



AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN - Convocatoria 2022  
«Redes de Investigación»

**AVISO IMPORTANTE - La memoria no podrá exceder de 10 páginas. Para rellenar correctamente esta memoria, lea detenidamente las instrucciones disponibles en la web de la convocatoria.**

## 1. DATOS DE LA ACTUACIÓN

COORDINADOR/A DE LA RED: [Begoña Vitoriano Villanueva]

TÍTULO DE LA ACTUACIÓN EN ESPAÑOL: [Red Temática en Decisión Multicriterio]

TÍTULO DE LA ACTUACIÓN EN INGLÉS: [Thematic Network on Multicriteria Decision Making]

## 2. PROPUESTA CIENTÍFICA

### 2.1 Antecedentes y motivación de la Red Temática en Decisión Multicriterio

El Grupo Español de Decisión Multicriterio (GEDM) nació en abril de 1996, en el marco del Congreso Nacional de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO), celebrado en Valencia. El Grupo se constituye formalmente en una reunión en noviembre de 1997 en el CEU San Pablo de Madrid, y posteriormente se crea el Grupo de Trabajo en SEIO, en 1999. La constitución del GEDM, cuyos primeros coordinadores fueron los profesores Rafael Caballero Fernández (Universidad de Málaga) y Sixto Ríos Insúa (Universidad Politécnica de Madrid), vino a satisfacer una demanda de los grupos de investigación españoles en decisión multicriterio que, a pesar de su peso a nivel internacional, carecían de una mínima cohesión a nivel nacional. Los trabajos del GEDM se vieron favorecidos por la concesión de financiación para tres redes temáticas (bienios 2003-04 y 2004-2005, bajo la coordinación del profesor Rafael Caballero Fernández, y bienio 2006-07, bajo la coordinación del profesor Justo Puerto Albandoz). Durante esta etapa, se consiguió favorecer de forma importante la cohesión entre los diversos grupos, en gran parte gracias a las 5 reuniones que se financiaron con las redes temáticas, creando sinergias, que se mantienen en muchos casos vigentes hoy en día, y que han dado lugar a importantes resultados. Además, se llevó a cabo también una importante actividad de difusión, con seminarios y conferencias, números especiales en revistas científicas, y la edición del libro *La Aventura de Decidir: Una Aproximación Científica mediante Casos Reales*, publicado por la Universidad de Málaga.

La actividad investigadora (en muchos casos, conjunta) de los grupos de la red ha situado al GEDM en un lugar de liderazgo en el contexto internacional de la decisión multicriterio. En efecto, el GEDM cuenta hoy con 248 miembros, distribuidos en 30 nodos de 27 instituciones españolas y 3 extranjeras. Tiene además una clara orientación multidisciplinar, con investigadores en áreas de conocimiento tan diversas como Estadística e Investigación Operativa, Economía Aplicada, Matemática Aplicada, Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Organización de Empresas, Economía Agraria, Economía Financiera y Contabilidad...

Internacionalmente, según el directorio de la Sociedad Internacional de Decisión Multicriterio ([www.mcdmsociety.org](http://www.mcdmsociety.org)), el número de miembros españoles ha crecido hasta situarse en el cuarto puesto mundial, con 119 miembros, sólo por detrás de Estados Unidos, India y Turquía, y justo delante de China. Aunque es difícil de cuantificar, se puede afirmar que la producción científica ha ido pareja a este crecimiento en número, y ha valido el reconocimiento de la Sociedad Internacional. Así, el profesor Carlos Romero, de la Universidad Politécnica de Madrid recibió el premio Georg Cantor, otorgado por la Sociedad Internacional, en 2006, y Francisco Ruiz de la Rúa, de la Universidad de Málaga, fue el Secretario de la Sociedad desde 2008 hasta 2015. En el año 2013, se celebró en Málaga el 21er congreso de la Sociedad Internacional de Decisión Multicriterio y, en 2020, se celebró en Zaragoza el International Conference on Decision Support System Technology.

En los últimos años se ha producido un incremento de las actividades del GEDM. Se han organizado cinco reuniones, en Sevilla (2015), Madrid (2016), Valencia (2018), San Sebastián (2021) y, recientemente, en Zaragoza (2022), en las que, además del debate científico se han abordado los nuevos retos a los que se enfrenta el grupo. Además, se ha actualizado la base de datos de los miembros del grupo, así como los nodos que conforman la red, y en la reunión de Madrid se llevó a cabo una primera reunión de representantes de nodos. Otra cuestión importante ha sido la actualización y modernización

de la página web <http://multicriterio.es/>, a falta todavía de su traducción al inglés (tarea que se propone realizar en el ámbito de esta red temática). En el terreno investigador, se ha fomentado por parte del GEDM la edición de números especiales en revistas científicas de prestigio. En concreto, miembros del GEDM han actuado como editores invitados en 13 números especiales en revistas de gran reconocimiento internacional e incluidas en el JCR, como International Transactions in Operational Research, Annals of Operational Research, Fuzzy Sets and Systems, Central European Journal of Operational Research, Sustainability o Mathematics.

En la última reunión se ha establecido como prioridad mantener la realización de reuniones con amplia participación de los nodos, que fomenten el intercambio de información y la colaboración. Por otro lado, se considera que hay que fomentar las relaciones con otras redes y grupos de investigación nacionales e internacionales, con el fin de explorar posibilidades de colaboración y de trabajo en proyectos o contratos conjuntos. En este sentido, se han establecido ya contactos con grupos de investigación reconocidos internacionalmente en el ámbito de la decisión multicriterio, mediante su participación como ponentes invitados en las distintas reuniones del GEDM, tales como João Climaco, University of Coimbra (Sevilla, 2015), Bertrand Mareschal, Université Libre de Bruxelles (Madrid, 2016), Dylan Jones, University of Portsmouth (Valencia, 2018), Manuel Laguna, University of Colorado (San Sebastián, 2021) o los tres ponentes en Zaragoza en 2022, Luis G. Vargas de la University of Pittsburgh, Pavlos Delias de la International Hellenic University, y Pascale Zaraté de la Toulouse University.

Además, es vital realizar nuevas tareas de difusión y divulgación de las metodologías multicriterio, a fin de ampliar los campos de aplicación, y de afianzar los ya abiertos. Esa ampliación pasa también por la formación y la motivación de las generaciones más jóvenes. Desde el GEDM se ha organizado el premio a las mejores tesis doctorales en Decisión Multicriterio defendidas en universidades españolas, del que se han celebrado 3 ediciones, financiadas por la SEIO y ASEPUMA, como una forma de motivación y visibilización. Sin embargo, hay que incidir en el aspecto formativo y la difusión de las metodologías de decisión multicriterio en el inicio de los estudios para que sean incorporadas a la investigación.

Si bien es cierto que la colaboración entre los grupos españoles que investigan en toma de decisiones multicriterio ha sido bastante importante hasta la actualidad gracias a la creación del GEDM y sus actividades, la presente solicitud de la red temática tiene un enfoque muy marcado hacia la internacionalización, en el sentido de participar de forma conjunta por parte de los nodos en actividades que enriquezcan las colaboraciones con otros grupos de investigación internacionales, la mejora en la difusión internacional de los resultados de las investigaciones realizadas, y la formación y creación de redes internacionales de la juventud investigadora española en decisión multicriterio.

## **2.2. *Objetivos de la Red Temática en Decisión Multicriterio***

Respondiendo a las necesidades detectadas y las prioridades planteadas en la motivación, los objetivos que se pretenden alcanzar con esta Red Temática en Decisión Multicriterio son los siguientes:

**Objetivo 1:** Incrementar la cohesión del Grupo Español de Decisión Multicriterio.

La toma de decisiones atendiendo a múltiples criterios, en la mayoría de los casos contrapuestos, es algo que aparece prácticamente en cualquier ámbito de la gestión. La aplicación de los métodos y metodologías de la Decisión Multicriterio es por tanto transversal a múltiples áreas de conocimiento, y por ello corre el riesgo de dispersarse. Es necesario el desarrollo de actividades conjuntamente, crear puntos de encuentro para que no se disperse este conocimiento y se creen equipos multidisciplinares.

**Objetivo 2:** Incrementar la visibilidad del Grupo Español de Decisión Multicriterio internacionalmente.

Aunque individualmente cada grupo pueda tener una actividad internacional relevante, y aunque en España el GEDM sea una referencia para quien investiga o quiere adentrarse en este ámbito, el Grupo como tal no tiene esa repercusión internacional. Por tanto, se pretende que internacionalmente se pueda identificar al Grupo, para lo que tiene que mejorar su visibilidad y organizar actividades de impacto internacional en que se le identifique claramente a la Red como organizadora o co-organizadora.

**Objetivo 3:** Incrementar las colaboraciones nacionales e internacionales de los grupos que conforman la red, y en particular, para el desarrollo de la investigación y la captación de fondos.

Actualmente, aunque globalmente hay muchas sinergias entre nodos del GEDM y colaboraciones de éstos con grupos internacionales, estas colaboraciones no se plasman en proyectos conjuntos, y, la mayoría de las veces están muy focalizadas en publicaciones y en algunos grupos. Hoy en día es clara la tendencia a la construcción de grupos interdisciplinares para la realización de proyectos. La Red

Temática comparte esta filosofía, contraria a la atomización de los grupos (la propia propuesta así está planteada). Se pretende incrementar la colaboración entre nodos que den como resultados tanto en publicaciones como en desarrollo de proyectos conjuntos o coordinados, así como ampliar las colaboraciones internacionales de nuevos grupos de la Red.

**Objetivo 4:** Difundir y divulgar la metodología y sus aplicaciones, así como formar a las generaciones más jóvenes, favoreciendo la creación de redes nacionales e internacionales entre pares.

La decisión multicriterio es una poderosa herramienta para abordar los problemas reales de decisión, y por ello su desarrollo debe fomentarse, así como darse a conocer su potencial en aplicaciones. Así, se pretende, por un lado, aumentar la difusión de las metodologías y la divulgación de las aplicaciones, y por otro, formar a quienes se inician en la investigación para que incorporen las metodologías de forma natural en sus trabajos, o hagan de su estudio y desarrollo el centro de su investigación.

### ***2.3. Actividades de la Red Temática en Decisión Multicriterio***

Para lograr los objetivos planteados, se propone un ambicioso plan de acciones enfocado a la colaboración entre grupos, la internacionalización, la formación y la difusión y divulgación.

**Actividad 1:** Reuniones anuales y sesiones especiales en congresos nacionales

Aunque se le ha llamado Actividad, en realidad es un conjunto de actividades de la Red que se plantean como continuidad a las existentes, pero con una mayor dimensión. Se propone realizar una reunión anual del GEDM (la primera en primavera de 2023 en Madrid, y la segunda en primavera de 2024 en Oviedo), y la organización de sesiones especiales en congresos nacionales, como el de la SEIO en noviembre de 2023 en Elche, incluyendo la invitación a ponentes de entidades internacionales, y programando sesiones de trabajo para analizar propuestas conjuntas de proyectos.

Previamente, y para la cohesión de la Red, se plantea una reunión de representantes de los Nodos de la Red en Madrid en el primer mes de funcionamiento para organizar la gestión de la Red.

Esta Acción 1 contribuye tanto al Objetivo 1 de cohesión del Grupo, el Objetivo 2 de incrementar la visibilidad internacional como Grupo al incorporar ponentes internacionales, y claramente, al Objetivo 3 de aumentar colaboraciones, y en particular plantear propuestas conjuntas de proyectos.

**Actividad 2:** Actualización de la web desarrollando la versión en inglés

Esta actividad supone el desarrollo de la versión en inglés de la web del GEDM, lo que contribuirá al Objetivo 2 de visibilización internacional, y permitirá dar difusión internacional a los eventos organizados y a los materiales desarrollados dentro de la Red.

**Actividad 3:** Co-organización del congreso FLINS2024

Bajo el paraguas de la marca FLINS se engloban una serie de congresos internacionales bienales. Originalmente basados en la lógica difusa (Fuzzy Logic) su alcance ha ido aumentando a lo largo del tiempo. En 2024 el Grupo FORAid organizará el congreso internacional FLINS2024 en la Universidad Complutense de Madrid (ya lo hizo en 2008 con enorme éxito), y al abrigo de la Red, se pretende que el alcance de esta edición tenga un fuerte componente en Decisión Multicriterio plasmada en el propio título del congreso, sesiones especiales, y al menos una ponencia plenaria. Esto además permitirá posicionar a la Decisión Multicriterio como central en una serie de congresos que se repiten bianualmente, y dará visibilidad a la Red.

Esta actividad contribuye de manera fundamental al Objetivo 2 de visibilización internacional, ya que la Red sería parte de la propia organización del congreso.

**Actividad 4:** Edición como Grupo de un número especial asociado a FLINS2024 en una revista de impacto internacional

Derivada de la actividad 3 se pretende editar un número especial de una revista de impacto internacional (por ejemplo, la revista TOP publicada por la SEIO), en la que se dé difusión a la actividad anterior. Se procurará que todos los artículos incluidos sean publicados en Open Access para dar visibilidad a ambas actividades, tal vez mediante acuerdo global con la editorial Springer del número especial, o por artículo. La actividad contribuye al Objetivo 2 de visibilización internacional, ya que la mayor parte de autores se espera que sean internacionales.

**Actividad 5:** Premios a la mejores Tesis en Decisión Multicriterio defendida en universidades españolas

Esta actividad ya se viene realizando, y se quiere mantener dado que fomenta la participación de recién doctorados en las actividades de la Red y su visibilidad, dentro del contexto de las reuniones anuales del GEDM, lo que también hace que las generaciones más jóvenes se conozcan y a su vez conozcan al resto de miembros más senior de la Red, y se creen contactos y lazos futuros. En septiembre de 2022 se ha entregado el último premio, el siguiente sería en la reunión prevista para primavera de 2024 en Oviedo.

#### Actividad 6: Organización de una EURO PhD School

Con el fin de formar y dar a conocer las metodologías de decisión multicriterio se organizará una actividad formativa para estudiantes de doctorado, fundamentalmente europeos, en el marco de EURO. EURO (Asociación de Sociedades de Investigación Operativa en Europa) tiene este mecanismo de subvención para la coorganización de estos cursos de doctorado intensivos de duración entre 1 y 3 semanas. Se solicitará la organización de una EURO PhD School, de forma tentativa será en Málaga, a primeros de julio de 2024. La fecha viene determinada por un lado porque EURO requiere que las solicitudes se hagan al menos 18 meses antes, pero también para poder incluirlo como un evento satélite del 9th European Congress of Mathematics de la EMS (European Mathematical Society) que se desarrollará del 15 al 19 de julio en Sevilla.

Esta es la actividad central para lograr el Objetivo 4, dado que en las EURO PhD Schools se forma y se crean contactos para toda la vida, pero además si es ligado al EMS2024 la proyección es mucho mayor.

#### Actividad 7: Divulgación social de las aplicaciones de la Decisión Multicriterio, y difusión académica en el ámbito iberoamericano.

La actividad pretende desarrollar materiales para la divulgación social de la Decisión Multicriterio, en particular de sus aplicaciones. Estas aplicaciones se encajan en múltiples ámbitos productivos, como le ocurre a la propia Investigación Operativa. La idea es crear materiales divulgativos (tal vez en formatos más modernos incorporando vídeos, por ejemplo) y contactar con la SEIO para poder encajarlo en una posible acción más amplia para la Estadística e Investigación Operativa. Por otra parte, se ha detectado una carencia de materiales formativos en castellano, que son muy demandados desde Latinoamérica, por lo que se propone crear una publicación (en formato de libro o serie de libros pequeños, con ISBN) que cubra esta carencia, también como actividad de celebración de los 25 años de creación del GEDM.

#### 2.4. Plan de trabajo y cronograma (con responsables).

Actividad y subactividad	Responsable	2023				2024			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>A1: Reuniones nacionales</b>									
1ª reunión Red	FORAid	X							
1º reunión anual GEDM	MADEX		X						
Sesiones SEIO	GDMZ				X				
2ª reunión anual GEDM	MCDM-UOV						X		
<b>A2: Web</b>	<b>MADEX</b>	<b>X</b>							
<b>A3: FLINS2024</b>									
Organización FLINS	FORAid		X	X	X	X	X		
Celebración FLINS	FORAid							X	
<b>A4: Special issue FLINS</b>								X	X
<b>A5: Premio Tesis</b>	ADAGE-UOV					X	X		
<b>A6: EURO PhD School</b>	DMO-UMA								
Organización EURO PhD School		X			X	X	X		
Celebración EURO PhD School								X	
<b>A7: Divulgación/difusión</b>									
Divulgación social: crear materiales	ANOYA			X	X	X			
Divulgación social: puesta al público	MCDM-VAL					X	X	X	X
Libro difusión	DMCS		X	X	X	X	X	X	

#### 2.5. Modelo de organización de la Red para alcanzar los objetivos propuestos.

Una de las características de la propuesta de esta Red en cuanto a organización ha sido evitar la atomización, uniendo varios nodos del GEDM bajo un mismo nodo de la Red para evitar la dispersión, e identificar claramente el liderazgo. En ocasiones, las acciones se pierden en Redes con muchos nodos dispersos, de esta forma se establece una organización jerárquica de modo que, de cada grupo gestionado

por un único representante, dependen varios nodos, con lo que es más fácil de gestionar. La agrupación se ha hecho atendiendo a la afinidad de la investigación así como una cierta cercanía geográfica.

## 2.6. Recursos disponibles

La Red se basa en el Grupo Español de Decisión Multicriterio que aglutina a su vez grupos de investigación de universidades e institutos de toda España. Cada uno cuenta con sus medios para desarrollar sus actividades, por lo que aquí se muestran los recursos como Grupo que son los siguientes:

- Recursos humanos: se cuenta con el personal investigador de la propia Red, y con el apoyo para la gestión económica de la Universidad Complutense de Madrid (a través de su Fundación General), y para el apoyo administrativo y de gestión el personal del Instituto de Matemática Interdisciplinar (IMI) de la UCM.
- Recursos económicos: al margen de la propia financiación de la Red Temática, se cuenta con:
  - o De las universidades y centros de la Red: instalaciones y medios.
  - o De la SEIO: a través del Grupo de Trabajo en Decisión Multicriterio, la SEIO convoca anualmente una convocatoria para financiar la actividad de sus grupos de trabajo, además de poder solicitarse apoyo específico para actividades como la EURO PhD School.
  - o De ASEPUMA: financió el premio a la mejor tesis de Decisión Multicriterio en 2022 y existe el compromiso de mantenerlo para la próxima edición en 2024
  - o De las universidades donde se desarrollan las actividades: las universidades apoyan la organización de eventos en sus centros con alguna financiación, en particular se espera el apoyo de la UCM para el FLINS2024, de la UMA para la EURO PhD School, de la UPM para la 1ª reunión del GEDM, y de la UOV para la 2ª reunión del GEDM.
  - o Del IMI: el IMI da apoyo financiero para actividades co-organizadas por sus miembros, y en particular para el FLINS2024 se espera un mínimo 1400€.
  - o De EURO: EURO subvenciona las EURO PhD School con hasta 500€ por participante y semana, con un máximo de 15.000€ (pero se han de cubrir los gastos de alojamiento y manutención para todos los participantes).
- Recursos tecnológicos: Centros de supercomputación, como el CeSViMA de la UPM

## 3. DEFINICIÓN DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DE LA RED

1. Investigador que representa al grupo en la red: **BEGOÑA VITORIANO VILLANUEVA**

Entidad: Universidad Complutense de Madrid

Nombre del grupo: **Grupo FORAid (Fuzzy and Operational Research for Decision Aid)**

Este equipo integra personal del Grupo de la UCM *Modelos de Decisión en Logística y Gestión de Desastres (Logística Humanitaria) (HUMLOG)* (liderado por B. Vitoriano), del Grupo de la UCM *Data Science and Soft Computing for Social Analytics and Decision Aid (DSSC)* (Javier Montero), del Grupo de la Universidad de Valladolid *Preferencias, Elección Social y Ayuda a la Decisión (PRESAD)* (José Luis García-Lapresta) y del Grupo de la UNED *Optimización Vectorial* (Lidia Huerga).

El grupo se caracteriza por un lado por las aplicaciones de la decisión multicriterio en problemas y situaciones de carácter social, que van desde la preparación y respuesta ante desastres naturales hasta el análisis social y la elección en grupo. Para ello, se utilizan metodologías fundamentalmente ligadas a la investigación operativa, en particular a la programación matemática incluyendo métodos de optimización vectorial, con distintas representaciones de la información y de las preferencias de los decisores. Por otro lado, destaca la inclusión de la incertidumbre, tanto de origen semántico tratada con lógica difusa, como de origen aleatorio ante un futuro incierto y su tratamiento estocástico.

Publicaciones seleccionadas de cada grupo que forma el nodo de la Red (se hará en todos los nodos):

- J León, B Vitoriano, J Hearne (2022) A risk-averse solution for the prescribed burning problem. *Safety Science (in press)*
- F Castiblanco, C Franco, JT Rodríguez, J Montero (2021) A characterization of reciprocal fuzzy preference structures and its compatibility with standard fuzzy preference structures. *Fuzzy Sets and Systems* 422, 48-67



- JL García-Lapresta, P Moreno-Albadalejo, D Pérez-Román, V Temprano-García (2021) A multi-criteria procedure in new product development using different qualitative scales. *Applied Soft Computing* 106, 107279
- L Huerga, B Jiménez, DT Luc, V Novo (2021) A unified concept of approximate and quasi efficient solutions and associated subdifferentials in multiobjective optimization. *Mathematical Programming* 189 (1), 379-407

Otros miembros: F. Javier Martín-Campo, Bibiana Granda, Jesús Barreal, Javier León, M. Teresa Ortuño, Gregorio Tirado, José M. Ferrer, Adán Rodríguez, Federico Liberatore de HUMLOG; Daniel Gómez, Juan Tinguaro Rodríguez, F. Javier Yáñez, Eugenio Roanes de DSSC; Raquel González, Alfonso García-Barrios de PRESAD; y Vicente Novo, Bienvenido Jiménez, César Gutiérrez y Miguel Ángel Sama de la UNED.

## 2. Investigador que representa al grupo en la red: FRANCISCO RUIZ DE LA RUA

Entidad: Universidad de Málaga

Nombre del grupo: Grupo DMO-UMA (Decisión Multicriterio y Optimización de Málaga)

El nodo está formado por dos grupos de investigación de la UMA, el *Grupo de Decisión Multicriterio* (GDM) (liderado por Francisco Ruiz de la Rúa, Rafael Caballero y Trinidad Gómez) y el *Grupo de Optimización y Econometría* (OPTECO) (Mariano Luque).

Sus líneas de investigación se centran en la optimización multiobjetivo, métodos interactivos y de punto de referencia, así como los métodos metaheurísticos y evolutivos. En todos los casos, trabajamos en el diseño de distintos algoritmos de resolución, así como en su evaluación. La incertidumbre se trata con técnicas de programación intervalar, y se diseñan técnicas multicriterio para la construcción de indicadores sintéticos. Se trabaja en aplicaciones en los sectores público y privado (economía de la educación, transporte, salud, dietas, residuos urbanos, ciclo del agua, sostenibilidad y lucha contra la pobreza), y participan en un proyecto europeo para los sectores: textil, envasado de alimentos y vidrio.

- AI González-Fernández, M Rubio-Misas, F Ruiz (2022) Multi-objective reference point techniques to optimize profitability, growth, and risk in the non-life insurance industry: international analysis. *International Transactions in Operational Research*, en prensa.
- C Henriques, M Luque, O Marcenaro-Gutierrez (2022) Coupling distinct MOLP interactive approaches with a novel DEA hybrid model. *International Transactions in Operational Research* 29 (5), 3207-3228

Al grupo también pertenecen J. Manuel Cabello, Samira El Gibari, Mercedes González, Mónica Hernández, M<sup>a</sup> del Mar Muñoz, Francisco Martos y Fátima Pérez del GDM; y Sandra González, Jesús González, Francisca Miguel García y Ana Belén Ruiz de OPTECO.

## 3. Investigador que representa al grupo en la red: AMELIA BILBAO TEROL

Entidad: Universidad de Oviedo

Nombre del grupo: Grupo MCDM-UOV (Decisión Multicriterio Universidades de Oviedo y Valencia)

Este grupo de la red integra al *Grupo de Decisión Multicriterio* (liderado por Amelia Bilbao) de la Universidad de Oviedo y al *Socially Responsible Investment and Sustainable Development Research Group* (Vicente Liern) de la Universidad de Valencia.

El grupo trabaja en modelos de programación multiobjetivo, tanto clásicos como en aquellos basados en la Teoría de los Subconjuntos Difusos y desde un punto de vista teórico introduciendo nuevos modelos y también con aplicaciones en diversos ámbitos como las finanzas sostenibles, el turismo, la gestión forestal, la seguridad energética, las finanzas del comportamiento, comportamiento socialmente responsable empresarial, construcción de indicadores, etcétera. Se han propuesto extensiones de los modelos DEA aplicando la teoría de decisión de Kahneman y Tversky (Prospect Theory), extensiones de la metodología TOPSIS y de modelos de metas jerárquicas con preferencias imprecisas.

- A Bilbao-Terol, M Arenas-Parra, R Quiroga-García, C Bilbao-Terol (2022) An extended best-worst multiple reference point method: application in the assessment of non-life insurance companies. *Operational Research*
- K Bouslah, V Liern, J Ouenniche, B Pérez-Gladish (2022) Ranking firms based on their financial and diversity performance using multiple-stage unweighted TOPSIS. *International Transactions in Operational Research*



Al grupo también pertenecen Mar Arenas, Raquel Quiroga y Verónica Cañal de la UNIOVI, y Clara Calvo y Carlos Ivorra de la UV.

#### 4. Investigador que representa al grupo en la red: **ANA MARÍA GARCÍA BERNABEU**

Entidad: Universitat Politècnica de València

Nombre del grupo: **Grupo MCDM-VAL (Decisión Multicriterio Valencia)**

Este grupo integra a los grupos de investigación de la UPV: *Grupo de Decisión Multicriterio aplicado a la Economía y Finanzas* (GMEF, liderado por Ana M<sup>a</sup> García Bernabeu); al Grupo *UPV-TDDPI* (Pablo Aragonés), y grupo *UPV-GIO* (M<sup>a</sup> Concepción Maroto); y al grupo *EcoMath* de la UV.

Las líneas de investigación del grupo se centran en la aplicación y desarrollo de metodologías de decisión multicriterio en varios campos de aplicación como la selección de carteras, la gestión de la cadena de suministro, la modelización medioambiental y de recursos naturales, la programación y gestión de proyectos, la gestión e integración de la sostenibilidad en decisiones de inversión, y la construcción de indicadores compuestos para valorar fenómenos socio-económicos. Las estrategias para la resolución de estos problemas incluyen la optimización multi-objetivo clásica, algoritmos evolutivos multiobjetivo, la modelización difusa, la extensión de los modelos clásicos de carteras y de selección de carteras socialmente responsables, la aplicación de métodos de clasificación y jerarquización robustos, métodos de Soft Computing para la toma de decisiones en entorno interactivos, metodologías multi-objetivo en predicción de series temporales y en modelos de selección de carteras, así como aplicaciones de AHP/ ANP a problemas complejos de toma de decisiones en Ingeniería y Gestión de Proyectos.

- F Salas-Molina, D Pla-Santamaria, ML Vercher-Ferrandiz, A Garcia-Bernabeu (2022) Geometric compromise programming: application in portfolio selection. *International Transactions in Operational Research*
- E Schulze-González, JP Pastor-Ferrando, P Aragonés-Beltrán (2021) Testing a recent DEMATEL-based proposal to simplify the use of ANP. *Mathematics* 9 (14), 1605
- JC Casas-Rosal, M Segura, C Maroto (2021) Food market segmentation based on consumer preferences using outranking multicriteria approaches. *International Transactions in Operational Research*

Al grupo también pertenecen David Pla-Santamaría y Francisco Salas de la UPV, Javier Reig y José Vicente Segura de la UMH, José D. Bermúdez Edo de la UV, y Marina Segura de la UCM.

#### 5. Investigador que representa al grupo en la red: **JOSÉ MARÍA MORENO JIMÉNEZ**

Entidad: Universidad de Zaragoza

Nombre del grupo: **Grupo GDMZ ( Decisión Multicriterio de Zaragoza)**

Este nodo lo forman los miembros del *Grupo de Decisión Multicriterio Zaragoza*, tipificado como “referente” por el Gobierno de Aragón, liderado por el profesor José María Moreno, y que lleva más de 30 años trabajando en el campo multicriterio, tanto en el ámbito continuo como discreto.

Su actividad investigadora se centra fundamentalmente en el proceso analítico jerárquico (AHP), sus desarrollos metodológicos (priorización, consistencia, compatibilidad, enfoque bayesiano...), la toma de decisiones con múltiples actores (decisión en grupo, negociada y sistémica), y el desarrollo de DSS asociados. Así mismo, aborda cuestiones de planificación estratégica, evaluación de sistemas, valoración y selección ambiental, valoración de intangibles, metodología científica, racionalidad procedimental multicriterio, racionalidad evolutiva, constructivismo cognitivo, modelización de emociones, análisis de sentimientos, decisiones públicas, gobierno electrónico, democracia electrónica, e-cognocracia, redes sociales, innovación social, diversificación industrial y tecnológica, y logística.

- J Aguarón, MT Escobar, JM Moreno-Jiménez (2021) Reducing inconsistency measured by the geometric consistency index in the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research* 288 (2), 576-583

Al grupo también pertenecen Juan Aguarón, Alfredo Altuzarra, M<sup>a</sup> Teresa Escobar, Victoria Muerza, Laura Muñoz, Jorge Navarro, Fernando Jiménez y Alberto Turón.

#### 6. Investigador que representa al grupo en la red: **AMPARO MÁRMOL CONDE**

Entidad: Universidad de Sevilla

Nombre del grupo: **Grupo DMCS (Decisión Multicriterio de Sevilla)**



Este nodo incluye miembros del *Grupo de Decisión Multicriterio en la Economía* (GDMEUS) de la US (lidera Amparo Mármol), enfocado en el estudio de modelos multicriterio de interacción entre agentes económicos y sociales, y miembros del *Grupo de Optimización Multiobjetivo* de la Facultad de Matemáticas de la US (Rafael Blanquero y Emilio Carrizosa) que, entre otros, abordan temas de optimización multiobjetivo en big data. También incluye al Grupo de *Decisión Multicriterio* de la Universidad Pablo Olavide (Miguel Ángel Hinojosa) dedicado a problemas de rutas y logística con criterios múltiples, juegos de investigación operativa con objetivos múltiples, extensiones multidimensionales del DEA y construcción de indicadores con criterios múltiples.

- A Zapata, MÁ Caraballo, L Monroy, AM Mármol (2019) Hurwicz's criterion and the equilibria of duopoly models. *Central European Journal of Operations Research* 27 (4), 937-952
- R Blanquero, E Carrizosa, C Molero-Río, DR Morales (2022) On sparse optimal regression trees. *European Journal of Operational Research* 299 (3), 1045-1054
- I Contreras, S Lozano, MA Hinojosa (2021) A bargaining approach to determine common weights in DEA. *Operational Research*, 2021, 21(3), pp. 2181–2201

Más miembros: Luisa Monroy, María Ángeles Caraballo y Rafaela Osuna, de la US; y Alfredo García Hernández-Díaz, Ignacio Contreras, M<sup>a</sup> Beatriz Hernández, Raúl Brey y Laura Riesgo, de la UPO.

#### 7. Investigador que representa al grupo en la red: **ANTONIO JIMÉNEZ MARTÍN**

Entidad: Universidad Politécnica de Madrid

Nombre del grupo: **Grupo MADEX (Decisión Multicriterio Madrid-UEx)**

Este equipo integra al *Grupo de Análisis de Decisiones y Estadística* (liderado por Antonio Jiménez) de la UPM, que investiga en la teoría de la utilidad multiatributo, decisiones en grupo y negociación, sistemas de ayuda a la decisión y optimización multiobjetivo basada en metaheurísticas; al *Grupo en Economía y Sostenibilidad del Medio Natural* (Luis Díaz Balteiro) de la UPM, que se centra en decisión multicriterio bajo incertidumbre y riesgo, Goal Programming, toma de decisiones colectivas y representación y agregación de preferencias, y aplicaciones a la logística, la sostenibilidad del medio natural y la gestión forestal; al *Grupo de Decisión Multicriterio en el Sector de la Energía* de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid (Sara Lumbreras), que se centra en aplicaciones al sector de la energía, especialmente en el ámbito de planificación energética y selección de tecnologías; al *Grupo Multicriterio* del CEU San Pablo de Madrid (Gabriela Fernández), centrado en los métodos de la familia de relaciones de superación (outranking relations methods); y al *Grupo Decisión e Inferencia Bayesiana* de la Universidad de Extremadura (liderado por Carlos Pérez Rodríguez y Jacinto Martín), que trabaja en el ámbito del procesamiento de lenguaje natural para la extracción de resúmenes extractivos multidocumentos y basados en peticiones, y metodología bayesiana para la toma de decisiones en grupo.

- A Jiménez-Martín, E Gallego, A Mateos, JA Fernández del Pozo (2017): Restoring a Radionuclide Contaminated Aquatic Ecosystem: A Group Decision Making Problem with Incomplete Information within MAUT Accounting for Veto, *Group Decision and Negotiation* 26, 653-675.
- E Ortiz-Urbina, L Diaz-Balteiro, M Pardos, J González-Pachón (2022) Representative Group Decision-Making in Forest Management: A Compromise Approach. *Forests* 13 (4), 606
- A Ramos, E F. Alvarez, S Lumbreras (2022) OpenTEPES: Open-source Transmission and Generation Expansion Planning. *SoftwareX*, Volume 18, 101070
- MJ Rufo, J Martín, CJ Pérez, S Paniagua (2019) A Bayesian decision analysis approach to assess voice disorder risks by using acoustic features. *Biometrical Journal* 61 (3), 503-513

Más miembros: Alfonso Mateos, Arminda Moreno, Josefa Hernández, Juan Antonio Fernández del Pozo, Marta Ezquerro, Jacinto González-Pachón y Juan Grau de la UPM; M<sup>a</sup> del Carmen García Centeno y M<sup>a</sup> del Carmen Escribano del CEU San Pablo; Pedro Linares, José Carlos Romero y Andrés Ramos de U.P. Comillas; y M<sup>a</sup> Jesús Rufo, M<sup>a</sup> Isabel Parra, y Eva Teresa López Sanjuán de la UEX.

#### 8. Investigador que representa al grupo en la red: **JOSÉ A. GÓMEZ-LIMÓN RODRÍGUEZ**

Entidad: Universidad de Córdoba

Nombre del grupo: **Grupo DMUCO (UCO de Decisión Multicriterio)**

El grupo incluye miembros del grupo *Water, Environmental and Agricultural Resource Economics* (WEARE) de la UCO que tienen entre sus líneas de investigación la toma de decisiones en agricultura, el análisis de políticas agrarias y ambientales (agua y otros recursos naturales) y el análisis multifuncional de sistemas agrarios y ecosistemas. La implementación de estas técnicas ha posibilitado alcanzar resultados altamente relevantes que tienen en cuenta múltiples objetivos (eficiencia económica,



conservación del medioambiente, equidad social). También se incluye el *Grupo Multicriterio ULL* de la Universidad de La Laguna (Antonio Sedeño), que integra a su vez a los grupos de *Optimización en Redes*, de *Optimización y Minería de Datos*, y de *Computación Inteligente*. Se centran en el diseño de algoritmos para optimización multiobjetivo y optimización combinatoria, y modelos de optimización multiobjetivo en transporte público. También se incluye el área de *Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* de la Universidad de Huelva (Concepción Cortés), que centra su investigación en la aplicación de técnicas de decisión multicriterio al área sanitaria y al turismo.

- C Gutiérrez-Martín, JA Gómez-Limón, NM Montilla-López (2022) Priority Water Rights for Irrigation at the River Basin Level. Do They Improve Economic Efficiency During Drought Periods?. *Water Resour Manage* 36, 3737–3758
- P Maristany, A Sedeño-Noda, R Borndörfer (2021) An improved multiobjective shortest path algorithm, *Computers and Operations Research* 265, 602-618.

Más miembros: Julio Berbel, Jaime García, Carlos Gutiérrez, M<sup>a</sup> Dolores Guerrero, Javier Martínez de UCO; Laura Riesgo de UPO, Nuria Padilla de UHU; y Sergio F. Alonso y Carlos González de ULL.

#### 9. Investigador que representa al grupo en la red: **INÉS COUSO BLANCO**

Entidad: Universidad de Oviedo

Nombre del grupo: **Grupo ADAGE-UOV (Análisis de datos aplicados a la gestión eficiente de la energía de la Universidad de Oviedo)**

Este nodo integra a los grupos *Análisis de datos aplicados a la gestión eficiente de la energía* (liderado por Inés Couso) y *Modelización de la incertidumbre en Teoría de la Decisión (UNIMODE)* (liderado por Susana Montes) de la Universidad de Oviedo.

El grupo se centra en la obtención de nuevos resultados acerca de los conceptos y procedimientos usados habitualmente en los procesos de decisión, cuando la elección se basa en la comparación dos a dos de (parte de) las alternativas para cada criterio, y donde se usa razonamiento aproximado. Los procedimientos están diseñados para estructuras con datos mixtos, tanto cualitativos como cuantitativos. La característica particular es que se permite la representación de los atributos en escalas de distintos tipos, no necesariamente numéricas. Se asume la presencia de distintos tipos de incertidumbre en un problema de decisión. Así, se estudian aspectos teóricos acerca de las distintas acepciones del concepto de dominancia estocástica en contextos generalizados (conocimiento parcial acerca de los valores de las variables aleatorias involucradas, conocimiento parcial acerca de sus relaciones de dependencia estocástica, conocimiento parcial acerca de la distribución de probabilidad del espacio de partida), aspectos metodológicos en el contexto del aprendizaje de máquina, y aplicaciones al diagnóstico y pronóstico de salud de equipamientos, gestión eficiente de la energía, biomedicina y salud, etc.

- JJ Salamanca, I Couso (2022) The minimum variance of a random set on a Euclidean space. *Fuzzy Sets and Systems*, 443, 106-126.
- E Torres-Manzanera, S Díaz, F Chiclana, S Montes (2022) Transitive full covers of incomplete preference relations. *Information Fusion*, 80, 44-55.

Al nodo también pertenecen Agustina Bouchet, Irene Díaz Rodríguez, Susana Díaz Vázquez, Pedro Huidobro, Irene Mariñas, Enrique Miranda, Ignacio Montes, Raúl Pérez Fernández, Noelia Rico, Juan Jesús Salamanca y Emilio Torres del UNIMODE; y David Anseán, Cecilio José Blanco, Enrique de la Cal, Manuela González Vega, José Otero, Luciano Sánchez y M<sup>a</sup> del Rosario Suárez del grupo de Análisis de datos aplicados a la gestión eficiente de la energía.

#### 10. Investigador que representa al grupo en la red: **HERMINIA I. CALVETE FERNÁNDEZ**

Entidad: Universidad de Zaragoza

Nombre del grupo: **Grupo ANOYA (Análisis Numérico, Optimización y Aplicaciones)**

La actividad investigadora del grupo incluye el modelado de sistemas que involucran múltiples decisores, en uno o dos niveles de decisión y múltiples objetivos y su aplicación en sistemas realistas. De forma específica se ha trabajado en problemas en un contexto logístico, en los que además de atender criterios económicos en la optimización se consideran otros criterios relativos al reparto justo y la sostenibilidad. Además del modelado, el interés se centra en el diseño de algoritmos para la resolución de los problemas. En el caso multiobjetivo, la construcción de la frontera Pareto o conjunto de soluciones eficiente requiere de desarrollos adicionales para hacer los procedimientos computacionalmente competitivos. Siendo ésta, otra línea de investigación del grupo.

- HI Calvete, C Galé, JA Iranzo, P Toth (2021) The school bus routing problem with student choice: a bilevel approach and a simple and effective metaheuristic. *International Transactions in Operational Research*, 10.1111/itor.13190.

También pertenecen Isolina M. Alberto, Carmen Galé, José A. Iranzo, David Lahoz y Pedro M. Mateo.

#### 4. IMPACTO ESPERADO DE LOS RESULTADOS

[a) Contribuciones de los resultados de la Red a los objetivos específicos de cada tipología.

Las Redes de Investigación son instrumentos para favorecer la investigación interdisciplinar y en red, con el objetivo de promover la complementariedad de capacidades y optimizar los recursos de investigación existentes, generando sinergias entre grupos de investigación de distintas instituciones. La propuesta de la Red Temática en Decisión Multicriterio persigue esos objetivos, e incluye como centrales actividades que sin su apoyo no podrían realizarse, que es un objetivo específico de las Redes Temáticas. De hecho, el GEDM ha visto limitada su actividad en años pasados mientras no ha tenido apoyo de una Red. La Red MULTICRIT mejorará también los resultados obtenidos y la difusión de proyectos de convocatorias anteriores del Plan de I+D+i, como el proyecto LOGD4D: Modelos de Decisión y Ciencia de Datos en Logística de Desastres, Desarrollo y Sostenibilidad, pudiendo dar incluso una posible continuidad de mayor alcance en forma de proyectos coordinados.

b) Contribuciones de los resultados a mejorar **la interrelación de los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación**.

El primer objetivo que plantea la Red es la cohesión del Grupo, mejorando la interrelación entre nodos, incluso con posibles solicitudes de **proyectos de investigación coordinados**, u otras actividades de investigación conjuntas, en convocatorias competitivas de diversa índole. Hoy en día es claro **el favorecimiento por parte de las instituciones financiadoras** a la construcción de grupos interdisciplinarios para la realización de proyectos. La Red Temática comparte la filosofía de construcción de grupos interdisciplinarios ya desde su propia formación, contraria a la atomización de los grupos, y propicia el necesario intercambio de experiencias y conocimientos, y la colaboración.

c) Contribuciones de los resultados a **internacionalización** del sistema español de ciencia y tecnología

El segundo objetivo de la Red es precisamente la internacionalización del GEDM, y para ello se han establecido actividades específicas, además de dotar de **esta** componente a otras. Como actividades muy específicas de internacionalización está el desarrollo de la web en inglés, la co-organización del congreso internacional FLINS2024, la edición del número especial ligado al congreso internacional en una revista internacional, y la organización de la EURO PhD School. Pero además se incluye la participación de ponentes internacionales en las reuniones del GEDM y en las sesiones especiales del congreso de la SEIO, la intención de ligar la EURO PhD School con el congreso EMS2024 como actividad satélite, o el desarrollo de materiales de difusión formativos con miras al ámbito iberoamericano. La internacionalización es probablemente un eje vertebrador de toda la propuesta.

De todas estas acciones de internacionalización, idealmente se esperaría llegar a participar o preparar alguna solicitud de proyectos de carácter internacional, pero probablemente sería ya en fases posteriores al alcance de esta Red.

d) El **plan de difusión** e internacionalización, de los resultados

Las actividades de la Red Temática implican un alto grado de difusión e internacionalización para su propio desarrollo, como son el congreso, las sesiones especiales y la propia EURO PhD School. Son por tanto actividades de la Red y a la vez medios para dar a conocer resultados de la Red Temática, sin entrar en que además los Grupos puedan presentar en ellos los resultados de sus propias investigaciones.

También se incluye una actividad específica de difusión que sería el libro de difusión y formación en Decisión Multicriterio, que mostraría los resultados de la propia Red Temática, como lo fue en 2004 la publicación del libro *La Aventura de Decidir: Una Aproximación Científica mediante Casos Reales*.

e) **Plan de divulgación** de los resultados a los colectivos más relevantes para la red y a la sociedad

La divulgación a la sociedad en general también está contemplada como una actividad de la Red, que podría incluso ir ligada a actividades de divulgación más amplias y con más repercusión, como la SEIO. La idea es que aparezcan en medios de comunicación y en redes sociales, llegando al público más joven. En foros más especializados, se crearán informes con imágenes breves que se distribuirán para los boletines de divulgación de noticias y difusión de las sociedades SEIO, MCDM, IFORS...]