



Resúmenes de la XV Reunión del Grupo Español de Decisión Multicriterio

XV

WWW.MULTICRITERIO.ES

# REUNIÓN DEL GRUPO ESPAÑOL DE DECISIÓN MULTICRITERIO

Reunión del Grupo de Trabajo SEIO en Decisión Multicriterio

4-6 ABRIL 2024 OVIEDO

ORGANIZAN:



Universidad de Oviedo

COLABORAN:



Ayuda RED2022-134540-T financiada por:



Financiado por:



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

© DISEÑO GRÁFICO DE LA UPV



Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (by-nc-nd): No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las condiciones siguientes:



Reconocimiento – Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el licenciador:

Arenas Parra, M.; Quiroga García, R. (coords.) (2024). *Resúmenes de la XV Reunión del Grupo Español de Decisión Multicriterio*. Universidad de Oviedo.

La autoría de cualquier artículo o texto utilizado del libro deberá ser reconocida complementariamente.



No comercial – No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin obras derivadas – No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

© 2024 Universidad de Oviedo

© Los autores

Algunos derechos reservados. Esta obra ha sido editada bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Se requiere autorización expresa de los titulares de los derechos para cualquier uso no expresamente previsto en dicha licencia. La ausencia de dicha autorización puede ser constitutiva de delito y está sujeta a responsabilidad.

Consulte las condiciones de la licencia en:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>



Esta Editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo

Edificio de Servicios - Campus de Humanidades

ISNI: 0000 0004 8513 7929

33011 Oviedo - Asturias

985 10 95 03 / 985 10 59 56

[servipub@uniovi.es](mailto:servipub@uniovi.es)

[www.publicaciones.uniovi.es](http://www.publicaciones.uniovi.es)

I.S.B.N.: 978-84-10135-13-0



## ÍNDICE

### CONFERENCIAS PLENARIAS..... 6

**Fostering participation and knowledge construction processes in real settings through decision analysis and collaborative value modeling ..... 6**  
Profesor Carlos Bana e Costa ..... 6

**Influence and Opinion Change in Networks. Application in Group Consensus Reaching ..... 7**  
Francisco Chiclana ..... 7

### COMUNICACIONES ORALES ..... 10

**¿Es la selección de carteras con distribuciones estables eficiente? ..... 10**  
Pérez Gayo, Pedro; Quiroga García, Raquel; Cañal Fernández, Verónica..... 10

**Análisis de la interrelación del perfil del CEO y las prácticas de buen gobierno sobre las puntuaciones ASG: aplicación *fsQCA* en empresas españolas cotizadas..... 11**  
Remo Díez, Nieves; Mendaña Cuervo, Cristina; Arenas Parra, Mar ..... 11

**Evaluando la Seguridad Energética mediante la integral de Choquet. Un análisis en los países del sur de la U.E. .... 13**  
Bilbao-Terol, Amelia; Cañal-Fernández, Verónica; González-Pérez, Carmen ..... 13

**Sostenibilidad y optimización multiobjetivo: integración de criterios ASG en las decisiones de inversión..... 15**  
García-Bernabeu, Ana; Hilario-Caballero, Adolfo, Pla-Santamaría, David, Salas-Molina, Francisco ..... 15

**Agregando datos cuantitativos y cualitativos en la toma de decisiones multicriterio ..... 17**  
García Lapresta, José Luis..... 17

**Gestión de estiércoles en un contexto de economía circular ..... 19**  
Calvete, Herminia I.; Galé, Carmen; Hernández, Aitor; Iranzo, José A. .... 19

**Refinando la evaluación ESG de las agencias de calificación ..... 21**  
González- Pozo, Raquel; Arenas- Parra, Mar; Bilbao-Terol, Amelia; Quiroga-García, Raquel .. 21

**Método multicriterio basado en la contabilidad del comportamiento de Thaler ..... 23**  
Hein, Nelson; Kroenke, Adriana; Gomes, Adhmir Renan Voltolini ..... 23



---

<b>Reglas de agregación de rankings aplicadas al problema del camino más corto multicriterio</b> .....	<b>24</b>
S. Dosantos, Pelayo; Mariñas-Collado, Irene; Bouchet, Agustina; Montes, Susana .....	24
<b>Conglomerabilidad negativa</b> .....	<b>26</b>
Miranda, Enrique; Zaffalon, Marco .....	26
<b>Convexidad para conjuntos difusos intervalo-valorados aplicados a teoría de la decisión</b> .....	<b>28</b>
Huidobro Fernández, Pedro; Alonso Velázquez, Pedro; Janiš, Vladimir; Montes Rodríguez, Susana .....	28
<b>Decisores con comportamiento homogéneo en AHP. Algunas medidas de incompatibilidad para un algoritmo clúster bayesiano</b> .....	<b>31</b>
Altuzarra Casas, Alfredo; Gargallo Valero, Pilar; Moreno Jiménez, José María ; Salvador Figueras, Manuel.....	31
<b>PÓSTERES</b> .....	<b>33</b>
<b>Un método de ponderación jerárquico basado en información ordinal</b> .....	<b>33</b>
Chergui, Zhor; Jiménez-Martín, Antonio; Robustillo, María del Carmen.....	33
<b>Evaluación de programas de intervención basados en la actividad físico-deportiva para la prevención del consumo de drogas: una perspectiva multicriterio</b> .....	<b>37</b>
Asensio-Hernández, Marcos; Jiménez-Martín, Antonio; Jiménez, Pedro J.....	37
<b>Sistema de Ayuda a la Decisión para la Gestión del Tráfico Aéreo Español para Controlar la Propagación de Pandemias</b> .....	<b>43</b>
Mateos, Alfonso; Jiménez-Martín, Antonio; Peña, Gabriel A.; Martín, Jacinto .....	43
<b>Un sistema de ayuda a la decisión cognitivo para el análisis de sentimientos. Aplicación al COVID-19 en España</b> .....	<b>47</b>
Moreno, José María; Aguarón, Juan; Fanlo, Ignacio; Navarro, Jorge; Turón, Alberto .....	47
<b>Negociar la asignación de agua para riego cuando existe incertidumbre sobre su disponibilidad</b> .....	<b>49</b>
Borrego-Marín, María M., Mármol Conde, Amparo, Rubiales Caballero, Victoriana, Hinojosa Ramos, Miguel Ángel.....	49
<b>Coopetición en energías renovables</b> .....	<b>50</b>
Caraballo Pou, M <sup>a</sup> Ángeles; Zapata Reina, Asunción; Monroy Berjillos, Luisa; Mármol Conde, Amparo M <sup>a</sup> .....	50



---

<b>Clasificación multicriterio de los estudiantes a partir del riesgo de abandono de los grados universitarios</b> .....	<b>52</b>
Segura Maroto, Marina; Sánchez Sánchez, Ana, Hernández, Adolfo .....	52
<b>Preferencias de los jóvenes en la selección de alojamiento. Un análisis multicriterio</b> .....	<b>54</b>
González-Pozo, Raquel; Segura Maroto, Marina; García del Pozo, Eva.....	54
<b>Aplicación de ANP a la estimación de precios</b> .....	<b>56</b>
Oramas Santos, Onailis; Babiloni, Eugenia; Canós-Darós, Lourdes; Ortiz Torres, Maritza; Canós-Darós, María-José.....	56
<b>Toma de decisiones multicriterio para la selección de personal</b> .....	<b>58</b>
López-González, Ana ; Canós-Darós, Lourdes, Babiloni, Eugenia; Canós-Darós, María-José ...	58
<b>Aplicaciones Streamlit para Métodos Multicriterio</b> .....	<b>60</b>
Hein, Nelson; Gomes, Adhmir Renan Voltolini; Kroenke, Adriana .....	60
<b>Herramientas empresariales para la adaptación de los Centros de Atención Primaria a la Sociedad del Conocimiento</b> .....	<b>62</b>
Muerza Marín, M.V.; Escobar Urmeneta, M.T.; Moreno-Jiménez, J. M. ....	62
<b>Inversión socialmente responsable en el mercado del agua utilizando IA</b> .....	<b>64</b>
Truyols-Pont, M. Antonia; Bilbao-Terol, Amelia; Arenas-Parra, Mar.....	64



## CONFERENCIAS PLENARIAS

# Fostering participation and knowledge construction processes in real settings through decision analysis and collaborative value modeling

Profesor Carlos Bana e Costa  
University of Lisbon

### Abstract:

To address the challenge of effectively engaging many stakeholders and experts in real-world knowledge construction and decision analysis processes, we have developed the Collaborative Value Modeling (CVM) framework. CVM combines large-scale participatory Web-Delphi processes with smaller-scale decision conferencing processes to promote agreement in different modeling stages of multicriteria decision analysis. CVM was designed to be a cohesive and flexible socio-technical framework that combines analytical rigor with participatory engagement. It can be tailor-made for diverse and complex evaluation and decision contexts. We will discuss applications in real contexts that include combining evidence with value judgments in the process of building an European population health index, prioritizing measures to mitigate carbon emissions in Brazil, promoting a national consensus on clinical recommendations to deal with an immunology condition, building a national agreement about policy recommendations with the highest potential to improve sustainability and resilience in the Portuguese health system, evaluating health technologies in hospitals and health agencies, and evaluating an enterprise management system.

### Bio:

Carlos A. Bana e Costa (PhD, Systems Engineering) has an academic career as Professor of Decision Sciences at the University of Lisbon (IST, 1980-2022) and the London School of Economics (LSE, 1999-2010).

He is a Researcher at the Centre of Management Studies of IST (CEGIST), where he founded a sociotechnical school of Decision Analysis. He is also a Research Associate at the Medical Technology Research Group (MTRG) of LSE. He has published highly cited articles in top international scientific journals. Many of his articles have presented and discussed the foundations and practical uses of MACBETH (the Measuring Attractiveness by a Categorical





Based Evaluation Technique), a well-known sociotechnical approach for multicriteria evaluation of options using non-numerical value judgements.

As a co-founder and process consultant at BANA Consulting, he helps managers, policymakers and other stakeholders evaluate and prioritize public projects, policies, and strategies by using MACBETH. An example is the IMPACT HTA project, developed in collaboration with colleagues from CEGIST and MTRG, in which they applied MACBETH to assess health technologies under a collaborative value modelling (CVM) framework involving groups of diverse stakeholders in healthcare. CVM is a sociotechnical framework, the application of which was recognised as an outstanding contribution to the practice of decision analysis with the 2023 Decision Analysis Practice Award, jointly sponsored by the Decision Analysis Society and the Society of Decision Professionals.

In 2018, Professor Bana e Costa was also awarded with the Herbert Simon Award for Outstanding Contribution in Information Technology and Decision Making, by the International Academy of Information Technology and Quantitative Management (IAITQM).

## Influence and Opinion Change in Networks. Application in Group Consensus Reaching

Francisco Chiclana

De Montfort University (Leicester, UK)

### Abstract:

While working towards my PhD on integrating several representations of preferences in group decision making, one of the research issues that was investigated by many researchers on preference modelling was the modelling transitivity of preferences, which is referred to as consistency property and linked to the idea of 'rationality' of preferences. As it is the case in frameworks based on the concept of fuzzy set theory, the fuzzification of transitivity property of crisp preferences to fuzzy preferences is not unique, and many properties have been proposed to model transitivity of preferences. However, when a preference relation is multiplicative in the sense of Saaty's AHP framework, consistency of preferences is defined uniquely with a property known as multiplicative transitivity property. Since there is a bijection between the set of fuzzy preference relations and the set of multiplicative preference relations, then it is natural to use such bijection to transpose concepts from one preference structure to the other. Saaty's multiplicative transitivity becomes Tanino's additive transitivity for fuzzy preference relations. The key aspect this analytic formulation of the concept of consistency of preferences resides in the possible developing of approaches to measure 'levels of consistency' of preference relations,



which could be potentially exploited in designing 'rational' group decision making. For example, it can be used to assign importance degrees to experts on a group based on their levels of consistency of preferences/opinions on the problem at hand. Also, the transitivity property can be used in building a consistent preference relation from a minimum set of preferences and, in doing so, it can be interpreted as a propagation of preferences between alternatives via intermediate or indirect alternatives. In other words, the consistency property permits to propagate preferences via alternatives linked indirectly through alternatives 'consistently.' Therefore, this mechanism of propagation of preferences can be used to estimate preference values that are unknown or not given by a person when asked, or to feedback inconsistent experts with their most inconsistent preferences and potential values to consider for repairing their inconsistency. What does this have to do with social network? People use social networks for sharing information, which leads to diffusion of information and influence propagation. Both are closely related to building consensus in decision making. If disagreement exists in a GDM and all individuals in the group are committed to group consensus, then they would be willing to change initial opinions to achieve group consensus. This is normally done in what is referred to as the 'feedback process' of a consensus group decision making model. Since people are influenced by others, influence can be used to design a process leading to the formation of interpersonal agreement and consensus when opinions disagree. So, influence based feedback processes are worth investigating in consensus GDM, and social influence network could be useful in designing consensus reaching processes: consensus 'feedback processes' could be devised modelling influence that one person/group have in others whose opinions or preferences are 'too' far away from the group, i.e. contribute 'less' to group consensus. This talk aims at presenting how two models of influence applied in social networks are linked to research on methods to build consensus in group decision making.

**Bio:**

Professor of Computational Intelligence and Decision Making in the School of Computer Science and Informatics at De Montfort University (DMU, Leicester, UK). He joined DMU in August 2003, and before that he received the BSc and PhD degrees in Mathematics from the University of Granada (Spain) in 1989 and 2000, respectively. He was a Mathematics secondary school teacher during 13 years in Spain (September 1990 – July 2003).

Prof. Francisco Chiclana coordinates the University research submission to the UK Research Excellence Framework (REF) for UoA11: Computer Science and Informatics, and his role includes the mentoring and supervision of research staffs to enhance their research contribution. Prof. Chiclana was the Faculty Interim Associate Dean of Research and Innovation for period September 2018 – July 2019; an Honorary Professor in the Department of Mathematics at the University of Leicester for period July 2015 – June 2018; and a Visiting Professor in the Andalusian Research Institute on Data Science and Computational Intelligence at the University of Granada (Granada, Spain) for the period May 2019 – April 2023. Prof. Chiclana is a Fellow of the Higher Education Academy, UK.





## XV Reunión del GEDM. Oviedo, 4, 5, y 6 abril 2024



Universidad de Oviedo

---

Prof. Chiclana is a Highly Cited Scientist in Computer Science (2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023), and has published extensively on research areas relevant to social network, preference modelling, decision-making, decision support systems, consensus, recommender systems, social networks, rationality/consistency, information aggregation (a complete list of publications is available at <http://www.tech.dmu.ac.uk/~chiclana/publications.html>). He is the Editor in Chief of Mathematics (MDPI) (ISSN 2227-7390) (from January 2021); the Specialty Chief Editor of the Fuzzy Systems section of Frontiers in Artificial Intelligence (from 2018), and Associate Editor/Member of the Editorial Board for several JCR ISI indexed journals.

## COMUNICACIONES ORALES

### ¿Es la selección de carteras con distribuciones estables eficiente?

Pérez Gayo, Pedro<sup>1</sup>; Quiroga García, Raquel<sup>1</sup>; Cañal Fernández, Verónica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oviedo

#### Resumen

Este trabajo trata de contribuir a la investigación sobre selección de carteras. Concretamente, relajamos la hipótesis de normalidad de las rentabilidades de los activos, asumiendo una clase de distribuciones más generales conocidas como estables. Para ello, introducimos en el modelo de optimización tradicional una medida de riesgo alternativa a la desviación típica y acorde con estas distribuciones estables. Aplicamos esta metodología a una cartera del índice español Ibex35 y comparamos los resultados con los obtenidos aplicando el enfoque clásico que considera que los rendimientos se distribuyen normalmente. Los resultados muestran que la utilización de distribuciones estables para los rendimientos de los activos, proporciona carteras eficientes similares o mejores que las obtenidas bajo la hipótesis de normalidad.

**Palabras clave:** selección de carteras, distribución estable, colas pesadas.

### Is portfolio selection with stable distributions efficient?

#### Abstract

This work tries to contribute to research on portfolio selection. Specifically, we relax the assumption of normality of asset returns, assuming a class of more general distributions known as stable. To do this, we introduce into the traditional optimization model an alternative risk measure to the standard deviation and in accordance with these stable distributions. We apply this methodology to a portfolio of the Spanish Ibex35 index and compare the results with those obtained by applying the classic approach that considers that returns are normally distributed. The results show that the use of stable distributions for asset returns provides efficient portfolios similar to or better than those obtained under the normality hypothesis.

**Key words:** portfolio selection, stable distribution, heavy tails.

**Funding:** This research is supported by grants from the University of Oviedo (PAPI-23-GR-2011-0049)

## Análisis de la interrelación del perfil del CEO y las prácticas de buen gobierno sobre las puntuaciones ASG: aplicación *fsQCA* en empresas españolas cotizadas

Remo Díez, Nieves<sup>1</sup>; Mendaña Cuervo, Cristina<sup>1</sup>; Arenas Parra, Mar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de León

<sup>2</sup>Universidad de Oviedo

### Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar cómo interactúan las prácticas de buen gobierno con diferentes características del CEO para lograr altas puntuaciones ASG. Algunos trabajos han comenzado a considerar la interacción entre atributos del consejo de administración y del CEO y su efecto sobre el desempeño ambiental, social y de gobernanza (ASG), pero son limitados y se requiere mayor investigación. Para este propósito, se ha aplicado la metodología *fuzzy set qualitative comparative analysis (fsQCA)* sobre una muestra de empresas cotizadas españolas, durante el periodo 2018-2020. En términos generales, las empresas que cuentan con un comité CSR y siguen buenas prácticas de gobierno corporativo, mejoran su puntuación ASG tanto a nivel general como para cada subdimensión (A, S y G). Sin embargo, este resultado solo se observa en combinación con otros atributos del CEO, lo que nos permite trazar “paquetes” alternativos de prácticas de gobierno corporativo. Los resultados nos permiten confirmar un consejo de gobierno de talla única no es el mejor enfoque. En línea con la teoría de la heterogeneidad empresarial, empresas en un entorno de gobernanza nacional, tienen prácticas de gobierno corporativo diferentes. Los resultados también son diferentes para empresas de sectores con alto y bajo impacto ambiental, lo que puede ser de utilidad a las empresas a la hora de diseñar sus prácticas de buen gobierno y mejorar sus puntuaciones ASG. Además, los resultados sirven de guía para los responsables de formulación de políticas orientadas a la mejora de las prácticas ASG de las empresas. En concreto, destacamos la importancia de los esfuerzos regulatorios en materia de recomendaciones de buena gobernanza y la inclusión de un comité de responsabilidad social corporativa a nivel de junta directiva en la promoción de actividades sostenibles.

**Palabras clave:** CEO; consejo de administración; gobierno corporativo; ASG; *fsQCA*

---

## Analysis of the interrelationship of CEO profile and good governance practices on ESG scores: *fsQCA* application in Spanish listed companies

### Abstract

This paper aims to analyze how good governance practices interact with different CEO characteristics to achieve high ESG scores. Some studies have begun to consider the interaction between board and CEO attributes and their effect on environmental, social, and governance (ESG) performance, but it is limited and needs more research. For this purpose, the *fuzzy set qualitative comparative analysis (fsQCA)* methodology has been applied to a sample of Spanish-listed companies from 2018-2020. Generally, companies with a CSR committee and good corporate governance practices improve their ESG score overall and for each subdimension (E, S, and G). However, this result is only observed in combination with other CEO attributes, which allows us to map alternative "bundles" of firm corporate governance practices. The results confirm that a "one-size-fits-all" governance board is not the best approach. In line with the theory of corporate heterogeneity, firms within a national governance environment have different corporate governance practices. The results are also different for companies in sectors with high and low environmental impact, which may be helpful to firms when designing their governance practices and improving their ESG scores. In addition, the results serve as a guide for policymakers to improve corporate ESG practices. In particular, we highlight the importance of regulatory efforts on good governance recommendations and the inclusion of a board-level corporate social responsibility committee in promoting sustainable activities.

**Key words:** CEO; board of directors; corporate governance; ESG; *fsQCA*

**Funding:** This research is supported by grants from the University of Oviedo (PAPI-23-GR-2011-0049)

## Evaluando la Seguridad Energética mediante la integral de Choquet. Un análisis en los países del sur de la U.E.

Bilbao-Terol, Amelia<sup>1</sup>; Cañal-Fernández, Verónica<sup>1</sup>; González-Pérez, Carmen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad de Oviedo

### Resumen

El objetivo de este trabajo es diseñar un modelo para ordenar un conjunto de países respecto de su Seguridad Energética (SE) atendiendo a múltiples indicadores y teniendo en cuenta no solo el comportamiento de cada indicador en cada país sino también las interdependencias existentes entre ellos. Para ello, la Teoría de Decisión Multicriterio ha desarrollado metodologías que tratan de solucionar el problema de la no aditividad permitiendo agregar criterios que interaccionan entre sí. En este trabajo utilizamos las medidas fuzzy que se incorporan en la integral de Choquet. El panel utilizado para aplicar esta metodología está compuesto por 5 países, 4 de ellos pertenecientes a la UE, España, Portugal, Francia, Italia, y Turquía para los que se obtiene 21 indicadores de SE en el periodo 2017-2021. Los resultados obtenidos apoyan las teorías de “crecimiento verde” en todos los países analizados y que a medio plazo no es posible una desvinculación absoluta del uso de recursos fósiles en un contexto de crecimiento económico continuado. Además, se ha comprobado la idoneidad de este enfoque para incorporar el conocimiento experto a las evaluaciones de la SE que puede utilizarse para desarrollar políticas de mejora.

**Palabras clave:** Seguridad energética; Técnicas multicriterio; Integral de Choquet; Riesgo climático; Riesgo de pobreza.

## Evaluating Energy Security using Choquet Integral: analysis in the southern E.U. countries

### Abstract

The aim of this paper is to design a model to rank a set of countries with respect to their Energy Security (ES) based on multiple indicators and taking into account not only the behaviour of each indicator in each country but also the interdependencies between them. To this end, Multi-Criteria Decision Theory has developed methodologies that try to solve the problem of non-additivity by allowing the aggregation of criteria that interact with each other. In this paper we use the fuzzy measures that are incorporated in the Choquet integral. The panel used to apply this methodology is composed of 5 countries, 4 of them belonging to the EU, Spain, Portugal, France, Italy, and Turkey for which 21 SE indicators are obtained in the period 2017-



---

2021. The results obtained support the theories of "green growth" in all the countries analysed and that in the mid-term an absolute decoupling of the use of fossil resources is not possible in a context of continued economic growth. Furthermore, the suitability of this approach for incorporating expert knowledge into SE assessments that can be used to develop policies for improvement has been proven.

**Key words:** Energy Security; Multi-criteria decision making; Choquet Integral; Climate risk; Risk of poverty.

**Funding:** This research is supported by grants from the University of Oviedo (PAPI-23-GR-2011-0049)



## Sostenibilidad y optimización multiobjetivo: integración de criterios ASG en las decisiones de inversión

García-Bernabeu, Ana<sup>1</sup>; Hilario-Caballero, Adolfo<sup>2</sup>, Pla-Santamaría, David<sup>1</sup>, Salas-Molina, Francisco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía y Ciencias Sociales, Universitat Politècnica de València

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Automática e Informática (ai2), Universitat Politècnica de València

### Resumen

El principal interés de la investigación se centra en el desarrollo de un sistema de ayuda a la toma de decisiones que contribuya a mejorar la gestión de los riesgos ASG en las inversiones y que permita reorientar los flujos de capital hacia proyectos de utilidad social y medioambiental, claves en la transición ecológica. Con este fin, presentamos un marco para la selección de carteras en el que el modelo clásico bi-criterio centrado en objetivos financieros se amplía para integrar los criterios medioambientales, sociales y de gobernanza (ASG) en el mismo terreno de juego que el riesgo y la rentabilidad. Para abordar este problema proponemos una metodología que consta de tres etapas. En la primera etapa, obtenemos la frontera eficiente tridimensional mediante el uso de un algoritmo multiobjetivo evolutivo denominado ev-MOGA, donde el inversor puede determinar las carteras eficientes únicamente en base a sus características financieras y de sostenibilidad, es decir, sin tener en cuenta sus preferencias. A continuación, en la segunda etapa, reducimos la región de interés según la información que los inversores han proporcionado sobre sus preferencias aplicando un enfoque multicriterio híbrido que combina las metodologías SMAA y TOPSIS. De esta forma, se obtiene una asignación robusta final de las carteras ajustada a cada perfil inversor. Por último, en la tercera y última fase, evaluamos la calidad de estas soluciones. La eficacia de este modelo se ha validado mediante la aplicación en diversos conjuntos de fondos reales. Los resultados obtenidos muestran una gran solidez, ya que puede proporcionar recomendaciones robustas a un inversor concreto considerando una pluralidad de ponderaciones para representar sus preferencias en términos de rentabilidad, riesgo y criterios de sostenibilidad.

**Palabras clave:** Optimización multiobjetivo, Selección de carteras, Algoritmos evolutivos, Preferencias, Sostenibilidad.



---

## Sustainability and multi-objective optimisation: integrating ESG criteria into investment decisions

### Abstract

The main focus of the research is on the development of a decision-support system to help improve the management of ESG risks in investments and to redirect capital flows towards socially and environmentally useful projects, which are key to the ecological transition. To this end, we present a framework for portfolio selection in which the classical bi-criteria model focusing on financial objectives is extended to integrate environmental, social and governance (ESG) criteria on the same playing field as risk and return. To address this problem, we propose a three-stage methodology. In the first stage, we derive the three-dimensional efficient frontier by using an evolutionary multi-objective algorithm called ev-MOGA, where the investor can determine efficient portfolios solely based on their financial and sustainability characteristics, namely, without considering their preferences. Then, in the second stage, we narrow down the region of interest according to the information investors have provided about their preferences by applying a hybrid multi-criteria approach that combines the SMAA and TOPSIS methodologies. This results in a final robust allocation of portfolios tailored to each investor profile. Finally, in the third and last phase, we evaluated the quality of these solutions. The effectiveness of this model has been validated by applying it to several sets of real funds. The results obtained show a high reliability, as it can provide robust recommendations to a particular investor considering a plurality of weights to represent their preferences in terms of return, risk and sustainability criteria.

**Key words:** Multi-objective optimisation, Portfolio selection, Evolutionary Algorithms, Preferences, Sustainability.

## Agregando datos cuantitativos y cualitativos en la toma de decisiones multicriterio

García Lapresta, José Luis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IMUVA, PRESAD, Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Valladolid

### Resumen

En numerosos problemas de decisión multi-criterio conviven criterios que son evaluados a través de escalas cuantitativas con otros que, por su naturaleza vaga e imprecisa, se evalúan mediante escalas cualitativas. A la hora de agregar todas las valoraciones, tanto cuantitativas como cualitativas, es necesario disponer de procedimientos de normalización. En nuestra propuesta todas las valoraciones son normalizadas en el intervalo unidad.

Mientras que la normalización de las valoraciones cuantitativas se rige por procedimientos estándar, la propuesta de cardinalización de las evaluaciones cualitativas se basa en cómo se perciben las escalas cualitativas. Para ello se consideran las proximidades ordinales entre los términos lingüísticos de las escalas mediante medidas de proximidad ordinal. De esta forma se evita asignar puntuaciones numéricas arbitrarias a los términos lingüísticos de las escalas, posponiendo en la medida de lo posible el uso de números. Dichos números corresponden a la diferencia entre los grados de proximidad de las valoraciones correspondientes y los términos más bajo y más alto de cada escala, junto con una normalización que garantiza que las puntuaciones asignadas a los términos de las escalas cualitativas estén en el intervalo unidad.

Una vez establecidos los procedimientos de normalización, el proceso de agregación es puramente cuantitativo y se procede a asignar una valoración global a cada alternativa que permita ordenar todas las alternativas teniendo en cuenta los pesos asignados a cada criterio.

**Palabras clave:** escalas cualitativas; medidas de proximidad ordinal; agregación.

## Aggregating quantitative and qualitative data in multi-criteria decision-making

### Abstract

In numerous multi-criteria decision problems, criteria that are evaluated through quantitative scales coexist with others that, due to their vague and imprecise nature, are evaluated through qualitative scales. When aggregating all the assessments, both quantitative and qualitative, it is necessary to consider normalization procedures. In our proposal all the assessments are normalized in the unit interval.



While the normalization of quantitative assessments is governed by standard procedures, the proposal for the cardinalization of qualitative assessments is based on how qualitative scales are perceived. To do this, the ordinal proximities between the linguistic terms of the scales are considered through ordinal proximity measures. In this way, assigning arbitrary numerical scores to the linguistic terms of the scales is avoided, postponing the use of numbers as much as possible. These numbers correspond to the difference between the degrees of proximity of the corresponding assessments and the lowest and highest terms of each scale, together with a normalization that guarantees that the scores assigned to the terms of the qualitative scales are in the unit interval.

Once the normalization procedures are established, the aggregation process is purely quantitative and a global assessment is assigned to each alternative that allows to rank order all the alternatives taking into account the weights associated with each criterion.

**Key words:** qualitative scales; ordinal proximity measures; aggregation.

## Gestión de estiércoles en un contexto de economía circular

Calvete, Herminia I.<sup>1</sup>; Galé, Carmen<sup>1</sup>; Hernández, Aitor<sup>1</sup>; Iranzo, José A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Zaragoza, Instituto Universitario de Matemáticas y Aplicaciones

### Resumen

La economía circular es un modelo económico fundamentado en el principio de reutilizar, reducir y reciclar. Así, se busca maximizar el valor de los residuos, que pasan a considerarse nuevos recursos. Por ejemplo, los estiércoles generados en las explotaciones porcinas, desde una perspectiva de economía circular, se valorizan al aprovecharlos como fertilizante en los campos de cultivo. Dicho aprovechamiento requiere de un sistema de gestión eficaz que resulte sostenible desde el punto de vista ambiental, económico y social.

El sistema de gestión incorpora los objetivos y las restricciones que afectan a varios procesos y en los que intervienen diferentes actores. En primer lugar, los propietarios de ganado, quienes son responsables de gestionar los estiércoles producidos en su granja de forma adecuada. En segundo lugar, los agricultores, quienes tienen la necesidad de fertilizar sus cultivos. La fertilización puede ser orgánica y/o química y han de cumplir con las políticas ambientales existentes. Por último, el Centro Gestor de Estiércoles, que sirve de nexo de unión entre ganaderos y agricultores de la zona. Su misión es la de trasladar el estiércol de las granjas a los campos o a balsas de almacenamiento intermedias, establecer precios por llevar a cabo estos servicios, tratar de garantizar la sostenibilidad del sistema y reducir el impacto medioambiental de los estiércoles. Este sistema de gestión proporciona una solución de economía circular para la gestión de los estiércoles.

En este trabajo se presenta un modelo multiobjetivo abordado de forma lexicográfica que aproxima las interacciones entre los diferentes actores que intervienen en el sistema de gestión de estiércoles.

**Palabras clave:** economía circular; gestión de estiércoles; sostenibilidad; optimización multiobjetivo

## Manure Management in a Circular Economy Context

### Abstract

Circular economy is an economic model based on the principle of reusing, reducing, and recycling. Thus, the aim is to maximize the value of waste, which becomes a new resource. For example, manure generated in pig farms, from a circular economy perspective, is valorized by using it as fertilizer in crop fields. Such use requires an effective management system environmentally, economically and socially sustainable.



---

The management system incorporates the objectives and constraints that affect various processes involving different stakeholders. Firstly, livestock owners, who are responsible for managing the manure produced on their farms in a proper way. Secondly, land farmers, who need to fertilize their crops. Fertilization can be organic and/or chemical and must comply with existing environmental policies. Lastly, the Manure Management Center, which acts as a link between livestock owners and land farmers in the area. Its purpose is to distribute manure from farms to fields or intermediate storage ponds, establish prices for these services, try to ensure the sustainability of the system and reduce the environmental impact of manure. This management system provides a circular economy solution for manure management.

This work presents a multi-objective model approached in a lexicographic manner that approximates the interactions among the different stakeholders involved in the manure management system.

**Key words:** circular economy; manure management; sustainability; multi-objective optimization



## Refinando la evaluación ESG de las agencias de calificación

González- Pozo, Raquel<sup>1</sup>; Arenas- Parra, Mar<sup>2</sup>; Bilbao-Terol, Amelia<sup>2</sup>;  
Quiroga-García, Raquel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Economía Financiera y Actuarial y Estadística. Universidad Complutense de Madrid

<sup>2</sup>Dpto. Economía Cuantitativa. Universidad de Oviedo

### Resumen

En la actualidad muchos inversores buscan estrategias de inversión que no solo generen rendimientos financieros, sino que también promuevan valores éticos y sostenibles. Debido a esto las inversiones basadas en criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ESG por sus siglas en inglés: Environmental, Social and Governance) han cobrado un gran protagonismo.

Sin embargo, la evaluación de la sostenibilidad de una empresa no es una tarea sencilla. Las puntuaciones ESG proporcionados por agencias de rating tratan de determinar a través de diferentes escalas la sostenibilidad y el comportamiento ético y social de una empresa. Sin embargo, en ocasiones, las descripciones lingüísticas de las escalas de calificación pueden ser ambiguas y difíciles de interpretar. Además, la falta de transparencia en cuanto a la metodología utilizada por las agencias de calificación puede generar confusión entre los inversores.

En este trabajo se presenta una propuesta destinada a superar estos problemas y a enriquecer la metodología utilizada por las agencias de calificación. El procedimiento combina dos metodologías: las medidas de proximidad ordinal y el método best-worst extendido. La primera metodología tiene en cuenta las diferentes percepciones que los inversores pueden tener sobre las calificaciones en la escala ESG. Mientras tanto, el método best-worst extendido utiliza la teoría de conjuntos difusos para definir los pesos de los criterios, permitiendo manejar la ambigüedad e imprecisión en la evaluación.

La propuesta se ha centrado en refinar la calificación ESG que proporciona Refinitiv para 115 empresas del sector de la energía durante los años 2018-2021. Los resultados muestran que esta metodología puede complementar la calificación empleada por las agencias de rating, lo que contribuye a mejorar los procesos de toma de decisiones de inversión, especialmente en contextos de imprecisión.

**Palabras clave:** medidas de proximidad ordinal, best-worst extendido, agencias de calificación, imprecisión, Refinitiv.



---

## Refining the ESG assessment of rating agencies

### Abstract

Nowadays, many investors are seeking investment strategies that not only generate financial returns, but also promote ethical and sustainable values. As a result, investments based on Environmental, Social, and Governance (ESG) criteria have gained significant importance.

However, evaluating the sustainability of a company is not a simple task. ESG scores provided by rating agencies try to determine, through different scales, the sustainability and ethical and social behavior of a company. However, linguistic descriptions of rating scales can sometimes be ambiguous and difficult to interpret. Furthermore, the lack of transparency regarding the methodology used by rating agencies can generate confusion among investors.

This paper presents a proposal to overcome these problems and enrich the methodology used by rating agencies. The procedure combines two methodologies: ordinal proximity measures and the extended best-worst method. The first methodology considers the different perceptions that investors may have regarding ratings on the ESG scale. Meanwhile, the extended best-worst method uses fuzzy set theory to define the criteria weights, allowing ambiguity and imprecision to be handled in the evaluation.

The proposal has focused on refining the ESG rating provided by Refinitiv for 115 companies in the energy sector during the years 2018-2021. The results show that this methodology can complement the scores built by rating agencies, contributing to improving investment decision-making processes, especially in contexts of imprecision.

**Keywords:** ordinal proximity measures; extended best-worst method; rating agencies; imprecision.; Refinitiv.

## Método multicriterio basado en la contabilidad del comportamiento de Thaler

Hein, Nelson<sup>1</sup>; Kroenke, Adriana<sup>1</sup>; Gomes, Adhmir Renan Voltolini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

### Resumen

El artículo tiene como objetivo presentar un método de análisis de decisión multicriterio conocido con el acrónimo ADRIANA (Análisis Interactivo de Decisión Relativa de Adquisición y No Adquisición). El método está inspirado en los trabajos de Contabilidad del Comportamiento de Richard Thaler en los que divide la utilidad total en la suma de las utilidades de adquisición y transacción. Además de una visión general de sus aplicaciones en la gestión empresarial, como herramienta de ayuda en la toma de decisiones, el artículo presenta un ejemplo de su funcionalidad y finaliza con una representación gráfica del valor de Thaler utilizando la curva de Tversky y Kahneman, forma apropiada de Teoría posible. El método se limita a datos numéricos y presenta problemas de inversión de orden al ingresar o salir de alternativas y/o criterios.

**Palabras clave:** Apoyo a la Decisión Empresarial; Análisis de Decisión Multicriterio; Utilidad de Adquisición y Transacción; Contabilidad del comportamiento.

## Multicriteria Method Based on Thaler's Behavioral Accounting

### Abstract

This article aims to present a multi-criteria decision analysis method called ADRIANA (Acquisition and Non-Acquisition Relative Interactive Decision Analysis). The method is inspired by Richard Thaler's work on behavioral accounting, in which he divides total utility into the sum of acquisition and transaction utilities. In addition to a general overview of its applications in business management, as a tool to aid decision-making, the article presents an example of its functionality and concludes with a graphical representation of Thaler's value using the Tversky and Kahneman curve, appropriate to Prospect Theory. The method is limited to numerical data and presents order reversal problems when alternatives and/or criteria are entered or exited.

**Key words:** Decision Support in Business; Multicriteria Decision Analysis; Utility of Acquisition and Transaction; Behavioral Accounting.

## Reglas de agregación de rankings aplicadas al problema del camino más corto multicriterio

S. Dosantos, Pelayo<sup>1</sup>; Mariñas-Collado, Irene<sup>1</sup>; Bouchet, Agustina<sup>1</sup>;  
Montes, Susana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Estadística e I.O. y D. M., Universidad de Oviedo

### Resumen

En su formulación original, el problema del camino más corto trata de encontrar la manera más eficiente de ir de un nodo a otro en un grafo, optimizando una única función objetivo, como la distancia total o el tiempo del trayecto. Una generalización directa e intuitiva del problema es la del camino más corto multicriterio, donde cada arco del grafo tiene asociados varios valores correspondientes a diferentes aspectos de la red, y se tratan de optimizar diferentes funciones objetivo que normalmente entran en conflicto. Este hecho hace que, en la práctica, aparezcan gran cantidad de soluciones óptimas, conocidas como conjunto de Pareto, perdiéndose la unicidad de solución. Lo más habitual es dejar que un decisor experto elija la mejor opción, bajo su criterio, de entre las óptimas encontradas. El problema que surge es que el conjunto de Pareto suele ser demasiado grande para que el decisor pueda manejar toda la información y elegir la mejor solución en base a sus preferencias. En estos casos, se recurre a una reducción o poda del conjunto de Pareto, que seleccione de dicho conjunto un número de soluciones más manejable y sobre el que tomar la decisión final. Para este propósito existen multitud de técnicas, cada una motivada por distintos puntos de vista (ver Petchrompo et al.). En este trabajo, apoyado en el hecho de que en el conjunto de Pareto ninguna solución es objetivamente mejor que otra, se propone una metodología sencilla, pero competitiva, que permite seleccionar un número deseado de elementos del conjunto para la posterior decisión final.

El método está construido teniendo como referencia las reglas de agregación de ranking propias de los sistemas de votación. Más concretamente, la cuenta de Borda, ya que resulta la más ventajosa para este propósito. Además, es fácilmente adaptable a la incorporación de preferencias a priori indicadas por el decisor, lo que se ilustra a partir de un ejemplo en el problema del camino más corto multicriterio.

**Palabras clave:** Poda del conjunto de Pareto, Multicriterio, Cuenta de Borda, Teoría de la Decisión

**Agradecimientos** Los autores agradecen Ministerio de Ciencia e Innovación de España su apoyo económico mediante la beca PREP2022-000355 y el proyecto: MCINN-23-PID2022-139886NB-I00.

## Referencias

Petchrompo, S., Coit, D. W., Brintrup, A., Wannakrairot, A., & Parlikad, A. K. (2022). A review of Pareto pruning methods for multi-objective optimization. *Computers & Industrial Engineering*, 167, 108022.

# Aggregation ranking rules applied to the Multicriteria Shortest Path Problem

## Abstract

In its original formulation, the Shortest Path Problem (SPP) deals with finding the most efficient way to go from a source node to a target node in a graph, optimizing a single objective function, such as total distance or travel time. A direct and intuitive generalisation of the problem is the Multicriteria Shortest Path Problem (MSPP), where each arc of the graph is associated with multiple values corresponding to different aspects of the network, and different often conflicting objective functions are optimized. This fact leads to the rise of a large number of optimal solutions, known as the Pareto set, losing the uniqueness of the solution. It is common to let an expert Decision Maker (DM) choose the best option based on their criteria from the optimal solutions found. The problem that arises is that the Pareto set is usually too large for the DM to handle all the information and choose the best solution based on their preferences. In these cases, a reduction or pruning of the Pareto set is used, selecting a manageable number of solutions from which to make the final decision. For this purpose, there are many techniques, each motivated by different perspectives (see Petchrompo et al.). In this work, since in the Pareto set, no solution is objectively better than another, a simple but competitive methodology is proposed that allows selecting a desired number of elements from the set for the final decision.

The method is built with reference to the aggregation ranking rules inherent in voting systems. More specifically, the Borda count, as it turns out to be the most advantageous for this purpose. Furthermore, it is easily adaptable to the incorporation of a priori preferences indicated by the DM, what it is illustrated with an example in the MSPP.

**Key words:** Pareto set pruning, Multicriteria, Borda count, Decision Theory

**Acknowledgements** Authors would like to express their gratitude for the support from the Spanish Ministry of Science and Innovation (fund reference: PREP2022-000355. Project: MCINN-23-PID2022-139886NB-I00).

## References

Petchrompo, S., Coit, D. W., Brintrup, A., Wannakrairot, A., & Parlikad, A. K. (2022). A review of Pareto pruning methods for multi-objective optimization. *Computers & Industrial Engineering*, 167, 108022.

## Conglomerabilidad negativa

Miranda, Enrique<sup>1</sup>; Zaffalon, Marco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Oviedo (Spain).

<sup>2</sup>IDSIA (Switzerland)

### Resumen

En el contexto de la probabilidad subjetiva, la axiomatización de la teoría de la decisión de Savage consideró el fenómeno conocido como “sure thing”: si una transacción resulta deseable sea cual sea el resultado de un experimento que se realizará en el futuro, también debería de considerarse deseable en el momento actual. Este concepto se relaciona con el de conglomerabilidad de Bruno de Finetti, y a su vez con la combinación de información marginal y condicionada sobre un experimento. En este trabajo, se estudia el concepto dual de *conglomerabilidad negativa*: si una transacción no es deseable sea cual sea el resultado de un experimento futuro, tampoco debería ser deseable ahora. Si bien ambos conceptos resultan equivalentes bajo información precisa, la equivalencia se pierde en el caso impreciso. En este trabajo, se estudian las consecuencias de la conglomerabilidad negativa, su relación con las nociones de extensión marginal y dilatación, y se concluye que hay una diferencia entre la conglomerabilidad y la conglomerabilidad negativa desde el punto de vista descriptivo.

**Palabras clave:** Probabilidades imprecisas, conglomerabilidad, conjuntos e apuestas deseables, previsiones inferiores coherentes, conjuntos credales.

## On negative conglomerability

### Abstract

Within subjective probability theory, the axiomatization of Savage of decision models makes use of the phenomenon called the “sure thing”: if a transaction is desirable no matter the outcome of an experiment to be carried out in the future, it should also be desirable at present time. This is related to the notion of conglomerability by Bruno de Finetti, and with the combination of marginal and conditional information. In this work, we study the dual notion of negative conglomerability: if a transaction is undesirable no matter the outcome of a future experiment, it should be also undesirable at the present time. The two notions look superficially very similar and are even equivalent in the case of precise probabilistic models. We do a thorough technical study of their relations with other main concepts in the literature, such as marginal extension and dilation, both in the precise and imprecise case. Moreover, we discuss





---

why they are somewhat surprisingly different from the prescriptive point of view, in that conglomerability has a rationality stance that its negative counterpart has not.

**Key words:** Imprecise probability, conglomerability, sets of desirable gambles, coherent lower previsions, credal sets.

**Acknowledgements:** Proyecto PID2022-140585NB-I00 financiado por MCIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER,UE.

## Convexidad para conjuntos difusos intervalo-valorados aplicados a teoría de la decisión

Huidobro Fernández, Pedro<sup>1</sup>; Alonso Velázquez, Pedro<sup>2</sup>; Janiš, Vladimír<sup>3</sup>; Montes Rodríguez, Susana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Estadística e I.O., Universidad de Oviedo, España

<sup>2</sup>Departamento de Matemáticas, Universidad de Oviedo, España

<sup>3</sup>Departamento de Matemáticas, Matej Bel University, Eslovaquia

### Resumen

Los conjuntos difusos, propuestos por Zadeh[1] en 1965, manejan la imprecisión utilizando grados de pertenencia (de 0 a 1). Los conjuntos difusos intervalo-valorados extienden las herramientas difusas clásicas para lograr una mayor eficiencia y diversas aplicaciones utilizando un intervalo como función de pertenencia. Un conjunto difuso intervalo-valorado  $A$  se define como una aplicación desde un conjunto  $X$  a la familia de intervalos cerrados contenidos en el intervalo unidad.

El estudio de la convexidad de conjuntos difusos y sus extensiones ha estado en curso desde el trabajo original de Zadeh[1]. En escenarios de toma de decisiones, donde se involucran alternativas, restricciones y funciones de utilidad, los conjuntos difusos resultan útiles para gestionar la imprecisión al definir objetivos y limitaciones.

En este trabajo estudiamos la noción de conjuntos difusos intervalo-valorados convexos aplicados a la toma de decisiones. Consideraremos la definición de convexidad propuesta por Huidobro et. al 2022[2], que establece que un conjunto difuso intervalo-valorado  $A$  es convexo si dados  $x, y, z$  en  $X$  de manera que  $x < y < z$ , se cumple que  $A(x) \leq A(y)$  o  $A(z) \leq A(y)$ . Para ordenar los intervalos nos fundamentamos en órdenes admisibles que son órdenes totales para intervalos que refinan el orden reticular (Bustince et. al [3]). Combinando la convexidad con la intersección, encontramos propiedades interesantes que pueden utilizarse en procesos de optimización. Estos resultados pueden ser aplicados, según las perspectivas de Yager y Bason[4], y de Bellman y Zadeh[5], a problemas de decisión con alternativas, restricciones y objetivos modelados como conjuntos difusos intervalo-valorados.

**Palabras clave:** convexidad difusa, conjuntos difusos intervalo-valorados, teoría de la decisión

Los autores han recibido apoyo del Proyecto PID2022-139886NB-100 del Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

[1] L.A. Zadeh. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3):338 – 353, 1965.

[2] Huidobro, P. Alonso, V. Janiš, and S. Montes. Convexity and level sets for interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, pages 1– 28, 2022.

[3] H. Bustince, J. Fernández, A. Kolesárová, and R. Mesiar. Generation of linear orders for intervals by means of aggregation functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 220:69 – 77, 2013.

[4] R. Yager and D. Basson. Decision making with fuzzy sets. *Decision Sciences*, 6(3):590–600, 1975.

[5] R. E. Bellman and L. A. Zadeh. Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17(4): B–141–B–164, 1970.

## Convexity for Interval-Valued Fuzzy Sets Applied to Decision-Making

### Abstract

Fuzzy sets were first proposed by Zadeh[1] in 1965, in order to manage imprecision using degrees of membership (from 0 to 1). Interval-valued fuzzy sets extend classical fuzzy tools to achieve greater efficiency and diverse applications by using an interval as a membership function. An interval-valued fuzzy set  $A$  is defined as a mapping from a set  $X$  to the family of closed intervals contained within the unit interval.

The study of convexity of fuzzy sets and their extensions has been ongoing since Zadeh's original work[1]. In decision-making scenarios involving alternatives, constraints, and utility functions, fuzzy sets prove useful in handling imprecision when defining goals and limitations.

In this work, we explore the concept of convex interval-valued fuzzy sets applied to decision-making. We consider the definition of convexity proposed by Huidobro et al. in 2022[2], which states that an interval-valued fuzzy set  $A$  is convex if, given  $x, y, z$  in  $X$  such that  $x < y < z$ , it holds that  $A(x) \leq A(y) \circ A(z) \leq A(y)$ . To order the intervals, we rely on admissible orders, which are total orders for intervals refining the lattice order (Bustince et al.[3]). By combining convexity with intersection, we discover interesting properties that can be applied in optimization processes. These results can be applied, following the perspectives of Yager and Bason[4], and Bellman and Zadeh[5], to decision problems with alternatives, constraints, and objectives modelled as interval-valued fuzzy sets.

**Key words:** fuzzy convexity, interval-valued fuzzy sets, decision-making

The authors have been supported by the Spanish Ministry of Science and Innovation Project PID2022-139886NB- I00.

[1] L. A. Zadeh. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3):338 – 353, 1965.

[2] P. Huidobro, P. Alonso, V. Janiš, and S. Montes. Convexity and level sets for interval-valued fuzzy sets. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, pages 1– 28, 2022.

[3] H. Bustince, J. Fernández, A. Kolesárová, and R. Mesiar. Generation of linear orders for intervals by means of aggregation functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 220:69 – 77, 2013.



---

[4] R. Yager and D. Basson. Decision making with fuzzy sets. *Decision Sciences*, 6(3):590–600, 1975.

[5] R. E. Bellman and L. A. Zadeh. Decision-making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17(4): B–141–B–164, 1970.

## Decisores con comportamiento homogéneo en AHP. Algunas medidas de incompatibilidad para un algoritmo clúster bayesiano

Altuzarra Casas, Alfredo<sup>1,2</sup>; Gargallo Valero, Pilar<sup>1</sup>; Moreno Jiménez, José María<sup>1, 2</sup>;  
Salvador Figueras, Manuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza

<sup>2</sup>Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza

### Resumen

Para tomar una decisión en la que intervienen múltiples actores, suele ser conveniente identificar subgrupos de decisores con opiniones homogéneas. En anteriores trabajos se ha propuesto un nuevo procedimiento para identificar dichos subgrupos dentro de un contexto local, resolviéndolo, tanto para el caso de un número reducido de decisores, como para el caso de un número más elevado de decisores.

En lo que sigue, se va a extender dicha metodología al caso de un contexto global. El algoritmo propuesto para el caso local no resulta factible al no disponer de una expresión analítica de la distribución de las prioridades totales de las alternativas, por lo que se debe construir un nuevo algoritmo.

Este trabajo presenta algunas medidas de incompatibilidad, tanto para decisores como para grupos de decisores con el fin de construir un algoritmo basado en técnicas clúster. Además, se presenta un ejemplo en el que se ha implementado dicho algoritmo.

**Palabras clave:** AHP, Decisión en Grupo, Enfoque Bayesiano, Análisis Clúster, Grupos Homogéneos

## Decision-makers with homogeneous behavior in AHP. Some measures of incompatibility for a bayesian cluster algorithm

### Abstract

To make a multi stakeholder decision-making process, it is often desirable to identify subgroups of decision-makers with homogeneous opinions. In previous work, a new procedure has been proposed to identify these subgroups within a local context, solving it both in the case of a small number of decision-makers and in the case of a larger number of decision-makers.

In what follows, this methodology will be extended to the case of a global context. The algorithm proposed for the local case is not feasible because it does not have an analytical



---

expression of the distribution of the total priorities of the alternatives, so a new algorithm must be built.

This paper presents some measures of incompatibility, both for decision-makers and for groups of decision-makers in order to build an algorithm based on cluster techniques. In addition, an example in which such an algorithm has been implemented is presented.

**Key words:** AHP, Group Decision Making, Bayesian Approach, Cluster Analysis, Homogeneous Groups

## PÓSTERES

### Un método de ponderación jerárquico basado en información ordinal

Chergui, Zhor<sup>1</sup>; Jiménez-Martín, Antonio<sup>1</sup>; Robustillo, María del Carmen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Decision Analysis and Statistic Group, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

<sup>2</sup> Departamento de Matemáticas, Universidad de Extremadura, Spain

#### Resumen

Existen muchos métodos de ponderación basados en información ordinal en el ámbito de la Teoría de la Utilidad/Valor Multiatributo (MAUT/MAVT), incluidos los *surrogate weighting methods*, la modificación de reglas de decisión clásicas, los métodos de intensidad de la dominancia, o el método *SMAA-2*. También se han llevado a cabo análisis comparativos sobre su rendimiento basados en datos empíricos y simulados con diferentes medidas de calidad. Por otro lado, diferentes autores han propuesto métodos de ponderación que tienen en cuenta información adicional relativa al ranking de los criterios, incluida una clasificación de las diferencias entre las ponderaciones de criterios consecutivos, una escala semántica que representa la fuerza de dichas diferencias e información cardinal precisa/imprecisa sobre ellas.

En todos los casos, se tiene por objeto obtener simultáneamente la importancia relativa de todos los criterios considerados. Sin embargo, muchos problemas reales tienen un carácter multidisciplinar, con un elevado número de criterios, de naturaleza muy distintiva o muy especializados o técnicos, en función del problema específico considerado. Además, en el problema pueden intervenir múltiples decisiones, con experiencia en ciertos criterios, pero sin conocimientos sobre otros. En tal situación, la aportación de información ordinal por parte de los decisores para todo el conjunto de atributos puede resultar compleja o debe descartarse.

Obsérvese que en un contexto MAUT/MAVT se suele construir una jerarquía de objetivos, con los objetivos más generales en los niveles superiores y los más específicos en los inferiores. Proponemos un método jerárquico para el cálculo de los pesos, es decir, la obtención de ponderaciones en los distintos niveles y ramas de la jerarquía de objetivos, implicando en cada caso a los decisores expertos en dichos objetivos, que proporcionarán información ordinal sobre las ponderaciones, pero también información adicional, si lo desean, en la forma que consideren más adecuada.

A continuación, la información ordinal disponible en cada nivel y rama se transformará en vectores de pesos sustitutos (*surrogate weighting vectors*) y los pesos de los atributos se calcularán multiplicando los pesos en la ruta desde el atributo correspondiente hasta el objetivo global de la jerarquía. Por último, se utilizará un modelo de utilidad/valor multiatributo aditivo para obtener una clasificación de las alternativas consideradas. Se realiza un análisis comparativo entre el método jerárquico propuesto y el método *sum reciprocal* en base a datos simulados utilizando el *hit ratio* y el *rank-order correlation* como medidas de calidad.



**Palabras clave:** Método de ponderación jerárquico; información ordinal; análisis comparativo.

## Hierarchical weighting methods based on ordinal information

### Abstract

Different weighting methods based on ordinal information within *multi-attribute utility/value* (MAUT/MAVT) theory are available in the literature, including *surrogate weighting methods*, the modification of classical decision rules and *dominance measuring methods*. Several comparison analyses have also been carried out on its performance based on empirical and simulated data using different quality measures, which conclude that the *sum reciprocal* (SR) method is the best-performing one. Besides, weighting methods accounting for additional information regarding the ordinal information have also been proposed by different authors, including a ranking of differences between the weights of consecutive criteria, a semantic scale representing the strength of such differences, and precise/imprecise cardinal information about them.

In all cases, the relative importance of all the criteria under consideration are simultaneously elicited. However, many real problems have a multidisciplinary character, involving a high number of criteria, of a very different nature or very specialized or technical, such as economic, social, environmental impacts, or other depending on the specific problem being addressed. Moreover, different decision-makers (DMs) could be involved, with expertise in certain criteria, but without knowledge in others. In that situation, the provision of ordinal information by the DMs for the whole set of attributes may become complex or must be discarded.

Note that an objective hierarchy is usually built in a MAUT/MAVT context, with the most general objectives at the upper levels and more specific ones at the lower levels. Attributes are then associated to the lowest level in that hierarchy to indicate the corresponding achievement level by the alternatives under consideration.

We propose hierarchically eliciting weights, i.e., eliciting weights at the different levels and branches of the objective hierarchy, involving in each case the DMs who are experts on such objectives (environmental, economic, social...). Moreover, the corresponding DMs would be able to provide ordinal information on weights but also additional information if desired in the form he/she considers most appropriate (by means of ranking of differences, a semantic scale, or precise/imprecise cardinal information). Thus, different information about weights might be available at the different levels and branches of the objective hierarchy.

Then, the available ordinal information at each level and branch would be transformed into surrogate weight vectors and the attribute weights would be computed by multiplying the weights in the path from the corresponding attribute (lowest-level objective) until the overall objective. Finally, the attribute weights would be incorporated into the multi-attribute utility/value model to derive a ranking of the considered alternatives.



A comparison analyses between the proposed hierarchical weighting method and the *sum reciprocal* method is carried out based on simulated data using the hit ratio and the Kendall's  $\tau$  as quality measures.

**Key words:** Hierarchical weighting method; ordinal information; comparison analyses.

### Resumen extendido

Existen muchos métodos de ponderación basados en información ordinal en el ámbito de la Teoría de la Utilidad/Valor Multiatributo (*multi-attribute utility/value theory*, MAUT/MAVT), incluidos los *surrogate weighting methods* (Hatefi, 2023) la modificación de reglas de decisión clásicas (Sarabando & Dias, 2009), los métodos de intensidad de la dominancia (*dominance measuring methods*) (Aguayo *et al.*, 2014), o el método SMAA-2 (Lahdelma & Salminen, 2001).

También se han llevado a cabo varios análisis comparativos sobre su rendimiento basados en datos empíricos y simulados utilizando diferentes medidas de calidad (Chergui & Jiménez-Martín, 2024), que concluyen que el método de *sum reciprocal* (Danielson & Ekenberg, 2014) es el que presenta un mejor comportamiento.

Además, diferentes autores han propuesto métodos de ponderación que tienen en cuenta información adicional relativa al ranking u ordenación de los criterios, incluida una clasificación de las diferencias entre las ponderaciones de criterios consecutivos, una escala semántica que representa la fuerza de dichas diferencias e información cardinal precisa/imprecisa sobre ellas.

En todos los casos, el método de ponderación correspondiente tiene por objeto obtener simultáneamente la importancia relativa de todos los criterios considerados. Sin embargo, muchos problemas reales tienen un carácter multidisciplinar, implicando a veces un elevado número de criterios, incluidos criterios de naturaleza muy distintita o muy especializados o técnicos, como los impactos económicos, sociales, medioambientales, u otros en función del problema específico que se aborde. Además, en el problema pueden intervenir múltiples decisiones, con experiencia en determinados criterios, pero sin conocimientos sobre otros. En tal situación, la aportación de información ordinal por parte de los decisores para todo el conjunto de atributos puede resultar compleja o debe descartarse por completo.

Por otro lado, en un contexto MAUT/MAVT se suele construir una jerarquía de objetivos en la que se recojan todos los aspectos relevantes del problema, con los objetivos más generales en los niveles superiores y los más específicos en los inferiores. Los atributos se asocian al nivel más bajo de la jerarquía para indicar el nivel de consecución de dichos criterios por las alternativas bajo consideración.

En este trabajo, proponemos un método jerárquico para el cálculo de los pesos, es decir, la obtención de ponderaciones en los distintos niveles y ramas de la jerarquía de objetivos, implicando en cada caso a los decisores expertos en dichos objetivos (medioambientales, económicos, sociales...). El decisor correspondiente proporcionará información ordinal sobre las ponderaciones, pero también información adicional, si lo desea, en la forma que considere más adecuada (mediante una clasificación de las diferencias, una escala semántica o información

cardinal precisa/imprecisa). De esta forma, puede haber información de diferente naturaleza sobre las ponderaciones en los distintos niveles y ramas de la jerarquía de objetivos.

A continuación, la información ordinal disponible en cada nivel y rama se transformará en vectores de pesos sustitutos (*surrogate weighting vectors*) y los pesos de los atributos se calcularán multiplicando los pesos sustitutos en la ruta desde el atributo correspondiente (objetivo de nivel más bajo) hasta el objetivo global de la jerarquía. Por último, los pesos de los atributos se incorporarían al modelo de utilidad/valor multiatributo para obtener una clasificación de las alternativas consideradas.

Se realiza un análisis comparativo entre el método propuesto de ponderación jerárquico basado en información ordinal y el método *sum reciprocal* en base a datos simulados. En dicho análisis se construirán distintos escenarios (para distintas tipologías de jerarquías de objetivos y números de alternativas bajo consideración) y se generarán los pesos de forma aleatoria utilizando distintas distribuciones de probabilidad (uniforme, normal y exponencial). A partir de ellos, se obtiene el ranking real de las alternativas bajo consideración, que se comparará con cada uno de los rankings derivados de los dos métodos que se están comparando en base a dos medidas, el *hit ratio*, que analiza si hay coincidencia en la alternativa identificada como la mejor (la primera del ranking) y el *rank-order correlation*.

Para cada escenario y distribución de probabilidad considerada para la generación de los pesos, se simularán 1000 instancias, analizándose la proporción de veces que el hit ratio es 1 y los valores obtenidos para *rank-order correlation*.

## Referencias

1. Aguayo, E., Mateos, A., Jiménez, A., 2014. A new dominance intensity method to deal with ordinal information about DM's preferences within MAVT. *Knowledge-Based Systems* **69**, 159–169.
2. Chergui, Z., Jiménez-Martín, A., 2024. On ordinal information-based weighting methods and comparison analyses. *Omega* (under review).
3. Danielson, M., Ekenberg, L., 2014. Rank ordering methods for multi-criteria decisions. In: P. Zaraté, G.E. Kersten and J.E. Hernández (eds.), *Group Decision and Negotiation. A Process-Oriented View*, Springer International Publishing, Cham, pp. 128–135.
4. Hatefi, M., 2023. An improved rank order centroid method (iROC) for criteria weight estimation: An application in the engine/vehicle selection problem. *Informatica* **34**, 249–270.
5. Lahdelma, R., Salminen, P., 2001. Smaa-2: Stochastic multicriteria acceptability analysis for group decision making. *Operations Research* **49**, 444–45.
6. Sarabando, P., Dias, L.C., 2009. Multi-attribute choice with ordinal information: A comparison of different decision rules. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans* **39**, 545–554.

**Agradecimientos:** Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i *PID2021-122209OB-C31* y de la Ayuda *RED2022-134540-T* financiados por MICIU/AEI/10.13039/501100011033.

## Evaluación de programas de intervención basados en la actividad físico-deportiva para la prevención del consumo de drogas: una perspectiva multicriterio

Asensio-Hernández, Marcos<sup>1</sup>; Jiménez-Martín, Antonio<sup>1</sup>; Jiménez, Pedro J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Decision Analysis and Statistic Group, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Educación Física, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

### Resumen

El consumo de drogas sigue siendo un problema vigente en la sociedad, y sus efectos perjudiciales a nivel individual, familiar y social suponen una preocupación para organismos nacionales e internacionales. Según el Informe Mundial sobre las Drogas 2023 de la *Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito* la tendencia del consumo en la población en 2021 aumentó un 23% con respecto a la década anterior.

Las intervenciones desde el ámbito preventivo son una estrategia óptima para evitar, retrasar o reducir el consumo de drogas. El uso de la actividad físico-deportiva (AFD) como herramienta para lograr los objetivos de la prevención ha despertado el interés de los organismos de referencia en este ámbito, aumentando el diseño de programas de este tipo en los últimos años. Aunque las instituciones públicas y privadas están aportando una gran cantidad de dinero para apoyar estos programas no queda claro el proceso para valorar la calidad de sus diseños y, de este modo, conceder la ayuda al mejor de entre todos los presentados.

En el presente trabajo se considera la metodología de Análisis de Decisiones (AD) para la evaluación de programas de intervención basados en la AFD para la prevención del consumo de drogas. Según los expertos en esta materia, la calidad de este tipo de programas debería ser valorada en base a cuatro dimensiones fundamentales: las instalaciones donde se va a desarrollar el programa, su polivalencia y fórmulas de gestión; la experiencia de la entidad solicitante basada en los proyectos y colaboraciones y en su relación con el barrio o ciudad para la que se destina el programa; la propuesta técnica, que incluye el equipo de trabajo, difusión del programa y de sus resultados, y la metodología del programa, de las sesiones de intervención y de la evaluación; y la solvencia económica de la entidad y la coherencia del presupuesto.

En base a las 4 dimensiones anteriores se construirá una jerarquía de objetivos, asociando atributos en los objetivos del nivel más bajo de la misma. A continuación, se cuantificarán las preferencias de los decisores, permitiendo información ordinal en el cálculo de la importancia relativa de los criterios y se utilizará un modelo en utilidad multi-atributo aditivo para obtener un ranking de los programas de intervención, teniendo la posibilidad de realizar distintos tipos de análisis de sensibilidad a través del sistema de ayuda a la decisión WEB-DSS-MAUT.

**Palabras clave:** Programas de prevención de consumo de drogas, toma de decisiones multicriterio.

## Evaluation of intervention programs based on physical activity and sports for the prevention of drug use: a multi-criteria perspective

### Abstract

Drug consumption is still an ongoing problem for society today, and its harmful effects at the individual, family and social levels are of concern to national and international organizations. According to the World Drug Report 2023 published by the United Nations Office on Drugs and Crime, the trend in drug consumption within the population increased by 23% from 2011 to 2021.

Preventive interventions are an optimal strategy to avoid, delay or reduce drug consumption. The use of physical activity and sports (PAS) as a tool to achieve prevention objectives has attracted the interest of leading organizations in this field, increasing the design of programs of this type in recent years. Although public and private institutions are providing a large sum of money to support these programs, the process for assessing the quality of their designs and, thus, awarding funding to the best proposals is unclear.

This paper considers the use of the decision analysis methodology to evaluate intervention programs based on PAS for the prevention of drug consumption. According to experts in this field, the quality of this type of program should be assessed on the basis of four fundamental dimensions: i) the facilities where the program is to be developed, their versatility and management formulas; ii) the experience of the applicant organization in terms of projects and collaborations and its relationship with the neighborhood or city targeted by the program; iii) the technical proposal, which includes the work team, program and results dissemination, and the methodology underlying the program, intervention sessions and evaluation; and iv) the organization's financial solvency and budget soundness.

Based on the four dimensions above, we build an objective hierarchy, associating attributes to the lowest-level objectives to indicate the extent to which they are achieved by the intervention programs under evaluation. Then, the decision-maker's preferences are quantified in order to include ordinal information in the elicitation of the relative importance of the criteria. An additive multi-attribute utility model is then used to derive a ranking of the intervention programs, with the option of performing different types of sensitivity analysis using the WEB-DSS-MAUT decision support system.

**Key words:** Drug use prevention programs, multi-criteria decision making.

### Resumen extendido

Los diferentes organismos nacionales e internacionales advierten que el consumo de drogas sigue siendo un fenómeno vigente en la sociedad, y que supone un problema de salud pública con efectos perjudiciales a nivel individual, familiar y social (Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías (OEDT), 2022; Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD), 2023). Según el Informe Mundial sobre las Drogas de 2023 de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD) la tendencia del consumo en la población en 2021 aumentó un 23% con respecto a la década anterior.

En muchos casos el primer consumo de drogas se produce durante la adolescencia y se incrementa hasta alcanzar las cifras de prevalencias más altas a los 18 años (OEDA, 2023). El consumo de drogas durante la adolescencia se relaciona con problemas en el desarrollo psicológico, conducta sexual de riesgo, conductas agresivas, bajo rendimiento y/o abandono académico (Hale et al., 2014). Por este motivo, las intervenciones a nivel de prevención dirigidas a adolescentes son una estrategia óptima y necesaria para evitar, retrasar o reducir el consumo de drogas (OEDT, 2020).

Algunos autores han destacado la utilidad de la actividad físico-deportiva (AFD) para lograr la prevención (Simonton et al., 2018; McKiernan, 2016). No obstante, las investigaciones advierten que basar la prevención únicamente en la promoción de AFD no es suficiente (Lisha y Sussman, 2010), e indican que el diseño de programas de este tipo debe ser algo planificado, organizado y cuya intervención incluya un carácter educativo y psicosocial (Ekholm, 2019). Evaluar la calidad del diseño de estos programas será fundamental para tomar decisiones a nivel político. Aunque las instituciones públicas y privadas están aportando una gran cantidad de dinero para apoyar estos programas no queda claro el proceso para valorar la calidad de sus diseños y, de este modo, conceder la ayuda al mejor de entre todos los presentados.

En el presente trabajo se considera la metodología de Análisis de Decisiones (AD) (Belton, 1990) para la evaluación de programas de intervención basados en la AFD para la prevención del consumo de drogas. Según la investigación realizada hasta el momento, basada en los manuales y expertos en esta materia, la calidad del diseño de un programa con AFD debería valorarse según cuatro dimensiones fundamentales: 1) las instalaciones, 2) la entidad solicitante, 3) la propuesta técnica y 4) la propuesta económica.

En primer lugar, se valorarán las *instalaciones* deportivas en las que se desarrollará, las sesiones de AFD, además de otros espacios complementarios o auxiliares. Se atenderá tanto a la cantidad de espacios utilizados como a la polivalencia de estos, es decir, aquellas diseñadas para la práctica de más de una AFD: pabellones, salas de clases dirigidas, piscinas o campos. También se valorará el uso de espacios naturales por su efecto beneficioso para la salud mental (Bratman et al., 2019).

En segundo lugar, se valorará la dimensión *entidad solicitante*. Las características de las entidades que se presentan a una convocatoria pueden ser muy variadas y diferenciadoras. Por ejemplo, si la entidad que presenta el programa pertenece al barrio, tendrá un mejor conocimiento sobre las problemáticas de sus habitantes, estará conectada a los colectivos

vulnerables y formará parte del tejido social del barrio. También se valorará la experiencia previa de la entidad en el desarrollo de proyectos y colaboraciones con otras entidades en el ámbito de la prevención.

La *propuesta técnica* es la dimensión más amplia de las cuatro y engloba 1) el personal implicado en el programa, 2) la metodología del programa, 3) la metodología de las sesiones de intervención, 4) la metodología de evaluación y 5) la difusión del programa. El personal implicado incluye a todos los trabajadores y colaboradores implicados el programa. La metodología del programa incluye el enfoque desde el que se utiliza la AFD para lograr la prevención, la fundamentación, los objetivos y contenidos del programa, la dosificación de las sesiones, entre otros. La metodología de las sesiones de intervención abordará los objetivos y contenidos de cada una de las sesiones (NIDA, 2003) y las técnicas utilizadas para lograr el cambio o los ajustes realizados en función de la sustancia adictiva objeto de la prevención y la edad y el sexo de los participantes (OEDA, 2023; OEDT, 2022).

La metodología de la evaluación puede abarcar diferentes etapas del programa: evaluación inicial, seguimiento y control, y evaluación final (EMCDD, 2011). La planificación de la evaluación permitirá conocer la situación y características de la población diana, la evolución del programa a lo largo del tiempo, los resultados de la intervención y la satisfacción los implicados en el programa. Todo el conocimiento obtenido en la evaluación podrá utilizarse en la fase de difusión de resultados. La difusión también servirá para publicitar el programa, darlo a conocer en la comunidad y a entidades interesadas, e incluso como medio para la captación de participantes.

La última dimensión corresponde a la *propuesta económica* y abarca dos aspectos: la coherencia del presupuesto presentado por la entidad respecto a los recursos materiales y humanos descritos en apartados anteriores, y la solvencia de la entidad para desarrollar el programa en el futuro sin necesidad de una subvención.

En base a las 4 dimensiones anteriores se construirá una jerarquía de objetivos, asociando atributos en los objetivos del nivel más bajo de la misma para cuantificar en qué nivel se alcanzan por los programas de intervención bajo evaluación. A continuación, se cuantificarán las preferencias de los decisores, tanto las utilidades individuales, como los pesos que representan la importancia relativa de los criterios, permitiendo en este último caso una asignación directa o información ordinal (Chergui y Jiménez-Martín, 2024), es decir, el decisor podrá proporcionar únicamente una ordenación de los criterios bajo consideración de más a menor importante si lo considera conveniente. El proceso de asignación de pesos se realizará de forma jerárquica, a lo largo de las distintas ramas y niveles de la jerarquía de objetivos.

Finalmente, se utilizará un modelo en utilidad multi-atributo aditivo, el cual se considera una buena aproximación en la mayoría de problemas de decisión reales (Raiffa, 1982; Stewart, 1996), para obtener un ranking de los programas de intervención, teniendo la posibilidad de realizar distintos tipos de análisis de sensibilidad a través del sistema de ayuda a la decisión WEB-DSS-MAUT.

**Agradecimientos:** Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2021-122209OB-C31 y de la Ayuda RED2022-134540-T financiados por MICIU/AEI/10.13039/501100011033. También





forma parte de un contrato predoctoral del Programa Propio de I+D+i de la Universidad Politécnica de Madrid.

## Referencias

1. V. Belton (1990). Multiple criteria decision analysis—practically the only way to choose, In: L.C. Hendry, R.W. Englese (Eds.), *Operational Research Tutorial Papers, Operational Research Society*, Birmingham, 53–101
2. Bratman, G. N., Anderson, C. B., Berman, M. G., Cochran, B., de Vries, S., Flanders, J., Folke, C., Frumkin, H., Gross, J. J., Hartig, T., Kahn, P. H., Jr, Kuo, M., Lawler, J. J., Levin, P. S., Lindahl, T., Meyer-Lindenberg, A., Mitchell, R., Ouyang, Z., Roe, J., Scarlett, L., ... Daily, G. C. (2019). Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Science Advances*, 5(7), eaax0903.
3. Chergui, Z. & Jiménez-Martín, A. (2024). On ordinal information-based weighting methods and comparison analyses, *OMEGA. The International Journal of Management Science*, under review
4. Ekholm, D. (2019). *Sport as vehicle of crime and drug prevention and social inclusion objectives*. United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC).
5. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). (2011). *Estándares europeos de calidad para la prevención de drogodependencias*. Delegación del Gobierno de España para el Plan Nacional sobre Drogas.
6. Hale, R., Fitzgerald-Yau, N., & Viner, M. (2014). A systematic review of effective interventions for reducing multiple health risk behaviors in adolescence. *American Journal of Public Health*, 104(5), 19–41.
7. Lisha, E., & Sussman, S. (2010). Relationship of high school and college sports participation with alcohol, tobacco, and illicit drug use: a review. *Addictive Behaviors*, 35(5), 399–407.
8. McKiernan, A. (2016). *Youth Sport programs that address substance use: An environmental scan*. Canadian Centre on Substance Abuse.
9. National Institute of Drug Abuse. (2003). *Preventing Drug Use among Children and Adolescents: A Research-Based Guide for Parents, Educators, and Community Leaders, Second Edition*. National Institutes of Health (NIH).
10. Observatorio Español de las Drogas y las Adicciones (OEDA). (2023). *Informe 2023. Alcohol, tabaco y drogas ilegales en España*. Madrid: Ministerio de Sanidad. Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas.
11. Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías (OEDT). (2022). *Informe europeo sobre drogas: Tendencias y novedades*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
12. Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías (OEDT). (2020). *Currículum de prevención europeo: un manual para quienes toman decisiones, crean opinión y elaboran políticas sobre la prevención del uso de sustancias basada en la evidencia*. Ministerio de Sanidad. Delegación del Gobierno de España para el Plan Nacional sobre Drogas.
13. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD). (2023). *Informe mundial sobre las drogas 2023*. Naciones Unidas.



- 
14. Raiffa, H. (1982). *The art and science of negotiation*, Harvard University Press, Cambridge.
  15. Simonton, J., Young, C., & Brown, A. (2018). Physical Activity preferences and attitudes of individuals with substance use disorders: A review of the literature. *Issues in Mental Health Nursing*, 39(8), 657–666.
  16. Stewart, T.J. (1996), Robustness of additive value function method in MCDM, *Journal of Multi-Criteria Decision Analyses* 5, 301.



## Sistema de Ayuda a la Decisión para la Gestión del Tráfico Aéreo Español para Controlar la Propagación de Pandemias

Mateos, Alfonso<sup>1</sup>; Jiménez-Martín, Antonio<sup>1</sup>; Peña, Gabriel A.<sup>1</sup>; Martín, Jacinto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Análisis de Decisiones y Estadística, Departamento de Inteligencia Artificial, Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>2</sup>Grupo de Decisión e Inferencia Bayesiana, Departamento de Matemáticas, Universidad de Extremadura

### Resumen

El transporte aéreo permite que se puedan desplazar personas y enseres, casi desde cualquier lugar del mundo a cualquier otro, en muy poco tiempo. Por lo tanto, el transporte aéreo es uno de los principales medios para la propagación de virus y de pandemias. Un país que quiera controlar la pandemia dentro de sus fronteras debe cerrar conexiones del país con el resto del mundo tan pronto como se empiecen a conocer casos de personas infectadas. El cierre de estas conexiones conlleva consigo una serie de impactos en la salud, en la economía y en la sociedad, los cuales deben ser optimizados.

En este trabajo presentamos el sistema de ayuda a la decisión (SAD) que se ha implementado para la gestión del tráfico aéreo español de acuerdo con las preferencias del tomador de decisiones. El problema de optimización que se resuelve en el SAD consta de siete objetivos, cinco objetivos económicos (pérdidas económicas en las localidades de influencia de los aeropuertos españoles y en los propios aeropuertos por las tasas que pagan los aviones que aterrizan en él y las desviaciones típicas de las pérdidas económicas en las localidades de influencia de los aeropuertos españoles, en los propios aeropuertos y de las aerolíneas que operan en ellos) y 2 sociales (personas que no pueden viajar por el cierre de conexiones y pérdida de conectividad). Las restricciones que se consideran son que el riesgo importado a España se reduzca en un porcentaje determinado con respecto al riesgo importado en el caso de que no se realizara el cierre de ninguna conexión y que se mantenga las conexiones con determinadas capitales europeas. Las preferencias que el decisor debe proporcionar al SAD son: el porcentaje del riesgo importado que se pretende disminuir, cuáles son las capitales europeas con las que se quiere mantener conectados, el periodo de tiempo que se desea analizar y la ordenación de los objetivos de más a menos preferidos. Con esta información proporcionada al SAD y aplicando el método *sum reciprocal* el problema multiobjetivo se transforma en un problema de optimización uni-objetivo binario y para su optimización se usa la metaheurística *Binary Particle Swarm Optimization*.

El SAD será aplicado a España, abarcando los 38 aeropuertos españoles con tráfico aéreo internacional, desde el 24/09/2020 hasta el 07/10/2020, con los datos epidemiológicos de la pandemia COVID-19.



**Palabras clave:** Sistema de Ayuda a la Decisión, Optimización Multiobjetivo, Metaheurística, Preferencias de los Decisores, Propagación de Pandemias.

## Decision Support System for the Management of Spanish Air Traffic to Control the Spread of Pandemic

### Abstract

Air transportation allows people and goods to be moved from almost anywhere in the world to any other place in a very short time. Therefore, air transportation is one of the main means for the spread of viruses and pandemics. A country that wants to control the pandemic within its borders must close the country's connections with the rest of the world as soon as cases of infected people are known. The closure of these connections entails a series of impacts on health, economy, and society, which must be optimized.

In this work, we present the Decision Support System (DSS) that has been implemented for the management of Spanish air traffic according to the decision-maker's preferences.

The optimization problem solved in the DSS consists of seven objectives, five economic objectives (economic losses in the areas influenced by Spanish airports and in the airports themselves due to the fees paid by landing aircraft and the standard deviations of economic losses in the areas influenced by Spanish airports, in the airports themselves, and in the airlines operating in them) and 2 social objectives (people who cannot travel due to connection closures and loss of connectivity). The considered constraints are that the risk imported to Spain is reduced by a certain percentage compared to the risk imported in the case of no closure of any connection and that connections with certain European capitals are maintained. The preferences that the decision-maker must provide to the DSS are: the percentage of imported risk to be reduced, which European capitals to remain connected with, the time period to be analyzed, and the prioritization of objectives from most to least preferred. With this information provided to the DSS and applying the sum reciprocal method, the multi-objective problem is transformed into a binary single-objective optimization problem, and for its optimization, the metaheuristic Binary Particle Swarm Optimization is used.

The DSS will be applied to Spain, covering the 38 Spanish airports with international air traffic, from September 24, 2020, to October 7, 2020, using epidemiological data from the COVID-19.

**Key words:** Decision Support System, Multi-objective Optimization, Metaheuristic, Decisionmakers' Preferences, Spread of Pandemics.

**Acknowledgments:** Grants PID2021-122209OB-C31 and RED2022-134540-T founded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033.

## Resumen extendido

En este documento, abordamos un problema de optimización en el que las conexiones internacionales con destino a los aeropuertos españoles pueden permanecer abiertas o cerrarse por un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta impactos epidemiológicos, económicos y político/sociales. Para ello, se han considerado siete funciones objetivo. Cinco de ellas constituyen objetivos económicos: minimizar el porcentaje de ingresos perdidos en el área de influencia de los aeropuertos de destino (pérdidas comerciales y turísticas), minimizar la desviación estándar de los ingresos perdidos en las áreas de influencia (haciendo lo más homogéneas posible las pérdidas entre las áreas de influencia), minimizar la desviación estándar de las pérdidas de pasajeros por aerolínea, minimizar el porcentaje de pérdidas en los aeropuertos debido a la falta de aterrizajes de aeronaves (impuestos no pagados), y minimizar la desviación estándar de las pérdidas en los aeropuertos. También se consideran dos objetivos sociales, minimizar el porcentaje de pasajeros que pierden sus vuelos y minimizar la pérdida de conectividad en la red de tráfico aéreo de pasajeros.

El impacto epidemiológico no se considerará como un objetivo, sino como una restricción, ya que estableceremos un porcentaje de reducción del riesgo importado en los aeropuertos de destino que debe cumplirse mediante la solución óptima. El riesgo importado ha sido calculado teniendo en cuenta el estado epidemiológico de las zonas donde están los aeropuertos de salida, el tipo de avión, la ocupación del vuelo y la duración del vuelo. Además, ciertas decisiones socio-políticas también podrían restringir el espacio de soluciones. Por ejemplo, se podría establecer un tráfico mínimo con ciertos países o capitales de la UE o el resto del mundo en el período bajo análisis.

Las preferencias del tomador de decisiones (DM) sobre los objetivos considerados en cuanto a su importancia relativa se cuantificarán según información ordinal, y se utilizará el método de suma recíproca (*sum reciprocal*) para derivar un vector de pesos sustituto, conduciendo a una única función objetivo ponderada. Luego, se utilizará la metaheurística de optimización binaria de enjambre de partículas (BPSO) para resolver el problema de optimización no lineal binario y alcanzar una solución de compromiso.

La metodología propuesta será ilustrada con los datos de la pandemia de COVID-19 en un contexto español, abarcando los 38 aeropuertos españoles con tráfico aéreo internacional durante un período de dos semanas, desde el 24/09/2020 hasta el 07/10/2020. Esto equivale a 5000 conexiones con 9678 vuelos cuyos destinos son aeropuertos españoles desde 237 aeropuertos internacionales. Los aeropuertos con el mayor número de conexiones son Adolfo Suárez Madrid- Barajas (820), Barcelona (767), Palma de Mallorca (641) y Málaga (610).

Los datos con la información de vuelos, datos de ocupación de aeronaves, información sobre la incidencia de la pandemia global y datos de conectividad están recopilados en una base de

datos orientada a grafos Neo4J. También se han incorporado a la base de datos las tasas aeroportuarias españolas disponibles en [www.aena.es/es/aerolineas/tarifas.html](http://www.aena.es/es/aerolineas/tarifas.html).

Estas tasas dependen principalmente del peso de la aeronave correspondiente, pero además, el monto a pagar se incrementa según el ruido de la aeronave y la hora de aterrizaje en algunos aeropuertos (Alicante-Elche, Barcelona-El Prat, Bilbao, Gran Canaria, Ibiza, Adolfo Suárez Madrid Barajas, Málaga-Costa del Sol, Palma de Mallorca, Sevilla, Tenerife Norte, Tenerife Sur o Valencia). Para esto, AENA (la empresa responsable de la gestión de aeropuertos en España) ha establecido una clasificación de las aeronaves según su nivel de ruido, que se utiliza para calcular el monto del pago adicional.

Además, el Instituto Nacional de Estadística (INE) de España publica el gasto promedio de un pasajero que llega a España según el país de origen y el motivo (negocios y ocio/vacaciones/otros) de su visita a España. Específicamente, la siguiente información se ha incorporado a la base de datos Neo4J:

- Número de visitantes por Comunidad Autónoma de destino, motivo del viaje y país de origen/residencia. Luego, es posible obtener el número de personas por vuelo que viajan por negocios o por vacaciones/ocio.
- Gasto diario promedio por persona según el motivo del viaje y el país de origen.
- Duración promedio (en días) de las estancias según el país de origen.

Suponemos que el país de residencia de todos los pasajeros en un vuelo es el país de origen de ese vuelo, ya que no es posible conocer exactamente el país de residencia de todos los pasajeros en un vuelo. También asumimos que ningún pasajero está haciendo un transbordo, es decir, el país de destino siempre es España para los viajeros.

En este ejemplo ilustrativo, consideramos 15 escenarios. En primer lugar, contemplamos 3 niveles diferentes para el porcentaje de reducción del riesgo de importar COVID-19 en los aeropuertos españoles: 25%, 50% y 75%. Se espera claramente un mayor número de conexiones cerradas (y vuelos cancelados) para los escenarios que requieren una reducción más alta del riesgo importado.

Además, la importancia relativa de los objetivos puede llevar a diferentes escenarios. Dado que se utiliza información ordinal (una clasificación del objetivo más importante al menos importante) para representar las preferencias del tomador de decisiones, consideramos la situación en la que los impactos económicos son más importantes que los sociales, y la situación opuesta. Además, en relación con los impactos sociales, consideramos en todos los escenarios que el porcentaje de pasajeros que pierde sus vuelos es más importante que la pérdida de conectividad. El impacto económico en las áreas de influencia de los aeropuertos de destino es más importante que el impacto en los aeropuertos, que es más importante que el impacto en las aerolíneas.

## Un sistema de ayuda a la decisión cognitivo para el análisis de sentimientos. Aplicación al COVID-19 en España

Moreno, José María<sup>1</sup>; Aguarón, Juan<sup>1</sup>; Fanlo, Ignacio<sup>1</sup>; Navarro, Jorge<sup>1</sup>; Turón, Alberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza. Facultad de Economía y Empresa.

Universidad de Zaragoza. España

### Resumen

El enfoque cognitivo en la toma de decisiones, en particular en el dominio multicriterio, persigue la extracción y difusión de los argumentos que soportan las diferentes posiciones y decisiones. En el contexto de la Sociedad del Conocimiento y de las Inteligencias Artificiales, la toma científica de las decisiones debe integrar lo objetivo y racional del método científico tradicional con lo subjetivo y emocional asociado al factor humano. La incorporación de lo emocional en los tradicionales sistemas de ayuda a la decisión (DSS) requiere el análisis de los textos que reflejan las posiciones de los actores implicados en el proceso decisional. El análisis se centra en la estimación de la evolución del estado anímico o sentimiento de la sociedad ante determinadas decisiones y en la identificación de los hitos más destacados de la misma. Este trabajo determina la evolución del sentimiento mediante los dos métodos más utilizados en este ámbito: lexicones y aprendizaje automático. En el primer caso, la evolución de los sentimientos se analiza aplicando el software SSA-DSS (Spanish Sentiment Analysis-Decision Support System), herramienta informática recientemente desarrollada por nuestro equipo investigador. En el segundo caso, se analiza utilizando BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), una arquitectura de redes neuronales desarrollada por Google. Identificados los hitos, la capa cognitiva se incorpora al DSS –desarrollado para el análisis de sentimientos– utilizando las inteligencias artificiales; en concreto el GPT4. Los *prompts* empleados en la extracción de los argumentos siguen una secuencia lógica de 10 pasos que facilita su efectividad. El procedimiento propuesto se ilustra aplicándolo a la evolución del COVID-19 en España.

**Palabras clave:** Sistema de Ayuda a la Decisión (DSS), Cognición, Análisis de Sentimientos, Lexicón, Machine Learning.

## A cognitive decision support system for sentiment analysis. Application to the COVID-19 in Spain

### Abstract

The cognitive approach in decision making, particularly in the multi-criteria domain, pursues the extraction and dissemination of the arguments that support different positions and decisions. In the context of the Knowledge Society and Artificial Intelligences, scientific decision-making must integrate the objective and rational aspects of the traditional scientific method with the subjective and emotional aspects associated with the human factor. The incorporation



of the emotional in traditional decision support systems (DSS) requires the analysis of texts that reflect the positions of the actors involved in the decisional process. The analysis focuses on the estimation of the evolution of the mood or sentiments of society in the face of certain decisions and on the identification of its most notable milestones. This work determines the evolution of sentiment using the two most widespread methods in this field: lexicons and machine learning tools. In the first case, the evolution of sentiments is analyzed by applying the SSA-DSS (Spanish Sentiment Analysis-Decision Support System) software, a computer tool recently developed by our research team. In the second case, it is analyzed using BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), a neural network architecture developed by Google. Once the milestones have been identified, the cognitive layer is incorporated into the DSS – developed for sentiment analysis – using artificial intelligences; specifically, GPT4. The prompts used in the extraction of the arguments follow a logical sequence of 10 steps that facilitates their effectiveness. The proposed procedure is illustrated by applying it to the evolution of the COVID-19 in Spain.

**Key words:** Decision Support System (DSS); Cognition; Sentiment Analysis; Lexicon; Machine Learning

## Negociar la asignación de agua para riego cuando existe incertidumbre sobre su disponibilidad

Borrego-Marín, María M.<sup>1</sup>, Mármol Conde, Amparo<sup>1</sup>, Rubiales Caballero, Victoriana<sup>1</sup>, Hinojosa Ramos, Miguel Ángel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía Aplicada III. Universidad de Sevilla.

<sup>2</sup>Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica, Universidad Pablo de Olavide.

### Resumen

Este póster se centra en el proceso de negociación de los agricultores para la asignación de agua para riego. Analizamos la situación en un contexto como el actual, en el que existe incertidumbre sobre la disponibilidad de agua debido a la sequía. Se considera que las soluciones de negociación proponen transferencias de agua y precios del agua que garantizan niveles conservadores de consecución para los agricultores. La aplicabilidad de los resultados queda ilustrada por el análisis de un estudio de caso en el que los agricultores cultivan dos cultivos específicos, el olivo y el almendro, en la región de Andalucía.

**Palabras clave:** negociación, incertidumbre, agricultores, agua, sequía.

## Negotiating the allocation of water for irrigation when there is uncertainty about its availability

### Abstract

This poster focusses on the farmers' negotiation process for the allocation of water for irrigation. We analyse the situation in a context like the current one, in which there is uncertainty about the availability of water due to drought. The concepts of bargaining solutions are considered to propose water transfers and water prices that guarantee conservative levels of achievement for farmers. The applicability of the results is illustrated by the analysis of a case study in which farmers grow two specific crops, the olive and the almond tree, in the Andalusian region.

**Keywords:** bargaining, uncertainty, farmers, water, drought.

## Coopetición en energías renovables

Carballo Pou, M<sup>a</sup> Ángeles<sup>1</sup>; Zapata Reina, Asunción<sup>2</sup>; Monroy Berjillos, Luisa<sup>2</sup>; Mármol Conde, Amparo M<sup>a</sup><sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Economía e Historia Económica. Universidad de Sevilla

<sup>2</sup>Dpto. Economía Aplicada III. Universidad de Sevilla

### Resumen

La coopetición se suele considerar en la literatura como una situación en la que las empresas competitivas intentan cooperar para aumentar sus ganancias. A partir de este concepto, en este trabajo suponemos que un agente económico muestra un comportamiento coopetitivo cuando se preocupa por su propia utilidad y también por la utilidad de, al menos, otro agente. Este comportamiento puede describir las actitudes de las empresas del sector de las energías renovables donde frecuentemente deben alcanzar conjuntamente una meta común de producción. En estos casos, el éxito de cada empresa depende no sólo de su propia producción de energía sino también del éxito de todo el sector en alcanzar esa meta.

Así, la función de utilidad de cada empresa viene dada por sus beneficios y una función de penalización que representa un coste monetario para la empresa, derivado de la desviación respecto del objetivo conjunto. Los modelos de juegos multicriterio resultan especialmente adecuados para representar estas situaciones en las que cada empresa valora también las funciones de utilidad de las otras empresas del sector de energías renovables. Considerando que las preferencias de cada empresa están representadas por una función aditiva ponderada, podemos abordar varios casos donde se tienen en cuenta los diferentes grados de preocupación de cada empresa respecto de las demás. La intensidad con la que lo hacen se refleja en los grados de coopetición.

El objetivo de esta investigación es determinar la cantidad producida por las empresas en el equilibrio en función de los grados de coopetición que muestran. Hay algunos resultados destacables. Por un lado, demostramos que el grado máximo de coopetición no implica una cantidad de equilibrio nula. Por otro lado, hay situaciones en las que las empresas más coopetitivas expulsan del mercado a las menos coopetitivas. Finalmente, obtenemos la trayectoria de los equilibrios para diferentes valores del grado de coopetición.

**Palabras clave:** coopetición, juego multicriterio, equilibrio, meta común, energía renovable.



---

## Coopetition in renewable energies

### Abstract

Coopetition is usually considered in the literature as a situation in which competitive firms try to cooperate in order to increase their profits. Taking this concept into account, we assume that an economic agent shows a cooperative behaviour when it cares about its own utility and also about the utility of at least one other agent. This behaviour could describe the attitudes of firms in the renewable energy sector where they frequently must jointly achieve a fixed energy production target. In these cases, the success of each firm depends not only on its own energy production, but also on the success of the entire sector in achieving that goal. Thus, the utility function of each firm encompasses its profits and a penalty function which represents a monetary cost for the firm, derived from the deviation with respect to the joint target. Multi-criteria game models are especially appropriate to study these situations since the firms are concerned about the utility functions of all of them. By considering that the preferences of each firm are represented by a weighted additive value function, we can deal with several cases depending on the different degrees of concern of each firm with respect to the others. The intensity with which they do so is reflected in the degrees of coopetition.

The objective of this research is to determine the quantity produced by firms in equilibrium depending on the degrees of coopetition they show. Some results should be highlighted. On the one hand, we show that the maximum degree of coopetition does not imply a zero equilibrium quantity. On the other hand, there are situations in which the most cooperative companies expel the less cooperative ones from the market. Finally, we obtain the path of the equilibria for different values of the degree of coopetition.

**Key words:** coopetition, multicriteria game, equilibria, joint goal, renewable energy.

## Clasificación multicriterio de los estudiantes a partir del riesgo de abandono de los grados universitarios

Segura Maroto, Marina<sup>1</sup>; Sánchez Sánchez, Ana<sup>1</sup>, Hernández, Adolfo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Complutense de Madrid

### Resumen

El abandono universitario es un problema para los sistemas educativos en todo el mundo, así como para los gestores académicos y financieros de diferentes instituciones, profesores y los propios estudiantes. El abandono universitario tiene un impacto económico y social, además de la percepción negativa de los estudiantes debido al sentimiento de fracaso y frustración que se genera. En España, las tasas de abandono son diferentes en función del área de conocimiento. Las áreas con la tasa de abandono más alta son Artes y Humanidades (45.9%), mientras que los grados de ciencias tienen el porcentaje más bajo (16.6%), y ocurre principalmente a partir del primer año. En los últimos años, se han realizado esfuerzos significativos para la detección temprana de estudiantes propensos a abandonar empleando técnicas estadísticas con Modelos de Aprendizaje Automático (Support Vector Machine, Árboles de Decisión, Random Forest y Redes Neuronales), así como Regresión Logística.

El objetivo de este estudio es desarrollar un modelo multicriterio destinado a la clasificación de estudiantes según el riesgo de abandonar el grado después del primer año. Se emplea el algoritmo Global Local Net Flow Sorting (GLNF Sorting) para generar categorías ordenadas de mayor a menor riesgo, y se evalúa la calidad de las asignaciones de los estudiantes a grupos de riesgo utilizando el indicador de calidad Silhouette for Sorting (SILS). El riesgo de abandono se basa en criterios anteriores al ingreso a la educación superior, así como en aspectos relativos al contexto y los resultados académicos en el primer cuatrimestre. Este modelo se ha validado utilizando datos reales de estudiantes en diversos grados en la Universidad Complutense de Madrid. Además, la clasificación obtenida se ha comparado con los resultados generados mediante técnicas de clasificación tradicionales y aprendizaje automático.

**Palabras clave:** Abandono Grados Universitarios, PROMETHEE, GLNF Sorting, Silhouette for Sorting

## Multicriteria Classification of Students Based on the Risk of University Degree Dropout

### Abstract

University dropout is an issue for educational systems worldwide, as well as for academic managers of different institutions, professors, and students. University dropout has economic



and social impacts, in addition to the negative perception among students due to feelings of failure and frustration. In Spain, dropout rates vary based on the area, with Arts and Humanities having the highest dropout rate (45.9%), while science degrees have the lowest percentage (16.6%), predominantly this dropout occurs in the first year. In recent years, significant efforts have been made for early detection of students prone to dropout using statistical techniques such as Machine Learning Models (Support Vector Machine, Decision Trees, Random Forest, and Neural Networks), as well as Logistic Regression.

The objective of this study is to develop a multicriteria model for classifying students based on the risk of dropping out after the first year. The Global Local Net Flow Sorting (GLNF Sorting) algorithm is used to generate ordered categories from higher to lower risk, and the quality of student assignments to risk groups is evaluated using the Silhouette for Sorting (SILS) quality indicator. The dropout risk is based on criteria before admission to higher education, as well as contextual factors and academic results in the first semester. This model has been validated using real data from students of several degrees at Complutense University of Madrid. Furthermore, the obtained classification has been compared with results from traditional classification techniques and Machine Learning.

**Key words:** University Degree Dropout, PROMETHEE, GLNF Sorting, Silhouette for Sorting

## Preferencias de los jóvenes en la selección de alojamiento. Un análisis multicriterio

González-Pozo, Raquel<sup>1</sup>; Segura Maroto, Marina<sup>1</sup>; García del Pozo, Eva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Complutense de Madrid

### Resumen

Las agencias de Viajes Online conocidas como OTAs en inglés (Online Travel Agencies) han transformado radicalmente la manera en que las personas planifican y reservan sus viajes, ofreciendo una amplia variedad de opciones para viajeros de todas las edades. Sin embargo, es importante destacar que el uso de estas plataformas es especialmente notable entre los jóvenes, quienes las utilizan de manera significativa y recurrente.

En el contexto de las OTAs, los alojamientos que se anuncian en estas plataformas suelen mostrar una calificación numérica y una serie de criterios que describen aspectos como la limpieza, la atención del personal, calidad-precio, entre otros. Estos criterios son fundamentales para que los usuarios evalúen y seleccionen el alojamiento que mejor se adapte a sus necesidades y preferencias.

El objetivo principal de esta contribución es analizar qué importancia asignan los jóvenes a estos criterios específicos al momento de tomar decisiones de reserva a través de las plataformas de reserva en línea. Asimismo, se proponen diferentes formas de mejorar los sistemas de puntuación y evaluación de las OTAs para garantizar que estos reflejen de manera precisa las preferencias y expectativas de este colectivo. Para ello, se ha realizado un análisis de las preferencias de los jóvenes y se han aplicado métodos como el Analytic Hierarchy Process (AHP) y el Best Worst Method (BWM) para determinar la importancia relativa de cada criterio en sus decisiones de reserva de alojamiento.

**Palabras clave:** OTAs, AHP, BWM, jóvenes viajeros.

## Young adults' preferences in accommodation selection. A multicriteria analysis

### Abstract

Online Travel Agencies (OTAs) have radically transformed how people plan and book their trips, offering various options for travelers of all ages. However, it is important to highlight that the use of these platforms is particularly notable among young people, who use them significantly and recurrently.



---

In the context of OTAs, accommodations advertised on these platforms usually display a numerical rating and a set of criteria that describe aspects such as cleanliness, staff, value for money, among others. These criteria are essential for users to evaluate and select the accommodation that best suits their requirements and preferences.

The main objective of this contribution is to analyze the importance that young travelers assign to these specific criteria when making booking decisions through online reservation platforms. Additionally, various methods are proposed to enhance the scoring and evaluation of OTAs' systems, ensuring they accurately reflect the preferences and expectations of young travelers. To achieve this, the preferences of young adults have been analyzed, and methodologies such as the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Best Worst Method (BWM) have been employed to determine the relative importance of each criterion in their accommodation booking decisions.

**Key words:** OTAs, AHP, BWM, Young travelers.

## Aplicación de ANP a la estimación de precios

Oramas Santos, Onailis<sup>1</sup>; Babiloni, Eugenia<sup>2</sup>; Canós-Darós, Lourdes<sup>2</sup>; Ortiz Torres, Maritza<sup>1</sup>; Canós-Darós, María-José<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de La Habana, Cuba

<sup>2</sup>Universitat Politècnica de València, Spain

<sup>3</sup>Universitat de València, Spain

### Resumen

El proceso de considerar un nuevo medicamento como producto potencial sigue varios pasos: 1) Investigación básica, descubrimiento y desarrollo; 2) Investigación preclínica; 3) Investigación clínica; 4) Revisión de medicamentos y acceso al mercado; 5) Seguimiento y comercialización. En este proceso pueden cooperar diferentes empresas independientes. La elevada incertidumbre y el elevado coste del proceso de obtención de un nuevo fármaco hacen que tanto investigadores como inversores necesiten una valoración adecuada del proyecto para tomar decisiones.

Por otro lado, para calcular el precio de un tratamiento, algunos métodos relacionan su coste con la efectividad, los beneficios y el valor de uso que puede generar, por ejemplo, el método *Quality Adjusted Life Year* (QALY) y el método por comparación. Estos métodos tienen algunas lagunas respecto al mundo real y algunos factores importantes pueden resultar ignorados en los modelos.

En este trabajo, mostramos la aplicación de un método multicriterio, Analytic Network Process (ANP), para estimar precios en procesos de nuevos medicamentos. La propuesta incluye las relaciones entre las diferentes empresas involucradas en el desarrollo de un nuevo medicamento y la inclusión de algunos criterios subjetivos, asegurando que la relevancia de cada factor sea correctamente considerada en la estimación del precio.

**Palabras clave:** ANP, Medicamento, Precio, Incertidumbre

## Application of ANP to price estimation

### Abstract

The process of considering a new drug as a potential product has some steps: 1) Basic research, discovery and development; 2) Preclinical research; 3) Clinical research; 4) Drug review and market access; 5) Monitoring and marketing. In this process, different independent companies can cooperate. The high uncertainty and the expensiveness of the process for a new drug make that both researches and investors need a fitted project valuation for making decisions.



---

On the other hand, to calculate the price of a treatment, some methods relate its cost to the effectiveness, benefits, and use value to be generated, for example, Quality Adjusted Life Year (QALY) method and the comparative method. These methods have some gaps with real world and some important factors can be ignored in the models.

In this paper, we show the application of a multi-criteria method, Analytic Network Process (ANP), to estimate prices in new drugs processes. The proposal includes the relations between different companies involved in the development of a new drug and some subjective criteria, ensuring that each factor's relevance is appropriately considered in the estimation of the price.

**Key words:** ANP, Drug, Price, Uncertainty



## Toma de decisiones multicriterio para la selección de personal

López-González, Ana <sup>1</sup>; Canós-Darós, Lourdes<sup>2</sup>, Babiloni, Eugenia<sup>2</sup>; Canós-Darós, María-José<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional de Valencia, Spain

<sup>2</sup>Universitat Politècnica de València, Spain

<sup>3</sup>Universitat de València, Spain

### Resumen

Por selección de personal se entiende el proceso mediante el cual se elige a una o varias personas que mejor se ajusten a las características del trabajo. Consiste en medir las competencias de las personas para determinar quién o quiénes serán aceptados para ocupar los puestos de trabajo vacantes. Por ejemplo, nos pueden interesar las competencias físicas de los solicitantes (como la fuerza y la resistencia), sus habilidades cognitivas (como la capacidad matemática o la capacidad de razonamiento verbal) o aspectos de su personalidad (como su iniciativa o integridad). Como suele ocurrir en la mayoría de los problemas de gestión, este proceso resulta complicado pero necesario.

Los métodos tradicionales de selección de personal se basan, sobre todo, en análisis estadísticos de las puntuaciones de las pruebas, que se consideran un reflejo exacto de la realidad. Los enfoques modernos, sin embargo, reconocen que la selección es un proceso complejo en el que hay que especificar más claramente la selección de criterios y, en su caso, las ponderaciones para la valoración y evaluación de competencias. Es por esto que la toma de decisiones con criterios múltiples (MCDM) presentan técnicas adecuadas para tratar este problema, diseñando herramientas matemáticas y computacionales para apoyar la evaluación subjetiva de un número finito de alternativas de decisión bajo un número finito de criterios de rendimiento por parte de un solo decisor o por un grupo.

Existen diferentes técnicas multicriterio que han sido aplicadas a procesos de selección de personal, en algunas ocasiones, combinadas: Analytical Hierarchy Process (AHP); Analytical Network Process (ANP); Decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL); Elimination and Et Choice Translating Reality (ELECTRE); Multi-Attribute Utility Theory (MAUT); Multicriteria Optimization and Compromise Solution (VIKOR); Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE); Simple Additive Weighting (SAW); Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

En este trabajo presentamos una comparación entre distintos sistemas de ayuda a la toma de decisiones multicriterio para la selección de personal.

**Palabras clave:** Multicriterio, Recursos humanos, Toma de decisiones, Selección de personal.



## Multi-criteria decision making for personnel selection

### Abstract

Personnel selection is understood as the process by which one or more people are chosen who best fit the characteristics of the job. It consists of measuring people's skills to determine who will be accepted to fill vacant jobs. For example, we may be interested in applicants' physical abilities (such as strength and endurance), their cognitive abilities (such as mathematical ability or verbal reasoning ability), or aspects of their personality (such as initiative or integrity). As is often the case in most management problems, this process is complicated but necessary.

Traditional personnel selection methods rely primarily on statistical analysis of test scores, which are considered an accurate reflection of reality. Modern approaches, however, recognize that selection is a complex process in which the selection of criteria and, where appropriate, the weights for the assessment and evaluation of competencies must be more clearly specified. This is why multi-criteria decision making (MCDM) present adequate techniques to deal with this problem, designing mathematical and computational tools to support the subjective evaluation of a finite number of decision alternatives. decision under a finite number of performance criteria by a single decision maker or by a group.

There are different multi-criteria techniques that have been applied to personnel selection processes, sometimes combined: Analytical Hierarchy Process (AHP); Analytical Network Process (ANP); Decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL); Elimination and Et Choice Translating Reality (ELECTRE); Multi-Attribute Utility Theory (MAUT); Multicriteria Optimization and Compromise Solution (VIKOR); Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE); Simple Additive Weighting (SAW); Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

In this work we present a comparison between different multi-criteria decision support systems for personnel selection.

**Key words:** Multi-criteria, Human resources, Decision making, Personnel selection.

## Aplicaciones Streamlit para Métodos Multicriterio

Hein, Nelson<sup>1</sup>; Gomes, Adhmir Renan Voltolini<sup>1</sup>; Kroenke, Adriana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB

### Resumen

El objetivo de este artículo es explicar cómo tres aplicaciones streamlit pueden ayudar a los usuarios a calcular métodos multicriterio. Para ello, se presenta un marco teórico con los métodos EDAS, ADRIANA y DP2. Teniendo en cuenta que los cálculos de los métodos multicriterio pueden ser complejos y difíciles, requieren el análisis de varios criterios y etapas de cálculo. Además, la naturaleza de las decisiones puede requerir muchos atributos, y añade la dificultad de asignar pesos a cada criterio, así como de evaluar las relaciones, y pueden surgir diferentes situaciones que requieran enfoques específicos. De este modo, streamlit proporciona una estructura simplificada para realizar cálculos en tiempo real, basada en el lenguaje de programación Python. Permite a los investigadores incorporar algoritmos y modelos estadísticos que son soluciones para diversos proyectos de investigación. Además de acelerar el proceso de cálculo, permite una comprensión más profunda de los resultados obtenidos. Por lo tanto, streamlit ahorra tiempo y esfuerzo a los investigadores, lo que resulta beneficioso para dedicar tiempo a otros contenidos de investigación relevantes. También evita tener que ocuparse de cuestiones técnicas que requieren mucho tiempo, lo que aumenta la productividad. Por otro lado, es relevante para los investigadores que desarrollan métodos porque permite escalar sus ideas a través de una estructura robusta y accesible en todo el mundo.

**Palabras clave:** Métodos Multicriterios, Streamlit, EDAS, ADRIANA, DP2.

## Streamlit Applications for Multicriteria Methods

### Abstract

This article aims to explain how three streamlit applications can help users calculate multicriteria methods. To this end, a theoretical framework is presented with the EDAS, ADRIANA, and DP2 methods. Considering that the calculations of multi-criteria methods can be complex and difficult, they require the analysis of several criteria and calculation steps. In addition, the nature of the decisions can require a lot of attributes and adds the difficulty of assigning weights to each criterion, as well as evaluating relationships, and different situations can arise that require specific approaches. In this way, streamlit provides a simplified structure for carrying out calculations in real time, based on the Python programming language. It allows researchers to incorporate algorithms and statistical models that are solutions for various research projects. In addition to speeding up the calculation process, it allows for a more in-depth understanding of the results obtained. Therefore, streamlit saves researchers time and effort, which is beneficial for directing time to other relevant research content. It also avoids dealing with time-consuming



## XV Reunión del GEDM. Oviedo, 4, 5, y 6 abril 2024



Universidad de Oviedo

---

technical issues, which increases productivity. On the other hand, it is relevant for researchers developing methods because it makes it possible to scale their ideas through a robust structure that is accessible worldwide.

**Key words:** Métodos Multicriterios, Streamlit, EDAS, ADRIANA, DP2.

## Herramientas empresariales para la adaptación de los Centros de Atención Primaria a la Sociedad del Conocimiento

Muerza Marín, M.V.<sup>1</sup>; Escobar Urmeneta, M.T.<sup>1</sup>; Moreno-Jiménez, J. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza (GDMZ), Universidad de Zaragoza, Spain.

[vmuerza@unizar.es](mailto:vmuerza@unizar.es); [mescobar@unizar.es](mailto:mescobar@unizar.es); [moreno@unizar.es](mailto:moreno@unizar.es)

### Resumen

En la actual sociedad del conocimiento (SdC), caracterizada por la relevancia del factor humano, la digitalización, y el uso de tecnologías que facilitan el acceso a la información y la comunicación entre los actores, se hace necesario el desarrollo de metodologías y procedimientos que permitan una toma de decisiones efectiva, eficaz y eficiente en los diferentes ámbitos de actuación. Una de las vías utilizadas para la adaptación de las instituciones públicas a la SdC es la utilización de diferentes herramientas empresariales, en concreto el uso de árboles tecnológicos. Por su impacto en la calidad de vida de las personas, en concreto en su salud, uno de los ámbitos que mayor interés despiertan son los Centros de Atención Primaria (CAP). Este trabajo tiene por objeto mejorar la calidad de los CAP, entendida como su competitividad e innovación. Partiendo del concepto de tecnología en su acepción más amplia, se comienza identificando las tecnologías más relevantes para la provisión de servicios sostenibles de calidad, esto es, aquellas que capturen el know-how de las instituciones y les permitan garantizar su efectividad en el presente y en el futuro a corto, medio y largo plazo, y a partir de las mismas se seleccionan las mejores estrategias de desarrollo. La metodología propuesta consta de las siguientes fases: (i) inventario de tecnologías en salud; (ii) clasificación de las tecnologías en base a diferentes criterios (horizonte temporal, impacto actual y potencial, esfuerzo en I+D+i y valor social); (iii) construcción de los árboles tecnológicos –herramientas empresariales utilizadas en procesos de diversificación industrial y tecnológica– para identificar el abanico de servicios a partir de las tecnologías relevantes; y (iv) selección multicriterio de la estrategia que proporcionará un mayor valor social en el futuro. De esta manera, se obtiene un mapa de los servicios más efectivos para la construcción de la institución pública (CAP) del futuro.

**Palabras clave:** Sociedad del Conocimiento; Instituciones Públicas; Planificación Estratégica; Árboles tecnológicos; Centros de Atención Primaria.

---

## Business Tools for Adapting the Primary Care Centres to the Knowledge Society

### Abstract

In today's knowledge society (KS), characterised by the importance of the human factor, digitalisation and the use of technologies that facilitate access to information and communication between actors, it is necessary to develop methodologies and procedures that enable effective, efficient, and effective decision-making in the different fields of action. One of the ways used for the adaptation of public institutions to the KS is the use of different business tools, specifically the use of technological trees. Due to their impact on people's quality of life, in particular on their health, one of the areas of greatest interest is Primary Care Centres (PCC). The aim of this work is to improve the quality of PCCs, understood as their competitiveness and innovation. Starting with the concept of technology in its broadest sense, we begin by identifying the most relevant technologies for the provision of sustainable quality services, i.e., those that capture the know-how of the institutions and allow them to guarantee their effectiveness in the present and in the future in the short, medium, and long term. From these we select the best development strategies. The proposed methodology consists of the following phases: (i) inventory of health technologies; (ii) classification of technologies based on different criteria (time horizon, current and potential impact, R&D&I effort and social value); (iii) construction of technological trees - business tools used in industrial and technological diversification processes - to identify the range of services based on the relevant technologies; and (iv) multicriteria selection of the strategy that will provide the greatest social value in the future. In this way, a map of the most effective services for the construction of the public institution (PCC) of the future is obtained.

**Key words:** Knowledge Society; Public Institutions; Strategic Planning; Technology Trees; Primary Care Centres.

## Inversión socialmente responsable en el mercado del agua utilizando IA

Truyols-Pont, M. Antonia<sup>1</sup>; Bilbao-Terol, Amelia<sup>1</sup>; Arenas-Parra, Mar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad de Oviedo

### Resumen

Este estudio se centra en empresas europeas del sector del agua (ODS 6). Se busca no solo maximizar el rendimiento financiero, sino también contribuir activamente a la preservación de los recursos hídricos, facilitar el acceso equitativo al agua potable y promover una gestión sostenible de este recurso esencial.

Como principal innovación, hemos introducido una agregación de diversas técnicas de predicción, que incluyen tanto métodos de aprendizaje automático como enfoques clásicos. Cada técnica se pondera según su precisión en la semana anterior, reforzando así la robustez y confiabilidad de nuestras predicciones.

Posteriormente, mediante el método Black-Litterman, construimos carteras que combinan las opiniones de expertos (representadas por nuestras predicciones agregadas) con el equilibrio de mercado. Para asegurarnos una gestión prudente de las inversiones, sustituimos la varianza clásica por la medida de riesgo superior CVaR. Esta metodología permite optimizar la selección de inversiones, considerando tanto las predicciones como las condiciones del mercado, además de fomentar prácticas responsables en el mercado del agua.

En resumen, nuestro enfoque innovador para la inversión en el sector del agua europeo busca generar retornos financieros competitivos a la vez que contribuye a un futuro más sostenible y equitativo en el ámbito del agua.

**Palabras clave:** Inversión sostenible, sector del agua, medidas ESG, aprendizaje automático, CVaR, Black-Litterman

## Socially responsible investment in the water market using AI

### Abstract

Aligning with UN Sustainable Development Goal 6, this study focuses on European water companies. Our goal is not only to maximize financial returns but also to actively contribute to water resource conservation, facilitate equitable access to drinking water, and promote sustainable management of this essential resource.



---

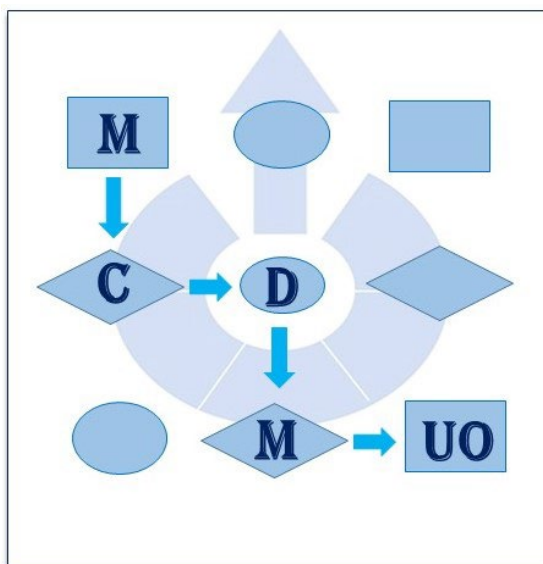
Our main innovation lies in the use of an aggregated prediction technique that combines machine learning and classical approaches. Each technique is weighted based on its previous week's accuracy, enhancing the robustness and reliability of our predictions.

We then construct portfolios using the Black-Litterman model, which combines expert opinions (represented by our aggregated predictions) with market equilibrium. To ensure prudent investment management, we replace the classical variance with the CVaR measure. This process optimizes investment selection by considering both predictions and market conditions, while promoting responsible practices in the water market.

In summary, our innovative approach to investing in the European water sector aims to generate competitive financial returns while contributing to a more sustainable and equitable water future.

**Key words:** sustainable investment, water sector, ESG scores, CVaR, Machine learning, Black-Litterman

**Funding:** This research is supported by grants from the University of Oviedo (PAPI-23-GR-2011-0049)



Grupo Decisión Multicriterio Universidad de Oviedo  
MCDMUO