

ENCUENTRO DE ECONOMÍA PÚBLICA

Universidad de Oviedo

4 y 5 de febrero de 1998

COMUNICACIÓN

**EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS COMO TÉCNICA DE
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS UNIVERSIDADES: UNA
APLICACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA.**

David TRILLO del POZO

(Universidad Rey Juan Carlos)

e-mail: trillo@correo.crc.ucm.es

davidnuria@eims.net

En los últimos años se han producido diferentes aplicaciones del análisis envolvente de datos (DEA) para evaluar la eficiencia de las universidades. En la mayoría de los estudios, fundamentalmente de Estados Unidos y el Reino Unido, se han valorado las actuaciones de docencia e investigación de las diferentes áreas y departamentos integrados en las universidades. En España, se han producido algunas aplicaciones del modelo DEA para clasificar a nivel nacional la eficiencia de los Departamentos de Contabilidad o para comparar los resultados de eficiencia del conjunto de los Departamentos o Áreas de Conocimiento de la Universidad de Cádiz, Málaga y Oviedo.

Uno de los principales inconvenientes que plantea esta aplicación es la selección de las variables utilizadas como input y output relativas a la docencia y a la investigación. Además, aunque se han desarrollado algunos test que permiten valorar la robustez del modelo¹, se plantean problemas adicionales de contraste de los resultados. La comunicación pretende reflexionar sobre estos dos aspectos. En una primera parte, se resumirán las principales variables relativas a la docencia y a la investigación utilizadas en la literatura del modelo. En segundo lugar, se pretende introducir una justificación de las variables más apropiadas para el caso de las universidades españolas. En último lugar, tomando como base los Departamentos de la Universidad Politécnica de Cataluña se ilustrarán los problemas de selección de variables y la utilidad de introducir una modificación iterativa de las variables del modelo para robustecer las conclusiones de eficiencia. Con objeto de introducir algún método adicional de contraste de los resultados, se compararán los resultados del modelo con las mejores unidades que se deduzcan del tradicional análisis de los indicadores de productividad y de utilización de los recursos.

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DEA:

Para el desarrollo teórico del modelo se considerará la eficiencia orientada al input, es decir, como pueden conseguir similares resultados entre unidades reduciendo el consumo de recursos. Esta orientación se aplicará para el caso de los Departamentos universitarios, donde entre los output se incluyen los estudiantes o la carga docente del

¹ Véase Sengupta (1990)

Departamento, que son variables cuyo control no está directamente en manos de los responsables de la gestión.

La técnica DEA tiene como principal virtud que construye una frontera de unidades eficientes con las unidades de la muestra o de combinaciones lineales de la misma y a partir de ella evalúa la ineficiencia relativa del resto de unidades que utilizan la misma tecnología de producción. Con este método se evita tener que elegir a priori la forma de la función de producción o de costes óptima.

El programa lineal que se resuelve² para el supuesto de rendimientos constantes de escala (CCR) es el siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta_0, \\ & \text{s.a.} \\ & \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - X_{io} \theta_0 \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$

con restricciones $\theta_0, \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$

² Para la solución del modelo se utiliza la programación lineal. Sin embargo, el modelo original de Farrell (1957) y fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) (modelo CCR) se formula utilizando un modelo fraccional que se deduce del dual del programa lineal: se maximiza una suma ponderada de output dividida por una suma ponderada de inputs.

De donde se deduce la forma fraccional,

$$\begin{aligned} \text{Max } \theta_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{ro}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{io}} \\ & \text{s.a.} \\ & \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1 \end{aligned}$$

U_r = ponderaciones relativas al output
 V_r = ponderaciones relativas al input

Donde X_{ij} e Y_{rj} son, respectivamente, los inputs y los outputs de las unidades del grupo de comparación, X_{io} e Y_{ro} son las variables input y output de la unidad analizada, θ_0 la fracción de inputs a minimizar y λ_j las ponderaciones que determinan las combinaciones lineales de inputs y outputs de las unidades hipotéticas de comparación³.

El modelo parte de dos restricciones que definen la frontera de observaciones, las unidades que sirven de referencia para analizar la eficiencia de una unidad tienen que obtener al menos el mismo nivel de output que ésta (segunda restricción) y consumir una fracción menos de los inputs de la unidad analizada $i = 1, 2, \dots, m$ ⁴. Las unidades eficientes obtienen un valor θ_0 ⁵ igual a uno y las ineficientes entre 0 y 1 (en porcentaje entre 0-100%).

2. VARIABLES UTILIZADAS EN LOS MODELOS DEA APLICADOS A LA UNIVERSIDAD:

Una de las principales desventajas de esta técnica consiste en que la inclusión de una variable u otra puede modificar sustancialmente los resultados de eficiencia, por lo que es fundamental reflexionar sobre las variables que mejor definen el comportamiento de las unidades de decisión. Las funciones de las universidades que pueden ser objeto de evaluación son las actividades docentes, la investigación y los servicios generales. En el caso de los Departamentos se incluirán en el estudio únicamente las dos primeras, porque estas unidades no tienen atribuidas competencias para la gestión de los servicios comunes como los comedores, deportes o extensión universitaria

En el cuadro siguiente resume las principales aplicaciones del modelo envolvente de datos al ámbito de la educación superior:

³ El modelo puede expresarse con restricciones de igualdad sumando una variable de holgura s_i en la restricción del input y restando otra s_r en la restricción de los output.

⁴ La formulación del modelo con restricciones de igualdad implica la introducción de variables de holgura que después pueden ser interpretadas económicamente como unidades con $\theta_0 = 1$ que pueden disminuir alguna dimensión de sus inputs. Una unidad totalmente eficiente debe tener todas sus variables de holgura nulas.

⁵ La unidad de referencia es ella misma si las variables de holgura son cero. con lo que se cumple que

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j = \theta_0 X_{io}$$

AUTORES	UNIDADES
TOMKINS Y GREEN (1988)	DEPARTAMENTOS DE CONTABILIDAD
PINA Y TORRES (1995)	
BEASLEY (1990)	DEPARTAMENTOS DE FÍSICA Y QUÍMICA
JOHNES (1992)	DEPARTAMENTOS DE ECONOMÍA
SINUANY-STERN Y OTROS (1994)	UNIVERSIDAD DE BEN-GURION
GARCÍA VALDERRAMA (1997)	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
CABALLERO, R. Y OTROS AUTORES (1997)	ÁREAS DOCENTES DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
GONZÁLEZ, M. C., LAFUENTE, E. Y MATO, J. (1998)	DEPARTAMENTOS DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO
AHN, T. Y OTROS (1989)	UNIVERSIDADES NORTEAMERICANAS
ATHANASSOPOULOS Y SHALE (1997)	UNIVERSIDADES REINO UNIDO

En lo que concierne a los inputs, en la mayor parte de los trabajos se incluyen como variables alternativas de docencia, los salarios del personal académico y las unidades docentes a tiempo completo o diferenciando entre personal a tiempo completo o parcial. Adicionalmente, se recogen los gastos de mantenimiento del servicio de docencia e investigación, las ayudas a la investigación y las infraestructuras utilizadas por las unidades gestoras. En el estudio de Athanassopoulos y Shale (1997), como se evalúa fundamentalmente la actividad docente, se utilizan como inputs el nivel de estudios preuniversitarios y los estudiantes a tiempo completo.

Los output docentes más utilizados son el número de alumnos de licenciatura y doctorado, la carga docente del Departamento y los investigadores, el número de publicaciones (revistas, comunicaciones, libros y capítulos de libro) e ingresos externos procedentes de contratos de investigación. En el estudio de Athanassopoulos y Shale y en el de Caballero, R. Y otros autores (1997), se incluye además el número de graduados del departamento en un periodo normal de estudios.

3. UNA APLICACIÓN DEL MODELO DEA A LOS DEPARTAMENTOS DE LA UPC:

En este apartado se plantea un modelo envolvente de datos a partir de los datos de los 38 Departamentos⁶ de la Universidad Politécnica de Cataluña para el curso 92-93⁷.

⁶ Departamentos: 1. Arquitectura de Computadors, 2. Ciències dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica, 3. Composició Arquitectònica, 4. Construccions Arquitectòniques, 5. Construccions Arquitectòniques II, 6. Enginyeria de la Construcció, 7. Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial, 8. Enginyeria del Terreny, Minera i Cartogràfica, 9. Enginyeria Elèctrica, 10. Enginyeria Electrònica, 11. Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental, 12. Enginyeria Mecànica, 13. Enginyeria Química, 14. Enginyeria Tèxtil i Paperera, 15. Estadística i Investigació Operativa, 16. Estructures a l'Arquitectura, 17. Expressió Gràfica a l'Enginyeria, 18. Expressió Gràfica Arquitectònica I, 19. Expressió Gràfica Arquitectònica II, 20. Física Aplicada, 21. Física i Enginyeria Nuclear 22. Infraestructura del Transport i del Territori, 23. Llenguatges i Sistemes Informàtics, 24. Màquines i Motors Tèrmics, 25. Matemàtica

Las variables pretenden recoger una muestra básica de los modelos resumidos en el apartado anterior, con especial atención a las aplicaciones españolas y especialmente la de Valderrama (1996) que es la que más modelos especifica.

INPUTS:

1. PDUTC: PERSONAL DOCENTE A TIEMPO COMPLETO (Considerando 1 PROF. TP 0,5TC).
Existen otras alternativas que sirven igualmente como input docente. La posibilidad de separar entre personal a tiempo completo y a tiempo parcial incrementa las dimensiones del modelo lo que le hace perder poder discriminatorio⁸. Además, en esta aplicación se pretendía sobre todo estudiar las variaciones del modelo ante cambios en las variables de resultado. Una alternativa interesante es incluir los salarios del personal docente, pero no se disponía de esa información en el momento de redactar esta comunicación.
2. TRINVEST: SUMA DE TRANSFERENCIAS A LA INVESTIGACIÓN. Se consideran las ayudas para la investigación procedentes del MEC, de la CYCIT⁹, y de la Dirección general de Universidades y la UPC
3. GSERV: GASTOS LIQUIDADOS DEL CAP. 2 POR DEPARTAMENTO. Pretende aproximarse al gasto de mantenimiento del servicio.

Hubiese sido preciso, sin duda, incluir alguna información sobre las infraestructuras de los Departamentos (ordenadores por departamento o número de despachos por ejemplo) pero no se disponía de esta información en el momento de la elaboración de esta comunicación.

Aplicada I, 26. Matemàtica Aplicada II, 27. Matemàtica Aplicada III, 28. Matemàtica Aplicada i Telemàtica, 29. Mecànica de Fluids, 30. Òptica i Optometria, 31. Organització d'Empreses, 32. Projectes Arquitectònics, 33. Projectes a l'Enginyeria, 34. Resistència dels Materials i Estructures en Enginyeria, 35. Teoria del Senyal i Comunicacions, 36. Urbanisme i Ordenació del Territori, 37. Enginyeria Minera i Recursos Naturals, 38. Ciències i Enginyeria Nàutiques

⁷ Se ha escogido este año como año de partida para el futuro análisis de las desviaciones de eficiencia a lo largo de una serie que abarque hasta la actualidad. Por otra parte, no se ha planteado una selección previa de unidades porque el bloque de unidades de la UPC presenta una cierta homogeneidad en la medida en que son Departamentos con orientación científica y tecnológica aplicada. Cabía la posibilidad de preseleccionar una grupo de unidades aún más homogéneas recogiendo el grupo de las ingenierías y arquitecturas pero finalmente no se realizó, aunque es una aproximación que se pretende realizar en el futuro.

⁸ Por otra parte, no es tan evidente que un profesor a tiempo parcial sea un input de menor calidad.

OUTPUTS:

1. LIBINT: NÚMERO DE LIBROS O CAPÍTULOS DE LIBROS INTERNACIONALES
2. LIBNAC: NÚMERO DE PUBLICACIONES NACIONALES
3. LIBROS: SUMA DE LIBROS O CAPÍTULOS DE LIBROS NACIONALES E INTERNACIONALES
4. ART A/B/C: CLASIFICACIÓN DE LAS REVISTAS POR SU GRADO DE IMPACTO
(CLASIFICACIÓN EFECTUADA POR LA UPC).
5. COMNAC: COMUNICACIONES EN CONGRESOS NACIONALES
6. COMINT: COMUNICACIONES EN CONGRESOS INTERNACIONALES
7. COM: TOTAL DE COMUNICACIONES, suma de nacionales e internacionales
8. TESIS: Sólo disponía de datos para un año por lo que se ha utilizado esta variable únicamente en los modelos de control. Sería preciso incluir las tesis que se culminen en un periodo normal de generación (5 años por ejemplo)
9. CONVEN: Convenios con empresas firmados por los Departamentos a través del Centro de Transferencia de Tecnología
10. CARGADOC: HORAS DE DEDICACIÓN SEMANAL POR PROFESOR Esta variable y la siguiente sirven de aproximación a la producción docente de los Departamentos. Hubiese sido deseable disponer de la encuesta de valoración docente para incluir una variable de calidad docente.
11. ESTUDIANTES DE LICENCIATURA Y DOCTORADO: Variable utilizada como alternativa a la anterior

Con objeto de estudiar la estabilidad de los comportamientos de eficiencia ante los cambios de variables alternativas se han diseñado 8 modelos DEA con rendimientos constantes de escala¹⁰:

DEA1	PDUTC GSERV TRINVEST LIBROS ART COM CARGADOC
DEA2	DEA1+ TESIS
DEA3	MODIFIC. (A) DEA1: ARTA ARTB ARTC en lugar de ART
DEA4	MODIFIC. (B) DEA1: LIBNAC LIBINT en lugar de LIBROS
DEA5	MODIFIC. (C) DEA1: COMNAC, COMINT en lugar de COM
DEA6	MODIFIC. (D) DEA1: LIBINT LIBNAC ARTA ARTB ARTC COMNAC E INT
DEA7	MODIFIC. (E) DEA1: DEA1 + CONVENIOS
DEA8	MODIFIC. (F) DEA1: ESTUDIANTES LIC Y DOCT EN LUGAR DE CARGADOC

⁹ A repartir en tres anualidades

¹⁰ Se aplicó el modelo con rendimientos variables pero calificaba como eficientes a la mayoría de las unidades.

La división de revistas por su grado de impacto, al igual que la división en nacional e internacional de los libros y capítulos de libros tiene como objetivo introducir variables de calidad en el modelo DEA. Este es un caso en que sería recomendable utilizar la técnica de restricción de las ponderaciones utilizada por Pedraja y otros autores (1993) o G^a Valderrama (1996) para definir modelos alternativos que incluyan diferentes ponderaciones arbitrarias. Una interesante vía de estudio para la Universidad consistiría en recoger alguna valoración de expertos sobre la forma más correcta de valorar una publicación con objeto de valorar más correctamente estos outputs.

Como variables adicionales se han incluido las Tesis Doctorales y los convenios firmados por los Departamentos y como variable alternativa a la carga docente el número de estudiantes. Aunque no se ha podido incorporar en el modelo, sería igualmente interesante conocer el carácter predictivo de la eficiencia de las variables incluidas en el modelo mediante el análisis discriminante. La aplicación de esta técnica nos podría permitir definir más sólidamente un cuerpo básico de indicadores para el modelo original (DEA1) sobre el que efectuar variaciones. Asimismo, podría servir como técnica adicional de contraste de los resultados de eficiencia de los grupos correctamente clasificados¹¹.

4. RESULTADOS PRELIMINARES Y CONSIDERACIONES FINALES:

Aunque el modelo permite estudiar con detenimiento el número de unidades ineficientes y los porcentajes en que podrían reducirse cada uno los inputs utilizados se ha optado por incluir únicamente las unidades que resultan 100% eficientes en todos los modelos detallados. Estas unidades son: **DPTO3, DPTO8, DPTO9, DPTO13, DPTO14, DPTO16, DPTO17, DPTO21, DPTO23, DPTO25, DPTO29, DPTO32, DPTO35, DPTO36, DPTO37, DPTO38**. Otro grupo de unidades son eficientes al menos en cuatro de los modelos y en el resto mantiene sus valores de eficiencia próximos a 100%: **DPTO2, DPTO6, DPTO7, DPTO19, DPTO27 Y DPTO28**.

Otro método de aproximación a los niveles de producción y utilización de los recursos de los Departamentos consiste en comparar los resultados del análisis DEA con el análisis tradicional de los variables individuales de resultado y consumo de

¹¹ Ver García Valderrama (1996)

inputs¹². Para ello, se ha elaborado previamente un ranking con los diez Departamentos mejor situados en cada dimensión del output y con los diez peor situados e igualmente se ha procedido con los inputs. El cuadro situado al final de este trabajo recoge la frecuencia de repetición entre los diez primeros Departamentos o entre los diez últimos, tanto en las variables de input como en las de output. Dicha frecuencia puede servir para deducir intuitivamente qué Departamentos cuentan con más recursos y cuáles son los Departamentos más productivos.

A continuación se recogen los datos cruzados con los mejores resultados del DEA y el análisis individual de las variables de input y output¹³ (sólo aparecen las unidades que se repiten en ambos análisis):

UNIDADES EFICIENTES	ENTRE LAS + ó – PRODUCTIVAS	ENTRE LAS QUE – ó + RECURSOS CONSUMEN
DPTO2	-(2) *	n**
DPTO3	+(3)/-(2)	n
DPTO6	-(2)	+(2)***
DPTO7	+(2)/-(2)	-(2)
DPTO8	+(4)/-(2)	-(2)
DPTO9	-(2)	n
DPTO13	+(4)	-(2)
DPTO14	+(2)/-(2)	n
DPTO16	n	n
DPTO17	-(3)	+(2)
DPTO19	-(4)	+(2)
DPTO21	+ (5)	- (2)
DPTO23	+ (4)	- (3)
DPTO27	+(6)	n
DPTO28	+(6)	n
DPTO29	-(3)	+(2)
DPTO32	+ (2)/-(3)	- (2)
DPTO35	+ (3)	- (3)
DPTO37	+ (3)/-(4)	+ (2)
DPTO38	- (4)	+ (3)

* nº de veces que aparece entre los 10 primeros (+) o 10 últimos (-) en cada variable de output (frecuencia máx. 7).

** No está situada al menos en dos variables de input o output entre las 10 unidades mejores/peores.

*** nº de veces que aparece entre los 10 primeros (-) o 10 últimos (+) en cada variable de input (frecuencia máx. 3).

Este análisis pretende introducir elementos adicionales de análisis para estudiar el complejo problema de la eficiencia en la prestación de los servicios públicos. Sin

¹² Además de este método de control de los resultados sería aconsejable desarrollar el estudio para una serie temporal y analizar la eficiencia media de los Departamentos en un periodo de tiempo. Otra posibilidad interesante consistiría en contabilizar el número de veces que el modelo utiliza una unidad como referencia de eficiencia del resto (grupo de comparación).

¹³ En el trabajo de Charnes y otros (1978) se utilizan igualmente los indicadores de resultado elaborados por los Comités de financiación de las Universidades para contrastar los resultados de las IHL,s de Texas.

embargo presenta limitaciones, en la medida en que no se consideran los efectos sobre la eficiencia de las variables que no aparecen en la agregación de los output en los que una unidad está entre las diez más productivas o de los inputs en los que la unidad está entre las diez más “ahorradoras”. También habría que contemplar la probabilidad de resultar mejor o peor clasificado por el hecho de contemplar únicamente diez unidades para calificar como buena o mala la productividad o el consumo de recursos. A pesar de todas estas cautelas, es posible extraer alguna información interesante para el estudio de eficiencia

En concreto, de la información recogida en el cuadro se pueden hacer tres clasificaciones: existe un grupo de unidades (DPTO7, DPTO13, DPTO21, DPTO35), que confirman los resultados de eficiencia con altos niveles de productividad en algunas dimensiones de sus output y una reducida utilización de recursos en dos o más niveles de input. A éstas habría que añadir el DPTO27 y el DPTO28, que no presentan información relevante respecto a los inputs, pero se sitúan entre las más productivas en todas las variables de producción. Un segundo grupo de unidades, el DPTO6, DPTO17, DPTO29, DPTO37 y DPTO38, presentan datos contradictorios entre los resultados de eficiencia en el DEA y el análisis de los indicadores. Aunque no era el objetivo de esta comunicación encontrar las razones de estas contradicciones, podrían apuntarse algunas posibles explicaciones como que estas unidades no encuentran grupos de referencia y por tanto son calificadas eficientes comparadas consigo mismas¹⁴, o que las variables excluidas de este análisis de indicadores son verdaderamente discriminantes respecto al nivel final de eficiencia de esas unidades. Un último grupo formado por el DPTO2, DPTO3, DPTO14 y el DPTO16 son difícilmente evaluables a partir de los datos de la tabla.

Del desarrollo de esta aplicación podría extraerse como principal consecuencia la necesidad de relativizar los resultados obtenidos a partir de este tipo de técnicas de evaluación de la gestión pública. La mayor parte de las inconsistencias del DEA tienen su origen en una incorrecta especificación de las variables o en la elección de unidades cuyos métodos de producción difieren sustancialmente. En ese sentido, se pretende

¹⁴ Aunque no se ha incluido finalmente en esta comunicación sería igualmente importante seleccionar las unidades de la muestra de Departamentos que el modelo califica 100% eficientes porque no encuentran otro grupo de comparación que ellas mismas (outliers). Véase Mancebón (1998)

seguir avanzando en la utilización de métodos adicionales de contraste de los resultados para el caso de la UPC. En concreto, se realizará una selección aún más severa de la lista de unidades y se observará la evolución temporal de los índices de eficiencia. También se ahondará aún más en el estudio cruzado de los resultados entre el DEA y el análisis parcial de indicadores, con objeto de averiguar las razones de los comportamientos contradictorios entre ambas técnicas. En esta dirección, el modelo envolvente de datos podría aportar una información adicional a la obtenida del tradicional análisis de ratios para evaluar de forma más exhaustiva los resultados de la gestión de las instituciones públicas.

PRODUCTIVIDAD DE LOS DEPARTAMENTOS*
(NÚMERO DE VECES QUE APARECEN EN LA LISTA DE LOS 10 ± PRODUCTIVOS PARA CADA DIMENSIÓN DEL OUTPUT)

+PRODUCTIVOS

UNIDAD	FRECUENCIA
DPTO28	6
DPTO27	6
DPTO21	5
DPTO8	4
DPTO13	4
DPTO23	4
DPTO4	3
DPTO37	3
DPTO3	3
DPTO35	3
DPTO10	3
DPTO11	2
DPTO15	2
DPTO7	2
DPTO32	2
DPTO36	2
DPTO31	2
DPTO14	2

-PRODUCTIVOS

UNIDAD	FRECUENCIA
DPTO19	4
DPTO38	4
DPTO37	4
DPTO32	3
DPTO18	3
DPTO34	3
DPTO33	3
DPTO5	3
DPTO17	3
DPTO11	3
DPTO22	3
DPTO36	3
DPTO29	3
DPTO26	2
DPTO14	2
DPTO3	2
DPTO8	2
DPTO2	2
DPTO9	2
DPTO7	2
DPTO31	2
DPTO6	2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

VARIABLES: CONVENIOS CTT LIBROS ART COMUNIC.TESIS CARGADOC ESTUD

NIVEL DE UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS DE LOS DEPARTAMENTOS*
(NÚMERO DE VECES QUE APARECEN EN LA LISTA DE LOS 10 ± “AHORRADORES” PARA CADA DIMENSIÓN DEL INPUT)

- NIVEL DE RECURSOS

UNIDAD	FRECUENCIA
DPTO10	3
DPTO23	3
DPTO35	3
DPTO1	3
DPTO32	2
DPTO21	2
DPTO13	2
DPTO7	2
DPTO8	2

+ NIVEL DE RECURSOS

UNIDAD	FRECUENCIA
DPTO38	3
DPTO37	2
DPTO6	2
DPTO29	2
DPTO18	2
DPTO5	2
DPTO17	2
DPTO19	2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

VARIABLES: PDUTC, TRINVEST Y GSERV

* Para computar la frecuencia se toman las unidades que aparecen más de una vez en cada tabla

TABLA DE EFICIENCIA EN LOS 8 MODELOS DEA

DPTOS	DEA1	DEA2	DEA3	DEA4	DEA5	DEA6	DEA7	DEA8
DPTO1	42.63	42.63	53.69	42.97	62.12	72.66	55.72	56.79
DPTO2	100	100	100	100	100	100	100	98.16
DPTO3	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO4	36.48	36.48	43.9	76.19	45.41	79.98	73.55	89.89
DPTO5	77.77	100	77.77	77.77	77.77	77.77	77.83	77.77
DPTO6	97.31	100	100	97.31	100	100	97.31	95.1
DPTO7	99.49	100	100	99.49	100	100	99.49	97.51
DPTO8	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO9	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO10	58.17	88.98	69.96	66.97	59.86	69.96	58.31	58.17
DPTO11	76.42	76.65	75.34	76.42	80.1	80.1	100	56.18
DPTO12	35.98	78.42	66.01	73.86	63.95	84.27	35.98	35.94
DPTO13	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO14	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO15	69.08	96.49	94.37	69.56	69.11	97.52	69.08	69.08
DPTO16	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO17	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO18	52.48	52.48	100	52.48	100	100	52.81	82.85
DPTO19	70.53	70.53	81.01	70.53	100	100	100	100
DPTO20	68.37	68.37	67.61	68.98	75.3	92.5	68.37	100
DPTO21	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO22	79.18	79.18	100	85.36	91.72	100	79.18	75.69
DPTO23	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO24	71.6	71.6	76.76	71.6	71.6	100	81.23	97.53
DPTO25	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO26	30.9	98.32	52.57	40.34	37.42	55.47	31.2	30.9
DPTO27	86.73	86.73	100	100	92.21	100	86.73	100
DPTO28	75.53	75.53	100	84.83	94.55	100	100	100
DPTO29	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO30	79.81	94.34	100	81.91	80.56	100	79.81	78.89
DPTO31	30.9	30.9	43.49	41.76	44.65	58.3	88.95	100
DPTO32	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO33	79.88	79.88	61.43	79.88	69.53	80.17	79.88	67.41
DPTO34	73.22	73.22	83.07	73.22	100	100	100	86.12
DPTO35	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO36	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO37	100	100	100	100	100	100	100	100
DPTO38	100	100	100	100	100	100	100	100
EF. MEDIA	81.38	86.86	88.08	85.04	87.26	93.39	87.25	88.26

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, T.; ARNOLD V.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. (1989): "Dea and ratio Efficiency analyses for public institutions of higher learning in Texas". *Research in Governmental and Nonprofit Accounting* vol 5. Edited by James L. Chan. Jai Press. Pp. 165-185.

AHN, T.; CHARNES, A. Y COOPER, W.W. (1989): "Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of Public and Private Institutions of Higher Learning". *Socio-Economic Planing Science*, vol. 22, nº 6. Pp 259-270.

ATHANASSOPOULOS, A.D. Y SHALE, (1997): Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by means of Data Envelopment Analysis. *Education Economics*, vol. 5, nº 2. Pp. 117-135.

BANKER, R. D., CHARNES, A. Y COOPER, W. W. (1984): Models for estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30. Pp. 1078-92

BEASLEY, J. (1990): "Comparing University Departments". *Omega*, vol. 18, nº 2. pp.171-183.

CABALLERO, R.; GALACHE, T.; GÓMEZ, T. Y GONZÁLEZ, A. (1997): Eficiencia vía DEA de las unidades docentes de la Universidad de Málaga. *Comunicación VI Jornadas de Economía de la Educación* celebrado en Vigo.

CHARNES, A., COOPER, W. W. Y RHODES, E. (1978): "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research*, 2. Pp. 429-444.

CHARNES, A.; COOPER, W.W. Y RHODES, E. (1981): "DEA as an approach for evaluating program and managerial efficiency". *Management Science* 27 (6) june. pp. 668-697

FARRELL, M.J.(1957): "The measurement of productive efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society* vol. 120 series A part III. pag.253-281

GARCÍA VALDERRAMA, T. (1996): *La medida y el control de la eficiencia de las instituciones universitarias*. Sindicatura de Comptes. Valencia

GONZÁLEZ, M. C., LAFUENTE, E. Y MATO, J. (1998): *.VII Jornadas de Economía de la Educación*. AEDE. U. Cantabria

GOUDRIAAN, R. Y DE GROOT, H. (1993): "State regulation and university behavior". *Journal of economic behavior & Organization*, vol. 20 (3) April. Pp. 309-318.

JOHNES, G. Y JOHNES, J. (1993): "Mesuring the research performance of UK Economics Departments: an application of Data Envelopment Analysis". *Oxford Economic Papers* nº 45 (2) April. Pp 332-347.

MANCEBÓN, Mº JESÚS (1998): La evaluación de la eficiencia de los centros educativos: una plaicación del método wilson de detección de outliers y ordenación global de los centros eficientes a los institutos de bachillerato de la provincia de Zaragoza. *VII Jornadas de Economía de la Educación*. AEDE. U. Cantabria

PEDRAJA, F.; SMITH, P. Y SALINAS, J. (1994): "la restricción de las ponderaciones en el análisis envolvente de datos". *Investigaciones económicas* vol. XVIII (2)

PINA, V. Y TORRES, L. (1995): "Evaluación del rendimiento de los Departamentos de contabilidad de las universidades españolas". *Hacienda Pública Española* 135. IEF. Pp. 183-190.

SENGUPTA, J. K. (1990): "Test of efficiency in data envelopment analysis". *Computers Opns. Res.* Vol. 17 n°2.

SINUANY-STERN, Z.; MEHREZ, A. Y BARBOY, A. (1994): "Academic departments efficiency via DEA". *Computers & Operations Research*, Vol. 21 n° 5. 543-556.

TOMKINS, C.Y GREEN, R. (1988): "An experimental in the use of DEA for evaluating the efficiency of UK University Departments of Accounting". *Financial, Accountability and Management*, vol. 4, n° 2. Pp. 147-164.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (1993): Dades Estadístiques y de gestió.