

---

# **ESTUDIO DE EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD. EL CASO DE LOS HOSPITALES PÚBLICOS DE PRIMER NIVEL EN EL VALLE DEL CAUCA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Producto de investigación resultante del proyecto Medición de la Eficiencia en los Hospitales Públicos del Departamento del Valle del Cauca durante el periodo 2010-2014. Inicio: noviembre 01 de 2016; Finalización: julio 01 de 2018. Investigación financiada parcialmente con recursos portugueses a través del Centro de Investigación y Desarrollo en Matemáticas y Aplicaciones del Departamento de Matemática (CIDMA) de la Universidade de Aveiro (Portugal), dentro del proyecto UID/MAT/04106/2013 financiado por el Proyecto 3599-Promover un Fondo de Desarrollo Económico y Financiero (3599-PPCDT) y FEDER a través de COMPETE 2020, Programa Operacional Competitividad e Internacionalización (POCI). También la investigación cuenta con recursos de la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Santiago de Cali (Colombia), Código institucional de aprobación: DGI-COCEIN- No.311-621116-D45.



*Kelly Patricia Murillo  
Eugénio Alexandre Miguel Rocha  
Carlos Alberto García González*

## INTRODUCCIÓN

A causa de una crisis financiera en el sector salud, fue declarado un Estado de Emergencia Social mediante el Decreto 4975 del 23 de diciembre de 2009 por el Gobierno de Álvaro Uribe Vélez (declarado inexecutable por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-252 de 2010). Uno de los considerandos del Decreto 4975, enuncia que una de las razones que motivaron la declaratoria del Estado de Emergencia Social es por el: “cierre de hospitales públicos, quiebra de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud y Entidades Promotoras de Salud, así como la consecuente parálisis de la prestación de los servicios de salud” (2009). Actualmente, a nivel regional 22 de los 44 hospitales públicos de primer nivel de atención localizados en el Valle del Cauca, se encuentran en riesgo fiscal y financiero alto, medio y bajo, que corresponden a un 4.5%, 18.1% y 27.2% respectivamente, según la categorización que efectúa anualmente el Ministerio de Salud y Protección Social con base en los indicadores financieros de los hospitales públicos (artículo 80, Ley 1438 de 2011 y Resolución 2184 de 2016 del Ministerio de Salud y Protección Social). Según Ospina, Molina y Becerra (2016) la crítica situación financiera del sector salud tiene repercusiones sobre la eficiencia, la calidad y la equidad en la prestación de los servicios de salud.

Los problemas en el sector hospitalario por los que atraviesa el sector de salud colombiano, también deben enfrentarlo varios sistemas de salud en el mundo (Wang y Gao, 2017, p. 289). Por ello, los hospitales, como principales

proveedores de servicios de salud, tienen una gran presión de mejorar la calidad y la eficiencia en la prestación de los servicios a la población (Hu, Qi, y Yang, 2012, p. 865).

La situación problemática en Colombia ha motivado varios estudios acerca de la eficiencia de los hospitales públicos, éstos han utilizado diversos métodos como el Análisis Envolvente de Datos (DEA, Data Envelopment Analysis) las Relaciones de Equivalencia y las Fronteras Estocásticas. Los resultados de los estudios coinciden en que los hospitales de baja complejidad<sup>2</sup>, que son mayoría en Colombia, son los más ineficientes (Bonet-Morón y Guzmán-Finol, 2015, p. 3).

En este capítulo se estudia, la eficiencia técnica de tres servicios de salud: Ginecología y Obstetricia (S1); Odontología (S2) y Urgencias (S3); los cuales son prestados en 44 hospitales públicos de primer nivel de atención del Departamento del Valle del Cauca, entre los años 2007 y 2014. En esta investigación abordamos nuestro artículo Murillo, Rocha y García (2017) y ampliamos algunos aspectos importantes para dar continuidad al estudio de la eficiencia técnica de servicios de salud, mediante el Análisis de Eficiencia Multidireccional (MEA, Multi-directional Efficiency Analysis)<sup>3</sup>. Mostramos cómo hacer comparaciones entre hospitales con relación a variables específicas, usando la puntuación MEA, con diferentes índices de eficiencia. Además de calcular la puntuación MEA para cada hospital, calculamos el índice de ineficiencia de cada insumo individualmente, lo que nos permite saber cuáles fueron las variables más utilizadas de forma ineficiente en todos los niveles durante el período del estudio. Las comparaciones entre grupos con diferentes niveles de eficiencia, se realizan utilizando una técnica desarrollada por Inman y Bradley (1989), basada en el cálculo de un coeficiente de intersección de distribución normal (valor NC) que mide la superposición de dos funciones de distribución gaussianas.

Este capítulo está organizado como se explica a continuación. El apartado 1 describe las principales características de la problemática estudiada. En el apartado 2, se hace una revisión general de los principales métodos usados en la literatura

---

2 Según Tono (2002) en Colombia se adopta el modelo piramidal clásico, el cual fue diseñado como sigue. Nivel I: consulta externa y hospitalización en medicina general; Nivel II: consulta externa, cirugía general, ginecología y obstetricia, medicina interna, pediatría y especialidades quirúrgicas con requerimiento intermedio de hospitalización; Nivel III: consulta externa, cirugía general, ginecología y obstetricia, medicina interna, pediatría y todas las especialidades y subespecialidades en el nivel avanzado de hospitalización.

3 Método propuesto por Bogetoft y Hougaard (1999).

sobre el análisis de la eficiencia hospitalaria. En el apartado 3 se introduce el modelo MEA y sus principales características son proporcionadas. Los datos considerados y variables utilizados se describen en el apartado 4. Los principales resultados obtenidos y análisis realizados se comentan en el apartado 5. Las observaciones y comentarios finales son dadas en el apartado 6.

## **1. HOSPITALES PÚBLICOS DE BAJA COMPLEJIDAD: CRISIS FINANCIERA E INEFICIENCIA**

En cumplimiento de la Ley 1438 de 2011, el Ministerio de Salud y la Protección Social cada año comunica a las direcciones departamentales, distritales y municipales de salud, acerca de la caracterización del riesgo financiero de los hospitales públicos de su jurisdicción. En lo referente a los hospitales de baja complejidad de naturaleza pública del Departamento del Valle del Cauca (Colombia), fueron categorizados con riesgo financiero 12 en el año 2012, 23 en el año 2013, 19 en el año 2014, 16 en el año 2015 y 22 en el año 2016 (Resoluciones 2509, 1877, 2090, 1893 y 2184 expedidas por el Ministerio de Salud y Protección Social). La situación de riesgo financiero en que se encuentran los hospitales públicos puede obedecer a una gestión inadecuada de los insumos y recursos tecnológicos, humanos, físicos, entre otros; lo cual puede ocasionar que los servicios de salud puedan ser prestados en condiciones de ineficiencia a la población pobre no asegurada y a la población pobre asegurada, afiliada al régimen subsidiado<sup>4</sup>. Además, de los 44 hospitales de primer nivel de atención, 34 son la única entidad hospitalaria pública existente a la que puede acudir la población, en los municipios del departamento del Valle del Cauca.

Abordamos el análisis de la red de hospitales públicos de primer nivel de atención, específicamente midiendo la eficiencia en la prestación de los servicios de salud: Ginecología y Obstetricia (S1), Odontología (S2) y Urgencias (S3); puesto que son los servicios de salud con los cuales tienen mayor contacto la población vulnerable: pobre asegurada y no asegurada.

---

4 El régimen subsidiado es el mecanismo mediante el cual la población urbana y rural más pobre, sin capacidad de pago tales como: madres durante el embarazo, parto, posparto y período de lactancia; madres comunitarias; mujeres cabeza de familia; niños menores de un año y menores en situación irregular, tendrán acceso a los servicios de salud a través de un subsidio a la demanda que otorga el Estado colombiano (numeral 2, artículo 157, Ley 100 de 1993).

## 1.1 Algunos estudios en Colombia

A continuación, presentamos una síntesis de algunos de los estudios nacionales más relevantes, que han evaluado la eficiencia en grupos de hospitales públicos y privados de Colombia.

Mora y Morales (1997), evaluaron el producto total hospitalario y el recurso humano de 404 instituciones proveedoras de servicios de salud hospitalarios, mediante relaciones de equivalencia. Gedion y Morales (1999), evaluaron la eficiencia económica y de gestión de los 31 hospitales públicos de Bogotá entre 1994-1997, mediante una correlación entre costo del producto hospitalario y gasto. Rojas (2009), determinó los niveles de eficiencia de hospitales públicos de Nivel II que se encuentran localizadas en el departamento del Tolima, mediante la técnica DEA, para el período 2002-2005. Polanía (1999), aplica la técnica DEA para analizar la eficiencia de 143 hospitales públicos y privados del país en 1996. Nupia y Sánchez (2001) abordan la eficiencia de los 31 hospitales públicos de Bogotá, utilizando información de producción e insumos de los hospitales en 1999. Mediante DEA, se obtienen medidas de eficiencia, tanto técnicas como asignativas, usando funciones de producción multiproducto y uniproducto, respectivamente, con diferentes supuestos de rendimientos a escala.

Pinzón (2003) en una primera etapa recolectó información de 203 hospitales públicos de baja complejidad para el año 2001, y estimó los coeficientes de eficiencia técnica relativa en los hospitales mediante DEA. En la segunda etapa, estimó un modelo Tobit o modelo de regresión censurada, y un modelo de mínimos cuadrados ordinarios. En Sarmiento, Castellanos, Nieto, y Malave (2006), la eficiencia se mide desde dos perspectivas, la primera dada por los indicadores de recursos, aprovechamiento, funcionamiento y calidad; y la segunda perspectiva, es dada por un modelo de frontera estocástica para medir la eficiencia de 616 hospitales públicos nacionales. Mutis, Díaz y Toro (2006), mediante el uso de DEA evidenciaron que la ineficiencia presente en un alto porcentaje de hospitales públicos, estaba asociada a la baja complejidad de sus servicios. Fontalvo, y De la Hoz (2015), estudiaron la eficiencia de 44 hospitales de Bolívar en el año 2010, utilizando el modelo DEA enfocado en salidas por medio del estudio de los estados financieros.

## 2. MÉTODOS USADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LOS SERVICIOS HOSPITALARIOS

Según Gedion y Morales (1999), la eficiencia de un hospital depende de dos aspectos principales. El primero, relacionado con el uso de los inputs/insumos, se conoce como eficiencia técnica, que relaciona las variables insumos, utilizados por el hospital en razón de los outputs/productos, que se generan. El segundo aspecto relacionado con los costos de los factores productivos (inputs/insumos), se denomina eficiencia económica, este incluye consideraciones de minimización de dichos costos. Por tanto, evaluar la calidad del sistema de salud, conlleva a estudiar la eficiencia de los diferentes servicios hospitalarios ofrecidos a la comunidad.

En la literatura económica, la medición de la eficiencia de las organizaciones se puede llevar a cabo mediante el análisis de frontera paramétrica o no paramétrica. En el caso de las organizaciones de salud, los dos métodos más utilizados son el enfoque de análisis de regresión y Data Envelopment Analysis (DEA); los cuales requieren en su desarrollo, los métodos económicos y de programación lineal, respectivamente (Puig-Junoy, 2000).

El método DEA propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), ha sido ampliamente investigado y aplicado a muchos campos e industrias. Este método permite resolver problemas de maximización simultánea de productos o minimización simultánea de insumos, construyendo una frontera de producción óptima y comparando, cada unidad de observación frente al óptimo esperado. Sin embargo, DEA presenta una serie de problemas (por ejemplo, unidades no homogéneas, economías de escala, porcentajes y datos normalizados) que limitan significativamente su práctica (ver Dyson, Allen, Camanho, Podinovski, Sarrico y Shale, 2001). Además, el DEA no puede ser utilizado para evaluar cambios en los patrones de ineficiencia, ya que se basa en contracciones radiales en todas las entradas y salidas indeseables y expansiones radiales en todos los productos deseados.

Para contrarrestar todas las dificultades mencionadas anteriormente, en este capítulo utilizamos otro método no paramétrico determinista para medir la eficiencia. El modelo basado en el Análisis de eficiencia multidireccional (MEA) propuesta por Bogetoft y Hougaard (1999) en combinación con algunas técnicas y algunos procedimientos a partir de los cuales, es posible visualizar y hacer comparaciones simples entre eficiencias.

En contraste con la DEA, en el enfoque MEA la reducción de entrada y los benchmarks de expansión de producción, se seleccionan proporcionalmente mejoras en la eficiencia identificada, considerando la mejora potencial por separado en cada variable de entrada y variable de salida. Así, además de los niveles de eficiencia, el MEA nos permite investigar los cambios estándares de eficiencia en DMU. En la investigación de Hougaard et al., (2004) por ejemplo, se demuestra que MEA proporciona una imagen de rendimiento mucho más sutil que DEA porque con ese modelo se consiguen evaluar los potenciales de mejora relativa específicas de los insumos<sup>5</sup>.

### 3. UNA DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO MULTI-DIRECTIONAL EFFICIENCY ANALYSIS (MEA)

Sea  $I; J; T \in \mathbb{N}$  y defina  $[m]=\{1, \dots, m\}$ . Considere una terna  $n=(h,s,t) \in H \times S \times T$ , identificando un hospital  $h \in H$ , un servicio de salud  $s \in S$  y un año  $t \in T$ . Suponga que cualquier terna  $n \in N$  produce  $y_j(n), j \in [J]$  salidas/outputs, usando  $x_i(n), i \in [I]$  entradas; donde las primeras entradas  $1 < D \leq I$  son las llamadas entradas discrecionales (variables de entrada que intervienen en el proceso de optimización). Por tanto,  $x(n) \in R^I$  es el vector de todas las entradas;  $y(n) \in R^J$  es el vector de todas las salidas y el conjunto de valores  $z(n) = (x(n); y(n))$ , es la base de datos para cada terna hospital/servicio/año  $n$  dada.

Considere el conjunto:

$$\Lambda^n = \{ \lambda \in R^N : \sum_{n=1}^N \lambda_n = 1 \wedge \lambda_n \geq 0 \}$$

El modelo MEA para una observación específica  $z(\bar{n}) = (x(\bar{n}); y(\bar{n}))$  es calculado resolviendo los siguientes tres programas de optimización lineal.

$P_m^\alpha(z, \bar{n})$ :

$\min \alpha_m(\bar{n})$  tal que

$$\sum_n \lambda_n x_m(n) \leq \alpha_m(\bar{n})$$

$$\sum_n \lambda_n x_i(n) \leq x_i(\bar{n}), i \in [I], i \neq m$$

$$\sum_n \lambda_n y_l(n) \leq y_l(\bar{n}), l \in [J]$$

$P_j^\beta(z, \bar{n})$ :

$\max \beta_j(\bar{n})$  tal que

$$\sum_n \lambda_n x_i(n) \leq x_i(\bar{n}), i \in [I]$$

$$\sum_n \lambda_n y_j(n) \leq \beta_j(\bar{n})$$

$$\sum_n \lambda_n y_l(n) \leq y_l(\bar{n}), l \in [J], l \neq j$$

5 Lectores interesados en profundizar sobre los beneficios de MEA pueden consultar artículos científicos como Asmild, Holvad, Hougaard y Kronborg (2009), Asmild, Baležentisny Hougaard (2016), Bi, Wang, Yang, y Liang (2014).

$P^{\gamma}(\alpha, \beta, z, \bar{n})$ :

max  $\gamma(\bar{n})$  tal que

$$\sum_n \lambda_n x_i(n) \leq x_i(\bar{n}) - \gamma(\bar{n})(x_i(\bar{n}) - \alpha_i^*(\bar{n})), \quad i \in [M]$$

$$\sum_n \lambda_n x_i(n) \leq x_i(\bar{n}), \quad i \in [I] \setminus \{m\}$$

$$\sum_n \lambda_n y_l(n) \geq y_l(\bar{n}) + \gamma(\bar{n})(\beta_l^*(\bar{n}) - y_l(\bar{n})), \quad l \in [J]$$

Donde  $\lambda \in \Lambda^N$ ,  $\alpha_m^*(\bar{n})$  y  $\beta_j^*(\bar{n})$  son las soluciones óptimas para los problemas  $P_m^{\alpha}(z, \bar{n})$  y  $P_j^{\beta}(z, \bar{n})$  respectivamente. De esta manera, el punto de referencia ideal de  $z(\bar{n}) = (x(\bar{n}); y(\bar{n}))$  es dado por el siguiente vector de salida MEA,

$$\zeta(\bar{n}) = (\alpha_1^*(\bar{n}), \dots, \alpha_d^*(\bar{n}), x_{d+1}(\bar{n}), \dots, x_l(\bar{n}), \beta_1^*(\bar{n}), \dots, \beta_J^*(\bar{n}))$$

En este sentido, el modelo MEA para una específica observación  $z(\bar{n}) = (x(\bar{n}); y(\bar{n}))$  consiste de un total de  $x$  N programas lineales, lo cual incluye un problema  $P_d^{\alpha}(z, \bar{n})$  para cada variable discrecional  $d \in D$ , un problema  $P_j^{\beta}(z, \bar{n})$  para cada una de las salidas  $j \in [J]$  y un problema  $P^{\gamma}(\alpha, \beta, z, \bar{n})$  con las soluciones óptimas de los problemas  $P_m^{\alpha}(z, \bar{n})$  y  $P_j^{\beta}(z, \bar{n})$ .

En otras palabras, el modelo MEA, consiste en encontrar:

$$\begin{aligned} \alpha_m^*(\bar{n}) &\in R^D, \text{ tal que } \alpha_m^*(\bar{n}) \in P_m^{\alpha}(z, \bar{n}); \\ \beta_j^*(\bar{n}) &\in R^J, \text{ tal que } \beta_j^*(\bar{n}) \in P_j^{\beta}(z, \bar{n}); \\ \gamma(\bar{n}) &\in R, \text{ tal que } \gamma \in P^{\gamma}(\alpha, \beta, z, \bar{n}). \end{aligned} \quad (1)$$

Para un conjunto de datos con  $z(n) = (x(n); y(n))$ , el **Coficiente MEA** es definido por medio de la siguiente ecuación:

$$MEA_z(n) = \frac{\frac{1}{\gamma(\bar{n})} - \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D \frac{x_i(\bar{n}) - \alpha_i^*(\bar{n})}{x_i(\bar{n})}}{\frac{1}{\gamma(\bar{n})} + \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{\beta_j^*(\bar{n}) - y_j(\bar{n})}{y_j(\bar{n})}} \quad (2)$$

Donde,  $\alpha_i^*(\bar{n})$  y  $\beta_j^*(\bar{n})$  representan las soluciones óptimas correspondientes a los problemas de optimización lineal  $P_m^\alpha(z, \bar{n})$  y  $P_m^\beta(z, \bar{n})$  respectivamente.

El coeficiente MEA, es obtenido por medio de la contribución direccional de cada entrada y salida. En efecto, para las entradas la contribución para cada unidad  $z(\bar{n})$  es dada por:

$$mef f_i(\bar{n}) = \frac{x_i(\bar{n}) - \gamma(\bar{n})(x_i(\bar{n}) - \alpha_i^*(\bar{n}))}{x_i(\bar{n})} \chi_D(i), \quad (3)$$

Para donde  $\chi_D$  representa la función característica del conjunto D.

Para las salidas, la contribución para cada unidad  $z(\bar{n})$  es dada por:

$$mef f_j(\bar{n}) = \frac{y_j(\bar{n})}{y_j(\bar{n}) + \gamma(\bar{n})(\beta_j^*(\bar{n}) - y_j(\bar{n}))} \quad (4)$$

Para  $j \in [J]$ .

Note, que  $\gamma(\bar{n})(x_i(\bar{n}) - \alpha_i^*(\bar{n}))$ , representa el exceso de entrada para todo  $i = 1, \dots, D$  y  $\gamma(\bar{n})(\beta_j^*(\bar{n}) - y_j(\bar{n}))$ , representa la insuficiencia de salida para todo  $j = 1, \dots, J$ .

Una característica muy interesante del modelo MEA, es que la ineficiencia de cada variable de entrada puede ser analizada individualmente. En efecto, con base en el exceso de entrada y usando las ideas en Bogetoft y Hougaard (1999), definimos el siguiente **Índice de ineficiencia MEA**,

$$R_i(n) = \frac{\sum_{n=1}^N \gamma(n)(x_i(n) - \alpha_i^*(n))}{\sum_{n=1}^N x_i(n)}, \quad (5)$$

Para todo  $i \in [I]$  y terna  $n \in N$ . Referimos el índice de ineficiencia para saber el número de veces en que cada entrada fue usada ineficientemente.

#### **4. DATOS Y VARIABLES USADAS EN LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS SERVICIOS DE SALUD**

En este capítulo estudiamos la eficiencia de los servicios de salud de: Ginecología y Obstetricia (S1), Odontología (S2) y Urgencias (S3), en 44 de los 45<sup>6</sup> hospitales públicos existentes de nivel I de atención, concentrados en 39 de los 42<sup>7</sup> municipios del departamento del Valle del Cauca.

Para una ubicación específica de los municipios y correspondientes hospitales, el lector puede observar el Tabla 1 y la Figura 1. La columna numérica en el Tabla 1, corresponde a la ubicación de cada municipio en el mapa de la Figura 1.

---

6 El Hospital Geriátrico y Ancianato San Miguel de la Ciudad de Cali, no fue considerado en nuestro estudio, debido a que su portafolio de servicios está dirigido solamente a la población de la tercera edad, a su vez su infraestructura es diferente a la de otros hospitales objeto de estudio.

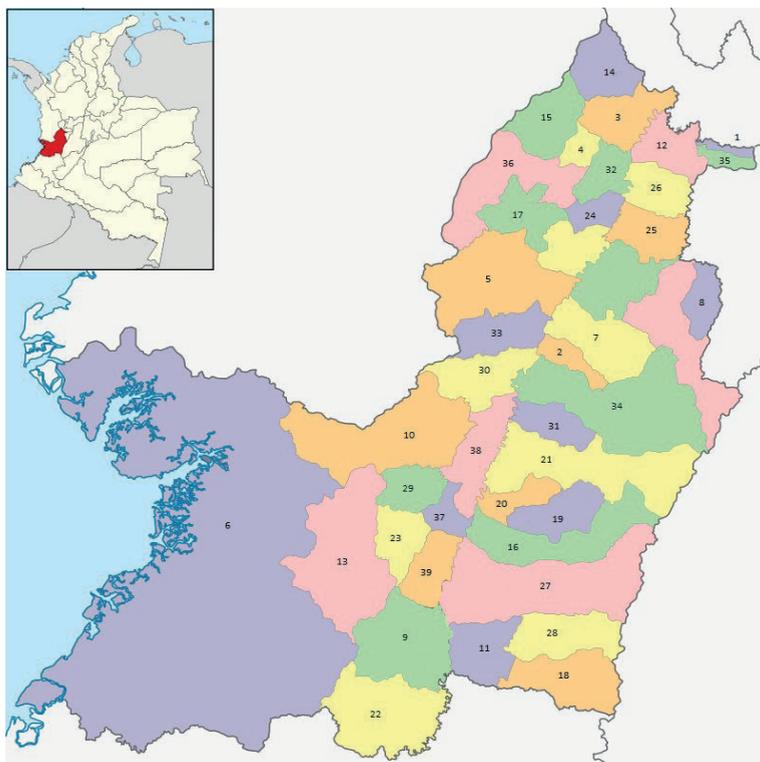
7 Los municipios de Roldanillo, Sevilla y Zarzal no cuentan con hospitales públicos de nivel I de atención.

**Tabla 1. Hospitales Públicos (nivel I) en el Valle del Cauca**

No.	Municipality	Nome	No.	Municipality	Nome
1	ALCALÁ	HOSPITAL SAN VICENTE DE PAUL	18	FLORIDA	HOSPITAL BENJAMIN BARNEY GASCA
2	ANDALUCÍA	HOSPITAL SAN VICENTE FERRER	19	GINEBRA	HOSPITAL DEL ROSARIO
3	ANSERMANUEVO	HOSPITAL SANTA ANA DE LOS CABALLEROS	20	GUACARÍ	HOSPITAL SAN ROQUE
4	ARGELIA	HOSPITAL PIO XII	21	GUADALAJARA DE BUGA	HOSPITAL DIVINO NIÑO
5	BOLÍVAR	HOSPITAL SANTA ANA	22	JAMUNDÍ	HOSPITAL PILOTO JAMUNDI
6	BUENAVENTURA	HOSPITAL SAN AGUSTIN	23	LA CUMBRE	HOSPITAL SANTA MARGARITA
6	BUENAVENTURA	HOSPITAL LUIS ABLANQUE DE LA PLATA	24	LA UNIÓN	HOSPITAL GONZALO CONTRERAS
7	BUGALAGRANDE	HOSPITAL SAN BERNABE	25	LA VICTORIA	HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LOS SANTOS
8	CAICEDONIA	HOSPITAL SANTANDER	26	OBANDO	HOSPITAL LOCAL DE OBANDO
9	CALI	RED DE SALUD DE LADERA	27	PALMIRA	HOSPITAL RAUL OREJUELA BUENO
9	CALI	RED DE SALUD DEL CENTRO	28	PRADERA	HOSPITAL SAN ROQUE
9	CALI	RED DE SALUD DEL NORTE	29	RESTREPO	HOSPITAL SAN JOSE
9	CALI	RED DE SALUD DEL ORIENTE	30	RIOFRÍO	HOSPITAL KENNEDY
9	CALI	RED DE SALUD SURORIENTE	31	SAN PEDRO	HOSPITAL LOCAL ULPIANO TASCOS QUINTERO
10	CALIMA	HOSPITAL SAN JORGE	32	TORO	HOSPITAL SAGRADA FAMILIA
11	CANDELARIA	HOSPITAL LOCAL DE CANDELARIA	33	TRUJILLO	HOSPITAL SANTA CRUZ
12	CARTAGO	IPS DEL MUNICIPIO DE CARTAGO	34	TULLÁ	HOSPITAL RUBEN CRUZ VELEZ
13	DAGUA	HOSPITAL LOCAL JOSE RUFINO VIVAS	35	ULLOA	PEDRO SAENZ DIAZ
14	EL ÁGUILA	HOSPITAL SAN RAFAEL	36	VERSALLES	HOSPITAL SAN NICOLAS
15	EL CAIRO	HOSPITAL SANTA CATALINA	37	VIJES	HOSPITAL LOCAL DE VIJES
16	EL CERRITO	HOSPITAL SAN RAFAEL	38	YOTOCO	HOSPITAL LOCAL YOTOCO
17	EL DOVIO	HOSPITAL SANTA LUCIA DE EL DOVIO VALLE	39	YUMBO	HOSPITAL LA BUENA ESPERANZA

Fuente: Creación propia (2018).

**Figura 1. Municipios del Valle del Cauca**



Fuente: Adaptado de Google Maps (2018).

Como fuente de datos, el Sistema de Información Hospitalario del Ministerio de Salud y Protección Social (SIHO) es utilizado en este capítulo. Con el fin de tener una perspectiva de evolución sobre el tiempo para un análisis de la eficiencia técnica más detallada, se han utilizado datos desde el año 2007 hasta el año 2014.

Para cada tipo de servicio de salud hemos extraído las variables presentadas en las tablas 2, 3 y 4. Los números que acompañan a la letra V (variables), corresponden a la codificación en la base de datos SIHO del Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia. Las estadísticas (suma, media y desviación estándar) de todas las variables utilizadas en este estudio, se proporcionan en las tablas 8, 9 y 10 (ver anexos al final de este capítulo). Al igual que otros investigadores, estamos sujetos a trabajar con una base estructurada que contiene bastantes datos confiables. En

nuestro caso, al momento de armonizar los registros por servicios de salud: S1, S2 y S3, utilizamos todas las variables disponibles y completas para cada uno de los años de estudio, período comprendido entre 2007 y 2014. En las tablas 2, 3 y 4 mostramos las variables consideradas.

**Tabla 2. Variables en el Servicio de S1**

<b>Entradas</b>	[V205] Citologías cervicovaginales tomadas; [V253] Camas de hospitalización [V258] Mesas de parto
<b>Salidas</b>	[V220] Egresos Obstetricios [V445] Pacientes remitidos para partos en niveles superiores

Nota: \*Las salidas de obstetricia incluyen partos naturales y cesáreas

Fuente: Creación propia (2018).

**Tabla 3. Variables en el Servicio de S2**

<b>Entradas</b>	[V211] Consultas odontológicas realizadas (valoración) [V259] Unidades de odontología [V681] Consultas odontológicas generales asignadas
<b>Salidas</b>	[V212] Sellantes aplicados [V213] Superficies obturadas (cualquier material) [V214] Exodoncias (cualquier tipo)

Fuente: Creación propia (2018).

**Tabla 4. Variables en el Servicio de S3**

<b>Entradas</b>	[V208] Consultas de medicina general urgente realizadas [V254] Camas de hospitalización; [V256] Consultorios [V257] Salas de quirófanos; [V679] Usuarios atendidos
<b>Salidas</b>	[V240] Exámenes de Laboratorio [V241] Número de imágenes diagnósticas tomadas [V444] Pacientes remitidos a niveles superiores [V684] pacientes hospitalizados

Fuente: Creación propia (2018).

## 5. Presentación y discusión de resultados

De manera similar a nuestro artículo Murillo, Rocha y García (2018), los resultados en este capítulo involucran, las relaciones de eficiencia en cada uno de los tres servicios de salud considerados, el índice de ineficiencia de los insumos y los resultados del valor-NC entre los hospitales más y menos eficientes. Sin embargo, el cálculo del valor-NC en el presente artículo es mostrado en detalle para el servicio de salud S3.

### 5.1 Análisis de ratios de eficiencia

Los resultados obtenidos al aplicar el modelo MEA a los datos suministrados por SIHO (tablas 3, 4 y 5), son clasificados y presentados de la forma a seguir: una vez obtenido el coeficiente de eficiencia para cada uno de los tres servicios de salud, en cada año y cada hospital, definiendo el conjunto de las unidades eficientes EFF como:

$$EFF = \{n: 0.6 \leq MEA_z(n) \leq 1\}, \quad (5)$$

Y se obtiene la eficiencia media total y la ratio EFF/Total. Este último es calculado como el coeficiente entre el número de unidades eficientes y el número total de unidades. Los resultados de estas dos medidas para los tres servicios son presentados en la Tabla 5. El número entre paréntesis en la columna de EFF/Total, corresponde al número de unidades que representa cada porcentaje.

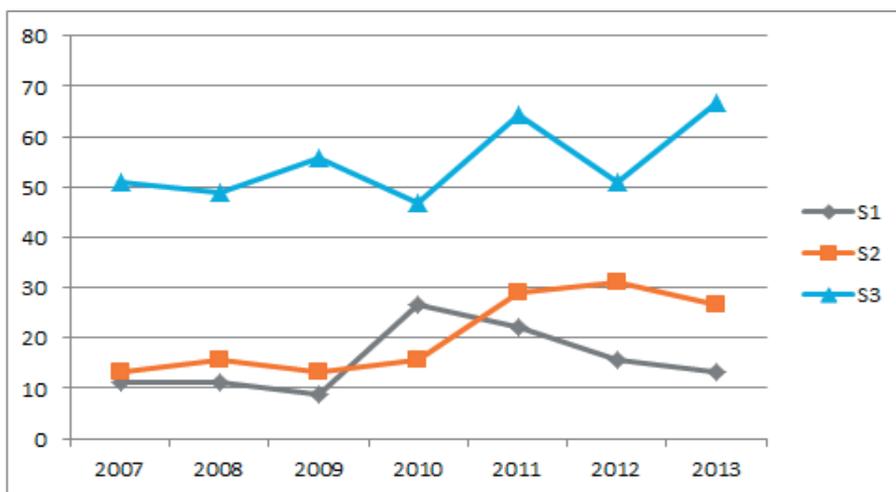
*Tabla 5. Ratios de Eficiencia*

AÑO	SERVICIO S1		SERVICIO S2		SERVICIO S3	
	Media Total	EFF/Total	Media Total	EFF/Total	Media Total	EFF/Total
2007	0,36	11,4% (5)	0,27	13,6% (6)	0,61	45,5% (20)
2008	0,28	11,4% (5)	0,36	15,9% (7)	0,62	40,9% (18)
2009	0,23	9,09% (4)	0,38	13,6% (6)	0,62	45,5% (20)
2010	0,52	27,3% (12)	0,33	15,9% (7)	0,54	34,1% (15)
2011	0,45	22,7% (10)	0,42	29,5% (13)	0,68	52,3% (23)
2012	0,43	15,9% (7)	0,51	31,8% (14)	0,62	40,9% (18)
2013	0,30	13,6% (6)	0,50	27,3% (12)	0,72	54,5% (24)
2014	0,35	15,9% (7)	0,45	27,3% (12)	0,73	54,5% (24)

Fuente: Creación propia (2018)

En el Figura 2, es representado el comportamiento de este ratio en cada servicio, a lo largo del tiempo. Lo cual muestra progresivamente los cambios correspondientes a los niveles de eficiencia de cada servicio, evidenciando un comportamiento totalmente variable durante todo el período de estudio. Lo anterior, implica una desajustada y poco favorable estrategia seguida por S1, S2 y S3, la mayor parte del tiempo.

*Figura 2. Eficiencia Hospitalaria.*



Fuente: Creación propia. (2018)

A pesar de que nuestros resultados muestran que durante el período de estudio (2007-2014) en su mayoría, los hospitales públicos mantuvieron un bajo nivel de eficiencia en la prestación de los tres servicios, encontramos en la Tabla 1 que para los años 2011, 2013 y 2014, más del 50% de los hospitales fueron eficientes en S3. En efecto, aunque, en el año 2010 el nivel en S3 fue el más bajo, hasta el punto de casi ser alcanzado en nivel por S1.

El de eficiencia de S3 es muy superior al de los otros dos servicios, durante todo el período de estudio. Por otro lado, si bien S1 consiguió mejorar su eficiencia en el año 2010, prontamente esta descendió en los años posteriores. Por su parte S2 pareciera tener un comportamiento inversamente proporcional al de S1. En términos generales, se evidencia que la estrategia seguida por los tres servicios de salud, especialmente por S1 y S2; no es la mejor y necesita ser readaptada lo más pronto posible.

## 5.2 Análisis de insumos: Indicadores de ineficiencia

Para analizar con más detalle la contribución de cada variable en el modelo, se calculó por cada año, el índice de ineficiencia para las variables de los tres servicios de salud, en cada año. Los resultados en la Tabla 2, representan el número de veces que cada entrada se utilizó de manera ineficiente (exceso de insumos). En los Figura 3, 4 y 5, podemos ver la ineficiencia de cada insumo en los servicios de salud S1, S2 y S3 respectivamente.

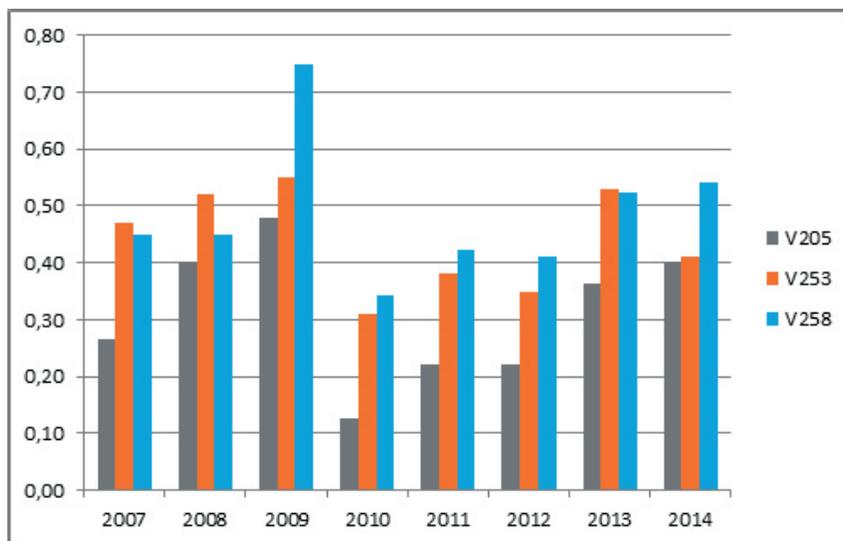
*Tabla 6. Indicador de Ineficiencia.*

AÑO	SECTOR S1			SECTOR S2			SECTOR S3				
	V205	V253	V258	V211	V259	V681	V208	V254	V256	V257	V679
2007	0,26	0,47	0,45	0,49	0,48	0,54	0,14	0,31	0,24	0,34	0,15
2008	0,40	0,52	0,45	0,44	0,51	0,52	0,15	0,24	0,22	0,31	0,21
2009	0,48	0,55	0,75	0,42	0,52	0,50	0,15	0,31	0,24	0,21	0,20
2010	0,13	0,31	0,34	0,41	0,47	0,55	0,22	0,38	0,30	0,33	0,24
2011	0,22	0,38	0,42	0,31	0,32	0,35	0,12	0,20	0,18	0,11	0,16
2012	0,22	0,35	0,41	0,21	0,29	0,25	0,14	0,25	0,16	0,39	0,15
2013	0,36	0,53	0,52	0,19	0,25	0,26	0,09	0,19	0,12	0,21	0,12
2014	0,40	0,41	0,54	0,20	0,28	0,25	0,08	0,21	0,11	0,23	0,08

Fuente: Creación propia. (2018)

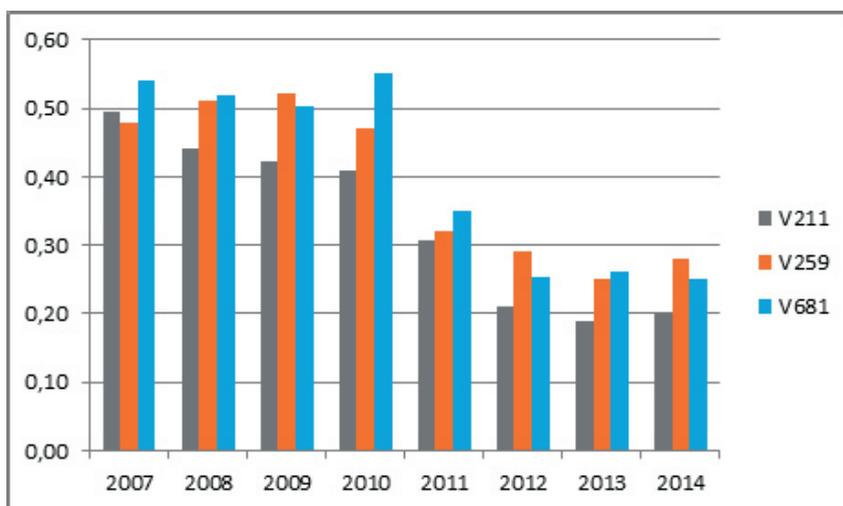
En los datos presentados en la Tabla 5, en el año 2009 se destacan dos situaciones: la primera, representa el año con el mayor porcentaje en promedio, 39.3%, de las veces en que los tres servicios de salud, utilizaron los insumos, de manera ineficiente. La segunda, la variable de entrada con el indicador de ineficiencia más alto corresponde a V258 en el servicio de S1, con un valor de 0.75. Esto significa que el 75% de las veces fue utilizado de forma no eficiente, lo cual es un porcentaje muy alto, que llama la atención a una revisión más rigurosa sobre la forma en que los insumos hospitalarios están siendo suministrados. Caso contrario, sucedió con los insumos V208 y V679 que tuvieron una mejor utilización en términos de eficiencia tanto en el servicio S3 con respecto a S1 y S2, esto para el año 2014.

**Figura 3. Indicador de Ineficiencia S1**



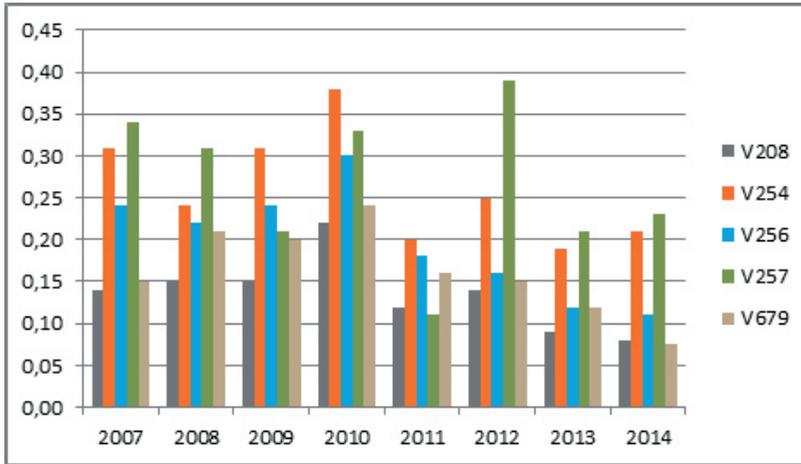
Fuente: Creación propia (2018).

**Figura 4. Indicador de Ineficiencia S2**



Fuente: Creación propia (2018).

**Figura 5. Indicador de Ineficiencia S3**



Fuente: Creación propia (2018).

Como era de esperarse, por los resultados obtenidos en las ratios de eficiencia en el servicio S3 (Tabla 5), se obtienen indicadores de ineficiencia en menor proporción para este servicio (Tabla 6). En el Figura 3, podemos apreciar como el 2009, representa el año en que los insumos fueron usados de manera más ineficiente; siendo este mismo año cuando los hospitales públicos lograron su más bajo porcentaje de eficiencia (23%), durante el período de estudio (ver Tabla 5). En el Figura 4, podemos observar como entre el año 2010 y 2011, se reduce en un alto porcentaje el uso ineficiente de los insumos en S2. Respecto al servicio de salud de S3, como fue señalado, encontramos que sus variables de entrada tuvieron el más bajo porcentaje de utilización ineficiente con respecto a los demás insumos de S1 y S2. Cabe destacar que la variable V208 en S3, fue la que obtuvo los menores índices de ineficiencia durante el período de estudio. Caso contrario, sucedió con la variable V258 en S1, la cual mostró que fue usada de manera ineficiente todas las veces en las unidades hospitalarias.

En términos generales, podemos resaltar que los hospitales públicos lograron una mejor utilización de los insumos V208, V254, V256, V257 y V679 en S3. Sin embargo, éstos presentaron en términos relativos un exceso de entradas en S1, durante todo el período de estudio. Situación que puede estar correlacionada con la tasa bruta de natalidad en el Valle del Cauca que presentó una disminución gradual en el tiempo; alcanzando entre 1985 y 1990 un valor máximo de 26,41 por mil habitantes, mientras para el período 2010 y 2015 fue de 16,44. Esto significa una reducción del 37% en la tasa de natalidad, según datos de la Secretaria Departamental de Salud (24).

### 5.3 Análisis de grupos con diferentes niveles de eficiencia en el servicio de Urgencias (S3)

Es posible comparar el comportamiento de las variables de entrada y salida entre grupos con diferentes niveles de eficiencia  $y$ , determinar desde el punto de vista, su influencia en el modelo MEA.

Las estadísticas del grupo eficiente con las del grupo no eficiente en este artículo, son comparadas utilizando una técnica desarrollada en Inman y Bradley (1989), basada en un coeficiente de intersección de distribución (valor-NC). La idea es la siguiente, se consideraron dos grupos para cada servicio de salud de acuerdo con el coeficiente MEA:

- $E_1$ : unidades con coeficiente MEA  $\geq 0.6$ ;
- $E_0$ : unidades con coeficiente MEA  $\leq 0.4$ .

El grupo  $E_1$  corresponde a los hospitales más eficientes y el grupo  $E_0$  corresponde a los hospitales menos eficientes. El valor-NC, se calcula como la intersección de las funciones gaussianas asociadas a las eficiencias mostradas en  $y$ . Cuanto mayor sea el valor de NC, menos común será el comportamiento de los dos grupos con respecto a las variables seleccionadas.

Después de obtener los resultados del coeficiente MEA para cada servicio, formamos el grupo de los hospitales menos eficientes y el grupo de los hospitales más eficientes. A continuación, en la Tabla 3, se muestra el número de unidades de cada servicio en los grupos eficientes y no eficientes.

*Tabla 7. Grupos eficientes y no eficientes.*

SERVICIO	$E_1$	$E_0$
S1	28	5
S2	8	5
S3	19	11

Fuente: Creación propia (2018).

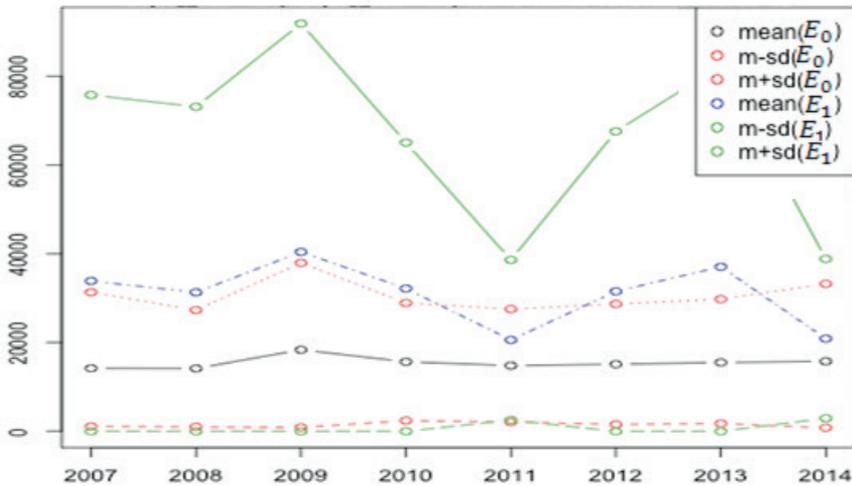
Calculamos el valor NC para cada variable como la intersección de las funciones Gaussianas asociadas a las eficiencias en cada grupo. Para cada variable

obtuvimos un gráfico detallado del comportamiento de los grupos eficientes y no eficientes.

Debido al número de hospitales en los dos grupos, resulta más interesante dedicar el estudio de los grupos eficientes y no eficientes en el servicio S3; donde la cantidad de los hospitales es más similar entre los dos grupos.

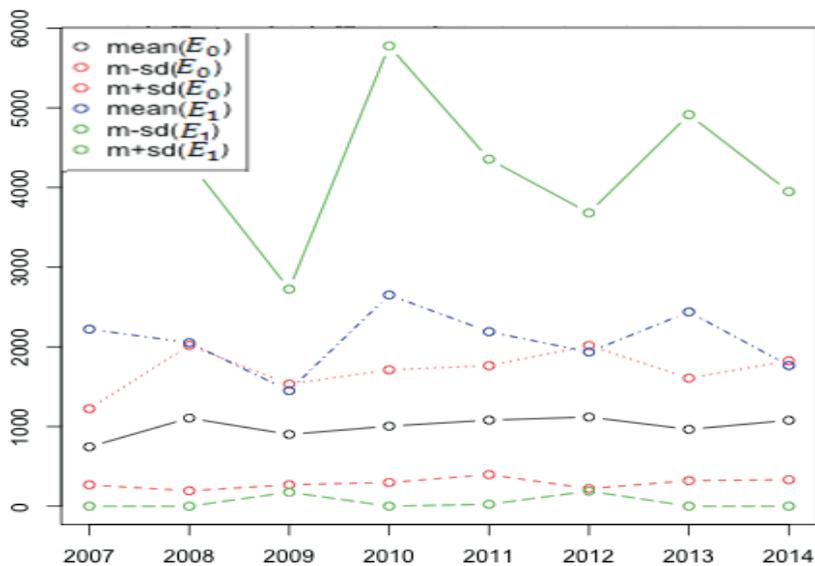
Las figuras 6, 7 y 8, representan el comportamiento de los grupos de eficiencia, para las variables V679 (pacientes atendidos), V444 (pacientes remitidos) y V684 (pacientes hospitalizados), en el servicio S3

**Figura 6. Grupos de eficiencia en la Variable V679**



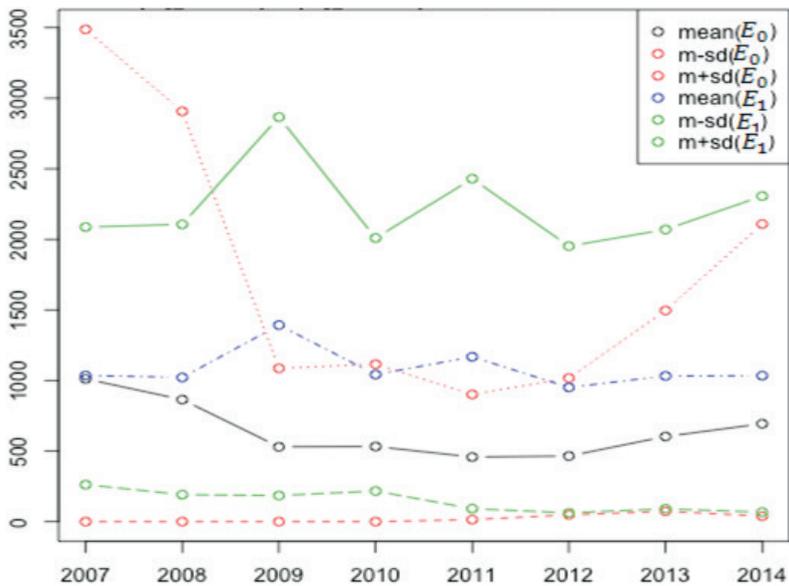
Fuente: Creación propia (2018).

**Figura 7. Grupos de eficiencia en la Variable V444**



Fuente: Creación propia (2018).

**Figura 8. Grupos de eficiencia en la Variable V684**



Fuente: Creación propia (2018).

En los Figuras 6, 7 y 8, la media del grupo de los hospitales más eficiente es representada por la línea azul (mean ) y la media del grupo de los hospitales menos eficiente, es representada por la línea negra (mean ). Las líneas roja (m-sd(), m+sd()) y verde (m-sd(E0), m+sd()) representan las desviaciones estándar para cada grupo respectivamente. Los grupos están conformados por 19 hospitales en el grupo eficiente y 11 hospitales en el grupo no eficiente. Como se puede ver para cada año existen grandes diferencias en el comportamiento de la variable entre los dos grupos. En el caso de la variable V679 (pacientes atendidos), el valor-NC es  $3,870e^{+02}$ . En el caso de la variable V444 (pacientes remitidos a niveles superiores), el valor-NC es  $3,260e^{+02}$ . En el caso de la variable V684 (pacientes hospitalizados), el valor-NC corresponde a  $4,169e^{+02}$ . Resaltamos que, en el servicio S3, tanto los hospitales públicos más eficientes como los menos eficientes hicieron un mejor uso de la variable de entrada V254 en los años 2013 y 2014; y de la variable de salida V684 para el año 2007.

## 6. Observaciones y comentarios finales

En este capítulo, es usado el modelo MEA para estudiar, la eficiencia en tres servicios de salud: Ginecología y Obstetricia (S1); Odontología (S2) y Urgencias (S3), los cuales son prestados en 44 hospitales públicos de primer nivel de atención, del departamento del Valle del Cauca, entre los años 2007 y 2014.

Existen numerosos estudios sobre la evaluación de la eficiencia hospitalaria que usan diferentes métodos, (Herrero, et al, 2015; Pérez et al, 2017; Gedion y Morales, 1999; Sarmiento et al, 2006; Mutis, 2006 y Fontalvo-De la Hoz, 2015); sin embargo, además de nuestro anterior investigación Murillo, Rocha y García (2017), hasta el momento en Colombia, no se disponen de investigaciones que aborden la medición de la eficiencia sobre servicios de salud, mediante la utilización de un método como el MEA. Nuestro modelo, además de ser innovador y apropiado para este tipo de estudios, se centra en tres indicadores: ratios de eficiencia, índices de ineficiencia y cálculo del NC valor, que permiten obtener valiosa información de las unidades estudiadas.

Este análisis involucra, a la población pobre asegurada (44.55%) y a la población pobre no asegurada (8.08%) del departamento del Valle del Cauca. Según la categorización del riesgo de los hospitales públicos, a partir

de sus indicadores financieros y teniendo en cuenta sus condiciones de mercado, de equilibrio y viabilidad financiera, un porcentaje considerable (27.3%, 52.3%, 43.2%, 36.4% y 50%) de los hospitales fueron categorizados en nivel de riesgo o en peligro de quiebra (vigencias: 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016 respectivamente). Situación que puede estar asociada a una gestión ineficiente de los recursos hospitalarios y a otros aspectos como la estructura de mercado; lo cual puede colocar en riesgo la calidad en la prestación de los servicios.

De acuerdo con nuestro análisis, los hospitales públicos considerados fueron poco eficientes en la utilización de los inputs empleados y en los outputs conseguidos en los servicios de S1, S2 y S3 prestados durante el período 2007-2014. Algunos datos obtenidos son alarmantes, por ejemplo en promedio el 40% de veces en que fueron usadas las variables de entrada en los servicios S1 y S2, lo hicieron de manera ineficiente. En particular, los resultados obtenidos reflejan un nivel superior de eficiencia en S3, en la mayoría de los hospitales vallecaucanos. Sin embargo, durante el período de estudio, el servicio S3 alcanzó valores-NC mucho mayores para todas las variables que los valores-NC obtenidos en los servicios S1 y S2, en sus correspondientes variables.

En 2014, el 56.8% de los hospitales públicos (25 de 44), fueron categorizados sin nivel de riesgo financiero; sin embargo, en ese mismo año, los ratios de eficiencia obtenidos por el modelo MEA, determinaron que el 15.9% (7 de 44), 27.3% (12 de 44) y 54.5% (24 de 44) de los hospitales públicos, fueron eficientes en la prestación de los servicios S1, S2 y S3, respectivamente. En síntesis, reducir el peligro de una quiebra financiera de una institución hospitalaria, necesariamente no significa que los recursos físicos o insumos se han asignado de manera eficiente en la prestación de los servicios de salud a las personas pobres aseguradas y no aseguradas.

En términos generales, los hospitales públicos del Valle del Cauca necesitan considerar cambios en su estructura y funcionalidad que le permitan tener un mejor aprovechamiento de los insumos. En este sentido, es preciso tomar algunas medidas como reducir rápidamente los problemas de información asimétrica, de tal manera que establezcan estrategias de monitoreo, seguimiento y control a la forma en que el personal médico-asistencial hace uso de los insumos que tienen a disposición para la prestación de los servicios de salud. También es importante establecer una estructura legal con relación a los incentivos económicos que son ofrecidos basados en la productividad del

gerente del hospital y su equipo de trabajo; evitando que sean fomentada entre otras cosas, una conducta moral de las entidades que ejercen seguimiento y control, con reglas formales.

Es importante recordar, que los hospitales en sus diferentes servicios de salud, independiente del municipio donde estén ubicados, tienen como misión la prestación de la atención sanitaria a los ciudadanos que la demandan. Esta atención debe prestarse en el tiempo adecuado, con los recursos humanos y técnicos proporcionales y conforme a la calidad técnica, exigible por los estándares de la medicina de urgencias para satisfacer las necesidades del paciente.



## ANEXOS

### *Anexo 1. Datos estadísticos servicio S3*

V	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
V208	936674	967509	1131975	1081613	1044677	1009634	1058041	1060662
	20814,97	21500,2	25155	24035,84	23215,04	22436,31	23512,02	23570,26
	26478,18	26248,26	31970,22	31531,46	31267,55	28529,41	28819,53	27868,89
V253	589	611	630	629	632	620	673	676
	13,08	13,57	14	13,97	14,04	13,77	14,95	15,02
	6	6,15	6,03	6,01	6,57	5,81	11,343	11,37
V254	176	208	209	223	246	289	272	277
	3,91	4,62	4,64	4,95	5,46	6,42	6,04	6,15
	3,57	3,89	3,87	3,71	4,84	6,12	5,35	5,35
V256	83	89	95	96	96	102	105	110
	1,84	1,97	2,11	2,13	2,13	2,26	2,33	2,44
	1,34	1,87	1,83	1,65	1,64	1,71	1,83	1,82
V257	18	19	16	17	16	51	14	12
	0,4	0,42	0,35	0,37	0,35	1,13	0,31	0,26
	0,65	0,72	0,6	0,64	0,67	5,05	0,76	0,65
V258	63	65	57	57	57	58	59	55
	1,4	1,44	1,26	1,26	1,26	1,28	1,31	1,22
	0,65	1,11	0,53	0,53	0,53	0,58	0,55	0,47
V679	908286	876909	1072880	929367	784434	891645	916910	717720
	20184,13	19486,86	23841,77	20652,6	17431,86	19814,33	20375,77	15949,33
	25391,88	24095,79	30664,75	21019,94	14747,86	21593,45	26189,54	15232,34
V240	2549470	2753029	2799522	3073644	3235639	3644587	4005134	4161462
	56654,88	61178,42	62211,6	68303,2	71903,08	80990,82	89002,97	92476,93
	87178,62	89907,21	93321,21	105657,8	111350,7	115445,9	128473,8	131107,8
V241	264983	220571	238532	242849	267097	239630	259416	291264
	5888,51	4901,57	5300,71	5396,64	5935,48	5325,11	5764,8	6472,53
	17744,71	9225,83	9911,81	10693,45	9480,22	7211,01	7885,68	9862,65
V444	56689	66502	52974	68172	69065	67982	67867	62473
	1259,75	1477,82	1177,2	1514,93	1534,77	1510,71	1508,15	1388,28
	1533,78	1382,66	969,53	1767,54	1357,62	1238,86	1526,3	1284,86
V684	39745	37611	35817	34591	32506	29554	31954	32200
	883,22	835,8	795,93	768,68	722,35	656,75	710,08	715,55
	1685,66	1430,6	890,14	823,61	830,1	691,97	819,33	1124,48

Fuente: Creación propia (2018).

**Anexo 2. Datos Estadísticos Servicio S2.**

V	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
V211	347803	319529	341114	337279	327707	368355	404356	423503
	7728,95	7100,64	7580,31	7495,08	7282,37	8185,66	8985,68	9411,17
	9327,28	10171,01	11011,3	11447,25	11627	12758,09	13550,79	14372,53
V259	332	353	349	350	354	385	370	375
	7,37	7,84	7,75	7,77	7,86	8,55	8,22	8,33
	10,72	10,64	11,72	12,02	11,38	11,48	10,92	11,27
V681	571229	459326	544101	501051	468441	484297	504199	484001
	12693,97	10207,24	12091,13	11134,46	10409,8	10762,15	11204,42	10755,57
	17430,5	11121,29	14671,84	13230,8	13360,08	13300,94	14396,66	15180,13
V212	534772	569403	527915	519616	519409	575455	535005	553721
	11883,82	12653,4	11731,44	11547,02	11542,42	12787,88	11889	12304,91
	15796,83	20684,42	19985,32	19581,48	19774,66	20672,77	19894,34	22062,52
V213	664128	720023	793443	825601	821052	900641	964360	955078
	14758,4	16000,51	17632,06	18346,68	18245,6	20014,24	21430,22	21223,95
	25626,26	28461,92	29307,41	30658,62	29526,09	30824,66	33952,84	34166,78
V214	90163	91308	97532	102836	117898	122488	125280	125331
	2003,62	2029,06	2167,37	2285,24	2619,95	2721,95	2784	2785,13
	2864,74	3091,97	3166,36	3392,57	6621,52	6539,82	6747,35	7353,22

Fuente: Creación propia (2018).

**Anexo 3. Datos Estadísticos Servicio S1**

V	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
V205	221523	196291	201269	228487	236163	243951	219967	214105
	4922,73	4362,02	4472,64	5077,48	5248,06	5421,13	4888,15	4757,88
	7809,11	6108,86	6578,46	8784,86	8788,93	9178,9	6999,62	6956,67
V253	589	611	630	629	632	620	673	676
	13,08	13,57	14	13,97	14,04	13,77	14,95	15,02
	6	6,15	6,03	6,01	6,57	5,81	11,34	11,37
V258	63	65	57	57	57	58	59	55
	1,4	1,44	1,26	1,26	1,26	1,28	1,31	1,22
	0,65	1,12	0,53	0,53	0,53	0,58	0,55	0,47
V220	11798	11819	11124	9573	9178	7915	7990	8191
	262,17	262,64	247,2	212,73	203,95	175,88	177,55	182,02
	467,09	479,33	449,43	398	372,34	330,29	325,63	351,7
V445	7436	7495	8374	7156	6994	6335	5504	5971
	165,24	166,55	186,08	159,02	155,42	140,77	122,31	132,68
	249,13	282,18	332,59	248,86	199,13	192,72	149,25	302,81

Fuente: Creación propia (2018).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sarmiento Gómez, A; Castellanos Aranguren, W; Nieto Rocha, A. & Malave, C. E. A. (2006). Análisis de eficiencia técnica de la red pública de prestadores de servicios: dentro del sistema general de seguridad social en salud. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 5(11), 70-95. Recuperado a partir de 15 de marzo de 2018, <https://colaboracion.dnp.S1v.co/CDT/Estudios Economicos/298.pdf>
- Asmild, M., Baležentis, T., & Hougaard, J. L. (2016). Multi-directional Productivity Change: MEA-Malmquist. *Journal of Productivity Analysis*, 46(2-3), 109-119. <https://doi.org/DOI: 10.1007/s11123-016-0486-y>
- Asmild, M., Holvad, T., Hougaard, J. L., & Kronborg, D. (2009). Railway reforms: Do they influence operating efficiency? *Transportation*, 36(5), 617-38. <https://doi.org/10.1007/s11116-009-9216-x>
- Bi, G., Wang, P., Yang, F., & Liang, L. (2014). Energy and environmental efficiency of china's transportation sector: A multidirectional analysis approach. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2014/539596>
- Bogetoft P. & Hougaard J. L. (1999). Efficiency evaluations based on potential (non-proportional) improvements, *Journal of Productivity Analysis*, 12(3), 233-247.
- Bonet-Morón, J., & Guzmán-Finol, K. (2015). Un análisis regional de la salud en Colombia (Documentos de trabajo sobre Economía Regional No. 222). Cartagena, Colombia. Recuperado a partir de 18 de marzo de 2018, [http://www.banrep.S1v.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser\\_222.pdf](http://www.banrep.S1v.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_222.pdf)

- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S. & Shale, E.A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132, 245–259.
- Fontalvo Herrera, T. J., & De la Hoz Herrera, G. (2015). Eficiencia de los Hospitales de Bolívar- Colombia por medio Análisis Envolvente de Datos. *Dimensión Empresarial*, 14(1), 95-108. <https://doi.org/10.15665/rde.v14i1.469>
- Gedion, Ú., & Morales, L. G. (1999). Aproximación a la medición de la eficiencia económica y eficiencia de la gestión en los hospitales públicos del Distrito Capital. Santafé de Bogotá. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/11445/1372>
- Herrero Tabanera, L., Martín Martín, J. J., & López del Amo González, M. (2015). Eficiencia técnica de los hospitales públicos y de las empresas públicas hospitalarias de Andalucía. *Gaceta Sanitaria*, 29(4), 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.03.001>
- Hougaard, J. L., Kronborg, D. & Overgård, C. (2004). Improvement potential in Danish elderly care. *Health Care Management Science*, (7), 225-235. <https://doi.org/10.1023/B:HCMS.0000039385.30011.8e>
- Hu, H. H., Qi, Q. & Yang, C. H. (2012). Analysis of hospital technical efficiency in China: Effect of health insurance reform. *China Economic Review*, 23(4), 865-877. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2012.04.008>
- Inman H. F. & Bradley Jr. E L. (1989). The over-lapping coefficient as a measure de agreement between probability distributions and point estimation de the overlap de two normal densities, Communications in Statistics, *Theory and Methods*, 18(10), 3851-3874.
- Mora A. H. & Morales L. G. (1997). Consideraciones sobre la evaluación de la eficiencia relativa de los hospitales colombianos. *Revista Universitas Económica*, IX (3).
- Murillo K. P., Rocha E. A. M. & García González C. A. (2018). Análisis de eficiencia multidireccional en hospitales públicos del Valle del Cauca. *Rev Gerenc Polít Salud*, 17 (34).

- Mutis, H. (2006). Una aplicación del análisis de frontera estocástica: el caso de hospitales de nivel II en Colombia. *Lecturas Matemáticas*, 27(1), 259-270.
- Mutis, H. E., Díaz, G. M., & Toro, E. (2006). Eficiencia técnica de hospitales nivel II en Colombia. *Ingeniería y Competitividad*, 8(1), 22-30. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323459003>
- Nupia O. A. & Sánchez F. (2001). Eficiencia de los hospitales públicos de Bogotá. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (48):101-136.
- Ospina, A. C. S., Molina, M. G., & Becerra, L. C. (2016). ¿Crisis financiera o de gestión? Evolución del sector salud desde la perspectiva de los entes territoriales. *Apuntes del CENES*, 35(61), 177-206. <https://doi.org/10.19053/22565779.4151>
- Pérez-Romero, C., Ortega-Díaz, M. I., Ocaña-Riola, R., y Martín-Martín, J. J. (2017). Análisis de la eficiencia técnica en los hospitales del Sistema Nacional de Salud español. *Gaceta Sanitaria*, 31(2), 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.10.007>
- Pinzón Martínez, M. J. (2003). Medición de eficiencia técnica relativa en hospitales públicos de baja complejidad mediante la metodología Data Envelopment Analysis (DEA). Recuperado a partir de <https://colaboracion.dnp.S1v.co/CDT/Estudios Economicos/245.pdf>
- Polanía, B. E. (1999). Una aplicación de Data Envelopment Analysis: análisis comparativo de eficiencia entre hospitales en Colombia. Bogotá: Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes.
- Puig-Junoy, J. (2000). Eficiencia en la Atención Primaria de Salud: una Revisión Crítica de las Medidas de Frontera. *Revista Especializada de Salud Pública*, 74(5-6), 483-495. Recuperado a partir de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272000000500005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272000000500005)
- Wang, D. & Gao, Q. (2017). Efficiency assessment and resource allocation for hospitals by data envelopment analysis. 2017 3rd International Conference on Information Management, ICIM 2017, 289-293. <https://doi.org/10.1109/INFOMAN.2017.7950394>
- Tono R. T. (2002). Los Hospitales Colombianos en el contexto de Latinoamérica y el Caribe. Documento de Trabajo No. 8, Fundación Corona y Fundación Ford, noviembre, Bogotá, Colombia.