



FLACSO
SEDE ACADÉMICA DE ECUADOR

FLACSO – SEDE ECUADOR

PROGRAMA DE POLITICAS PÚBLICAS Y GESTION

MAESTRIA AUSPICIADA POR EL FONDO DE SOLIDARIDAD

TEMA:

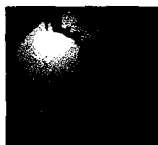
“Análisis de la eficiencia técnica de los Hospitales Cantonales de menos de 20 camas del MSP en la Provincia del Guayas: periodo 1998 - 2002”

AUTOR:

Luis Eduardo Gonzaga Sarmiento

Quito – Ecuador

2004



FLACSO
SEDE ACADÉMICA DE ECUADOR

FLACSO – SEDE ECUADOR

PROGRAMA DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y GESTIÓN

MAESTRIA AUSPICIADA POR EL FONDO DE SOLIDARIDAD

TEMA:

“Análisis de la eficiencia técnica de los Hospitales Cantonales de menos de 20 camas del MSP en la Provincia del Guayas: periodo 1998 - 2002”

AUTOR:

Luis Eduardo Gonzaga Sarmiento

DIRECTOR FLACSO:

Mat. Act. Leonardo Vélez Aguirre¹

DIRECTOR EXTERNO:

Dr. José Luis Navarro Espigares²

Quito, Marzo 2004

¹ Profesor FLACSO Maestría de Políticas Públicas, experto en aseguramiento, Funcionario de la Superintendencia de Bancos del Ecuador.

² Profesor titular Universidad de Granada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales y Subdirector Económico del Hospital Virgen de las Nieves, Junta de Andalucía, España

INDICE GENERAL

SINTESIS.....	3
INDICE DE ACRONIMOS.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO I.....	12
Modelos de medición de la eficiencia y Calidad asistencial.....	12
1.1. Modelos de función frontera.....	15
1.1.1. Modelos paramétricos.....	17
1.1.2. Modelos no paramétricos.....	18
1.1.2.1. Rendimientos Constante de Escala.....	20
1.1.2.2. Rendimientos Variables de Escala.....	21
1.1.2.a. Desarrollo del modelo no paramétrico seleccionado: Data Envelopment Analysis (DEA).....	24
1.1.2.b. Índice de Malmquist.....	30
1.2. Eficiencia Técnica: Índices de resultados.....	33
1.2.1. Eficiencia técnica global.....	33
1.2.2. Eficiencia técnica pura.....	34
1.3. Calidad asistencial: Dimensiones de valoración.....	35
CAPITULO II.....	39
Contexto del estudio: Hospitales cantonales menos 20 camas del MSP en la Provincia del Guayas.....	39
2.1. Descripción funcional de los hospitales cantonales menos 20 camas del MSP.....	40
2.2. Principales Programas, cobertura y recursos.....	44
2.2.1. Medicamentos genéricos.....	44
2.2.2. Maternidad gratuita y atención a la infancia.....	44
2.2.3. Programa Nacional de Alimentación y Nutrición.....	45
2.2.4. Plan Ampliado de Inmunizaciones.....	46
2.2.5. Control Epidemiológico –Tuberculosis.....	46
2.2.6. Control Epidemiológico –Malaria y Dengue.....	47
2.3. Principales procesos de atención.....	47
2.3.1. Procesos previos a la atención médica en consulta externa.....	49
2.3.1.1. Estadística – Admisión:.....	49
2.3.1.2. Preparación de pacientes en Consulta Externa.....	50
2.3.2. Medicina General y Gineco-obstetricia.....	51
2.3.3. Odontología.....	52
2.3.4. Emergencia.....	53
2.3.4.1. Cirugía Menor.....	53
2.3.4.2. Gineco-obstetricia.....	53

2.3.4.3. Medicina General y Pediatría:.....	54
2.3.5. Proceso previo ingreso a hospitalización: Admisión de hospitalización	54
2.3.6. Hospitalización:.....	55
2.3.6.1. Medicina General y Pediatría.....	55
2.3.6.2. Cirugía General (incluyendo cirugía de parto: Cesárea)	56
2.3.6.3. Gineco-obstetricia: (Parto normal).....	57
2.4. Insumos y productos.....	59
2.4.1. Recursos humanos, materiales y equipos	59
2.4.1.1. Recursos Humanos:.....	59
2.4.1.1.1. Médicos.....	59
2.4.1.1.2. Enfermeras.....	60
2.4.1.1.3. Auxiliares de Enfermería.....	60
2.4.1.1.4. Otro personal de servicios y administrativos.....	60
2.4.1.2. Materiales:.....	61
2.4.1.3. Equipos.....	61
2.4.1.3.1. Laboratorio clínico.....	61
2.4.1.3.2. Rayos X	62
2.4.1.3.3. Ambulancia.....	62
2.4.1.3.4. Equipos de Cómputo.....	62
2.4.1.3.5. Equipos de Cirugía - Quirófano.....	62
2.4.2. Producto, resultados y satisfacción del usuario.....	62
2.4.2.1. Consulta Externa por especialidad.....	63
2.4.2.2. Egresos hospitalarios por especialidad	63
2.5. Satisfacción del usuario.....	65

CAPITULO III..... 67

Salud y Análisis Envolvente de Datos como técnica para medir la eficiencia técnica:	
Hospitales Cantonales de la Provincia del Guayas.....	67
3.1. Muestra estadística de hospitales y selección de variables	67
3.2. Construcción del modelo: inputs y outputs	69
3.3. Restricciones técnicas para el modelo.....	75
3.4. Modelo simple, resultados DEA:	76
3.4.1. Eficiencia relativa de los hospitales.....	76
3.4.2. Eficiencia relativa de los hospitales: Especialidades	78
3.4.2.1. Eficiencia relativa especialidad: Cirugía	78
3.4.2.2. Eficiencia relativa especialidad: Gineco-obstetricia.....	79
3.4.2.3. Eficiencia relativa especialidad: Medicina General	80
3.4.2.4. Eficiencia relativa especialidad: Pediatría	81
3.5. Eficiencia relativa de los hospitales: Consulta Externa.....	82
3.6. Producto Intermedio Consulta Externa	85
3.6.1. Especialidad de Medicina General	85
3.6.2. Producto intermedio Consulta Externa: Especialidad de Pediatría	85
3.6.3. Producto intermedio Consulta Externa: Especialidad de Gineco- obstetricia.....	85
3.7. Eficiencia relativa de los Hospitales: Hospitalización.....	86
3.8. Producto intermedio especialidades hospitalización:	89
3.8.1. Medicina General.....	89
3.8.2. Producto intermedio especialidades hospitalización: Cirugía	89
3.8.3. Producto intermedio especialidades hospitalización: Pediatría	90

3.8.4. Producto intermedio especialidades hospitalización: Gineco-obstetricia	90
3.9. Resultados de la eficiencia.....	92
3.10. Análisis de sensibilidad.....	93
3.10.1. Ambiente de combinación de insumos: reducción	95
3.10.1.1. Hospital de Salitre.....	95
3.10.1.2. Hospital de Naranjal	95
3.10.1.3. Hospital de Naranjito.....	96
3.10.1.4. Hospital de Playas.....	96
3.10.1.5. Hospital de Salinas	97
3.10.1.6. Hospital de Libertad	98
3.10.1.7. Hospital de Manglaralto	98
3.10.1.8. Hospital de Tenguel.....	99
3.10.1.9. Hospital de Daule	99
3.10.1.10 Hospital del Empalme.....	100
3.10.1.11 Hospital de Balzar.....	100
3.10.1.12 Hospital del Triunfo.....	101
3.10.1.13 Hospital de Yaguachi.....	101
3.11 Resultados del Análisis de Sensibilidad.....	103
 CAPITULO IV.....	 105
Calidad Asistencia y eficiencia técnica en Hospitales cantonales.....	105
4.1. La Calidad Asistencial en el Ecuador.....	105
4.2. Indicadores de calidad en Hospitales Cantonales.....	108
4.2.1. Estancia media	109
4.2.2. Porcentaje de rendimiento de Quirófano	110
4.2.3. Porcentaje de cesáreas.....	110
4.2.4. Tasa de reingresos hospitalarios	111
4.3. Relación entre indicadores de calidad y eficiencia	111
4.4. Interpretación de resultados	112
 CAPITULO V	 115
5.1 Conclusiones:.....	115
5.2. Recomendaciones:.....	120
 BIBLIOGRAFÍA	 122
 ANEXOS: TABLAS.....	 126

INDICE DE ACRONIMOS

BCG	Vacuna contra la tuberculosis
CCR	Charnes Cooper y Rhodes
CONAMU	Consejo Nacional de Mujeres
CONASA	Consejo Nacional de Salud
CPP	Curva de Posibilidades de Producción
CRI	Conjunto de Requerimientos de Inputs
CRS	Rendimientos Constantes de Escala
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU's	Decisión Making Unit's
DNP- MSP	Dirección Nacional de Planificación del MSP
DOC	Detección Oportuna de Cáncer
DPSG	Dirección Provincial de Salud del Guayas
DPT	Difteria, Paperas y Tétanos
DT	Difteria y Tétanos
EFFCH	Cambios en la Eficiencia
EM	Estancia Media
ETG	Eficiencia Técnica Global
ETP	Eficiencia Técnica Pura
ETS	Evaluación de Tecnologías Sanitarias
FPP	Frontera de Posibilidades de Producción
FS	Fondo de Solidaridad
GPC	Guías de Práctica Clínica
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbei – Cooperación Técnica Alemana
HCU	Historia Clínica Única
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INNFA	Instituto Nacional del Niño y la Familia
IQ	Intervenciones Quirúrgicas
LAC RSS	La Iniciativa Regional de Reforma del Sector de la Salud en América Latina y el Caribe
LOSNS	Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud
MBE	Medicina Basada en Evidencia
MODERSA	Modernización del Sector Salud
MSP	Ministerio de Salud Pública del Ecuador
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PORCENTAJE UsoQ	Porcentaje Uso de Quirófano
PORCENTAJECESA	Porcentaje de Cesáreas
RR.HH	Recursos Humanos
SEN	Sistema Estadístico Nacional
SNEM	Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria
SNS	Sistema Nacional de Salud
TECHCH	Cambios Técnicos
TFP	Productividad Total del Factor
UNICEF	United Nations Children's Fund – Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
VRS	Rendimientos Variables de Escala

CAPITULO I

Modelos de medición de la eficiencia y Calidad asistencial

Uno de los objetivos clave de toda empresa competitiva es la medición de la eficiencia, eficiencia que resultaría de compararse con sus similares y luego establecer planes de reajuste de la producción, costes, etc.

En las últimas tres décadas se han desarrollado técnicas para su medición, fundamentalmente en los países desarrollados a tal punto que existen centros especializados en la medición de la eficiencia y la productividad⁹, que hacen importantes avances en la investigación sobre este tema.

En el país, no se han desarrollado investigaciones que aborden el mismo, a pesar de que la economía lo requiere, fundamentalmente ahora que estamos a un paso de entrar en un comercio intrarregional / extrarregional¹⁰ con la economía más desarrollada del planeta -- EE. UU -.

Este tema ha gozado de fundamental importancia en el sector privado, más no en el sector público, a pesar de que el Art. 42 y 66 de la Constitución Política del Estado, enunciara a la eficiencia como principio fundamental y eje transversal en la prestación de los servicios – fundamentalmente en Salud y Educación -.que el Estado brinda.

Conceptualmente se entiende por eficiencia en sentido económico¹¹ la utilización eficaz de los recursos disponibles (minimizando su empleo) y obteniendo la máxima productividad.

El concepto de eficiencia económica más utilizado es el de Eficiencia Técnica¹² que se logra con la obtención del costo mínimo¹³ dado un nivel de producción. Este nivel de producción esta dado por una combinación de factores cuyo objetivo es la minimización del uso de los insumos para obtener la misma cantidad de producto, o aumentar la cantidad de producto con la misma cantidad de insumos. Si aquello se logra, la unidad productora de bienes o prestadora de servicios es eficiente.

⁹ La Universidad de Oviedo en España, CEPA en Australia, Red Colombiana de Centros de Productividad en Colombia, Universidad de Warwick en Reino Unido

¹⁰ Tratado de libre comercio

¹¹ Diccionario Económico Espasa

¹² Navarro (p. 248) Explica que; la eficiencia técnica se fija en las cantidades y no en los valores. Es un concepto tecnológico que se concentra básicamente en los procesos productivos y en la organización de las tareas.

Alvarez (p. 20) Dice: Es cuando la empresa obtiene el máximo output posible con la combinación de inputs empleada.

¹³ Cuando en la medición de la eficiencia intervienen los precios de los insumos y se busca establecer la combinación de inputs en la proporción que minimiza su coste de producción

En salud la eficiencia tiene una importancia relevante, es uno de los principios que direcciona los sistemas y los servicios de salud. Su importancia se relaciona no sólo con la racionalización u optimización de los recursos; disminución de costos de la producción y/o la maximización de beneficios de la producción. Sino como estos elementos influyen también en maximizar la utilidad de los consumidores, es decir que los productos/resultados de los servicios de salud¹⁴ impactan positivamente en su estado de salud.

En una aplicación de la eficiencia técnica al ámbito de los servicios sanitarios¹⁵ en España, tema que interesa abordar en la presente investigación, NAVARRO¹⁶ (1999, p.15) explica que *“La eficiencia es el objetivo clave en la evolución de las economías de todos los países y, lógicamente de cada uno de sus sectores productivos. El sector sanitario no puede separarse de ese objetivo común y, como elemento integrante del sector servicios, debe tratar de ganar terreno a otros sectores donde la aplicación de nuevas tecnologías se transforma más rápidamente en ganancias de productividad.*

Los sistemas de salud de la mayoría de los países de nuestro entorno son sistemas públicos, en mayor o menor medida. El carácter público conlleva una regulación diseñada a priori de las relaciones entre los agentes que intervienen en cualquier proceso relacionado con los cuidados de salud. Este diseño predeterminado de relaciones permite establecer una tipología de modelos, de entre los cuales, cada país elige el que considera más beneficioso desde un amplio abanico de puntos de vista. La variedad mencionada hace que nos cuestionemos acerca de la eficiencia intrínseca de cada uno de estos modelos donde queda recogida toda una gama de relaciones de financiación y de prestación de cuidados de salud.

El planteamiento anterior responde a un escenario macroeconómico donde lo que buscamos es adecuar nuestro Sistema Nacional de Salud a aquel modelo que nos permita una mayor eficiencia, entendida como relación entre el output sanitario y el volumen de gasto público... “.

Pese a no existir trabajos de investigación empírica sobre la eficiencia del sector salud en el Ecuador y particularmente de los hospitales del MSP, tácitamente a estos se los califica como ineficientes, como dispensador de recursos y fuente de corrupción. El

¹⁴ producto sanitario

¹⁵ Servicios de salud

¹⁶ “Análisis de la eficiencia en las organizaciones hospitalarias públicas”, José L. Navarro E., pp. 475

siguiente fragmento es una opinión¹⁷ sobre el sistema de salud: “ *...En el Ecuador, el sistema de salud hasta el año 2002 ha sido un completo fracaso, en primer lugar, porque no es un sistema ni nacional ni integral como manda la Constitución Política del Estado y en segundo lugar, no cumple con los objetivos básicos de prevención primaria, secundaria y terciaria, en las patologías más importantes tanto agudas como crónicas, y su manejo se ha fragmentado en una cantidad de instituciones autónomas y semiautónomas, que trabajan cada una por su lado, muchas veces duplicando acciones y despilfarrando los escasos recursos destinados a salud. Me explico: El Ministerio de Salud Pública por un lado, tiene una pesada carga burocrática sindicalizada, dueña de todas las unidades operativas, desde los Hospitales hasta los pequeños subcentros, que reflejan la incapacidad permanente en la atención médica insuficiente, agravada por la visible corrupción de las Secretarías de Estado de turno, en los procesos de adquisición de insumos médicos, instrumental quirúrgico y equipamiento de unidades médicas, paros crónicos, sueldos de miseria de médicos, enfermeras, tecnólogos y demás profesionales, que le han llevado a la atención médica al caos y la anarquía cíclica, sin visos de solución en este Gobierno, que adopta la vieja práctica de dejar hacer y dejar pasar innumerables denuncias de presuntas irregularidades de sus allegados al poder, tales como los casos probados ...*” Es decir, la eficiencia es un concepto económico que tiene repercusiones directas sobre la economía en su conjunto.

A pesar de ser conocido el tema, el mismo es abordado con discreción por parte del Estado, especialmente en el sector salud, donde se prioriza la medición de la efectividad antes que la eficiencia y calidad de sus programas¹⁸.

La realidad actual reclama la eficiencia del sector público, sobre todo si el sistema monetario ecuatoriano está sustentado en el dólar estadounidense, donde el equilibrio fiscal demanda la elaboración de presupuestos responsables, en otras palabras obtener el mayor producto con los recursos asignados.

En cuanto a la calidad como componente intrínseco del producto servicios, algunos la definen¹⁹ como “*la satisfacción de las necesidades razonables de los usuarios, con soluciones técnicamente óptimas*”.

¹⁷ www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/paginas/D.social.76.htm- Dr. Manuel Posso Zumárraga Consultor Privado, en calidad, productividad y seguro social.

¹⁸ Generalmente es el indicador de cobertura utilizado para evaluar el: PAI –Programa Ampliado de Inmunizaciones-, Programa de Maternidad Gratuita, Programa de Tuberculosis, etc.

¹⁹ Vanormelingen K., Pineda H., “La Gerencia de Calidad en Salud”, OPS, MSP, Quito, 1994, p.5

El concepto de calidad es más evidente en salud a partir de la declaración de Alma-Ata²⁰ (1978) y la declaración mundial de la salud (1998)²¹, el que ha servido para redireccionar las Reformas de los Sistemas de Salud en América Latina. Ecuador no ha sido la excepción en acogerlo²². La Carta Política²³ lo enuncia y la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud acoge a la calidad como uno de los principios y eje transversal bajo el que se sustentará el Sistema de Salud.

El tema de la calidad asistencial ha sido abordado por NAVARRO (2003, p. 6) en aplicaciones al ámbito hospitalario. Explica que la calidad asistencial es el resultado de dos componentes: 1) Calidad Científico – Técnico y; 2) Calidad Percibida por el usuario y, en el caso de las unidades de salud, todo el proceso de generación del producto hospitalario gira en torno al primer componente; la calidad científico – técnico.

De esta manera, todos los Procesos de Atención de las unidades de salud – basada en la calidad científico – técnico -, se orientan bajo la mejor práctica médica, cuya base de conocimientos es asesorada por la evidencia disponible y por otros instrumentos como: ETS – Evaluación de Tecnologías Sanitarias, MBE – Medicina Basada en Evidencia y; las GPC – Guías de Práctica Clínica.

En el ámbito de la eficiencia; FARRELL (1957) diseña una metodología para medir la eficiencia que se sustenta en la comparación de la unidad referenciada con respecto al conjunto de unidades de la misma categoría que se consideran eficientes, es decir la formación de una frontera de comparación. En el siguiente epígrafe se introduce a los modelos de medición de la eficiencia tipo frontera.

1.1. Modelos de función frontera

Los modelos de producción de frontera son tomados de la conocida función de transformación o curva de posibilidades e producción, una curva que muestra las cantidades en que se incrementa la producción de un bien cuando se reduce la producción de otro, para unos insumos dados. La frontera de posibilidades de producción (Figura 1) muestra el límite máximo de lo que es posible obtener con los factores existentes en una situación: los puntos fuera de la curva, como el punto *D*, son imposibles de obtener; los puntos al interior de la misma, como el *C*, representan situaciones de ineficiencia; *A*, *B* y todos los puntos de la línea que los unen, forman la

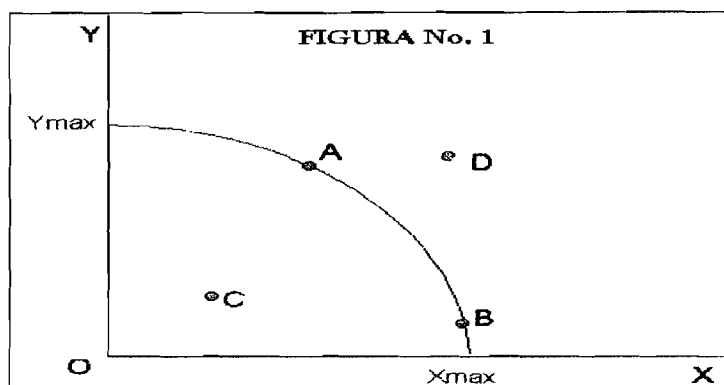
²⁰ Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud, Alma-Ata, del 6 al 12 de Septiembre d 1978 y refrendada por la 32ª Asamblea Mundial de la Salud en la resolución WHA 32.30 (mayo de 1979)

²¹ Adoptada por la comunidad sanitaria mundial en 51ª Asamblea Mundial de la Salud celebrada en Mayo de 1998

²² En algunos hospitales a finales de los años noventa, se crearon los círculos de calidad, que luego dejaron de funcionar, por falta de apoyo político.

²³ Sección cuarta, art. 42

frontera de producción y por lo tanto son considerados eficientes, el siguiente gráfico ilustra el concepto de eficiencia:



En cuanto a su forma, la Frontera de Posibilidades de Producción (FPP) se representa como una curva cóncava hacia el origen porque se considera que los recursos de un país son limitados y que para producir un bien de consumo se necesita dejar producir otro bien, llámese bien de capital. En consecuencia, algunos recursos serán más eficaces si se les dedica a la producción de bienes de consumo y otros serán más eficaces si se destinan a producir bienes de capital. Si todos los recursos se destinan a un solo tipo de producción, su resultado será menos eficaz que si la producción se diversifica. Es por eso que la FPP presenta esa curvatura: cuando la producción es diversa, es decir, cuando se están produciendo simultáneamente bienes de consumo y de capital, los recursos pueden ser destinados a su uso más eficaz.

Tomando el anterior concepto, FARREL (1957) lo aplica a la medición de la eficiencia, a través de la metodología DEA basada en la frontera de producción busca establecer el conjunto de empresas que conforman la frontera de empresas eficientes. Las empresas eficientes son las que integran la frontera eficiente de comparación. Las empresas que se sitúen por encima de la frontera de costes o por debajo de la frontera de producción eficiente se consideran ineficientes.

La comparación entre ellas permitirá conocer una medida de valor, un índice de eficiencia, y de esta manera establecer cuán ineficientes son, es decir el grado de ineficiencia de la unidad comparada.

Lo anterior lleva a determinar dos conjuntos de empresas, o dicho de otra manera: dos conjuntos de empresas: Eficientes e ineficientes.

La medición de la eficiencia se realiza a través de los modelos paramétricos y no paramétricos; los primeros establecen una forma funcional previa, los segundos no

requieren de ella, pero se sustentan en un conjunto de supuestos que serán analizados más adelante. En orden secuencial revisaremos los modelos paramétricos en el siguiente epígrafe.

1.1.1. Modelos paramétricos

ERIAS REY (1998, p. 44) explica que los modelos paramétricos consideran la frontera como una función de los inputs y parte de una forma particular de función (Cobb-Douglas, translog, etc.).

ALVAREZ (2001) dice que los principales modelos de tipos de fronteras de eficiencia son:

- 1) Modelos paramétricos deterministas.
- 2) Modelos paramétricos estocásticos.

Siguiendo la clasificación de ALVAREZ (p. 28) las **fronteras deterministas** son aquellas en las que las variables que intervienen no están sujetas a cambios aleatorios sino que toman unos valores fijos o determinados con independencia de cualquier casuística. La tipología funcional se escribe como:

$$Y = f(x) - u$$

Donde Y representa el vector producto, x el vector de insumos y u es una perturbación aleatoria mayor o igual que cero, es decir no negativa, que mide la distancia de cada empresa con relación a la frontera de producción. Este término u de variabilidad con respecto a la frontera se considera como la ineficiencia de la empresa.

NAVARRO (p. 262) indica que el término u llamado perturbación aleatoria utiliza una distribución no especificada.

Señala como inconveniente; el que no es posible discriminar si la eficiencia es debida al proceso productivo o motivada por causas fuera del control de la empresa.

ALVAREZ (p. 29) describe a la tipología de **frontera estocástica** como aquella que admite aleatoriedad, porque dentro de la economía – hay acontecimientos externos y otros factores que están fuera de control de la empresa - se presentan un sinnúmero de factores potencialmente ilimitados, donde la aleatoriedad tiene un peso elevado en las variables que intervienen en un modelo funcional.

La frontera de producción estocástica es:

$$Y^* = f(x) + v$$

Donde Y^* representa el vector de producto ó frontera de producción, x representa el vector de insumos y v representa los sucesos que no son controlables por la empresa. Para el presente caso el índice de eficiencia técnica para la empresa i es:

$$ET_i = \frac{Y_i}{f(x_i) + v_i}$$

Donde Y_i representa el producto de la empresa i , x_i representa los insumos utilizados por la empresa i , y el término v_i representa la perturbación aleatoria que considera los sucesos no controlables y que además *especifica la variación de la eficiencia y la variación aleatoria pura*.

En otras palabras la eficiencia técnica en la función de producción estocástica esta representado por el output Y generado por la empresa i , en relación con los insumos utilizados x más un término v de perturbación aleatoria que no es controlable, pero que afecta a la eficiencia de las empresas.

De los modelos citados NAVARRO (1999) dice que en el caso del modelo determinista tiene el inconveniente de no discriminar si la ineficiencia es debida al proceso productivo o motivada por causas fuera del control de la empresa. Además, al no realizar ningún supuesto sobre la distribución de los parámetros se produce una falta de propiedades estadísticas en las estimaciones de dichos parámetros. Menciona que también es sensible a las observaciones extremas y a los errores en dichas observaciones.

En el caso de los modelos estocásticos NAVARRO explica que la principal desventaja de los mismos es que no permiten descomponer los residuos individuales (v_i) en sus dos componentes: Variación de la eficiencia y Variación aleatoria pura, ya que las medidas de eficiencia sólo permiten estimar el nivel de eficiencia media de toda la muestra.

1.1.2. Modelos no paramétricos

ERIAS²⁴ (1998, p. 47) explica que los modelos no paramétricos pretenden estimar una frontera de producción eficiente sin una forma funcional explícita previa, con el objeto de identificar la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa del conjunto de observaciones objeto de estudio.

²⁴ Antonio Erias Rey, "La eficiencia hospitalaria en Galicia", Instituto de Estudios económicos de Galicia Pedro Barrié de la Maza, Año 1998, Galicia, España, 184 páginas.

También se lo denomina radial o equiproporcional cuando la comparación se la realiza con respecto a una isocuanta.²⁵ Por lo tanto, a partir de las observaciones muestrales de inputs y outputs se puede construir una isocuanta con unas determinadas **propiedades teóricas** que permiten medir la ineficiencia de las distintas DMU's²⁶.

ALVAREZ (1999, p. 139) dice que la metodología no paramétrica para medir los índices de eficiencia siguen tres pasos: 1) Descripción de los supuestos de las **propiedades de la tecnología de producción** que permiten establecer aquellos planes de producción que se consideran realizables; 2) **Definición del tipo de índice** que se desea estimar y; 3) La **construcción de un programa matemático** que calcule el índice que se desea estimar.

En cuanto a las **propiedades de la tecnología de producción**, éstas permiten describir la tecnología con la que se realiza la actividad de producción, es decir delimitar el conjunto de planes de producción que se consideran tecnológicamente realizables.

Un proceso productivo se representa matemáticamente, en los inputs como:

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_M\}' \in \mathfrak{R}_+^M$$

Donde x es un vector de insumos de tamaño M cuyos valores son positivos.

En cambio los outputs se definen como un vector y de tamaño S con valores positivos:

$$y = \{y_1, y_2, \dots, y_S\}' \in \mathfrak{R}_+^S$$

De esta manera un conjunto de procesos productivos se definen como T y un proceso productivo es simplemente (x, y) .

Así una **CPP** (Conjunto de Posibilidades de Producción) es un T donde todos los procesos productivos no son observables, pero sin embargo, se pueden formular diferentes supuestos sobre sus características ALVAREZ (2001) dice:²⁷ *“La caracterización no paramétrica de la tecnología se completa formulando una serie de supuestos adicionales acerca de las propiedades teóricas que satisface la tecnología... Por lo tanto, el hecho de aceptar los supuestos implica incluir en el **CPP** algunos procesos productivos que no han sido realmente observados”*.

Estos supuestos definidos son:

²⁵ Curva que representa las diferentes combinaciones de dos factores para producir la misma cantidad de un bien determinado

²⁶ En algunos libros como el de ANTONIO ERIAS una DMU (Decisión making unit) es una UDG (Unidad de decisión y Gestión)

²⁷ ALVAREZ, Pág. 142

1. Es tecnológicamente posible no producir nada.
2. Si dos procesos productivos pertenecen al conjunto de posibilidades de producción, todas las combinaciones lineales de estos dos procesos, también pertenecen al conjunto **CPP – Convexidad -**.
3. Hay dos versiones sobre la **eliminación gratuita de inputs**:
 - a. La **versión estricta**, que establece que es posible desechar el exceso de inputs a coste cero.
Una unidad productiva es capaz de producir la misma cantidad de output utilizando una cantidad mayor de cualquier input.
 - b. La **versión débil**, establece que es posible mantener el nivel de producción siempre que se produce un incremento equiproporcional en la cantidad empleada de todos los inputs.
4. Hay dos versiones de **eliminación gratuita de outputs**:
 - a. La **versión estricta**, establece que es posible producir una cantidad menor de cualquier output utilizando las mismas cantidades de inputs.
 - b. La **versión débil**, de esta propiedad establece que es posible reducir equiproporcionalmente todos los outputs, utilizando el mismo vector de inputs.
5. **Rendimiento constante de escala**, implica reescalar la actividad de cualquier proceso productivo perteneciente al conjunto de procesos productivos **T**.

1.1.2.1. Rendimientos Constante de Escala

Charnes, Cooper y Rhodes (CCR, 1978) utilizaron el estimador que satisface las cuatro últimas propiedades: convexidad, eliminación gratuita de inputs y outputs y el de rendimientos constantes.

ALVAREZ (p. 144) lo define como:

$$\tilde{T}_{ccr} = \{(x, y) | y \leq Y\lambda, X\lambda \leq x, \lambda \in \mathfrak{R}_+^N \}$$

Donde \tilde{T}_{ccr} es el estimador **CCR**, x es el vector de inputs, y el vector de outputs.

Luego X y Y corresponden a dos matrices de inputs y outputs que contienen el conjunto de vectores de tamaño N (unidades productivas evaluadas).

λ es el vector de intensidad de tamaño N y no negativo que pondera la actividad de los procesos (x, y) .

La CPP se hace operativa estableciendo la relación con los procesos productivos observados y dando valores no negativos a los componentes del vector λ . Es decir, a partir de una muestra de combinaciones de inputs y outputs, esa envolvente se forma mediante una serie de hiperplanos conectados en el espacio, nunca adoptan valores de pendiente positiva y se estiman mediante técnicas de programación lineal.

ALVAREZ (p. 144) explica que el supuesto de rendimientos constantes de escala puede ser excesivamente restrictivo en un gran número de aplicaciones, especialmente porque las unidades productivas no necesariamente son homogéneas en cuanto a insumos y tecnología. Para obviar estas limitaciones se ensayó una variante de tecnología conocida como rendimientos variables de escala.

1.1.2.2. Rendimientos Variables de Escala

ALVAREZ (p.144) refiere a AFRIAT (1972) quien sugirió una manera sencilla de relajar el supuesto de rendimientos constantes, manteniendo las propiedades de convexidad y eliminación gratuita de inputs y outputs. La solución consiste en restringir el rango de valores que pueden tomar las componentes del vector de intensidad, de manera que sumen 1. De esta manera:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1, \quad \text{donde } \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, N$$

Al igual que en el caso anterior λ representa el vector de intensidad de tamaño N . De esta manera se impone únicamente la propiedad de convexidad, pero no la de rendimientos constantes.

El Estimador \bar{T}_{BCC} incluye todas las combinaciones lineales convexas de unidades observadas – por esta razón deben sumar 1 las componentes del vector intensidad -, pero no se permite reescalar arbitrariamente la actividad de ningún procesos observado.

La restricción señalada anteriormente fue utilizada²⁸ por Banker, Charnes y Cooper (1984)²⁹, cuyo estimador BCC se define como:

²⁸ Alvarez, p. 144

²⁹ Banker, R.D.; Charnes, A; Cooper, W.W. (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". Management Science, volumen 30, nº 9.

Las siglas BCC se corresponden con los apellidos de los autores Banker, Charnes y Cooper, quien establecieron la variante para el modelo Retornos Constantes de Escala, la de eficiencia técnica pura, en el que admite rendimientos variables a escala, es decir crecientes, decrecientes o constantes.

El modelo BCC permite obtener lo que se denomina la frontera de eficiencia técnica pura, esto es, la posición de actividades que son eficientes con independencia del efecto escala (tamaño).

$$\bar{T}_{BCC} = \{(x, y) | y \leq Y\lambda, X\lambda \leq x, \lambda \in \mathbb{R}_+^N, \sum \lambda_j = 1\}$$

Donde \bar{T}_{BCC} es el estimador CCR, x es el vector de inputs, y el vector de outputs. El proceso (x, y) ³⁰ corresponde al conjunto de procesos que componen el espacio vectorial \mathbb{R}_+^N , la ponderación se limita; para el input x es $X\lambda \leq x$, y para el output y $y \leq Y\lambda$ - supuestos³¹ de eliminación gratuita de input – output –.

La explicación de las tecnologías BCC y CCR se efectúa a través de la siguiente figura:

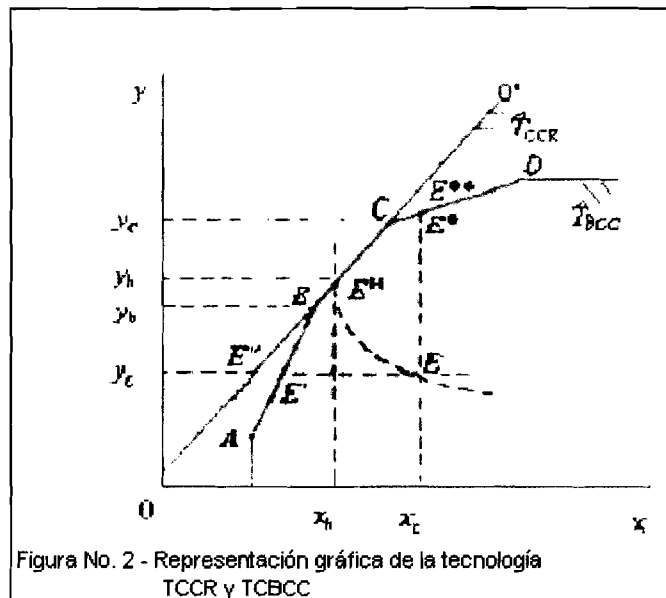


Figura No. 2 - Representación gráfica de la tecnología TCCR y TBCC

La Figura 2 Explica las tecnologías T_{CCR} y T_{BCC} en la que se utiliza un único input para producir un único output. Cada punto representa un proceso observado – 5 empresas – que en el ejemplo son: A, B, C, D y E. La explicación de la formación de frontera con las diferentes tecnologías se desarrolla a continuación:

Para la tecnología T_{CCR} : Con los supuestos de rendimientos constantes³² de escala y eliminación gratuita de inputs y outputs, la recta que parte desde el origen OO' pertenece al CPP – Conjunto de posibilidades de producción -. y engloba al conjunto de procesos productivos que están en el área a la derecha de dicha recta o tecnología T_{CCR} . Por lo tanto B y C se ubican en dicha recta. No así A, E y D que en cambio pertenecen

³⁰ Erias Rey Antonio, define (x, y) como un punto de la arista que compone el hiperplano

³¹ La versión estricta de la eliminación gratuita de input establece que una unidad productiva es capaz de producir la misma cantidad de output utilizando una cantidad mayor de cualquier input. La versión estricta de la eliminación gratuita de outputs establece que es posible producir una cantidad menor de cualquier output utilizando las mismas cantidades de inputs.

³² Cuando se aumentan o disminuyen todos los insumos en cierta proporción, la producción aumenta o disminuye en la misma proporción.

al área por el supuesto de eliminación gratuita de inputs – outputs. Se consideran ineficientes A, E y D y eficientes a B y C, bajo el supuesto de CRS – rendimientos constantes de escala -.

Para la tecnología T_{BCC} : Se relaja el supuesto de CRS – rendimientos constantes de escala – y permite ciertas propiedades como: convexidad, eliminación gratuita de inputs y outputs. La tecnología \bar{T}_{BCC} no permite que cualquier combinación lineal de los procesos observados pertenezca al CPP – Conjunto de posibilidades de producción – sino sólo las convexas, representadas por el área sombreada. Esto es, representa el dominio convexo de los procesos observados.

Se mantiene el dominio a la derecha y hacia debajo de la curva convexa debido a los supuestos de eliminación gratuita para la tecnología T_{BCC} . La frontera T_{BCC} establece rendimientos crecientes³³ a partir de B para abajo y decrecientes³⁴ por encima de C. Existen rendimientos constantes en la zona comprendida entre B y C.

La finalidad del desarrollo anterior es conocer cuales son las tecnologías que permiten definir una frontera eficiente Ahora lo que interesa es conocer: ¿Cuáles de los procesos son eficientes?. Es decir cuáles procesos consiguen obtener el máximo vector de outputs a partir del vector de inputs utilizado ó consiguen producir el vector de outputs utilizando el vector de inputs más pequeño posible. Estos procesos son los que delimitan la frontera del CPP. De acuerdo a lo anterior existen dos maneras de alcanzar la frontera eficiente: orientación inputs³⁵ y orientación outputs.

ALVAREZ (p. 145) explica que para definir con precisión la frontera eficiente es necesario introducir un CRI³⁶ – Conjunto de Requerimientos de Inputs –. Este CRI permite extraer un subconjunto de procesos factibles (sobre una isocuanta) que sirvan para producir un vector de outputs y .

La frontera eficiente se define como un subconjunto eficiente del CRI:

$$Ef L(y) = \{x \in \mathcal{R}_+^M \mid x \in L(y) \wedge \bar{x} \leq x, \bar{x} \notin L(y)\}$$

$Ef L(y)$ Se define como el subconjunto de los procesos productivos eficientes reflejados en un vector de output y . Donde los procesos x pertenecen al subconjunto de

³³ Los rendimientos son crecientes cuando aumentan o disminuyen todos los insumos en cierta proporción, la producción aumenta o disminuye en una proporción mayor

³⁴ Los rendimientos son decrecientes cuando aumentan o disminuyen todos los insumos en cierta proporción, la producción aumenta o disminuye en una menor proporción.

³⁵ ALVAREZ (145), explica que una empresa ineficiente puede alcanzar la frontera CPP, bien contrayendo el vector de inputs o bien expandiendo el vector de outputs.

³⁶ Un CRI se define como un subconjunto de procesos productivos pertenecientes al CPP que permiten producir al menos un determinado vector de outputs y

procesos eficientes. Es decir, es eficiente el proceso x porque a partir de él, es imposible producir la misma cantidad de output utilizando una cantidad menor de outputs.

Con lo estudiado anteriormente, se ha llegado a definir una frontera eficiente compuesta de aquellos procesos que permiten obtener el mayor producto dado un conjunto de inputs, o bien, obtener el mismo producto reduciendo el vector de inputs. Estas dos orientaciones se las denomina input y output y son las que se emplean para llegar a la frontera eficiente.

El análisis de los dos modelos indica que el más apropiado para la medición de la eficiencia es el no paramétrico porque no requiere de grandes muestras de DMU's y sobre todo porque nos permite identificar a cada DMU en su grado de eficiencia/ineficiencia.

Dentro de los modelos no paramétricos se encuentra el Data Envelopment Analysis (DEA) cuyo marco conceptual-metodológico se desarrollará en el siguiente epígrafe.

1.1.2.a. Desarrollo del modelo no paramétrico seleccionado: Data Envelopment Analysis (DEA)

El cálculo del índice de eficiencia por medio de la metodología DEA se obtiene por comparación entre un proceso con otro proceso productivo *factible y eficiente*.

Estos índices se pueden clasificar bajo tres tipos de orientaciones: input³⁷, output³⁸ e input-output³⁹.

En el primer caso, orientación input, se define:

$$F^I(x_i, y_i) = \min_{\theta} \{ \theta \mid (\theta x_i, y_i) \in T \}$$

Donde $F^I(x_i, y_i)$ representa el índice a calcular para i unidades productivas. θ representa un escalar que toma valores positivos inferiores a 1 y mide la distancia entre la unidad i -ésima con la frontera CPP. Si dicha unidad está en la frontera, éste índice toma el valor de 1, puesto que es imposible reducir los inputs de manera equiproporcional.

En el caso del índice de orientación output:

$$F^O(x_i, y_i) = \min_{\theta} \{ \theta \mid x_i, \theta^{-1} y_i \in T \}$$

³⁷ La máxima reducción posible en el vector de inputs manteniendo inalterado el vector de output

³⁸ La máxima cantidad del vector output manteniendo inalterado el vector de inputs

³⁹ La conjunción de los puntos anteriores corresponde al mismo concepto.

$F^O(x_i, y_i)$ representa el índice a calcular con orientación output, para i unidades productivas. θ^{-1} es definido como un escalar que mide la distancia entre el output y la frontera CPP. Indica que el output se ha maximizado.

Estos dos índices tienen una interpretación dual, es decir **tiene efectos en la reducción de costes e incremento del ingreso**.

De esta manera una vez que hemos definido dos índices principales, es conveniente explicar la metodología DEA para la formulación del programa matemático que permite calcularlo.

Los programas matemáticos que permiten calcular índices radiales se caracterizan por la maximización o minimización de una única variable que reescala todas las componentes del vector de inputs o outputs. Dependiendo del objetivo del análisis, si el mismo es medir la máxima reducción posible en el vector de inputs, debe resolverse el siguiente conjunto de programas lineales para la unidad productiva i -ésima.

El siguiente programa DEA calcula el índice de Farrell (ALVAREZ, p. 156) en un modelo estándar de rendimientos constantes con orientación inputs:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Min } \theta & \\
 \text{s.a}^{40}: & \\
 (1) \quad \sum_{j=1}^N y_j \lambda_j \geq y_i & \\
 (2) \quad \sum_{j=1}^N x_{mj} \lambda_j \leq \theta x_{mi}, \quad m=1, \dots, M & \\
 (3) \quad \lambda_j \geq 0, & j=1, \dots, N
 \end{array}$$

Se trata de encontrar el valor de θ más pequeño posible del vector inputs utilizado por dicha unidad, éste valor pequeño es el valor óptimo de θ , que mide la máxima reducción equiproporcional posible en el vector de inputs que puede conseguir la unidad evaluada, manteniendo constante su vector de outputs.

De esta manera, en la primera restricción $\sum_{j=1}^N y_j \lambda_j \geq y_i$, la unidad j -ésima representa al **productor virtual** (NAVARRO, p. 275) y la unidad i -ésima al productor evaluado, λ es el vector de ponderaciones que se usaron de los otros productores para construir el productor virtual, la expresión anterior indica que el productor $y_j \lambda_j$ debe al menos producir tanto o igual que el productor evaluado y_i .

⁴⁰ Sujeto a las siguientes restricciones

La segunda restricción $x_{mj} \lambda_j \leq \theta x_{mi}$ se refiere al uso de los inputs, donde $x_{mj} \lambda_j$ expresa la composición de los inputs del productor virtual a través del vector lambda, en tanto que θx_{mi} es la cantidad de input necesaria de la i-ésima unidad evaluada dado el factor de ponderación **theta**. En conjunto representa al productor virtual quien debe reducir al menos, por debajo, la cantidad de insumos que utiliza la unidad evaluada i-ésima. El vector lambda no puede tomar valores negativos.

Igual situación se aplica para el caso del programa DEA con orientación output, bajo el supuesto de tecnología de rendimientos constantes de escala.

$$\begin{aligned} & \min \theta \\ & \text{s.a. :} \\ & \sum_{j=1}^N y_j \lambda_j' \geq \theta^{-1} y_i \\ & \sum_{j=1}^N x_m \lambda_j' \leq x_{mi}, \quad m = 1, \dots, M \\ & \lambda_j' \geq 0, \quad j = 1, \dots, N \end{aligned}$$

θ^{-1} Mide el máximo incremento equiproporcional posible en el vector de outputs que puede conseguir la unidad evaluada, manteniendo constante el vector de inputs. ALVAREZ (p. 156) explica que en el caso de rendimientos constantes el índice $F^I(x_i, y_i)$ toma el mismo valor que $F^O(x_i, y_i)$.

Luego, ALVAREZ (p. 156) explica que resolviendo el siguiente problema lineal se obtiene el vector de ponderaciones que sirve para medir el índice de eficiencia por el método de Farell:

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta &= \frac{1}{\sum_{j=1}^N \delta_j} \\ & \text{s.a. :} \\ & \sum_{j=1}^N x_{mj}' \delta_j \leq x_{mj}', \quad m = 1, 2, \dots \\ & \delta_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Donde x_{mj}' representa la cantidad utilizada del input m por la empresa j por unidad de output y δ_j representa la ponderación de la unidad productiva j-ésima, que se restringe a tomar valores no negativos.

ALVAREZ (p. 157) concluye que: *“el valor óptimo de la función objetivo es el índice de Farrell, asimismo destaca la sencillez de la formulación DEA en su interpretación y fácil adaptación a distintos supuestos tecnológicos ... así como la posibilidad de considerar múltiples inputs y outputs, siendo fácilmente adaptable para calcular medidas no radiales de eficiencia”*.

NAVARRO (p. 274) con bastante claridad explica que el DEA es *“un método de punto extremo y compara a cada productor únicamente con los mejores productores. Un productor se entiende como una unidad de toma de decisiones (DMU) – Decisión Making Unit – ampliando de esta manera su campo de aplicación a cualquier forma organizativa. Indica que no siempre los métodos de punto extremo son siempre la herramienta correcta para cualquier problema, pero son apropiados en determinados casos”*.

El supuesto fundamental de un método de punto extremo, es que si un productor A es capaz de producir $Y(A)$ unidades de output con $X(A)$ inputs, entonces otros productores deberían poder hacer lo mismo si estuviesen operando eficientemente. De igual modo, si el productor B es capaz de producir $Y(B)$ unidades de output con $X(B)$ inputs, entonces otros productores deberían también ser capaces de obtener la misma producción. Los productores A y B, y los otros pueden entonces combinarse para formar un productor compuesto con inputs compuestos y outputs compuestos, el productor compuesto, explica, no tiene porque existir, se le llama productor virtual.

NAVARRO (p. 274) destaca que la clave del análisis reside en encontrar el “mejor” productor virtual para cada productor verdadero. Si el productor virtual es mejor que el productor original, porque consigue más output con el mismo input o porque elabora el mismo output con menos inputs, entonces el productor original es ineficiente.

Señala además, que desde la publicación de estos modelos básicos han aparecido numerosos modelos y la selección en cada caso, dependerá de la tecnología de producción a la que se pretenda aplicar.

Recopilando⁴¹ lo expresado en el transcurso del capítulo; *“Los modelos difieren en su orientación (Input, Output o ambos), disponibilidad de inputs (Fuerte, Débil), Diversificación y Rendimientos a Escala (Constantes, Variables, No crecientes, Crecientes), Tipos de medida (Radial, No radial, Hiperbólica), etc.”*.

Entre las aplicaciones de diversa índole que se han realizado del DEA, se cita en:

- Salud pública (hospitales, clínicas)
- Educación (escuelas, universidades)
- Bancos
- Manufacturas
- Restaurantes de comida rápida
- Tiendas minoristas

Los datos que han servido de base para el análisis varían de tamaño, destacan aplicaciones con un poco más de 15 hasta 10000 DMU's.

Además, los temas⁴² que actualmente se encuentran en investigación y desarrollo sobre el DEA están centrados en:

- Asignación centralizada de recursos
- Escalas óptimas y variaciones en los inputs y outputs
- Cambio técnico entre sectores y en el tiempo
- Eficiencia en pocas unidades con número de entradas relevantes
- Rendimientos a escala
- Variables ficticias y atributos
- Discrecionalidad y no discrecionalidad de las variables
- Incorporación de juicios de valor
- Análisis longitudinal
- Introducción de ponderaciones en las restricciones
- Modelos estocásticos
- Índice de Malmquist no paramétricos
- Tratamiento del cambio tecnológico
- Orientación inputs vs. Orientación outputs
- La formulación dual y sus interpretaciones
- Los modelos conexos:
 - El esquema de libre disposición
 - El modelo aditivo
 - El modelo multiplicativo
- La posibilidad de ser ineficiente a pesar de $\theta = 1$ – análisis de slacks –

⁴¹ Navarro, lo expresa en los términos señalados a continuación

⁴² www.ingenta.com/journals/browse/klu/prod -, Journal of analysis of productivity, publications: Enero-2004, vol N° 21; Mayo-2004, vol. No. 21; y Julio vol. No. 22, son las últimas publicaciones en cuanto al estado actual de las investigaciones sobre el DEA.

NAVARRO (p. 277) destaca las bondades de la metodología DEA como:

- ☑ Puede manejar modelos con múltiples inputs y outputs
- ☑ No requiere el establecimiento previo de una forma funcional que relacione inputs con outputs
- ☑ Las unidades de decisión se comparan contra una combinación de compañeros
- ☑ Los inputs y outputs pueden estar expresados en unidades muy diferentes⁴³

Entre las principales limitaciones que señalan para el DEA son:

- El DEA es una técnica de punto extremo por lo que la frontera es muy sensible a los outliers⁴⁴, ERIAS REY (2001, p. 59) recomienda que las unidades de estudio deben ser homogéneas y es conveniente chequear la presencia de observaciones influyentes y de outliers y en caso de heterogeneidad es mejor añadir restricciones que limiten el conjunto de hospitales estructuralmente comparables con el analizado o que operan en un entorno parecido.
- El DEA estima la eficiencia relativa de un DMU pero converge muy lentamente hacia la eficiencia absoluta⁴⁵

Un aspecto destacado del trabajo de NAVARRO (p. 300) es que mediante el DEA es posible hacer evaluaciones sobre programas sin que se requiera evaluar a las unidades que contribuyen al mismo. Su razonamiento se sustenta en que las unidades evaluadas son a menudo sucursales de una amplia organización, en el caso del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, normalmente existe un nivel intermedio por debajo del nivel organizacional y por encima de las unidades individuales comprendiendo varias unidades que tienen *ciertas* características comunes⁴⁶. Entonces es posible evaluar la eficiencia del agregado a nivel de programa y realizar comparaciones entre programas, en ocasiones, la importancia que adquiere la evaluación del programa puede eclipsar la evaluación de las unidades individuales.

Además del índice de eficiencia que arroja el DEA, es necesario conocer la evolución, los cambios y desplazamientos de la propia frontera que se producen en un

⁴³ NAVARRO (p. 277) señala por ejemplo que X1 podría estar en unidades de vidas salvadas y X2 podría estar en dólares sin requerir a priori definir un trade-off entre ambos.

⁴⁴ Unidades que se alejan del punto extremo debido a su heterogeneidad

⁴⁵ NAVARRO (p. 277) explica que la eficiencia relativa es producto de la comparación con sus similares y la eficiencia absoluta con el máximo teórico

⁴⁶ Al nivel intermedio entre el nivel organizacional y por encima de las unidades individuales NAVARRO denomina programa, al mismo que contribuyen cualquier tipo de organización que no necesariamente tiene las mismas prestaciones tecnológicas

conjunto de DMU's. Para conocer estos efectos se ha utilizado el índice de Malmquist, la conceptualización metodológica será abordada en el siguiente epígrafe.

1.1.2.b Índice de Malmquist

Estima el cambio productivo con relación a la misma frontera o al desplazamiento de la propia frontera.

Permite la descomposición del cambio productivo en cambio en la eficiencia técnica y cambio técnico. El cambio o acercamiento a la frontera eficiente se entiende como cambio en la eficiencia técnica no atribuible al progreso tecnológico sino a causa del efecto aprendizaje, difusión del conocimiento, mejora en la organización, es decir a la eficacia con que se aplica el conocimiento tecnológico a la producción. El desplazamiento de la frontera debe entenderse como progreso tecnológico, es decir mejoramiento de la tecnología disponible.

NAVARRO (p. 303) explica que el índice de Malmquist puede establecerse desde dos enfoques: 1) El Índice de Malmquist de productividad basado en el output y; 2) El Índice de Malmquist de productividad basado en el input

El *primer caso*; analiza las diferencias de productividad como las diferencias en el máximo output alcanzable dados unos niveles de inputs.

El *segundo caso*; analiza las diferencias de productividad como las diferencias en el mínimo nivel de inputs que permite producir unos niveles de outputs determinados.

CAVES⁴⁷, quien demuestra que ambos índices proporcionan idénticos resultados tan sólo en el caso de que los rendimientos a escala sean constantes.

Para ilustrar el cálculo del Índice de Malmquist se parte de la función de transformación que describe la tecnología de las empresas en cada periodo como:

$$F_t(y', x') = 0 \quad t = 1, \dots, T$$

Donde y' es el vector de outputs y x' es el vector de inputs correspondientes ambos al periodo t .

CAVES⁴⁸(1982) utiliza la siguiente función de distancia de input para representar la tecnología:

$$D^t(y^s, x^s) = \text{Max } \mu_{rs} \left[\mu_{rs}; F_t(y^s, x^s / \mu_{rs}) = 0 \right] \quad r, s = 1, \dots, T; \quad r < s$$

⁴⁷ NAVARRO, pág. 303

⁴⁸ ídem, pág. 304

Es igual al escalar μ_{rs} que es la máxima deflación del vector de inputs del periodo $s(x^s)$ tal que el vector de inputs deflactado resultante x^s / μ_{rs} y el vector de outputs y^s estén en la misma frontera del periodo r .

Si $r = s$ se está comparando cada empresa con la frontera del periodo al que pertenece, por lo que la función distancia de input puede tomar valores $D^r(y^r, x^r) \geq 1$, igual a la unidad en el caso de que la empresa evaluada sea eficiente y, por tanto, se encuentre en la frontera.

Por el contrario si $r \neq s$ la función de distancia puede tomar valores inferiores a la unidad, ya que la observación pertenece a un periodo diferente del de la frontera con la cual se la está comparando (frontera de referencia).

El índice de productividad de Malmquist basado en los inputs, tomando como referencia la tecnología del periodo r se define como:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)}$$

Un $M_r > 1$ indica que la productividad del periodo s es superior a la del periodo r , puesto que la deflación necesaria del vector de inputs del periodo r para estar en la frontera del periodo r es superior a la aplicable al vector de inputs del periodo s . ALVAREZ (p. 182) añade que valores superiores a la unidad indican que la actividad ha mejorado su nivel de eficiencia respecto a la tecnología de referencia.

Un $M_r < 1$ indica que la productividad ha descendido entre los periodos r y s . ALVAREZ (p. 182) refiere que valores inferiores a la unidad la situación productiva en el ámbito técnico ha empeorado.

Se puede igualmente construir el índice de Malmquist tomando la tecnología del periodo s como referencia:

$$M_s(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^s(y^r, x^r)}{D^s(y^s, x^s)}$$

Las ventajas de éste índice son que no precisa de datos relativos a precios, lo cual es una gran ventaja, sobre todo en aquellos casos en los que existan graves carencias estadísticas, o simplemente en los casos en los que la existencia de regulaciones sobre los mismos hagan desaconsejable su utilización, tal es el caso cuando se refiere a cualquier actividad del sector público.

Entre las desventajas que cita; en su cálculo individual precisa el previo cálculo de la distancia, por lo que requiere la estimación de la función de producción. Aunque los

primeros trabajos utilizaron estimaciones paramétricas de la función de producción, a partir del trabajo de Berg (1992)⁴⁹ para su estimación se utiliza la técnica no paramétrica determinista DEA. Una de las aplicaciones que citan es que esta estimación se utilizó para analizar el cambio productivo en las cajas de ahorro españolas.

La descomposición del índice de Malmquist entre el cambio en la eficiencia técnica y el cambio técnico se puede expresar:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)} = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^s(y^s, x^s)} * \frac{D^s(y^s, x^s)}{D^r(y^s, x^s)}$$

El primer cociente $\frac{D^r(y^r, x^r)}{D^s(y^s, x^s)}$ representa el acercamiento de las empresas a la frontera ocurrido entre los periodos r y s. El segundo cociente $\frac{D^s(y^s, x^s)}{D^r(y^s, x^s)}$ muestra el desplazamiento relativo de la frontera entre los dos periodos.

NAVARRO (p.306) explica que *si la empresa se encuentra en ambos periodos en sus fronteras respectivas, el primer término será igual a 1 y el cambio productivo experimentado entre los dos periodos vendrá explicado únicamente por el movimiento de la frontera. Por el contrario, si el segundo término es 1 (la frontera no se ha desplazado), los cambios de productividad estimados por M_r vendrán explicados únicamente por los cambios en la eficiencia de las empresas en ambos periodos. En los demás casos, los cambios productivos reflejados en M_r serán una mezcla de cambios en la eficiencia y desplazamiento de la frontera*”.

Señala además que para el caso de rendimientos constantes a escala, el índice de Malmquist puede expresarse como:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)} = \frac{E_{rs}}{E_{rr}}$$

El índice de Malmquist se reduce a un simple ratio de índices de productividad de los periodos r y s.

Si éste índice se descompone entre la eficiencia técnica y el cambio técnico se obtiene la expresión siguiente:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{E_{rs}}{E_{rr}} = \frac{E_{ss}}{E_{rr}} * \frac{E_{rs}}{E_{ss}}$$

⁴⁹Ídem, pág. 305

Su **interpretación deberá entenderse** – en el caso de ineficiencia – en cuánto deberán reducirse los inputs para alcanzar la eficiencia relativa es decir $(1 - ETG) \%$. Este índice es muy útil cuando se desea hacer comparaciones de eficiencia entre hospitales de tamaño similar.

1.2.2. Eficiencia técnica pura

La ETP resulta de relajar la hipótesis de rendimientos constantes y suponerlos variables mediante la introducción de una nueva restricción en el modelo matemático de programación que consiste en restringir el rango de valores que pueden tomar las componentes del vector de intensidad, de manera que sumen 1:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1, \quad \text{donde } \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, N$$

En el caso de los VRS – Rendimientos Variables de Escala- permiten asumir que al menos un input puede variar y que éste puede ocasionar incrementos más que proporcionales en el output, estos rendimientos se expresan en un índice llamado ETP – Eficiencia Técnica Pura- que permite medir la distancia a la frontera de la tecnología.

La ETP es comúnmente aplicada en los casos en que las unidades estudiadas sean de tamaño diferente, por ejemplo hospitales regionales o nacionales, es decir de grandes dimensiones pero guardando la homogeneidad en cuanto a nivel de resolución o especialidad⁵⁰. Estos se concentran en las grandes ciudades como: Quito, Guayaquil, Cuenca, etc.

Los Rendimientos Variables a Escala, son definidos por CALL Y HOLAHAN (p. 188) “...surgen bajo el criterio de la especialización del trabajo y del capital que se manifiestan al aumentar el tamaño de la empresa... de esta manera en una empresa pequeña los insumos pueden ser generales, pero a medida que la empresa crece los insumos pasan a ser cada vez más especializados”, Es decir el incremento de los inputs puede ocasionar incrementos no proporcionales del producto, por lo tanto esto se refleja en el índice de ETP.

En el modelo anterior habíamos supuesto los rendimientos constantes de escala y la eliminación gratuita de inputs y outputs, con la ETP el supuesto de rendimientos constantes se elimina.

ALVAREZ (2001, p. 158) explica que la ETP “relaja el supuesto de rendimientos constantes de escala”, imponiendo su versión débil en el programa, buscando siempre

⁵⁰ Hospitales maternidades, hospitales pediátricos, hospitales generales, es decir dentro del grupo correspondiente y de tamaño diferente.

las combinaciones de unidades que produzcan al menos tanto de cada output, y utilicen una fracción de los inputs por la unidad que se evalúe, pero siempre buscando emplear la misma composición proporcional en el conjunto de inputs.

Una vez que se ha expuesto los aspectos conceptuales de la eficiencia, es necesario revisar el segundo aspecto clave de este estudio; la calidad, la misma referida al ámbito sanitario.

1.3. Calidad asistencial: Dimensiones de valoración

Uno de los problemas –de la calidad asistencial⁵¹- que señala NAVARRO (2003) es la dificultad⁵² en su valoración, esta dificultad proviene de la complejidad que ella encierra, la falta de consenso sobre el significado preciso del término y la falta de instrumentos de medida adecuados.

PASSOS (1997, p. 33) explica que “*el proceso de deducción de la calidad pasa por numerosos juicios de valor sobre los productos...en el caso del productor busca retener las buenas cualidades*”, el productor tiene una visión de la calidad y el consumidor otra. Según PASSOS (1997, 34) el consumidor “*es el juez de la calidad y no es posible evaluar la calidad, percibida por éste, a través de criterios técnicos de un producto. Es decir, eliminando la subjetividad del consumidor*”.

Aunque existen diferencias en su significado todos coinciden en destacar dos ideas claves: 1) La adecuación de las características intrínsecas del producto y; 2) la capacidad del producto para satisfacer las exigencias del consumidor.

Así es posible hablar de calidad del producto y de una calidad percibida. El **primer** concepto – calidad del producto – se considera de calidad si sus características intrínsecas se ajustan a los **requerimientos técnicos establecidos**. El **segundo** se refiere a la opinión de los usuarios y si ella predomina se refiere a la **calidad percibida**, de satisfacción al usuario.

Navarro cita a DONABEDIAN (1984, p. 19) propone que la valoración de la calidad asistencial debe hacerse desde tres dimensiones: 1) **Dimensión de estructura**: Una buena estructura aumenta las posibilidades de un buen proceso, por estructura se define al conjunto de características estables de la unidad de salud – estructura organizativa y dotación de recursos humanos y materiales -

³⁹ Para la OMS, calidad asistencial es “asegurar que cada paciente reciba el conjunto de servicios diagnósticos y terapéuticos más adecuados para conseguir una atención sanitaria óptima, teniendo en cuenta todos los factores y, los conocimientos del paciente y del servicio médico, y lograr el mejor resultado con el mínimo riesgo de efectos iatrogénicos y la máxima satisfacción del paciente con el proceso” (OMS, 1985).

⁵² Los criterios de calidad deben de ser realistas, válidos, medibles, aceptados por todos sin que se produzcan discrepancias, fiables, relevantes y pocos. Los criterios deben acompañarse de aclaraciones y de excepciones.

como organización productiva 2) **Dimensión de procesos**: Los procesos se definen como el conjunto de interacciones que vinculan a los profesionales y a los pacientes, dentro del cual lleva al profesional médico a hacer el diagnóstico y a recomendar y aplicar un tratamiento y; 3) **Dimensión de los resultados**: El resultado es el cambio producido en el estado de salud del paciente como consecuencia de la actuación sanitaria. La interacción de los tres elementos ha servido para formular de indicadores ponderados⁵³ que midan la calidad asistencial.

Los indicadores de calidad referidos a la componente científico-técnico están asesorados por la evidencia disponible sobre la mejor práctica y estos conocimientos deben obtenerse a partir de: 1) MBE: La medicina basada en evidencia, 2) GPC: Guías de práctica clínica y 3) ETS: Evaluación de tecnologías sanitarias.

En el **primer caso**; la medicina basada en la evidencia (MBE), entendida como la utilización consciente y juiciosa de la mejor evidencia proveniente de la investigación clínica para la toma de decisiones en el cuidado de cada paciente y es la garantía de una buena práctica clínica.

En el **segundo caso**; son unas directrices elaboradas para facilitar a los médicos, y a los pacientes, la toma de decisiones en situaciones clínicas específicas. El objetivo principal de ambas es disminuir la variabilidad de la atención sanitaria.

En el **tercer caso** (NAVARRO, p.7) se refiere a instrucciones sistemáticas para apoyar las decisiones de los médicos y los pacientes en cuanto al proceso más adecuado en determinadas condiciones.

En el Ecuador; en el ámbito de los servicios de salud no existen criterios definidos para medir la calidad asistencial, el sistema de información recoge indicadores como; tasa de mortalidad, tasa de infecciones nosocomiales, tasa de reingresos, tasa de cesáreas, estancia media, consultas subsecuentes, etc. que permiten realizar una aproximación a la calidad. Sin embargo no dejan de ser indicadores parciales.

⁵³ Mariola Pinillos, "La consideración de la calidad en los análisis de eficiencia, una aplicación a la atención primaria de salud", www.pre.gva.es/argos/docus/webbolsun/Sumarios/sumcast/revista_informacion_comercial_espanola804.htm. p. 81

En la primera parte de esta investigación se han tomado (Tabla 1.1) indicadores parciales para aproximarnos a una valoración de la calidad para el conjunto de 13 hospitales cantonales. Podrán apreciar, que en el análisis de conjunto hay una gestión que se calificaría de relativamente buena, esto es, sin someterla a la metodología DEA.

Esta forma de analizar la información es la que comúnmente se realiza, es decir; el análisis parcial para llegar a soluciones parciales:

TABLA No. 1.1

EVOLUCION ANUAL DE INDICADORES ESTANCIA MEDIA, % CESAREAS Y RENDIMIENTO QUIROFANO 1998-2002					
INDICADORES CALIDAD	AÑOS				
	1998	1999	2000	2001	2002
Estancia media	2,15	1,92	1,57	1,99	1,95
% Cesáreas	14,37%	12,70%	13,15%	17,35%	16,96%
% Rendimiento Quirófano	21,74%	25,87%	39,91%	41,19%	44,21%

FUENTE: SI. MSP Años 1998-2002

ELABORACIÓN: El autor

En la tabla 1.2. La Estancia Media (EM) presenta una variación acumulada negativa de 4.03% durante el periodo estudiado, NAVARRO (2003) interpreta como una disminución del tiempo de tratamiento en los pacientes cambiando el patrón a la atención ambulatoria, es decir, mucha de la patología pudo haberse tratado de manera ambulatoria.

El porcentaje de cesáreas presenta una variación acumulada positiva de 21.64%, la explicación que citan los directivos de los hospitales consultados es: a) embarazadas que nunca se controlaron en la unidad, llegan a última hora con partos complicados b) Los hospitales cantonales no están debidamente regionalizados, especialmente en cantones con población grande como: Daule, Balzar, Salitre y el Empalme cuyo corredor en la zona norte del Guayas es transitado por las pacientes buscando una “mejor atención”, saturando los hospitales que tienen “mayor prestigio”.

En todo caso el incremento del indicador permite traslucir que “*algo no anda bien*” y amerita una intervención por parte de los niveles centrales del MSP.

TABLA No. 1.2

VARIACIONES ANUALES DE INDICADORES ESTANCIA MEDIA, CESAREAS Y RENDIMIENTO QUIROFANO			
Años	EM	%CES	% RQ
1998	-	-	-
1999	-0,1048	-0,1160	0,1900
2000	-0,1826	0,0355	0,5430
2001	0,2641	0,3196	0,0319
2002	-0,0170	-0,0227	0,0733
% VAR ACUM	-4,03%	21,64%	83,83%

FUENTE: SI. MSP Años 1998-2002

ELABORACIÓN: El autor

El rendimiento del Quirófano⁵⁴ presenta una variación acumulada positiva de 83.83% durante el periodo. El incremento del uso del quirófano se debe a dos acciones por parte del MSP: a) La contratación de cirujanos y anestesistas bajo la modalidad de riesgo compartido, y b) La implementación y readecuación de quirófanos en estas unidades de salud.

El concepto de la calidad multidimensional de Donabedian se refleja en estos tres indicadores analizados, sobre todo la calidad desde la dimensión de la estructura, que sería la innovación tecnológica y provisión de recursos humanos.

La dimensión de la calidad vista desde los procesos, no es aplicable a los hospitales del MSP, porque no dispone de una Gestión de Procesos Asistenciales que acoja la mejor práctica clínica basada en la MBE – Medicina Basada en evidencia – .

La dimensión de la calidad desde los resultados está reflejada en la producción hospitalaria: Número de intervenciones quirúrgicas, total de consultas médicas y egresos hospitalarios, etc. La producción hospitalaria no necesariamente lleva implícito el valor agregado de la calidad.

Actualmente, el MSP –Ministerio de Salud Pública - ha entrado en un proceso de cambio al incluir en su agenda la gestión por procesos, política que se está ejecutando a nivel nacional vista a lograr la certificación de la calidad en el marco de la reforma de salud que se inicio en el país a partir de 1994⁵⁵.

⁵⁴ En el capítulo III se trata este tema aplicando la metodología DEA, y específicamente el rendimiento de quirófano es lo menos favorable para los hospitales cantonales, es decir si de esta manera evalúan los gestores de salud, entonces, no hay absolutamente nada que hacer, todo esta normal y no hay correctivos que realizar

⁵⁵ Desconcentración, autogestión de las unidades operativas