Volume 20 Issue 38
Originally issued as K7



Global Journal of Medical Research: K
Interdisciplinary
Volume 20 Issue 7 Version 1.0 Year 2020
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals
Online ISSN: 2249-4618 & Print ISSN: 0975-5888

Hospital Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis

By Planck Barahona U. & Manuel Barahona D.

Universidad de Atacama

Abstract- The objective of this work is to determine the Technical Efficiency for a set of Hospitals of the National Health System of Chile for the periods 2015 and 2016. The methodology to be used is the DEA-CCR data analysis and DEA-BCC Orientation Inputs. The inputs variables are the number of doctors, dentists, nutritionists, nurses, kinesiologists, midwives, medical technicians, paramedics, and number of beds. As Output hospital discharges. The results showed that, in the case of Model 1 DEA-CCR, the hospitals that improved their efficiency scores were Tarapacá (100), Coquimbo (91) and Araucanía (100). In the other Regions there has been a decrease in their efficiency scores. In the second phase of the study, a linear regression model was used to quantify the effect of the variable medical personnel and hospital discharges. The results found a positive and statistically significant effect of the medical staff variable on hospital discharges. In other words, with an increase of one percentage point in medical personnel, hospital discharges would increase by 36.1 percentage points. On the other hand, the same analysis did not find that an increase in the medical staff will improve efficiency rates.

Keywords: *efficiency, public hospitals, envelope data analysis.*

GJMR-K Classification: *NLMC Code: WW 26.5*



Strictly as per the compliance and regulations of:



© 2020. Planck Barahona U. & Manuel Barahona D. This is a research/review paper, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported License http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), permitting all non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Hospital Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis

Planck Barahona U. α & Manuel Barahona D. σ

Resumen- El objetivo de este trabajo es determinar la Eficiencia Técnica para un conjunto de Hospitales del Sistema Nacional de Salud de Chile para los períodos 2015 y 2016. La metodología utilizada es el Análisis envolvente de datos DEA-CCR y DEA-BCC Orientación Inputs. Como variables Inputs se utilizaron la cantidad de médicos, dentistas, nutricionistas, enfermeras, kinesiólogos, matronas, técnicos médicos, paramédicos y número de camas. Como variable Output egresos hospitalarios. Los resultados pusieron de manifiesto que, en el caso del Modelo 1 DEA-CCR, los hospitales de las Regiones del país que mejoraron sus puntajes de eficiencia fueron Tarapacá (100), Coquimbo (91) y la Araucanía (100).En las demás Regiones ha habido una disminución en sus puntajes de eficiencia. En la segunda fase del estudio se hizo uso de un modelo de Regresión lineal para cuantificar el efecto de la variable personal médico y egresos hospitalarios. Los resultados encontraronque con un incremento en un punto porcentual en el personal médico los egresos hospitalarios se incrementarían en 36,1 puntos porcentuales. Por otro lado, el mismo análisis no encontró una relación concluyente que nos haga pensar que un aumento en la dotación médica *per se* vaya a mejorar los índices de eficiencia.

Palabras claves: eficiencia, hospitales públicos, análisis envolvente de datos.

Abstract- The objective of this work is to determine the Technical Efficiency for a set of Hospitals of the National Health System of Chile for the periods 2015 and 2016. The methodology to be used is the DEA-CCR data analysis and DEA-BCC Orientation Inputs. The inputs variables are the number of doctors, dentists, nutritionists, nurses, kinesiologists, midwives, medical technicians, paramedics, and number of beds. As Output hospital discharges. The results showed that, in the case of Model 1 DEA-CCR, the hospitals that improved their efficiency scores were Tarapacá (100), Coquimbo (91) and Araucanía (100). In the other Regions there has been a decrease in their efficiency scores. In the second phase of the study, a linear regression model was used to quantify the effect of the variable medical personnel and hospital discharges. The results found a positive and statistically significant effect of the medical staff variable on hospital discharges. In other words, with an increase of one percentage point in medical personnel, hospital discharges would increase by 36.1 percentage points. On the other hand, the same analysis did not find that an increase in the medical staff will improve efficiency rates.

Keywords: efficiency, public hospitals, envelope data analysis.

Author α: Departamento de Industria y Negocios, Universidad de Atacama, Chile. e-mail: Planck.barahona@uda.cl

Author σ: Departamento de Matemáticas, Universidad de Atacama, Chile. e-mail: manuel.barahona@uda.cl

I. Introduction

En las últimas décadas Chile ha experimentado un importante aumento en el gasto en salud. Según datos del Ministerio de Salud (2018) y contrastado con el informe de la Dirección de Presupuesto (DIPRES, 2013), el gasto público en salud como porcentaje del PIB se ha triplicado entre 1990 y 2016, incrementándose desde 1,6% a un 4,3% respectivamente. Las razones del gasto en salud tienen que ver con cambios epidemiológicos, el envejeciendo de la población, prestaciones más costosas, incremento de la capacidad instalada y recursos humanos más especializados. En este contexto de alta demanda de recursosmédicos, los hospitales Públicos están siendo objeto de importantes transformaciones en sus modelos de gestión de parte del Estado exigiendo criterios de racionalidad y eficiencia económica. Igualmente con la entrega de los recursos, se requiere garantizar dos aspectos indisolubles, la calidad de los servicios de salud públicoyla eficiencia. Cuando hablamos de eficiencia tiene que ver en cómo alcanzar a un mínimo costo un nivel dado de producción *(Ouputs*) con una combinación concreta de factores de producción (*Inputs).* La importancia radica en establecer cuáles de las unidades hospitalarias han hecho un uso adecuado de sus recursos en un contexto donde las autoridades persiguen objetivos de eficiencia en la asignación de los recursos del sector público.

El Análisis de eficiencia fue propuesto por Charnes et al. (1978) basándose en el trabajo de Farrel (1957). La metodología propuesta es el análisis envolvente de datos (AED), una técnica no paramétrica que proporciona una medida satisfactoria de eficiencia productiva que considera todos los inputs (entradas) que se emplean y los Outputs (salidas) que se generan.

El objetivo de este trabajo es determinar la eficiencia técnica para un conjunto de Hospitales Públicos en el período 2015 y 2016. La metodología utilizada es el Análisis envolvente de datos rendimiento constantes a escala DEA-CCR y DEA-BCC rendimientos creciente a escala, Orientación Inputs.Como variables Inputs se utilizaron la cantidad de médicos, dentistas, nutricionistas, enfermeras, kinesiólogos, matronas, técnicos médico, paramédicos y número de camas. Como variable Output los egresos hospitalarios.

© 2020 Global Journals

II. Literature Review

Un paso previo para garantizar la calidad de cualquier servicio de salud público es determinar la manera en que se está llevando a cabo una adecuada gestión de los recursos hospitalarios. En este sentido, se espera que todo modelo de gestión hospitalaria cumpla con el propósito de organizar y combinar los recursos de manera tal que cumpla con el objetivo de mejorar la eficiencia. La evidencia científica ha encontrado que el personal médico es un agente esencial en la consecución de los objetivos de eficiencia. En este contexto, los autores Reyes et al. (1993) llevaron a cabo un estudio de medición de eficiencia hospitalaria para 7 establecimientos de salud de medicina preventiva de la provincia de Andalucía, España. Como variables de entrada se escogieron el salario mensual del personal médico y salario de personal no médico y como variables outputs, la formación médico interno residente de la especialidad, y los exámenes de salud realizados. Los resultados mostraron que de los siete servicios estudiados, tres mostraron algún tipo de ineficiencia relativa, esto es un índice de eficiencia menor a 1. Se encontró que las unidades quefracasaronen alcanzar los mejores niveles posibles de eficiencia era cuando pretendían emplear un uso excesivo de inputs. En un estudio más reciente, y en la misma línea de investigación, los autores Ligarda y Naccha (2006) llevaron a cabo una estimación de eficiencia para un conjunto de hospitales del Perú. Los autores consideraron como variables de entrada el personal médico, enfermeras, obstetricias, odontólogos, técnico de enfermería, consumo de medicamentos y como variables outputs, atenciones médicas y actividades preventivas. Los resultados identificaron que nueve micro-redes tuvieron nivel de eficiencia técnica global del 100%, mientras que las restantes se mantuvieron bajo el nivel de eficiencia. La eficiencia media de las micro-redes estudiadas fue de un 97,9%, lo que mostró que para alcanzar la frontera eficiencia tendrían que reducir sus inputs en un 3%.Otros trabajos han centrado su atención en la relación calidad y eficiencia de los servicios hospitalarios. Es así, queen un estudio llevado a cabo por los autores Nayar y Ozcan (2008) examinaron los resultados de la calidad y eficiencia técnica de 177 hospitales de la ciudad Virginia, Estados Unidos. Como variables outputs incluyeron el total de pacientes dados de alta, total de visitas de pacientes externos provenientes de emergencias y formación médica a tiempo completo. Como inputs se utilizó el tamaño del hospital, la cantidad de gastos operacionales y de capital, el personal a tiempo completoy total de activos. La calidad de los servicios hospitalarios se midió a través del porcentaje de pacientes que fueron atendidos oportunamente. En términos generales los resultados mostraron que los hospitales que producían de manera eficiente, también mostraron resultados de calidad en sus servicios hospitalarios. Es decir, se encontró, que los hospitales pueden mejorar su eficiencia sin comprometer la calidad [Seth, 2014; Mutter et al. 2010; Valdmanis et al. 2008].En cuanto a estudios relacionados con la eficiencia del gasto en personal y la producción del Recursos Humanos (personal médico y no medico), tenemos el trabajo de Rodríguez y Tokman (2000). En concreto, el trabajo de los autores analiza la eficiencia hospitalariaen ambos aspectos para el período 1992-1999. Los resultados mostraron una relación inversamente proporcional entre el gasto del personal y los índices de eficiencia, es decir a medida que aumentó el gasto del personal se observó una disminución de la eficiencia, o en otros términos, una reducción en el gasto en salud no necesariamente reduce la eficiencia si el aspecto operativo y técnico del sistema de salud se mejoran [Daruwana y Daneshva, 2018]. Con respecto a la eficiencia en la producción valorada de los recursos humanos, se hallóque un aumento en la dotación del recurso humano nocondujo aun aumento de la eficiencia, por el contrario se observaron períodos de ineficiencias [Alexander et al. 2003; Harrison et. al 2004; Fatulescu et al.2014].

III. Method Data Envelopment Analysis (DEA)

El análisis envolvente de datos (AED) es un método de programación matemática que convierte múltiples inputs y output medidos en una sola suma de productividad eficiente. Es una técnica no-paramétrica que recurre a la programación matemática. El AED está basado en la eficiencia relativa, concepto propuesto por Farrel (1957) y extendido posteriormente por Banker, Charner y Cooper (1984) (DEA-BCC). Es decir, estos autores relajan el supuesto de AED en la cual se asumía rendimientos constantes de escala (DEA-CCR) permitiendo que la topología de rendimiento a escala se caracterice por una tecnología variable, esto es constante, creciente o decreciente. En este sentido, en la clasificación de modelos se debe tener presente que los rendimientos de escala reflejan la respuesta del producto total cuando todos los factores se incrementan proporcionalmente. Sin embargo, se pueden encontrar los siguientes tipos de rendimientos asociados a estos modelos: Modelo de rendimientos contantes de escala: se presenta cuando la cantidad utilizada de todos los factores y la cantidad obtenida de producto varían en la misma proporción. Modelo de rendimientos crecientes: sucede cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una determinada proporción, la cantidad obtenida del producto varía en una pro-porción mayor. Modelo de rendimientos de escala decrecientes: se presenta cuando al variar la cantidad utilizada de todos los factores en una proporción determinada, la cantidad obtenida de producto varía en una proporción menor.

© 2020 Global Journals

a) *Basic Model the Charnes, Cooper y Rhodes: DEA-CCR*

El modelo DEA-CCR proporciona medidas de eficiencia proporcional, con orientación inputs u outputs de rendimiento constante a escala que nos ayudará a construir lo que se denomina superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción del conjunto de entidades que están siendo objeto de análisis. Aquellas entidades que determinan la envolvente se denominarán entidades eficientes y permitirán la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las entidades. Formalmente, para calcular el puntaje de productividad eficiente según el modelo DEA-CCR (cálculo de la Eficiencia técnica Global), se efectúa solucionando el siguiente problema de programación lineal. Sea N el número de unidades a analizar, los cuales utilizan una cantidad determinada de M inputs para producir S *outputs*. Para la i-ésima unidad se obtiene una matriz x de tamaño (Mx1) *inputs* y una matriz y de tamaño (Sx1) *outputs*. Por lo tanto, la matriz X (MxN) *inputs*, y la matriz Y (SxN) *outputs* representan los datos para el total de unidades analizadas. La representación del modelo como un problema de optimización lineal asumiendo rendimientos constantes de escala se puede expresar de la siguiente forma (modelo DEA-CCR):

$$\begin{aligned} &Min_{\emptyset,\alpha}\emptyset \\ &s.a - y_i + Y\alpha \geq 0 \\ &\emptyset X_i - X \propto \geq 0 \\ &\propto \geq 0 \end{aligned} \qquad (1)$$

donde el término ϕ es un escalar que multiplica al vector de inputs y representa el factor que pondera los *inputs* de la unidad evaluada, y su valor mide la eficiencia de la unidad i, x_i representan los inputs de la i-ésima unidad a ser evaluada, y_i representa los outputs de la i-ésima región a ser evaluada, X es la matriz de inputs MxN, Y es una matriz de outputs SxN, λ es un vector de constantes Nx1 que multiplica a la matriz X e Y que describe la importancia de las unidades que se toman en consideración para determinar el productor virtual o unidad de referencia que sirve de comparación para evaluar el i-ésima unidad, por último N es el número de unidades. Debemos señalar que el problema dual permite ilustrar acerca de la naturaleza de la eficiencia relativa dado que se obtienen, en el caso de que existan, las holguras (*slacks)* o reducciones no radiales de *inputs* (Charnes et al., 1978, pp. 429-444*)*. Para que una unidad sea eficiente en el sentido de Farrel (1957, pp. 253-290), ϕ será igual a 1y las holguras serán igual a 0, esto es, la unidad observada se encontrara produciendo en la frontera óptima de producción.

b) *Model Banker, Charnes and Cooper: DEA-BBC*

Con el fin de calcular la eficiencia técnica pura modificamos el planteamiento anterior para incluir la posibilidad de rendimientos variables de escala, de acuerdo con la extensión al modelo de Farrel (1957) y según la propuesta de Banker, Charnes y Cooper (1984) [modelo AED-BCC]:

$$\begin{aligned} &Min_{\emptyset,\alpha}\emptyset \\ &s.a - y_i + Y\alpha \geq 0 \\ &\emptyset X_i - X \propto \geq 0 \\ &N1\acute{}\alpha = 1 \\ &\propto \geq 0 \end{aligned} \qquad (2)$$

en este modelo se incluye una restricción de convexidad ($N1`\lambda = 1$), donde $N1$, es vector unitario Nx1. Esta modificación permite descomponer la eficiencia en dos, por un lado la eficiencia técnica pura (ETP), calculada bajo el método BCC y por otro lado la eficiencia de escala que es el resultado del cociente de los coeficientes de eficiencia calculados con el modelo CCR y el modelo BCC. Cabe señalar que si existen diferencias entre la dos mediciones de eficiencia para una unidad (en nuestro caso regiones), entonces significa que dicha unidad posee ineficiencia de escala. Formalmente podemos determinar residualmente la eficiencia a escala como,

$$EE_{(x_i,y_i)} = \frac{ETG_{(xi,y_i)}}{ETP_{(xi,y_i)}} \qquad (3)$$

donde ETG es la eficiencia técnica global calculada mediante el método DEA- CCR, ETP calculada mediante el método DEA-BCC, x_i y y_i, son los *inputs* de la unidad i y los *outputs* de la unidad i respectivamente. Cabe hacer hincapié que el método Análisis Envolvente de Datos (AED) se adapta a múltiples inputs y outputs, evita la imposición de una forma funcional entre las variables, ofrece una información detallada y minuciosa, permite variables expresadas en distintas unidades. Sin embargo, como toda técnica, tiene inconvenientes esto es: es un modelo determinístico que obliga a analizar unidades homogéneas. En el cuadro 1 se esquematiza las ventajas y desventajas del modelo.

© 2020 Global Journals

Cuadro 1: Ventajas y desventajas Modelo Análisis Envolvente de Datos (AED)

Ventajas	Desventajas
Permite múltiples entradas y salidas.	Modelo determinístico
Evita la imposición de una forma funcional para evaluar las unidades.	Evita la imposición de una forma funcional
Permite establecer metas de mejoramiento cuantitativas y alcanzables	Homogeneidad en las unidades analizadas
Identifica pares de referencia para el mejoramiento de unidades ineficientes	Resultados sensibles a la especificación
Permite variables expresadas en distintas unidades de medida	Necesidad proporción óptima de variables

Fuente: Elaboración propia en base a Coll y Blasco (2007).

c) Medical personnel gap in Chileand Health expenditure.

En Chile existe una brecha importanteen el número de médicos entre regiones. Según el último informe del Ministerio de Salud (2017) sobre brechas de personal sanitario, Chile se mantiene muy lejos del promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en médicos por habitante, 16 médicos por 10 mil habitantes versus un promedio de 34 en los países de la OCDE. En el cuadro 1 se observa el detallede la brecha de médicos en el sistema público. Obsérvese que la región con menor número de médicos especialistas por habitantes es Maule (4,6), seguido de la región de Atacama (4,6) y Tarapacá (4,8). De las regiones del Norte de Chile, Antofagasta (6,3) presenta la mayor tasa de número de médicos por habitantes. En general las regiones del sur presentan una mayor cantidad de médicos especialistas. Esta inequidad territorial ha causado enormes problemas a las regiones en términos de cobertura médica. Otros de los problemas del sistema sanitario en chile es la migración de médicos al sector privado de salud.

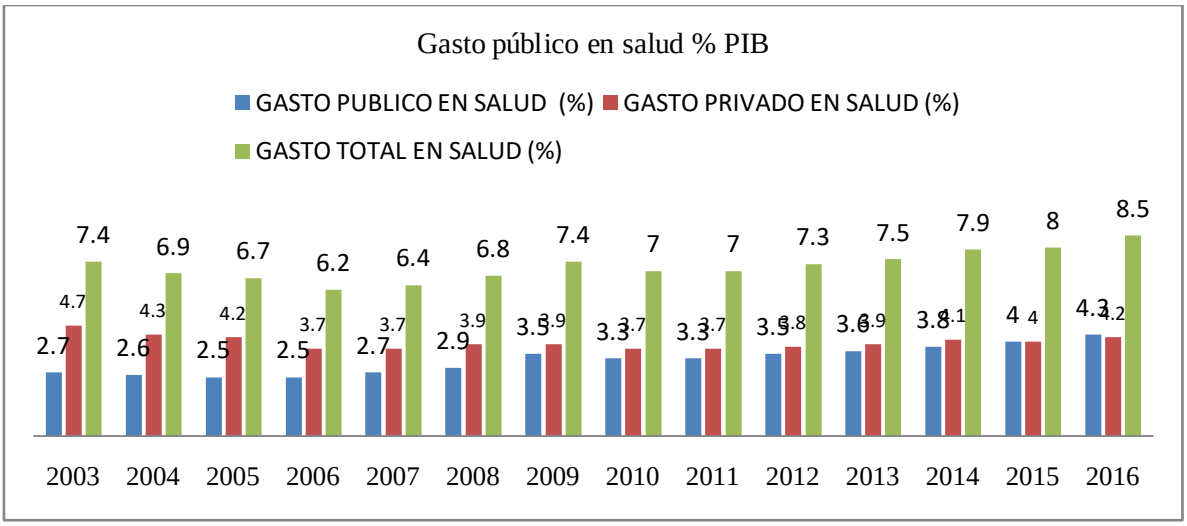
Cuadro 1: Brecha médicos especialistas cada 10 mil habitantes por Región.Año 2015.

Región	Ratio (Médicos /10 mil hab.)
Arica y Parinacota	6,5
Tarapacá	4,8
Antofagasta	6,3
Atacama	4,6
Coquimbo	5,4
Valparaíso	7,6
Metropolitana	13,5
O'Higgins	5,4
Maule	4,6
Biobío	6,9
La Araucanía	7,9
Los Ríos	8,3
Los Lagos	7,6
Aysén	8,9
Magallanes	10,3

Fuente. Elaboración propia en base a informe Ministerio Salud (2017). Información al año 2015.

A partir de la década del año ´90, y con el propósito de ampliar la cobertura médica, el gasto público en salud ha experimentado un importante aumento. Los motivos del incremento en el gasto tienen que ver principalmente con cambios epidemiológicos, el envejeciendo de la población, prestaciones más costosas, incremento de la capacidad instalada y recursos humanos más especializados. En el gráfico 1 se puede observar la evolución que ha tenido el gasto. Sin embargo, según un informe de la OCDE (2019) el gasto tanto privado como público está por debajo de los países miembros de la OCDE, 3994 US$ per cápita y 2182US$ per cápita respectivamente.

© 2020 Global Journals



Fuente. Informe Ministerio de salud (2018).

Grafico 1: Gasto público en salud % PIB. Período 2003-2016.

IV. Data and Variables

En la elaboración de este trabajo losdatos fueron obtenidos a partir de los informes del Instituto Nacional de Estadísticas 2017 y 2018 y del Reporte del Ministerio de salud de Chile (MINSAL). Las unidades en estudio son los Hospitales del Sistema Nacional de Salud de las distintas Regiones de Chile. Se propone como variables Inputs, el número de dentistas, médicos, nutricionistas, enfermeras, kinesiólogos, matronas, tecnólogos médicos, paramédicos y número de camas por millones de habitante. Cabe señalar que nofue posible obtener información de las horas trabajadas del personal médico. Como variables Outputs lacantidad de egresos hospitalarios. El egreso hospitalarioes el procedimientoque se realiza cuando el paciente abandona el hospital. Seplantea un modelo DEA-CCR Orientado Inputs con rendimientos constante a escala y un modelo BCC con rendimientos crecientes a escala. La selección de estos modelos se basa en determinar, dado un nivel de egresos, la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción.

a) Description of the main variables

El Sistema Nacional de Servicios de Salud (SNSS) cuenta con 29 Servicios de Salud territoriales distribuidos en 15 Regiones del país. Debido a que los hospitales del SNSS están sujetos a un presupuesto relativamente acotado, el modelo de gestión tiene como objetivo organizar y combinar los recursos cuya finalidad es cumplir con políticas de eficiencia (Artaza et al. 2019). En este sentido, la evidencia ha encontrado que el uso adecuado del personal médico es determinante en los resultados de eficiencia de los servicios de salud [Alexander et al. 2013; Rodríguez y Tokman 2000; Harrison et. al 2004].

En un primer análisis descriptivo podemos observar el incrementodel personal médico de los servicios de salud entre el período 2015-2016 (cuadro 1). Por ejemplo, los servicios de salud de la Región de Arica y Parinacota aumentaron en 12 su dotación de médicos, 5dentistas, 1 farmacéutico y bioquímicos, 1 nutricionista, 3 Kinesiólogos, 1 matrona, 2 técnicos médicos y 369 paramédicos. La Región de Atacama, norte del país, experimentó un incremento de 19 médicos, 20 enfermeras y 208 paramédicos. En el sur de Chile, la regióncon el mayor incremento en su dotación médica fue la Región de Biobío con 175 médicos. En términos generalestodas las regiones aumentaron su dotación de personal. De acuerdo al mismo cuadro, los nutricionistas (0,43%), farmacéuticos (0,68%), dentistas (1%), matronas (1%) y tecnólogos médicos (1%) representan la menor cantidad de personal en términos porcentuales.

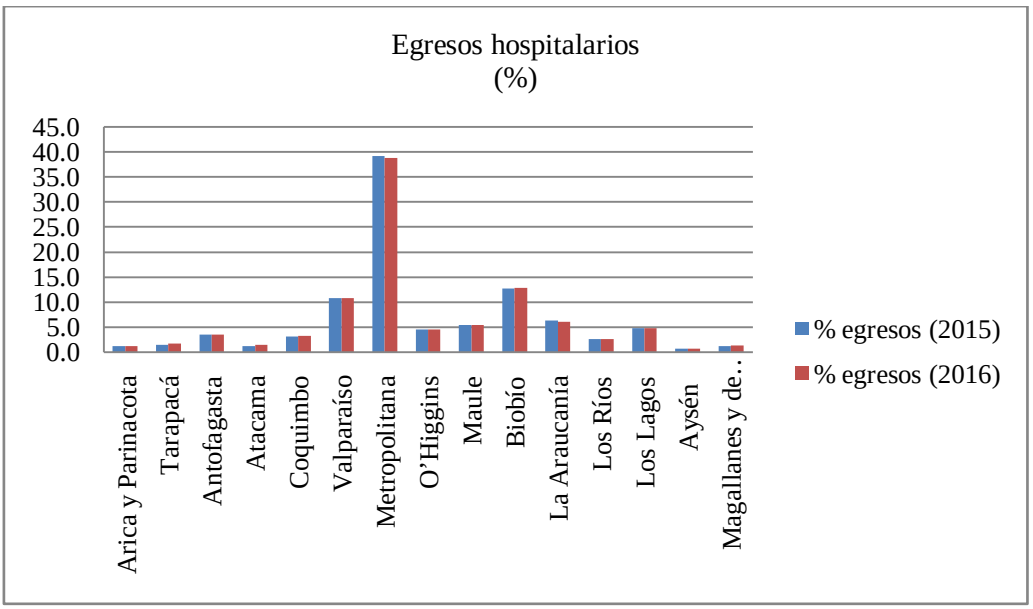
© 2020 Global Journals

Cuadro 1: Incremento del personal médico Regiones del país. Variación (2015-2016).

Regiones	Médicos	Dentistas	Farm.	Nutric.	Enfermeras	Kinesiólogos	Matronas	Tec.Médicos	Paramédicos
Arica y Parinacota	12,00	5,00	1,00	1,00	0,00	3,00	1,00	2,00	369,00
Tarapacá	21,00	6,00	2,00	0,00	11,00	1,00	3,00	4,00	38,00
Antofagasta	1,00	7,00	1,00	1,00	20,00	1,00	8,00	4,00	208,00
Atacama	19,00	1,00	11,00	1,00	18,00	3,00	3,00	3,00	223,00
Coquimbo	39,00	5,00	4,00	1,00	13,00	8,00	2,00	2,00	713,00
Valparaíso	23,00	16,00	6,00	12,00	107,00	19,00	16,00	6,00	1428,00
Metropolitana	167,00	45,00	44,00	19,00	178,00	45,00	65,00	50,00	4172,00
O'Higgins	95,00	10,00	15,00	1,00	90,00	16,00	9,00	13,00	459,00
Maule	95,00	6,00	3,00	2,00	75,00	17,00	14,00	19,00	1456,00
Biobío	175,00	22,00	13,00	10,00	155,00	44,00	32,00	23,00	2984,00
La Araucanía	61,00	18,00	5,00	7,00	58,00	11,00	10,00	15,00	281,00
Los Ríos	49,00	9,00	3,00	0,00	19,00	4,00	4,00	3,00	634,00
Los Lagos	87,00	18,00	10,00	17,00	139,00	25,00	21,00	26,00	1335,00
Aysén	14,00	7,00	0,00	2,00	13,00	6,00	3,00	6,00	314,00
Magallanes	19,00	5,00	3,00	3,00	14,00	4,00	5,00	2,00	314,00
Total personal medico	877,00	180,00	121,00	77,00	910,00	205,00	196,00	178,00	14928,00
Porcentaje (%)	4,96	1	0,68	0,43	5,1	1,1	1	1	84,47

Fuente. Elaboración propia. Calculo en base a datos proporcionados por informes del INE (2017-2018).

Por otro lado, en el gráfico 1 se observa la evolución delos egresos hospitalarios de las regiones. Las Regiones de O'Higgins, la Araucanía y Región Metropolitana disminuyeron sus egresos hospitalarios. Por el contrario, las Regiones Tarapacá, Atacama, Coquimbo, Biobío y Aysén aumentaron sus egresos. Las regiones Arica y Parinacota, Antofagasta, Valparaíso, Maule, Los Ríos y Los Lagos no experimentaron incrementos en la cantidad de egresos. Un hallazgo que llama la atención es queen el año 2015 hubo un total de 1.666.007 egresos hospitalarios con una dotación médica de 52.823 y en el año 20161.633.431egresos con unadotación de personal médico de 70495. Es decir, en términos generales, un incremento en el número de personal médico en el año 2016, no significó un aumento en el número total de egresos.



Fuente. Elaboración propia. Datos proporcionados por INE (2017-2018).

Grafico 1: Egresos hospitalarios. Período 2015-2016.

© 2020 Global Journals

V. Results and Discussions Model DEA-CCR y DEA-BCC

En esta sección se proponen los modelos DEA-CCR Orientación Inputs con rendimientos constante a escala y un modelo DEA-BCC con rendimientos crecientes a escala (tabla 1). Como variables de entrada: número de dentistas, médicos, nutricionistas, enfermeras, kinesiólogos, matronas, técnicos médicos, paramédicos y número de camas por millones de habitante. Como variables de salida la cantidad de egresos hospitalarios. La selección de estos modelos se basa en determinar, dado un nivel de egresos, la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción.

De la tabla 1 se puedeadvertirqueen el modelo DEA-CCR, las Regiones que presentaron un puntaje de eficiencia menor a 1 son: Tarapacá, Coquimbo, el Maule, Biobío, los Lagos y Magallanes. En el caso particular de los Hospitales de la Región de Tarapacá deberían reducir sus inputs en un 11,9% para situarse en la frontera eficiente. Respecto de la Región de Coquimbo deberían reducir sus inputs en un 16,4% para mejorar su puntaje de eficiencia. La región de los Lagos presenta el menor puntaje de eficiencia (71,8), lo que se recomienda que reduzca sus inputs en un 28,2% de modo que pueda hacer un uso eficiente de sus recursos. En el Modelo 2 DEA –BCC, se puede observar que las regiones mejoraron sus puntajes de eficiencia fueron: Tarapacá, Atacama, Aysén y Magallanes.

Tabla 1: Resultados Eficiencia Hospitales Regionales. Año 2015.

UNIDAD	DEA-CCR Rendimientos constante a escala Modelo 1 *Puntuaciones de eficiencia (%)*	DEA- BCC Rendimientos crecientes a escala Modelo 2 *Puntuaciones de eficiencia (%)*	Eficiencia de Escala (EE)
Arica y Parinacota	100	100	100
Tarapacá	88,1	100	100
Antofagasta	100	100	100
Atacama	81,1	100	81,1
Coquimbo	83,6	95,7	87,3
Valparaíso	100	100	100
Metropolitana	100	100	100
O'Higgins	100	100	100
Maule	97,7	100	97,7
Biobío	96,1	97,2	98,8
La Araucanía	98,9	99,2	99,3
Los Ríos	100	100	100
Los Lagos	71,8	72,7	98,7
Aysén	63,1	100	63,1
Magallanes y de la Antártica Chilena	88,4	100	88,4

Fuente. Elaboración propia en base a resultados Frontier Analysis

En la tabla 2 se observan el comportamiento de los puntajes de eficiencia en el período 2016. Las Regiones que mejoraron su eficiencia son, Tarapacá (100), Coquimbo (91) y la Araucanía (100), es decir se ha observado un progreso en el uso eficiente de sus recursos. En las demás Regiones ha habido una disminución en sus puntajes de eficiencia. El caso más emblemático es la Región de Aysén con un puntaje de eficiencia de 57,2. Lo siguen las Regiones del Biobío (91,4), Atacama (74,4), el Maule (96,3), los Lagos (64,1) y Magallanes (82).En la misma tabla se observan los resultados del Modelo 2 con algunas Regiones que han mejorado sus puntajes de eficiencia.

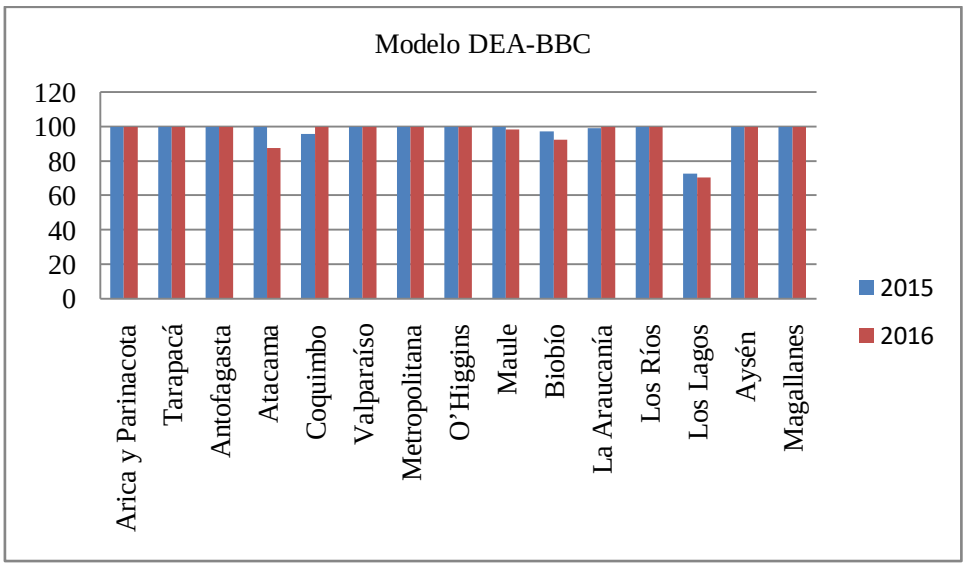
© 2020 Global Journals

Tabla 2: Resultados Eficiencia Hospitales Regionales. Año 2016.

UNIDAD	DEA-CCR Rendimientos constante a escala Modelo 1 *Puntuaciones de eficiencia (%)*	DEA- BCC Rendimientos crecientes a escala Modelo 2 *Puntuaciones de eficiencia (%)*	Eficiencia de Escala (EE)
Arica y Parinacota	97,6	100	97,6
Tarapacá	100	100	100
Antofagasta	100	100	100
Atacama	74,4	87,7	84,8
Coquimbo	91	99,9	90,1
Valparaíso	100	100	100
Metropolitana	100	100	100
O'Higgins	100	100	100
Maule	96,3	98,5	97,7
Biobío	91,4	92,6	98,7
La Araucanía	100	100	100
Los Ríos	100	100	100
Los Lagos	64,1	70,6	98,8
Aysén	57,2	100	57,2
Magallanes y de la Antártica Chilena	82	100	82

Fuente. Elaboración propia en base a resultados Frontier Analysis.

Para obtener una visión global del comportamiento de los puntajes de eficiencia hemos graficado la evolución de los puntajes para el caso del Rendimientos crecientes a escala en los años 2015 y 2016 (gráfico 2). Se puede advertir una mejorade los sus puntajes de eficiencia de muchas de las regiones. Preocupa la Región de los Lagos que ha tenido un pobre desempeño en términos de eficiencia. Igualmente sucede con la Región de Atacama queexperimentó una disminución en su puntaje de eficiencia (100 a 87,7). La Región del Biobío disminuyó su puntaje de eficiencia (97,2 a 92,6). En el grafico 2 se pueden ver los detalles de los resultados.



Fuente. Elaboración propia en base a Frontier Analysis.

Gráfico 2: Evolución puntajes de eficiencia modelo DEA-BBC. Período 2015-2016.

VI. Aplicación Método Paramétrico

El propósito de esta apartadoes estimar y cuantificarla relación existente entre los puntajes de eficiencia DEA-CCR, personal médico y egresos hospitalarios. La característica de los métodos paramétricos es que deben ajustarse a supuestos

© 2020 Global Journals

estadísticos rigurosos lo que los hace más ventajoso respecto de otros métodos noparamétricos.

a) Matriz de correlación de Pearson[1]

En el cuadro 1 se puede observar una relación directa y estadísticamente significativa entre el número de personal médico y los egresos hospitalarios, es decir a medida que aumenta el personal médico se observa un incremento en el número de egresos hospitalarios. El mismo análisis muestra una relación directa no estadísticamente significativa (0,315) entre el personal médico y elíndice de eficiencia. En este último casono se encontró un resultado concluyente que nos haga pensar que un aumento de la dotación médica vaya a mejorar los puntajes de eficiencia.

Cuadro 1: Matiz de Correlaciones de Pearson DEA-CCR. Año 2015.

		personal médico	egresos hosp	índice eficiencia DEA-CCR
personal médico	Correlación de Pearson	1	0,994**	0,315
	Sig. (bilateral)		0,000	0,252
	N	15	15	15
egresos hosp	Correlación de Pearson	0,994**	1	0,332
	Sig. (bilateral)	0,000		0,226
	N	15	15	15
índice eficiencia	Correlación de Pearson	0,315	0,332	1
	Sig. (bilateral)	0,252	0,226	
	N	15	15	15

*Fuente: Elaboración propia en base a SPSS. Nivel de Significancia ** 0,01 (bilateral).*

b) Análisis modelo de regresión múltiple

Para proseguir con el análisis, nos interesa cuantificar el efecto que tiene el personal médico sobre los egresos hospitalarios, para ello se hará uso del modelo de regresión lineal simple,

Formalmente el modelo econométrico se expresa de la siguiente forma,

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t \text{ con } t = 1,2,3\ldots T \quad (4)$$

Donde $\beta_1, \beta_2, \beta_k$ denotan la magnitud del efecto que las variables explicativas (x) tienen sobre la variable dependiente (y). El coeficiente β_0 se denomina término constante. El término ε_t se denomina término error del modelo con media cero, $E(\varepsilon) = 0$, varianza constante, $Var(\varepsilon) = \sigma^2$, y las perturbaciones no correlacionadas, $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$, para todo $\forall t \neq s$.

El resultado del cuadro 2 muestra un buen ajuste del modelo, con un coeficiente de determinación de 0,98. Es decir, la variable personal médico explicaría el 98% de los egresos hospitalarios. En cuanto a los supuestos del modelo, se obtuvo un valor del estadístico Durbin-Watson de2,06,lo queestaría indicando la no existencia de auto correlación de los residuos.

Cuadro 2: Resumen delmodelo

Modelo	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
1	,988	,987	,000	2,026

Fuente: Elaboracionpropiaen base a resultados SPSS.

En el cuadro 3, y consistente con el resultado encontrado en la matriz de correlación de Pearson, se puede apreciar un efecto positivo y estadísticamente significativo (0,000) de la variable personal médico sobre los egresos hospitalarios. Es decir, un incremento en un punto porcentual en el personal médico los egresos hospitalarios se incrementarían en 36,1 puntos porcentuales. Cabe señalar que este resultado sólo nos indica el efecto no así el uso adecuado de los recursos.

[1] $\rho_{xy} = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)}\sqrt{Var(y)}}$ Donde $Cov(x,y)$ indica la covarianza $Var(x,y)$ y de las variables x, y.

© 2020 Global Journals

Cuadro 3: Modeloregresión multiple

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	Sig.
		B	Error estándar	Beta	
1	(Constante)	-16245,112	6052,772		,019
	personal médico	36,153	1,091	,994	,000*
a. Variable dependiente: egresos hosp.					

Fuente: Elaboracionpropiaen base a resultados SPSS. Significanciae stadistica p<1%*

Respecto a los resultados del cuadro 4, no se encontró un efecto estadísticamente significativo entre las variables personal médico y el índice de eficiencia. Este resultado nos podría estar indicando que, por sí mismo, un aumento de la dotación de personal médico no trae consigo un incremento en el puntaje de eficiencia.

Cuadro 4: Modelo regresión múltiple

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	Sig.
		B	Error estándar	Beta	
1	(Constante)	88,311	3,868		,000
	personal medico	,001	,001	,315	,252
a. Variable dependiente: índice eficiencia b. Durbin-Watson 1,56 c. R cuadrado 0,099					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados SPSS. No se encontró Significancia estadística.

VII. Conclusions

El gasto público en salud en Chile como porcentaje del PIB se ha triplicado a lo largo de los años, incrementándose desde 1,6% en el año 1990 a un 4,3% en el año 2016. Este incremento en el gasto público ha hecho que el Estado exija a los hospitales mayores esfuerzos en el manejo adecuado de los recursos en un contexto donde el personal médico se enfrenta diariamente a un intrincado y complejo manejo de recursos hospitalarios.

En un primer análisis descriptivo los resultados pusieron de manifiesto que entre el año 2015 y 2016 los hospitales de regionales incrementaron su dotación de personal médico en un 133,4%. Sin embargo, el análisis de eficiencia DEA-CCR halló queen el año 2015 los hospitales quepresentaron un puntaje de eficiencia menor a 1 fueron, Tarapacá, Coquimbo, Maule, Biobío, los Lagos y Magallanes y sólo algunos hospitales mejoraron su puntaje de eficiencia al año siguiente esto es, Tarapacá, Coquimbo y Araucanía. Esto pone de manifiesto que una muestra importante de hospitales no hizo un uso eficiente de sus recursos.

En la segunda parte del estudio, y consistente con el análisis de Correlación de Pearson, se encontró que con un incremento en un punto porcentual en la cantidad de personal médico los egresos hospitalarios se incrementarían en un 36,1 puntos porcentuales. Sin embargo, el mismo análisis econométrico no encontró una relación concluyente que nos haga pensar que un aumento de la dotación médica*per se* vaya a mejorar los índices de eficiencia. Los resultados sugierenque un aumento en la dotación médicadebería ir acompañada de medidas de gestión que logren mejorar los índices de eficiencia.

VIII. Limitations

Las limitaciones tienen que ver con la ausencia de micro datosde los centros hospitalarios. Una segunda limitación es la carencia de otras variables en el modelo esto es; presupuesto, gastos operacionales y gastos de capital. La ausencia de variables podría generar problemas de especificación.

References Références Referencias

1. Artaza, O., Barría, M., Fuenzalida, A., Núñez, K., Quintana, A., Vargas, I., Venegas, C., y Vidales. A. (2019). Modelo de Gestión de Establecimientos Hospitalario. Serie Documentos 19. 1-88.
2. Alexander, C., Busch, G., y Stringer, K. (2003) "Implementing and interpreting a data envelopment analysis model to assess the efficiency of healthsystems in developing countries". IMA Journal of Management Mathematics 14, 49–63.

© 2020 Global Journals

3. Charnes, A.; Cooper, W., y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decisión making units, *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429-444.
4. Daruwana, M., y Daneshva, S. (2018). Efficiency Analysis of Healthcare System in Lebanon Using Modified Data Envelopment Analysis. Journal of Healthcare Engineering, 1-7.
5. Dirección de Presupuesto. (2013). Sistema público de salud, situación actual y proyecciones fiscales 2013-2050. Pp1-108. https://www.dipres.gob.cl/598/articles-117505_doc_pdf.pdf
6. Farrell, M., (1957). The Measurement of Productive Efficicency, *Journal of the Royal Stadistical Society*, 120 (3), 253-290.
7. Fatulescu, P., Roman, M y Asandului, L (2014). The efficiency of healthcare systems in Europe: a Data Envelopment Analysis Approach, Procedia Economics and Finance, 10, pp. 261 –268.
8. Instituto Nacional de Estadísticas (2018). Compendio estadístico anual, pp 1-338.
9. Instituto Nacional de Estadísticas (2017). Compendio estadístico anual, pp 1-338.
10. Jeffrey P. Harrison, M. Nicholas C. y Mark W. 2004. "Efficiency of Federal Hospitals in the United States". Journal of Medical Systems, 28 (5), 411-22.
11. Ligarda J, Naccha M. 2006. La eficiencia de las organizaciones de salud a través del análisis envolvente de datos. Microrredes de la dirección de salud IV Lima Este. An Fac med.;67(2), 142-51.
12. Mutter, R., V. Valdmanis and M. Rosko (2010). "High versus lower quality hospitals: A comparison of environmental characteristics and technical efficiency." *Health Services and Outcomes Research Methodology* 10(3-4), 134-153.
13. Ministerio de Salud. (2017). Informe sobre brechas de personal de salud por servicio de salud, 1-89.
14. Ministerio de Salud (2018). Enfrentamiento de tiempos de espera no GES. PP. 1-67. https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/03/Plan-nacional-de-tiempos-de-espera-No-GES.pdf
15. Nayar P, Ozcan YA. 2008. Data envelopment analysis comparison of hospital efficiency and quality. J MedSyst, 32(3), 193-9.
16. OCDE (2019). Health at a glaceindicators. Pp. 1-243. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/4dd50c09en.pdf?expires=1590783657&id=id&accname=guest&checksum=5BC22C66927913416A33588D8FA0D1A6
17. Rodríguez, J. y Tokman, M. (2000). "Resultados y rendimiento del gasto en el sector público de salud en Chile 1990-1999", Unidad de Estudios Especiales, CEPAL. 1-56.
18. Reyes M, Figueroa E, Córdoba JA, López FJ. 1993. Análisis envolvente de datos: aplicación en la medida de la eficiencia en los servicios de medicina preventiva hospitalaria de Andalucía. Rev San HigPúb, 67, 455-64.
19. Seth, J. (2014). Data envelopmemt analysis comparison of hospital eficiency, quality and control. International Journal of Management Accounting Research, (4)1, 94-109.
20. Valdmanis, V., Rosko, M. y Mutter, R. (2008). Hospital Quality, Efficiency, and Input Slack Differentials. Health Serv Res. 43(2), 1830–1848.

© 2020 Global Journals