

República de Colombia  
Departamento Nacional de Planeación  
Dirección de Estudios Económicos

---

---

# ARCHIVOS DE ECONOMÍA

---

---

## Estudio Integral de Eficiencia de los Hospitales Públicos

*(Estudio realizado por la Dirección de Desarrollo Social del DNP).*

Norman MALDONADO  
Ana TAMAYO

Documento 338  
28 de Noviembre de 2007.

---

La serie ARCHIVOS DE ECONOMIA es un medio de divulgación de la Dirección de Estudios Económicos, no es un órgano oficial del Departamento Nacional de Planeación. Sus documentos son de carácter provisional, de responsabilidad exclusiva de sus autores y sus contenidos no comprometen a la institución.

Consultar otros Archivos de economía en [http://www.dnp.gov.co/paginas\\_detalle.aspx?idp=282](http://www.dnp.gov.co/paginas_detalle.aspx?idp=282)

# Estudio Integral de Eficiencia de los Hospitales Públicos<sup>1</sup>

---

*Norman MALDONADO y  
Ana TAMAYO  
12 de agosto de 2007*

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología que permita evaluar la eficiencia técnica relativa de las IPS públicas durante el período 2002 - 2005, a partir de la información disponible en el Sistema de Información Hospitalario (SIHO). Para esto se realiza primero una revisión del concepto de eficiencia, se presentan las principales metodologías, y se selecciona la adecuada para el objeto de la investigación. Posteriormente se procede a depurar la información disponible y a la conformación de grupos de hospitales comparables con ayuda de la base de habilitación del Ministerio de Protección Social para, finalmente, realizar la medición de eficiencia técnica en el tiempo por grupos de IPS. El estudio obtiene varios resultados. Primero, logra realizar una clasificación de hospitales diferente a la relacionada con el nivel de complejidad. En esta clasificación, se obtienen cinco grupos conformados por hospitales relativamente homogéneos al interior de cada grupo, y cada grupo con ciertas características particulares que lo diferencian de los otros. Segundo, se obtiene una medición de eficiencia técnica comparable en el tiempo, superando estudios anteriores que no permitían tal comparación. Finalmente, se propone una metodología que supera parcialmente los problemas de medida relativa que tiene el DEA tradicional, y si bien no se puede aplicar a los datos disponibles por problemas de dimensionalidad y de pocas observaciones, si puede ser implementada en años futuros, donde se cuente con mayor número de observaciones en el tiempo.

**Palabras clave:** Health Production, Government Policy; Regulation; Public Health, Semiparametric and Nonparametric Methods.

**JEL No.** I12;, I18, C14

---

<sup>1</sup> Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos", para la Subdirección de Salud - Dirección de Desarrollo Social del Departamento Nacional de Planeación.

## 0. Introducción

La transformación del sistema de seguridad social integral, iniciada en 1993 con la Ley 100, que propende por un sistema de aseguramiento en salud, ha estimulado transformaciones en la estructura institucional de los hospitales públicos y su relación con los demás actores del sistema, principalmente por la sustitución de la financiación a la oferta por la financiación a la demanda, de manera que estas instituciones se han visto enfrentadas paulatinamente a la necesidad de gestionar sus recursos de manera alternativa, de forma que puedan enfrentar el reto que representa la apertura a la competencia con el sector privado en búsqueda de su permanencia y sostenibilidad en el sistema.

Estos cambios se enmarcan en el modelo de pluralismo estructurado (Londoño y Frenk (1997)) que propone un sistema donde se supere la segmentación social del anterior sistema y se propenda por un modelo segmentado por funciones y que brinde cobertura de manera integrada a toda la población. Las funciones que deberían ser asumidas por diferentes agentes del sistema son: i) modulación (dirección estratégica al sistema de salud), ii) financiación (movilización de recursos y creación de fondos de financiamiento para el logro del objetivo estratégico del sistema), iii) prestación y iv) articulación (organización y gerencia del consumo de la atención Chernikovsky (1995)).

En particular, la función de prestación corresponde a las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS). Una aproximación al problema que enfrentan las IPS con el cambio en la normatividad se puede analizar desde la perspectiva microeconómica, pues se trata de la configuración de otro tipo de relación entre los oferentes (IPS) y demandantes (usuario final y EPS) de los servicios de salud, que anteriormente se encontraba mediada, de manera vertical, por el Estado y, que ahora se libera, para que se estructure un mercado en el que se puedan transar los servicios bajo regulación estatal.

Las IPS se ven así, asumiendo el papel de productor, como agentes optimizadores que deben encontrar la mejor forma para permanecer en el mercado pues su sostenibilidad financiera depende en gran medida de su eficacia para posicionarse en la venta de servicios médicos ya que se ven enfrentadas a una estructura de mercado particular y una demanda caracterizada por las condiciones sociales, espaciales y demás de los consumidores.

Dados estos retos que deben asumir las IPS, es relevante evaluar en qué medida se ha dado respuesta a las demandas del nuevo marco institucional, esto es, determinar si sus estructuras han captado y aprehendido las señales que ahora arroja el mercado. Para esto, sería necesario realizar una evaluación en términos de eficiencia tanto entre IPS (transversal) como de su evolución a lo largo del tiempo (temporal), pues la hipótesis básica del proceso de transformación es ver en el cambio en la estructura de financiación de los hospitales públicos hacia una estructura financiada predominantemente por la venta de servicios un motor para la mejoría en la eficiencia de los hospitales públicos.

Todo lo anterior plantea varios interrogantes que trataremos de responder a lo largo de este documento; primero, cuales son las características de este nuevo mercado que se configura a partir de la nueva normatividad, cómo entender la noción de eficiencia para

las IPS, de qué manera evaluar su desempeño una vez se tenga claro la noción de referencia y cómo realizar el proceso de evaluación de las instituciones. En este sentido, el objetivo del presente estudio es hacer una revisión rigurosa del concepto de eficiencia y diseñar una metodología que construya medidas de eficiencia técnica comparables en el tiempo, que servirán como base para hacer un seguimiento al desempeño de los hospitales en el período 2002-2005.

Para esto, la investigación se ha realizado en dos etapas: la primera en la que se desarrolla todo el marco conceptual referente a la evaluación de eficiencia para IPS y en la segunda se aplica la metodología desarrollada con los datos del Sistema de Información de Hospitales realizando la depuración de los datos pertinente con ayuda de la base del Ministerio de Protección Social. Las secciones 1, 2 y 3 están dedicados al desarrollo del marco conceptual, comenzando con una reseña del problema de la estructura de mercado de los servicios de salud (sección 1) la revisión de la literatura sobre el concepto de eficiencia, tanto estático (sección 2) como dinámico (sección 3). La sección 4 desarrolla el proceso de depuración y elección de variables que se llevó a cabo en el estudio. La 5 enseña la técnica de agrupamiento utilizada y su implementación a partir del análisis de conglomerados. En la sección 6, combinado los dos resultados anteriores, se aplican las metodologías dinámicas de la sección 3 a los hospitales públicos, y se presentan los niveles de eficiencia técnica obtenidos para cada hospital. Se concluye en la sección 7, donde se presentan recomendaciones para futuros estudios de esta naturaleza.

## **1. Estructura del mercado de servicios de salud**

La reforma al sistema de seguridad social ha buscado estimular los procesos de elección como mecanismo para promover la eficiencia y calidad del sistema, González (2006) a través de una interacción más directa y regulada por el Estado entre los actores principales del sistema de salud (las empresas promotoras de salud (EPS) para el sector contributivo y las administradoras del régimen subsidiado (EPS DEL RÉGIMEN SUBSIDIADO), las instituciones prestadoras de servicios (IPS) y los usuario finales), que ha venido a sustituir el antiguo sistema centralizado. La racionalidad que asume cada agente frente a los demás ha configurado la estructura del mercado de los servicios de salud, pues implica comportamientos estratégicos que riñen con los supuestos del modelo de competencia.

La lógica de competencia estructurada que se introduce en las relaciones bilaterales entre estos agentes González (2006), promueve las decisiones de tipo descentralizadas que pasan por la validación del mercado de los servicios ofrecidos y fomentan un cambio en el comportamiento de las IPS frente a los servicios ofrecidos, pues necesitan garantizar que estos son efectivamente demandados por los usuarios. En un marco de acción competitivo, se debería producir una mejora en la calidad y eficiencia de la oferta disponible, dadas las presiones ejercidas tanto por los demás prestadores como por la demanda.

Sin embargo, los mercados de servicios de salud no satisfacen una lista sustancial de requerimientos que se deben cumplir para que puedan ser objeto de análisis a partir de este marco conceptual. Los supuestos de partida de todo modelo competitivo son: gran número de consumidores y empresas, libre entrada y salida de los agentes,

mercadeabilidad de todos los bienes y servicios incluyendo el riesgo, información simétrica, costos de transacción nulos, rendimientos no crecientes a escala, no existencia de externalidades de ningún tipo y, finalmente, ausencia de poder de mercado de las empresas, expresado en capacidad de colusión, de fijación de precios o de restricción de oferta.

Aunque ninguna de estas condiciones se cumple a cabalidad en el mercado de los servicios de salud, algunas lo caracterizan de manera particular. Para Dranove y Satterthwaite (2000) las más importantes son: la información asimétrica, los costos de transacción expresados en costos de búsqueda y la imposibilidad de mercadear completamente el riesgo por la existencia de contratos incompletos. Los problemas asociados a los mercados de servicios de salud en la literatura que lo caracterizan de manera particular son:

- Pocas empresas

El supuesto de gran número de agentes no se cumple por completo en este mercado, en especial desde el lado de la oferta. Existe una restricción espacial en la oferta de EPS/EPS DEL RÉGIMEN SUBSUDIADO por problemas de deficiencia de demanda, que hacen poco atractivo (por baja rentabilidad) la existencia de muchas EPS/EPS DEL RÉGIMEN SUBSUDIADO en poblaciones determinadas. Esto genera poder monopólico entre las EPS/EPS DEL RÉGIMEN SUBSUDIADO que efectivamente atienden dichas poblaciones. Esto se puede observar claramente en el anexo A, donde más del 50% de las IPS, tanto públicas como privadas se localizan en tan sólo tres departamentos (Antioquia, Bogotá y Valle), siendo esta de carácter independiente en más de un 70% para los tres departamentos, lo que puede ser una evidencia de cómo el mercado, como mecanismo de asignación de recursos y estímulos hacia la oferta, no es suficiente para garantizar la cobertura de toda la demanda y por eso, el Estado debe garantizar la cobertura en localizaciones geográficas donde se carece de oferta privada (Guainía y Vaupés).

- Libre entrada y salida de los agentes

La entrada de empresas en este sector se encuentra fuertemente restringida por la normatividad, dado el carácter del servicio que prestan. También los usuarios tienen restricciones para cambiar de EPS, sobre todo en términos de plazos, ya que el tiempo mínimo de permanencia fijado para los usuarios que se encuentran afiliados a una EPS es de 24 meses, según los decretos 806/98 y 047/00. Estas rigideces desincentivan un comportamiento eficiente por parte de las EPS ya que les permite contar con un mercado cautivo durante un período de tiempo considerable.

- Información asimétrica

Los problemas de información asimétrica son los que en la literatura especializada se conocen como problemas de riesgo moral, selección adversa y racionalidad acotada. El punto crítico común a ellos es la falta de información relevante para la toma de las decisiones adecuadas; esto generalmente genera problemas contractuales, donde una

de las partes trata de tomar ventaja sobre la menos informada ya sea en el momento en el que se fijan los términos del contrato (selección adversa) o durante su desarrollo (riesgo moral) (Milgrom y Roberts 1992).

La selección adversa es un problema precontractual que se presenta cuando una de las partes involucradas en una transacción cuenta con información que es importante para la realización del contrato y está en capacidad de ocultarla para su propio beneficio. Este se presenta, de manera frecuente, en el proceso de afiliación a las EPS y EPS DEL RÉGIMEN SUBSUDIADO, donde los usuarios finales tienen la posibilidad de ocultar información sobre sus condiciones de salud.

El riesgo moral es un problema poscontractual dado por la imposibilidad de garantizar que las partes que intervienen en una transacción no modifiquen su comportamiento, generando conductas perjudiciales para la otra parte del contrato. En este contexto se pueden dar varias situaciones donde se genere riesgo moral: Primero, en la relación entre usuarios y EPS. Una vez aceptado en el sistema, el usuario puede tender a utilizar con mayor frecuencia los servicios de consulta dada la disponibilidad que ahora tiene de ellos, lo que no necesariamente se debe considerar un comportamiento nocivo, pues puede ayudar a la prevención; sin embargo, para las EPS si representa un incremento en sus costos generado por el cambio en el comportamiento del consumidor. Otra situación de riesgo moral se puede presentar entre IPS y EPS, pues una vez firmado el contrato para la prestación de servicios, las EPS pueden segmentar la demanda entre servicios de alto y bajo costo, generando un sobre costo a las instituciones que tuvieron que responder por el primer tipo de pacientes.

Finalmente, los problemas de racionalidad acotada son los más frecuentes a la hora de analizar la relación directa entre doctor y paciente. La característica principal de la racionalidad acotada es no contar con la capacidad para recolectar, procesar y analizar toda la información disponible; su existencia está asociada con la aparición de incertidumbre en los procesos de toma de decisión. Para González (2006), existe incertidumbre sobre los resultados del tratamiento que se le aplica a un paciente, por esto el médico no ofrece resultados, sino información que a su vez, depende de la experiencia y conocimiento del médico.

- Costos de transacción

La escogencia de médico tiene cierto carácter aleatorio, ya que los pacientes eligen entre un conjunto limitado de opciones presentadas por las EPS; además tienen restricciones de información sobre la calidad de los servicios que prestan. El resultado es que los médicos no sepan siempre lo que los pacientes en realidad se encuentran demandando, presentándose problemas de emparejamiento en los servicios de salud. La consecuencia inmediata es la producción de servicios de menor calidad y la fijación de precios no competitivos.

- Rendimientos no crecientes a escala

El modelo tradicional neoclásico requiere la existencia de no convexidades en las funciones de producción para que los problemas cuenten con soluciones factibles y no se indeterminen. Este no es siempre el caso de las IPS, que requieren grandes inversiones en infraestructura iniciales -en especial las de tercer nivel- generando rendimientos crecientes en la atención a usuarios.

- Integración vertical y poder de mercado

A pesar del proceso de desintegración vertical que sufre el Seguro Social con la pérdida del monopolio estatal sobre la oferta de los servicios, las EPS han llevado a cabo un proceso de contratación de servicios para sus afiliados que en muchos casos han llevado al desarrollo de sus propias EPS o a la participación patrimonial en otras. Este proceso de integración vertical de las EPS hacia adelante es estudiado por Restrepo, Lopera, y Rodriguez (2006) para las áreas metropolitanas, quienes encuentran un proceso de cuasi-integración de las EPS con las IPS para la prestación de los servicios de atención en salud de los afiliados. Este se presenta de manera más pronunciada en Bogotá y con menor énfasis en Medellín (ver tabla 1). Además demuestran que el mayor grado de integración se presenta en los servicios de atención básica, lo que confirma un componente de riesgo moral en las relaciones entre EPS e IPS.

Se ha planteado en los apartados anteriores cómo el mercado de servicios de salud se aleja de una estructura de mercado competitivo, pues presenta de manera pronunciada fallas de mercado que determinan el comportamiento de los agentes, generando situaciones de selección adversa, riesgo moral, integración vertical, problemas de emparejamiento, ejercicio de poder de mercado y segmentación de la demanda dependiendo de la complejidad del servicio en cuestión. Sin embargo, "el modelo de competencia perfecta puede servir, de todas formas, como marco de referencia del desempeño óptimo, pero generalmente no se puede utilizar para entender el funcionamiento específico del mercado de los servicios de salud" como afirman Dranove y Satterthwaite (2000).

**Aproximación al grado de integración por área metropolitana**

Área metropolitana	Grado de IV	Grado de IV en %	Grado de IV Atención básica	Grado de IV Atención básica	IHH***
Bogotá	2,06	68,81	2,80	93	1572
Medellín	1,52	50,57	2,02	67	1956
Cali	1,74	58,10	2,41	80	1553
Barranquilla	1,98	65,90	3	100	1787
Bucaramanga	1,70	56,71	2,14	71	1849
<i>Desviación estándar</i>	<i>0,2191</i>		<i>0,420</i>		<i>175,98</i>
<i>Coefficiente de correlación (Grado IV, IHH)</i>	<i>-0,6184</i>				
<i>Promedio áreas metropolitanas**</i>	<i>1,86</i>	<i>61,75</i>	<i>2,54</i>	<i>85</i>	<i>1696</i>

\*\* Promedio ponderado por el porcentaje de afiliados en el área metropolitana respectiva  
 \*\*\* IHH teniendo en cuenta la agregación de las EPS del grupo empresarial SaludCoop, afiliados compensados enero de 2004

**Tabla 1: Fuente: Restrepo, Lopera y Rodriguez (2006)**

## 2. Revisión teórica del concepto de eficiencia

La noción de eficiencia es fundamental en el análisis microeconómico. Esta se entiende como una asignación de la cual ningún agente puede mejorar sin perjudicar la situación de otro, pues permite establecer un criterio para evaluar las asignaciones a las que se llega por diferentes mecanismos, entre ellos el mercado. Además, constituye un respaldo a este mecanismo como asignador de recursos, ya que es demostrable, por el primer teorema del bienestar, que dadas unas condiciones iniciales particulares, toda asignación de mercado es pareto-eficiente. Sin embargo, el criterio de eficiencia es aplicable a múltiples situaciones que requieren nuevas definiciones dependiendo del problema que se quiera abordar.

Para el caso de la eficiencia en los procesos productivos, el instrumento teórico más utilizado es la función de producción, pues representa el máximo nivel de producto factible para cada combinación de insumos y por esto es un referente de eficiencia, también en términos de optimalidad. Así mismo se utiliza el conjunto de posibilidades de producción como referente de todas las combinaciones de insumos y productos factibles y su frontera como límite de éstas. Dos estrategias comúnmente desarrolladas para establecer la función de producción empíricamente son: definirla a partir de los máximos niveles que teóricamente son alcanzables con la tecnología disponible para la empresa o estimar la función con base en los mejores desempeños observados, como propone Farrell (1957).

Los planteamientos iniciales más relevantes en búsqueda de evaluar la eficiencia en la empresa fueron hechos durante los años cincuenta, sentando una base para todos los desarrollos posteriores. Koopmans (1951) realiza una primera definición de eficiencia productiva como una combinación factible de insumos y productos en la cual es tecnológicamente imposible aumentar algún producto y/o reducir algún insumo sin reducir simultáneamente al menos otro producto y/o aumentar al menos otro insumo, García (2002). Debreu (1951) propone la construcción de un índice de eficiencia técnica - coeficiente de utilización de recursos- para evaluar la pérdida muerta asociada a una situación subóptima. Farrell (1957), en su artículo seminal, además de la evaluación de la eficiencia técnica, define un indicador de eficiencia asignativa (que llama eficiencia en precios) suponiendo como objetivo de la empresa la minimización de costos a partir de los precios de mercado. Para esto construye un índice, tomando como referencia la empresa con mejores resultados entre la muestra seleccionada y compara el desempeño de las demás respecto a esta, obteniendo una medida de eficiencia de carácter relativo.

La eficiencia, aunque es un concepto que cambia en función del objeto de estudio, tiene unas características particulares inmodificables. Primero, es un concepto instrumental, pues tiene sentido evaluar la eficiencia de un servicio, producción de bien o actividad en general, solo respecto a un objetivo o referente, Hurley (2000). Segundo, no existe un concepto de eficiencia absoluta, Hawkins (1950); la eficiente es un concepto relativo, donde lo importante es definir los criterios de comparación, ya sea respecto a otras alternativas

disponibles, a lo ocurrido en períodos anteriores o al funcionamiento ideal, fijado por metas o por la capacidad máxima productiva, García (2002) y Hawkins (1950).

El problema se debe abordar en dos etapas: primero, realizar una evaluación de lo que ocurre y segundo, establecer un estándar de comparación dependiendo de alcance que tenga el criterio. Cuando la unidad de análisis es la empresa (análisis intrafirma), los resultados se pueden evaluar respecto a las metas de las que se hace responsable a los gerentes o a los máximos niveles alcanzables por la empresa. Si lo que se desea evaluar es una industria en conjunto (análisis interfirma) la evaluación se puede realizar respecto a la firma que hace mejor utilización de los recursos, tomándola como referente o respecto a las metas de política que se tienen para el sector.

En términos empíricos, se encuentran diferentes medidas, variables o índices que son utilizados para evaluar eficiencia en la producción. Su punto de partida es el problema del productor convencional tanto de minimización de costos como de maximización de beneficios, es decir, se trata de un análisis desde el lado de la oferta, donde se evalúan las condiciones de producción de la empresa suponiendo una estructura de mercado competitiva. Los criterios son resumidos a continuación.

## 2.1 Eficiencia Técnica

Involucra la habilidad de la empresa para generar la cantidad máxima de producto de una cantidad dada de recursos (Kalirajan 1990, pág.75) o, lo que es equivalente, generar un nivel dado de producción con la mínima cantidad de insumos. La eficiencia técnica está asociada al aprovechamiento físico de los recursos en el proceso productivo. Farrell la denomina eficiencia de empresa (Farrell 1957, pág.17).

Una empresa produce de manera eficiente si su vector de insumos se encuentra ubicado sobre la frontera de posibilidades de producción, pues eso le garantiza alcanzar un nivel dado de producto, utilizando la mínima cantidad de insumos. Si suponemos que se produce un único producto a partir de dos insumos se puede representar esto gráficamente como se observa en la ilustración 1.

El punto B indica una combinación de insumos eficiente para la producción del nivel dado por la isocuanta  $DD'$ . Ahora, si la empresa efectivamente produce el nivel dado por  $DD'$  utilizando el vector de insumos  $OA$ , entonces, claramente este no es un nivel de producción óptimo, pues puede reducirse el nivel de insumos empleados sin que esto afecte el nivel de producción. De aquí se desprende una primera medida de eficiencia técnica, calculando la razón entre los vectores  $OB$  y  $OA$  ( $OB/OA$ ), siendo  $OB$  el vector de insumos, que los utiliza en la misma proporción que el vector observado para la unidad productiva. Esta razón siempre se encuentra entre 0 y 1, tendiendo a 1 cuando más cerca se encuentre la observación empírica de la isocuanta, es decir, cuando más eficiente sea la producción.

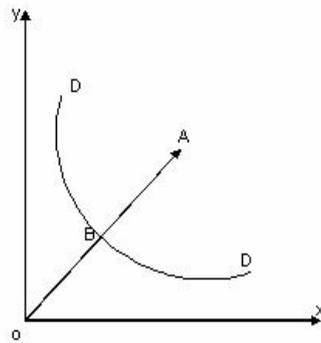


Ilustración 1: Eficiencia Técnica

## 2.2 Eficiencia Asignativa

Existen diferentes planteamientos equivalentes, todos basados en el problema del productor neoclásico. Unos autores la plantean como la habilidad para maximizar beneficios igualando los ingresos marginales a los costos marginales de los insumos (Kalirajan 1990, pág.75). Otros -como Farrell- parten del problema de minimización de costos llegando a la condición de igualdad entre la relación marginal de sustitución y la relación de precios de los insumos en el mercado. La eficiencia asignativa también se conoce como eficiencia en precios, Farrell (1957) o eficiencia en costos, García (2002). Lo importante es que, en este caso, a diferencia de la eficiencia técnica, se tienen en cuenta las señales que da el mercado mediante los precios para la asignación de los recursos, aún sobre la isocuanta, es decir proporciona un criterio de elección entre todas las combinaciones que son técnicamente eficientes.

Siguiendo con el ejemplo anterior, podemos observar en la ilustración 2 lo que ocurre con las asignaciones cuando se tiene en cuenta el precio de los insumos, que se representa mediante la curva de isocostos  $PP'$ . Aun produciendo con una combinación técnicamente eficiente, como lo es el punto B, ahora se observa una nueva fuente de ineficiencia, ya que la razón en que se utilizan los insumos no corresponde a la valoración que de estos hace el mercado a través de los precios (la relación de precios de los factores no coincide con la relación de sustitución técnica). El punto que sería asignativamente eficiente corresponde a  $B'$ , que se ubica en el punto de tangencia entre la isocuanta y la isocostos. Para evaluar este tipo de eficiencia, Farrell propone una razón entre  $OR$  y  $OB$  ( $OR/OB$ ), que indica la pérdida de eficiencia que tiene la empresa por producir con una combinación de insumos que no obedecen a las señales del mercado. Como el grado de ineficiencia técnica ya ha sido evaluado (es una condición necesaria) entonces se parte de una situación teórica eficiente y por eso se toma como referente el vector que se encuentra sobre la isocuanta  $OB$ .

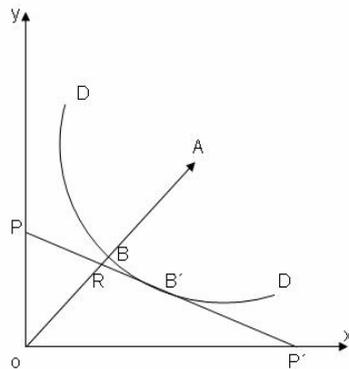


Ilustración 2: Eficiencia Asignativa

### 2.3 Eficiencia Económica

La mayoría de autores coinciden en definir la eficiencia económica de la empresa como un indicador que tiene en cuenta tanto la eficiencia técnica como la asignativa. El criterio fundamental de evaluación de la eficiencia económica es el objetivo económico que la empresa persigue, pues su nivel de cumplimiento determina la eficiencia de la empresa. Si la empresa busca minimizar costes, se requiere que sea técnicamente eficiente y que la combinación de factores sea la más barata dados los precios del mercado. Si el objetivo es maximizar ingreso dada cantidad de insumo disponible, son necesarias la eficiencia técnica y que la obtención de productos se de en las proporciones que permitan los mayores ingresos (denominado eficiencia asignativa en las producciones). Si el objetivo es maximizar beneficios, se requiere eficiencia técnica y asignativa en las producciones y factores además de la producción con el tamaño de planta más adecuado (eficiencia de escala).

Farell, con base en los índices de eficiencia técnica y asignativa que desarrolla, propone definir la eficiencia económica como el producto de las dos anteriores, llegando a una fórmula sencilla de calculo:  $OA/OR$  (ver ilustración 2).

Eficiencia económica = eficiencia técnica \* eficiencia asignativa

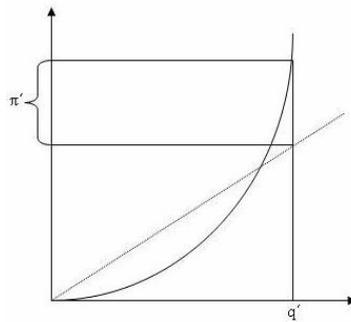
$$\frac{OR}{OA} = \frac{OB}{OA} * \frac{OR}{OB} \quad 0)$$

### 2.4 Beneficios

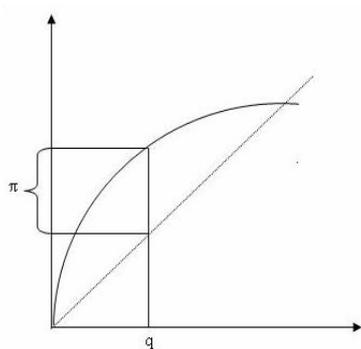
Indican que el mercado está sancionando de manera positiva el bien o servicio producido. Sin embargo, no implica directamente que la producción se esté realizando al mínimo costo posible. Puede ser resultado de precios favorables en el mercado, habilidad para negociar precios, controles de precios o restricciones a la competencia. Por otro lado, una empresa que produzca de manera eficiente puede no tener márgenes de ganancia por las mismas condiciones del mercado. Por esto, aunque los beneficios garantizan la permanencia de una empresa en el mercado, no connotan necesariamente eficiencia en la producción.

Las ilustraciones 3 a 6 muestran los casos de i) una empresa con rendimientos crecientes a escala, que a pesar de tener beneficios positivos, se encuentra en una situación subóptima, pues incrementar su escala de producción le generaría un mayor nivel de beneficios; ii) una empresa con rendimientos decrecientes a escala, que a pesar de tener un menor nivel de beneficios que la primera empresa, sí se encuentra produciendo bajo condiciones de optimalidad; iii) una empresa bajo una estructura de mercado competitiva, que en el óptimo obtiene beneficios nulos y iv) una empresa monopolista, que puede tener beneficios positivos eficientemente.

En el caso de los servicios públicos en general, la efectividad de la prueba de beneficios es cuestionable por la naturaleza misma de los servicios, pues la importancia de la producción y provisión de un servicio público, no está determinada por las condiciones del mercado y su sanción, sino por la naturaleza esencial de los servicios mismos. Su objetivo se encuentra enfocado a la autosostenibilidad de las instituciones prestadoras de los servicios antes que a la obtención de beneficios por parte de ellas ((Hawkins 1950, pág.32)).



**Ilustración 3: Nivel de producción subóptimo con rendimientos crecientes a escala**



**Ilustración 4: Nivel de producción óptimo con rendimientos decrecientes a escala**

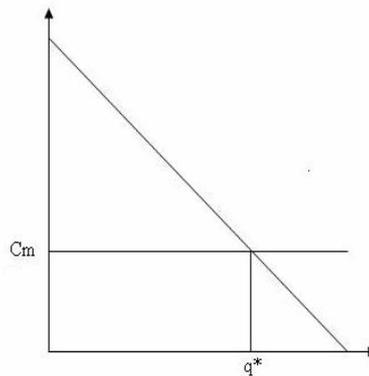


Ilustración 5: Beneficio nulo óptimo bajo una estructura de mercado competitiva

## 2.5 Eficiencia en la prestación de servicios de salud

Para las instituciones de salud, el concepto de eficiencia tiene que ser sujeto a algunas revisiones, ya que, aunque la idea de una institución de salud "eficiente" se deriva del modelo de producción neoclásico en el que los agentes escogen los insumos buscando minimizar costos, dada una demanda exógena, este es sólo uno entre los muchos posibles objetivos del sector público.

La existencia de múltiples metas puede llevar a compromisos entre, por ejemplo, la mejora en la cobertura y la minimización de costos, lo que puede conducir a resultados que parezcan ineficientes. Aquí entra a jugar un papel importante un segmento del modelo neoclásico, que no es tenido en cuenta en las definiciones de eficiencia anteriormente tratadas: la demanda, pues en el caso de los servicios de salud la eficiencia se podría definir en términos de la relación entre el impacto actual de un servicio o programa y su coste de producción. Es decir, "la eficiencia es una medida que se establece entre los resultados o beneficios obtenidos mediante una intervención y el coste o consumo de recursos que han sido empleados en conseguirlos", Galán et al (1999, pág. 202). En este caso, implícitamente se supone que las pruebas de eficiencia técnica y asignativa ya han sido superadas. Se trata de una evaluación a un nivel más macro, teniendo en cuenta ahora al conjunto de agentes en la economía.

Para el caso hospitalario en particular, aunque se conserva esta idea de eficiencia en términos del impacto que tiene la prestación del servicio sobre la población que tiene acceso a él, se puede pensar en un análisis a un primer nivel del hospital como una unidad productiva, pues se ajusta a las condiciones básicas de la empresa neoclásica: "el producto hospitalario es el conjunto de servicios provistos para un paciente como parte del proceso de tratamiento controlado por parte del médico", Galán et al (1999, pág.202), para el que se cuenta con una tecnología dada y un conjunto de insumos disponibles. En este sentido, evaluar las condiciones del proceso de producción es una condición necesaria como base para profundizar en el conocimiento de esta industria y realizar, en etapas posteriores, una aproximación a la efectividad que ha tenido el sector para configurarse como mercado y para responder a las funciones asignadas por el Estado. Es por esto que, para la implementación de la metodología que se desarrolla más adelante, sólo se tiene en cuenta

la estructura interna de las IPS, ya que, tomar en cuenta todas las condiciones externas (la demanda y la estructura de mercado), harían cada IPS casi que particular e impediría realizar la comparación deseada entre instituciones.

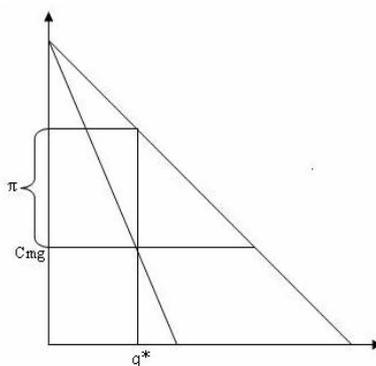


Ilustración 6: Beneficio positivo óptimo bajo una estructura de mercado monopolista

### 3. Eficiencia técnica comparable en el tiempo

Las metodologías DEA y frontera estocástica han sido utilizadas en diferentes estudios para medir la eficiencia técnica de unidades productivas, en este caso, hospitales públicos. El análisis que se hace en estos estudios es de carácter estático o transversal, pues se hacen mediciones sólo para un período de tiempo, generalmente, un año (Sarmiento et al. (2005), Peñaloza (2003) Pinzón (2003)). Cuando hay datos disponibles para diferentes años, se ha utilizado un análisis de corte transversal independiente para cada año, que al no poderse comparar, ha limitado el alcance de este tipo de estudios (Gonzalez y Rincón 2001).

En la discusión del tema, se han presentado dos argumentos sobre por qué la medida de eficiencia técnica no es comparable en el tiempo. El primer argumento es de tipo interno, y se basa en que las mediciones de eficiencia técnica son de tipo relativo, porque se hacen con respecto a las unidades productivas que tienen los más altos niveles de eficiencia, es decir, que están en la frontera del conjunto de posibilidades de producción. Cuando se tienen dos o más períodos, las unidades de referencia de un período pueden ser diferentes a las de otros períodos, llevando a que las mediciones de eficiencia técnica no sean comparables entre sí. Aún si se presentara el caso que en todos los años la unidad de referencia fuese el mismo hospital, éste pudo aumentar o reducir su nivel de eficiencia técnica<sup>2</sup>, pero, al ser en todos los años la unidad de referencia, tendría un nivel de eficiencia técnica de 1 en todos los períodos, sin reflejar estos aumentos o reducciones.

<sup>2</sup> Suponiendo que ningún hospital aumenta su nivel de eficiencia técnica por encima del hospital de referencia, o, que si se reduce, no se reduce tanto como para quedar con niveles de eficiencia técnica menores al de algún otro hospital.

El segundo argumento es de tipo externo, y hace referencia a que las condiciones exógenas, que son constantes dentro de un período, pueden cambiar entre períodos. Algunas de estas condiciones son, por ejemplo, el entorno económico, el entorno social, la regulación, las condiciones del mercado y fusiones o liquidaciones de hospitales. Se argumenta entonces que, como el entorno se modifica de un período a otro, no es posible comparar el nivel de eficiencia técnica de un hospital en un año con el nivel de eficiencia de ese mismo hospital en otro año.

La literatura ha dado respuesta a los dos argumentos. Para el primero, se han planteado mediciones de eficiencia técnica que usan la misma unidad de referencia, llamadas fronteras de producción secuenciales e intertemporales. Para dar respuesta al segundo, basta con revisar en detalle los conceptos en los que se basan las mediciones de eficiencia técnica.

El fundamento de la eficiencia técnica es la función de producción, es decir, el proceso con el que la empresa transforma insumos en productos. Por supuesto, algunas decisiones de adquisición y/o utilización de insumos responden en parte a las condiciones externas del hospital, pero en principio lo que se analiza es el nivel de eficiencia del proceso productivo interno al hospital. En ese sentido, la literatura sugiere hacer un estudio de dos escenarios: en el primero, se calcula el nivel de eficiencia técnica sólo teniendo en cuenta las condiciones internas del hospital (insumos y productos), y en el segundo, se construye un modelo econométrico en el que el nivel de eficiencia técnica es la variable endógena o explicada, y otras variables que tengan en cuenta el contexto (condiciones externas) sean las variables exógenas o explicativas. Ejemplos de esto se encuentran en Peñaloza (2003), en donde los niveles de eficiencia técnica están en función de variables como regulación, estructura de mercado, autonomía y descentralización, o en Pinzón (2003), en donde las variables explicativas son autonomía del hospital, tamaño, transferencias, población objetivo y portafolio de servicios.

En este sentido, el segundo argumento no es válido, pues aunque puedan existir cambios en las condiciones externas del hospital, la medida de eficiencia técnica solo busca evaluar el desempeño de la empresa en cuanto a su proceso productivo interno, por lo que, en lo referente a las condiciones externas a la empresa, las medidas de eficiencia técnica son comparables en el tiempo.

El objetivo de esta sección es presentar las metodologías de fronteras de producción intertemporales y secuenciales, y plantear una metodología que calcule medidas de eficiencia técnica que no sean relativas o dependientes de la unidad de referencia, es decir, dar una respuesta al argumento de no comparabilidad por razones internas. La metodología seleccionada es DEA, básicamente por ser una metodología no paramétrica que no requiere la especificación de alguna función de producción<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Adicionalmente, no abordamos frontera estocástica porque la literatura ya ha planteado modelos de este tipo que trabajan con datos panel (corte transversal y temporal), y que hacen una buena aproximación a medidas de eficiencia técnica comparables en el tiempo (Kumbhakar y Lovell 2000b, cap. 3).

### 3.1 Marco conceptual

El análisis de eficiencia de unidades productivas se ha realizado hasta ahora utilizando dos metodologías: Análisis Envolvente de Datos (DEA por su sigla en inglés) y análisis de frontera estocástica. La primera metodología, de carácter no paramétrico, trata de determinar, a partir de supuestos sobre el conjunto de producción, cuál es el máximo nivel de producto que se puede alcanzar a partir de diferentes cantidades de insumos, es decir, estimar la frontera del conjunto de posibilidades de producción. Así, al comparar los datos de insumos y/o productos observados de diferentes empresas con esta frontera, se obtiene una medición de eficiencia técnica. Por otro lado, el análisis de frontera estocástica es una técnica paramétrica que busca estimar, con métodos econométricos, la función de producción que utiliza un conjunto de empresas. Una vez estimada, se compara cada unidad observada con esta función de producción, obteniendo de nuevo una medida de eficiencia técnica.

Existen dos enfoques en la literatura para la construcción de medidas de eficiencia técnica comparables en el tiempo, calculadas con metodología DEA. El primer enfoque aborda fronteras de producción intertemporal, mientras que el segundo añade supuestos al conjunto de posibilidades de producción. Estos enfoques se presentan a continuación.

#### 3.1.1 Fronteras de producción intertemporal

Este enfoque se basa en el trabajo de Färe y Grosskopf (1996). Los autores buscan en este trabajo modificar la metodología DEA de tal forma que capture la naturaleza dinámica de un proceso productivo, entendiendo dinámica como la concatenación entre períodos. Para ello, se remiten a los fundamentos del problema de medición de eficiencia técnica. En el problema básico, se tienen unidades productivas relativamente homogéneas, que utilizan insumos dados para ese período, para generar cierto nivel de producto. A partir de esto, se construye una frontera para el conjunto de posibilidades de producción, y la eficiencia técnica se mide como la distancia que tiene la firma actual a esa frontera. Los autores resaltan que en este modelo, el proceso de transformación de insumos en productos es una caja negra, pues el modelo no requiere ninguna especificación de la tecnología de producción para construir las medidas de eficiencia. Para construir el modelo dinámico se hacen dos modificaciones:

- La primera modificación de Färe y Grosskopf (1996) está relacionada con los recursos disponibles (insumos) que tiene la unidad productiva. En el modelo estático, estos recursos están dados para cada período, lo que implica que en  $t$  no se pueden utilizar recursos del período  $t+1$ . Al eliminar este supuesto, se construye un modelo dinámico, dado que se obtiene un modelo con una restricción presupuestaria intertemporal, de manera que la unidad productiva toma decisiones de asignación de recursos entre períodos.
- La segunda modificación hace referencia al proceso productivo, y busca interconectar los procesos productivos que se llevan a cabo en dos o más períodos. En particular, el

planteamiento consiste en considerar que los productos de una firma en el momento  $t$  puedan servir como insumos en otros períodos de tiempo. De esta manera, lo que ocurre en un período de tiempo puede llegar a afectar las decisiones de producción en otros períodos, convirtiendo la estructura productiva en una estructura dinámica que da lugar a análisis de sustitución intertemporal de insumos y de productos.

Este documento es uno de los pocos trabajos detallados en la literatura que hacen un planteamiento de la medición de eficiencia técnica en un entorno de múltiples períodos, utilizando DEA. Sin embargo, no es la metodología adecuada que se debe implementar, debido a que se enfoca más en la forma dinámica del proceso productivo (la firma como un agente que realiza decisiones de producción entre períodos y por lo tanto la asignación de recursos también se da en términos intertemporales) que en la comparación intertemporal de mediciones de eficiencia técnica.

### 3.1.2 Conjunto de posibilidades de producción

Este enfoque sigue el trabajo de Tulkens y van den Eeckaut (1995), que se resume en el artículo de Linna (1998). En este trabajo, se plantean tres tipos de frontera de producción (o frontera tecnológica):

1. Contemporánea, que es equivalente al modelo estático DEA tradicional, el más utilizado en la literatura.
2. Secuencial, en donde el conjunto de producción lo conforman todos los cortes transversales hasta el momento  $t$ .
3. Intertemporal, en donde el conjunto de producción lo conforman todos los cortes transversales disponibles<sup>4</sup>.

A partir de estas definiciones se ve que solamente los dos últimos casos son los que involucran comparación de medidas de eficiencia técnica en diferentes períodos de tiempo. De hecho, el tercero es un caso particular del segundo, por lo que el segundo es el relevante para el objeto del estudio. El supuesto que se hace para implementar alguna de estas dos fronteras es el de cambio técnico no regresivo, que significa que cualquier combinación de insumos y productos que haya sido factible en períodos anteriores es factible también en el período actual (Linna (1998, pag. 417) y Färe y Grosskopf (1996, 158)). Hay dos aspectos relevantes del segundo tipo de frontera de producción:

- Se comparan observaciones con diferentes niveles de tecnología. Lo que ocurre en la frontera secuencial es que las observaciones de períodos recientes, es decir, períodos nuevos cuya información se involucra en el modelo, pueden pasar a hacer parte de la frontera, lo que lleva a comparar vectores de insumos y de productos en diferentes

---

<sup>4</sup> Por definición, la frontera intertemporal es un caso especial de la frontera secuencial, en donde el período de tiempo a analizar es el período más reciente para el que se tiene información disponible.

períodos de tiempo. La distorsión que esto puede generar es que las observaciones más recientes tendrán niveles de eficiencia técnica más altos, debido a que cuentan con un nivel de tecnología superior.

- Para comparar mediciones de eficiencia en el tiempo, el análisis propuesto por la literatura y los expertos en el tema sólo se fija en las condiciones internas del proceso productivo, es decir, sólo tiene en cuenta qué incluir dentro del conjunto de posibilidades de producción, y los nuevos supuestos que se deben hacer para ello. En todos los casos, se sugiere que las razones externas sean factores explicativos de los niveles de eficiencia que se obtienen al aplicar la metodología, pero en ningún caso se incluyen variables de tipo externo, como por ejemplo la regulación o la estructura del mercado en el cálculo de los niveles de eficiencia técnica. Esta observación es relevante, pues en la discusión que se tuvo a lo largo del desarrollo del estudio en repetidas ocasiones se argumentó la no comparabilidad entre hospitales que se enfrentan a condiciones externas completamente diferentes. Por ejemplo, hospitales ubicados en pequeños municipios y hospitales ubicados en grandes ciudades. El principio detrás de esto es que si se incluyen las variables externas, existirían suficientes motivos para hacer de cada hospital una única observación con características particulares, y bajo estas condiciones ningún hospital sería comparable con otro; la única manera de discriminar entre observaciones es a partir de variables internas. Para este análisis, se discriminó por servicios habilitados y por producción, que están directamente relacionados con las condiciones internas de las unidades productivas<sup>5</sup>. Esto permitió construir grupos de hospitales que son relativamente homogéneos en su proceso productivo, es decir, comparables.

En términos prácticos, el segundo tipo de frontera se implementa aplicando la metodología DEA a un conjunto de hospitales conformado por todas las observaciones en todos los períodos de tiempo que se tengan en cuenta en el análisis. Para la base SIHO, el periodo de análisis es 2002-2005, y se tienen en la base aproximadamente 950 hospitales. Así, la segunda frontera se implementa incluyendo 3800 (950 hospitales × 4 años) unidades productivas, con sus respectivos insumos y productos.

La frontera del conjunto de posibilidades de producción que se obtiene en este tipo de análisis, se construye a partir de combinaciones convexas entre las observaciones. Los hospitales que se encuentran en la frontera obtienen un nivel de eficiencia igual a 1, y son el referente de medición para los hospitales que tienen niveles de eficiencia técnica menor a 1. La implementación de la frontera secuencial y los resultados obtenidos se presentan en la sección 6.

Una crítica a la metodología estática y a la metodología de frontera secuencial es que la unidad de referencia es una o un conjunto de las observaciones, y no una unidad teóricamente eficiente. El problema con esto, es que se puede estar haciendo una comparación entre unidades ineficientes, y concluir que alguno es eficiente cuando en

---

<sup>5</sup> Esta agrupación se presenta de forma resumida en la sección 5, y se pueden consultar los detalles en el documento de Maldonado y Tamayo (2007e).

realidad es el menos ineficiente de todos los ineficientes. Para superar esta limitación, la siguiente sección propone una metodología alternativa.

### 3.2 Propuesta metodológica

La sección anterior mostró las soluciones que ha dado la literatura a la comparación de medidas de eficiencia técnica a lo largo del tiempo. Estas metodologías presentan un problema, que consiste en que la medida de eficiencia técnica es una medida relativa y no absoluta, con la posible implicación de que el "mejor" sea en realidad el "menos peor". La metodología que se propone en esta sección se considera que plantea la construcción de una medida de eficiencia técnica pseudo-absoluta, superando parcialmente la limitación de las metodologías presentadas anteriormente.

El planteamiento parte de considerar la unidad productiva que debería ser la referencia para el cálculo de la medida de eficiencia técnica relativa que se obtiene con DEA. Para el caso intertemporal, suponemos que la unidad de referencia es un hospital que satisface dos condiciones:

1. Es el más eficiente en los cálculos con frontera de producción contemporánea en todos los años del análisis, es decir, al hacer el cálculo de eficiencia técnica en cada año por separado, obtiene el máximo nivel de eficiencia técnica entre todos los hospitales (dimensión transversal).
2. Al compararse consigo mismo a lo largo de los años, obtiene siempre el máximo nivel de eficiencia técnica (dimensión temporal).

La primera condición requiere de los supuestos básicos que impone DEA sobre el conjunto de posibilidades de producción, pues corresponde a la aplicación tradicional de la metodología. La segunda condición requiere el supuesto adicional que se hace en fronteras secuenciales, es decir, el supuesto de cambio técnico no regresivo.

El valor agregado de estas dos condiciones está en su fusión, pues si bien es cierto que ambas ya están planteadas en la literatura (como se mencionó en la sección 3.1.2), al combinarlas se logra un efecto sobre la frontera de producción, que consiste en un desplazamiento hacia arriba. Este desplazamiento hace que la unidad de referencia sea "ideal", pues es un hospital que ha mantenido sus niveles de eficiencia técnica en el tiempo, y que además, al compararlo con otros hospitales, siempre tiene el máximo nivel de eficiencia técnica. Por esta razón, la unidad de referencia deja de ser alguno de los hospitales que hacen parte del estudio, pues es muy poco probable que alguno satisfaga las dos condiciones, y pasa a ser una medida teórica, un referente que no se modifica al agregar datos recientes al análisis intertemporal.

Formalmente, se tiene un conjunto de  $N$  hospitales que tienen información sobre insumos y productos durante  $T$  períodos. Sea  $\phi_{n,t}^{\text{técnica}}$  el nivel de eficiencia técnica<sup>6</sup> del hospital  $n$

---

<sup>6</sup> Ya sea orientado a insumo, orientado a producto, o alguna combinación de los dos (grafo hiperbólico).

( $n = 1, \dots, N$ ) en el momento  $t$  ( $t = 1, \dots, T$ ), calculado de forma transversal (frontera contemporánea). Para el cálculo de  $\phi_{n,t}^{trans}$ , el conjunto de observaciones con respecto al cual se hace la medición de eficiencia técnica son todos los hospitales en ese período de tiempo. Además, sea  $\phi_{n,t}^{temp}$  el nivel de eficiencia técnica del hospital  $n$  en el momento  $t$ , calculado de forma temporal, es decir, el conjunto de observaciones con el que se calcula  $\phi_{n,t}^{temp}$  es el hospital  $n$  en diferentes períodos de tiempo. El hospital de referencia  $n_0$  satisface las siguientes condiciones:

1.  $\phi_{n_0,t}^{trans} = 1 \quad \forall t = 1, \dots, T$
2.  $\phi_{n_0,t}^{temp} = 1 \quad \forall t = 1, \dots, T$

Así, la medida de eficiencia técnica intertemporal para el hospital  $n$  en el momento  $t$  es  $\phi_{n,t}^{intertemp} = \phi_{n,t}^{trans} * \phi_{n,t}^{temp}$ . Para implementar la metodología, las dos condiciones sugieren el siguiente algoritmo:

1. Calcular la medida de eficiencia técnica para todos los hospitales utilizando fronteras de producción contemporáneas. Este cálculo se debe hacer de forma separada para cada uno de los años. Con esto se obtiene una matriz  $\phi_{N,T}^{trans}$ , que contiene todos los valores de  $\phi_{n,t}^{trans}$ :

$$\phi_{N,T}^{trans} = [\phi_{n,t}^{trans}] \quad (1)$$

2. Calcular la medida de eficiencia técnica para cada hospital comparado consigo mismo, obteniendo una matriz  $\phi_{N,T}^{temp}$ , que contiene todos los valores de  $\phi_{n,t}^{temp}$ :

$$\phi_{N,T}^{temp} = [\phi_{n,t}^{temp}] \quad (2)$$

3. Multiplicar elemento a elemento las matrices de los dos pasos anteriores, obteniendo como resultado una matriz  $\phi_{n,t}$  que contiene los valores de la medida de eficiencia técnica intertemporal:

$$\phi_{N,T} = [\phi_{n,t}^{trans} * \phi_{n,t}^{temp}] \quad (3)$$

Siguiendo este algoritmo, se obtiene que solamente un hospital que satisface las dos condiciones mencionadas anteriormente, puede obtener una medida de eficiencia técnica intertemporal que sea igual a 1 en todos los períodos de tiempo. Un requisito adicional de esta metodología, es que el número de observaciones debe ser igual en cada periodo de tiempo; esto se traduce en que los hospitales para cada período de tiempo deben ser exactamente los mismos. Por último, cabe aclarar que la metodología propuesta supera parcialmente las limitaciones de medida relativa, porque si bien se propone como referente un hospital que muy probablemente no hace parte de las observaciones (medida

absoluta), no hay que olvidar que este referente se construye también a partir de los datos disponibles, y que por lo tanto no es una medida capaz de superar todas las limitaciones de la medida relativa. Por esta razón se denomina medida pseudo-absoluta.

## **4. Construcción de los datos para análisis DEA**

El estudio de eficiencia se realiza para IPS públicas, teniendo como fuente de información la base que se constituye a partir del decreto 2193 del 2003 que conforma el Sistema de Información Hospitalaria (SIHO). En esta se tiene información desde 2002 hasta 2005, pero en proceso permanente de actualización, debido al carácter obligatorio que tiene el reporte de información de manera trimestral por parte de las IPS públicas. A continuación se muestran los criterios de selección de los hospitales que hacen parte del análisis, junto con los insumos y productos a tener en cuenta.

### **4.1. Elección de Insumos y Productos**

El análisis de eficiencia técnica con metodologías DEA o frontera estocástica se basa en razones entre insumos observados e insumos que están en la frontera (orientado a insumos) o productos observados y productos que están en la frontera (orientado a productos). Esto implica que es parte fundamental del análisis la definición clara y precisa de los insumos y/o productos que van a hacer parte del análisis.

La selección de insumos y productos que se hace en esta sección, parte de las variables que aparecen en la base de datos SIHO, la cual contiene información de tipo financiera, operativa y de regímenes, y se hace siguiendo criterios presentados en la literatura, así como algunos lineamientos que dan trabajos de análisis de eficiencia técnica que se han hecho para el sector salud en Colombia. Adicionalmente, se involucran algunos criterios sugeridos por la Subdirección de Salud durante el desarrollo del estudio.

#### **4.1.1. Insumos y productos en la literatura internacional**

La literatura especializada en la medición de eficiencia a nivel de instituciones prestadoras de servicios de salud muestra dos características comunes respecto a los insumos y productos seleccionados. Se trata, en primer lugar, de diferenciar de manera rigurosa los insumos entre factores de producción, de manera que quede claro cuáles corresponden al factor de capital y cuáles al trabajo. Esto de manera general. La segunda característica sobresaliente en estos estudios es la enorme discrecionalidad de los investigadores para la selección de variables, una vez se ha realizado la preselección inicial. Esto se debe, fundamentalmente, a la escasez de datos a la que se enfrentan quienes quieren realizar evaluación de eficiencia para el sector de la salud. Por esto, a continuación se resumen las variables que son utilizadas por diferentes autores en estudios que se consideran de relevancia nacional e internacional.

Banker, Conrad, y Strauss (1986) comparan conclusiones sobre correspondencias de costos y producción para hospitales a partir de dos modelos de estimación diferentes: la estimación econométrica de la función de costos translogarítmica y la aplicación de análisis envolvente de datos. Para facilitar la estimación definen un conjunto de variables insumo y producto agregadas, que permitan comparar los resultados obtenidos a partir de las dos metodologías. Los insumos utilizados son servicios de enfermería, servicios auxiliares, servicios administrativos y generales y capital. Para los productos son considerados tres grupos principales: los días de estancia para pacientes menores de catorce años, entre catorce y sesenta y cinco años, y mayores de sesenta y cinco. Según Worthington (1999), el artículo de Banker, Conrad, y Strauss (1986) es importante, no tanto por la comparación entre técnicas alternativas para medición de eficiencia, sino porque sienta un precedente importante en la especificación de insumos y productos para los servicios de salud.

La revisión bibliográfica que realiza Worthington (1999), identifica los tipos de insumos y productos más utilizados a partir del trabajo de Banker, Conrad, y Strauss (1986). Se identifican como insumos una combinación de trabajo (número de empleados bajo diferentes categorías) y capital (que es aproximado a partir del número de camas); sin embargo, la medida de insumos más apropiada son los flujos de servicios de capital por período, que en algunos casos es reemplazado por el stock de capital en su lugar.

Como productos se utilizan variables de fácil observación, como número de días de estancia o número de egresos. Sin embargo, la definición del producto está sujeta a un mayor debate, debido a que no necesariamente refleja la mejora cualitativa que se tiene en el nivel de salud y que afecta directamente el bienestar de las personas. Tras este debate, Worthington (1999) resume los casos de agregación más comunes para obtener productos homogéneos. Las categorías se definen usualmente en términos de la edad del paciente, o el tipo de tratamiento.

García (2002) utiliza como factores de producción los factores fijos, que se aproximan por número de camas, y como productos los "CASOS" (actividad de asistencia a pacientes ingresados) y AMBU (actividad de asistencia a aquellos que acuden en el régimen ambulatorio).

Pavananunt (2004) propone categorizar las variables. Según este documento, existen tres categorías básicas de variables requeridas para la estimación de puntajes de eficiencia técnica: variables producto (y), variables insumo (x) y características individuales (u) de los hospitales que pueden afectar sus resultados. Las variables producto utilizadas en este análisis son: días de permanencia del paciente, enfermos ambulatorios, accidentes y casos de emergencia. Para los insumos se utiliza, como proxy de insumos laborales, los pagos reportados al personal durante el año, ajustados por inflación; las materias primas son medidas con los gastos del hospital en materiales y elementos médicos, también corregidos por la tasa de inflación, y los insumos de capital son aproximados con los gastos en equipos de capital también corregidos por la tasa de inflación.

La estimación del puntaje de eficiencia se realiza mediante un modelo de datos panel con efectos fijos, luego se trata de ver los determinantes de esta eficiencia a partir de un

conjunto de variables internas (tecnología, tamaño, edad, servicios administrativos, recursos humanos y recursos financieros) y de un conjunto de variables externas (localización geográfica, demografía de la comunidad y ambiente competitivo).

Se observa que, en general, los autores diferencian entre insumos de capital y trabajo o entre insumos laborales, de equipamiento y provisiones. Sin embargo, en la bibliografía consultada, un criterio básico para la selección de insumos, dada la discriminación mencionada, es la disponibilidad de información que se tiene, pues los limitantes en cuanto a las variables a seleccionar suelen ser bastante fuertes. Por esto, generalmente se buscan proxys, especialmente para capital, que no se encuentra de manera explícita en la información disponible.

#### 4.1.2. Criterios de Selección para este trabajo

En teoría, el principio para no sesgar los resultados de eficiencia técnica es que se deben tomar todos los insumos y productos, sin cometer el error de incluir, por ejemplo, producción intermedia o variables que no estén directamente ligadas al proceso productivo. En la práctica, es necesario flexibilizar un poco este principio. Primero, porque nada garantiza que la información de la base SIHO contenga todo lo que usa el hospital en su actividad productiva (insumos) y todos los productos que este genera. En ese sentido, el principio se flexibiliza de forma tal que sólo se tienen en cuenta los insumos y productos de los que si se tiene información, y entre estos, escoger aquellos que son más importantes. Segundo, porque las variables pueden no reflejar lo que se busca medir. Esto debido a que la recolección de la información de la base SIHO, si bien es información verificada, no cuenta con un buen criterio estadístico para su recolección<sup>7</sup>, y en ese sentido, se hace necesario verificar qué información está capturando cada variable que aparece en la base, y luego escoger sólo las variables que se aproximan más a la medición de los insumos y los productos. En esta sección presentamos los criterios que tuvimos en cuenta para la selección de estos dos tipos de variables.

#### 4.1.3. Selección de Insumos

En general, como insumo, la literatura sugiere incluir tres tipos de variables: recurso humano (operativo y administrativo), recursos físicos (por ejemplo, número de camas, consultorios o salas de cirugía) y variables de tipo tecnológico. Para el análisis de los hospitales públicos de Colombia, sólo se tomarán los dos primeros tipos de variables, en parte porque la base SIHO no tiene datos relacionados con tecnología, y en parte porque el avance tecnológico de los hospitales analizados en el período 2002-2005 no ha sido significativo. A continuación se presenta la construcción de las variables de recurso humano y de recursos físicos que se utilizan para este trabajo.

**Recursos humanos** Los recursos humanos se pueden medir de dos formas: cantidad de personal y cantidad de dinero destinado al pago del personal. Medir por cantidad de

---

<sup>7</sup> Un ejemplo de ello es que la información de producción no puede ser empatada con clasificaciones generales, como la que se usa en la base de habilitación del Ministerio de Protección Social.

personal trae ventajas, pues se puede discriminar entre diferentes tipos de personal (administrativo y operativo) así como entre subcategorías de estos dos tipos (médicos, enfermeras, médicos especialistas, jefes, gerentes, etc.). Esto enriquece el análisis, pues permite que en la medición de eficiencia técnica se identifiquen excesos de recursos humanos, es decir, personal médico o administrativo que está siendo subutilizado. Sin embargo, la base identifica y discrimina muy bien el personal de planta<sup>8</sup>, pero esto no ocurre con el personal contratado temporalmente. Por esta razón, es erróneo utilizar la información de la hoja de recursos humanos como parte de los insumos, pues esto llevaría a sobreestimación de niveles de eficiencia técnica<sup>9</sup>.

La segunda alternativa es utilizar datos sobre gastos de personal. La ventaja de esta alternativa es que comprende a todo el recurso humano que toma parte en la actividad productiva del hospital, pero con la desventaja de no poder discriminar entre personal médico y administrativo, y tampoco en subcategorías dentro de estos tipos de personal.

Una tercera alternativa es utilizar el nivel total de gastos y niveles promedio de remuneración de personal (por categorías) para deducir el número de médicos y de personal administrativo que hace parte del hospital, independientemente de ser contratado o ser de planta. El problema de esta alternativa es que puede ser imprecisa, y además tiene múltiples soluciones, por los grados de libertad que tiene el ejercicio.

Debido a las desventajas que presentan la primera y tercera alternativa, se utiliza en el análisis la segunda, es decir, se toman los rubros de “sueldos de personal de nómina”, “horas extras, dominicales y festivos” y “servicios personales indirectos” de la categoría “compromiso” en la hoja de gastos como variables que representan al personal médico y administrativo<sup>10</sup>, con la limitación de no poder discriminar entre estos dos tipos de personal.

**Recursos físicos** Como recursos físicos se utilizan todos los rubros agrupados que aparecen en la hoja de capacidad de la base SIHO, es decir:

1. Camas de hospitalización
2. Camas de observación
3. Consultorios de consulta externa
4. Consultorios en el servicio de urgencias

---

<sup>8</sup> Se hace referencia aquí al buen registro que se lleva del número de médicos, enfermeras o personal administrativo de planta que hace parte del hospital, mas no a su remuneración, pues ya ha sido notado por otros estudios las inconsistencias que existen en la base en las cifras de remuneración de cada una de estas categorías (Sarmiento et al. 2005).

<sup>9</sup> Por ejemplo, hay hospitales que solo utilizan personal contratado, y que por lo tanto no registran personal de planta. El resultado obtenido en este caso sería que un hospital con cero insumos genera un nivel de producto positivo, es decir, sobreestimación del nivel de eficiencia técnica.

<sup>10</sup> Corregidas por inflación.

5. Salas de cirugía
6. Mesas de partos
7. Número de unidades de odontología

#### 4.1.4. Productos

Como productos se toman las variables del módulo de producción:

1. Número de dosis biológico aplicadas
2. Número de citologías cervicovaginales tomadas
3. Número de sellantes aplicados
4. Número de superficies obturadas
5. Número de exodoncias
6. Número de partos vaginales y por cesárea
7. Número de exámenes de laboratorio (intermedio)
8. Número de imágenes diagnósticas (intermedio)
9. Número de controles de enfermería (intermedio)
10. Número de consultas de medicina general electivas y urgentes
11. Número total de consultas de medicina especializada
12. Número total de consultas de odontología
13. Número total de egresos
14. Número total de días estancia
15. Número total de cirugías sin incluir partos ni cesáreas

#### 4.1.5. Estadística Descriptiva

Al cruzar los hospitales que hacen parte del panel balanceado (871 hospitales) con los datos sobre recursos físicos, no siempre existe un empate. Por ejemplo para 2002 solo hay información de recursos físicos para 853 hospitales. La tabla 2 muestra los 23 hospitales que no tienen información de insumos en alguno de los años del período 2002-2005.

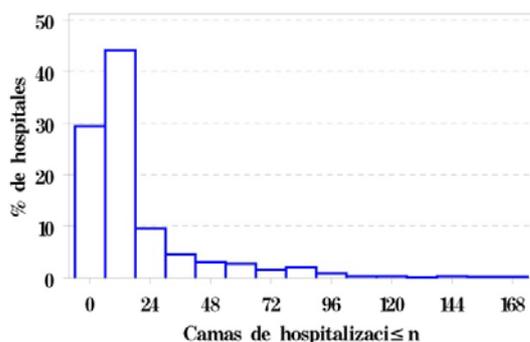
Los hospitales restantes son la población a analizar, con un total de 848 hospitales. Además, es importante anotar que estos son un subconjunto de los hospitales que están en el panel balanceado. De los hospitales que quedan, es posible calcular estadísticas descriptivas que muestren el comportamiento de la población. Para esto se utilizan histogramas, que sólo tienen en cuenta el 95% de los datos<sup>11</sup>, con el fin de reflejar el comportamiento de la mayoría, y eliminar el efecto gráfico que tienen las observaciones atípicas. Las siguientes dos secciones presentan los histogramas para insumos y productos, para el año 2005.

**Insumos** Las ilustraciones 7 y 8 muestran el comportamiento de las variables insumo para el 95% de los hospitales que hacen parte del análisis de eficiencia técnica.

Se observa que la mayoría de hospitales tienen entre 0 y 24 camas de hospitalización, entre 0 y 5 camas de observación. En cuanto a consultorios, la mayoría de hospitales tienen menos de 6 consultorios de consulta externa, 1 consultorio de servicio de urgencias y tres unidades odontológicas. En cuanto a intervenciones quirúrgicas, la mayoría no tienen salas de cirugía, y tienen 1 mesa de partos. Finalmente, en el tema de recurso humano, la mayoría de los hospitales tienen gastos de personal menores a 1500 millones de pesos constantes de 2002.

**Camas de hospitalización (2005)**

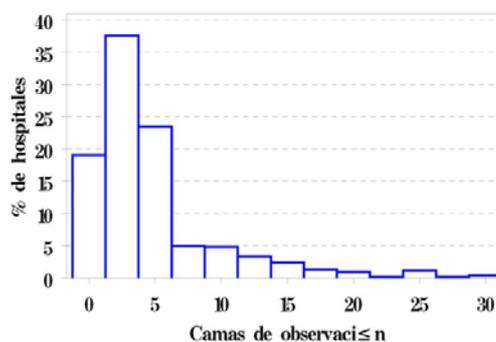
804 hospitales (95%)



Fuente: SHHO. Cálculos DDS-DNP

**Camas de observación (2005)**

804 hospitales (95%)

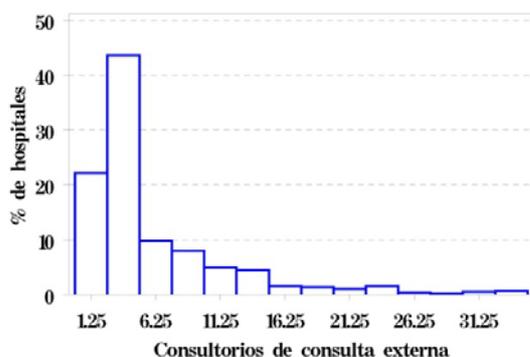


Fuente: SHHO. Cálculos DDS-DNP

<sup>11</sup> Esto implica cortar los datos en los percentiles 2.5 y 97.5

### Consultorios cons. externa (2005)

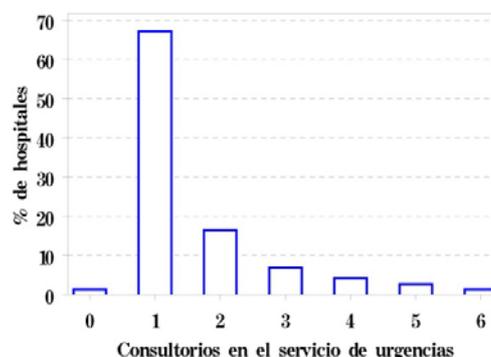
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Consultorios serv. urgencias (2005)

804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

#### Ilustración 7: Insumos

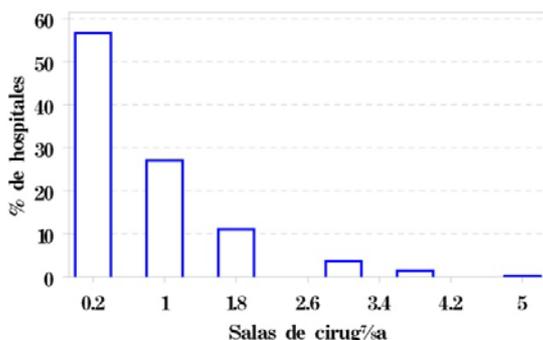
Un análisis detallado de la información sobre insumos sugiere algunas mejoras que son indispensables para hacer el análisis, y que debe implementar la institución encargada de la recolección de la información de la base SIHO.

La primera de ellas está relacionada con recurso humano. Para el análisis fue necesario usar el gasto total de personal como la variable que mide el recurso humano, pues la hoja de recursos humanos que dispone la base SIHO sólo tiene en cuenta personal de planta, y no el personal contratado. Es necesario que la información sobre recurso humano tenga un proceso de verificación y depuración más cuidadoso, pues se encuentran varias inconsistencias que ya habían sido documentadas en Sarmiento et al. (2005). Además, se necesita un nivel de desagregación para el personal contratado igual al de personal de planta, no sólo para obtener cifras totales de recurso humano, sino también para evaluar la eficiencia de políticas de despido de personal de planta, argumentadas parcialmente en los altos costos parafiscales inherentes a ésta.

La segunda se relaciona con recursos físicos. La base no registra insumos que son esenciales en el proceso productivo, como son instrumentos quirúrgicos, medicinas, máquinas, etc. Si bien estos se encuentran en el total de activos, se deberían especificar en detalle en la base, para hacer más preciso el análisis de eficiencia.

### Salas de cirugía (2005)

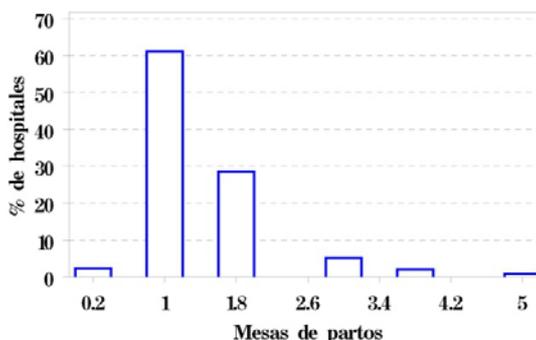
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Mesas de partos (2005)

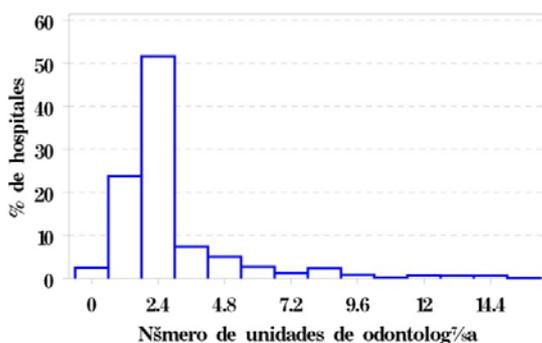
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Unidades odontológicas (2005)

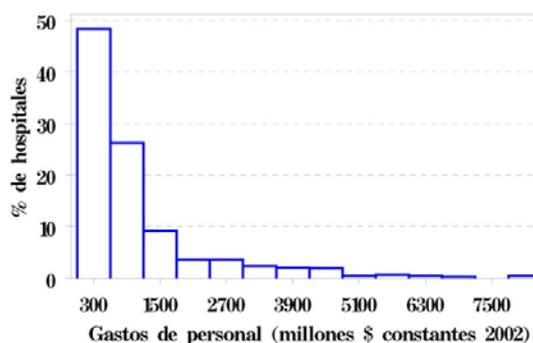
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Recurso humano (2005)

804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

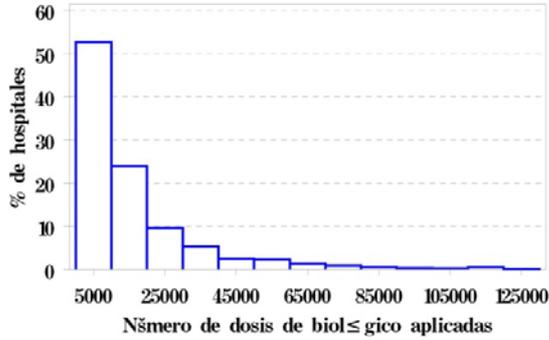
Ilustración 8: Insumos

**Productos** Las ilustraciones 9 a 11 muestran el comportamiento de cada variable de producción para el 95% de los hospitales.

Es de resaltar de estas ilustraciones la diferencia en escala de producción y diferencias en nivel de complejidad. Un ejemplo son las consultas de medicina general urgentes y las de medicina especializada. Se observa que en la gráfica de las primeras hay un descenso gradual en porcentaje de hospitales que prestan el servicio, pasando de hospitales que producen a pequeña escala con un número total de consultas de medicina general urgentes cercano a 1500 a hospitales que producen este servicio a una mayor escala, a niveles cercanos a 43000. En contraste, la gráfica de consultas de medicina especializada la mayoría de hospitales ( $\approx 80\%$ ) no prestan ese servicio, y sólo unos pocos que son de mayor nivel prestan el servicio, a escalas entre 6000 y 42000. Esto también ocurre con partos por cesárea, cuidados intermedios e intensivos.

### Dosis aplicadas (2005)

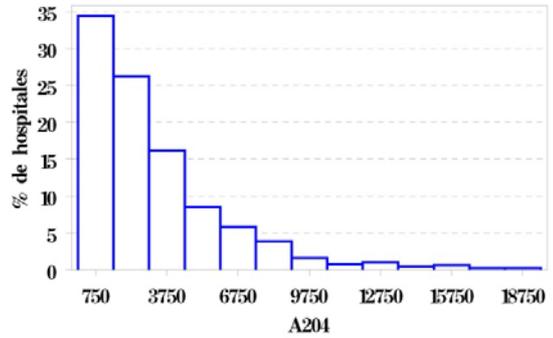
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Controles enfermería (2005)

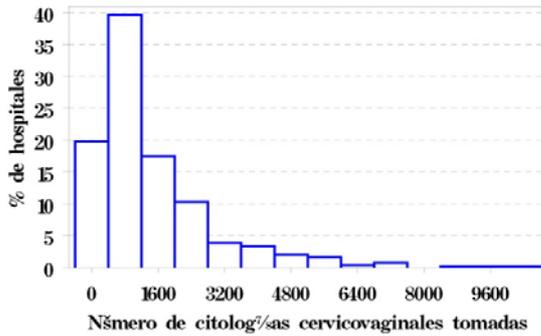
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Citologías (2005)

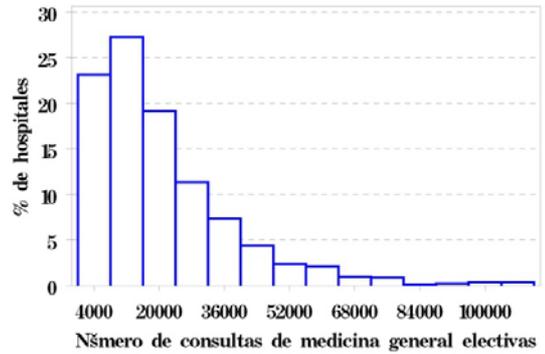
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Consultas med. general electivas (2005)

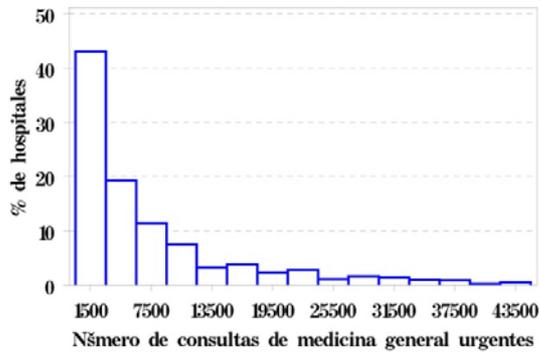
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Consultas med. general urgentes (2005)

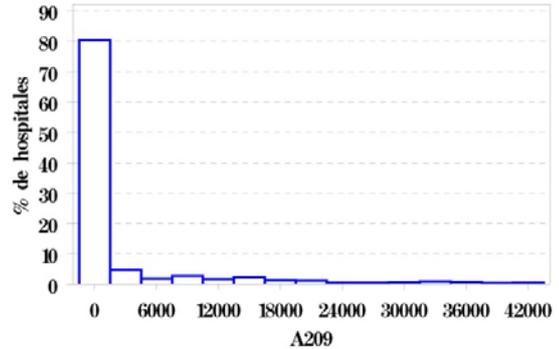
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Consultas med. especializada (2005)

804 hospitales (95%)

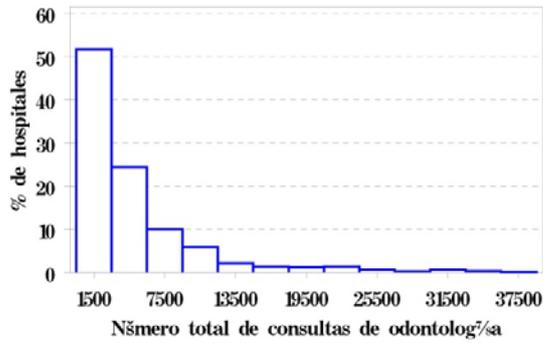


Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

Ilustración 9: Productos

## Consultas odontología (2005)

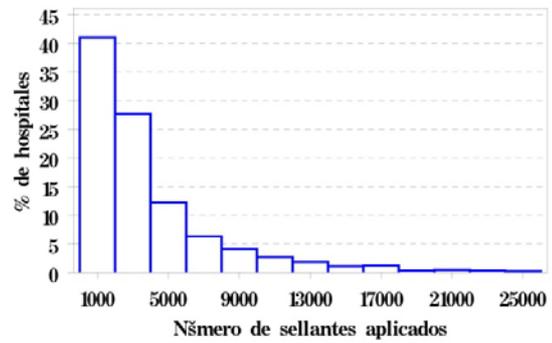
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

## Sellantes (2005)

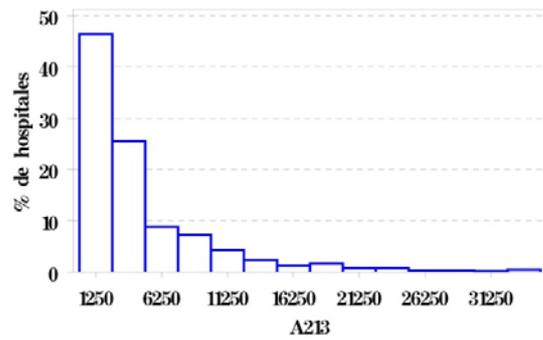
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

## Superficies obturadas (2005)

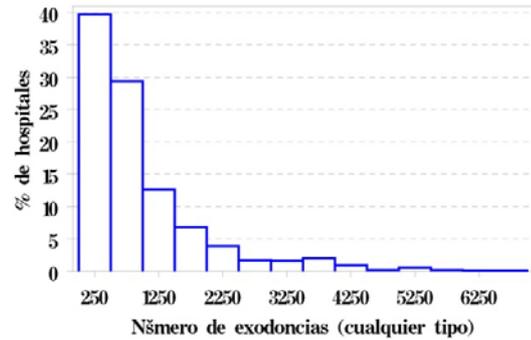
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

## Exodoncias (2005)

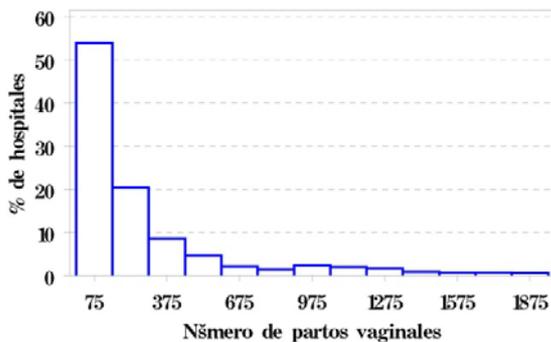
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

## Partos Vaginales (2005)

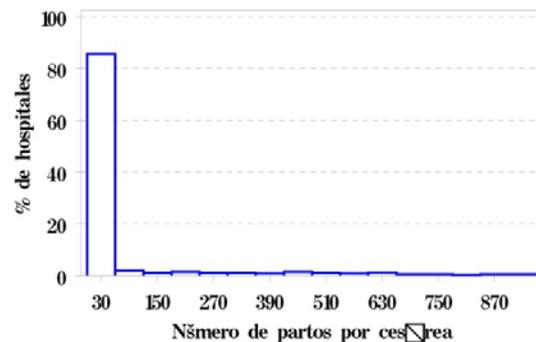
804 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

## Partos por cesarea (2005)

804 hospitales (95%)

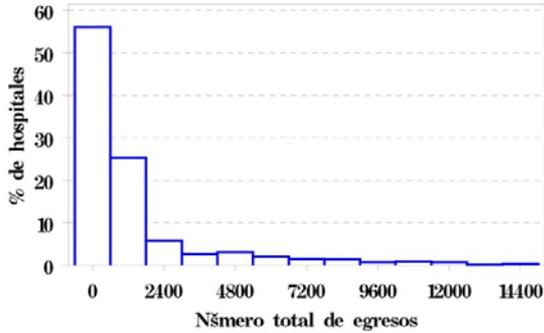


Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

Ilustración 10: Productos

### Total de egresos (2005)

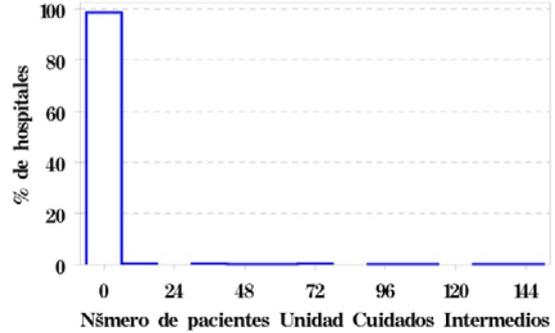
801 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Cuidados intermedios (2005)

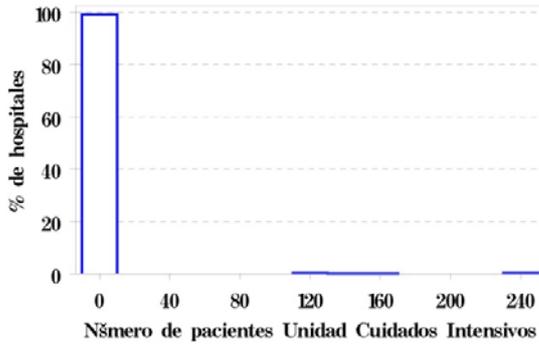
801 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Cuidados intensivos (2005)

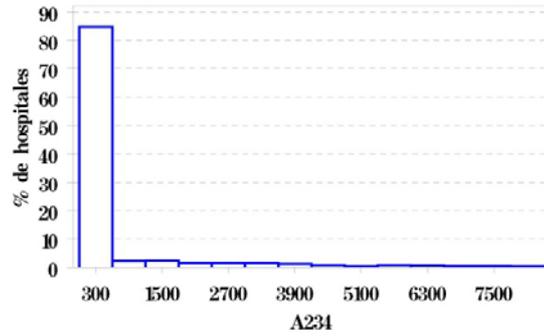
801 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Total cirugías (2005)

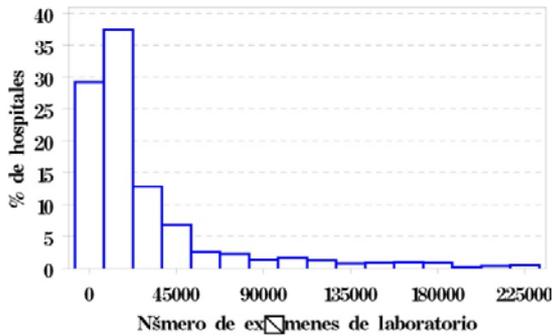
801 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Exámenes laboratorio (2005)

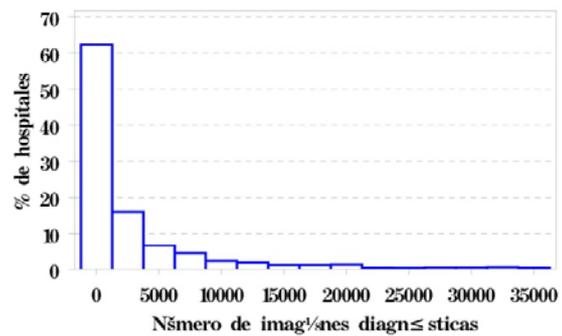
801 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

### Imágenes diagnósticas (2005)

801 hospitales (95%)



Fuente: SIHO. Cálculos DDS-DNP

Ilustración 11: Productos

Para la información sobre producción también hay sugerencias. Primero, la producción que se registra no está muy desagregada, lo que lleva a que los hospitales se habiliten para múltiples servicios, pero no den cuenta de la producción que está registrando en cada uno de ellos. Para este caso se debería recolectar la información sobre producción con el mismo nivel de desagregación que tiene la base de habilitación del Ministerio de Protección Social.

Segundo, la variable de producción es una variable que mide proceso, mas no resultados. Así, la conclusión que se deriva de cualquier análisis de eficiencia técnica que parte de estos datos es que por ejemplo, al comparar dos hospitales que tienen la misma cantidad de médicos y camas, si uno hace más consultas externas que otro, entonces el primero es más eficiente. Esto puede no ser cierto. Lo que puede estar ocurriendo es que el segundo hace consultas externas con mayor calidad, lo que lleva a que se demore más en atender a cada paciente, y por lo tanto, registre un menor número de consultas externas, mientras que el segundo hace consultas externas de calidad deficiente, con una menor demora por paciente y por tanto con un registro más alto de consultas externas. También se puede deber a la diferencia en patologías que cada uno debe atender.

El problema con esto es que se reconoce como eficiente al que hace peor su trabajo. Es mas, se reconoce como eficiente al que genera un mayor costo al sistema, pues un paciente mal atendido implica nuevas consultas o complicaciones de mayor costo en un futuro. Por tal razón, se sugiere modificar las variables de proceso por variables de resultado, que realmente midan la producción de un hospital<sup>12</sup>.

Con la información de insumos y productos, sólo falta un paso para poder realizar adecuadamente el análisis de eficiencia técnica, y es construir grupos de hospitales que sean comparables, es decir, que lleven a cabo actividades de producción similares entre sí. Este es el propósito de la siguiente sección.

## 4.2. Depuración de la base SIHO

Tres criterios iniciales se aplican para la depuración de la base, es decir, para seleccionar los hospitales que van a ser incluidos en el *ranking*. El primero de ellos consiste en eliminar los hospitales psiquiátricos o instituciones de rehabilitación mental, ya que el proceso productivo que estos manejan es significativamente distinto al que maneja cualquier hospital. Estos hospitales fueron eliminados en las bases de los años 2002-2005, que es el período de referencia para el análisis de eficiencia técnica. El segundo criterio consiste en eliminar aquellos hospitales que pasaron por o están en proceso de liquidación o fusión con otras instituciones, pues su información es incompleta para el período en cuestión o no es comparable. Un tercer criterio que se utilizó para depurar la base fue la construcción de un panel balanceado, que es necesario para el cálculo de la medida de eficiencia técnica

---

<sup>12</sup> No se desconoce la complejidad que requiere tal medición. Solo se indican los sesgos que pueda tener el análisis por no disponer del mejor tipo de información.

pseudoabsoluta (ver sección 3.2). Esto implica construir un conjunto de hospitales que aparezcan en la base SIHO en todos los años. El resultado obtenido es un conjunto de 871 hospitales públicos que aparecen en la base SIHO durante el período 2002-2005<sup>13</sup>.

Con esta información, se eliminan en todos los años los siguientes hospitales:

Codigo	Entidad	Depto	Municipio
800101335	ESE CENTRO DE ATENCION Y REHABILITACION INTEGRAL EN SALUD - CARI	Atlántico	BARRANQUILLA
1517600955	ESE HOSPITAL REGIONAL DE CHIQUINQUIRA	Boyacá	CHIQUINQUIRÁ
1532201084	ESE HOSPITAL VALLE DE TENZA	Boyacá	GUATEQUE
1700100850	HOSPITAL DE CALDAS	Caldas	MANIZALES
4700100438	E.S.E. CENTRO DE REHABILITACION Y DIAGNOSTICO "FERNANDO TROCONIS"	Magdalena	SANTA MARTA
4700100477	ESE HOSPITAL CENTRAL JULIO MENDEZ BARRENECHE	Magdalena	SANTA MARTA
6800100792	ESE HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER	Santander	BUCARAMANGA

## 5. Grupos de hospitales similares

Las dos metodologías expuestas anteriormente presuponen que las empresas o firmas que se involucran en el análisis tienen procesos productivos similares, y por lo tanto, los insumos que utilizan, los procesos de transformación de estos insumos y los productos que generan son similares. Sólo bajo esta condición es razonable realizar una comparación de eficiencia entre éstas. Esto lleva a que, antes de realizar cualquier análisis de eficiencia para un conjunto de empresas, sea necesario segmentarlo en diferentes grupos, de tal forma que en cada grupo las empresas tengan características similares. Una vez realizada esta segmentación, se pueden aplicar las metodologías de medición de eficiencia técnica al interior de cada grupo, y obtener ordenamientos o *rankings*, según el nivel de eficiencia técnica obtenido.

En el caso de los hospitales públicos, la eficiencia técnica se mide a través de los datos proporcionados por la base de datos del Sistema de Información Hospitalaria SIHO. De esta base de datos se han seleccionado y construido algunos insumos y productos, que se presentaron en la sección 4.1. Sin embargo, antes de hacer la medición de eficiencia técnica de los hospitales públicos, estos se deben agrupar en hospitales que tengan características comunes. El criterio más simple es agruparlos por nivel de complejidad, dando como resultado tres grupos, pero este criterio no es suficiente, pues para el primer nivel de complejidad se tiene una gran cantidad de hospitales que prestan servicios completamente diferentes entre sí, lo que impide que sean comparables.

Existen dos criterios adicionales para conformar grupos con unidades comparables. El primero es clasificarlos por el tipo de servicio que muestran. Para ello, el Ministerio de Protección Social dispone de la base de datos de habilitación, en la cual se registra cada

<sup>13</sup> Los hospitales que no hacen parte de este panel balanceado, así como su proceso de selección se detalla en el anexo B.

hospital, sus sedes y los servicios médicos<sup>14</sup> para los que han sido habilitadas cada una de las sedes<sup>15</sup>. Esta información aparece para todas las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS), tanto públicas como privadas y mixtas. Las características de esta información llevan a una agrupación que podemos llamar “teórica”, en el sentido que no tiene en cuenta los servicios que efectivamente presta la institución.

El segundo criterio para conformar grupos es combinar la información sobre los servicios habilitados y la información sobre producción. Esto permite ponderar cada servicio habilitado con la producción que efectivamente se lleva a cabo, usando la información de producción de la base SIHO.

Con estos datos disponibles, solo hace falta tener algún método estadístico para realizar agrupamiento de datos. Los métodos existentes para este fin provienen de la estadística multivariada, y son llamados métodos de agrupamiento, o en general, análisis de conglomerados (ver Díaz (2002, cap. 7)).

El objetivo de esta sección es aplicar metodologías de agrupamiento de datos a los hospitales de la base SIHO, usando como criterios de agrupamiento los servicios de salud para los que están habilitados, y los datos sobre producción. Para este fin, se presentan los conceptos básicos de análisis de conglomerados. Luego, se muestra la estructura de la base de datos de habilitación, y se une con la base de datos SIHO, que es la población objetivo del estudio. A continuación, se muestran los resultados de aplicar el análisis de conglomerados siguiendo los criterios de servicios habilitados y producción, acompañado del criterio de expertos del sector.

## 5.1. Análisis de conglomerados

Siguiendo a Díaz (2002), un conglomerado es un conjunto de objetos (observaciones) que poseen características similares. Así, el análisis de conglomerados es un método exploratorio de datos que busca particionar un conjunto de objetos (observaciones) en grupos, de tal forma que los objetos de un mismo grupo sean similares, y los objetos de grupos diferentes sean disímiles. Para llevar a cabo el análisis de conglomerados, se necesita definir dos elementos: el primero es la medida que señale el grado de similitud entre los objetos, y el segundo es el procedimiento para la formación de grupos o conglomerados.

### 5.1.1. Grado de similitud

Para calcular la medida que señale el grado de similitud existen varias metodologías:

---

<sup>14</sup> Cada servicio médico se puede prestar en diferentes modalidades.

<sup>15</sup> Por ejemplo, la empresa social del estado hospital Rafael Uribe Uribe tiene 9 sedes en Bogotá. Una de ellas es el centro de Atención Médica Inmediata CAMI Diana Turbay, que está habilitado para prestar 13 servicios médicos diferentes. Uno de estos servicios es el de optometría, y solo está habilitado para prestarlo en modalidad ambulatoria.

1. Medidas de distancia
2. Coeficientes de correlación
3. Coeficientes de asociación
4. Coeficientes de probabilidad

La medida más apropiada depende del tipo de datos que se estén manejando, pues se pueden tener variables cuantitativas, cualitativas, continuas, discretas, etc. En el caso de hospitales públicos, se tienen dos tipos de datos. Primero, los datos de la base de habilitación, que son variables dicótomas con valor de 1 indicando que el hospital está habilitado para prestar un servicio, y 0 indicando no habilitación. Segundo, los datos de producción de la base SIHO, que son variables cuantitativas y continuas. A continuación se describe la metodología usada en cada base.

**Habilitación** La metodología de coeficientes de asociación es la más apropiada para los datos de habilitación, por ser datos con variables dicótomas, es decir, cada variable toma valores de 0 (ausencia) o de 1 (presencia) de un atributo.

En esta metodología, para calcular un coeficiente de asociación entre dos objetos  $i$  y  $j$ , se necesitan los datos de presencia o ausencia de un conjunto de características. Al comparar una característica para los dos objetos, hay cuatro posibles casos:

1. Tanto  $i$  como  $j$  tienen la característica (1,1)
2.  $i$  tiene la característica, pero  $j$  no (1,0)
3.  $i$  no tiene la característica, pero  $j$  si (0,1)
4. Ni  $i$  ni  $j$  tienen la característica (0,0)

Al hacer esto con todas las características, se obtiene una frecuencia para cada uno de los casos anteriores. Estas frecuencias se pueden representar en la matriz o tabla de comparación que aparece en la tabla 3.

		$j$	
		1	0
$i$	1	$a$	$b$
	0	$c$	$d$

Tabla 2: Tabla de comparación

En esta matriz,  $a$  representa el número (frecuencia) de características que estaban presentes en ambos objetos,  $b$  el número de características que están presentes en  $i$  pero

no en  $\bar{I}$ ,  $c$  representa el número de características que están presentes en  $\bar{I}$  pero no en  $I$ , y  $d$  representa el número de características que no están presentes en  $I$  y tampoco en  $\bar{I}$ .

Existen diferentes coeficientes de asociación entre dos objetos  $i$  y  $j$ , calculados a partir de la tabla de comparación anterior. Estos se presentan a continuación:

1. Coeficiente de asociación simple.  $S_{(i,j)} = \frac{a+b}{a+b+c+d}$

2. Coeficiente de Jaccard.  $J_{(i,j)} = \frac{a}{a+b+c}$

3. Rogers y Tanimoto.  $RJ_{(i,j)} = \frac{a+d}{a+2b+2c+d}$

4. Sorensen o Dice.  $SD_{(i,j)} = \frac{2a}{2a+b+c}$

5. Sokal y Sneath.  $SS_{(i,j)} = \frac{2(a+d)}{2(a+d)+b+c}$

6. Hamman.  $H_{(i,j)} = \frac{(a+d)-(b+c)}{a+b+c+d}$

Para el análisis de conglomerados aplicado a hospitales públicos, se tomará como medida de similitud entre dos hospitales el coeficiente de Jaccard  $J$ , que comparado con el de asociación simple, elimina el problema de las ausencias conjuntas de una variable. Con excepción del coeficiente  $SD$ , los otros coeficientes dan prelación a las coincidencias por ausencia. Se sugiere, como extensión del análisis, utilizar el coeficiente  $SD$ , que da mayor importancia a las coincidencias en estado de presencia.

**Producción-SIHO** Las variables de producción de la base SIHO son variables continuas, que pueden tomar cualquier valor entero positivo. La función que cumple involucrar estas variables en el análisis es ponderar cada servicio habilitado de cada hospital por la producción que efectivamente realice de cada servicio. Esto da como resultado una variable continua.

Cuando se tienen variables continuas, el cálculo de similitud entre dos observaciones va ligado al método de formación de grupos que se utilice. Para analizar los datos de habilitación ponderados por producción, se utilizará el método de Ward, que será explicado más adelante. Con este método, la similitud entre dos observaciones se mide con la varianza y suma de cuadrados de sus características.

### 5.1.2. Formación de grupos o conglomerados

Existen diferentes algoritmos para la conformación de conglomerados: métodos jerárquicos, métodos de partición o división, nubes dinámicas, clasificación difusa y algunas herramientas gráficas. Para el análisis de la base de hospitales, se utilizarán los métodos jerárquicos (Díaz 2002).

Estos métodos parten de una matriz que contiene el cálculo de distancias entre observaciones, y esta distancia es una medida de diferenciación entre todos los pares de objetos en los datos. En el caso de habilitación de servicios, es una matriz que contiene el cálculo de  $1 - J_{a,b}$  para todas las posibles parejas de hospitales<sup>16</sup>. En el caso de producción, la distancia entre dos conglomerados es la suma de cuadrados de sus elementos (matriz de varianzas y covarianzas).

Los grupos se pueden formar de manera aglomerativa o por un proceso de división. Cuando se forman de manera aglomerativa, cada uno de los objetos empieza formando un conglomerado, es decir, se inicia con grupos unitarios; luego, un objeto se agrupa con otro similar formando un par que a su vez se agrupará con otro par de objetos que sean similares al primero. Si este proceso se realiza sucesivamente, los grupos cercanos entre sí se mezclarán hasta que todas las observaciones queden dentro de un mismo conglomerado.

Los métodos de división utilizan la lógica opuesta: inician con todos los objetos dentro de un mismo conglomerado que se divide en dos grupos, cada grupo se divide en otros dos, y así sucesivamente, hasta que cada objeto llega a ser un conglomerado (grupos unitarios). Los dos procedimientos se resumen en un diagrama de árbol que ilustra la conformación de los distintos grupos, de acuerdo con el estado jerárquico, de fusión o división, implicado por la matriz de similitud (o matriz de distancias). Este diagrama se conoce como dendrograma (Díaz 2002). Los métodos aglomerativos son los que se utilizan con más frecuencia.

**Centroide** El método del centroide se utilizará para agrupar los hospitales con información sobre habilitación. El método comienza por calcular la distancia entre todas las parejas posibles de conglomerados. Para este cálculo, la distancia entre dos conglomerados se define como el promedio de las distancias entre todos los pares de objetos, uno del primer conglomerado y otro del segundo. A su vez, la medida de distancia entre dos objetos que se utilizará en este estudio es el inverso aditivo del coeficiente de Jaccard  $1 - J_{a,b}$ . Una vez se tiene calculadas las distancias, se conforma un nuevo conglomerado con el par de conglomerados que tenga la distancia más pequeña entre sí.

---

<sup>16</sup> El coeficiente de Jaccard  $J_{a,b}$  calcula el grado de similitud entre dos observaciones a, b. Así, dos observaciones que son muy similares tienen un coeficiente de Jaccard alto, y dos observaciones muy diferentes tienen un coeficiente de Jaccard muy bajo. Sin embargo el concepto de distancia es totalmente opuesto, pues una mayor distancia implica menor similitud. Por esta razón, la medida de diferenciación entre dos observaciones en la matriz de distancias es  $1 - J_{a,b}$

**Ward** El método de Ward se utilizará para la conformación de conglomerados con información de habilitación ponderada por producción. Según Díaz (2002), este método busca la mínima variabilidad dentro de los conglomerados, por lo que es un problema de optimización. El método se basa en la pérdida de información resultante de incluir un objeto en algún grupo, medida por la suma total del cuadrado de las desviaciones de cada objeto al centroide del grupo al cual pertenece.

Con  $n$  hospitales (objetos), se empieza con  $n$  grupos, un hospital por grupo. Aquí, la suma de cuadrados de Ward, es decir, la suma total del cuadrado de las desviaciones de cada objeto al centroide de su grupo es cero, pues cada hospital es el mismo centroide. En el segundo paso, se construyen todas las posibles parejas de hospitales, y se calcula la suma de cuadrados de Ward para cada pareja. En el tercer paso, se deja en un solo grupo la pareja que tenga la mínima varianza de Ward, de las calculadas en el paso anterior. Esta agrupación deja  $n - 1$  grupos. El proceso se repite, hasta obtener un solo grupo que contiene a todos los hospitales.

## 5.2. Base de datos de habilitación

Los procedimientos de la sección anterior se aplican con el fin de diseñar grupos de hospitales que sean relativamente homogéneos, es decir, que lleven a cabo actividades productivas similares. Un criterio inicial para construir grupos homogéneos es el nivel de complejidad de los hospitales, lo que daría como resultado tres grupos. Sin embargo, dentro del nivel de complejidad 1 se tienen más de 700 hospitales, lo que indica que no es un criterio de agrupación satisfactorio. Además, existen hospitales que siendo de nivel de complejidad 1 prestan servicios de nivel 2, razón por la cual este criterio no es el mejor.

Con la información disponible, otro criterio es agruparlos por los servicios de salud que prestan, de manera que se conformen grupos de hospitales en los que los servicios de salud que se prestan dentro de un mismo grupo sean similares, y que los servicios de salud que prestan dos hospitales que están en diferentes grupos sean diferentes. La información para llevar a cabo este procedimiento es la base de datos de habilitación del Ministerio de la Protección Social. A continuación se describe el contenido de esta base, así como los procedimientos que se aplicaron para depurarla y usarla como insumo en la construcción de conglomerados.

### 5.2.1. Descripción de la base

La base de datos de habilitación muestra todos los servicios médicos para los que está habilitada cada una de las entidades que prestan servicios de salud en el país. La base es dinámica puesto que continuamente se actualizan los datos de las IPS. Esta contiene la información de habilitación de todas las instituciones prestadoras de servicios de salud que hasta el momento han actualizado su información; esto implica que aunque se tienen muchos registros, no contiene a todas las instituciones, pues no todas han actualizado sus datos. Para el caso de hospitales públicos, al hacer la comparación con la base SIHO, hay

aproximadamente 430 hospitales públicos que no han ingresado nueva información, entonces, no se tiene conocimiento de los servicios para los que está habilitado; este es el motivo para excluirlos del análisis de conglomerados<sup>17</sup>.

### 5.3. Aplicación del análisis de conglomerados

Inicialmente se propuso como metodología la aplicación de análisis de conglomerados a todo el conjunto de hospitales públicos, usando la base de habilitación del MPS. Pero esto no es suficiente, pues hay hospitales que tienen muchos servicios habilitados, pero que se han especializado solo en algunos. La forma de corregir este sesgo es combinando la información de habilitación con datos sobre servicios efectivamente prestados por los hospitales. Esto último aparece en el módulo de producción de la base SIHO (DNP). Además, los resultados de los ejercicios parciales que realizó el equipo consultor y la retroalimentación en las presentaciones de los resultados parciales, sugieren tener en cuenta, antes de aplicar una técnica estadística, conformar algunos grupos con hospitales que, por tener algunas características especiales, se sabe ex-ante que no se deben mezclar con los demás.

Por esta razón, la construcción de grupos se hace con la siguiente secuencia:

1. Aplicar el criterio de expertos
2. Con las observaciones restantes, agrupar usando información de habilitación e información de habilitación ponderada por producción.

#### 5.3.1. Criterio de expertos

Para la aplicación del criterio de expertos se utilizó la base de habilitación. Este criterio sugiere un trato especial para algunos subgrupos de hospitales:

1. Hospitales que solo prestan alguno o varios de los siguientes servicios:
  - Servicio de psiquiatría o unidad de servicio mental
  - Farmacodependencia
  - Unidad de quemados adultos
  - Geriatria

Estos hospitales no se deben tener en cuenta en el análisis de eficiencia técnica, pues su proceso productivo no es comparable con el de un hospital normal, debido

---

<sup>17</sup> Para procesar estos archivos, se construyó primero una tabla con todos los hospitales que tienen información de insumos y productos, que son, como se mencionó en la sección 4.2.5, 848 hospitales. Luego, se buscó la información de habilitación de estos hospitales en alguno de los dos archivos mencionados anteriormente. Al hacer este cruce, quedan 55 hospitales sin información de habilitación, que se dejan en un solo grupo, y se aplica el análisis de conglomerados a 793.

a que los procesos de producción que implican su especialidad requiere de tecnologías especializadas que no se encuentran presentes en las demás IPS de manera regular. Al revisar la base, no se encuentra algún hospital que solo esté habilitado para esas actividades, es decir, todos aquellos que están habilitados para alguno de los servicios están habilitados para otros. La decisión que se toma es excluir los siguientes hospitales:

- a) ESE Carisma de Medellín
- b) Hospital Geriátrico de Manizales
- c) Hospital Geriátrico de Cali

Además se eliminaron los siguientes dos hospitales, debido a que prestan servicios muy especializados:

- a) Instituto Nacional de Cancerología
- b) ESE Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta

Con esto, quedan para agrupar 788 hospitales.

2. Hospitales que están habilitados para prestar algún servicio de alta complejidad. Los servicios de esta categoría fueron:

- a) Nefrología
- b) Neumología
- c) Diagnostico cardiovascular
- d) Nefrología - diálisis renal
- e) Endoscopia digestiva
- f) Neumología - fibrobroncoscopia
- g) Hemodinamia
- h) Laboratorio de citopatología
- i) Urología - litotripsia urológica
- j) Oncología clínica
- k) Radioterapia
- l) Transfusión sanguínea

Con este criterio se tienen 174 hospitales con servicios de alta complejidad. Sin embargo, al revisar en detalle se encuentra que muchos entran en este grupo porque solo prestan uno de estos servicios. Los servicios en los que se presenta la mayor parte de estos casos son endoscopia digestiva, laboratorio de citopatología y transfusión sanguínea. El criterio que se aplicó fue no incluir en el análisis los hospitales que prestan solamente alguno de estos tres servicios por motivo de comparabilidad. Aplicando este criterio quedan 94 hospitales<sup>18</sup>. Con estos

---

<sup>18</sup> Ver anexo ()

hospitales se conformará un solo grupo. Así, queda una población de 694 hospitales a los que se aplicarán técnicas de agrupamiento.

3. Hospitales con servicios particulares. Los servicios que entran en esta categoría son:
  - a) Cirugía de cabeza y cuello
  - b) Cirugía cardiovascular
  - c) Cirugía neurológica
  - d) Dolor y cuidados paliativos
  - e) Geriatria
  - f) Gerontología
  - g) Hematología
  - h) Implantología
  - i) Infectología
  - j) Inmunología
  - k) Neurología
  - l) Rehabilitación oncológica
  - m) Toxicología

Para estos hospitales se sugirió incluirlos en el análisis de conglomerados, pero hacerles seguimiento una vez se construyen los grupos, para verificar si quedan en el mismo grupo o en grupos diferentes.

Los hospitales restantes son agrupados usando técnicas de conglomerados. Esto se presenta en la siguiente sección.

### 5.3.2. Agrupación

Los detalles de la aplicación de técnicas de agrupamiento, para los dos casos, se describen a continuación:

**Coefficientes de similitud y matriz de distancias** Para la base de habilitación, se utilizó como medida de similitud el coeficiente de Jaccard, definido en la sección 5.1.1. Luego de construir el coeficiente  $J$  para todas las parejas de hospitales, se calcula la distancia entre ellas, es decir,  $1 - J$ , una medida de qué tan diferentes son dos hospitales.

Para la base de habilitación ponderada por producción, se utilizaron las matrices de varianzas entre observaciones, que se utilizan en el método de Ward.

**Construcción de los grupos o conglomerados** Se hace siguiendo los conceptos de la sección 5.1.2. Para la agrupación por habilitación se utiliza el del centroide, y para la agrupación por habilitación ponderada por producción se utiliza el método de Ward, buscando la mínima varianza entre grupos.

**Criterios estadísticos** El criterio más importante para determinar el número de conglomerados en una muestra o población es el criterio del investigador, es decir, se debe tener en cuenta el tipo de datos que se están utilizando y el tipo de problema que se busca resolver con la conformación de grupos. No obstante, existen algunos criterios estadísticos, que se calculan por el paquete estadístico. Esta última es una tabla que muestra en cada fila una agrupación entre dos observaciones, siendo estas observaciones hospitales o grupos de hospitales formados en filas anteriores. Así, cuando se desciende una fila en la tabla, el número de grupos se reduce en una unidad.

Finalmente, pueden ocurrir empates, es decir, dos o más parejas de hospitales o de grupos de hospitales que tiene entre sí la misma distancia. Estos empates se muestran en la última columna de la tabla de salida de SAS. Los empates pueden llevar a que la conformación de grupos no sea única. La presencia de este tipo de observaciones no afecta mucho el resultado, si estos se presentan en las primeras etapas del proceso de agrupación. Sin embargo, cuando se presentan en etapas posteriores, es decir, entre grupos grandes, pueden ocasionar conglomerados diferentes dependiendo del orden inicial de las observaciones, se convierte entonces en un problema que debe ser corregido en caso de llegar a estar presente.

La siguiente sección muestra los resultados obtenidos al aplicar técnicas de conglomerados.

## 5.4. Resultados usando habilitación

Al aplicar las técnicas de conglomerados a los 694 hospitales, se obtiene el dendrograma de la ilustración 12, que aparece en el anexo E.

El dendrograma tiene en el eje horizontal a cada hospital, con el consecutivo tipo carácter que se asignó a cada uno. En el eje vertical aparece la distancia, definida como  $1 - J$ . En el dendrograma se traza una línea entre dos objetos cuando se encuentran a cierto nivel de distancia. La línea indica agrupación. Así, el dendrograma indica a qué grupo se vincula cada hospital a diferentes niveles de distancia. El número de grupos o conglomerados que se obtienen se determinan usando criterios estadísticos. Este análisis se presenta a continuación.

### 5.4.1. Número de conglomerados

El dendrograma sugiere la presencia de cuatro grupos: uno ubicado a la izquierda (grupo 1), que tiene una distancia entre objetos cercana a 0.70; dos ubicados en el centro (grupo 2 y 3), ambos con mayor homogeneidad que entre objetos que el primero (menor distancia de los elementos al centroide); finalmente, hay un grupo pequeño que se concentra a la derecha del gráfico (grupo 4), con hospitales que no son muy homogéneos entre sí. Para el análisis de eficiencia técnica, las observaciones que no tenían información sobre habilitación se incluyen en este grupo.

Por otro lado, se observa que hay hospitales atípicos, que sólo es posible unirlos a un grupo a muy altos niveles de distancia entre centroides (distancias cercanas a 1). También se observa que a altos niveles de distancia se pueden unir grupos que son muy diferentes, como ocurre con los grupos 2 y 3. Además, el primer grupo se une a los otros tres grupos a un nivel de distancia cercano a 0.9.

La presencia de observaciones atípicas sugiere no utilizar un número de conglomerados pequeño. Por ejemplo, si se elige un número de conglomerados de 10, las observaciones atípicas llevan a que se tenga un solo grupo con la mayoría de las observaciones, y 9 grupos compuestos por un solo hospital, que son las observaciones atípicas. Se sugiere como procedimiento adecuado, construir los tres grandes grupos especificando un número relativamente alto de clusters. Una vez construidos, aquellas observaciones que no estén dentro de ellos y que no representen a la mayoría conformarán un solo grupo, junto con los hospitales que no tienen información sobre habilitación.

Los datos sobre  $R^2$ , pseudo-f y pseudo- $t^2$  sugieren cortar a nivel de 94 grupos. Con este corte, se obtienen tres grupos con 410, 79 y 63 observaciones. El cuarto grupo, que es heterogéneo, tiene 142 hospitales.

#### 5.4.2. Características de los conglomerados

Al construir los cuatro *clusters* que se mencionaron en la sección anterior, se observa que el nivel de complejidad no logra capturar las diferencias entre grupos de hospitales, pues por nivel de complejidad, se tenían tres grupos, con el 83.8% del total de hospitales de nivel 1, 13.6% de nivel 2 y 2.6% de nivel 3. En contraste, al aplicar el análisis de conglomerados se obtienen cuatro grupos, cada uno con el 59 %, 11.3 %, 9% y 20.4% del total de observaciones, respectivamente.

Para caracterizar a cada uno de estos grupos, se construyó una tabla con la frecuencia de cada servicio dentro de cada grupo, es decir, una tabla que presenta el total de hospitales de cada grupo que están habilitados para prestar cada uno de los servicios. Esta tabla se presenta en el anexo F.

**Conglomerado 1: 410 hospitales** La tabla F.1 muestra que la mayoría de los hospitales de este conglomerado tienen características bien definidas, pues se concentran en los servicios: odontología general, medicina general, general adultos, laboratorio clínico, servicio de urgencias, general pediátrica, enfermería, obstetricia y servicio farmacéutico. Esto implica que la mayoría de los hospitales de este grupo para la categoría de servicios hospitalarios prestan servicios generales para adultos, generales de pediatría y obstetricia, y en la categoría de consulta externa prestan servicios de enfermería, medicina general y odontología, y casi todos tienen servicio de urgencias. Además, prestan servicios periféricos a estas actividades, como son laboratorio clínico, toma de muestras o servicio farmacéutico. Las frecuencias medias que se observan en la categoría 300, diferentes a las ya mencionadas, indican que son hospitales que no están dedicados a hacer consulta externa. Y al ver las frecuencias de la categoría quirúrgicos, se observa que muy pocos hospitales de este conglomerado están habilitados para hacer algún tipo de cirugía. En

resumen, es un conglomerado de hospitales que presta servicios básicos, y se podría asociar con lo que se espera tenga un hospital de primer nivel de complejidad.

**Conglomerado 2: 79 hospitales** La tabla F.2 muestra que este conglomerado es más homogéneo que el anterior. La mayoría de servicios registrados en la tabla son de hospitales que se especializan en la prestación de servicios de consulta externa. Además, el 91.1% cuentan con servicio de urgencias, y con las actividades periféricas a la prestación de este servicio, como lo son toma de muestras, laboratorio clínico, y radiología. Los servicios asociados a la categoría hospitalización no están presentes en el 95% de los hospitales de este grupo, con excepción del servicio de general adultos. En este conglomerado también están ausentes los servicios de la categoría quirúrgicos. Podríamos entonces decir que los hospitales de este grupo son pequeños, prestan servicios de atención básica y consulta externa, y se podrían asociar a un nivel de complejidad “cero”, y deben ser centros de salud u hospitales municipales.

**Conglomerado 3: 63 hospitales** Al igual que los del primer conglomerado, la tabla F.3 muestra que los hospitales de este conglomerado prestan atención hospitalaria en los servicios de general adultos, obstetricia, y general pediátrica, pero con la diferencia de que ya se registran frecuencias altas y medias en servicios de categoría quirúrgico, como por ejemplo, cirugía general, cirugía ginecológica, cirugía ortopédica y cirugía oftalmológica. Además, prestan servicios asociados a este tipo de actividades, como enfermería, odontología, fisioterapia, anestesia, laboratorio clínico, etc. Basados en esta descripción podemos afirmar que este conglomerado tiene las características de hospitales de segundo nivel de complejidad.

**Conglomerado 4:142 hospitales** Este conglomerado se formó con los hospitales que no fueron asociados a ninguno de los anteriores tres conglomerados, por lo tanto es un grupo residual, y no se esperaría obtener alguna característica que lo diferencie. Al observar la tabla F.4, se observa que más del 90% de los hospitales de este grupo tienen consulta externa en medicina general y odontología, y entre el 40% y el 75% de ellos prestan servicios periféricos a urgencias y a atención básica, como son laboratorio clínico, general adultos o toma de muestras.

**Conglomerado 5: 94 hospitales** Los resultados para este grupo se presentan en la tabla F.5. En este grupo, la mayoría de hospitales (más del 70 %) prestan servicios de alto nivel de complejidad, como son cirugía ortopédica, oftalmológica, otorrinolaringológica y urológica. Además, también cuentan con los servicios periféricos asociados a los ya mencionados, como son consulta externa de anestesia, ginecobstetricia, fisioterapia, servicio farmacéutico, y servicios básicos como general adultos y general pediátrica en la categoría hospitalario, y urgencias. Por esta descripción podemos asociar este grupo a hospitales de alto nivel de complejidad.

**Conglomerado 6: 55 hospitales** Estos hospitales quedaron en un solo grupo porque no tienen información en la base de datos de habilitación. Por esta misma razón, no se puede afirmar nada sobre sus características.

Al igual que los del primer conglomerado, la tabla F.3. muestra que los hospitales de este conglomerado prestan atención hospitalaria en los servicios de general adultos, obstetricia, y general pediátrica, pero con la diferencia de que ya se registran frecuencias altas y medias en servicios de categoría quirúrgico, como por ejemplo, cirugía general, cirugía ginecológica, cirugía ortopédica y cirugía oftalmológica. Además, prestan servicios asociados a este tipo de actividades, como enfermería, odontología, fisioterapia, anestesia, laboratorio clínico, etc. Basados en esta descripción podemos afirmar que este conglomerado tiene las características de hospitales de segundo nivel de complejidad.

## 5.5. Resultados usando habilitación y producción

El dendrograma que se obtiene al agrupar hospitales usando habilitación ponderada por producción se presenta en el anexo G. En este dendrograma, se observa que la estructura de los datos lleva a la formación de un grupo grande, que absorbe a los grupos pequeños sin una clara diferenciación. Al observar los datos, se pueden hacer varios cortes. Con corte en 30 grupos, se obtiene un grupo de 220 hospitales, y aproximadamente 10 grupos que tienen en promedio 50 hospitales. Al reducir el número de grupos, se observa que todos pequeños se van uniendo al grande, formando un solo conglomerado grande en vez de tres o cuatro conglomerados medianos con características bien definidas. Los resultados son poco satisfactorios, en parte debido a los problemas de medición en la base de habilitación y más que todo de coincidencias entre las dos bases. Por esta razón, la medición de eficiencia técnica se llevará a cabo usando la agrupación que se hizo con la base de habilitación en la sección 5.4.

## 6. Resultados

Se implementaron las dos metodologías: frontera intertemporal y eficiencia pseudoabsoluta. Los resultados se describen a continuación.

### 6.1. Frontera intertemporal

Esta metodología se presentó de forma detallada en la sección 3.1.1. La idea básica es incluir a todos los hospitales independientemente del año, aunque discriminando por grupo al que pertenecen. Los resultados de aplicar esta metodología aparecen en el anexo H. La medición de eficiencia se hizo incluyendo los hospitales del panel balanceado discriminando por grupos.

Si bien la medición se hizo teniendo en cuenta muchos detalles relacionados con el proceso productivo de los hospitales, los resultados tienen un problema, que es el de

dimensionalidad. Este es causado por el alto número de insumos y productos<sup>19</sup>, que llevan a que la construcción de la frontera necesite de gran cantidad de observaciones, lo que a su vez conduce a que muchos hospitales tengan nivel de eficiencia técnica de uno. Para tratar el problema de dimensionalidad, se intentó aplicar la técnica de componentes principales, pero los resultados no fueron muy satisfactorios, pues se capturaba, a lo más, el 60% de la varianza de los datos, es decir, la pérdida de información era muy alta, y en ese caso la medición pasaba a ser poco confiable.

Existen dos alternativas para tratar este problema. La primera consiste en utilizar tablas de equivalencia. Existen algunas tablas que fueron construidas por expertos del Instituto de Seguros Sociales, y que tienen algunas equivalencias entre insumos y productos. Aplicando estas equivalencias, se puede medir la eficiencia usando menos dimensiones. El problema que puede presentar esta solución es que son tablas relativamente antiguas, y pueden no ser aplicables a la estructura productiva de los hospitales públicos para el período 2002- 2005.

La segunda consiste en aplicar análisis de supereficiencia, como se sugiere en Ray (2004, pág. 95-101). Con este análisis, se busca establecer un orden entre dos o más hospitales que tienen el mismo nivel de eficiencia técnica. Esta es una de las extensiones que se puede implementar en estudios futuros para mejorar las cifras de eficiencia técnica presentadas en este estudio.

## 6.2. Eficiencia pseudo-absoluta

La implementación de esta metodología presentó algunos problemas. El primero es de dimensionalidad, en dos sentidos:

- Transversal: Al medir eficiencia de un conglomerado de hospitales en un sólo año se tienen el 25% de las observaciones que se tendrían si se incluyeran las observaciones de esos hospitales en los cuatro años de análisis. Esto magnifica el problema de dimensionalidad, y lleva a que casi todas las unidades productivas obtengan puntajes cercanos a 1.
- Temporal: Al medir eficiencia de un solo hospital en los cuatro años de análisis, es muy difícil hallar una solución al problema DEA, pues se trabaja solo con cuatro observaciones (4 años) en un espacio de muchas dimensiones, y en la medición de eficiencia técnica no se obtienen resultados confiables. Consideramos que la metodología propuesta se puede implementar con un mayor número de observaciones, y teniendo menos dimensiones. En ese sentido, se recomienda usar algún criterio de expertos que permita agregar ciertas variables, o redefinir la forma en que se recopila la información de la base SIHO.

---

<sup>19</sup> Cabe destacar aquí que la solución no es reducir el número de insumos o número de productos y seleccionar los más importantes, pues esto introduce un sesgo muy fuerte hacia ciertas actividades productivas, y por tanto, hace poco confiable cualquier estimación de eficiencia.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

El principal logro de este estudio fue construir una metodología y aplicarla para la medición de eficiencia técnica en los hospitales públicos comparable en el tiempo. Se cree que esta medida es confiable en un 90 %. El restante 10% se debe a problemas de consistencia de la base de habilitación del Ministerio de Protección Social, y al problema de dimensionalidad en el cálculo del DEA. Del análisis de eficiencia técnica se derivan sugerencias para mejorar los cálculos:

1. Recopilar la información de recurso humano contratado de forma similar a como se recopila la información de recurso humano de planta. La recolección de esta variable no solo debe involucrar número de personas, sino también el costo en unidades monetarias, tanto para personal contratado como para personal de planta.
2. La mejor manera de construir grupos de hospitales comparables es ponderando los datos de habilitación por la respectiva producción. Para eso, es necesario tener la misma clasificación en habilitación y en producción. Además, es necesario seguir mejorando la calidad de los datos del sistema único de habilitación, que. Se sugiere replicar este análisis usando todas las herramientas que se construyeron cuando se termine de recolectar la nueva información sobre habilitación.
3. Es escasa la información de elementos que hacen parte del proceso productivo de un hospital, tales como medicamentos, material de cirugía y todo tipo de instrumentación relacionada con estas actividades.
4. Superar los problemas de dimensionalidad. Como se sugiere en el texto, esto requiere hacer un análisis de supereficiencia, o reducir las dimensiones de insumos y productos usando equivalencias. Esto será posible en estudios posteriores.
5. En cuanto a implicaciones de política, el alcance es limitado, y no por los logros del estudio, sino debido a las deficiencias en la recolección de información del sistema de salud colombiano. Específicamente, la medición de producción es una medición de proceso, mas no de resultados (como lo es la información de producción de otros países como por ejemplo el Reino Unido). El problema con esto, es que resulta más eficiente el que atiende más pacientes con una misma cantidad de insumos, y lo que puede estar pasando detrás de esto es que el hospital que atiende más pacientes está atendiendo con menor calidad, lo que a su vez generará en el largo plazo un mayor costo para el sistema de salud, pues el paciente muy probablemente tendrá mayores complicaciones. En ese sentido, se sugiere mejorar la recolección de información sobre producción, de tal forma que tenga en cuenta resultados, más que proceso. Esto permitiría evaluar de forma más directa el impacto que tienen los hospitales públicos sobre las condiciones de vida de la comunidad, y evaluar su eficiencia en función de esto.

## Referencias

- Alberto, Catalina Lucía, Claudia Etna Carignano, y Michel Flament Fultot. Technical Report.
- Arrow, Kenneth. 1963. "Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care." *American Economic Review* 53 (5): 941-973.
- Athanassopoulos, Antreas, y Stephen Curram. 1996. "A comparison of Data Envelopment Analysis and Artificial Neural Networks as tools for assesing the efficiency of Decision Making Units." *The Journal of the Operational Research Society* 47, no. 8.
- Banker, Rajiv, Robert Conrad, y Robert Strauss. 1986. "A Comparativ Aplication of Data Envelopment Analysis and Translog Methods: an Illustrative Study of Hospital Production." *Management Science*, vol. 32.
- Bernardes, Oscar, y Mariola Pinillos. 2004. "Data Envelopment Analysis improves expenses reduction in hospitals." In *Data Development Analysis and Performance Management*. Warwick Print.
- Díaz, Luis Guillermo. 2002. *Estadística multivariada: inferencia y métodos*. 1a. edición. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.
- Debreu, Gerard. 1951. "The Coefficient of Resource Utilization." *Econometrica* 19 (3): 273-292.
- Dranove, David, y Mark Satterthwaite. 2000. "The Industrial Organization of Health Care Markets." In *Handbook of Health Economics, Volume 1*. Elsevier, North Holland.
- Farrell, M.J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society. Serie A* 120, no. 3.
- Folland, Sherman. 2004. *The Economics of Health and Care*. Prentice Hall.
- Färe, Rolf, y Shawna Grosskopf. 1996. *Intertemporal production frontiers with dynamic DEA*. Kluwer Academic Publishers.
- Galán, J.M., y et al. 1999. "Evaluación de la influencia del tamaño del hospital sobre la eficiencia asistencia neumológica en Andalucía." *Originales*, pp. 202-207.
- Galán González-Serna, J.M., E Rodriguez, F Llanes Ruiz, yM. Rosado Martín. 1999. "Evaluación de la eficiencia del tamaño del hospital sobre la eficiencia asistencial neumológica en Andalucía." *Originales*, no. 35.
- García, Carmen. 2002. "Análisis de la eficiencia técnica y asignativa a través de las fronteras estocásticas de costes: una aplicación a los hospitales de INSALUD." Ph.D. diss., Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Valladolid.

García, Florencia Jesús. 1996. "Evaluación de la eficiencia en centros de atención primaria. Una aplicación de análisis envolvente de datos." *Revista española de salud pública*, no. 70:211-220.

Gideón, Ursula, y Álvaro Lopez. 2000. "Evaluación De la transformación de subsidios de oferta a demanda, 1994-2000." Technical Report, Ministerio de Salud, Dirección Financiera, Dirección de Seguridad Social en Salud, Programa de Apoyo a la reforma de Salud.

Gonzalez, Andrea, y Ingrid Rincón. 2001. "Medición de eficiencia técnica relativa en los hospitales colombianos." Tesis de grado para optar al título de Economista. Universidad Externado de Colombia.

González, Jorge Iván. 2006. "Salud para los pobres en Colombia: de la planeación centralizada a la competencia estructurada; análisis del régimen subsidiado de salud en Colombia." In *Ética, Economía y Políticas Sociales*. Corporación Región.

Harris, Jeffrey. 1977. "The Internal Organization of Hospitals:some economic implications." *The Bell Journal of Economics* 8 (2): 467-482.

Hawkins, L.C. 1950. "Measurements of Efficiency." *Oxford Economic Papers, New Series* 2 (1): 30-50.

Helfert, Erich. 2001. *Financial analysis tools and techniques. A guide for managers*. McGraw- Hill.

Hurley, Jeremiah. "The Normative of Health Economics." In *Handbook ok Health Economics, Volume 1*. Elsevier, North Holland.

Jones, Andrew. "Health Econometrics." In *Handbook ok Health Economics, Volume 1*. Elsevier, North Holland.

Kalirajan, K.P. 1990. "On Measuring Economic Efficiency." *Journal of Applied Econometrics* 5 (1): 77-85.

Koopmans, Tjalling. 1951. Chapter An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities of Activity Analysis of Production and Allocation. Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13. New York:John Wiley & Sons, Inc.

Kumbhakar, Subal, y C.A. Knox Lovell. 2000a. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.

Kumbhakar, Subal, y Knox Lovell. 2000b. *Stochastic frontier analysis*. Cambridge University Press.

Linna, Miika. 1998. "Measuring hospital cost efficiency with panel data models." *Health economics*, no. 7:415-427.

Londoño, Juan Luis, y Julio Frenk. 1997. "Pluralismo estructurado: hacia un modelo innovador para la reforma de los Sistemas de Salud en América Latina." Documento de trabajo 353, BID.

Maldonado, Norman, y Ana Tamayo. 2007a. "Producto 1: Concepto de eficiencia y fallas de mercado." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

. 2007b. "Producto 2: Revisión de metodologías." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

2007c. "Producto 3: Propuesta de metodología dinámica." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

2007d. "Producto 4: Depuración de la base SIHO." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

2007e. "Producto 5: Análisis de Conglomerados." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

2007f. "Producto 6: Selección de insumos y productos." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

. 2007g. "Producto 7: Medición transversal y temporal de eficiencia técnica de hospitales públicos con metodología DEA." Informe de consultoría, Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Social, Subdirección de Salud. Trabajo presentado como parte de la consultoría "Elaboración de un estudio integral de eficiencia de los hospitales públicos".

- Milgrom, Paul, y John Roberts. 1992. *Economics, Organizations and Management*. Prentice Hall.
- Millan, Joaquín, y Natalia Aldaz. 2004. "Efficiency and technical change in intertemporal intersectoral DEA." *Journal of productivity analysis*, no. 21:7-23.
- Mortimer, Duncan. 2002. "Competing methods for efficiency measurement: A Systematic Review of Direct DEA vs SFA/DFA Comparisons." *Centre for health program evaluation. Working paper.*, no. 136.
- Nupia, Oscar Andrés, y Fabio Sánchez. 2001. "Eficiencia de los Hospitales Públicos de Bogotá." *Desarrollo y Sociedad*, no. 48.
- Pavananunt, Kanyakorn. 2004. "Hospital efficiency: a study of public community hospitals in Thailand." In *Data Development Analysis and Performance Management*. Warwick Print.
- Peñaloza, Maria Cristina. 2003. "Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con Data Envelopment Analysis (DEA)." *Archivos de Economía. Departamento Nacional de Planeación*, no. 244.
- Pinzón, Maureen Jennifer. 2003. "Medición de Eficiencia Técnica Relativa en Hospitales Públicos de Baja Complejidad mediante la Metodología Data Envelopment Analysis (DEA)." *Archivos de Economía. DEE. DNP*, no. 245.
- Puig-Junoy, Jaume. 2000. "Eficiencia en la Atención primaria de salud: una revisión crítica de las medidas de frontera." *Revista española de salud pública* 74 (5-6): 483-595.
- Ray, Subhash. 2004. *Data Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economics and Operations Research*. Cambridge University Press.
- Restrepo, Jairo Humberto, John Fernando Lopera, y Sandra Rodriguez. 2006. "Integración Vertical en el Sistema de Salud Colombiano." *Technical Report, Grupo de Economía de la Salud CIE*.
- Sarmiento, Alfredo, Wilma Castellanos, Angélica Cecilia Nieto, Carlos Eduardo Alonso Malaver, y Carlos Andrés Pérez García. 2005. "Análisis de eficiencia técnica de la red pública de prestadores de servicios dentro del Sistema General de Seguridad Social en Salud." *Archivos de Economía. DNP-DEE.*, no. 298.
- Sloan, Frank. "Not-for-profit ownership and hospital behavior." In *Handbook of Health Economics, Volume 1*. Elsevier, North Holland.
- Tilanus, C.B. 1975. "Measuring operating efficiency." *Operational Research Quarterly* 26 (1): 63-69.

Tulkens, H., y P. van den Eeckaut. 1995. "Non-parametric efficiency, progress and regress measures for panel data: methodological aspects." European Journal of Operational Research, no. 80:474-499.

Vivas García, Julián Augusto. 2006. "La Capacidad Hospitalaria en Colombia. Aspectos de su Historia en el Siglo XX." In Crecimiento, Equidad y Ciudadanía: hacia un Nuevo Sistema de Protección Social. CID.

Worthington, Andrew. 1999. "An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Healthcare Services." School of Economics and Finance, Queensland University of Technology, Australia, no. 67.

## Anexos

### A. EPS públicas y privadas por departamento

id	Deptos	Total Prest.	Públicas	Privadas	Independientes	% Púb	% Priv	% Ind
1	Amazonas	40	12	18	10	30,0%	45,0%	25,0%
		0,068%	0,020%	0,031%	0,017%			
2	Antioquia	9476	363	1301	7812	3,8%	13,7%	82,4%
		16,110%	0,617%	2,212%	13,281%			
3	Arauca	161	23	37	101	14,3%	23,0%	62,7%
		0,274%	0,039%	0,063%	0,172%			
4	Barranquilla	2110	9	344	1757	0,4%	16,3%	83,3%
		3,587%	0,015%	0,585%	2,987%			
5	Atlántico	619	66	187	366	10,7%	30,2%	59,1%
		1,052%	0,112%	0,318%	0,622%			
6	Bogotá D.C.	15996	241	2685	13070	1,5%	16,8%	81,7%
		27,195%	0,410%	4,565%	22,221%			
7	Bolívar	592	181	134	277	30,6%	22,6%	46,8%
		1,006%	0,308%	0,228%	0,471%			
8	Boyacá	1244	197	235	812	15,8%	18,9%	65,3%
		2,115%	0,335%	0,400%	1,381%			
9	Caldas	1315	158	182	975	12,0%	13,8%	74,1%
		2,236%	0,269%	0,309%	1,658%			
10	Caquetá	366	114	65	187	31,1%	17,8%	51,1%
		0,622%	0,194%	0,111%	0,318%			
11	Cartagena	1861	52	427	1382	2,8%	22,9%	74,3%
		3,164%	0,088%	0,726%	2,350%			
12	Casanare	310	55	108	147	17,7%	34,8%	47,4%
		0,527%	0,094%	0,184%	0,250%			
13	Cauca	778	269	159	350	34,6%	20,4%	45,0%
		1,323%	0,457%	0,270%	0,595%			
14	Cesar	906	166	185	555	18,3%	20,4%	61,3%

15	Chocó	1,540%	0,282%	0,315%	0,944%	19,7%	47,6%	32,7%
		147	29	70	48			
16	Córdoba	0,250%	0,049%	0,119%	0,082%	11,4%	26,0%	62,5%
		1180	135	307	738			
17	Cundinamarca	2,006%	0,230%	0,522%	1,255%	12,1%	18,0%	69,9%
		1202	146	216	840			
18	Guainía	2,044%	0,248%	0,367%	1,428%	67,4%	26,1%	6,5%
		46	31	12	3			
19	Guaviare	0,078%	0,053%	0,020%	0,005%	35,4%	15,2%	49,4%
		79	28	12	39			
20	Huila	0,134%	0,048%	0,020%	0,066%	9,1%	26,1%	64,8%
		825	75	215	535			
21	La Guajira	1,403%	0,128%	0,366%	0,910%	16,7%	14,2%	69,1%
		576	96	82	398			
22	Magdalena	0,979%	0,163%	0,139%	0,677%	18,4%	24,4%	57,2%
		320	59	78	183			
23	Meta	0,544%	0,100%	0,133%	0,311%	20,3%	24,4%	55,3%
		988	201	241	546			
24	Nariño	1,680%	0,342%	0,410%	0,928%	25,6%	14,9%	59,6%
		1298	332	193	773			
25	Norte de Santander	2,207%	0,564%	0,328%	1,314%	10,4%	13,7%	75,9%
		1427	149	195	1083			
26	Putumayo	2,426%	0,253%	0,332%	1,841%	18,1%	22,8%	59,1%
		215	39	49	127			
27	Quindío	0,366%	0,066%	0,083%	0,216%	5,8%	17,4%	76,8%
		826	48	144	634			
28	Risaralda	1,404%	0,082%	0,245%	1,078%	5,9%	22,8%	71,3%
		1152	68	263	821			
29	San Andrés	1,959%	0,116%	0,447%	1,396%	7,8%	12,6%	79,6%
		103	8	13	82			
30	Santander	0,175%	0,014%	0,022%	0,139%	7,4%	23,1%	69,5%
		2459	182	567	1710			
31	Santa Marta	4,181%	0,309%	0,964%	2,907%	8,1%	15,7%	76,2%
		604	49	95	460			
32	Sucre	1,027%	0,083%	0,162%	0,782%	20,3%	19,6%	60,1%
		759	154	149	456			
33	Tolima	1,290%	0,262%	0,253%	0,775%	12,4%	13,1%	74,5%
		1708	211	224	1273			
34	Valle	2,904%	0,359%	0,381%	2,164%	7,7%	17,7%	74,6%
		7037	542	1243	5252			
35	Vaupés	11,964%	0,921%	2,113%	8,929%	78,3%	13,0%	8,7%
		23	18	3	2			
36	Vichada	0,039%	0,031%	0,005%	0,003%	39,4%	39,4%	21,1%
		71	28	28	15			
		0,121%	0,048%	0,048%	0,026%			
<b>TOTAL</b>		<b>58819</b>	<b>4534</b>	<b>10466</b>	<b>43819</b>	<b>7,71%</b>	<b>17,79%</b>	<b>74,50%</b>

Fuente: Base de Datos del Registro Especial de Prestadores de Salud, según información reportada por las Entidades

## B. Hospitales que no hacen parte del panel balanceado

### B1. Hospitales que no presentan información de insumos en algún año 2002-2005

Codigo	Entidad	Nivel	Departamento	Municipio
863800155	E.S.E CEMINSA	1	Atlántico	SABANALARGA
875800147	HOSPITAL DPTAL. JUAN DOMINGUEZ ROMERO SOLEDAD	2	Atlántico	SOLEDAD
1100110259	HOSPITAL FONTIBON ESE	2	Bogotá D.C	BOGOTÁ
1510900686	ESE CENTRO DE SALUD BUENAVISTA	1	Boyacá	BUENAVISTA
1546600764	ESE HOSPITAL LAS MERCEDES DE MONGUI	1	Boyacá	MONGUÍ
1567600581	ESE CENTRO DE SALUD SAN MIGUEL	1	Boyacá	SAN MIGUEL DE SEMA
1568100603	ESE CENTRO DE SALUD SAN PABLO DE BORBUR	1	Boyacá	SAN PABLO DE BORBUR
1576100650	ESE CENTRO DE SALUD SAN SEBASTIAN DE SOMONDOCO	1	Boyacá	SOMONDOCO
1577600707	ESE CENTRO DE SALUD SANTO ECCEHOMO	1	Boyacá	SUTAMARCHÁN
1583700709	ESE PUESTO DE SALUD SAN MIGUEL	1	Boyacá	TUTA
1727200820	ESE HOSPITAL SAN BERNARDO	1	Caldas	FILADELFIA
1751300605	E.S.E HOSPITAL SANTA TERESITA DE PACORA	1	Caldas	PÁCORA
1953306430	UNIDAD NIVEL I DE PIAMONTE	1	Cauca	PIAMONTE
1980999999	UNIDAD NIVEL I TIMBIQUI	1	Cauca	TIMBIQUÍ
2000100366	INSTITUTO DEPTAL DE REHABILITACION Y EDUCACION ESPECIAL	2	Cesar	VALLEDUPAR
4102600445	UAE EN SALUD DE ALTAMIRA HUILA	1	Huila	ALTAMIRA
4403500275	CENTRO DE SALUD DE ALBANIA	1	Guajira	ALBANIA
4700100071	EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO ALEJANDRO PROSPERO REVEREND	1	Magdalena	SANTA MARTA
5000100634	EMPRESA SOCIAL DE ESTADO SOLUCION SALUD ESE	1	Meta	VILLAVICENCIO
5235600235	DIRECCION MUNICIPAL DE SALUD - IPS MUNICIPAL	1	Nariño	IPIALES
5400100046	ESE CENTRO DE REHABILITACION CARDIONEUMUSCULAR DEL N DE S	2	Norte Stder.	CÚCUTA
7600105115	HOSPITAL ISAIAS DUARTE CANCINO	2	Valle del cauca	CALI
7673604710	ESE HOSPITAL DEPARTAMENTAL CENTENARIO DE SEVILLA	2	Valle del cauca	SEVILLA

Tabla 3: Hospitales que son eliminados por no tener información de recursos físicos en algún año

## B2. Instituciones Mentales

Codigo	Entidad	Departamento	Municipio
508804734	ESE HOSPITAL MENTAL DE ANTIOQUIA	Antioquia	BELLO
800101335	ESE CENTRO DE ATENCION Y REHABILITACION INTEGRAL EN SALUD - CARI	Atlántico	BARRANQUILLA
1300100975	ESE HOSPITAL SAN PABLO DE CARTAGENA	Bolívar	CARTAGENA
1500100266	ESE CENTRO DE REHABILITACION INTEGRAL DE BOYACA	Boyacá	TUNJA
5400100488	ESE HOSPITAL MENTAL	Norte Santander	CÚCUTA
6327200436	E.S.E HOSPITAL MENTAL - FILANDIA QUINDIO	Quindío	FILANDIA
6600100747	ESE HOSPITAL MENTAL UNIVERSITARIO DE RISARALDA	Risaralda	PEREIRA
6800100702	ESE HOSPITAL PSIQUIATRICO SAN CAMILO	Santander	BUCARAMANGA
7340800729	ESE HOSPITAL ESPECIALIZADO GRANJA INTEGRAL	Tolima	LÉRIDA
7600103609	HOSPITAL DEPARTAMENTAL PSIQUIATRICO UNIVERSITARIO DEL VALLE E.S.E	Valle del Cauca	CALI

## B3. Instituciones liquidadas o fusionadas

Las instituciones que fueron liquidadas o sufrieron procesos especiales con apoyo del PRRMRPSS son:

1. El Hospital Universitario Ramón González de Santander, no obstante se creó como nueva institución el Hospital Universitario de Santander.
2. El Hospital Universitario de Barranquilla, de cuyos servicios requeridos fueron asumidos por el Centro de Rehabilitación y Diagnóstico - CARI.
3. Se apoyó la liquidación del Hospital Universitario de Cartagena, pero se posibilitó la creación del Hospital Universitario del Caribe.
4. El Hospital Julio Méndez Barreneche de Santa Marta se encuentra en proceso de liquidación dando paso a una nueva institución denominada ESE Hospital Universitario Fernando Troconis.
5. Mediante un proceso especial se apoyó la liquidación del personal a cargo del Hospital de Chiquinquirá permitiendo la creación de una nueva institución, el Hospital Regional de Chiquinquirá,
6. Entró en liquidación el Hospital San Vicente de Paul de Tenza (Boyacá), cuyos servicios fueron asumidos por el Hospital Regional de segundo nivel Valle de Tenza, el cual fue fruto de la única fusión apoyada con el programa, entre las IPS de Guateque y Garagoan Boyacá.
7. Igualmente están en proceso de liquidación el Hospital San Rafael y Hospital Seren Arenas de Sativanorte, el Hospital Fructuoso Reyes de Santa Rosa de Viterbo, todos en Boyacá, cuyos servicios han sido asumidos en otros puntos de atención de la red prestadores de servicios del departamento, con facilidades de acceso, oportunidad y calidad en los servicios.

*Vale anotar que el Hospital de Caldas que entró en un proceso de ajuste principalmente por encontrarse en Acuerdo de reestructuración de pasivos conforme a la ley 500 de 1999, pero finalmente no fue liquidado.*

### C. Pre-procesamiento

Antes de construir los grupos, fue necesario hacer realizar algunos procesos con los datos. Para la base de habilitación se hicieron los siguientes procedimientos:

1. Definir los servicios a tener en cuenta en el análisis. No todos los servicios registrados en la base de habilitación tienen el mismo nivel de importancia. En general, se cuenta siete categorías, que se identifican en el primer dígito del código de cada servicio: hospitalario (1), quirúrgico (2) consulta externa (3), atención extramural (4), urgencias (5), transporte (6) y apoyo, diagnóstico y complementación terapéutica (7). Por sugerencia de los técnicos de DNP, no se tuvieron en cuenta las categorías 4 y 6, pues se consideró que no son parte esencial de los servicios que prestan los hospitales públicos.
2. Eliminar los hospitales que no prestan ningún servicio, pues esto afecta la construcción de las matrices de distancia y por tanto puede llevar a errores en la construcción de los grupos.

Para el módulo de producción de la base SIHO, se hicieron los siguientes procedimientos:

1. Homogenizar las observaciones. Existen dos servicios que no aparecen en 11 hospitales. Se pueden dar dos soluciones. La primera es incluir estos servicios con valores de cero en esos 11 hospitales. La segunda es eliminar esos dos servicios en todos los hospitales. Se implementó la primera solución, aunque es cuestionable el supuesto de asumir con valor de cero esos servicios.
2. Extraer cada servicio en una tabla, y luego unir todas las tablas en una sola.

Para combinar las bases de habilitación y producción, la idea fue tratar de asignar a cada servicio habilitado una variable que muestre la producción que el hospital hace de ese servicio. El primer problema que surge es que la relación no es uno a uno, es decir, no todos los servicios habilitados tienen una variable de producción, y viceversa. Esto llevó a hacer agregaciones en las dos bases, con la siguiente secuencia:

1. Agrupar servicios de habilitación. Esto aplica para los casos en los que un grupo de  $n$  servicios de habilitación está representado solo por una variable de producción. Cuando esto ocurre, se agrega calculando el máximo de los servicios habilitados. Como la habilitación es una variable dicótoma, si el hospital está habilitado para prestar uno o varios de los  $n$  servicios, el máximo de esas variables será uno, y si no presta ninguno, el máximo será cero. Las variables de habilitación que no tienen una

variable de producción asociada queda con el mismo valor, y no se agrega con ninguna otra.

2. Agrupar servicios de producción. Esto se hace cuando hay  $n$  variables de producción asociadas a solo un servicio de habilitación. Para los datos, esto solo ocurrió para la producción de odontología. En este caso, existen varias variables de producción, a saber, número de consultas de odontología, número de sellantes aplicados, número de superficies obturadas y número de exodoncias. Todas estas variables de producción están asociadas a solo un servicio de habilitación, que es consulta externa de odontología general. Ahora, para agregarlas, no es posible sumarlas directamente, pues se sumarían cantidades diferentes. Para poderlas agregar, es necesario estandarizarlas. Sin embargo, no se pueden estandarizar por el método tradicional, es decir, en unidades de desviación estándar alrededor de la media, pues esto arroja valores positivos y negativos y al sumar posiblemente se contrarresten valores positivos con negativos, llevando a una medida equívoca. La estandarización se hace con el método del rango, en la que el origen es el mínimo valor de la serie y las unidades son número de rangos. Al hacer esta estandarización, se obtienen valores entre cero y uno. Sin embargo, el número por el que se pondera debe ser un valor igual o mayor a 1. Por esta razón se suman todos los valores y luego se suma una unidad. De esta manera, aquel hospital que no tenga producción en odontología, la suma de las variables de odontología estandarizadas será igual a 1.
3. Combinar los datos agregados. Esta combinación consiste en multiplicar los resultados obtenidos en los numerales anteriores, ponderando a cada variable de habilitación por su respectiva variable de producción.

Al llevar a cabo este procedimiento, se hace un paso de revisión, que consiste en hallar aquellos hospitales que, con las variables de habilitación ponderadas, sumen cero, es decir, no registren producción. Se obtienen dos hospitales. En ambos casos, se observa que el hospital suma cero producción debido a que no está habilitado para prestar los servicios en los que registra producción positiva. Hay dos posibles fuentes de este error. La primera es la base de habilitación que se está usando, pues es la versión anterior de la base y se advirtió desde un comienzo que podía presentar errores. La segunda es que con la tabla de equivalencias se esté haciendo una asociación incorrecta entre servicios habilitados y producción. No es posible identificar cuál es la fuente de estos errores.

Por otro lado, los dos hospitales que no registran producción al trabajar con las variables ponderadas son dos casos particulares, que casualmente, por los errores ya mencionados, su producción suma cero. Sin embargo, hay casos intermedios, en los que no toda su producción suma cero, pero si es probable que gran parte de su producción desaparezca al hacer la ponderación. Todo esto introduce mucho ruido a las variables, e impide que se logre una buena agrupación. Aún así, se hizo el ejercicio y los resultados se muestran en la sección 5.5.

## D. Los criterios estadísticos de SAS para determinar el número de conglomerados en una muestra<sup>20</sup>

1.  $R^2$ . Es un número entre 0 y 1 que indica la proporción de varianza en toda la población que se está capturando dentro de los clusters. Cuando cada individuo es un cluster, este valor es 1, indicando que cada grupo captura el 100% de la varianza de los elementos que lo conforman. En la medida en que se reúnan observaciones en un solo grupo, se pierde varianza. La pérdida de varianza que se tiene en cada caso la indica el coeficiente  $R^2$  semiparcial. Se busca entonces un número de clusters que tenga un coeficiente  $R^2$  alto.
2. Estadístico pseudo-F. Para aplicar este criterio se comienza a descender en la tabla desde la primera fila, y se detectan valores de este estadístico que sean relativamente grandes, es decir, que sean mayores a los valores de las filas superiores e inferiores. El criterio sugiere detener la agrupación de observaciones cuando se detectan estos valores relativamente grandes, y utilizar como número de grupos el número de clusters que se han construido hasta el momento.
3. Estadístico pseudo- $t^2$ . La regla general para aplicar este estadístico es descender en la tabla de salida de proc cluster hasta encontrar un valor de este estadístico que sea muy alto comparado con el de la fila anterior, y el número de clusters sugerido es el número de clusters registrados en la fila anterior.

## E. Dendrograma Base de Habilitación

---

<sup>20</sup> Tomado de la documentación de SAS.



Ilustración 12

## F. Características de Conglomerados: Base de Habilitación

*Nota: Para efectos de presentación, los servicios habilitados en menos del 5% de los miembros del grupo fueron habilitados*

### F.1. Conglomerado 1: 410 observaciones

Codigo Servicio	Nombre del Servicio	Frecuencia (%)
A334	ODONTOLOGIA	99.5
A328	MEDICINA GENERAL	99.3
A101	GENERAL ADULTOS	99
A706	LABORATORIO CLINICO	98
A501	SERVICIO DE URGENCIAS	97.8
A102	GENERAL PEDIÁTRICA	95.1
A312	ENFERMERIA	92.2
A112	OBSTETRICIA	89.5
A714	SERVICIO FARMACÉUTICO	87.3
A712	TOMA DE MUESTRAS DE LAB. CLINICO	55.1
A710	RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNOST.	53.7
A357	VACUNACION	35.6
A314	FISIOTERAPIA	26.6
A353	TERAPIA RESPIRATORIA	24.4
A320	GINECOBSTRERTRICIA	21
A344	PSICOLOGIA	17.1
A356	OTRAS CONSULTAS	16.8
A337	OPTOMETRÍA	15.9
A333	NUTRICION Y DIETETICA	12.2
A342	PEDIATRÍA	7.8
A204	CIRUGIA GINECOLOGICA	6.8
A203	CIRUGIA GENERAL	6.3
A707	LABORATORIO DE CITOPATOLOGIA	6.1
A211	CIRUGIA ORAL	5.9
A217	OTRAS CIRUGIAS	5.9
A315	FONOAUDIOLOGIA	5.6

### F.2. Conglomerado 2: 79 observaciones

Codigo Servicio	Nombre del Servicio	Frecuencia (%)
A312	ENFERMERIA	100
A328	MEDICINA GENERAL	100
A334	ODONTOLOGIA	100
A501	SERVICIO DE URGENCIAS	91.1
A706	LABORATORIO CLINICO	89.9
A714	SERVICIO FARMACÉUTICO	73.4
A712	TOMA DE MUESTRAS DE LAB. CLINICO	55.7
A112	OBSTETRICIA	40.5
A344	PSICOLOGIA	19
A357	VACUNACION	13.9
A314	FISIOTERAPIA	12.7
A353	TERAPIA RESPIRATORIA	12.7
A710	RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNOST.	11.4
A101	GENERAL ADULTOS	8.9
A320	GINECOBSTRERTRICIA	6.3
A333	NUTRICION Y DIETETICA	5.1

### F.3. Conglomerado 3: 63 observaciones

Codigo Servicio	Nombre del Servicio	Frecuencia (%)
A 101	GENERAL ADULTOS	100
A 112	OBSTETRICIA	100
A 203	CIRUGIA GENERAL	100
A 320	GINECOBSTRETRICIA	100
A 328	MEDICINA GENERAL	100
A 501	SERVICIO DE URGENCIAS	100
A 706	LABORATORIO CLINICO	100
A 102	GENERAL PEDIÁTRICA	98.4
A 204	CIRUGIA GINECOLOGICA	98.4
A 304	CIRUGIA GENERAL	96.8
A 710	RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNOST.	96.8
A 312	ENFERMERÍA	93.7
A 314	FISIOTERAPIA	93.7
A 334	ODONTOLOGIA	93.7
A 301	ANESTESIA	90.5
A 714	SERVICIO FARMACÉUTICO	87.3
A 339	ORTOPEDIA	79.4
A 342	PEDIATRÍA	79.4
A 353	TERAPIA RESPIRATORIA	77.8
A 329	MEDICINA INTERNA	73
A 207	CIRUGIA ORTOPEDICA	69.8
A 333	NUTRICION Y DIETETICA	65.1
A 712	TOMA DE MUESTRAS DE LAB. CLINICO	63.5
A 337	OPTOMETRIA	61.9
A 335	OFTALMOLOGIA	57.1
A 208	CIRUGIA OFTALMOLOGICA	55.6
A 344	PSICOLOGIA	47.6
A 355	UROLOGÍA	44.4
A 340	OTORRINOLARINGOLOGÍA	42.9
A 315	FONOAUDIOLOGIA	38.1
A 209	CIRUGIA OTORRINOLARINGOLOGIA	34.9
A 351	TERAPIA DEL LENGUAJE	30.2
A 713	TRANSFUSIÓN SANGUINEA	30.2
A 215	CIRUGIA UROLOGICA	28.6
A 308	DERMATOLOGÍA	28.6
A 357	VACUNACION	25.4
A 211	CIRUGIA ORAL	23.8
A 217	OTRAS CIRUGIAS	23.8
A 356	OTRAS CONSULTAS	23.8
A 302	CARDIOLOGÍA	19
A 703	ENDOSCOPIA DIGESTIVA	17.5
A 311	ENDODONCIA	15.9
A 212	CIRUGIA PEDIATRICA	14.3
A 306	CIRUGIA PEDIÁTRICA	14.3
A 338	ORTODONCIA	12.7
A 341	PATOLOGÍA	12.7
A 213	CIRUGIA PLASTICA	9.5
A 345	PSIQUIATRÍA	9.5
A 347	REHABILITACIÓN ORAL	9.5
A 307	CIRUGIA PLÁSTICA	7.9
A 316	GASTROENTEROLOGIA	7.9
A 352	TERAPIA OCUPACIONAL	7.9
A 205	CIRUGIA MAXILOFACIAL	6.3
A 327	MEDICINA FISICA Y REHABILITACION	6.3

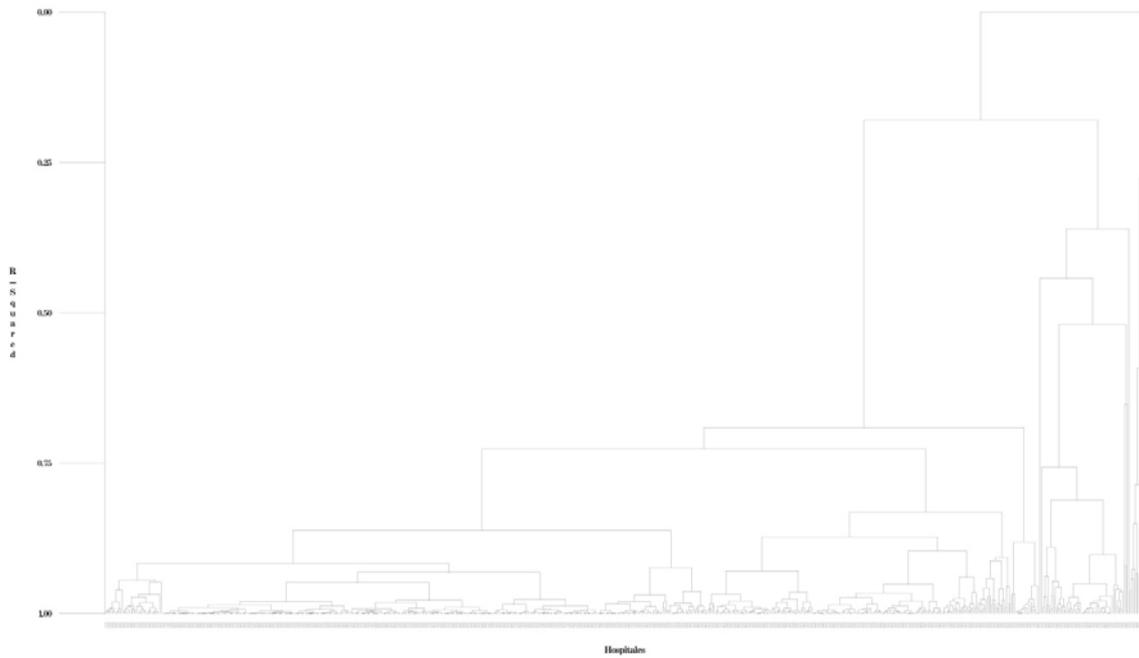
#### F.4. Conglomerado 4: 142 observaciones (atípicas)

Codigo Servicio	Nombre del Servicio	Frecuencia (%)
A 328	MEDICINA GENERAL	93
A 334	ODONTOLOGIA	90.8
A 312	ENFERMERIA	76.8
A 501	SERVICIO DE URGENCIAS	72.5
A 706	LABORATORIO CLINICO	60.6
A 101	GENERAL ADULTOS	56.3
A 714	SERVICIO FARMACÉUTICO	53.5
A 102	GENERAL PEDIÁTRICA	47.2
A 112	OBSTETRICIA	46.5
A 712	TOMA DE MUESTRAS DE LAB. CLINICO	46.5
A 353	TERAPIA RESPIRATORIA	35.2
A 710	RADIOLOGIA E IMÁGENES DIAGNOST	32.4
A 320	GINECOBSTRERTRICIA	31.7
A 314	FISIOTERAPIA	28.2
A 344	PSICOLOGIA	28.2
A 356	OTRAS CONSULTAS	23.2
A 333	NUTRICION Y DIETETICA	22.5
A 357	VACUNACION	20.4
A 342	PEDIATRIA	19
A 337	OPTOMETRIA	17.6
A 204	CIRUGIA GINECOLOGICA	16.2
A 203	CIRUGIA GENERAL	15.5
A 311	ENDODONCIA	14.8
A 211	CIRUGIA ORAL	14.1
A 301	ANESTESIA	12.7
A 304	CIRUGIA GENERAL	12.7
A 343	PERIODONCIA	12
A 315	FONOAUDIOLOGIA	11.3
A 329	MEDICINA INTERNA	10.6
A 335	OFTALMOLOGIA	10.6
A 347	REHABILITACIÓN ORAL	9.2
A 207	CIRUGIA ORTOPEDICA	8.5
A 208	CIRUGIA OFTALMOLOGICA	8.5
A 339	ORTOPEDIA	8.5
A 351	TERAPIA DEL LENGUAJE	8.5
A 352	TERAPIA OCUPACIONAL	8.5
A 338	ORTODONCIA	6.3
A 345	PSIQUIATRIA	6.3
A 713	TRANSFUSIÓN SANGUINEA	6.3
A 309	DOLOR Y CUIDADOS PALIATIVOS	5.6

## F.5. Conglomerado 5: 95 observaciones (complejos)

Codigo Servicio	Nombre del Servicio	Frecuencia (%)
A101	GENERAL ADULTOS	100
A102	GENERAL PEDIATRICA	97.9
A203	CIRUGIA GENERAL	97.9
A706	LABORATORIO CLINICO	97.9
A204	CIRUGIA GINECOLOGICA	96.8
A304	CIRUGIA GENERAL	96.8
A501	SERVICIO DE URGENCIAS	96.8
A301	ANESTESIA	95.7
A320	GINECOBSTRERIA	95.7
A710	RADIOLOGIA E IMAGENES DIAGNOST	95.7
A112	OBSTETRICIA	94.7
A314	PSIOTERAPIA	92.6
A339	ORTOPEDIA	92.6
A207	CIRUGIA ORTOPEDICA	91.5
A342	PEDIATRIA	91.5
A713	TRANSFUSION SANGUINEA	90.4
A329	MEDICINA INTERNA	89.4
A714	SERVICIO FARMACEUTICO	89.4
A328	MEDICINA GENERAL	87.2
A353	TERAPIA RESPIRATORIA	86.2
A208	CIRUGIA OFTALMOLOGICA	83
A209	CIRUGIA OTORRINOLARINGOLOGIA	83
A333	NUTRICION Y DIETETICA	83
A340	OTORRINOLARINGOLOGIA	81.9
A215	CIRUGIA UROLOGICA	80.9
A335	OFTALMOLOGIA	80.9
A355	UROLOGIA	80.9
A312	ENFERMERIA	78.7
A334	ODONTOLOGIA	76.6
A703	ENDOSCOPIA DIGESTIVA	73.4
A344	PSICOLOGIA	70.2
A308	DERMATOLOGIA	69.1
A337	OPTOMETRIA	67
A712	TOMA DE MUESTRAS DE LAB CLINICO	67
A707	LABORATORIO DE CITOPATOLOGIA	63.8
A315	FONOAUDILOGIA	59.6
A351	TERAPIA DEL LENGUAJE	54.3
A316	GASTROENTEROLOGIA	47.9
A213	CIRUGIA PLASTICA	46.8
A307	CIRUGIA PLASTICA	45.7
A341	PATOLOGIA	43.6
A302	CARDIOLOGIA	42.6
A205	CIRUGIA MAXILOFACIAL	39.4
A212	CIRUGIA PEDIATRICA	38.3
A211	CIRUGIA ORAL	37.2
A306	CIRUGIA PEDIATRICA	37.2
A332	NEUROLOGIA	37.2
A352	TERAPIA OCUPACIONAL	37.2
A356	OTRAS CONSULTAS	37.2
A345	PSIQUIATRIA	36.2
A305	CIRUGIA NEUROLOGICA	34
A327	MEDICINA FISICA Y REHABILITACION	33
A105	CUIDADO INTERMEDIO NEONATAL	30.9
A206	CIRUGIA NEUROLOGICA	30.9
A107	CUIDADO INTERMEDIO ADULTOS	29.8
A311	ENDODONCIA	29.8
A331	NEUMOLOGIA	29.8
A110	CUIDADO INTENSIVO ADULTOS	27.7
A217	OTRAS CIRUGIAS	27.7
A357	VACUNACION	27.7
A108	CUIDADO INTENSIVO NEONATAL	22.3
A214	CIRUGIA VASCULAR Y ANGIOLOGICA	22.3
A103	PSIQUIATRIA O UNIDAD DE SALUD MENTAL	20.2
A106	CUIDADO INTERMEDIO PEDIATRICO	20.2
A704	FIBROBRONCOSCOPIA	18.1
A210	CIRUGIA ONCOLOGICA	17
A309	DOLOR Y CUIDADOS PALIATIVOS	17
A313	ESTOMATOLOGIA	17
A701	DIAGNOSTICO CARDIOVASCULAR	17
A709	ONCOLOGIA CLINICA	17
A310	ENDOCRINOLOGIA	16
A321	HEMATOLOGIA	16
A201	CIRUGIA DE CABEZA Y CUELLO	14.9
A336	ONCOLOGIA	14.9
A338	ORTODONCIA	13.8
A343	PERIODONCIA	13.8
A330	NEFROLOGIA	12.8
A347	REHABILITACION ORAL	11.7
A303	CIRUGIA CARDIOVASCULAR	10.6
A109	CUIDADO INTENSIVO PEDIATRICO	9.6
A348	REUMATOLOGIA	9.6
A323	INFECTOLOGIA	8.5
A325	MEDICINA FAMILIAR	7.4
A711	RADIOTERAPIA	6.4
A104	FARMACODEPENDENCIA	5.3
A111	UNIDAD DE QUEMADOS ADULTOS	5.3

## G. Dendrograma Habilitación Ponderada por Producción (SIHO)



Fuente: SIHO Cálculo DEB-10P

Ilustración 13

*(Anexo Archivo Excel "Eficiencia DEA Insumos")*