

Original

# Análisis de la eficiencia técnica en los hospitales del Sistema Nacional de Salud español



Carmen Pérez-Romero<sup>a</sup>, M. Isabel Ortega-Díaz<sup>b,\*</sup>, Ricardo Ocaña-Riola<sup>a,c</sup> y José Jesús Martín-Martín<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup> Escuela Andaluza de Salud Pública, Granada, España

<sup>b</sup> Departamento de Economía, Universidad de Jaén, Jaén, España

<sup>c</sup> Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada, Granada, España

<sup>d</sup> Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Granada, Granada, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 28 de julio de 2016

Aceptado el 11 de octubre de 2016

On-line el 30 de diciembre de 2016

### Palabras clave:

Eficiencia

Análisis envolvente de datos

Índice de Malmquist

Análisis multinivel

Sistema Nacional de Salud

Hospitales

## R E S U M E N

**Objetivo:** Analizar la eficiencia técnica y la productividad de los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud (SNS) español (2010-2012) e identificar variables hospitalarias y regionales explicativas.

**Métodos:** Se estudian 230 hospitales del SNS mediante análisis envolvente de datos midiendo la eficiencia técnica global, pura, de escala, y el índice de Malmquist. La robustez del análisis se evalúa con modelos *input-output* alternativos. Se emplean modelos multinivel lineales transversales de efectos fijos para analizar las variables explicativas de eficiencia.

**Resultados:** El índice medio de eficiencia técnica global (ETG) es de 0,736 en 2012, con una importante variabilidad por comunidades autónomas. El índice de Malmquist (2010-2012) es de 1,013. Un 23% de la variabilidad en ETG es atribuible a la comunidad autónoma. Las variables exógenas estadísticamente significativas (residentes por cada 100 facultativos, índice de envejecimiento, renta media anual por hogar, gasto en servicios públicos fundamentales y gasto público sanitario per cápita) explican el 42% de la variabilidad de ETG entre hospitales y el 64% entre comunidades autónomas. El número de residentes es estadísticamente significativo. En todas las comunidades autónomas existe una relación lineal directa significativa entre la ETG y la renta anual per cápita y el gasto en servicios públicos fundamentales, e indirecta con el índice de envejecimiento y el gasto público sanitario per cápita.

**Discusión:** El importante margen de mejora en eficiencia de los hospitales está condicionado por características específicas de cada comunidad autónoma, particularmente el envejecimiento, la riqueza y las políticas de gasto público de cada una.

© 2016 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Analysis of the technical efficiency of hospitals in the Spanish National Health Service

### A B S T R A C T

**Objective:** To analyse the technical efficiency and productivity of general hospitals in the Spanish National Health Service (NHS) (2010–2012) and identify explanatory hospital and regional variables.

**Methods:** 230 NHS hospitals were analysed by data envelopment analysis for overall, technical and scale efficiency, and Malmquist index. The robustness of the analysis is contrasted with alternative input-output models. A fixed effects multilevel cross-sectional linear model was used to analyse the explanatory efficiency variables.

**Results:** The average rate of overall technical efficiency (OTE) was 0.736 in 2012; there was considerable variability by region. Malmquist index (2010–2012) is 1.013. A 23% variability in OTE is attributable to the region in question. Statistically significant exogenous variables (residents per 100 physicians, aging index, average annual income per household, essential public service expenditure and public health expenditure per capita) explain 42% of the OTE variability between hospitals and 64% between regions. The number of residents showed a statistically significant relationship. As regards regions, there is a statistically significant direct linear association between OTE and annual income per capita and essential public service expenditure, and an indirect association with the aging index and annual public health expenditure per capita.

**Discussion:** The significant room for improvement in the efficiency of hospitals is conditioned by region-specific characteristics, specifically aging, wealth and the public expenditure policies of each one.

© 2016 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Keywords:

Efficiency

Data envelopment analysis

Malmquist index

Multilevel analysis

National Health Service

Hospitals

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: [iortega@ujaen.es](mailto:iortega@ujaen.es) (M.I. Ortega-Díaz).

## Introducción

El Sistema Nacional de Salud (SNS), como otros sistemas sanitarios que garantizan la universalidad de acceso con independencia del nivel de renta, se enfrenta a considerables retos para ser fiscalmente sostenible. Sin cuestionar la importancia de una adecuada financiación agregada del sistema, conocer la eficiencia de los hospitales del SNS y sus causas es condición necesaria para el diseño de políticas de optimización de los recursos públicos, no solo por razones de supervivencia, sino también por imperativo ético: la ineficiencia señala un mal uso de los recursos aportados por los ciudadanos y compromete el pacto social que sustenta el SNS. El problema es particularmente complejo en España, donde la responsabilidad de la gestión está descentralizada en las comunidades autónomas<sup>1</sup>.

El análisis envolvente de datos (DEA, *Data Envelopment Analysis*) es el método más utilizado en investigación de servicios sanitarios. Al combinar la construcción de una frontera de eficiencia no paramétrica con la multiplicidad de *inputs* y *outputs* que caracterizan la producción hospitalaria, no requiere información sobre preferencias, precios, prioridades o tecnología, y proporciona unidades de referencia e identificación de la mejor práctica<sup>2-4</sup>.

En el ámbito internacional, son numerosas las investigaciones sobre evaluación de la eficiencia hospitalaria con DEA. A menudo se emplea para establecer una *benchmarking* entre hospitales con distintas características organizativas, dependencia funcional o entornos geográficos<sup>5-11</sup>. En Europa, diversos estudios han evaluado la eficiencia y la productividad de los hospitales públicos en diversos países<sup>12-16</sup>.

El estudio de la eficiencia de las organizaciones sanitarias con métodos frontera también se ha abordado en el SNS español, como revelan distintas revisiones de la literatura<sup>4,17,18</sup>. Sin embargo, la mayoría de los estudios publicados son de ámbito regional, debido a la dificultad de disponer de una base de datos nacional que combine *inputs* y *outputs* hospitalarios e incorpore las altas ajustadas por casuística, lo que limita la potencia de los estudios dado el pequeño número de hospitales considerados<sup>19-22</sup>. Únicamente se han identificado cuatro estudios de ámbito estatal<sup>23-26</sup> y, dentro de ellos, dos utilizan las altas ajustadas por casuística<sup>25,26</sup>.

Otro aspecto relevante es la identificación de los factores explicativos de la eficiencia técnica y la productividad obtenidos<sup>27</sup>. En publicaciones previas internacionales se han comparado las cifras de eficiencia entre grupos de unidades y las explican mediante una regresión lineal<sup>9</sup>, o se identifican variables del entorno que inciden sobre la eficiencia<sup>5,13</sup>. En España, los estudios suelen estimar coeficientes de correlación entre eficiencia y calidad<sup>19,20</sup> u otros factores exógenos, como el tipo de organización hospitalaria<sup>21,22</sup> o las características de la población de referencia<sup>22</sup>.

Este trabajo es el primer estudio que analiza la eficiencia del conjunto de los hospitales generales del SNS español tras el inicio de la crisis económica, considerando la influencia que tienen sobre la eficiencia algunas características hospitalarias y regionales. Los objetivos son, en primer lugar, evaluar la eficiencia técnica estática y dinámica de los hospitales del SNS durante el periodo 2010-2012 mediante el DEA y el índice de Malmquist (IM), con una definición completa de *inputs* y *outputs*, que incorpora la casuística. En segundo lugar, identificar mediante modelos lineales multinivel las variables hospitalarias y regionales que explican dicha eficiencia.

## Métodos

### Ámbito de estudio

Hospitales generales del SNS de titularidad pública o privada que en el momento de realizar el estudio disponían de más de 50 camas

instaladas, con actividad registrada en el servicio de urgencias e información disponible de todos los *inputs* y *outputs* seleccionados durante el periodo 2010-2012. Estos criterios de inclusión permiten acotar un conjunto de hospitales con un grado razonable de homogeneidad para permitir su comparabilidad de forma robusta.

### Unidades de análisis

Doscientos treinta hospitales generales de las 17 comunidades autónomas que formaban parte del SNS español durante el periodo 2010-2012.

### Variables

Los *inputs* utilizados son las camas instaladas, la variable *proxy* del capital más utilizada en la literatura<sup>3</sup>, el personal a tiempo completo (diferenciando entre personal facultativo, otro personal sanitario y personal no sanitario) y el gasto en compras y servicios exteriores adquiridos. Los *outputs* utilizados son las altas ajustadas por casuística (altas hospitalarias ponderadas por el índice de *case-mix*), las consultas externas, las urgencias no ingresadas y los procedimientos de cirugía mayor ambulatoria.

En cada hospital se consideran la dotación de alta tecnología y especialistas en formación, mientras que en la comunidad autónoma se consideran una variable poblacional (índice de envejecimiento), una variable de riqueza (renta media anual por hogar), una variable de desigualdad (índice de Gini) y dos variables de gasto público social regional (gasto en servicios públicos fundamentales<sup>28</sup> per cápita, gasto sanitario público per cápita).

### Fuentes de información

Las principales fuentes de información utilizadas son la Estadística de Centros Sanitarios de Atención Especializada (SIAE) y el Conjunto Mínimo Básico de Datos de Hospitalización (CMBD-H).

### Análisis de los datos

El método utilizado se ha inspirado en Hollingsworth<sup>29</sup> y en Emrouznejad y De Witte<sup>30</sup>, que estructuran las fases de medida de la eficiencia en organizaciones sanitarias. El análisis de los datos consta de dos fases:

- 1) Análisis estático de eficiencia a través del DEA, para conocer la eficiencia técnica global, pura y de escala, y dinámico a partir de la obtención del IM, al objeto de conocer la evolución de la productividad.
- 2) Análisis de segunda etapa para identificar factores relacionados con la eficiencia, mediante un modelo transversal de regresión lineal multinivel de efectos fijos<sup>31</sup>.

El DEA es un método de frontera no paramétrica determinista, que compara la eficiencia técnica de organizaciones (DMU, *Decision Making Units*) que operan en un entorno similar, son homogéneas y presentan multidimensionalidad de *inputs* y *outputs*. Con el DEA, la eficiencia técnica de cada hospital del SNS se obtiene mediante la resolución de un problema de programación matemática, donde los *outputs* y los *inputs* de cada hospital son ponderados para maximizar el cociente entre *outputs* e *inputs*, de forma que dichos pesos o ponderaciones coloquen al centro evaluado en la mejor situación posible respecto a los demás, cuando estos son evaluados con los mismos pesos. La eficiencia técnica global que ofrece el DEA (obtenida con la resolución de un modelo CCR<sup>32</sup>) está compuesta por la eficiencia técnica pura (resolución de un modelo BCC<sup>33</sup>) y por la eficiencia técnica de escala (cociente de las puntuaciones de

**Tabla 1**  
Variables hospitalarias y regionales del análisis de segunda etapa. 2012

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
<i>Variables exógenas hospitalarias</i>				
Número de equipos de alta tecnología <sup>a</sup>	5,79	6,06	0,00	29,00
Residentes por cada 100 facultativos <sup>b</sup>	21,71	18,43	0,00	73,16
<i>Variables por comunidad autónoma</i>				
Índice de Gini <sup>c</sup> (0-1)	0,32	0,02	0,28	0,36
Índice de envejecimiento <sup>d</sup>	121,17	35,78	76,22	197,44
Renta media anual por hogar <sup>e</sup> (€ corrientes)	27.306,12	4.268,39	20.895,00	35.783,00
Gasto per cápita en servicios públicos fundamentales <sup>f</sup> (€ corrientes)	2.477,92	301,40	2.021,10	3.109,20
Gasto público sanitario per cápita <sup>g</sup> (€ corrientes)	1.423,50	171,38	1.190,69	1.841,87

<sup>a</sup> La dotación de alta tecnología recoge el equipamiento de diagnóstico por imagen, radioterapia y otros equipos clasificados como tales, en funcionamiento tanto en el propio hospital como en los centros de especialidades de él dependientes. Fuente: SIAE. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/home.htm>

<sup>b</sup> El personal en formación engloba a todos los profesionales médicos en periodo de formación. Fuente: SIAE. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/home.htm>

<sup>c</sup> El índice de Gini muestra la desigualdad de la renta por comunidad autónoma. Fuente: Jurado Málaga A, Pérez Mayo J. VII Informe sobre exclusión y desarrollo social en España. Fundación FOESSA; 2014. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <http://www.foessa2014.es/informe/uploaded/documentos.trabajo/15102014141722.6189.pdf>

<sup>d</sup> El índice de envejecimiento recoge la estructura de población de la región, definido por el cociente entre el número de personas de 65 o más años de edad y el número de personas menores de 15 años, multiplicado por 100. Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <http://www.ine.es>

<sup>e</sup> La renta anual neta media por hogar proporciona la correspondiente al año anterior al de realización de la entrevista. Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <http://www.ine.es>

<sup>f</sup> Los servicios públicos fundamentales incluyen todas las actividades relacionadas con la prestación y la gestión de servicios de salud (asistencia primaria, especializada y hospitalaria, salud pública, investigación clínica), la prestación y la gestión de servicios educativos (infantil, primaria, secundaria, postsecundaria y superior, becas, servicios auxiliares de la educación) y la prestación y la gestión de los servicios de protección social (los derivados de enfermedad e incapacidad, edad avanzada, supervivientes, protección a la familia, desempleo, vivienda, exclusión social). Fuente: Cucearella Tormo V, Hernández Lahiguera L. Servicios públicos, diferencias territoriales e igualdad de oportunidades. Valencia: Fundación BBVA e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas; 2015. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <http://www.fbbva.es/TLFU/dat/INFORME.SERVICIOS.PUBLICOS.FUNDAMENTALES%20.FBBVA-IVIE.pdf>

<sup>g</sup> Gasto sanitario público territorializado por habitante protegido.

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes citadas en las notas a pie de página.

eficiencia técnica global y técnica pura). La primera hace referencia a la utilización óptima de factores productivos, mientras que la segunda mide el grado en que una unidad productiva opera en la dimensión óptima; es decir, considera el tamaño de la DMU y está asociada a la existencia de rendimientos variables a escala. La frontera la establecen las unidades sanitarias consideradas como eficientes por alcanzar un índice 1 y cualquier combinación lineal de las mismas. En este estudio, el análisis DEA se realiza con orientación *input*, que permite explorar qué unidades son capaces de mantener su nivel de producción empleando, en términos relativos, menos recursos, asumiendo que en los años considerados las políticas sanitarias priorizaban el control de los costes<sup>3,4,29</sup> (véase el Apéndice A disponible online).

Para medir la eficiencia dinámica se emplea el IM, que cuantifica los cambios de productividad de los hospitales: el cambio en la eficiencia técnica y el cambio en la tecnología de producción; es decir, valora si las DMU se alejan o se acercan de su correspondiente frontera de eficiencia entre dos periodos, así como el movimiento de la frontera atribuible al cambio de la tecnología de producción<sup>34</sup> (véase el Apéndice B disponible online).

La selección de *inputs* y *outputs* se ha realizado basándose en la literatura, capturando lo más ampliamente posible el conjunto de recursos y producción hospitalaria<sup>35,36</sup> y su carácter isotónico. Adicionalmente, se cumple la regla propuesta por Banker et al.<sup>37</sup> por la que el número de DMU  $\geq \max \{inputs \times outputs, 3 \times (inputs + outputs)\}$ ;  $(230 \geq \max \{20, 27\})$ .

En la formulación del modelo de regresión lineal multinivel<sup>31</sup> (véase el Apéndice C disponible online), la variable dependiente es la eficiencia técnica global de los hospitales generales del SNS en el año 2012, multiplicada por 100, con el fin de obtener una comprensión más sencilla de los coeficientes. Se incluyeron como variables independientes tanto variables exógenas hospitalarias como regionales (tabla 1). El diagnóstico del modelo se realiza comprobando las condiciones de normalidad de los residuos, la homocedasticidad y la linealidad de las variables independientes.

## Resultados

La tabla 2 muestra las variables *input-output* utilizadas. Las compras y los servicios exteriores constituyen el único *input* que se incrementa en el periodo (un 6,17%), destacando la disminución en personal sanitario no facultativo y personal sanitario (6,71% y 7,58%, respectivamente). Se observa una evolución en la actividad hospitalaria, y destaca la disminución en la atención de urgencias no ingresadas (4,15%) junto con un incremento de los procedimientos quirúrgicos ambulatorios (7,46%).

Los valores de la eficiencia técnica de los hospitales en los 3 años de estudio se muestran en la tabla 3. En 2010, la eficiencia técnica global (ETG) media de los hospitales del SNS fue de 0,762; en 2011, la eficiencia disminuyó en un 6,03% hasta 0,716. En 2012, la eficiencia media se incrementa en un 2,79% y la eficiencia media se sitúa en 0,736. Considerando rendimientos variables de escala, con los que se contempla el distinto tamaño de los centros hospitalarios y sus potenciales diferencias en escalas de producción, se obtienen los índices de eficiencia técnica pura (ETP). Los valores medios de dicha eficiencia se sitúan en 0,845 en 2010, 0,818 en 2011 y 0,828 en 2012. Se ha contrastado la robustez del modelo base definiendo cinco modelos alternativos (tabla 4), y se ha comprobado la significatividad de los resultados mediante el test  $\rho$  de Spearman.

Se han calculado también los índices de eficiencia técnica por comunidad autónoma, obtenidos como promedio de los alcanzados por cada uno de los hospitales generales que integran cada Servicio de Salud (tabla 5). El número de hospitales de cada región no afecta a los índices de eficiencia técnica obtenidos, ya que mediante el DEA cada hospital es comparado con el conjunto de hospitales del SNS que se incluyen en el estudio.

Se observa una amplia variabilidad entre comunidades autónomas en el valor promedio de la ETG en las anualidades 2010-2012, oscilando en 2012 entre 0,590 en Canarias y 0,879 en el País Vasco. Los Servicios de Salud con mayor porcentaje de hospitales eficientes son los de Cataluña (14 hospitales de 45, un 31,11%) y Madrid (6 de 25, un 24%).

**Tabla 2**  
Variables *input-output* de los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud español. 2010-2012

	Media			Var. <sup>a</sup>	Desviación estándar		
	2010	2011	2012		2010	2011	2012
<b>Inputs</b>							
Camas instaladas	412,1	411,17	405,04	-1,71	345,01	341,94	333,14
Personal facultativo <sup>b</sup>	283,75	283,95	278,26	-1,94	232,25	237,77	226,98
Otro personal sanitario <sup>b</sup>	1.376,76	1.337,53	1.284,35	-6,71	1.288,15	1.262,90	1.207,08
Personal no sanitario <sup>b</sup>	432,99	421,31	400,17	-7,58	441,21	436,18	398,48
Compras y servicios exteriores <sup>c</sup>	51.916,23	54.256,62	55.120,09	6,17	49.689,19	53.112,82	53.217,49
<b>Outputs</b>							
Altas totales ajustadas por casuística <sup>d</sup>	15.542,23	15.554,50	15.537,44	-0,03	13.774,37	13.666,87	13.656,19
Consultas externas	290.880,27	295.460,60	291.776,89	0,31	223.693,08	222.401,22	217.721,86
Urgencias no ingresadas	71.438,40	72.023,20	68.477,03	-4,15	50.154,27	50.129,06	47.501,09
Procedimientos de cirugía mayor ambulatoria	3.829,22	3.962,86	4.114,90	7,46	3.117,22	3.218,28	3.310,22

Nota: Se incluyen los hospitales de dependencia pública, hospitales administrados o financiados en su mayor parte por las Administraciones Públicas, los hospitales de dependencia privada pertenecientes a la Red de Utilización Pública (XHUP) en Cataluña y, además, las entidades de dependencia privada que mantienen un concierto sustitutorio, lo que implica que el centro presta toda su oferta asistencial a una población asignada perteneciente al SNS, y donde gran parte de su actividad proviene de este contrato.

<sup>a</sup> Porcentaje de variación 2010-2012.

<sup>b</sup> Número de profesionales a tiempo completo.

<sup>c</sup> Miles de euros.

<sup>d</sup> Las altas hospitalarias se han ajustado aplicando el peso español medio (también denominado índice de *case-mix* o índice de casuística). El peso medio se define como la media ponderada de los pesos de los grupos relacionados por el diagnóstico de todos los pacientes de una determinada unidad, grupo o proveedor.

Fuente: elaboración propia a partir de las fuentes de información SIAE y CMBD-H, Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España. (Consultado el 4/7/2016). Disponible en: <https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablasEstadisticas/home.htm>.

**Tabla 3**  
Eficiencia técnica estática y dinámica de los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud español. 2010-2012

Eficiencia estática	Eficiencia técnica global			Eficiencia técnica pura			Eficiencia de escala		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Media	0,762	0,716	0,736	0,845	0,818	0,828	0,904	0,878	0,892
Mediana	0,734	0,678	0,705	0,857	0,815	0,826	0,935	0,903	0,926
DE	0,150	0,154	0,153	0,143	0,148	0,146	0,098	0,111	0,110
Mínimo	0,473	0,444	0,468	0,489	0,483	0,504	0,592	0,523	0,559
Máximo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hospitales eficientes	35	24	28	74	61	59	-	-	-
Hospitales de la muestra <sup>a</sup>	230	230	230	230	230	230	-	-	-
% hospitales eficientes	15,22	10,43	12,17	32,17	26,52	25,65	-	-	-
Eficiencia dinámica	Cambio de eficiencia			Cambio tecnológico			Índice de Malmquist		
	2010-11	2011-12	2010-12	2010-11	2011-12	2010-12	2010-11	2011-12	2010-12
Media	0,943	1,034	0,971	1,086	0,970	1,050	1,022	1,001	1,019
DE	0,116	0,107	0,130	0,058	0,051	0,056	0,131	0,092	0,143
Máximo	1,991	1,685	1,991	1,350	1,136	1,283	2,171	1,541	2,241
Mínimo	0,630	0,695	0,596	0,947	0,799	0,865	0,653	0,631	0,563

DE: desviación estándar.

<sup>a</sup> Se excluyen los hospitales de las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4**  
Construcción del modelo base y modelos alternativos

	Modelo base	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
<b>Inputs</b>						
Camas instaladas	X	X	X	X	X	X
Compras y servicios exteriores	X	—	X	X	X	X
Personal facultativo	X	X	}	}	X	X
Otro personal sanitario	X	X			X	X
Personal no sanitario	X	X	X		X	X
<b>Outputs</b>						
Altas totales ajustadas	X	X	X	X	X	X
Consultas externas	X	X	X	X	—	X
Urgencias no ingresadas	X	X	X	X	—	X
Procedimientos de cirugía mayor ambulatoria	X	X	X	X	—	—

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5**  
Eficiencia técnica de los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud español por comunidad autónoma. 2010-2012

	Eficiencia técnica global			Eficiencia técnica pura			Eficiencia de escala		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
<i>Andalucía (n = 31)</i>									
Media	0,726	0,682	0,705	0,849	0,804	0,832	0,866	0,858	0,856
% hospitales eficientes	6,45	3,23	6,45	25,81	22,58	22,58	-	-	-
<i>Aragón (n = 10)</i>									
Media	0,643	0,594	0,680	0,709	0,672	0,745	0,913	0,895	0,918
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>Asturias (n = 9)</i>									
Media	0,753	0,662	0,686	0,847	0,785	0,803	0,886	0,838	0,848
% hospitales eficientes	11,11	11,11	11,11	22,22	11,11	11,11	-	-	-
<i>C. Foral de Navarra (n = 2)</i>									
Media	0,743	0,737	0,785	0,764	0,777	0,791	0,974	0,950	0,993
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>Canarias (n = 7)</i>									
Media	0,586	0,557	0,590	0,668	0,661	0,670	0,885	0,852	0,887
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>Cantabria (n = 3)</i>									
Media	0,642	0,635	0,666	0,712	0,713	0,717	0,907	0,895	0,935
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>Castilla y León (n = 14)</i>									
Media	0,680	0,610	0,633	0,771	0,735	0,746	0,886	0,838	0,852
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>Castilla-La Mancha (n = 13)</i>									
Media	0,727	0,686	0,701	0,780	0,753	0,754	0,930	0,909	0,928
% hospitales eficientes	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	-	-	-
<i>Cataluña (n = 45)</i>									
Media	0,889	0,850	0,866	0,945	0,931	0,942	0,940	0,913	0,919
% hospitales eficientes	37,78	20,00	31,11	60,00	46,67	55,56	-	-	-
<i>Comunidad Valenciana (n = 26)</i>									
Media	0,735	0,696	0,701	0,803	0,763	0,771	0,922	0,913	0,914
% hospitales eficientes	11,54	11,54	11,54	34,62	23,08	19,23	-	-	-
<i>Extremadura (n = 6)</i>									
Media	0,604	0,596	0,601	0,699	0,743	0,702	0,883	0,822	0,876
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,00	-	-	-
<i>Galicia (n = 15)</i>									
Media	0,711	0,642	0,687	0,829	0,829	0,849	0,855	0,784	0,818
% hospitales eficientes	6,67	6,67	6,67	26,67	33,33	26,67	-	-	-
<i>Islas Baleares (n = 5)</i>									
Media	0,711	0,700	0,677	0,740	0,732	0,700	0,961	0,955	0,968
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>La Rioja (n = 2)</i>									
Media	0,712	0,682	0,732	0,812	0,789	0,817	0,881	0,867	0,899
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
<i>Madrid (n = 25)</i>									
Media	0,831	0,774	0,790	0,948	0,917	0,910	0,877	0,845	0,869
% hospitales eficientes	36,00	28,00	24,00	72,00	56,00	52,00	-	-	-
<i>País Vasco (n = 9)</i>									
Media	0,893	0,871	0,879	0,963	0,953	0,955	0,928	0,916	0,921
% hospitales eficientes	11,11	11,11	0,00	55,56	55,56	33,33	-	-	-
<i>Región de Murcia (n = 8)</i>									
Media	0,725	0,653	0,634	0,778	0,719	0,686	0,932	0,910	0,930
% hospitales eficientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Al ajustar por escala de producción, los Servicios de Salud del País Vasco, Cataluña y Madrid se mantienen con los mayores índices promedio de ETP. Adicionalmente, Galicia y Andalucía mejoran al alza sus niveles de eficiencia técnica bajo rendimientos variables de escala (0,849 y 0,832, respectivamente).

La evolución dinámica de la eficiencia se muestra en la [tabla 3](#). El IM pone de manifiesto que se ha producido una ligera mejora de la productividad media de los hospitales generales del SNS en el periodo 2010-2012 (1,019). Si se analizan las causas de las

variaciones en el IM, se observa que en el periodo de estudio ha tenido lugar una disminución de la eficiencia técnica de los hospitales (0,971), parcialmente compensada por una mejora en la frontera tecnológica (1,050).

En el análisis de segunda etapa, el coeficiente de correlación intraclase mostró que el 23% de la variabilidad de la ETG es atribuible a diferencias entre comunidades autónomas, siendo esta heterogeneidad estadísticamente significativa. Los coeficientes de determinación del modelo multinivel muestran que las variables



**Tabla 6**

Modelo de regresión lineal multinivel para el estudio de los factores relacionados con la eficiencia técnica global de los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud español. 2012

	Coeficiente <sup>a</sup>	Error estándar	Intervalo de confianza del 95%		Valor de p
			Inferior	Superior	
<i>Término independiente</i>	69,411	1,314	66,84	71,99	0,000
<i>Número de equipos de alta tecnología</i>	-0,088	0,148	-0,38	0,20	0,552
<i>Residentes por cada 100 facultativos</i>					
Residentes	-2,093	0,279	-2,64	-1,55	0,000
Residentes <sup>2</sup>	0,225	0,048	0,13	0,32	0,000
<i>Índice de Gini (0-100)</i>	0,483	0,924	-1,33	2,29	0,601
<i>Índice de envejecimiento</i>	-0,091	0,038	-0,17	-0,02	0,017
<i>Renta media anual por hogar (miles de €)</i>	1,575	0,351	0,89	2,26	0,000
<i>Gasto en servicios públicos fundamentales (cientos de €)</i>	2,272	0,785	0,73	3,81	0,004
<i>Gasto público sanitario per cápita (cientos de €)</i>	-3,546	1,345	-6,18	-0,91	0,008

<sup>a</sup> Coeficiente de regresión de cada variable centrada en su media. La variable dependiente (ETG) se transformó para que tomara valores comprendidos entre 0 y 100, siendo 100 la máxima eficiencia técnica global.

Fuente: elaboración propia.

independientes explican el 42% de la variabilidad de la ETG entre hospitales y el 64% entre comunidades autónomas.

El análisis de las variables hospitalarias reveló que los factores relacionados con la ETG (tabla 6) mostraron una relación cuadrática cóncava ( $a - bx + cx^2$ ) entre la eficiencia técnica y el número de residentes por cada 100 facultativos a tiempo completo, con un valor de eficiencia técnica mínimo alcanzado en 8,95 residentes por 100 facultativos; es decir, la ETG de los hospitales generales del SNS disminuye a medida que aumenta el número de residentes por 100 facultativos hasta llegar a 8,95 residentes, número a partir del cual la ETG invierte su tendencia y se eleva paulatinamente a medida que aumenta el número de residentes por 100 facultativos. Sin embargo, no se encontró una relación lineal estadísticamente significativa entre la ETG y el número de equipos de alta tecnología.

En cuanto a las variables regionales, la eficiencia técnica mostró una relación lineal indirecta estadísticamente significativa con el índice de envejecimiento y el gasto público sanitario per cápita. Así, la ETG disminuye -0,091 puntos porcentuales por cada unidad de aumento del índice de envejecimiento y -3,546 puntos por cada 100 € invertidos en gasto sanitario. Por el contrario, se encontró una relación lineal directa estadísticamente significativa entre la ETG y las variables renta anual per cápita y gasto per cápita en servicios públicos fundamentales. De esta forma, la ETG aumenta 1,575 puntos porcentuales por cada 1000 € de renta anual per cápita y 2,272 puntos porcentuales por cada 100 € invertidos en servicios públicos fundamentales. No se encontró una relación lineal estadísticamente significativa entre la ETG y el índice de Gini.

## Discusión

El presente trabajo es el primero publicado en España que analiza la eficiencia del conjunto de hospitales generales del SNS posteriormente al inicio de la crisis económica (2010-2012). La mayoría de los estudios publicados son de ámbito regional e incorporan un número menor de unidades hospitalarias. Seijas e Iglesias<sup>22</sup> analizaron la eficiencia de los hospitales del Servicio Gallego de Salud combinando modelos de frontera estocástica y DEA, y Prior<sup>38</sup> evaluó la eficiencia técnica de los hospitales generales del Servicio Catalán de Salud incorporando la calidad técnica en el modelo. En Andalucía existe un importante número de estudios de eficiencia técnica, bien de los hospitales del Servicio Andaluz de Salud<sup>19,20,39,40</sup> o del conjunto de hospitales del Sistema Sanitario Público de Andalucía<sup>21</sup>.

Solo se han identificado cuatro estudios que abarcan el conjunto de los hospitales que integran el SNS que utilicen el DEA. Rodríguez y Sánchez-Macías<sup>23</sup> incluyen 593 hospitales públicos o privados, en

el año 2000, y analizan la relación entre eficiencia técnica y grado de especialización. Cabello e Hidalgo<sup>24</sup>, con una muestra de 65 hospitales con más 500 camas, desarrollan cuatro casos de estudio con diferentes combinaciones de *inputs* y *outputs*, y encuentran diferencias de eficiencia técnica en los índices promedio de eficiencia hospitalaria por comunidad autónoma. Sin embargo, como ninguno utiliza como *output* las altas ajustadas por casuística, sus resultados son poco comparables con los de este trabajo.

El trabajo de Fernández<sup>25</sup> con una muestra de 151 hospitales españoles del SNS, en el periodo 2004-2009, clasificados por grupo de *cluster* y comunidad autónoma, incorpora la casuística, pero no la actividad ambulatoria, y halla un incremento global de la eficiencia técnica, tanto de la eficiencia técnica pura como de la eficiencia de escala. Su trabajo identifica diferencias estadísticamente significativas en la eficiencia hospitalaria de cada comunidad autónoma y de los *cluster* hospitalarios. Mientras en su trabajo la evolución de la eficiencia técnica promedio de los hospitales del SNS es creciente, en esta investigación se observa una tendencia ligeramente decreciente, que se ve compensada con una mejora de la frontera tecnológica. No obstante, los distintos periodos temporales del análisis y la diferente configuración de la matriz de *inputs-outputs* podrían explicar parcialmente las divergencias en los resultados.

Finalmente, Martín y Ortega-Díaz<sup>26</sup>, a partir de una muestra de 270 hospitales generales españoles y considerando también la diferente casuística, aplican el método de la eficiencia cruzada (X-DEA) para elaborar un ranking de aquellos hospitales catalogados como eficientes e identificar los factores críticos de rendimiento, por lo que sus resultados no son comparables con los de este trabajo.

La ETG del trabajo es relativamente inferior a la hallada en otros estudios europeos previos (0,806)<sup>29</sup>, aunque dada la heterogeneidad de los países y del horizonte temporal considerado, la diferencia debe tomarse con cautela.

En la literatura nacional e internacional se han realizado diversas aproximaciones para identificar factores explicativos de la eficiencia técnica y la productividad<sup>27</sup>. La mayoría de los estudios comparan las cifras de eficiencia entre grupos de unidades y las explican mediante una regresión lineal. Por ejemplo, en Irán se analizó la variabilidad en la eficiencia de los hospitales públicos aplicando un DEA multigrupo<sup>9</sup>; en Grecia se identificaron variables del entorno que inciden sobre los índices de eficiencia<sup>13</sup>; y de forma similar, en los países de la OCDE, en un estudio comparativo, se identificaron factores del entorno que explican la diferencias en eficiencia hospitalaria<sup>5</sup>. En España se utilizan con frecuencia coeficientes de correlación para explorar la relación entre eficiencia y otros factores<sup>19-22</sup>. Sin embargo, no se ha encontrado ningún

estudio, nacional ni internacional, que combine modelos de regresión multinivel para explicar la eficiencia de los hospitales de la red pública española, siendo esta una de las principales innovaciones metodológicas que aporta este estudio.

Este estudio presenta las limitaciones metodológicas del DEA<sup>21</sup>, derivadas de su carácter determinista, que se ha afrontado con la contrastación de diversos modelos. En relación con las variables de personal incorporadas en el modelo, la información disponible no ha permitido incluir profesionales a tiempo parcial y han quedado excluidos del análisis. Este hecho puede sobreestimar la eficiencia de aquellos hospitales con una utilización intensiva de trabajadores a tiempo parcial.

Este trabajo es el primero que mide la eficiencia de los hospitales del SNS con posterioridad a la crisis económica, y analiza la influencia de variables hospitalarias y regionales mediante regresión lineal multinivel con efectos fijos. Según nuestros resultados, existe un amplio margen de mejora en la eficiencia hospitalaria, si bien con diferencias notables entre comunidades autónomas. Por otro lado, un 23% de la variabilidad en la eficiencia técnica de los hospitales está relacionada con la comunidad autónoma donde se ubican, siendo estadísticamente significativa la relación lineal directa entre eficiencia, renta per cápita de los hogares y gasto per cápita en SPF, e indirecta en relación al envejecimiento y el gasto sanitario público per cápita. Aunque el gasto sanitario público es un componente del gasto per cápita en SPF, las dos variables no se correlacionan entre sí, lo que explica la distinta significación estadística de ambas.

El desarrollo de métodos robustos y de bases de datos adecuadas para medir la eficiencia hospitalaria es importante para la política sanitaria. La evaluación de los hospitales del SNS mediante DEA permite a los responsables regionales y estatales comparar la eficiencia de los hospitales de una comunidad autónoma con los de otras. Esto implica la necesidad de crear un sistema de información público que identifique los *inputs* y los *outputs* de los hospitales del SNS.

Este estudio señala y cuantifica por primera vez la importancia de las características sociodemográficas y de las políticas de gasto público regional para explicar la eficiencia del hospital, ampliando la perspectiva política de análisis desde la que abordar la mejora de los hospitales. Futuras líneas de investigación son el análisis de las diferencias de eficiencia por tipo jurídico y organizativo, así como una profundización en las variables explicativas de ámbito hospitalario y de comunidad autónoma.

### ¿Qué se sabe sobre el tema?

Son muy escasos los estudios que analizan con métodos frontera la eficiencia de los centros hospitalarios del conjunto del Sistema Nacional de Salud español considerando la diferente casuística de los pacientes. Además, ninguno de ellos lo ha hecho, hasta ahora, en un contexto de fuertes ajustes presupuestarios.

### ¿Qué añade el estudio realizado a la literatura?

Es el primer estudio que analiza la eficiencia de los hospitales generales del Sistema Nacional de Salud español tras el inicio de la crisis económica, considerando un conjunto amplio de *inputs* y *outputs*, y estudiando la influencia sobre la eficiencia de las características hospitalarias y regionales mediante análisis multinivel. Dicha metodología y los resultados obtenidos son relevantes para el diseño de políticas sanitarias que mejoren la eficiencia hospitalaria.

### Editor responsable del artículo

David Cantarero.

### Declaración de transparencia

El/la autor/a principal (garante responsable del manuscrito) afirma que este manuscrito es un reporte honesto, preciso y transparente del estudio que se remite a GACETA SANITARIA, que no se han omitido aspectos importantes del estudio, y que las discrepancias del estudio según lo previsto (y, si son relevantes, registradas) se han explicado.

### Contribuciones de autoría

Todos/as los/las autores/as han participado en la concepción, el diseño del trabajo y la elaboración de este artículo. Específicamente, J.J. Martín coordinó el desarrollo del proyecto, la escritura del artículo y su revisión crítica; M.I. Ortega Díaz y C. Pérez Romero recopilaron los datos, estimaron los coeficientes de eficiencia técnica estática y dinámica, realizaron la revisión de la literatura y redactaron el texto, y R. Ocaña Riola realizó el análisis estadístico de segunda etapa. Todo/as los/las autores/as han contribuido en la interpretación de los resultados, han revisado todos los aspectos que integran el manuscrito y han aprobado la versión final.

### Agradecimientos

A la Subdirección de Información Sanitaria e Innovación (Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación) del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España, por la colaboración y las facilidades proporcionadas para la realización del estudio.

### Financiación

Ninguna.

### Conflictos de intereses

Ninguno.

### Apéndice. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en doi:10.1016/j.gaceta.2016.10.007.

### Bibliografía

- Martín JJ, López del Amo MP. La sostenibilidad del Sistema Nacional de Salud en España. *Cienc Saude Coletiva*. 2011;16:2773–82.
- Asandulua L, Romanb M, Fatulescua P. The efficiency of healthcare systems in Europe: a data envelopment analysis approach. *Procedia Economics and Finance*. 2014;10:261–8.
- O'Neill L, Rauner M, Heidenberger K, et al. A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio Econ Plan Sci*. 2007;42:58–189.
- Martín JJ, López del Amo MP. La medida de la eficiencia de las organizaciones sanitarias. *PGP*. 2007;49:139–61.
- Varabyova Y, Schreyögg J. International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches. *Health Policy*. 2013;112:70–9.
- Harrison JP, Meyer S. Measuring efficiency among US federal hospitals. *Health Care Manag*. 2014;33:117–27.
- Torabipour A, Najrzadeh M, Arab M, et al. Hospitals productivity measurement using data envelopment analysis technique. *Iranian J Public Health*. 2014;43:1576–81.
- Applanaidu SD, Samudin S, Ali J, et al. Technical and scale efficiency of public hospitals in Kedah, Malaysia: a data envelopment analysis (DEA). *J Health Manag*. 2014;16:327–35.

9. Rezaee MJ, Karimzadi A. Do geographical locations affect in hospitals performance? A multi-group data envelopment analysis. *J Med Syst.* 2015;39:85.
10. Ashton T. Measuring health system performance: a new approach to accountability and quality improvement in New Zealand. *Health Policy.* 2015;119:990–1004.
11. Gok MS, Altundag E. Analysis of the cost and efficiency relationship: experience in the Turkish pay for performance system. *Eur J Health Econ.* 2015;16:459–69.
12. Kontodimopoulos N, Papathanasiou ND, Flokou A, et al. The impact of non-discretionary factors on DEA and SFA technical efficiency differences. *J Med Syst.* 2011;35:981–9.
13. Kounetas K, Papathanassopoulos F. How efficient are Greek hospitals? A case study using a double bootstrap DEA approach. *Eur J Health Econ.* 2013;14:979–94.
14. Linna M, Häkkinen U, Peltola M, et al. Measuring cost efficiency in the Nordic Hospitals – a cross-sectional comparison of public hospitals in 2002. *Health Care Manag Sci.* 2010;13:346–57.
15. Siciliani L. Estimating technical efficiency in the hospital sector with panel data. A comparison of parametric and non-parametric techniques. *Appl Health Econ Health Policy.* 2006;5:99–116.
16. Castelli A, Street A, Verzulli R, et al. Examining variations in hospital productivity in the English NHS. *Eur J Health Econ.* 2015;16:243–54.
17. Puig-Junoy J, Dalmau E. ¿Qué sabemos acerca de la eficiencia de las organizaciones sanitarias en España? Una revisión de la literatura económica. En: Libro de las XX Jornadas de Economía de la Salud, Palma de Mallorca, España, 3-5 de mayo de 2000. Barcelona: Asociación de Economía de la Salud; 2000. p. 1–46.
18. Cabasés JM, Martín JJ, López del Amo MP. La eficiencia de las organizaciones hospitalarias. *Pap Econ Esp.* 2003;35:195–225.
19. Navarro JL, Hernández E. Efficiency and quality in health services: a crucial link. *Serv Ind J.* 2011;3:385–403.
20. García Lacalle J, Martín E. Rural vs urban hospital performance in a 'competitive' public health service. *Soc Sci Med.* 2010;71:1131–40.
21. Herrero L, Martín JJ, López del Amo MP. Eficiencia técnica de los hospitales públicos y de las empresas públicas hospitalarias de Andalucía. *Gac Sanit.* 2015;29:274–81.
22. Seijas A, Iglesias G. Medida de la eficiencia técnica en los hospitales públicos gallegos. *Rev Galega Econ.* 2009;18:1132–2799.
23. Rodríguez López F, Sánchez-Macías JI. Especialización y eficiencia en el sistema hospitalario español. Cuadernos Económicos de ICE. 2004;67:27–47 (Consultado el 8/7/2016.) Disponible en: <http://campus.usal.es/~econapli/2.dtea/2004/dtea0204.pdf>
24. Cabello PA, Hidalgo A. Análisis de la eficiencia hospitalaria por comunidad autónoma en el ámbito del Sistema Nacional de Salud. *Investigaciones Regionales.* 2014;28:147–58.
25. Fernández Gómez A. Técnicas estadísticas para la medición de la eficiencia y la productividad total de los factores. Aplicación al sistema hospitalario español. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2015. Tesis doctoral.
26. Martín C, Ortega-Díaz MI. Rendimiento hospitalario y bechmarking. *Rev Econ Apl\_Spain.* 2016;70:97–121.
27. Worthington AC. Frontier efficiency measurement in health care: a review of empirical techniques and selected. *Med Care Res Rev.* 2004;61:135–70.
28. Cucarella Tormo V, Hernández Lahiguera L. Servicios públicos, diferencias territoriales e igualdad de oportunidades. Valencia: Fundación BBVA e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas; 2015. p. 243.
29. Hollingsworth B. The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. *Health Econ.* 2008;17:1107–28.
30. Emrouznejad A, De Witte K. COOPER-framework: a unified process for nonparametric projects. Tier Working paper series; 2010.
31. Goldstein H. Multilevel statistical models. 4th ed. West Sussex: Wiley; 2011.
32. Charnes A, Cooper W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *Eur J Oper Res.* 1978;2:429–44.
33. Banker R, Charnes A, Cooper W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Manage Sci.* 1984;30:1078–92.
34. Charnes A, Cooper W, Lewin A, et al. Basic DEA models, data envelopment analysis: theory, methodology and applications. 2nd ed. Boston: Kluwer Academic Publishers; 2007. p. 489.
35. Jacobs R, Goddard M, Smith P. How robust are hospital ranks based on composite performance measures? *Med Care.* 2005;43:1177–84.
36. Spinks J, Hollingsworth B. Cross-country comparisons of technical efficiency of health production: a demonstration of pitfalls. *Appl Econ.* 2009;41:417–27.
37. Banker RD, Charnes A, Cooper W, et al. An introduction to data envelopment analysis with some models and their uses. *Jogna.* 1989;5:125–63.
38. Prior D. Efficiency and total quality management in health care organizations: a dynamic frontier approach. *Ann Oper Res.* 2006;145:281–99.
39. Cámara de Cuentas de Andalucía. Análisis comparativo de la actividad realizada por dos hospitales del Sistema Sanitario Público de Andalucía: Hospital Virgen de Valme y Hospital Costa del Sol, ejercicio 2008. Sevilla: Cámara de Cuentas de Andalucía; 2009. Informe técnico N° OE 04/2009. (Consultado el 5/7/2016.) Disponible en: <http://www.ccuentas.es/files/reports/complete/1332156441-oe-04-2009-def.pdf>
40. Navarro C, Karlsdotter K, Martín JJ, et al. Medida de la eficiencia de los Hospitales del Servicio Andaluz de Salud mediante técnicas no frontera. Indicadores sintéticos de eficiencia. En: Libro del XVIII Encuentro de Economía Pública, Málaga, España, 2011. (Consultado el 2/7/2016.) Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3630743>