

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE LOS CENTROS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA DE LA CIUDAD DE MURCIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS

*Juan Gómez García**

*Fulgencio Buendía Moya**

*José Solana Ibáñez***

*Josefina García Lozano***

RESUMEN

Este trabajo es una aplicación de la metodología DEA (Análisis Envolvente de Datos) al estudio de la eficiencia de Centros de Educación Secundaria en Murcia. Se trata de una técnica de optimización no-paramétrica que realiza sus evaluaciones e inferencias directamente de los datos observados. Como W.W. Cooper reconoce (1999), ciertos sectores como Sanidad y sobre todo Educación (fuente de inspiración del trabajo de Charnes, Cooper y Rhodes (1978) que dio origen al DEA), se han resistido al resto de métodos existentes.

En el trabajo se calculan los ratios de eficiencia relativa de los diecisiete centros de Enseñanza Secundaria del Municipio de Murcia que en el Curso 98-99 presentaron alumnos a las pruebas de Acceso a la Universidad, detectando las causas de ineficiencia e indicando cómo deben variar sus recursos y sus productos para convertirse en totalmente eficientes. Se realizan finalmente análisis global y de sensibilidad de los resultados.

* Universidad de Murcia

** Universidad Católica de Murcia

ABSTRACT

This work is an application of the DEA methodology (Data Envelopment Analysis) to the study of the efficiency of Secondary Educational Institutions in Murcia. It consists of a non-parametric optimization technique which carries out its evaluations and inferences directly from the observed data. As W.W. Cooper states (1999), certain areas such as Health and mainly Education (source of inspiration for the work of Charnes, Cooper and Rhodes (1978) which gave rise to DEA), have defied the other existing methods.

In this work, we calculated the ratio of relative efficiency in the seventeen Secondary Educational Institutions in the municipality of Murcia, which entered students for the University Access tests in the academic year 98-99, by detecting the reasons for the inefficiency and pointing out how their resources and their results should be different in order to become completely efficient. Finally, a global analysis of the results and one of sensibility are accomplished.

I. INTRODUCCIÓN

En un contexto como el actual, la importancia creciente de la Educación dentro del gasto público español justifica el análisis de la eficiencia con que ese gasto está siendo asignado. Sin embargo, frente a la relativamente alta atención que se ha prestado al grado de eficiencia de los servicios educativos en la literatura económica y educativa anglosajona, en nuestro país es un campo que se está comenzando a desarrollar en la actualidad. Con respecto a centros de Enseñanza Secundaria disponemos de contadas experiencias de este tipo hasta el momento [Pedraja y Salinas (1996), con un estudio sobre los centros de E.S. del País Vasco; Mancebón Torrubia (1996), sobre los Institutos de la provincia de Zaragoza; y Muñiz Pérez (1998), sobre los del Principado de Asturias]. Esta escasez de estudios contrasta con la importancia que se da a la evaluación de centros educativos en la LOGSE [ver p.e. De Miguel (1997a)] y en el proyecto de Ley para su Reforma.

La teoría económica de la producción se concentra en la variación de cantidades homogéneas de output y esto no es fácilmente trasladable a su equivalente educativo. La educación es un servicio que transforma cantidades fijas de inputs en individuos de diferentes cualidades, con lo que una de las dificultades más importantes a la hora de abordar este tipo de análisis estriba en la identificación y cuantificación de los inputs y de los outputs. Y hasta ahora gran parte de los trabajos se han encaminado a determinar si la adopción de nuevos métodos de enseñanza influyen significativamente en la cantidad de output educativo obtenido [ver p.e. De Miguel (1995)].

A pesar de estas dificultades en los últimos años el tema de la evaluación de la eficiencia de los centros escolares, está despertando gran interés. Y esto se debe, funda-

mentalmente, a tres razones: el creciente interés por la mejora de la gestión de los centros públicos ante las fuertes presiones financieras sufridas por los gobiernos de todos los países desarrollados, el propósito dentro de la comunidad académica de emprender el estudio de un tema hasta la fecha no tomado en consideración y el desarrollo reciente de un conjunto de técnicas analíticas y matemáticas con las que medir la eficiencia.

La valoración de la gestión actual de los centros educativos y la identificación de los posibles focos de ineficiencia constituye una etapa previa a cualquier intento de mejora de la calidad de la enseñanza [ver p.e. De Miguel (1997b) o Gobantes (2001)], objetivo final de la presente reforma educativa que se está llevando a cabo en nuestro país. En este trabajo se pretende aplicar una de las técnicas desarrolladas en el terreno de la investigación operativa a la evaluación de la eficiencia de los centros provisoros de servicios educativos, concretamente de los Institutos de Enseñanza Secundaria de la ciudad de Murcia (se entiende centros públicos del municipio de Murcia), como instrumento de detección de las ineficiencias productivas y, por tanto, de mejora de su gestión educativa. El Análisis Envolvente de Datos (DEA) nos puede proporcionar una estimación de la eficiencia relativa de cada unidad (Instituto de E.S.) y la detección de los focos de las posibles ineficiencias, indicando las vías de acción que se podrían adoptar para hacer que una unidad fuera completamente eficiente y, además, información acerca de la influencia que cada uno de los inputs (en general, medidas de los recursos escolares y de factores externos mediambientales) y de los outputs (generalmente puntuaciones de pruebas estandarizadas) han tenido sobre la determinación de su eficiencia.

Interpretando los resultados que encontraremos para cada instituto evaluado, por la aplicación de este método podremos obtener conclusiones de actuación educativa de orden didáctico o metodológico. Por ejemplo, supongamos que el DEA considera un Instituto como ineficiente, con eficiencia relativa de un 63.32% y prescindamos ahora de la significación económica que se puede atribuir a esta ratio de eficiencia, es decir, de su interpretación para cada uno de los inputs (que podrían ser, p.e., el número de profesores por alumno y el gasto por alumno). Centrándonos en los outputs (pongámonos en el caso en que se han seleccionado como tales los resultados en la prueba de selectividad de cada una de las opciones de COU), supongamos que en todas las especialidades, excepto en la de Ciencias, la A, coincide el valor obtenido realmente con el que sería alcanzable en situación de eficiencia. El método DEA nos indicaría la cantidad en que debería aumentar la nota media de dicha opción aunque se redujeran los niveles de inputs a ciertas proporciones, que también se calculan. Es decir, institutos similares que son detectados eficientes están obteniendo en esa especialidad mejores calificaciones o se hacen cargo de mayor número de alumnos utilizando, además, menos recursos. Es posible también determinar la contribución de cada input y de cada output a la ratio de eficiencia del centro, de modo que si un instituto es considerado por DEA como eficiente, sabremos que no es posible reducir ninguno de los inputs sin influir negativamente en la nota media de alguna de las opciones. Por tanto, en los casos de ineficiencia, DEA detecta las causas, permitiendo actuar mediante correcciones incluso en los niveles de cada aula.

Por otra parte, se destaca que el DEA permite dar respuesta a dos de las dificultades inherentes al estudio de los servicios públicos, como son su habitual carácter multiproducto y la inexistencia de precios de mercado. Se desprende que esta técnica presenta un alto potencial en la medida de la eficiencia en aquellas áreas donde existe un alto número de productores susceptibles de comparación, como es el caso del sector educativo. De esta forma el DEA permite clasificar los diferentes centros educativos sometidos a evaluación en unidades eficientes e ineficientes y establecer un ranking de eficiencia a la vez que suministra amplia información sobre las utilizaciones y producciones óptimas de inputs y de outputs, respectivamente, que deberían haber realizado las unidades ineficientes si se hubieran comportado como las eficientes.

2. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) PARA EL TRATAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO

El análisis Envolvente de datos inicia su desarrollo en 1978, en un trabajo publicado por Charnes, Cooper y Rhodes, como formalización de las ideas expuestas en otro trabajo de Farrell publicado en 1957. Es una técnica no paramétrica de medida de la eficiencia, por lo que evita la imposición de una forma funcional determinada en la función de producción. Es suficiente con definir ciertas propiedades formales que debe satisfacer el conjunto de posibilidades de producción. Esta flexibilidad respecto a la estructura de la tecnología productiva es una ventaja importante para aquellos procesos cuya modelización a través de una forma funcional conocida entraña graves dificultades. Es el caso de la producción educativa, objeto de este trabajo. Por otro lado, la técnica de cálculo empleada es la programación matemática.

El objetivo del DEA consiste, como su propio nombre indica, en el cálculo de una envolvente que incluya todas las observaciones eficientes, así como las combinaciones lineales entre unidades eficientes, quedando el resto (aquellas que se consideran ineficientes) por debajo de la misma. Dicha envolvente se interpreta entonces como la tecnología frontera eficiente. Esta estructura es tomada como un límite *empírico* a las posibilidades de producción, de tal modo que la distancia de las unidades ineficientes a la envolvente proporciona una medida de la ineficiencia en la que incurren. Asimismo, permite optar entre una orientación minimizadora del input o maximizadora del output, según los modelos desarrollados en los últimos años, que podemos resumir en tres elecciones fundamentales:

Escala de los Beneficios

Trabajaremos con el supuesto de Beneficios Variables a Escala. Bajo este supuesto, la eficiencia relativa de una unidad se mide con relación a las restantes unidades que operan en una escala similar. Por contra, bajo Beneficios Constantes a Escala, la eficiencia se calcula respecto a todas las unidades, sea cual sea la escala a que operen.

Orientación Input/Output

Se trata de decidir si ponemos el énfasis en la reducción del input o en la expansión del output. La primera opción responde al criterio de «Minización del Input»: dado el nivel de outputs que produce una unidad, nos preguntaremos cuánto podría reducir el empleo de inputs. La segunda, al criterio de «Maximización del Output»: dado el nivel de inputs consumido por una unidad, nos preguntaremos cuánto podría aumentar la producción de outputs. Alternativamente cabe la posibilidad de una versión neutral, es decir, no orientada.

Ponderaciones.

Una última cuestión tiene que ver con la posibilidad de establecer ponderaciones para algún/os inputs y/o outputs. Esta opción nos permite tener la seguridad de que al menos cierta parte de la medida de eficiencia calculada para cada unidad ha tenido en cuenta, cuando menos las variables ponderadas (input/output).

En términos generales el DEA opera para cada unidad intentando optimizar su coeficiente de eficiencia. Para ello asigna a cada variable la ponderación que más favorece a la unidad bajo estudio. La posibilidad de establecer ponderaciones a priori permite decirle al análisis que para cierto input o output no puede trabajar con una ponderación inferior a la establecida. Esta práctica ha recibido diversas críticas en la literatura y el criterio global se podría resumir diciendo que su uso depende de cada caso concreto y, por supuesto, del analista, si bien, no conviene hacer un uso excesivo de estas ponderaciones (ponderar dos variables a lo sumo).

3. APLICACIÓN DEL DEA AL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS CENTROS PÚBLICOS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA DEL MUNICIPIO DE MURCIA

3.1. Descripción de las variables

Para la realización del trabajo se han considerado los institutos de Enseñanza Secundaria del municipio de Murcia que dispensaron en el curso 1998-1999 enseñanzas de COU o de 2º curso de Bachillerato Logse. Éste ha sido el último curso del que se ha podido disponer de datos sobre los resultados en las pruebas de Acceso a la Universidad y sobre los recursos de los Institutos. Obviamente, no ha sido posible disponer de medidas sobre factores exógenos medio-ambientales no controlables por los centros, o inputs no discrecionales, pues éstos se obtienen mediante encuestas a los propios alumnos, que ya salieron de los Centros educativos.

Para la selección de las variables a utilizar seguiremos las pautas marcadas en los trabajos más importantes relativos al análisis de la eficiencia en el sector educativo:

Outputs. Tomaremos como base las calificaciones obtenidas por los alumnos en las pruebas de acceso a la Universidad que se realizaron en Junio de 1999, en las distintas opciones de COU o modalidades de Bachillerato. Utilizando estas calificaciones frente a otras posibles, tratamos de homogeneizar los outputs de los distintos

centros, eliminando la posible variación entre los criterios de calificación aplicados en cada centro. Estos *outputs* que vamos a considerar como medida de la producción educativa se han tenido que reducir a tres debido a que en los Centros que han impartido COU nos encontramos con cuatro modalidades (es posible introducir cinco outputs), mientras que en los Centros que han impartido Bachillerato Logse sólo nos encontramos con dos modalidades, por lo que dispondríamos en éstos de tres outputs. Puesto que es necesario que en todas las unidades a analizar se consideren las mismas variables, nos vemos obligados a reducir a tres el número de output tomando, en los Centros con COU, equivalentes las opciones A y B (opción Ciencias) por una parte, y por otra las opciones C y D (opción Letras). Entonces, en los Centros de Bachillerato Logse tomaremos la modalidad Ciencias de la Naturaleza y de la Salud o la Científico-Tecnológica como opción Ciencias y la modalidad de Ciencias Sociales y Humanísticas como opción Letras. De ese modo tenemos para los outputs:

- Output 1.* Variable y_1 ó *AproMa*: Porcentaje de aprobados en las pruebas de Acceso respecto de los matriculados en COU (o 2º de Bachtó.) a principios del curso en cada centro de secundaria.
- Output 2.* Variable y_2 ó *Ciencias*: Nota media de la opción Ciencias.
- Output 3.* Variable y_3 ó *Letras*: Nota media de la opción Letras.

En cuanto a los inputs se ha podido disponer de los siguientes:

Inputs discrecionales.

- Input 1.* Variable x_1 ó *Gasto*: Gastos de funcionamiento del centro por alumno matriculado (excluidos los sueldos del personal).
- Input 2.* Variable x_2 ó *Plantilla*: Número de profesores del centro por alumno matriculado

Son estos *Inputs discrecionales* los únicos que se van a utilizar. Se tratará de un DEA en una sólo etapa sin recoger las influencias de los factores exógenos no controlables directamente por los gestores de las unidades productoras de servicios educativos.

3.2. La selección del modelo envolvente

Mancebón Torrubia (1996) llega a la conclusión, tras una larga argumentación con razones de tipo matemático reforzadas por las características del sector educativo, en el que el grado de control de los gestores de los centros sobre sus recursos es mínimo (ya que viene determinado por niveles superiores de la Administración en función de unos criterios establecidos), de que el modelo más adecuado del DEA a utilizar es el BCC (de Banker, Charnes y Cooper) de orientación *output* [ver Gómez, Solana y Buendía (2000)]. Este modelo va dirigido hacia la obtención de los mejores resultados a partir de los

recursos de que disponen los Centros, en vez de hacia la minimización de estos últimos, sobre los que se puede ejercer poco o ningún control.

La formulación matemática del modelo aplicado para medir la eficiencia de los diecisiete institutos de Enseñanza Secundaria del municipio de Murcia que presentaron alumnos a las pruebas de Acceso a la Universidad en el curso 98-99, con las variables seleccionadas en la sección 3.1 es la siguiente:

$$\text{Max}\theta_0$$

s.a.

$$\lambda_1 x_{11} + \lambda_2 x_{12} + \dots + \lambda_{17} x_{117} \leq x_{10}$$

$$\lambda_1 x_{21} + \lambda_2 x_{22} + \dots + \lambda_{17} x_{217} \leq x_{20}$$

$$\lambda_1 y_{11} + \lambda_2 y_{12} + \dots + \lambda_{17} y_{117} \geq \theta_0 y_{10}$$

$$\lambda_1 y_{21} + \lambda_2 y_{22} + \dots + \lambda_{17} y_{217} \geq \theta_0 y_{20}$$

$$\lambda_1 y_{31} + \lambda_2 y_{32} + \dots + \lambda_{17} y_{317} \geq \theta_0 y_{30}$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_{17} = 1$$

donde x_{ij} representa la cantidad del *input* 1 (gasto por alumno) utilizado por la unidad j ($j=1,2,\dots,17$); x_{2j} es la cantidad de *input* 2 (número de profesores por alumno) utilizado por la unidad j ($j=1,2,\dots,17$); y_{1j} es la cantidad del *output* 1 (proporción de aprobados en la prueba respecto del número de matriculados en el centro a principios de curso) obtenido por la unidad j ($j=1,2,\dots,17$); y_{2j} la cantidad de *output* 2 (nota media de la opción de Ciencias) obtenida por la unidad j ($j=1,2,\dots,17$); y_{3j} es cantidad de *output* 3 (nota media de la opción de Letras) obtenida por la unidad j ($j=1,2,\dots,17$); λ_j ($j=1,2,\dots,17$) las ponderaciones que se aplican para obtener las unidades ficticias con las que se comparan cada uno de los centros cuya eficiencia se trata de medir y $1/\theta_0$ representa el coeficiente de eficiencia relativa del centro que se está valorando, que se indica en cada ecuación por el subíndice 0 (entonces x_{i0} ($i=1,2$) y y_{j0} ($j=1,2,3$) representan las cantidades de *input* i y de *output* j , respectivamente, que son utilizadas por el centro que se está valorando. Hay que resolver, por tanto, un programa de maximización por cada una de los 17 centros o unidades a analizar.

La utilización de este modelo implica que los coeficientes de eficiencia obtenidos tomarán un valor igual o inferior a 1. Un coeficiente de valor unitario indicará que el instituto en cuestión obtiene la máxima producción posible a partir de los recursos de que dispone y de las condiciones bajo las que actúa y que, por tanto, es *eficiente*. Un coeficiente de eficiencia $1/\theta_0$ inferior a la unidad por su parte, será reflejo de que el instituto en cuestión podría incrementar su producción en una proporción (θ_0-1) sin alterar su nivel de recursos y con un alumnado de la misma calidad (esto último

si se hubieran podido introducir inputs no discrecionales). Por esta razón, un coeficiente inferior a la unidad indica *ineficiencia* técnica (nuestro programa informático, Frontier Analysis Profesional 2.0, lo expresará en coeficientes de eficiencia porcentuales, de modo que un coeficiente inferior a 100 denota *ineficiencia*). En definitiva, la medida de la eficiencia obtenida en la resolución del modelo anterior revela la cantidad máxima de output que el instituto podría alcanzar, sobre los que realmente obtiene, sin consumir recursos adicionales y en sus condiciones actuales, si se comportara de forma eficiente: la diferencia a 100 del coeficiente de eficiencia indica la pérdida potencial de outputs debida a la utilización no eficiente de los recursos disponibles.

4. DESARROLLO INFORMÁTICO DEL PROGRAMA DEA BCC, VERSIÓN D2 (maximización del output con rendimientos variables a escala)

En las páginas siguientes calculamos los coeficientes de eficiencia de los diecisiete Institutos de Enseñanza Secundaria del Municipio de Murcia que en el curso académico 99-2000 dispensaron enseñanzas de COU o de 2º de bachillerato Logse. Una vez construida la tabla *inputs-outputs* de los diecisiete centros a partir de la información disponible sobre ellos, hemos desarrollado el programa de optimización diseñado en el apartado anterior mediante una aplicación informática que contempla todas las características del problema. Después de que el programa informático recoge en una tabla los coeficientes de eficiencia de cada uno de los institutos y los ordena de mayor a menor, señalando los centros totalmente eficientes (que son ocho) y los que incurrir en algún grado de ineficiencia, se ilustran los resultados con representaciones gráficas explicativas. Elegimos luego el primer centro que no aparece como totalmente eficiente en la tabla-ranking de eficiencia, la unidad 13, e interpretamos para éste las causas de ineficiencia relativa, indicando en qué proporción deberían variar cada uno de sus inputs y cada uno de sus outputs para que se convirtiera en eficiente. Asimismo, comparamos sus resultados con los eficientes que constituyen su *conjunto de referencia*, precisando qué cantidad de cada input utiliza sobre los eficientes y cuanto menos de cada output obtiene que cada eficiente, todo en términos porcentuales. Cada apartado del análisis se recoge en tablas y gráficos. Para los demás centros considerados ineficientes por el DEA, este análisis se reduce, porque la extensión máxima posible del artículo lo impone, a la tabla de mejoras potenciales, interpretándola como en el instituto que se presenta como ejemplo de referencia

Por último, se llevará a cabo un análisis global, es decir, teniendo en cuenta todas las unidades en conjunto y un análisis de sensibilidad, que compara los resultados con los obtenidos utilizando otro modelo. Con el riesgo que conlleva sintetizar la información, el análisis colectivo nos proveerá de una visión de conjunto de la situación.

Los Inputs y Outputs de los 17 Centros considerados para el Análisis de Eficiencia propuesto son los siguientes:

TABLA 4.1
CENTROS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE MURCIA. TABLA DE INPUTS
Y OUTPUTS

Código del Centro	INPUTS		OUTPUTS		
	Gasto	Plantilla	AproMa	Ciencias	Letras
1	18.497,99	0,086	27,20	5,06	5,16
2	13.385,64	0,076	28,57	5,23	5,15
3	14.595,12	0,066	43,31	5,19	5,01
4	12.871,71	0,076	35,90	5,33	5,06
5	15.881,05	0,064	38,73	5,07	5,32
6	15.691,56	0,078	32,80	4,98	5,27
7	19.515,74	0,069	50,81	5,66	5,56
8	17.443,65	0,089	28,69	5,14	5,62
9	14.877,55	0,081	47,66	5,39	5,06
10	13.102,61	0,071	64,43	5,53	5,15
11	61.317,69	0,086	7,84	5,20	3,55
12	54.225,26	0,079	17,69	5,76	5,11
13	14.422,56	0,086	33,33	5,54	5,09
14	31.153,67	0,085	19,24	3,25	5,17
15	33.643,83	0,084	14,47	5,11	6,48
16	15.430,63	0,077	52,73	5,23	5,02
17	67.997,49	0,085	15,27	3,56	5,16

A partir de la información de la tabla anterior el primer resultado que ofrece el programa son los coeficientes de eficiencia:

TABLA 4.2
COEFICIENTES DE EFICIENCIA. MODELO BCC-OUTPUT

Eficientes		No Eficientes	
IES-3	100	IES-13	99,58
IES-4	100	IES-2	99,49
IES-5	100	IES-6	97,49
IES-7	100	IES-9	96,74
IES-8	100	IES-16	94,37
IES-10	100	IES-1	92,61
IES-12	100	IES-11	90,21
IES-15	100	IES-14	82,58
		IES-17	80,95

Como vemos en el gráfico 4.1 las unidades relativamente eficientes (8 institutos) alcanzan un valor del 100%; las ineficientes (9 institutos), por debajo del 100%. Los coeficientes de eficiencia relativa deben interpretarse teniendo en cuenta las condiciones del análisis. Por ejemplo, el IES-11 tiene un coeficiente de 90,21%, lo que significa que sólo es un 91,20% tan eficiente como los mejores institutos de la muestra analizada. Así pues, los coeficientes variarán en función de los institutos, inputs y outputs considerados en el análisis.

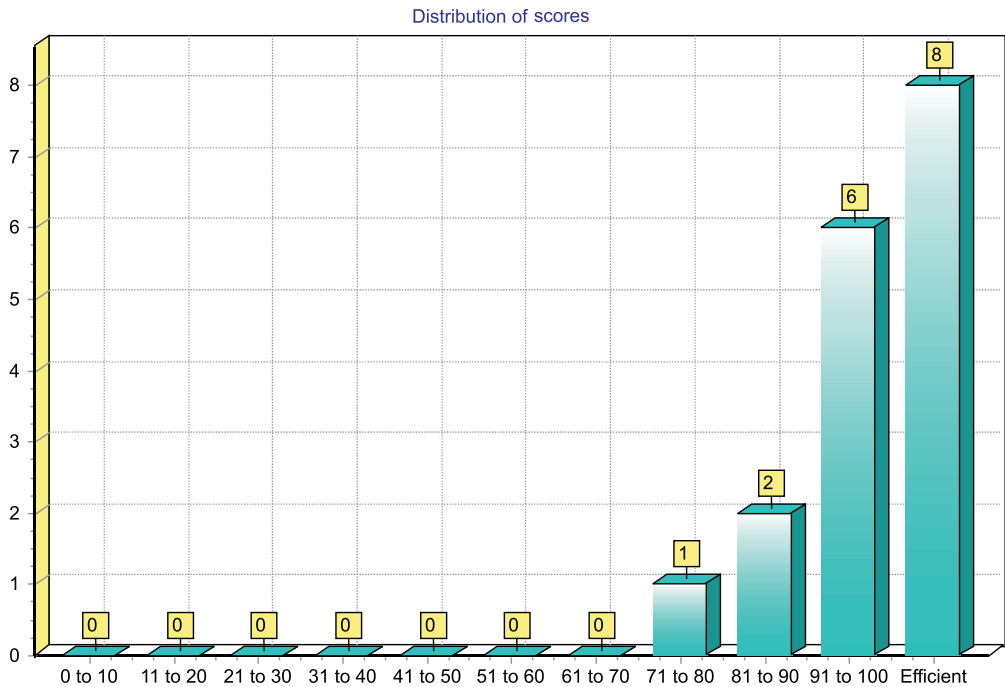


Gráfico 4.1
Distribución de los coeficientes de eficiencia.

La siguiente fase del análisis consiste en profundizar en lo acaecido con las unidades ineficientes, con objeto de hallar respuesta a preguntas tan importantes como ¿qué pautas de actuación debería seguir una unidad ineficiente para alcanzar la eficiencia? La opción «Details» permite un estudio pormenorizado de todas las unidades.

4.1. Análisis Individual: El Instituto 13

Unit: 13		Efficiency: 99,6%		
Potential Improvements	Reference Comparison	Reference Contributions	Input/Output contributions	
Show as Graph	Input / Output	Actual	Target	Potential Improvement
Show as Table	Gasto	14422,56	14422,56	0
Colour Key	Plantilla	0,09	0,07	-10,32
Controlled input	AproMa	33,33	61,63	94,9
Uncontrolled input	Ciencias	5,54	5,56	0,42
Output	Letras	5,09	5,24	2,77

La parte superior de la ventana nos recuerda el instituto analizado (13) y, a la derecha, su coeficiente de eficiencia relativa (99,58%).

A continuación, su análisis tiene lugar en un total de cuatro pasos:

- Mejoras Potenciales.
- Análisis del Conjunto de Referencia.
- Contribuciones de Referencia.
- Contribuciones Input/Output.

El cuadro anterior se refiere a la primera:

«*Potential Improvements*»:

El análisis indica cuánto y en qué áreas debe mejorar una unidad ineficiente para llegar a la eficiencia.

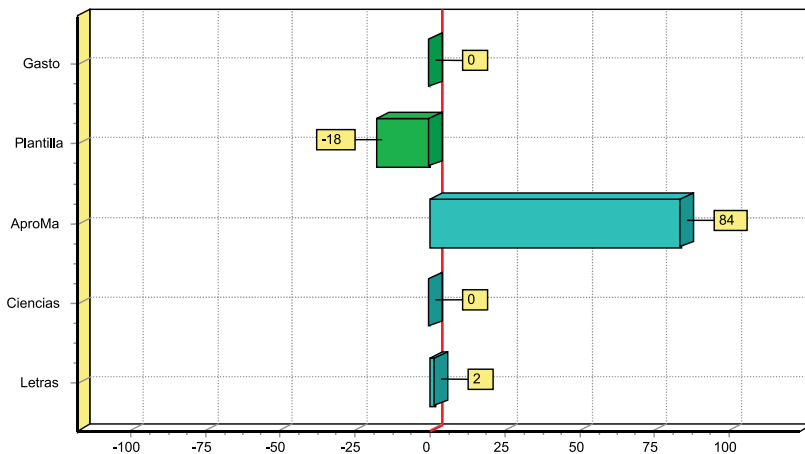


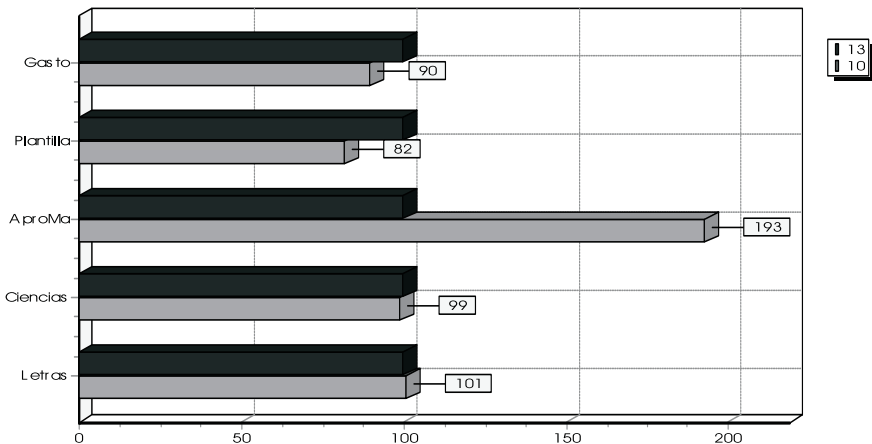
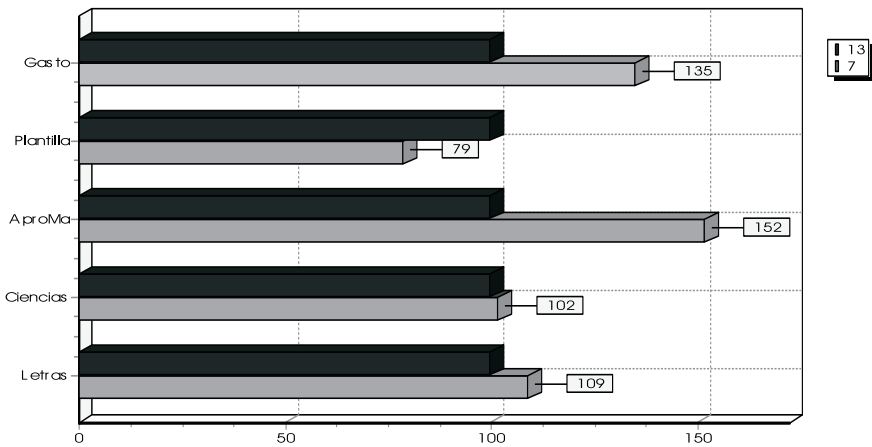
Gráfico 4.2
Mejoras potenciales del instituto 13.

En el eje de ordenadas se muestran los inputs y outputs, y en el de abscisas la mejora potencial en porcentaje para cada input y output que necesita la unidad en cuestión para lograr la eficiencia.

«Reference Comparison»:

El Conjunto de Referencia de una unidad es el grupo de unidades eficientes más directamente relacionadas con dicha unidad en cuanto al cálculo de su coeficiente de eficiencia.

El Conjunto de Referencia del instituto 13 está compuesto por los institutos eficientes 7 y 10. La comparación se establece de modo gráfico según vemos a continuación:



Gráficos 4.3 y 4.4

Comparación con los institutos eficientes 7 y 10, respectivamente.

Los valores de los inputs y outputs de los institutos de Conjunto de Referencia, se muestran como porcentaje de los valores del IES-13.

De la comparación del IES-13 con el IES-7 no se obtienen resultados concluyentes, ya que observamos que el mayor uso del input gasto (un 35% más) y menor del input plantilla (un 21% menos) por parte de la unidad eficiente 7 tiene su reflejo en el output de aprobados (produce un 52% más que la unidad bajo análisis). En los otros outputs se obtienen resultados similares.

La comparación con el IES-10 es mucho más impactante. Con un menor empleo de ambos input (10% en gasto y 18% en plantilla) la unidad eficiente 10 es capaz de generar una producción en el output de aprobados que supera a la del IES-13 en un 93%.

«Reference Contributions».

Representa un gráfico en el que aparecen todas las unidades del conjunto de referencia, así como la contribución de cada una en términos porcentuales. La principal utilidad de esta opción es que permite depurar la información aportada por la opción anterior (Reference Comparison). El gráfico para la unidad 13 es el 4.5 siguiente:

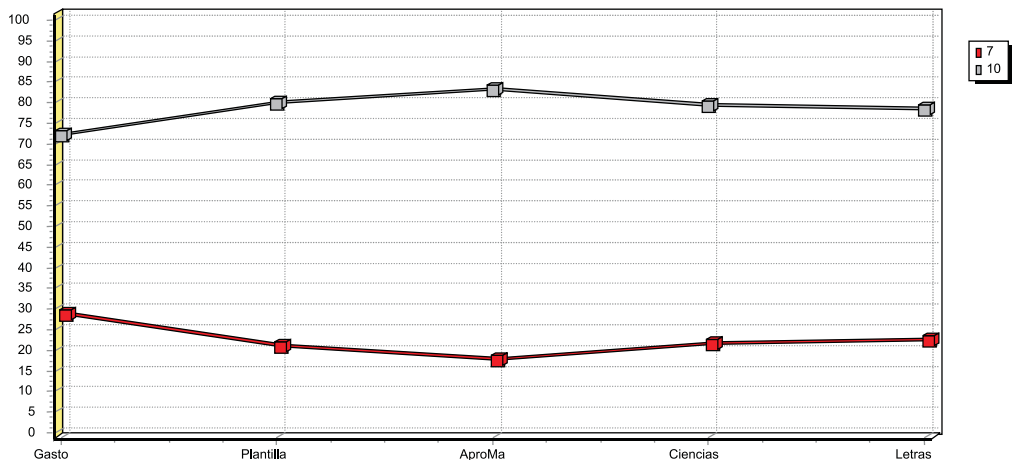


Gráfico 4.5

Porcentaje de contribución de las unidades del conjunto de Referencia de la unidad 13.

La conclusión que se extrae del gráfico es muy rotunda: la unidad ineficiente 13 tiene como Conjunto de Referencia dos institutos: 7 y 10. De ellos, el que más peso tiene es el 10 (con un peso medio de 78,44%), seguido del 7 (con un 21,56%).

«*Input/Output Contributions*».

Esta opción muestra información sobre el peso relativo de cada uno de los inputs y outputs. Permite saber, por tanto, qué inputs y outputs se han empleado en el cálculo de la eficiencia, y cuáles, en su caso, han resultado irrelevantes.

En el caso del instituto 13 el gráfico es el siguiente:

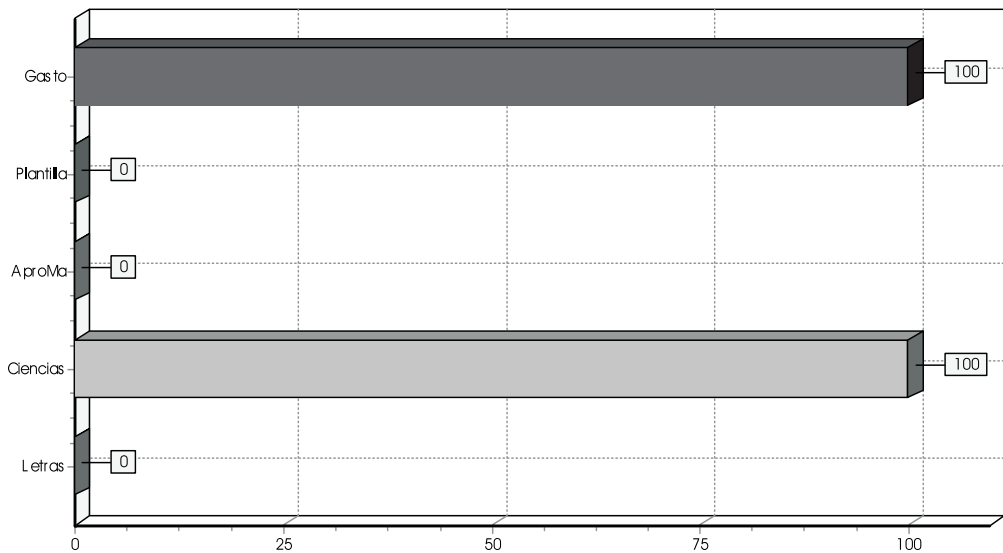
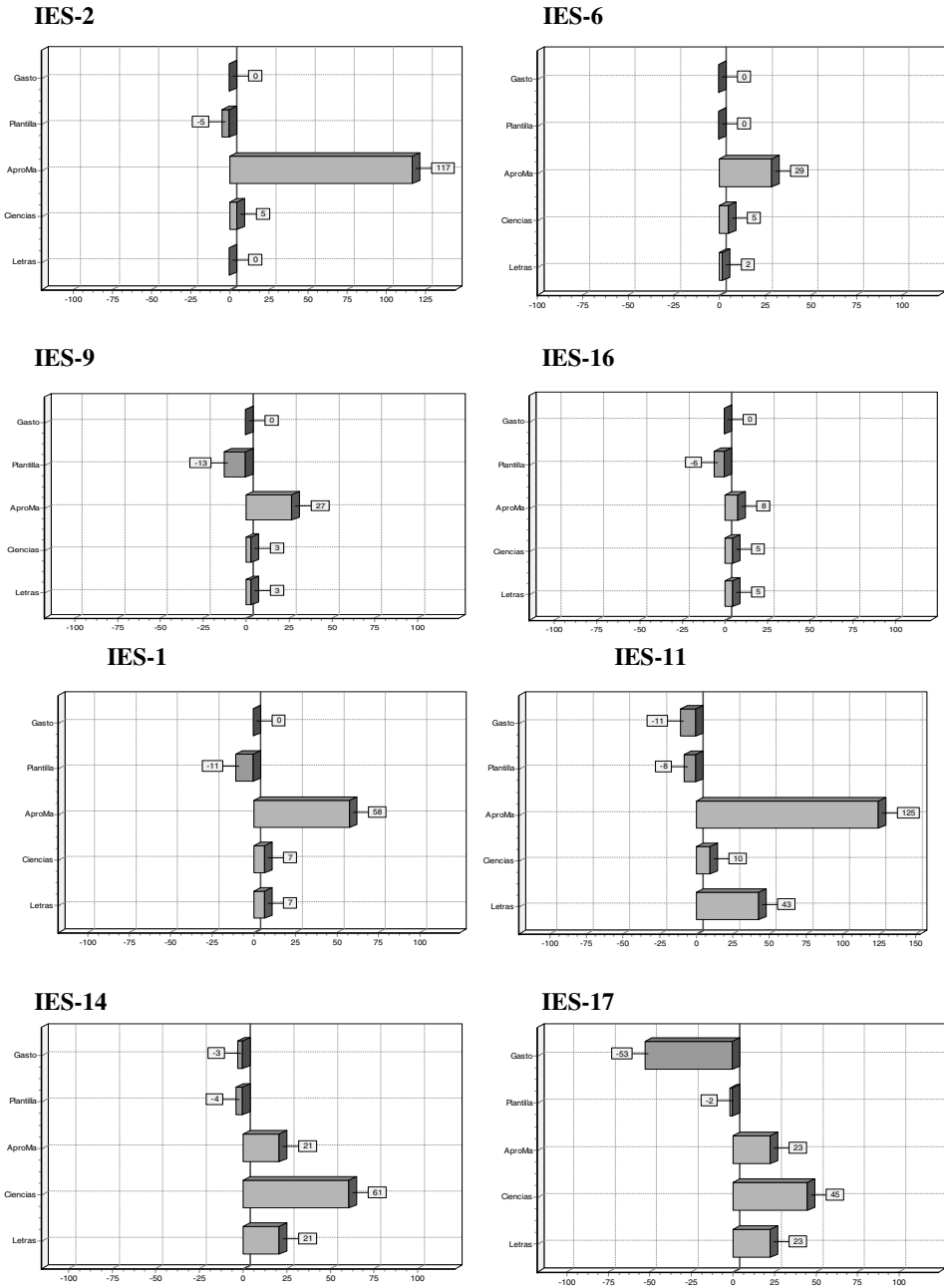


Gráfico 4.6

Contribuciones de los inputs y outputs al coeficiente de eficiencia del instituto 13.

4.2. Análisis Individual: resumen resto unidades ineficientes



Gráficos 4.7

Mejoras potenciales de los institutos ineficientes para conseguir la eficiencia.

4.3. Análisis Colectivo

El análisis colectivo de los institutos incluidos en el análisis comienza con una representación gráfica que muestra las mejoras potenciales para cada input y output considerando todos los institutos de manera global.

A pesar del riesgo que conlleva todo proceso de reducción de información, el gráfico se muestra útil a la hora de saber qué variables merecen un tratamiento más detallado. En nuestro caso, la variable de AproMa se revela como la principal tarea pendiente a resolver. Puede establecerse la siguiente conclusión:

La mejora de la eficiencia global pasa principalmente por el incremento del número de aprobados en selectividad respecto del total de matriculados en el curso COU o segundo de Bachillerato, AproMa.

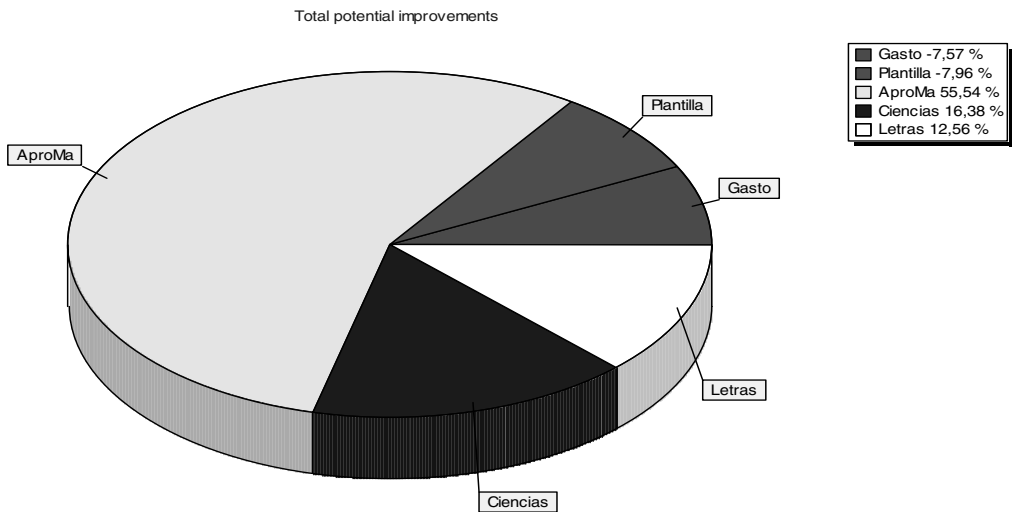


Gráfico 4.8

Mejoras potenciales globales en el conjunto de las unidades evaluadas.

Otro aspecto interesante dentro del análisis colectivo consiste en estudiar el número de veces que una determinada unidad eficiente ha formado parte del conjunto de referencia de las unidades ineficientes.

En nuestro caso, entre los 17 institutos analizados existe un claro líder global. Se trata del instituto 10, que aparece en el conjunto de referencia de 8 institutos.

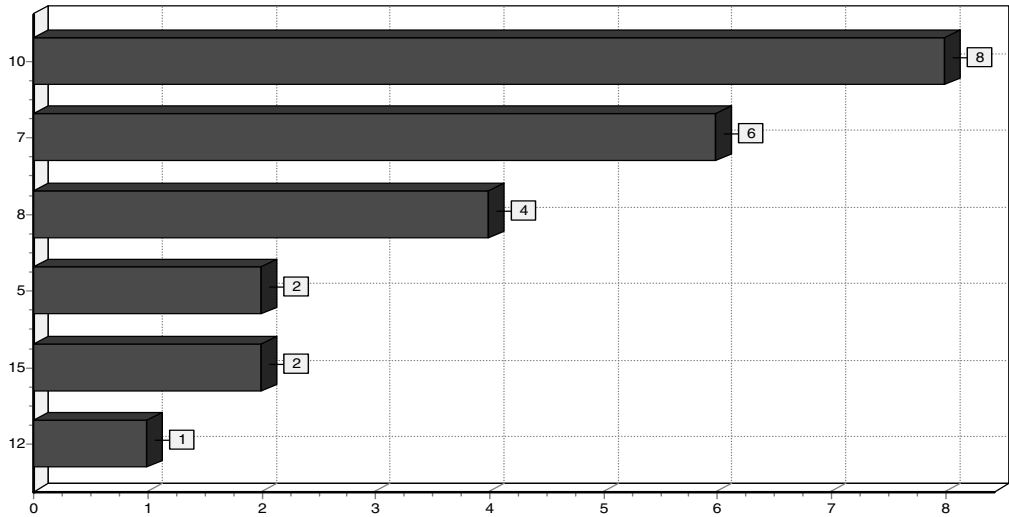


Gráfico 4.9

Participación de cada centro eficiente en los Conjuntos de Referencia de los ineficientes.

Un último aspecto de interés es el estudio del alcance de la eficiencia de los institutos con relación a los inputs y outputs. Es decir, vamos a estudiar la correlación entre la cantidad que un instituto emplea o produce de un determinado input o output y el nivel de eficiencia alcanzado.

En nuestro análisis, destaca por encima de los demás el output Ciencias, con una correlación de 0,87:

El resto de variables tienen las siguientes correlaciones:

Gasto:-0,60, Plantilla:-0,45, AproMa:+0,46, Letras:+0,32

4.4. Análisis de Resultados

Conviene comparar los resultados obtenidos de la especificación planteada mediante otros análisis alternativos que empleen diferentes unidades de producción, diferentes inputs y/o outputs e incluso diferentes modelos. Este planteamiento recibe en la literatura el nombre de Análisis de Sensibilidad.

4.4.1. Modelo Revisado I: el Modelo CCR-Output

Sobre el modelo inicial planteamos ahora una versión alternativa: Modelo CCR de orientación output. La única modificación consiste, por tanto, en suponer beneficios constantes a escala.

TABLA 4.3
COEFICIENTES DE EFICIENCIA. MODELO CCR-OUTPUT

Eficientes		No Eficientes	
IES-5	100	IES-4	99,97
IES-7	100	IES-3	99,1
IES-10	100	IES-2	97,96
		IES-15	91,57
		IES-13	90,9
		IES-6	89,63
		IES-12	88,17
		IES-9	86,58
		IES-16	86,33
		IES-8	84,72
		IES-1	76,76
		IES-11	73,08
		IES-14	72,87
		IES-17	72,7

La situación ahora es muy distinta. Tan sólo tres institutos muestran un comportamiento eficiente. El resto, es decir, 14 centros, obtienen coeficientes por debajo del 100%:

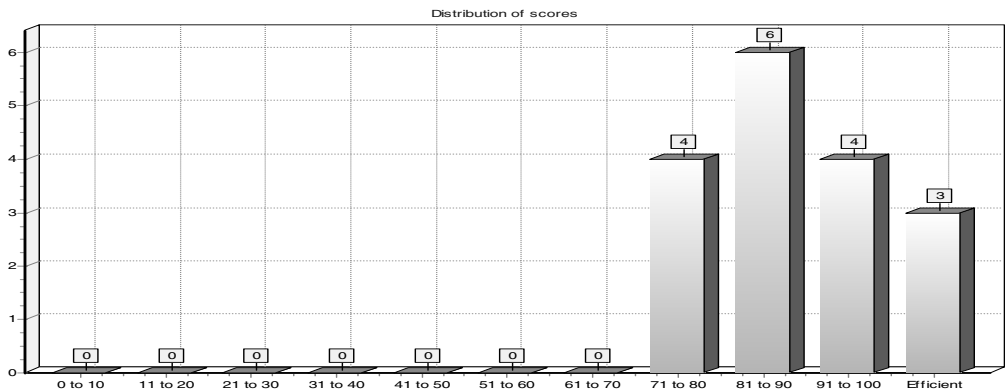


Gráfico 4.10
Distribución de los coeficientes de eficiencia según el modelo revisado CCR-Outputs.

El análisis colectivo refuerza aún más la conclusión extraída en el modelo anterior:

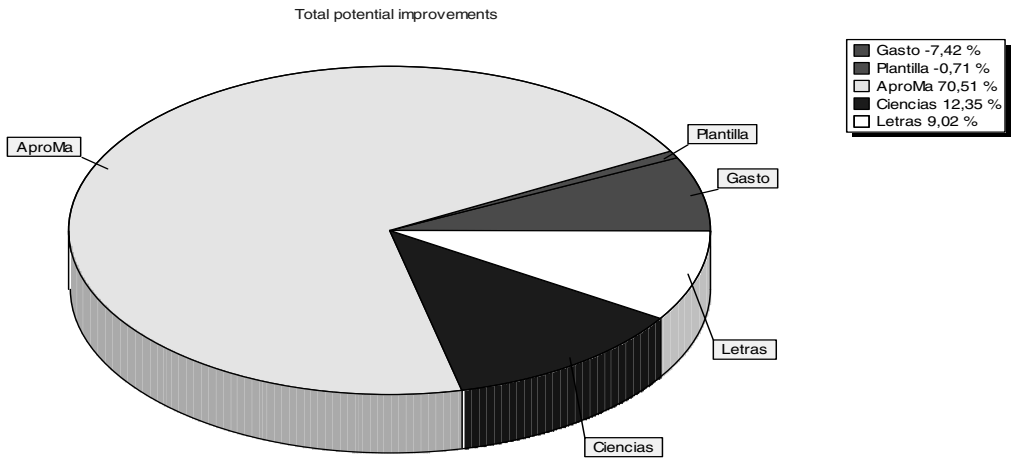


Gráfico 4.11

Mejoras potenciales globales según el modelo revisado CCR-Outputs.

En cuanto al liderazgo, el IES-10 se mantiene líder también en este modelo, pero ahora de forma menos destacada.

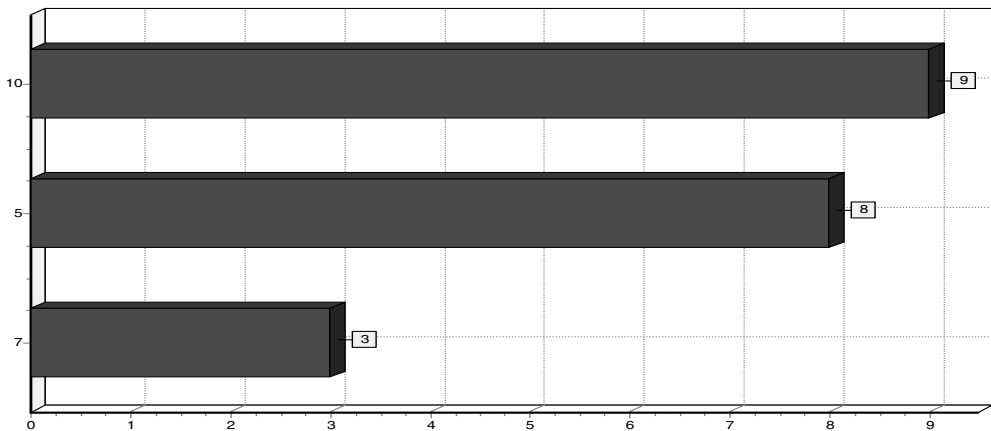


Gráfico 4.12

Participaciones de los centros eficientes en los Conjuntos de Referencia de los ineficientes según el modelo revisado.

5. CONCLUSIONES

La metodología DEA se muestra con una gran potencialidad tanto en orden a la consideración de las distintas orientaciones (maximización del output, minimización del input y mixtas) como en orden a la interpretación de los resultados, ya que detecta las mejoras necesarias en cada unidad para convertirla en eficiente y asigna a cada centro el Conjunto de Referencia de eficientes. Así mismo, nos ha permitido establecer el peso de cada uno de los inputs y outputs considerados en el coeficiente de eficiencia de cada centro y un análisis colectivo en el que nos detecta que la mejora de la eficiencia global precisa, sobre todo, un incremento del valor de la variable AproMa.

Por otra parte, el análisis de sensibilidad nos ha mostrado una variación sustancial de los grupos de centros eficientes y no eficientes al cambiar la escala de beneficios del modelo, por lo que estimamos que la elección de esta escala y en general del modelo adoptado es fundamental para la interpretación de los resultados.

REFERENCIAS

- Charnes, A., Cooper, W.W. y Rhodes, E. (1978). «Measuring the efficiency of decision making units», *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Cooper, W.W. y Tone, K. (1999). «Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation», *European Journal of Operational Research* 99, 72-88.
- De Miguel, M. (1995). «La calidad de la educación y las variables de proceso y de producto». Donosita, Euskoo Ikaskuntza, *Cuadernos de Educación* 8, 29-51.
- De Miguel, M. (1997a). «La evaluación de centros escolares». *Actas de las VII Jornadas sobre la LOGSE*. Granada, Facultad de C. De la Educación.
- De Miguel, M. (1997b). «La evaluación de centros educativos. Una aproximación a un enfoque sistémico». *Revista de Investigación Educativa*, 15, nº 2, 145-178.
- Gobantes, J.M. (2001). «Evaluación para la mejora de la calidad educativa. Planteamiento y estudio de la metodología de un caso». *Revista de Investigación Educativa*, 19, 1, 83-104.
- Gómez, Solana y Buendía (2000). «Metodología Dea en el sector educativo: aplicación a los Centros de Educación Secundaria en Murcia». *IX Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación*. Jaén, Septre de 2000.
- Farrel, M.J. (1957). «The measurement of efficiency productive». *Journal of The Royal Statistical Society*, serie A. vol.120.
- Mancebón Torrubia, M.J. (1996). «La evaluación de la eficiencia en los centros educativos públicos». *Tesis Doctoral*. Universidad de Zaragoza.
- Mancebón Torrubia, M. J. (1996). «Potencialidades de las técnicas no paramétricas como método de mejora de la gestión de los centros escolares públicos. Un ejercicio de aplicación». *Economía de la Educación. Temas de Estudio e Investigación. Colección Estudios y Documentos*, 22, 179-192. Vitoria. Servicio General de Publicaciones del Gobierno Vasco.

- Muñiz Pérez, M.A. (1998): «Efecto de las variables medioambientales sobre la producción educativa: dos análisis DEA». VII Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación. Valencia.
- Pedraja, F y Salinas, J (1996). «Evaluación del gasto público en educación secundaria: una aplicación a los centros del País Vasco». *Economía de la Educación. Temas de Estudio e Investigación. Colección Estudios y Documentos*, 22, 167-178. Vitoria. Servicio General de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Fecha de recepción: 16 de junio de 2001.

Fecha de aceptación: 16 de septiembre de 2002.