
| <b>Eficiencia técnica (Modelo DEA-VRS orientación input)</b>                           |        |            |
| <i>Eficiencia media</i>  | 0,063  | 6,3        |
| <i>Unidades eficientes</i>   | 15     | 3,33       |
| <i>Ineficiencia media</i>  | 0,937  | 93,7       |
| <i>Unidades ineficientes</i>   | 435    | 96,67      |
| <b>Eficiencia de escala= Eficiencia DEA-CRS / Eficiencia DEA-VRS orientación input</b> |        |            |
| <i>Eficiencia media</i>  | 0,208  | 20,8       |
| <i>Unidades eficientes</i>   | 3      | 0,66       |
| <i>Ineficiencia media</i>  | 0,792  | 50,9       |
| <i>Unidades ineficientes</i>   | 447    | 99,33      |

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

<sup>4</sup> [https://www.catastro.hacienda.gob.es/esp/estadistica\\_12.asp](https://www.catastro.hacienda.gob.es/esp/estadistica_12.asp)

Observando los resultados respecto a la eficiencia técnica (Tabla 4), se aprecia una eficiencia media muy baja tanto considerando CRS, 1,31%, como suponiendo VRS, donde la eficiencia promedio se sitúa en el 6,3%. De media, los municipios deberían reducir sus inputs entre un 93,7% y un 98,6 %, dependiendo del modelo empleado, para alcanzar su proyección sobre la frontera y mejorar su eficiencia. Considerando CRS, solamente 3 municipios (0,66%) son catalogados como técnicamente eficientes, es decir, obtienen un valor unitario del índice. Los 447 municipios restantes, el 99,33% de unidades de la muestra, son calificadas como ineficientes. Asumiendo VRS, 15 municipios están situados sobre la frontera estimada, y presentan eficiencia técnica pura. Aun bajo el efecto positivo sobre el valor de los índices estimados, el porcentaje de unidades ineficientes sigue siendo muy elevado, 96,67%. Se identifica que la naturaleza de los rendimientos a escala que caracteriza la producción eficiente es decreciente.

La eficiencia de escala de los municipios se calcula como el cociente entre el coeficiente de eficiencia técnica CRS y el VRS. La eficiencia de escala media que alcanzan los municipios españoles que conforman la muestra es del 20,8%; por tanto, la ineficiencia de escala promedio es del 79,2%. Aquellos municipios eficientes bajo los tres modelos DEA (Tabla 3) tendrán una eficiencia de escala igual a la unidad, es decir, operan en una escala óptima (CRS). Analizando los resultados obtenidos (Tablas 3 y 4) se comprueba que 3 municipios son eficientes en los tres modelos; en principio, serían los únicos municipios de los 450 que estarían operando bajo rendimientos constantes a escala. Presentan eficiencia técnica y de escala, mientras que el 99,33% de los municipios valorados presentan ineficiencia de escala ( $EE < 1$ ).

Calcular los coeficientes DEA-NIRS permite analizar el tipo de rendimiento que presenta el municipio. Así, si el coeficiente DEA-NIRS coincide con el coeficiente DEA-VRS el municipio presentará rendimientos decrecientes. Si eso no ocurre, la unidad opera bajo rendimientos crecientes a escala. Se comprueba que de los 450 municipios que no presentan CRS, 330 (73,3%) presentan rendimientos crecientes, es decir, están operando por debajo de la escala óptima y no se benefician de economías de escala en la prestación de este servicio, están subutilizando sus recursos. 117 municipios muestran rendimientos decrecientes, tienen una dimensión excesiva, son demasiado grandes.

Resumiendo, al analizar los resultados (Tabla 4) de la eficiencia técnica DEA-VRS y la eficiencia de escala, se halla que la principal fuente de ineficiencia es la eficiencia técnica. Hay un margen para mejorar la eficiencia en el servicio de abastecimiento de agua de 98,7, del cual, 5 es debido a la ineficiencia de escala y 93,7 a la ineficiencia técnica pura. Respecto a las unidades catalogadas como eficientes o no, se observan más unidades ineficientes respecto a la escala que respecto a la gestión técnica.

Al calcular las estimaciones insesgadas se revela que en todos los casos la eficiencia se reduce significativamente. Esto demuestra que, cuando se hacen comparativas de eficiencia entre diferentes municipios utilizando los índices DEA originales como referencia, es importante proceder con precaución es importante proceder con precaución (Simar y Wilson, 1998).

## 4. Discusión

Anwandter y Ozuna (2002) señalan que los políticos solamente llevaran a cabo medidas correctoras de la ineficiencia si los niveles de eficiencia observados son elevados, de este modo no podrán justificarlos como aceptables por el hecho de crear empleo. Los resultados de este estudio ponen de manifiesto el amplio margen de mejora en los niveles de eficiencia en la prestación de este servicio., lo que en ningún caso podría justificar el derroche de recursos. Actualmente, los municipios no calculan indicadores que les informen sobre su nivel de

eficiencia y, por tanto, de su contribución a la sostenibilidad.

No obstante, la gestión del servicio podría estar determinada por una serie de factores ambientales y sociales fuera del control de los gestores municipales (García, 2006). Como consecuencia el análisis de eficiencia debe de llevarse a cabo con cautela a la hora de especificar el modelo ya que las unidades de gestión que presten el servicio en entornos complejos pueden ser calificadas de forma sistemática como menos eficientes (González-Gómez y García-Rubio, 2008). La inclusión de dichos factores en el análisis enriquecería las conclusiones extraídas del estudio.

Son varios los estudios que han revelado la existencia de economías de escala en la prestación del servicio de aguas (García y Thomas, 2001; Byrnes et al., 2010; o Romano y Guerrini, 2011 entre otros). El aprovechamiento de estas sería ventajoso para las unidades de decisión en términos de reducción de costes y aumento de eficiencia (LoStorto, 2020). Sin embargo, de los resultados del análisis parece desprenderse que las unidades no están aprovechando dichas economías de escala.

La evidencia empírica aportada supone una primera aproximación a la medición de la eficiencia como indicador de desarrollo sostenible. La cuantificación de la ineficiencia es el primer paso necesario para motivar a los políticos a tratar con el problema (Anwandter y Ozuna, 2002). Y aunque la interpretación del análisis parezca abordar únicamente la dimensión económica, es fácil apreciar la interrelación de las diferentes dimensiones y cómo las perspectivas ambiental y social de la sostenibilidad también pueden verse promovidas al emplear como indicador la evaluación de la eficiencia. La medición de la eficiencia permite identificar y reducir el desperdicio, optimizando el uso de recursos. Esto conduce a una menor huella ecológica, promoviendo la sostenibilidad al alinear el rendimiento económico con la conservación ambiental. Por ejemplo, las pérdidas de agua suponen un output indeseable para el servicio y un desafío al que hacer frente si se quiere alcanzar sostenibilidad ambiental, económica y social; sin embargo, se evidencia, en los estudios, economías de alcance en la producción conjunta de agua suministrada y pérdida, ya que es menos costoso producir más cantidad de agua para cubrir la demanda que reparar las infraestructuras para evitar las pérdidas (García y Thomas, 2001). En este sentido, el interés despertado por alcanzar la eficiencia en la prestación de los servicios públicos de agua llevaría a una reducción de costes que facilitaría el incremento de inversión en infraestructuras y tecnología que permitiría reducir las fugas de agua y mejorar la calidad del servicio (Guerrini *et al.*, 2015).

Igualmente sería conveniente prestar más atención a la calidad del servicio como variable determinante del rendimiento. Puesto que como señalan Picazo-Tadeo *et al.* (2008) la calidad influye en los niveles de eficiencia y el no tener en cuenta esta circunstancia podría provocar que en los análisis comparativos las empresas mejor valoradas sean las que menos importancia dan a los intereses sociales.

Somos conscientes de las muchas oportunidades que se abren y el amplio campo de investigación al respecto que se puede desarrollar. A nivel metodológico, existen modelos que corrigen la incapacidad de los modelos DEA convencionales para tomar en consideración el error estadístico que probablemente cause complicaciones en muchos contextos hídricos urbanos (Worthington, 2014).

## 5. Conclusiones

La búsqueda de soluciones a las crisis planetarias ha orientado la agenda global hacia el Desarrollo Sostenible como paradigma para el desarrollo a largo plazo. Este concepto se basa en cuatro pilares fundamentales: desarrollo económico, desarrollo social, protección medioambiental y sostenibilidad cultural.

La propuesta del Desarrollo Sostenible se ha establecido como referencia para el desarrollo global futuro, a través de la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), organizados en 17 objetivos, concretados en 169 metas cuantificables mediante 232 indicadores que pueden ser comprobados mediante datos estadísticos.

El desarrollo de indicadores de sostenibilidad como herramienta de seguimiento, medición y rendición de cuentas de cada uno de los ODS, plantea cómo hacer operativo el desarrollo sostenible mediante el análisis de estos indicadores de gestión, impulsados a nivel internacional y nacional, que permiten su uso para proporcionar una solución efectiva que facilita el aprendizaje social, mejora la comunicación, incluir a todas las partes interesadas y toma en cuenta las condiciones locales. Esto contribuiría a una mejor planificación al permitir conocer el estado actual de problemas complejos y ofrecer información valiosa y práctica para la toma de decisiones.

Tras realizar una reflexión sobre el concepto de sostenibilidad y examinar los ODS, se relacionan los mismos, concretamente el objetivo número seis, con la gestión integrada de recursos hídricos. La importancia del recurso hídrico y los desafíos que plantea una adecuada gestión del mismo hace necesaria la medición de la eficacia de este servicio por su dimensión ambiental, económica, social y cultural, dimensiones todas ellas de la sostenibilidad. La eficiencia como indicador del desarrollo sostenible necesita ser medida y analizada.

En el ejemplo empírico desarrollado el nivel de eficiencia medio en el servicio de suministro de agua solo el 3,33% de las unidades analizadas se consideran eficientes. Este bajo porcentaje detecta, más allá de la ineficiente gestión del gestor, el posible impacto de otras variables socioeconómicas, ambientales y culturales que podrían estar condicionando el desempeño de los municipios. En principio, los escasos niveles de eficiencia técnica y de escala estarían indicando, al menos, una reducida sostenibilidad económica del servicio. Además, se podría presuponer un cumplimiento insuficiente de los niveles de sostenibilidad deseables si se toma esta medida de la eficiencia como indicador del cumplimiento de los estándares de sostenibilidad marcados en la Agenda 2030.

El estudio presenta algunas limitaciones que presentan una oportunidad para el desarrollo de futuras investigaciones. La ineficiencia detectada se ha atribuido exclusivamente a la nefasta administración de los recursos desarrollada por los gestores municipales del servicio; sin embargo, pueden existir factores ambientales o exógenos que estén restringiendo el margen de maniobra de estos. Con la finalidad de solventar esta limitación se debería investigar en un futuro los determinantes de dicha ineficiencia. Por otro lado, la naturaleza determinística de la metodología DEA y los inconvenientes que esto plantea sobre los estimadores hacen necesario la aplicación de otras técnicas más robustas en la valoración de la eficiencia de los municipios que complementen a la aquí ejecutada.

La voluntad política de la UE y sus estados miembros de alcanzar los objetivos relacionados con la protección ambiental, la transición energética y la lucha contra el cambio climático demuestra su compromiso con el desarrollo sostenible. Más allá de cualquier actitud complaciente, es fundamental reconocer la necesidad de desarrollar las políticas y acciones

necesarias para los objetivos de sostenibilidad. Sería aconsejable, que como se pretende en los indicadores de tercera generación, el cálculo de los niveles de eficiencia en el desempeño de la prestación del servicio público de suministro de agua fuese vinculante para la administración local. Ello contribuiría a la disponibilidad de información relevante a la hora de asignar y administrar de forma eficiente los recursos económicos y naturales.

## 6. Referencias

- Abbott, M. y Cohen, B. (2009). Productivity and efficiency in the water industry. *Utilities Policy*, 17(3-4), 233-244. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2009.05.001>
- Afonso, A. y Fernandes, S. (2008). Assessing and explaining the relative efficiency of Local government. *Journal of Socio-Economics*, 37, 1946-1979. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2007.03.007>
- Alegre, H., Baptista, J. M., Cabrera Jr, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W. y Parena, R. (2016). *Performance indicators for water supply services*. IWA publishing.
- Antequera, J. y González, E. (2005). ¿Medir la sostenibilidad? Una aproximación al tema de los indicadores de sostenibilidad. *Sostenible?*, 7, 133-160. <http://hdl.handle.net/2099/1810>
- Anwandter, L. y Ozuna, T. (2002). Can public sector reforms improve the efficiency of public water utilities? *Environment and Development Economics*, 7(4), 687-700. <https://doi.org/10.1017/S1355770X02000414>
- Ashworth, B., Geys, B., Heyndels, B. y Wille, F. (2014) Competition in the political arena and local government performance., *Applied economics*, 46(19), 2264-2276. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.899679>
- Balaguer-Coll, M. T., Prior, D. y Tortosa-Ausina, E. (2007). On the determinants of local government performance: A two-stage nonparametric approach. *European Economic Review*, 51(2), 425-451. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2006.01.007>
- Benito, B., Bastida, F. y García, J. A. (2010). Explaining differences in efficiency: an application to Spanish Municipalities. *Applied Economics*, 42(5), 515-528. <https://doi.org/10.1080/00036840701675560>
- Benito, B., Faura, Ú., Guillamón, M. D. y Ríos, A. M. (2019a). Empirical evidence for efficiency in provision of drinking water. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 145(4), 06019002. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001049](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001049)
- Benito, B., Faura, U., Guillamón, M. D. y Ríos, A. M. (2019b). The efficiency of public services in small municipalities: The case of drinking water supply. *Cities*, 93, 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.016>
- Borge, L. E., Falch, T. y Tovmo, P. (2008). Public sector efficiency: the Roles of political and budgetary institutions, fiscal capacity and democratic participation. *Public Choice*, 136, 475-495. <https://doi.org/10.1007/s11127-008-9309-7>
- Byrnes, J., Crase, L., Dollery, B. E. y Villano, R., 2010. The relative economic efficiency of urban water utilities in regional New South Wales and Victoria. *Resource and Energy Economics*, 32(3), 439-455. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2009.08.001>

- Charnes, A., Cooper, W. W. y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- De Borger, B. y Kerstens, K. (1996a). Cost efficiency of Belgian local governments: a comparative analysis of FDH, DEA, and econometric approaches. *Regional Science and Urban Economics*, 26(2), 145-160. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(95\)02127-2](https://doi.org/10.1016/0166-0462(95)02127-2)
- Debrau, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19(3), 273-292. <https://doi.org/10.2307/1906814>
- El Mehdi, R. y Hafner, C. M. (2014). Local government efficiency: the case of Moroccan municipalities. *African Development Review*, 26(1), 88-101. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12066>
- Färe, R., Grosskopf, S. y Lovell, C.A.K. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge: University Press.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Gallopín G. (1997). Indicators and their use: information for decision-making. En B. Moldan, S. Billharz y R. Matravers (Eds), *Sustainability Indicators* (pp. 13-27). John Wiley.
- García Lupiola, A. (2022). El Pacto Verde Europeo y las propuestas para su desarrollo. ¿Mayor ambición de la UE para alcanzar el desarrollo sostenible? *Revista de estudios europeos*, 79, 80-114. <https://doi.org/10.24197/ree.79.2022.80-114>
- García, S. y Thomas, A. (2001). The structure of municipal water supply costs: application to a panel of French local communities. *Journal of Productivity Analysis*, 16, 5-29. <https://doi.org/10.1023/A:1011142901799>
- García-Sánchez, I. M. (2006). Efficiency measurement in Spanish local government: the case of municipal water services. *Review of Policy Research*, 23, 355-371. <https://doi.org/10.1111/j.1541-1338.2006.00205.x>
- Geys, B. y Moesen W. (2009b). Measuring local government technical efficiency in Flemish municipalities: an application and comparison of FDH, DEA and econometric approaches. *Public Performance and Management Review*, 32, 489-504. <https://doi.org/10.2753/PMR1530-9576320401>
- Geys, B. y Moesen W. (2009a). Exploring sources of local government technical Inefficiency: Evidence from Flemish Municipalities. *Public Finance and Management*, 9, 1-29. <https://doi.org/10.1177/15239721090090010>
- Goh, K. H. y See, K. F. (2021). Twenty years of water utility benchmarking: A bibliometric analysis of emerging interest in water research and collaboration. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124711. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124711>
- González-Gómez, F. y García-Rubio, M. A. (2008). Efficiency in the management of urban water services. What have we learned after four decades of research. *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 185(2), 39-67.

- Grossman, P., Mavros, P., y Wassmer, R. (1999). Public sector technical inefficiency in large U.S. Cities. *Journal of Urban Economics*, 46, 278-299. <https://doi.org/10.1006/juec.1998.2122>
- Guerrini, A., Romano, G., Leardini, C. y Martini, M. (2015). The effects of operational and environmental variables on efficiency of Danish water and wastewater utilities. *Water*, 7(7), 3263-3282. <https://doi.org/10.3390/w7073263>
- Hernández-Sancho, F., Molinos-Senante, M., Sala-Garrido, R. y Del Saz-Salazar, S. (2012). Tariffs and efficient performance by water suppliers: an empirical approach. *Water Policy*, 14(5), 854-864. <https://doi.org/10.2166/wp.2012.154>
- Instituto Nacional de Estadística \_INE. (2021). *Cifras de población según municipio y sexo del censo 2021*. <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?tpx=55200>
- Koopmans, T. C. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. En T. C. Koopmans, *Activity analysis of production and allocation*. Cowles Commission for Research in Economics. John Wiley and Sons, Inc.
- Lo Storto, C. (2020). Measuring the efficiency of the urban integrated water service by parallel network DEA: The case of Italy. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123170. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123170>
- Martínez-Córdoba, P. J., Raimo, N., Vitolla, F. y Benito, B. (2020). Achieving sustainable development goals. Efficiency in the Spanish clean water and sanitation sector. *Sustainability*, 12(7), 3015. <https://doi.org/10.3390/su12073015>
- Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030 (s.f.). *Mapa de Indicadores de la Agenda 2030 en España*. <https://n9.cl/pgsfh>
- Naciones Unidas (2017). Labor de la Comisión de Estadística en relación con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. A/RES/71/313, 10 de julio de 2017 [https://ggim.un.org/documents/A\\_Res\\_71\\_313\\_s.pdf](https://ggim.un.org/documents/A_Res_71_313_s.pdf)
- Naciones Unidas (ONU) (1987). *Nuestro futuro común*. Editorial Alianza
- Picazo-Tadeo, A. J., González-Gómez, F. y Sáez-Fernández, F. J. (2009a). Accounting for operating environments in measuring water utilities' managerial efficiency. *The Service Industries Journal*, 29(6), 761-773. <https://doi.org/10.1080/02642060802190300>
- Picazo-Tadeo, A. J., Sáez Fernández, F. J. y González Gómez, F. (2009b). The role of environmental factors in wáter utilities' technical efficiency. Empirical evidence from Spanish companies. *Applied Economics*, 41(5), 615-628. <https://doi.org/10.1080/00036840601007310>
- Picazo-Tadeo, A. J., Sáez-Fernández, F. J. y González-Gómez, F. (2008). Does service quality matter in measuring the performance of water utilities? *Utilities Policy*, 16(1), 30-38. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2007.10.001>
- Portocarrero Sierra, L., Morató Farreras, J., Rincón Quintero, Y. y Vanegas López, J. G. (2021). Gobernanza y sostenibilidad: dos conceptos para el impulso de la gestión pública eficiente. *Revista de estudios políticos y estratégicos*, 9(1), 76-106.



<https://repositorio.udem.cl/handle/30081993/1477>

- Prieto, A. M. y Zofio, J. L. (2001). Evaluating effectiveness in public provision of infrastructure and equipment: the case of Spanish municipalities. *Journal of Production Analysis*, 15, 41-58. <https://doi.org/10.1023/A:1026595807015>
- Quiroga Martínez, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Naciones Unidas, CEPAL, división de medioambiente y asentamientos humanos.
- Ramos, M. J. H. y Tilbury, D. (2006). Educación para el desarrollo sostenible, ¿nada nuevo bajo el sol? consideraciones sobre cultura y sostenibilidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 99-109.
- Riestra, L. (2017). Las dimensiones del desarrollo sostenible como paradigma para la construcción de las políticas públicas en Venezuela. *Tekhné*, 21(1), 24-33. <https://doi.org/10.62876/tekhn.v21i1.3543>
- Romano, G. y Guerrini, A. (2011). Measuring and comparing the efficiency of water utility companies: A data envelopment analysis approach. *Utilities Policy*, 19(3), 202-209. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2011.05.005>
- Simar, L. (2003). Detecting outliers in frontier models: a simple approach. *Journal of Productivity Analysis*, 20(3), 391-424. <https://doi.org/10.1023/A:1027308001925>
- Simar, L. y Wilson, P. W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management Science*, 44(1), 49-61. <https://doi.org/10.1287/mnsc.44.1.49>
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2000). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779-802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>
- Simar, L. y Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis* 36(2), 205-218. <https://doi.org/10.1007/s1123-011-0230-6>
- Suárez-Varela, M., García-Valiñas, M. A., González-Gómez, F. y Picazo-Tadeo, A. J. (2017). Ownership and performance in water services revisited: Does private management really outperform public? *Water Resources Management*, 31(8), 2355-2373. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1495-3>
- Sung, N. (2007). Information technology, efficiency and productivity: evidence from Korean local governments. *Applied Economics*, 39, 1691-1703. <https://doi.org/10.1080/00036840600675620>
- Thanassoulis, E. (2000). DEA and its use in the regulation of water companies. *European Journal of Operational Research*, 127(1), 1-13. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00436-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00436-1)
- Walter, M., Cullmann, A., von Hirschhausen, C., Wand, R. y Zschille, M. (2009). Quo vadis efficiency analysis of water distribution? A comparative literature review. *Utilities Policy*, 17(3-4), 225-232. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2009.05.002>

- Werch, A. (2010). *Estrategias Sostenibles*. Empresa Activa.
- Wilson, P. W. (1993). Detecting outliers in deterministic nonparametric frontier models with multiple outputs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 11(3), 319-323. <https://doi.org/10.1080/07350015.1993.10509959>
- Worthington, A. (2014). Nonparametric models of technical efficiency in urban water utilities. En A. Worthington (Ed.), *Economic and financial modelling of markets, institutions and instruments* (pp. 217-234). Nova Science Publishers.
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

## CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

### Contribuciones de los/as autores/as:

**Conceptualización:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente ; **Software:** Conesa Pérez, María del Carmen **Validación:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente **Análisis formal:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente; **Curación de datos:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente; **Redacción-Preparación del borrador original:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente **Redacción-Re- visión y Edición:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente **Visualización:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente **Supervisión:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente **Administración de proyectos:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Conesa Pérez, María del Carmen y María Isabel Ros Clemente.

**Financiación:** Esta investigación no recibió financiamiento externo.

### AUTOR/ES:

**María del Carmen Conesa Pérez**  
Universidad Católica de Murcia (UCAM).  
[ccperez@ucam.edu](mailto:ccperez@ucam.edu)

Profesora en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad Católica de Murcia (UCAM). Coordinadora del MBA on line y de las especialidades de economía y empresa del Máster de Profesorado en la UCAM. Máster Universitario en Ciencias de la Empresa, Máster en Auditoría de Cuentas y Licenciada en Dirección y Administración de Empresas, por la Universidad de Murcia. Ha contribuido significativamente a la investigación y la docencia con publicaciones en revistas y libros reconocidos, y ha presentado sus trabajos en numerosos congresos internacionales. Su investigación se desarrolla en innovación educativa y la eficiencia en la gestión de recursos, contribuyendo al desarrollo del conocimiento en el ámbito académico y profesional.

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0009-0002-2221-8484>

**María Isabel Ros Clemente**

Universidad Católica de Murcia (UCAM).

Actualmente, profesora, secretaria académica y coordinadora del MBA en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad Católica de Murcia. Doctora en Administración y Dirección de Empresas por la Universidad Católica de Murcia, con un máster en Dirección y Administración de Empresas, licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales y con el grado en Educación Social por la Universidad de Murcia. Ha publicado artículos y capítulos de libros sobre innovación educativa y economía. Participa activamente en proyectos de investigación sobre economía circular y discriminación laboral.

[irclemente@ucam.edu](mailto:irclemente@ucam.edu)