

SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN: RANKING DE UNIVERSIDADES EN EL ÁMBITO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL (SADRU_II)

Garcia-Cascales, M.Socorro.^(p); Gómez-López, M.Dolores; Lamata, M.Teresa.

Abstract

The university rankings which just 20 years ago were an innovation are today a normal characteristic in the majority of countries with extensive systems of higher education. These lists have an increasing impact not only between the universities themselves, but also between different social sectors.

Likewise, the reorganization at European scale of university studies as a result of the Bologna Process, will contribute in an active way to the harmonization of basic European academic aspects. This aspect will allow, on the one hand, for a better connection between universities and on the other, for an easier comparison between them; for which certain indicators of functioning will be necessary. All the above leads us to think about the need for the existence of global rankings of universities as an instrument to rigorously measure their quality. In this context, the Decision Support Systems (D.S.S), seem to be useful for the evaluation of the qualifications in the universities' ranking.

In this paper, we shall focus on the area of industrial engineering inside the Spanish university system by the design of a Decision Support Systems in rankings of universities in the fields of industrial engineering (SADRU-II)

Keywords: Decision Support Systems, rankings, universities qualifications, TOPSIS method

Resumen

Los rankings universitarios que hace solo 20 años eran una novedad, hoy son una práctica normal en la mayoría de los países con grandes sistemas de educación superior. Estas listas tienen un elevado y creciente impacto no solo entre las propias universidades, sino también entre diferentes sectores sociales.

Asimismo la reorganización a escala europea de los estudios universitarios como resultado del Proceso de Bolonia contribuirá de manera activa a la armonización europea de los aspectos académicos básicos, que permitirán, por una parte una mejor articulación entre las universidades y por otra una más fácil comparación entre ellas; para ello serán necesarios determinados indicadores de funcionamiento. Todo esto nos hace pensar en la necesidad de la existencia de rankings globales de universidades como instrumento para medir rigurosamente la calidad de estas. En este contexto los Sistemas de Ayuda a la Decisión parecen ser útiles para la evaluación de las titulaciones en el ranking de universidades.

En este artículo, nos vamos a centrar en las universidades españolas y proponemos el diseño de un sistema de ayuda a la decisión para el ranking de universidades tomando como base el ámbito de la ingeniería industrial, SADRU-II.

Palabras clave: Sistema de ayuda a la decisión, orden de preferencia, titulaciones universitarias, método TOPSIS

1. Introducción

El RD 1393/2007 [9] por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España, establece en su capítulo VI dentro del artículo correspondiente a la Verificación y Acreditación que:

- Los títulos universitarios oficiales deberán someterse a un procedimiento de evaluación cada 6 años a contar desde la fecha de su registro en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT), con el fin de mantener su acreditación.
- A estos efectos la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), establecerá los protocolos de verificación y acreditación necesarios.

Desde el curso 2004/2005 la (ANECA) [1,2] dentro de sus actividades ha establecido un procedimiento para la evaluación de enseñanzas e instituciones, mediante el Programa de Evaluación Institucional (PEI), el cual consta de tres fases:

- Autoevaluación,
- Evaluación Externa, y
- Plan de Mejoras.

El principal objetivo del PEI [2] es facilitar un proceso de evaluación para la mejora de la calidad de las enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y con validez en todo el territorio nacional, a través de su autodiagnóstico y de la visión externa que aportan expertos. Asimismo, mediante el desarrollo de este programa, se pretende promover protocolos de evaluación que favorezcan el establecimiento o la continuidad de procesos de garantía de calidad en las enseñanzas, así como proporcionar información a los estudiantes y sus familias, al conjunto de la sociedad, a los gobiernos de las universidades y a las administraciones públicas sobre la calidad de las enseñanzas universitarias y sus planes de actuación [5,6].

El PEI que propone la ANECA está basado en 6 criterios [2] referidos a los aspectos más relevantes a valorar durante el proceso de evaluación de la enseñanza:

- Programa Formativo,
- Organización de la Enseñanza,
- Recursos Humanos,
- Recursos Materiales,
- Proceso Formativo y
- Resultados.

Dichos criterios abarcan los principios de calidad total reconocidos internacionalmente.

El análisis de estos criterios ayuda a realizar un diagnóstico de situación de la enseñanza evaluada. Cada criterio se desagrega en uno o más subcriterios de diferentes niveles. De igual modo, se presentan los indicadores que servirán para medir el cumplimiento de cada uno de ellos.

En este contexto proponemos un S.A.D. para la evaluación de las titulaciones en el ámbito de la Ingeniería Industrial dentro del sistema universitario español, basado en el Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial (Propuesta de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales) [3]. Este S.A.D está basado en el PEI y en concreto en la fase de Evaluación Externa [2] según los criterios determinados por

la ANECA y asimismo en base a la encuesta semicuantitativa de Evaluación Externa diseñada por la ANECA.

2. Descripción del SAD

La estructura del SAD es el que se presenta en la figura 1. Para la metodología de desarrollo de la base de datos, de la extracción del conocimiento y de la agregación de la información del mismo ver [5,6].

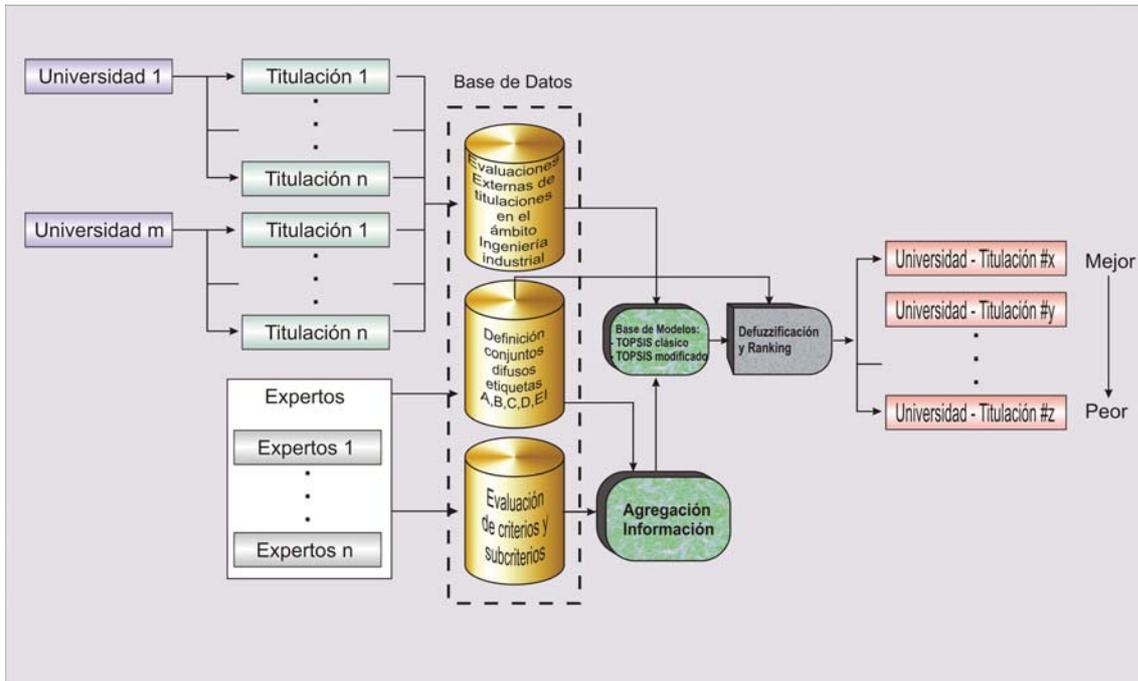


Figura 1. Estructura del SAD

El software propiamente desarrollado para el S.A.D, se ha programado en Delphi (Figura 2) utilizando el método TOPSIS [4,10-13].



Figura 2. Inicio del software

2.1 Método TOPSIS

El método TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) de Hwang y Yoon [4] es un método de decisión multicriterio clásico bien conocido, el cual afronta el dilema de trabajar con el ideal, con el anti-ideal o con la mezcla de los dos. Para ver que esto es realmente un conflicto, pues puede conducir a resultados diferentes, basta observar la siguiente figura, en la que se han representado cinco alternativas (A, B, C, D y

E) para un problema de dos criterios. También aparecen en la figura los puntos ideal y anti-ideal, respecto a los que es inmediato observar que C es la más próxima al ideal mientras que D y B son las más lejanas del anti-ideal (en ambos casos utilizando una métrica de distancia euclídea y pesos iguales).

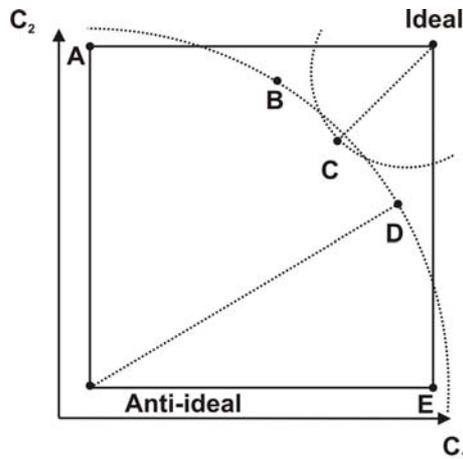


Figura 3. Distancias al ideal y al anti-ideal

El algoritmo del método TOPSIS implementado en el SADRU-II es el que se presenta en la figura 4.

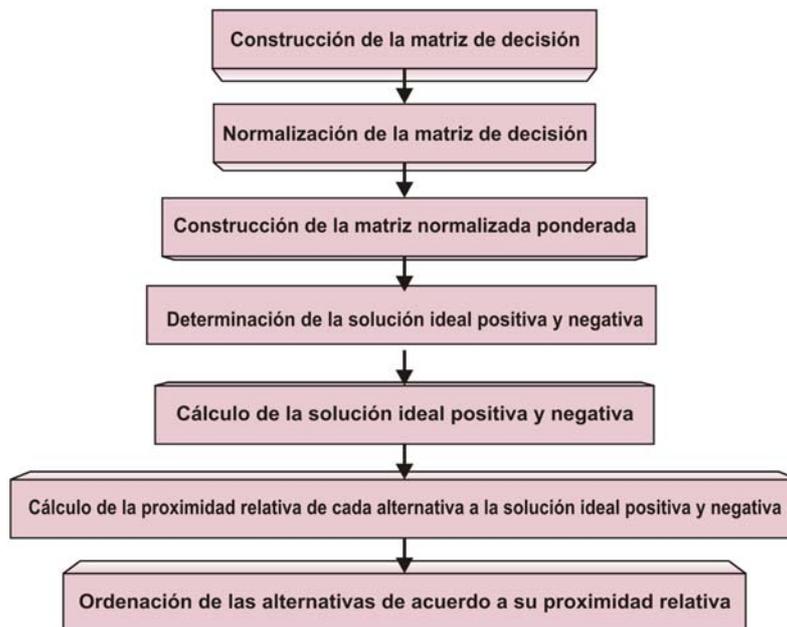


Figura 4. Pasos del método TOPSIS

Para el desarrollo del software SADRU-II hemos implementado el método TOPSIS en el que utilizamos las etiquetas semicuantitativas (A:Excelente, B:Bueno C:Regular, D:Deficiente y EI:Evidencias insuficientes) definidas en la encuesta del PEI desarrollada por la ANECA. Para poder trabajar con estas etiquetas se ha creado una aplicación entre etiquetas y números difusos que se puede ver en [6].

Asimismo dentro de la metodología se ha implementado la salida gráfica de los resultados, mediante una defuzzificación de los mismos [7] y para poder dar una salida cualitativa la asociación de estos a las etiquetas semicuantitativas utilizadas [8]

2.2. Selección de universidades y titulaciones

Como paso inicial del SAD se debe seleccionar la relación de universidades-titulaciones que se quieren evaluar de entre las existentes en la base de datos. Figura 5

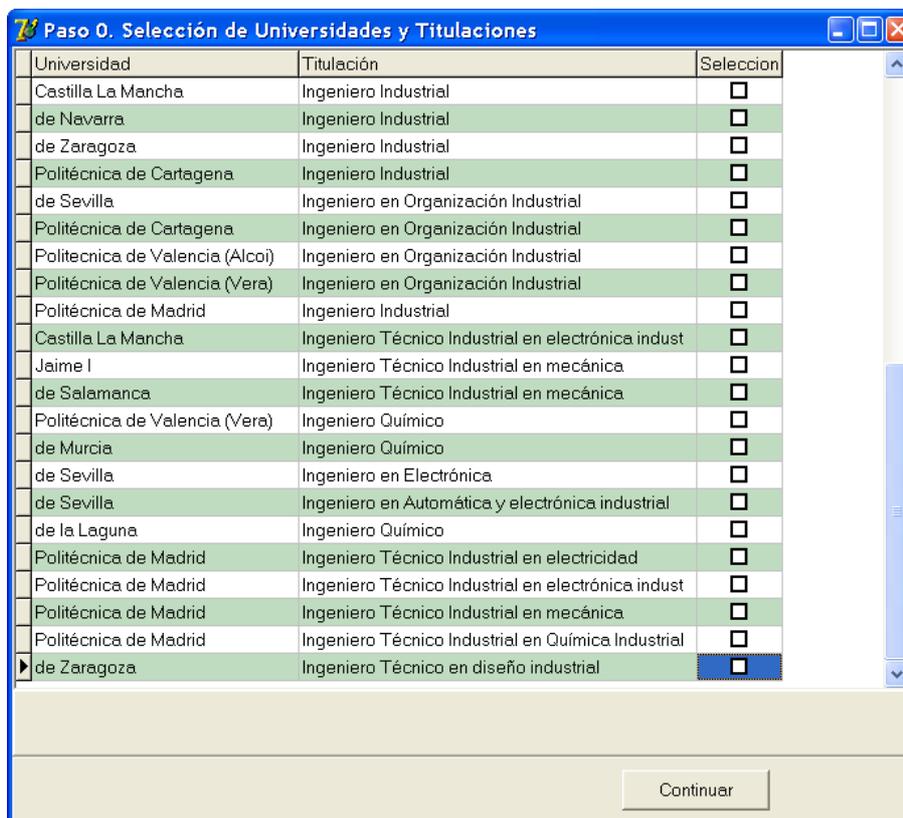


Figura 5. Selección de Universidades y Titulaciones a estudio

A efectos de ver los resultados más claramente en la presente publicación no haremos una selección de universidades-titulaciones sino que trabajaremos con todos los datos almacenados en la base de datos, que se corresponden con los datos publicados en la página web de la ANECA.

2.3 Resultados

Finalmente tendríamos la salida de resultados, por un lado la salida de resultados difusa para cada uno de los 6 criterios, así como para el total (figura 6), seguidamente la salida de resultados defuzzificada (figura 7) y finalmente la salida gráfica de los resultados obtenidos, con la ordenación de las alternativas para cada uno de los criterios principales, así como para el resultado total de los mismos. Figuras (8-14)

Se puede apreciar en estas gráficas como podemos dar una salida numérica, que estaría asociada al índice del método TOPSIS y que correspondería al eje de ordenadas. Pero parece más interesante poder dar la salida en los mismos términos en el que hicimos la entrada, es decir mediante una salida lingüística, que este caso se correspondería con el eje de abscisas.

Paso 6. Calculo de R

Atrás Terminar Seguir

Como Tabla

	1.inf	1.med	1.sup
U6-Ingeniero Industrial	0,13487	0,37417	1,1066
U20-Ingeniero Industrial	0,19734	0,55747	1,6832
U32-Ingeniero Industrial	0,19172	0,5378	1,6293
U23-Ingeniero Industrial	0,038538	0,09299	0,24194
U29-Ingeniero en Organización Industrial	0,087651	0,22135	0,59633
U23-Ingeniero en Organización Industrial	0,038538	0,09299	0,24194
U35-Ingeniero en Organización Industrial	0,12267	0,31436	0,86444
U25-Ingeniero en Organización Industrial	0,17389	0,48342	1,451
U36-Ingeniero Industrial	0,17938	0,50344	1,5405
U6-Ingeniero Técnico Industrial en electrónica indust	0,13394	0,34728	0,94981
U13-Ingeniero Técnico Industrial en mecánica	0,1406	0,39644	1,1916
U28-Ingeniero Técnico Industrial en mecánica	0,11423	0,29146	0,79406
U25-Ingeniero Químico	0,19249	0,53656	1,6009
U37-Ingeniero Químico	0,11249	0,30061	0,86964
U29-Ingeniero en Electrónica	0,13384	0,37671	1,145
U29-Ingeniero en Automática y electrónica industrial	0,13384	0,37671	1,145
U38-Ingeniero Químico	0,24263	0,67889	2,0988
U36-Ingeniero Técnico Industrial en electricidad	0,15834	0,4385	1,3151
U36-Ingeniero Técnico Industrial en electrónica indust	0,15834	0,4385	1,3151
U36-Ingeniero Técnico Industrial en mecánica	0,15834	0,4385	1,3151
U36-Ingeniero Técnico Industrial en Química Industrial	0,15834	0,4385	1,3151
U32-Ingeniero Técnico en diseño industrial	0,13124	0,34893	1,0026
A: Excelente	0,34652	1	2,8858
B: Bueno	0,23766	0,66667	2,0797
C: Regular	0,12988	0,33333	0,92061
D: Deficiente	0	0	0

Figura 6: Cálculo de R

Paso 7. Defuzzificación

Atrás β 0,33333 Terminar Seguir λ 0,50000

Como Tabla

	1	2	3	4	5	6	7
U6-Ingeniero Industrial	0,45635	0,43885	0,90308	0,73485	0,39819	0,83413	0,63785
U20-Ingeniero Industrial	0,68506	0,80023	0,92103	0,9993	0,96732	1,1481	0,86927
U32-Ingeniero Industrial	0,66403	0,86706	0,92103	0,98131	0,81427	0,84178	0,80998
U23-Ingeniero Industrial	0,10874	0	0,44134	0,51707	0,23323	0,24075	0,26623
U29-Ingeniero en Organización Industrial	0,26157	0,37903	0,56437	0,64237	0,17267	0,22842	0,38714
U23-Ingeniero en Organización Industrial	0,10874	0	0,44134	0,51707	0,23323	0,24075	0,26623
U35-Ingeniero en Organización Industrial	0,37409	0,3724	0,44134	0,7666	0,70209	0,92098	0,54012
U25-Ingeniero en Organización Industrial	0,5931	0,49577	0,80309	1,0655	0,67196	0,805	0,68391
U36-Ingeniero Industrial	0,62227	0,74956	0,75158	0,3893	0,63653	0,66816	0,67946
U6-Ingeniero Técnico Industrial en electrónica indust	0,41215	0,46747	0,60567	0,82651	0,5344	0,60002	0,53305
U13-Ingeniero Técnico Industrial en mecánica	0,48633	0,39458	0,56437	0,98158	0,72261	0,28958	0,49516
U28-Ingeniero Técnico Industrial en mecánica	0,34569	0,37909	0,44134	0,88994	0,49132	0,50309	0,444
U25-Ingeniero Químico	0,5966	0,92742	0,90308	0,8291	0,88073	0,84178	0,81778
U37-Ingeniero Químico	0,36409	0,84849	0,80309	0,57826	0,73838	0,83238	0,6874
U29-Ingeniero en Electrónica	0,46428	0,43645	0,92103	0,89574	0,5751	0,40644	0,59056
U29-Ingeniero en Automática y electrónica industrial	0,46428	0,43645	0,92103	0,89574	0,5751	0,40644	0,59056
U38-Ingeniero Químico	0,84282	0,74956	0,9307	1,065	0,70148	0,82528	0,83465
U36-Ingeniero Técnico Industrial en electricidad	0,53791	0,38429	0,56437	0,42384	0,33183	0,20156	0,45008
U36-Ingeniero Técnico Industrial en electrónica indust	0,53791	0,38429	0,56437	0,42384	0,33183	0,20156	0,45008
U36-Ingeniero Técnico Industrial en mecánica	0,53791	0,38429	0,56437	0,42384	0,33183	0,20156	0,45008
U36-Ingeniero Técnico Industrial en Química Industrial	0,53791	0,38429	0,56437	0,42384	0,33183	0,20156	0,45008
U32-Ingeniero Técnico en diseño industrial	0,42159	0,70182	0,60567	0,68931	0,81606	0,75438	0,62571
A: Excelente	1,2054	1,1635	1,1674	1,1811	1,2007	1,3118	1,2003
B: Bueno	0,83067	0,80023	0,80309	0,81315	0,82726	0,90772	0,82701
C: Regular	0,3373	0,38429	0,3855	0,3898	0,39584	0,4306	0,39573
D: Deficiente	0	0	0	0	0	0	0

Figura 7. Cálculo de los resultados defuzzificados

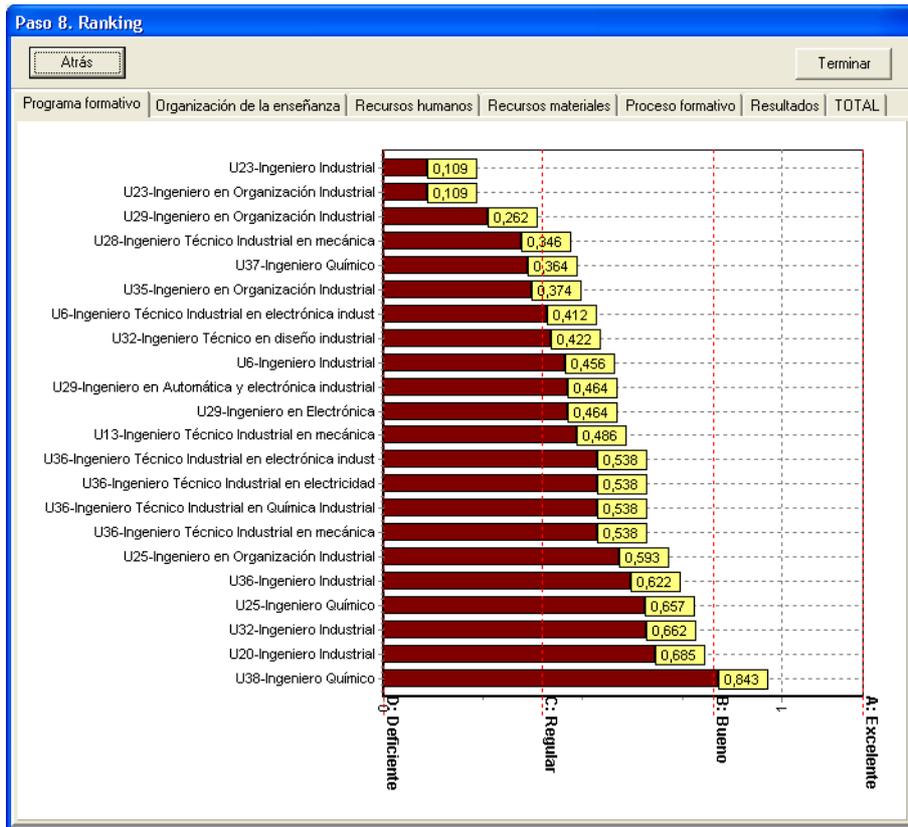


Figura 8. Ranking para el criterio 1, Programa formativo

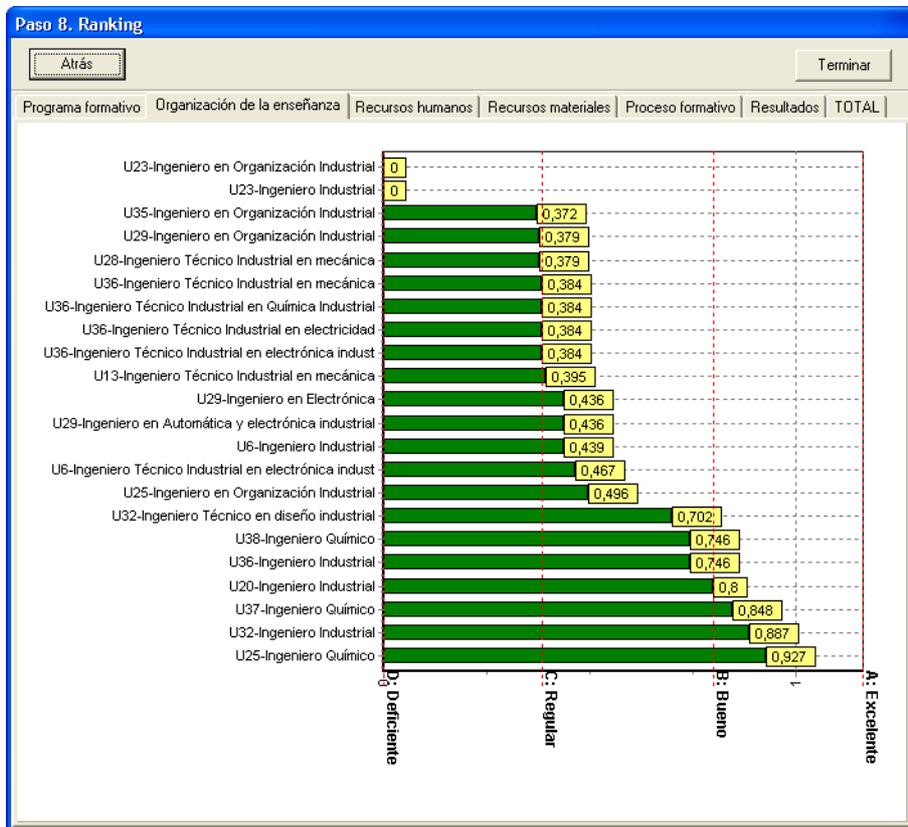


Figura 9: Ranking para el criterio 2, Organización de la enseñanza

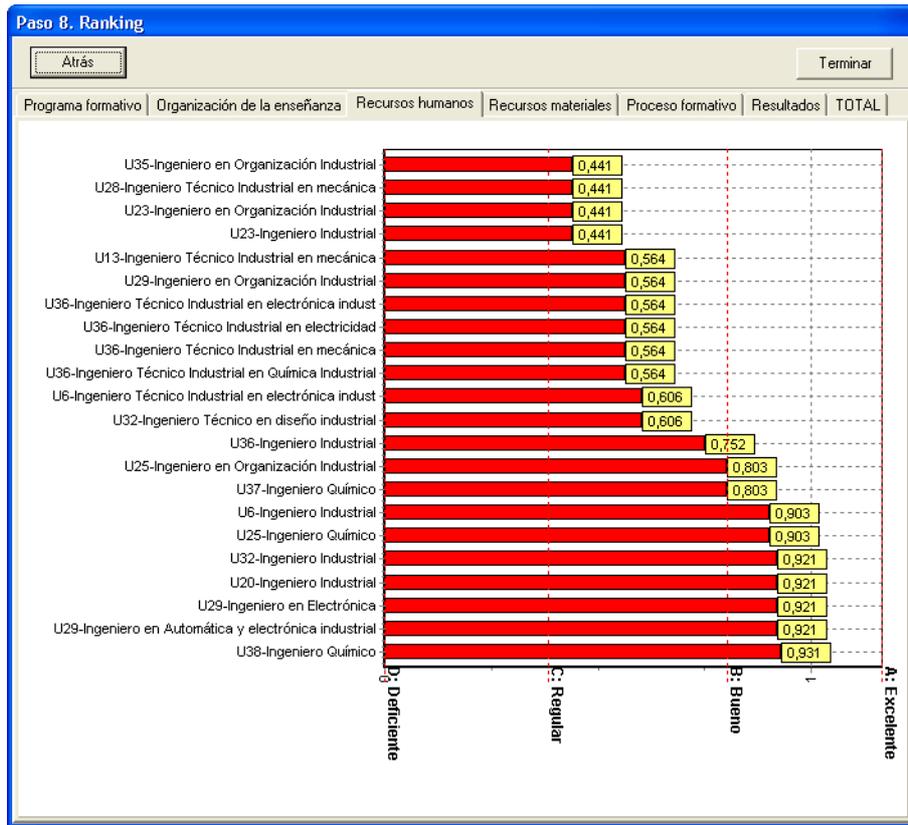


Figura 10. Paso 8: Ranking para el criterio 3, Recursos humanos

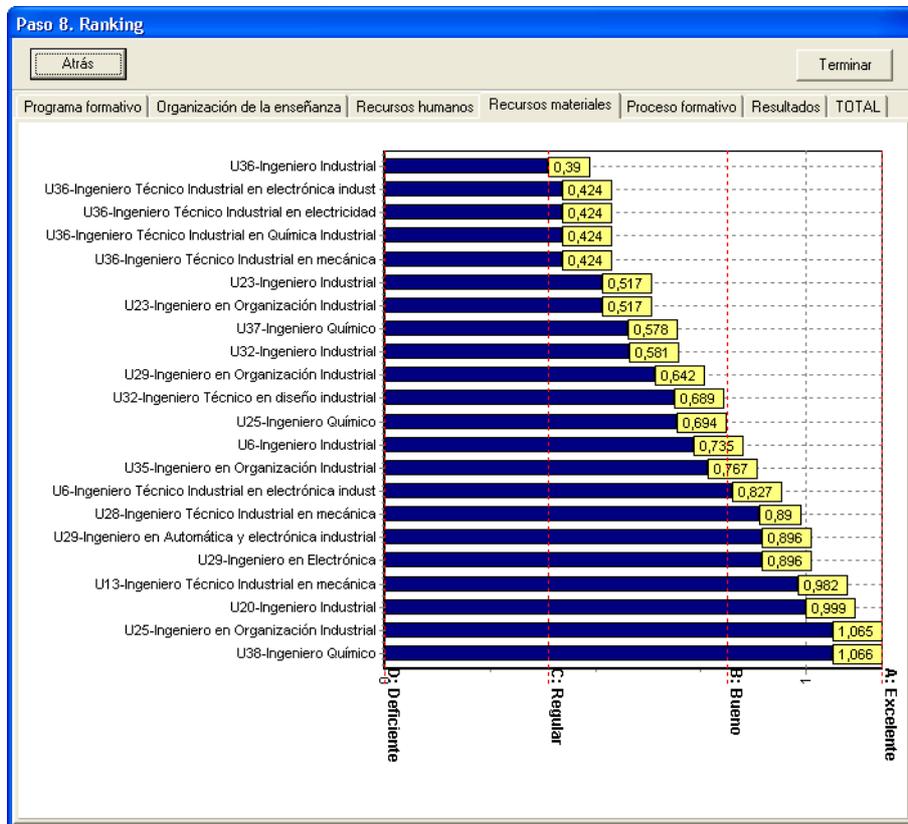


Figura 11. Paso 8: Ranking para el criterio 4, Recursos materiales

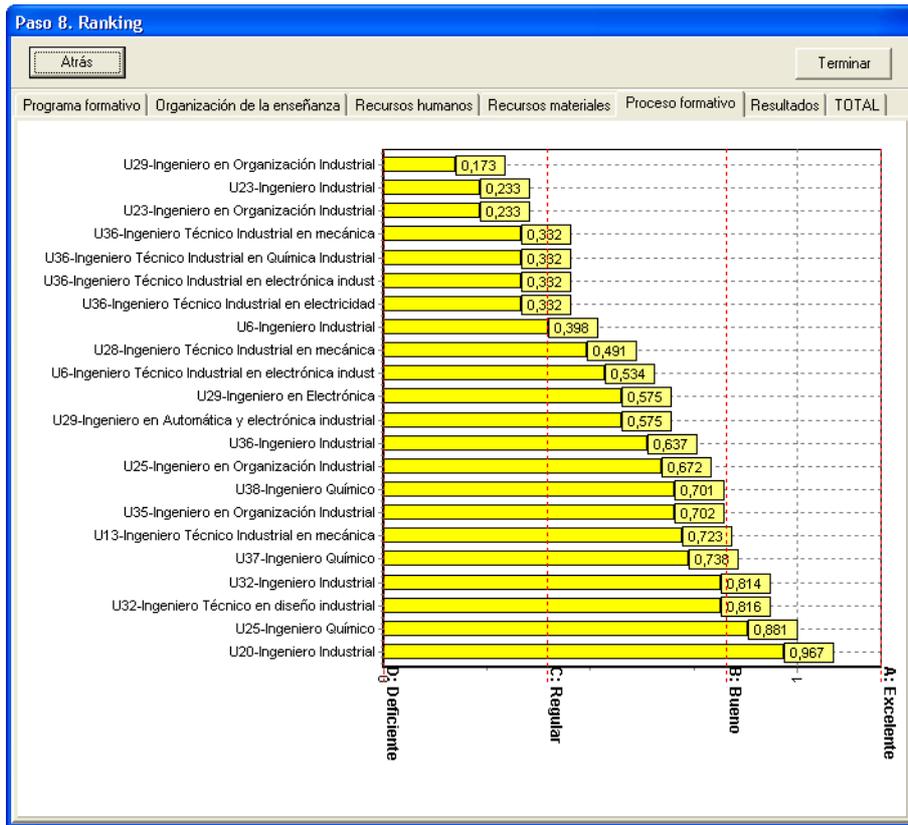


Figura 12. Paso 8: Ranking para el criterio 5, Proceso formativo

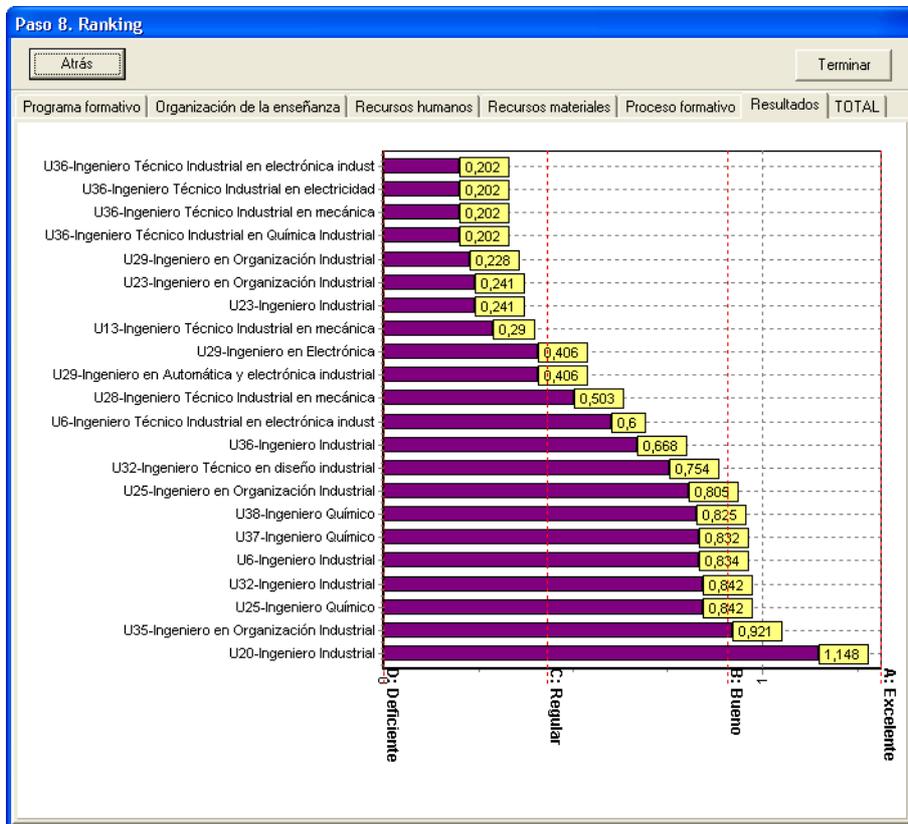


Figura 13. Paso 8: Ranking para el criterio 5, Resultados

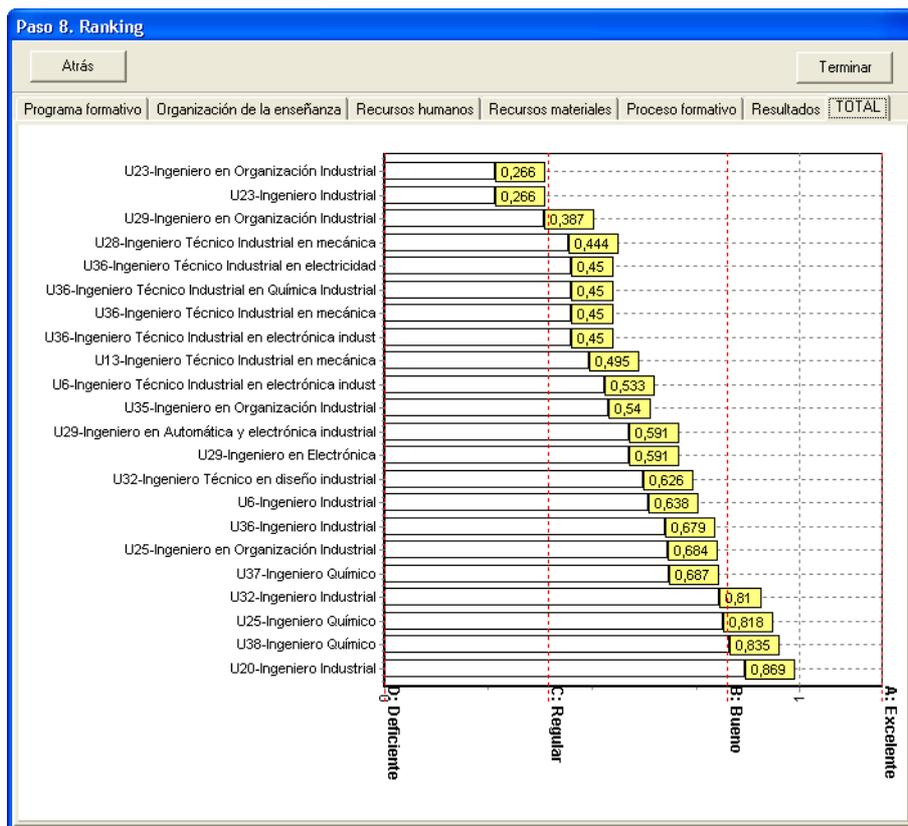


Figura 14. Paso 8: Ranking para el total

3. Conclusiones

Los resultados corresponden a valoraciones en distintos cursos académicos como son del curso 2003/2004 para las Universidades U23 y U37 del curso 2004/2005 para U6, U25, U32 y U35 y para las universidades U13, U20, U28, U29, U36 y U38 del curso 2005/2006. Por tanto, las Universidades han podido variar su ranking, no es lo mismo la evaluación en el año 2004 que 2 ó 3 años después. Lo interesante es tener un SAD y poder aplicarlo cuando la información sea homogénea (se aplique en los mismos años) y una vez implantado el Espacio Europeo de Educación Superior.

A la vista de los resultados podemos observar como en el caso del criterio del “Programa Formativo” que únicamente una universidad-titulación se encuentra en el rango Bueno-Excelente (U38-Ingeniero Químico), lo mismo ocurre en el caso del criterio de los “Resultados” (U20-Ingeniero Industrial), mientras que en el caso del criterio de los “Recursos Humanos” ya nos encontramos con 7 universidades-titulaciones en el rango Bueno-Excelente (U32-Ingeniero Industrial, U6-Ingeniero Industrial, U20-Ingeniero Industrial, U29-Ingeniero en Electrónica y Automática Industrial, U25-Ingeniero Químico, U29-Ingeniero en Electrónica y U38-Ingeniero Químico). Solo 3 universidades-titulaciones se encuentran en el rango Bueno-Excelente en la valoración final y nos encontramos con que estas son: U25-Ingeniero Químico, U38-Ingeniero Químico y U20-Ingeniero Industrial, las cuales han tenido la valoración de Bueno-Excelente en al menos 2 de los 3 criterios a los que se les ha asignado mayor peso. Este hecho nos hace pensar que a nivel general y a modo de recomendación, aquellas universidades-titulaciones que mejoren sus valoraciones en estos tres criterios (Programa Formativo, Resultados y Recursos Humanos) mejorarán su ranking en la valoración global.

Referencias

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) <http://www.aneca.es>
- [2] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (2007). Programa de Evaluación Institucional. Anualidad 2006/2007. Guía de evaluación externa 2007 http://www.aneca.es/active/active_ense_pei0607.asp
- [3] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial (Propuesta de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales)
- [4] C.L. Hwang, K. Yoon. Multiple Attribute Decision Methods and Applications. Springer, Berlin Heidelberg (1981).
- [5] García-Cascales M.S., Gómez-López M.D., Lamata M.T. Estudio de los criterios de evaluación en el Programa de Evaluación Institucional (PEI) de la ANECA para las titulaciones en el ámbito de la Ingeniería Industrial. XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Zaragoza Julio 2008
- [6] García-Cascales M.S., Gómez-López M.D., Lamata M.T. Decisión en Grupo para la ponderación de los criterios de evaluación, en el Programa de Evaluación Institucional (PEI) para las titulaciones en el ámbito de la Ingeniería Industrial. XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Zaragoza Julio 2008
- [7] M.S. Garcia-Cascales,., M.T. Lamata,: A modification to the index of Liou and Wang for ranking fuzzy number, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 411-424, 2007.
- [8] M.S. Garcia-Cascales, M.T. Lamata. Solving a decision problem with linguistic information. Pattern Recognition Letters vol 28, n.16 2284-2294. 2007
- [9] Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. B.O.E. 30 Octubre 2007.
- [10] Zadeh, L.A. Fuzzy sets, *Information and Control* vol 8, 1965 pp 338–353.
- [11] Zadeh, L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning: Part 1. *Information Sciences*. Vol 8, 1975, pp 199-249
- [12] Zadeh, L.A, Kacprzyk, J. (eds) Computing with Words in Information / Intelligent Systems 1. Foundations. Studies in Fuzziness and Soft Computing, *Physica-Verlag (Springer-Verlag), Heidelberg and New York*. Vol. 34 1999.
- [13] Zadeh, L.A, Kacprzyk, J. (eds) Computing with Words in Information / Intelligent Systems 2. Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing. *Physica-Verlag (Springer-Verlag), Heidelberg and New York*. Vol. 33 1999.

Agradecimientos

A la ANECA por habernos facilitado el envío del cuestionario a los evaluadores en el que se ha basado este trabajo. Este artículo se ha elaborado bajo los proyectos, TIN2008 - 06872 - C04-04, que están financiados por la DGICYT, así como por el de referencia (P07-TIC02970) de la Junta de Andalucía.

Correspondencia (Para más información contacte con):

M^a del Socorro García-Cascales
Dpto Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos
Unviversidad Politécnica de Cartagena
C/Dr Fleming s/n
30201 Cartagena (Murcia)
Teléfono +34 968 326574
FAX +34 924 32 65 00
E-mail: socorro.garcia@upct.es