

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/26458831>

Medición de la eficiencia de las universidades públicas españolas. Combinación de la metodología DEA con PCA.

Article in *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA* · January 2007

Source: DOAJ

CITATIONS

2

READS

135

1 author:



M. J. Vazquez Cueto
Universidad de Sevilla

71 PUBLICATIONS 199 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



nuevas metodología docentes [View project](#)



nacionalismo [View project](#)

Medición de la eficiencia de las universidades públicas españolas. Combinación de la metodología DEA con PCA.

Vázquez Cueto, María José. pepi@us.es.
Departamento de Economía Aplicada III
Universidad de Sevilla

RESUMEN

La medición de la eficiencia de las Organizaciones Públicas es un tema de creciente interés sobre el que se ha vertido abundante literatura. A ello no han escapado las Universidades como Organizaciones claves de la economía en cuanto son productoras de capital humano y nuevos conocimientos. La metodología más utilizada es la del análisis envolvente de datos (DEA), aunque ésta establece eficiencias relativas entre las unidades de decisión que, además, dependen de los inputs y outputs elegidos “a priori” en la formulación, y no deja claro cuál ó cuáles de ellos son responsables de la ineficiencia y en qué medida. En este trabajo, se combina la metodología DEA con el Análisis de Componentes Principales para seleccionar el modelo más adecuado y establecer una relación ordenada de las Universidades españolas en cuanto a la eficiencia se refiere.

Palabras claves: Eficiencia; DEA; PCA

Clasificación JEL (Journal Economic Literature): C61

Área temática: Programación matemática.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la eficiencia de las unidades de producción experimentó un considerable avance con el desarrollo de la metodología de Charnes et al (1978), a partir de estos estudios puede decirse que ninguna institución pública o privada quedó exenta de este análisis. Tampoco escaparon al mismo las instituciones académicas, y, en concreto, las universidades, en las que los estudios se remontan a los años 90 con el trabajo de Beasley (1990). Paralelamente a ello fueron desarrollándose técnicas que trataban de paliar algunos de los inconvenientes que presentaba el modelo DEA tal como fue concebido principalmente. Así, pronto se abandonó la hipótesis de rendimiento a escala constante y aparecieron los modelos VCR. Aún así quedaron pendientes otras cuestiones cuyas propuestas de solución aún siguen debatiéndose. Entre ellos podemos destacar los problemas de la sensibilidad de los resultados a las variables utilizadas como input y/o output y a la ordenación de las unidades eficientes. Uno de los caminos emprendidos es la combinación con técnicas estadísticas de análisis de datos, que tiene como autor pionero a Zhu (1998).¹ En este grupo podemos encuadrar la técnica desarrollada por Serrano y Mar en 2004 y aplicada por los mismos autores a la eficiencia de las instituciones microfinancieras².

En este trabajo la utilizamos para el análisis de la eficiencia de las universidades españolas. En base a las combinaciones de tres inputs y dos outputs aplicamos en la sección dos la metodología DEA. La tabla de puntuaciones obtenidas es analizada mediante el análisis de componentes principales en la sección tres. De la interpretación de los resultados obtenidos se obtiene una ordenación de las universidades. Dicha ordenación se somete a una contrastación mediante el análisis Pro-Fit, que se presenta en la sección cuatro. En la quinta y última se extraen las conclusiones del trabajo.

2. ANÁLISIS DEA

Como inputs hemos considerado las variables “Número total de alumnos matriculados” y “Número de profesores doctores e investigadores”, que representan el

¹ Para una revisión de los métodos de ordenación de las unidades eficientes podemos remitirnos a Adler et al, 2002.

² Gutiérrez, B. et al, 2007

trabajo en la función de producción, mientras que el capital vamos a representarlo mediante la variable “Número de puestos de biblioteca”. Los outputs considerados son el “Número de alumnos graduados”, representativos de la producción docente con los alumnos de primer y segundo ciclo, y el “Número de tesis leídas”, variable representativa de la labor docente realizada con los alumnos del tercer ciclo, de cualquier forma, pues, estamos midiendo la eficiencia de las universidades en su calidad de producción docente³.

Estos inputs y outputs pueden combinarse dando lugar a 21 modelos, que recogen desde el caso de un único input y un único output hasta el caso más general de tres inputs y dos outputs. La tabla 1 presenta los distintos modelos analizados, denotando los inputs y outputs por: 1. Nº total de alumnos; 2. Número de profesores doctores e investigadores; 3. Puestos de Biblioteca; 4. Nº alumnos graduados; 5. Tesis leídas. Para cada uno de ellos se han calculado las puntuaciones DEA de cada una de las 47 universidades públicas españolas⁴, utilizando rendimientos a escala constante y versión orientada al input⁵, mediante el software XLfrontier, los datos se han extraídos de La Universidad en Cifras, 2006⁶, y corresponden al curso académico 2004/2005. Los resultados se muestran en la tabla 2. En ella puede observarse la influencia de cada modelo en la declaración de eficiencia o ineficiencia de una unidad. Así, las universidades de Huelva y La Laguna aparecen como 100% eficientes en 12 de los modelos, siendo una característica común en todos ellos la aparición del output 4. Hasta tal punto marca esto la distinción, que la universidad de La Laguna baja su puntuación hasta situarse en torno al 45% en los modelos que contienen el output 5 y la universidad de Huelva baja hasta el 11% cuando se considera el output 5 en vez del 4. De la misma forma, las Politécnicas de Valencia y Cartagena son 100% eficientes en 8 de los modelos, todos asociados al input 3, de tal forma que cuando éste desaparece de la especificación, caso del modelo 5, la puntuación de la primera baja hasta poco más del 50% y en el modelo 6, donde están todos los inputs y outputs salvo el tres, le ocurre lo mismo a la segunda.

Otro caso a considerar sería el de la universidad de Lleida 100% eficiente en 4 modelos, que se caracterizan por la consideración del input 1. Esto nos lleva a plantearnos

³ Para una relación de inputs y outputs que pueden utilizarse para medir la eficiencia de las universidades en docencia e investigación puede consultarse el trabajo de Sarrito et al, 2000

⁴ La UNED, por sus especiales características, ha sido excluida del análisis.

⁵ La técnica empleada puede aplicarse también al caso de rendimientos a escala variables. (Serrano y Mar, 2004)

⁶ Hernández, J.2006.”La Universidad española en cifras” CRUE.

la siguiente cuestión: ¿Qué variables de las consideradas son las que hacen que una Universidad sea eficiente? ¿Existen entre ellas algunas más eficientes que otras?

Por otra parte observamos que las universidades de Granada, Barcelona, Pompeu Fabra y Complutense de Madrid alcanzan puntuaciones muy similares, más de un 95% de eficiencia, en el modelo completo y sin embargo no sabemos si son ó no similares. Esta es una cuestión que también intentaremos responder con la aplicación del método.

En definitiva, la tabla 2 recoge mucha información, alguna de ella probablemente redundante, que vamos a reducir mediante la técnica del análisis de componentes principales.

Tabla 1. Modelos utilizados en el estudio.

modelos	inputs	ouputs
1	1	4
2	1	5
3	1	4,5
4	1,2	4
5	1,2	5
6	1,2	4,5
7	1,3	4
8	1,3	5
9	1,3	4,5
10	1,2,3	4
11	1,2,3	5
12	1,2,3	4,5
13	2	4
14	2	5
15	2	4,5
16	2,3	4
17	2,3	5
18	2,3	4,5
19	3	4
20	3	5
21	3	4,5

Tabla 2. Puntuaciones DEA

Universidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Almería	60,2	29,4	71,6	64,3	31,0	77,0	60,2	29,4	72,2	64,3	31,0	77,0	64,3	31,0	77,0	64,3	31,0	77,0	29,5	27,5	32,2
Cádiz	66,0	22,8	73,2	66,0	22,8	73,7	66,0	23,8	74,0	66,0	23,8	74,0	59,0	20,1	66,1	59,0	23,7	66,1	34,9	23,0	34,9
Córdoba	63,6	35,3	78,0	63,6	35,3	78,6	63,6	35,3	78,2	63,6	35,3	78,6	61,5	33,7	75,8	61,5	33,7	75,8	24,0	25,4	28,6
Granada	59,2	26,8	69,2	74,3	33,2	87,5	80,0	51,6	88,3	85,3	52,2	96,6	74,3	33,2	87,5	85,3	52,2	96,6	59,6	51,4	61,8
Huelva	100,0	11,9	100,0	100,0	11,9	100	100,0	15,7	100,0	100,0	15,7	100,0	100,0	11,7	100,0	100,0	15,7	100,0	67,7	15,3	67,7
Jaén	60,0	12,8	62,6	70,0	14,7	73,5	60,0	12,8	62,7	70,0	14,7	73,5	70,0	14,7	73,5	70,0	14,7	73,5	28,2	11,4	28,2
Málaga	49,3	16,7	54,6	66,6	22,3	74,4	58,0	26,9	62,3	66,6	27,3	74,4	66,6	22,3	74,4	66,6	27,3	74,4	41,1	26,5	41,1
Pablo de Olavide	54,5	18,5	60,3	54,5	18,5	61,0	68,9	32,7	73,4	69,6	32,7	73,8	54,0	18,1	60,4	69,6	32,6	73,8	50,1	32,4	50,1
Sevilla	58,2	24,1	66,8	64,8	26,5	75,0	65,7	36,8	74,3	67,4	37,0	79,0	64,8	26,5	75,0	67,4	37,0	79,0	46,0	36,2	46,0
Zaragoza	65,7	34,3	79,4	65,7	34,3	79,4	65,7	34,3	80,0	65,7	34,3	80,0	50,1	25,8	60,9	50,1	33,3	62,8	32,6	32,4	37,2
Oviedo	57,9	26,5	67,9	64,7	29,2	76,4	57,9	26,5	68,4	64,7	29,2	76,4	64,7	29,2	76,4	64,7	29,2	76,4	26,3	22,9	27,4
Islas Baleares	75,2	16,9	78,9	75,2	16,9	78,9	89,3	27,6	91,6	89,3	27,6	91,6	60,7	13,5	64,1	85,9	27,2	86,7	63,6	27,2	63,6
La Laguna	48,4	100	100,0	49,0	100,0	100	48,4	100,0	100,0	49,0	100,0	100,0	49,0	100,0	100,0	49,0	100,0	100,0	24,5	96,4	96,4
Las Palmas de																					
Gran Canarias	49,3	16,8	54,6	53,5	17,9	59,8	58,8	27,4	63,1	60,2	27,5	64,6	53,5	17,9	59,8	60,2	27,5	64,6	41,8	27,0	41,8
Cantabria	80,4	16,6	83,7	80,4	16,6	83,7	80,4	16,6	83,8	80,4	16,6	83,8	62,8	12,8	65,7	62,8	14,2	65,7	34,8	13,7	34,8
Castilla La																					
Mancha	69,5	14,0	72,1	77,7	15,5	81,1	69,5	14,7	72,4	77,7	15,5	81,1	77,7	15,5	81,1	77,7	15,5	81,1	37,0	14,2	37,0
Burgos	74,5	8,3	74,5	74,5	8,3	74,5	74,5	8,3	74,5	74,5	8,3	74,5	70,3	7,7	70,3	70,3	7,7	70,3	27,9	5,9	27,9
León	66,2	26,3	75,4	78,7	30,8	90,4	66,2	26,3	75,7	78,7	30,8	90,4	78,7	30,8	90,4	78,7	30,8	90,4	25,2	19,0	25,2
Salamanca	72,6	27,6	81,9	72,6	27,6	82,7	72,6	27,6	82,4	72,6	27,6	82,7	68,3	25,7	77,9	68,3	25,7	77,9	30,0	21,7	30,0
Valladolid	67,6	25,7	76,3	67,6	25,7	76,6	67,6	25,7	76,9	67,6	25,7	76,9	58,6	22,0	66,8	58,6	23,2	66,8	30,9	22,4	30,9
Autónoma de																					
Barcelona	64,1	32,0	76,6	64,1	32,0	76,6	64,1	35,8	77,4	64,1	35,8	77,4	52,3	25,8	62,9	53,6	35,4	66,3	36,4	34,6	40,3
Barcelona	67,2	46,9	87,8	67,2	46,9	88,0	70,4	65,4	96,2	70,4	65,4	96,2	60,4	41,5	79,0	69,1	65,0	88,8	48,2	64,0	67,7
Gerona	73,5	14,6	76,2	73,5	14,6	76,2	87,2	23,8	88,5	87,2	23,8	88,5	60,9	12,0	63,5	84,4	23,5	84,6	62,1	23,5	62,1
Lleida	92,9	26,4	100,0	92,9	26,4	100	92,9	26,4	100,0	92,9	26,4	100,0	74,7	21,0	81,3	74,7	21,0	81,3	28,6	15,5	28,6
Politécnica																					
Cataluña	58,7	35,9	73,8	58,7	35,9	73,8	63,3	52,1	81,7	63,3	52,1	81,7	49,4	29,8	62,3	61,4	51,5	72,0	43,8	51,0	55,9

Pompeu Fabra	94,9	17,7	97,9	94,9	17,7	97,9	94,9	17,7	97,9	94,9	17,7	97,9	69,4	12,8	71,9	69,4	12,9	71,9	35,2	12,5	35,2
Rovira i Virgili	81,1	33,6	93,1	81,1	33,6	93,1	81,1	33,6	94,0	81,1	33,6	94,0	59,0	24,1	68,3	60,2	33,1	71,3	41,0	32,3	41,0
Alicante	59,8	18,9	65,4	66,7	20,7	73,7	59,8	24,4	67,4	66,7	24,5	73,7	66,7	20,7	73,7	66,7	24,5	73,7	39,7	23,8	39,7
Jaume I	53,3	12,9	56,3	53,3	12,9	56,8	71,5	24,6	72,6	72,5	24,6	73,9	53,0	12,7	56,5	72,5	24,5	73,9	53,1	24,5	53,1
Miguel																					
Hernández	58,3	27,1	68,6	58,3	27,1	68,7	58,3	28,3	69,2	58,3	28,3	69,2	50,0	23,0	59,2	50,0	28,2	59,5	30,9	27,4	32,6
Politécnica de																					
Valencia	55,8	49,8	79,0	57,5	50,6	81,3	78,1	100,0	100,0	80,1	100,0	100,0	57,5	50,6	81,3	80,1	100,0	100,0	58,9	100	100
Valencia	64,6	33,1	77,6	66,1	33,4	79,9	81,2	57,9	92,5	82,6	57,9	92,9	66,1	33,4	79,9	82,6	57,9	92,9	58,9	57,4	66,3
Extremadura	75,9	23,8	82,9	79,5	24,6	87,7	75,9	26,4	83,9	79,5	26,5	87,7	79,5	24,6	87,7	79,5	26,5	87,7	42,9	25,6	42,9
La Coruña	60,0	15,1	63,6	78,8	19,5	84,3	60,0	15,3	64,1	78,8	19,5	84,3	78,8	19,5	84,3	78,8	19,5	84,3	30,9	14,8	30,9
Santiago de																					
Compostela	72,6	27,5	81,9	80,1	29,9	91,2	72,6	27,5	82,1	80,1	29,9	91,2	80,1	29,9	91,2	80,1	29,9	91,2	26,4	19,0	26,4
Vigo	53,9	16,0	58,3	64,6	18,9	70,7	53,9	20,0	59,1	64,6	20,1	70,7	64,6	18,9	70,7	64,6	20,1	70,7	34,6	19,5	34,6
Alcalá de																					
Henares	53,6	45,8	74,6	53,6	45,8	74,6	53,6	45,8	75,0	53,6	45,8	75,0	43,6	36,8	60,7	43,6	43,3	61,9	25,8	42,0	42,4
Autónoma de																					
Madrid	68,7	55,4	93,9	68,7	55,4	93,9	68,7	55,4	94,2	68,7	55,4	94,2	60,6	48,2	82,8	60,6	49,9	82,8	31,4	48,1	49,2
Carlos III	58,7	23,5	66,9	58,7	23,5	67,2	68,2	37,3	75,4	68,2	37,3	75,4	51,7	20,4	59,4	66,9	36,9	72,3	48,2	36,7	48,2
Complutense de																					
Madrid	63,9	66,5	95,6	63,9	66,5	95,8	63,9	76,9	98,6	63,9	76,9	98,6	61,0	62,7	91,0	61,0	76,7	95,3	37,6	74,5	74,5
Politécnica de																					
Madrid	36,7	22,2	46,1	36,7	22,2	46,2	41,5	34,1	52,1	41,5	34,1	52,1	33,5	20,0	42,2	41,0	33,8	48,4	29,1	33,5	36,8
Rey Juan Carlos	23,5	7,5	25,8	25,8	8,1	28,5	23,5	8,1	26,1	25,8	8,1	28,5	25,8	8,1	28,5	25,8	8,1	28,5	12,9	7,8	12,9
Murcia	64,5	27,8	74,7	69,3	29,5	80,9	64,5	27,8	75,3	69,3	29,5	80,9	69,3	29,5	80,9	69,3	29,5	80,9	31,2	25,6	31,3
Politécnica de																					
Cartagena	44,4	19,0	51,3	44,4	19,0	51,4	100,0	81,6	100,0	100,0	81,6	100,0	38,5	16,3	44,9	100,0	81,6	100,0	100	81,6	100
Navarra	75,7	32,6	87,6	75,7	32,6	87,6	75,7	32,6	88,0	75,7	32,6	88,0	55,8	23,7	65,0	55,8	25,6	65,0	30,2	24,7	30,3
Pais Vasco	72,3	23,0	79,2	72,3	23,0	79,8	83,1	36,0	88,9	83,1	36,0	88,9	66,6	20,9	73,6	82,3	35,7	86,8	58,5	35,4	58,5
La Rioja	57,8	17,8	62,9	58,7	17,8	64,6	79,0	34,7	82,3	80,6	34,7	84,0	58,7	17,8	64,6	80,6	34,7	84,0	59,1	34,7	59,1

3. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

En la tabla 2 hemos tomado como variables los modelos y como observaciones las puntuaciones, y hemos aplicado el software Xlstat para realizar el análisis de componentes. Encontramos sólo cuatro autovalores mayores que la unidad (Tabla 3). Así, la primera componente explica el 44,9% de la variabilidad de los datos, subiendo este porcentaje al 77,4% si consideramos conjuntamente las dos primeras componentes.

Las cuatro primeras componentes principales explican un 98% de la varianza de los datos y, por tanto, son suficientes para recoger toda la información proporcionada por la tabla origen. Es decir, estas cuatro componentes explican por qué las universidades alcanzan sus niveles de eficiencia en los 21 modelos considerados.

Tabla 3. Autovalores Análisis de Componentes Principales.

	F1	F2	F3	F4
Valor propio	9,433	6,828	3,228	1,093
Variabilidad (%)	44,920	32,514	15,372	5,204
% acumulado	44,920	77,435	92,806	98,010

En la tabla 4 ordenamos los modelos según su carga factorial en la primera componente. Un análisis detallado de esta tabla nos lleva a las siguientes conclusiones: Respecto a la primera componente, los 21 modelos seleccionados presentan una carga positiva, siendo mayor para el modelo 12, modelo completo que contiene todos los inputs y outputs considerados.⁷ La primera componente principal se toma como una medida de la fuerza de la relación entre los modelos y las componentes y puede ser utilizada como una medida global de la eficiencia. Ordenando las unidades por sus coordenadas en esta primera componente obtendremos una relación ordenada de las universidades españolas en términos de eficiencia. (Tabla 5). Esta ordenación recoge tanto a las unidades eficientes como a las ineficientes, dando así respuesta a la primera de las cuestiones que nos planteábamos.

Volviendo a la segunda componente de la tabla 4, observamos que los modelos con mayores cargas incluyen al output 4, es más, cuando este output se excluye de la especificación, la carga del modelo en esta componente se hace negativa. Esta componente podemos asociarla, pues, a la habilidad que tiene la universidad para generar output 4 (Nº de alumnos graduados).

⁷Alcanzan también valores superiores los modelos 9 y 18, que contienen como outputs los dos considerados en el estudio y como input la variable 3, capital.

Tabla 4. Cargas factoriales de cada modelo en cada componente: Modelos ordenados según su carga en la primera componente.

Coordenadas factoriales:

modelo	PC1	PC2	PC3	PC4
12	0,949	0,262	0,022	0,075
9	0,926	0,168	0,070	0,318
18	0,885	0,158	0,186	-0,376
3	0,753	0,293	-0,472	0,328
6	0,746	0,380	-0,532	0,030
21	0,723	-0,376	0,504	-0,007
11	0,707	-0,679	0,147	0,005
8	0,702	-0,683	0,157	0,035
15	0,699	0,282	-0,459	-0,462
17	0,692	-0,689	0,172	-0,044
20	0,669	-0,696	0,232	0,006
5	0,627	-0,632	-0,447	0,020
2	0,625	-0,636	-0,433	0,092
14	0,623	-0,638	-0,420	-0,136
7	0,598	0,622	0,401	0,287
10	0,572	0,707	0,373	0,069
16	0,538	0,570	0,517	-0,324
1	0,448	0,784	-0,253	0,321
19	0,430	0,112	0,868	0,016
4	0,406	0,854	-0,290	0,042
13	0,378	0,768	-0,240	-0,441

Tabla 5. Universidades españolas ordenadas según su eficiencia.

1 a 12	13 a 25	26 a 38	39 a 47
La Laguna	Sant.de Compostela	Córdoba	Alicante
Politécnica de Valencia	Extremadura	Cast. La Mancha	Cádiz
Complutense de Madrid	Pompeu Fabra	Almería	Málaga
Huelva	Islas Baleares	Zaragoza	Jaume I
Barcelona	León	Cantabria	Burgos
Politécnica de Cartagena	Gerona	Aut.de Barcelona	Jaén
Valencia	Politécnica Cataluña	La Coruña	Miguel Hernández
Granada	Navarra	Alcalá de Henares	Vigo
Autónoma de Madrid	Salamanca	Carlos III	Las Palmas de Gran
Lleida	La Rioja	Oviedo	Canarias
País Vasco	Murcia	Valladolid	Politécnica de Madrid
Rovira i Virgili	Sevilla	Pablo de Olavide	Rey Juan Carlos

Con respecto a la tercera componente los modelos que toman valores negativos son los que suprimen el input 3, es decir, podemos deducir que esta componente está asociada a una buena utilización del factor capital, representado en nuestro estudio por la variable “Puestos de Biblioteca”.

Se ve gráficamente proyectando las coordenadas en las dos primeras dimensiones, gráficos 2 y 3. Huelva y La Laguna, que presentaban una eficiencia del 100% aparecen en los extremos, en la parte positiva de la primera componente, mientras que la universidad Rey Juan Carlos y la Politécnica de Madrid aparecen en el extremo negativo de la segunda componente.

Gráfico 2. Representación de las universidades según sus coordenadas en las dos primeras componentes

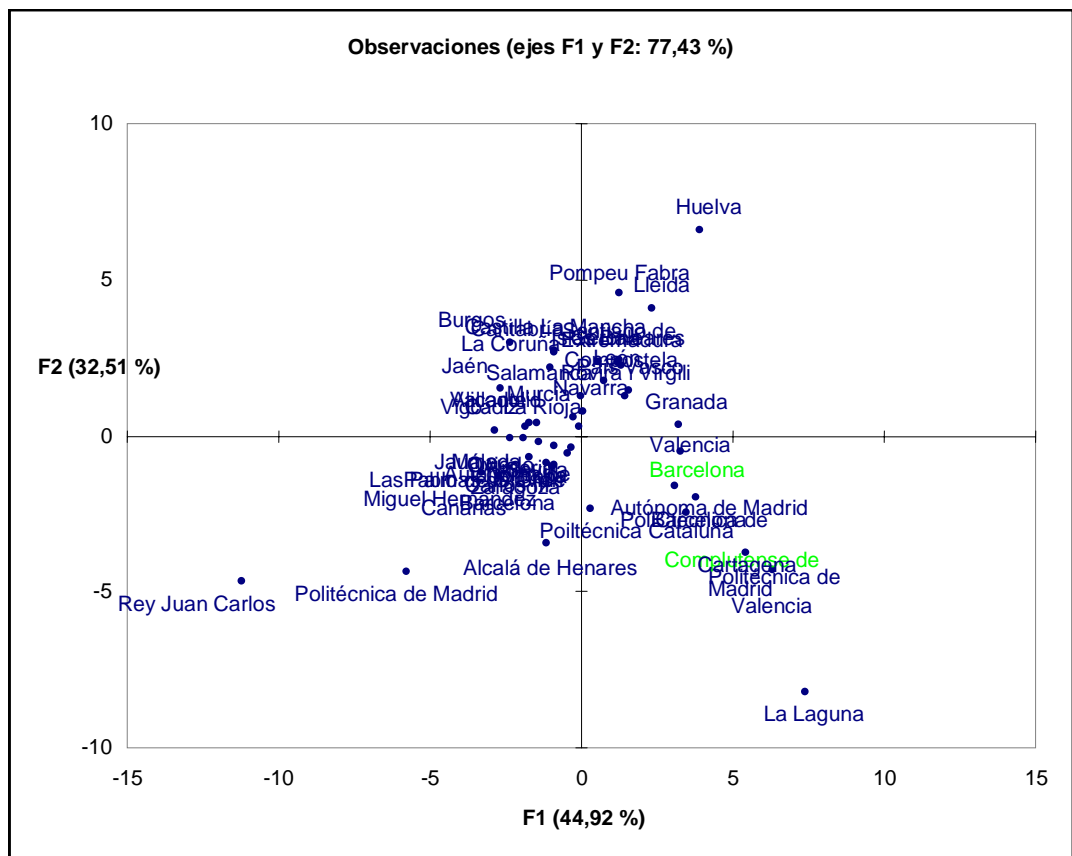
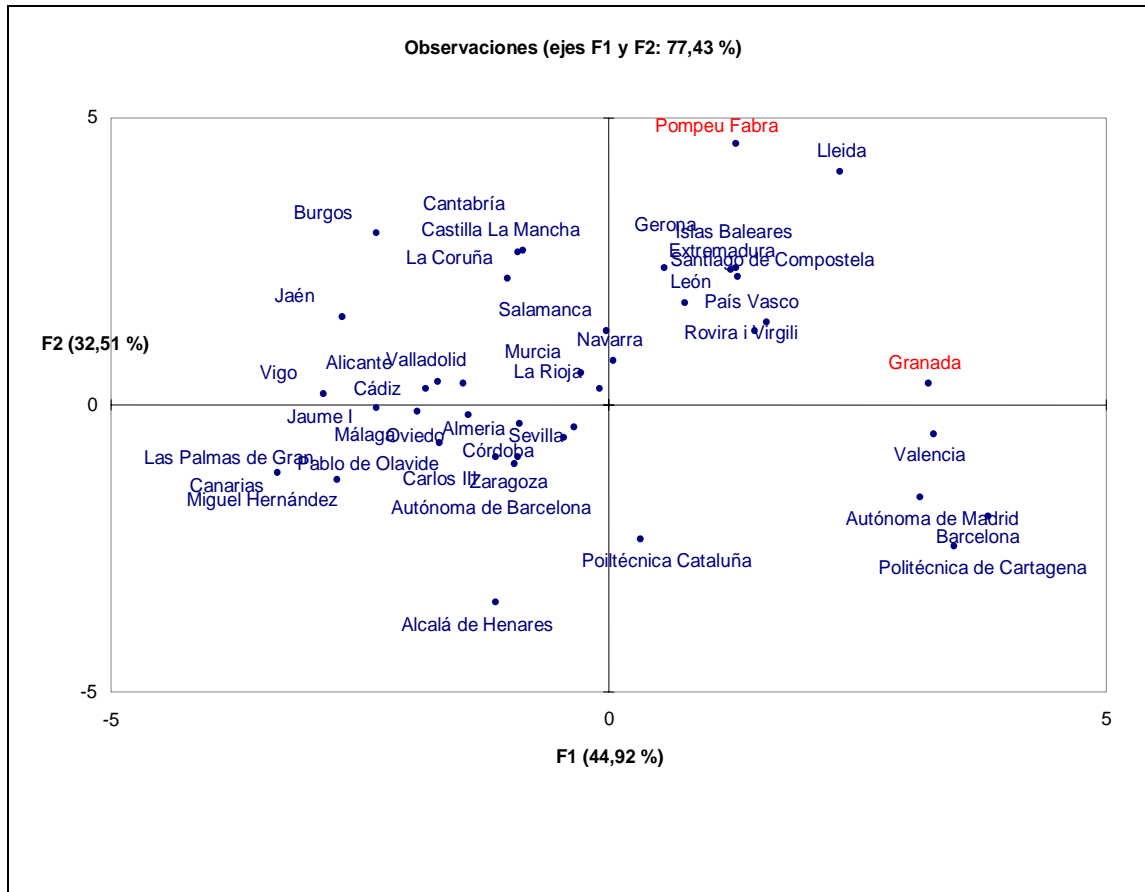
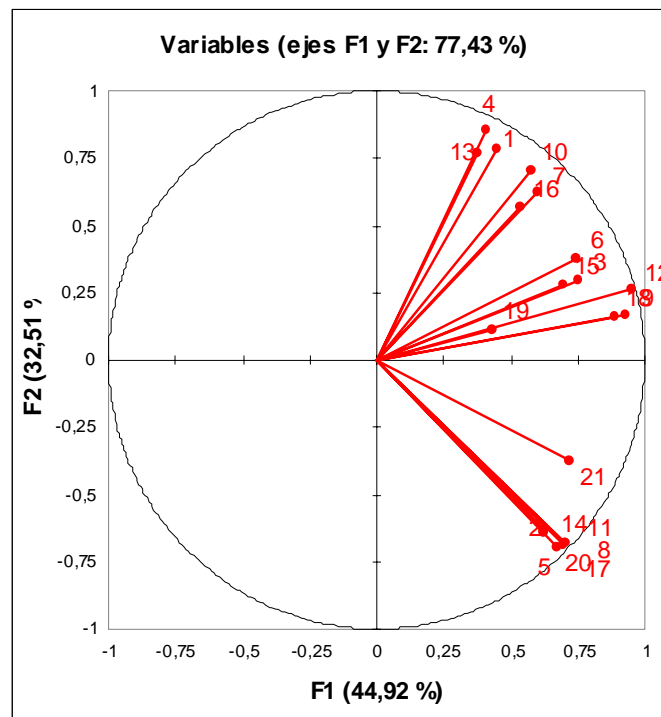


Gráfico 2.bis.⁸



⁸ Se ha repetido el Gráfico 2 abriendo las posiciones centrales para visualizarla mejor.

Gráfico 3. Representación de los modelos según sus coordenadas en las dos primeras componentes



Todos los modelos tienen carga positiva en la primera componente, siendo el modelo completo el que tiene mayor carga, y se posicionan por encima o por debajo del eje según la consideración o no del output 4, esta variable, por tanto, como comentábamos anteriormente, podemos pensar que caracteriza a la segunda componente. Así las diferencias entre la universidad de Huelva y la de La Laguna estarían en su habilidad para generar graduados. Esto explicaría, de la misma forma, las diferencias entre las universidades de Granada, Pompeu Fabra, Barcelona y Complutense de Madrid: Las dos primeras están en la parte positiva del eje Y. (Gráficos 2 y 2.bis).

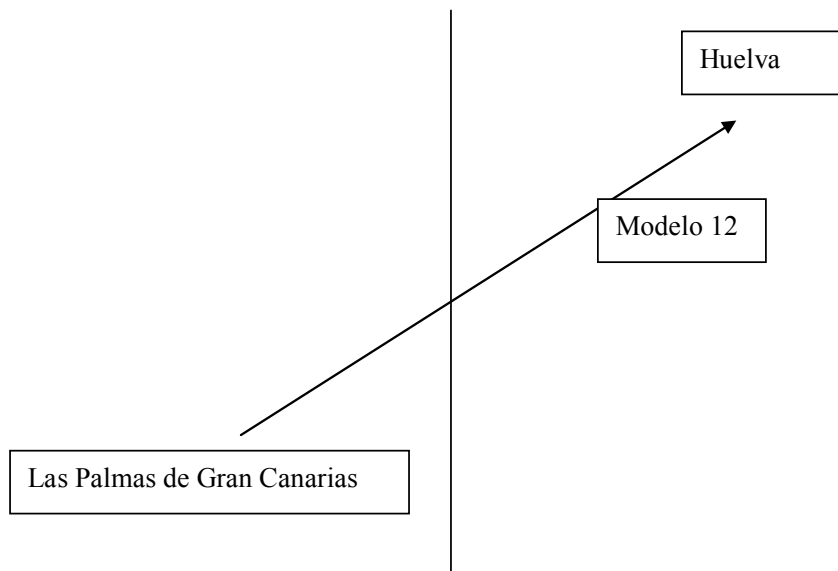
La relación que hemos establecido entre las componentes y las variables ha sido más bien de carácter visual e intuitivo, vamos a formalizarla mediante la técnica “Property Fitting” (Pro-Fit). Ésta nos va a permitir interpretar el significado de las componentes principales y aclarar la información de los gráficos.

4. ANÁLISIS PRO-FIT

Pro-Fit es una técnica basada en la regresión que dibuja líneas en las figuras de la misma forma en que se dibujan las líneas Norte-Sur para orientarnos en un mapa

geográfico. Las variables se consideran propiedades y las líneas se dibujan orientadas hacia donde las propiedades van tomando mayores valores. Así, si la situación para el modelo 12 fuese la representada en el gráfico 4, esto significaría que, para esta especificación, Huelva sería la Universidad con una puntuación mayor y Las Palmas de Gran Canarias con la menor. Cuanto más se acerque una Universidad a Huelva, siguiendo esta línea, mayor será

Gráfico 4. Técnica Pro-Fit.



la puntuación alcanzada en este modelo.⁹

Se han calculado las líneas Pro-Fit para todas las especificaciones, relacionando cada modelo con las tres primeras componentes principales mediante análisis de regresión. Todas las regresiones realizadas han resultado significativas a un nivel del 5%. Los cosenos directores de los modelos con las dimensiones, α_1 , α_2 y α_3 respectivamente, nos permiten elaborar los gráficos 5 y 6, donde se han representado, en forma de vectores, las relaciones de los modelos con las dimensiones 1 frente a 2 y 3 frente a 2, respectivamente. Así, en el primero de ellos vemos como todos los modelos están situados en la parte positiva de la dim 1, siendo positivos para la dim 2 aquellos que están asociados al output 4. Esto puede leerse también en el gráfico 6. En este se observa cómo los modelos asociados al input 3 se sitúan en la parte positiva del eje dim 3, confirmándonos que ésta está asociada a la utilización del input.

En el gráfico 7 quedan representadas las 47 universidades en el plano dim1-dim3. La eficiencia de las mismas va disminuyendo a medida que nos desplazamos hacia la parte izquierda del gráfico. Coincide esta clasificación con la proporcionada por la ordenación

⁹ Puede consultarse como introducción a la técnica Pro-Fit el libro de Schiffman y otros, 1981.

respecto a la primera componente. Dado la relación entre la dim 3 y el input 3, sus posiciones por encima o por debajo del eje OX están asociadas a una buena utilización de es input (Número de puestos de biblioteca).

En el gráfico 8 volvemos a representar a las universidades de Granada, Barcelona, Pompeu Fabra y Complutense de Madrid, ahora en las dimensiones 2-3, para, conociendo las relaciones entre las dimensiones y las variables, poner de manifiesto sus diferencias:

Granada, buena utilización del input 3, mala generación del output 4.

Barcelona y Complutense de Madrid, mala utilización del input 3, mala generación del output 4. Pompeu Fabra, mala utilización del input 3, buena generación del output 4.

Gráfico 5. Situación de los modelos en el plano dim1-dim2.

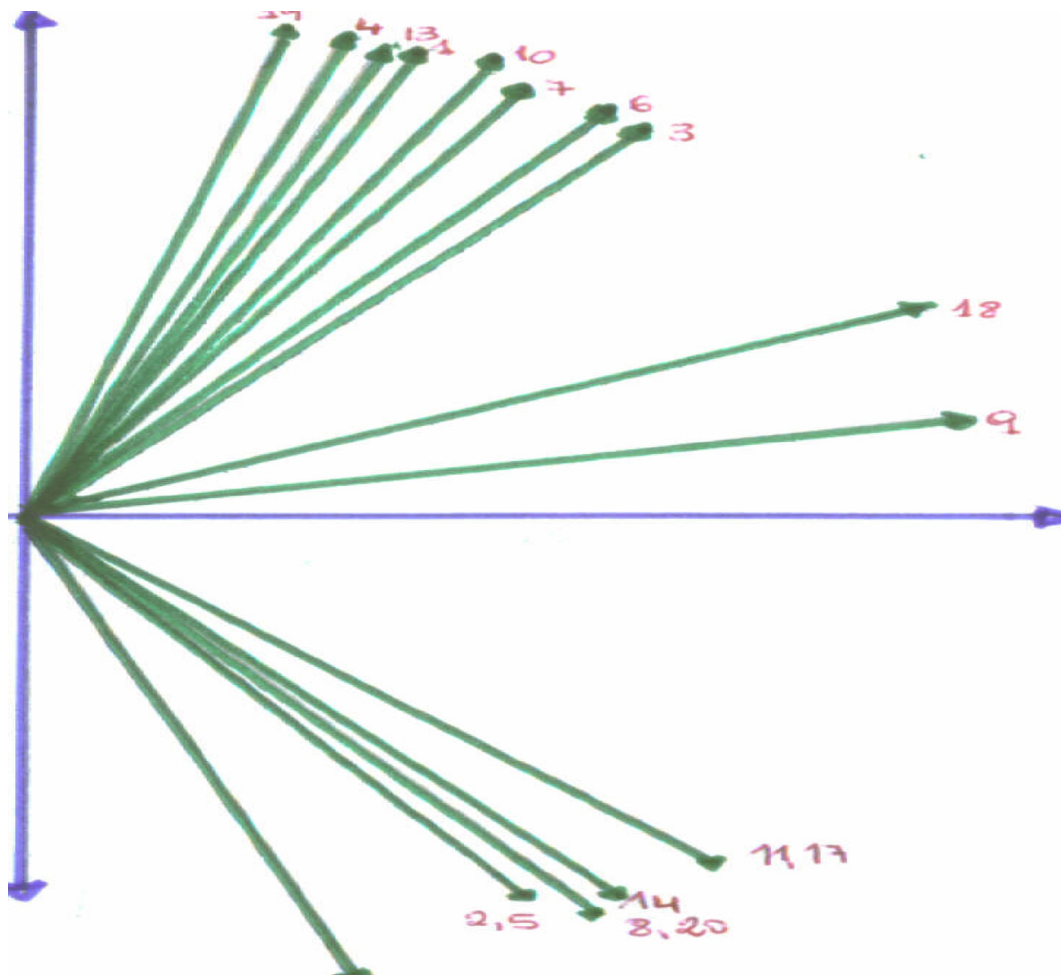


Gráfico 6. Situación de los modelos en el plano dim3-dim2

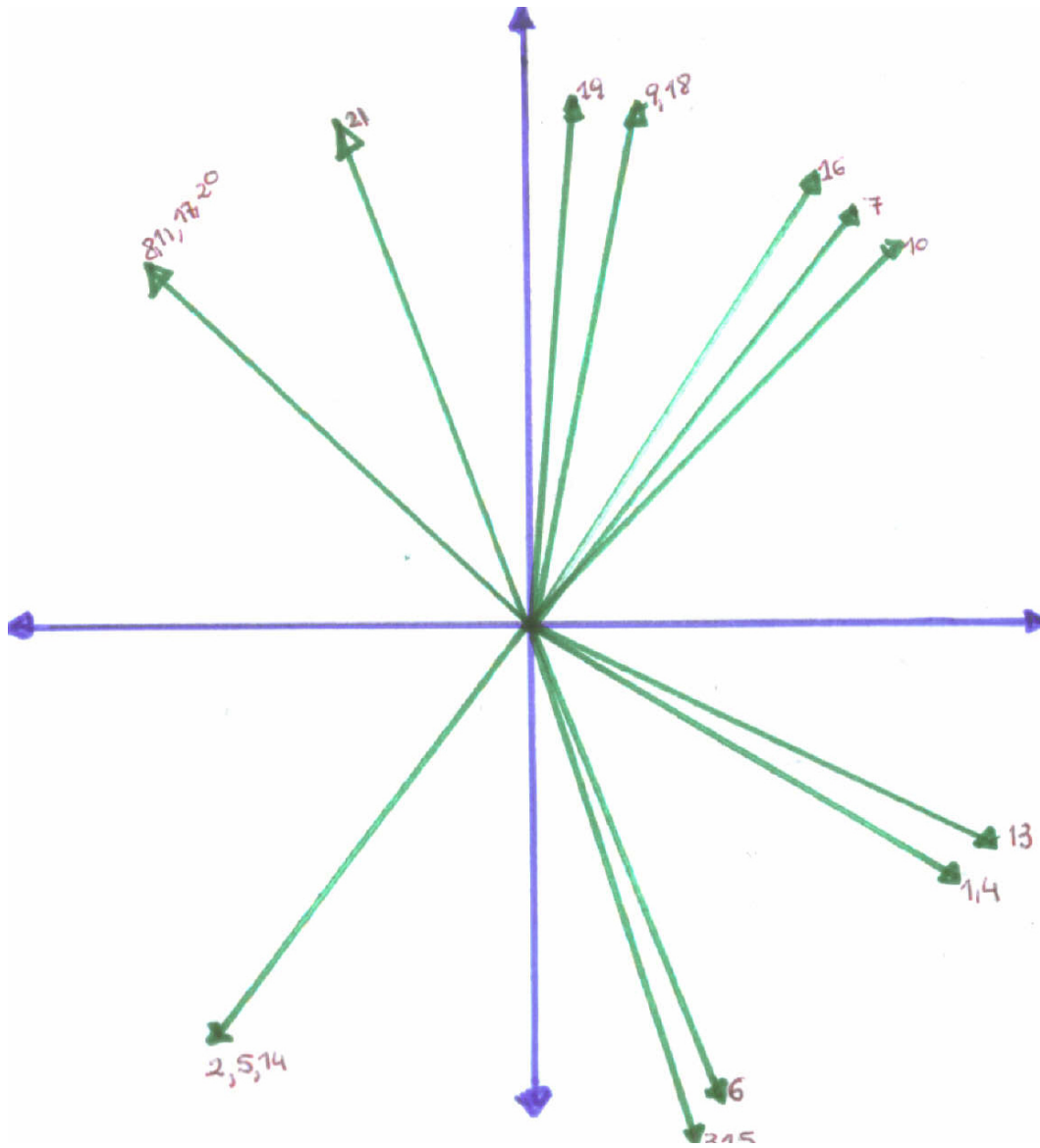


Gráfico 7. Posición de las 47 universidades en el plano dim2-dim3

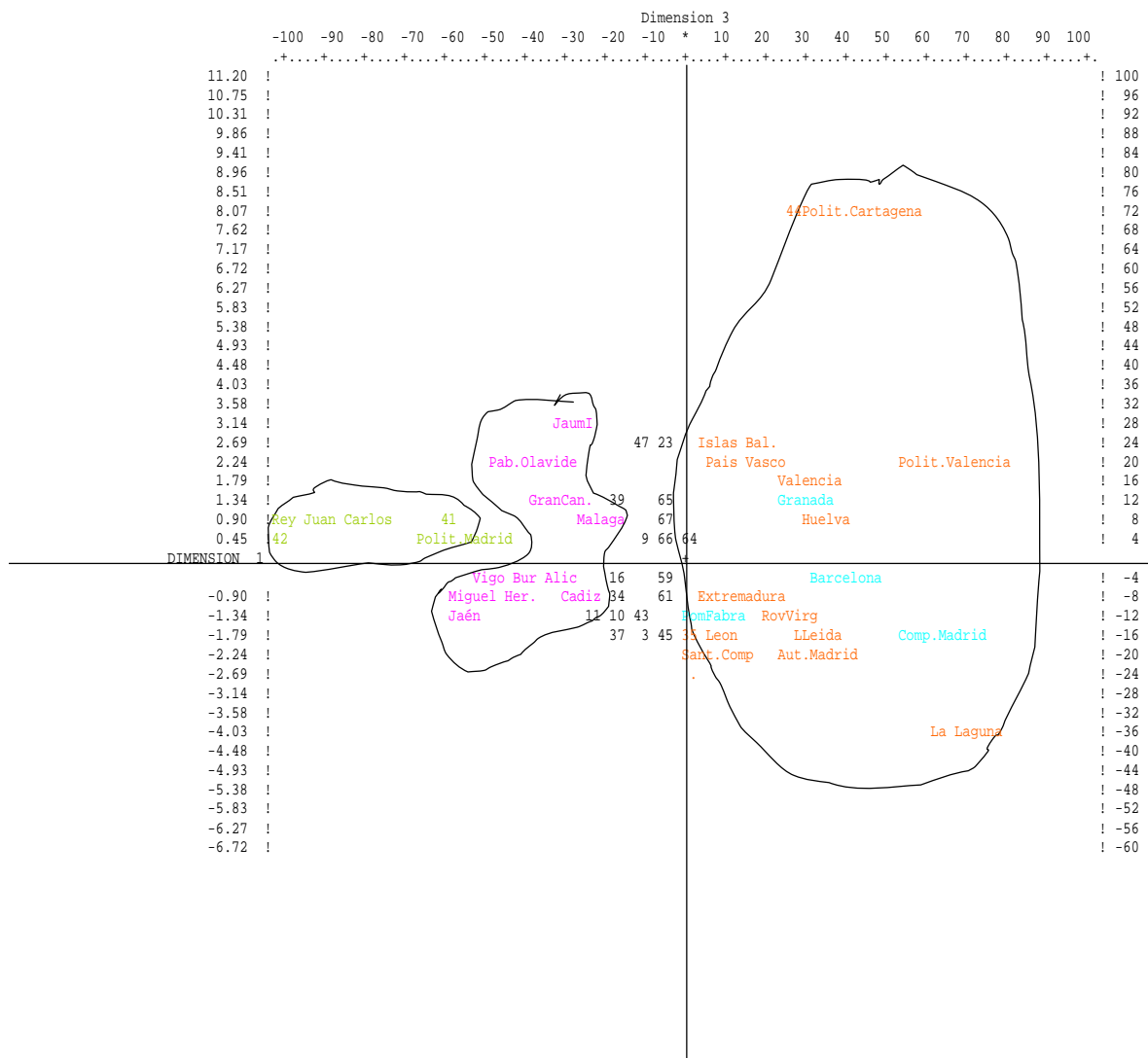
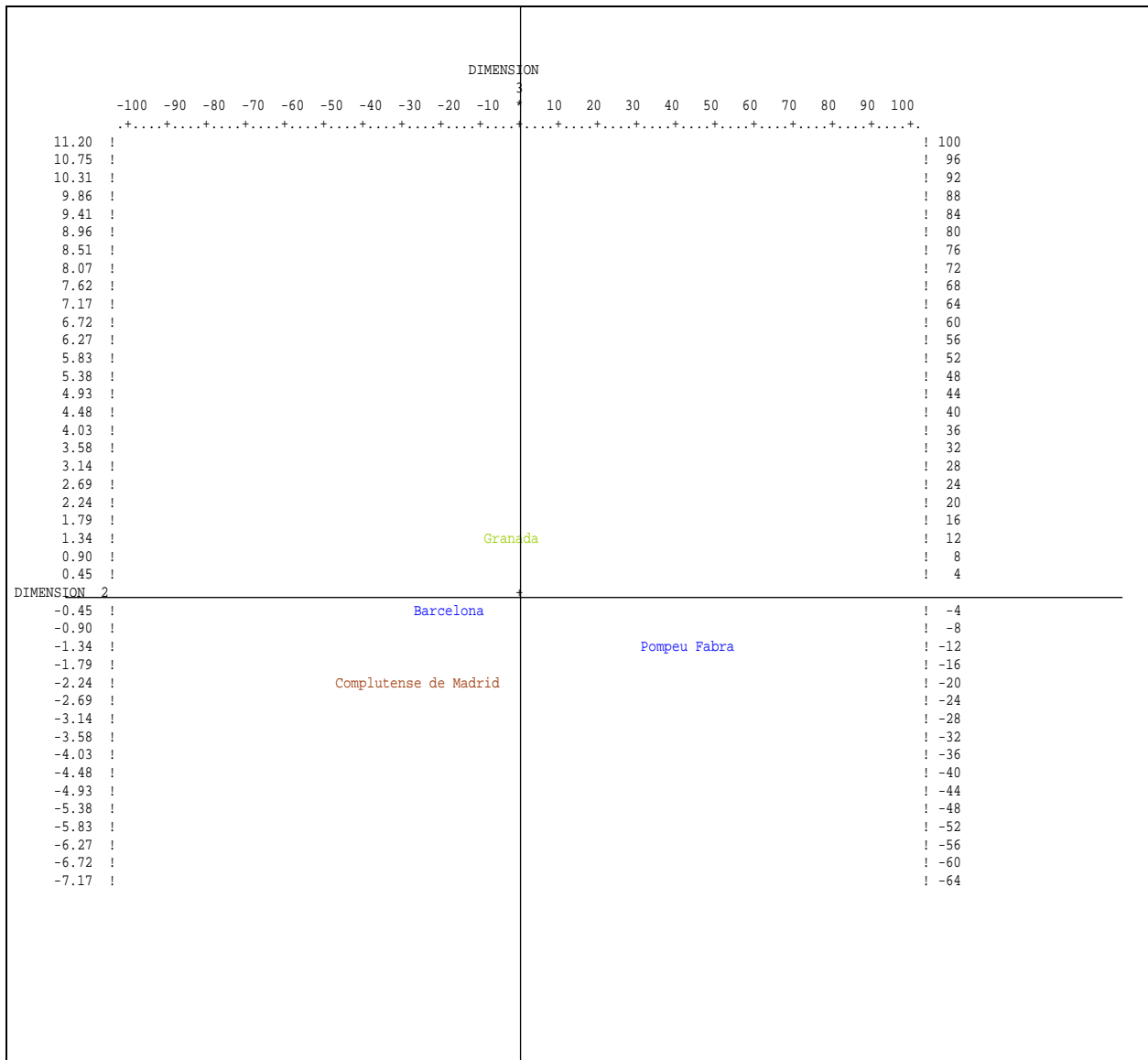


Gráfico 8. Diferencias entre las universidades de Granada, Barcelona, Pompeu Fabra y Complutense de Madrid.



5. CONCLUSIONES

El análisis DEA se ha mostrado como una herramienta eficaz en la determinación de las unidades de decisión eficientes, y ha sido profusamente utilizado en todas las áreas: empresas, bancos, redes de transporte...Las Instituciones públicas, y dentro de ellas las universidades, no han escapado de este análisis. A la vez se han ido desarrollando modelos teóricos tratando de dar respuestas a las limitaciones del DEA. Uno de los caminos

emprendidos es la combinación de esta técnica con las clásicas del análisis multivariante: escalados multidimensionales, análisis cluster, análisis factorial, análisis de componentes principales,...La combinación de esta última con el DEA ha sido aplicada al análisis de la eficiencia de las universidades españolas, obteniendo como resultado una ordenación de las mismas y una justificación, en función de los inputs y outputs utilizados, del por qué de la posición de cada una en este ranking.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, M. ; DOUCOULIAGOS, C. (2003). “The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis” *Economic of Education Review*, 22, pp. 89-97.
- ADLER, N.; FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERM, Z. (2002).”Review of ranking methods in data envelopment analysis context” *European Journal of Operational Research*, 140, pp.249-265.
- ADLER, N.; GOLANY, B. (2001). “ Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe” *European Journal of Operational Research*, 132, pp. 260-273.
- ADLER, N.; GOLANY, B. (2002).”Including principal component weights to improve discrimination in data envelopment analysis” *Journal of the Operational Research Society*, 53, pp.985-991.
- ANDERSEN, P.; PETERSEN, N.C., (1993). “A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis” *Management Science*, 39, 10, pp. 1261-1294.
- BEASLEY, J. E. (1990).”Comparing university Departments” *Omega* 18, 2, pp.171-183.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. (1978). “Measuring the efficiency of decision making units” *European Journal of Operational Research* 2 pp. 429-444.
- COOK, W.D.; ZHU, J. (2006).”Rank order data in DEA: A general framework” *European Journal of Operational Research* 174, pp.1021-1038.
- COOK, W.D.; ZHU, J. (2007).”Classifying inputs and outputs in data envelopment analysis” *European Journal of Operational Research* 180, pp.692-699.

- COOK, W.D.; BALA, K. (2007). "Performance measurement and classification data in DEA: Input-oriented model" *Omega*, 35, pp. 39-52.
- FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z. (1998). "Combining ranking scales and selecting variables in the DEA context: The case of industrial branches" *Computers Operations Research* 25, 9, pp. 781-791.
- GLASS, J.; MCKILLOP, D.G.; HYNDMAN, N. (1995). "Efficiency in the provision of university teaching and research: an empirical analysis of UK universities" *Journal of Applied Econometrics* 10, 1, pp.61-72
- GUTIÉRREZ-NIETO, B.; SERRANO, C.; MAR, C. (2007). "Microfinance institutions and efficiency" *Omega* 35, pp.131-142.
- HERNÁNDEZ, J.(2006). "La Universidad española en cifras". CRUE.
- JAHANSHALOO,G.R.; VIEIRA, H.; LOTFI, F.H.; AKBARIAN, D. (2007). "A new DEA ranking system based on changing the reference set" *European Journal of Operational Research* 181, pp. 331-337.
- JOHNES, J. (2006). "Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economic graduates from UK universities 1993" *European Journal of Operational Research* 174, pp. 443-456.
- KAO, C.; HUNG, H.T. (En prensa) "Efficiency analysis of university departments: An empirical study", disponible on line www.sciencedirect.com
- MARTIC, M.; SAVIC, G. (2001). "An application of DEA for comparative analysis and ranking of regions in Serbia with regards to social-economic development" *European Journal of Operational Research* 132, pp. 343-356.
- SARRICO, CS.; DYSON, RG. (2000). "Using DEA for planning in UK universities-an institutional perspective" *Journal of the Operational Research Society* 51, pp. 789-800.
- SCHIFFMAN, S.; REYNOLDS, M.L.; YOUNG, F.W. (1981). *Introduction to Multivariate Analysis*. London, UK. Academic Press.
- SERRANO, C.; FUERTES, Y.; MAR, C. "An approach to the measurement of intangible assets in dot.com" *The International Journal of Digital Accounting Research*, 3, 5, pp.1-32
- SERRANO, C.; MAR, C. (2004). "Selecting DEA specifications and ranking units via PCA" *Journal of the Operational Research Society* 55, pp.521-528.

- SHANMUGAM, R.; JOHNSON, CH. (2007). "At a crossroad of data envelopment and principal component analyses" *Omega* 35, pp.351-364.
- STEVENS, P. A. (2005). "A stochastic frontier analysis of English and Welsh universities" *Education Economics* 13, 4, pp.355-374.
- SUEYOSHI, T. (2006). "DEA-Discriminant Analysis: Methodological comparison among eight discriminant analysis approaches" *European Journal of Operational Research* 169, pp. 247-272.
- TORGERSON, A.M.; FORSUND, F.R.;KITTELESEN, S.A.C.,(1996). "Slack-Ajusted efficiency measures and ranking of efficient units" *The Journal of Productivity Analysis* 7, pp. 379-398.
- VARGAS, SC.; BRICKER,D. (2000). "Combining DEA and factor analysis to improve evaluation of academic departments given uncertainty about the outputs constructs" *Research Paper of University of Iowa, Iowa City, USA*
- ZHU, J. (1998). "Data envelopment analysis vs. principal component analysis: an illustrative study of economic performance of Chinese cities" *European Journal of Operational Research* 111, 1, pp. 50-61.