



Revisión de literatura del 2015 a 2021 de los métodos Multicriterio MCDM

Literature review from 2015 to 2021 of the MCDM
Multi-criteria methodsfarmersPractice

Beatriz Yolanda Tapia-Alarcón

Estudiante de ingeniería industrial y de sistemas, al143378@alumnos.
uacj.mx

Luis Pérez-Domínguez

Profesor-Investigador, luis.dominguez@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0003-2541-4595>

Jorge Luis García-Alcaraz

Profesor-Investigador: jorge.garcia@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0002-7092-6963>

Jesús Israel Hernández-Hernandez

Profesor-Investigador: Israel.hernandez@uacj.mx
Department of Electrical and Computer Engineering
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua;
México

Recibido: Agosto 18 de 2018**Aceptado:** Octubre 13 de 2018**Cómo citar:** B.Y. Tapia-Alarcón, L. Pérez-Domínguez, J.L. García-Alcaraz, J.I. Hernández-Hernandez, " Revisión de literatura del 2015 a 2021 de los métodos Multicriterio MCDM ". *Reflexiones contables (Cúcuta)*, vol. 2, no. 1, 29-45.

Resumen

El objetivo principal de este artículo es proporcionar una revisión de la literatura del Método de toma de decisiones multicriterio (MCDM). En este estudio presentamos la clasificación y una breve descripción de lo que son los métodos multicriterio que son más utilizados actualmente y un listado de las aplicaciones más utilizadas de estos métodos por año y autor. En este artículo se han revisado un total de 50 artículos, que fueron publicados desde el año 2015-2021, los artículos fueron revisados e investigados en diferentes bases de datos y en revistas de alto rango como Google escolar, Perish, Scopus, ProQuest, Science direct con el fin de obtener la mejor comprensión del método MCDM. La decisión es fundamental en esta vida, a lo que se puede entender que la vida humana es una serie de preguntas y respuestas, y las respuestas vienen de varios factores y siempre vamos a elegir la mejor decisión y para esto es fundamental que entendamos correctamente lo que es la decisión o la toma de decisiones y lo que ella implica. Como resultado fue que los métodos MCDM están aplicados en todas partes ya sea en la industria, en la ingeniería, en la tecnología, en la medicina, en todos lados ya que siempre tenemos que tener un problema donde debemos aplicar la mejor solución.

Palabras claves: MCDM, ALTERNATIVAS, METODOS DE DECISION

Abstract

The main objective of this article is to provide a literature review of the Multicriteria Decision Making Method (MCDM). In this study we present the classification and a brief description of what are the multicriteria methods that are currently most used and a list of the most used applications of these methods by year and author. In this article a total of 50 have been reviewed, which were published from 2015-2021, the articles were reviewed and investigated in different databases and in high-ranking journals such as Google School, Perish, Scopus, ProQuest, Science direct in order to get the best understanding of the MCDM method.

The decision is fundamental in this life, to which it can be understood that human life is a series of questions and answers, and the answers come from various factors and we will always choose the best decision and for this it is essential that we correctly understand what what is the decision or decision making and what it implies. As a result, the MCDM methods are applied everywhere, whether in industry, in engineering, in technology, in medicine, everywhere since we always have to have a problem where we must apply the best solution.

Keywords: MCDM, ALTERNATIVES, DECISION METHODS

Introducción

Las Técnicas de Decisión Multicriterio (MCDM) se han ido transformando en herramientas importantes en la actualidad, especialmente en la alta gerencia de las organizaciones, asesores y consultores técnicos para empresas privadas y gubernamentales [1]. Recientemente, el área de toma de decisiones de múltiples criterios (MCDM) había sufrido un rápido desarrollo, la toma de decisiones multicriterios ha sido una de las áreas de más rápido crecimiento [2].

MCDM tiene como objetivo proporcionar métodos de clasificación de alternativas o seleccionar las alternativas óptimas entre un conjunto de posibles alternativas con respecto a varios criterios. Debido a lo común de los problemas del MCDM en la vida moderna, sus teorías se han aplicado ampliamente en varios dominios como asuntos militares, ingeniería industrial, dominio macroeconómico y administración. Asimismo, existen numerosas metodologías multicriterio para brindar ayuda en la problemática tarea de tomar esta decisión [3].

La toma de decisiones multicriterio o por sus siglas en inglés MCDM (Multiple Criteria Decision Making) se puede definir como: "la búsqueda de la mejor opción entre todas las alternativas factibles sobre la base de dos o más atributos" [4]. sin embargo, esta definición es tan sencilla que no engloba todas aquellas actividades necesarias para tomar la mejor decisión. Es por ello que formalmente, los problemas MCDM se definen como: "la tarea para evaluar, comparar y clasificar un conjunto de alternativas, opciones o elecciones finitas con respecto a un conjunto de atributos finitos" [5].

El Análisis de Decisión multicriterio es una actividad que ayuda a tomar decisiones, principalmente, en términos de elección, ordenación y clasificación de alternativas [6]. A

la par, no solamente los filósofos son quienes han razonado y meditado acerca de la decisión [6]. Las herramientas de toma de decisiones de varios criterios (MCDM) se aplican generalmente para llegar a una decisión óptima cuando se enfrentan a múltiples alternativas que tienen criterios de decisión multicriterio. La técnica es una herramienta bien conocida para resolver problemas complejos de la vida real debido a su capacidad intrínseca para juzgar diversas alternativas con referencia a diversos criterios de decisión con el fin de elegir la mejor alternativa [7].

El objetivo de los enfoques multicriterio es ayudar a tomar mejores decisiones, pero ¿qué entendemos por la mejor opción de decisión? Este campo se ha desarrollado notablemente en los últimos treinta años. Ese desarrollo tan vertiginoso nos hace ser muy cautos respecto de las limitaciones a la objetividad encontradas en el campo de la ayuda a la decisión y, consecuentemente, de la imposibilidad virtual de ofrecer una fundamentación verdaderamente científica para llegar a una decisión óptima [8].

Este método ha tenido un uso increíble durante las últimas décadas. Su papel en las diferentes áreas de aplicación ha aumentado significativamente, especialmente a medida que se desarrollan nuevos métodos y mejoran los métodos antiguos. Este papel analiza varios métodos comunes de toma de decisiones multicriterio (MCDM) y determina su aplicabilidad a diferentes situaciones mediante la evaluación de sus ventajas y desventajas relativas [9]. Se realizó una revisión de la literatura para permitir un resumen de los métodos comunes de toma de decisiones de múltiples criterios. Una revisión del uso de estos métodos y a continuación, se examina la evolución de su uso a lo largo del tiempo. Además de aplicar métodos MCDM únicos para decisiones del mundo real, la progresión de la tecnología en las últimas dos décadas

32

ha permitido tomar decisiones más complejas métodos de análisis que se desarrollarán [9]. Entre los campos de aplicación de los métodos multicriterio destacan principalmente 15 según [10]:

- 1) energía,
- 2) ambiente y sustentabilidad,
- 3) administración de la cadena de suministro,
- 4) materiales,
- 5) administración de la calidad,
- 6) GIS,
- 7) Construcción y administración de proyectos,
- 8) administración de seguridad y riesgos,
- 9) sistemas de manufactura,
- 10) administración de la tecnología,
- 11) investigación de operaciones e informática,
- 12) administración estratégica,
- 13) administración del conocimiento,
- 14) administración de producción, y
- 15) otros.

Los responsables de la toma de decisiones a menudo se enfrentan a problemas de decisión complicados con criterios intangibles y conflictivos. Se han propuesto numerosos métodos de toma de decisiones multicriterio (MCDM) para manejar la medición de las prioridades de los criterios contradictorios tangibles e intangibles y, a su vez, utilizarlos para elegir la mejor alternativa para una decisión [11].

Hoy en día vivimos en un mundo de decisiones continuas y necesarias en cada momento de nuestras vidas. Tenemos que tomar decisiones en cada momento en escenarios de multitud de criterios y situaciones conflictivas existentes. La vida requiere capacidad de decidir de acuerdo con las múltiples alternativas que existen en el operandi diario. Recientemente, varios modelos de criterios aparecen en una posición floreciente al asignar alternativas a categorías ordenadas predefinidas teniendo en cuenta el orden de preferencia definido en escalas de criterios, convirtiéndose en MCDM

un subcampo particularmente importante de Investigación de Operaciones y Ciencias de la Gestión [12].

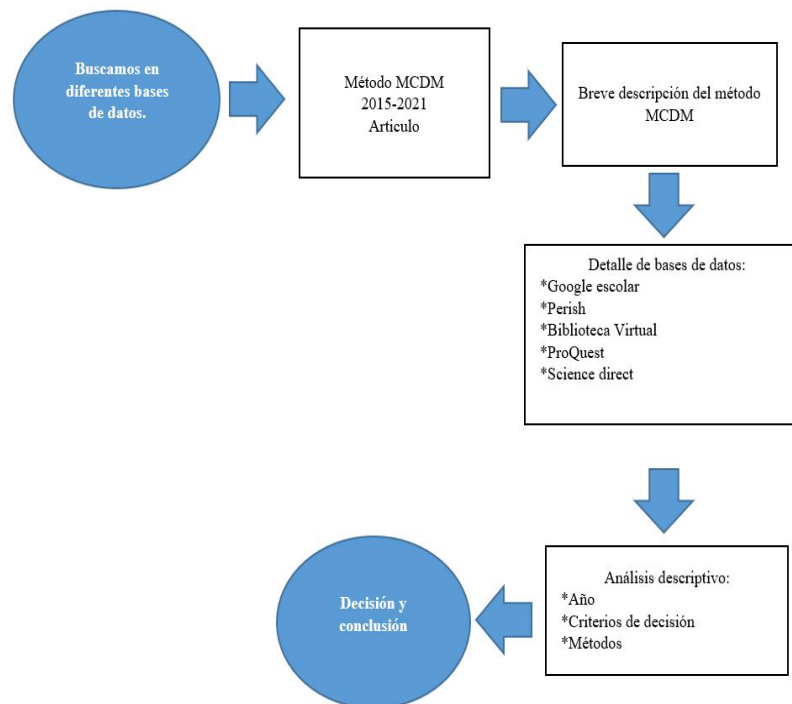


Figura 1. Metodología de la investigación

Autor: Elaboración propia

Revisión de la literatura

Los métodos de toma de decisiones de múltiples criterios (MCDM) son algunas de las técnicas que recientemente han ido ganando extraordinaria popularidad y amplias aplicaciones [13]. La decisión ha llevado a la reflexión a muchos pensadores desde tiempos inmemoriales. Los grandes filósofos tales como Aristóteles, Platón y Santo Tomás de Aquino, entre otros, discutieron la capacidad del ser humano para decidir y, en cierta manera, promulgaron que tal posibilidad era lo que permitía distinguir a los hombres de los animales [14].

La toma de decisiones de múltiples criterios (MCDM) es una rama de la investigación operativa que trata de encontrar resultados óptimos en escenarios complejos, incluidos varios indicadores, objetivos y criterios contradictorios [15]. El concepto de toma de decisiones multicriterio (MCDM) abarcaba en sus inicios al conjunto de métodos que

servían como herramienta para el proceso de toma de decisiones [16]. Obviamente, la toma de decisiones es tan antigua como el propio ser humano, por lo que es tarea imposible establecer su origen [17]. El viaje de MCDM es muy antiguo, pero el desarrollo comenzó a partir de las décadas de 1940 y 1950, [18], en 1944 Von Neumann y Morgenstern introdujo la teoría de la utilidad, que se convirtió en una de las principales corrientes procedimentales de la ciencia moderna de decisiones [19]. Los años de los setentas protagonizó lo que se considera, desde una visión convencional, el punto de partida oficial del Análisis de Decisión Multicriterio [20]. Desde la década de 1960, MCDM ha sido un área de investigación activa y ha producido muchos artículos y libros teóricos y aplicados [21]. Recientemente, la literatura sobre la toma de decisiones ha crecido rápidamente, y los métodos de toma de decisiones o análisis de múltiples criterios (MCDM) parecen ser los enfoques más utilizados. MCDM es una herramienta potencial para analizar problemas complejos

34

al juzgar diferentes alternativas como políticas, escenarios, estrategia, ponderación, etc. en varios criterios para seleccionar la mejor alternativa utilizando el cálculo matemático.

Hay varios tipos de métodos MCDM disponibles en la literatura [22]. Los enfoques de MCDM son herramientas adecuadas para el apoyo a la toma de decisiones [23]. MCDM proporciona un enfoque metódico que utiliza simultáneamente criterios de decisión tanto benefician como la información sobre costes y las opiniones de los responsables de la toma de decisiones al seleccionar una alternativa óptima de una lista de alternativas [24]. El objetivo general de este documento es proporcionar una revisión sistemática de la literatura. En su dimensión más básica, un proceso de toma de decisión puede concebirse como la elección por parte de un centro decisor (un individuo o un grupo de individuos) [25].

La Toma de Decisiones Multicriterio, se define como el proceso que se encarga de diseñar la mejor alternativa de selección o de seleccionar la mejor entre un conjunto de alternativas, la cual utiliza los atributos generales más atractivos e involucra la selección de la alternativa óptima por medio de modelos de preferencia [26]. Los métodos de decisión son una herramienta que reduce la subjetividad en la toma de decisiones mediante la creación de una serie de filtros de selección y ayuda a la elección entre alternativas complejas [27].

La mayoría de los métodos MCDM tratan con alternativas discretas, que se describen mediante un conjunto de criterios. Los valores de criterios se pueden determinar como una información cardinal u ordinal. La información podría determinarse exactamente o podría ser difusa, determinada a intervalos. Los métodos MCDM modernos permiten a los responsables de la toma de decisiones tratar con todos los tipos de información mencionados anteriormente.

El término MCDM se utiliza para todos los métodos y técnicas que implican más de un criterio contradictorio utilizado por los responsables de la toma de decisiones para llegar a las preferencias [28]. Uno de los problemas encontrados durante el proceso MCDM es la elección del procedimiento de agregación para resolver el problema de la decisión. Sin embargo, los analistas de decisiones de múltiples criterios proporcionan una variedad de procedimientos de agregación [29].

Así mismo, los MCDM son un enfoque de apoyo en la evaluación y decisión operativa para hacer frente a problemas complejos que ofrecen una alta incertidumbre, objetivos contradictorios, diferentes formas de datos e información, intereses múltiples y perspectivas, evolución de sistemas complejos. En comparación con el enfoque único criterio, la ventaja distintiva de métodos MCDM es emplear múltiples criterios o atributos para obtener un resultado de toma de decisiones integrado [30]. Los métodos MCDM cubren una amplia gama de enfoques bastante distintos. Los métodos MCDM se pueden clasificar ampliamente en dos categorías: MCDM discreto o discretos métodos de toma de decisiones multiatributo (MADM) y toma de decisiones multicriterio objetivas continuas (MODM) [31].

Recientemente, se han publicado cientos de publicaciones para proporcionar información sobre los métodos MCDM, su desarrollo y aplicación en diferentes campos. Este artículo intenta documentar el interés exponencialmente crecido en las técnicas y enfoques de MCDM y proporcionar una revisión de vanguardia de la literatura con respecto a las aplicaciones y metodologías MCDM.

Este artículo revisa la literatura con el fin de reconocer los artículos que han sido publicados en revistas populares y proporcionó la

información más importante a los profesionales e investigadores que investigan cuestiones relacionadas con los métodos MCDM. Se llevó a cabo una búsqueda para encontrar el método MCDM en diferentes revistas, resúmenes y metodologías. Este artículo intenta documentar cómo han evolucionado los métodos MCDM con diferentes tipos de autores y proporcionan una investigación de la literatura respecto a las aplicaciones y metodologías MCDM.

Con el enfoque del campo MCDM se visualizan los siguientes aspectos:

a) El principal objetivo es describir o descubrir algo que pueda ser considerado como una entidad fija y siempre presente;

b) Los esfuerzos de los investigadores están orientados hacia conceptos, axiomas y teoremas que son, consecuentemente fiables para ser utilizados con los propósitos siguientes:

- Definir condiciones bajo las cuales la existencia de la entidad que debe ser descubierta está garantizada (en esta perspectiva se considera la legitimidad de los procesos);

- Ayudar al decisor a dictar o determinar la solución correcta: si la racionalidad correspondiente a los axiomas es aceptada por el decisor entonces, él debe estar de acuerdo con la solución obtenida [8].

Los métodos MCDM tienen algunas limitaciones:

a) la necesidad de tener en cuenta los coeficientes de peso de los criterios;

b) la composición del conjunto de decisiones alternativas Pareto-óptimo;

c) la falta de capacidad para cambiar la dimensión del vector de alternativas y criterios en tiempo real;

d) impacto significativo de los coeficientes de peso que el experto determine sobre el resultado [8].

Aplicación de la forma general de métodos MCDM

Explicaremos de forma general como se aplican los métodos MCDM, que no requiere muchas comparaciones emparejadas y da lugar a una clasificación racional. Vemos cómo se debe estructurar un método MCDM. El método se explica en los pasos que se indican a continuación: [32].

1. Asigne pesos a los criterios en función de su importancia relativa.

2. Normalizar los pesos de los criterios.

3. Obtención de pesos normalizados de las alternativas con respecto a cada criterio.

4. Transferir los pesos normalizados de las alternativas a una matriz en la que los criterios se establecen en la parte superior de las columnas y las filas representan las alternativas.

5. Multiplicar los pesos de los criterios por los valores de sus columnas.

6. Sumando cada fila de la tabla y clasificándolas del peso más alto al más bajo.

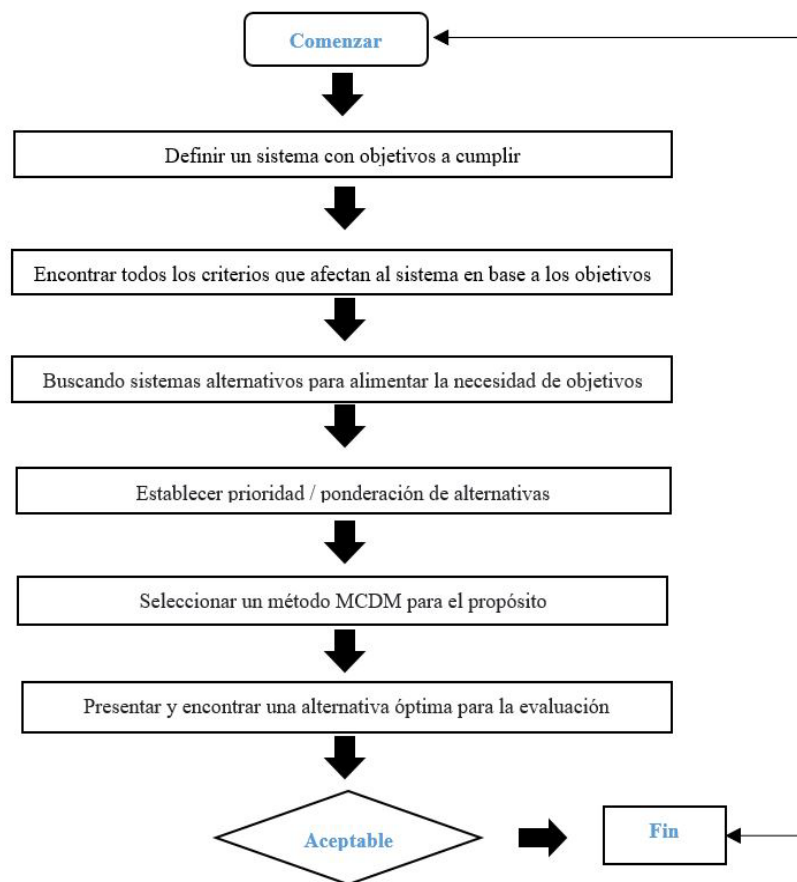


Figura 2. Procedimiento general de la técnica MCDM [33].

Algunas de las técnicas populares de MCDM utilizadas para resolver el problema de la decisión son: Proceso de jerarquía analítica (AHP), Modelo de suma ponderada (WSM), Modelo de producto ponderado (WPM), Técnica para la preferencia de orden por similitud con la solución ideal (TOPSIS), VIKOR, PROMETHEE, ELECTRE y Análisis de utilidades multitribucional (MAUA) [7]. Los métodos de toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) han evolucionado para adaptarse a varios tipos de aplicaciones. Se han desarrollado docenas de métodos, incluso con pequeñas variaciones de los métodos existentes [34]. El método MCDM se ha aplicado a muchos dominios para elegir las mejores alternativas. Cuando han existido muchos criterios, el mejor se puede obtener mediante el análisis de diferentes alcances de los criterios, pesos de los criterios y la selección de los óptimos utilizando cualquier técnica MCDM [35].

Por lo general, los responsables de la toma de decisiones están obligados a adoptar criterios definidos para tomar una decisión [36].

Tabla 1. Métodos Multicriterio existentes recurso tomado de [37].

Método MCDM	Principio de toma de decisiones	Inventor/Año	Méritos	Deméritos
AHP	La solución óptima se obtiene en función del grado de importancia de criterios y alternativas. El problema se estructura generalmente en formato jerárquico antes de ordenar la solución.	Thomas Saaty 1970	No requiere herramienta adicional para la determinación del peso de los criterios	La técnica se complica a medida que aumentan los criterios y las alternativas
TOPSIS	La técnica evalúa la alternativa óptima aplicando distancias a la solución positiva y negativa	Hwang y Yoon, 1981	El proceso es bastante simple y el procedimiento de solución no cambia independientemente del número de criterios de decisión y alternativas	La correlación entre criterios no se considera en la evaluación de la distancia euclidiana. Además, puede ser necesaria la normalización de vectores para resolver problemas
PROMETHEE	La herramienta es una metodología de superación y resuelve un problema de decisión sobre la base de la comparación de alternativas al tiempo que se considera la desviación de alternativas con referencia a los criterios de decisión	J. P. Brans y P. Vicke, 1982	El proceso no requiere normalización de la puntuación	Las ponderaciones de criterios deben evaluarse con una herramienta diferente. Además, la función de preferencia debe definirse
ELECTRE	El método ELECTRE desarrolla una solución basada en la definición de una relación de superación entre dos alternativas a la vez. Algunas de las variantes de la herramienta son ELECTRE I y II	Benayoun Roy, 1968	La técnica puede proporcionar solución incluso cuando faltan datos	En ausencia de software, la técnica es computacionalmente difícil debido a procedimientos de evaluación complejos
VIKOR	La técnica determina la solución óptima comparando alternativas con respecto a la medida de la cercanía con la alternativa ideal	S. Opricovic, 1990	El enfoque es una variedad actualizada de TOPSIS	Ante escenarios conflictivos, la técnica se vuelve desafiante
ASHBY	El gráfico proporciona medios para evaluar el rendimiento de las alternativas comparando la relación entre las propiedades de los materiales. La mejor alternativa es la que tiene el índice de mayor rendimiento	Ashby, M.F 1992	El enfoque es muy valioso para la detección inicial de materiales	El enfoque se limita a tres atributos de decisión
COPRAS	La técnica utiliza dependencias directas y proporcionales de importancia y grado de utilidad de alternativas con respecto a criterios de decisión contradictorios para determinar la solución óptima	Zavadskas y Kaklauskas, 1996	El método es simple y, sin embargo, eficaz para resolver el problema de selección de materiales	Es bastante inestable ya que la variación de datos puede resultar en un cambio en la clasificación general
PSI (índice de selección de preferencias)	Se trata de un enfoque novedoso que elige una alternativa óptima entre muchas alternativas sin tener en cuenta la importancia relativa entre los criterios de decisión	Maniyya y Bhatt, 2010	La técnica evita el reto de asignar una importancia relativa entre los criterios de decisión.	El enfoque se basa en el cálculo estadístico que puede requerir programación informática para reducir el tiempo computacional
MAUA	La técnica ofrece una vía para el equilibrio sistemático entre los criterios de decisión para que la mejor alternativa sea elegida entre varias alternativas	P.C. Fishburn 1965, R.L. Keeney 1969, H.R. Raiffa 1969	El orden de preferencias para las alternativas se evalúa simultáneamente	El resultado del atributo de decisión es incierto
WSM	En este enfoque, la solución óptima es aquella con el mejor valor de la suma ponderada. Para los criterios beneficiosos el mejor valor es el máximo, mientras que para los criterios no beneficiosos el mejor valor es el mínimo.	L. A. Zadeh, 1963	El cálculo es fácil y se puede implementar sin ningún software	La técnica es normalmente adecuada para problemas que tienen el mismo tipo de criterios. O todos los criterios son beneficiosos o todos los criterios no son beneficiosos
WPM	La técnica es muy similar a WSM. La única diferencia es que en lugar de utilizar la operación de adición aplicada en WSM, se realiza una operación de multiplicación en WPM	Bridgeman, 1922	El proceso de evaluación es simple y se puede implementar sin software,	El proceso de evaluación es simple y se puede implementar sin software.

Métodos híbridos MCDM

Muchos autores de la literatura han propuesto la agregación de dos o más métodos MCDM denominados método híbrido [38]. Durante los últimos años, se han desarrollado nuevos enfoques para los métodos híbridos de toma de decisiones multicriterio (MHMCDM), pero aún no se han revisado completamente. Este artículo tiene como objetivo llenar este vacío y resumir publicaciones relacionadas con la aplicación de MHMCDM [39]. MHMCDM involucra cuatro grupos de métodos de toma de decisiones o sus combinaciones con otros métodos. La Figura 1 muestra cómo los métodos MCDM se pueden combinar con métodos para calcular la importancia relativa de los criterios, así como conjuntos difusos o números grises [39].

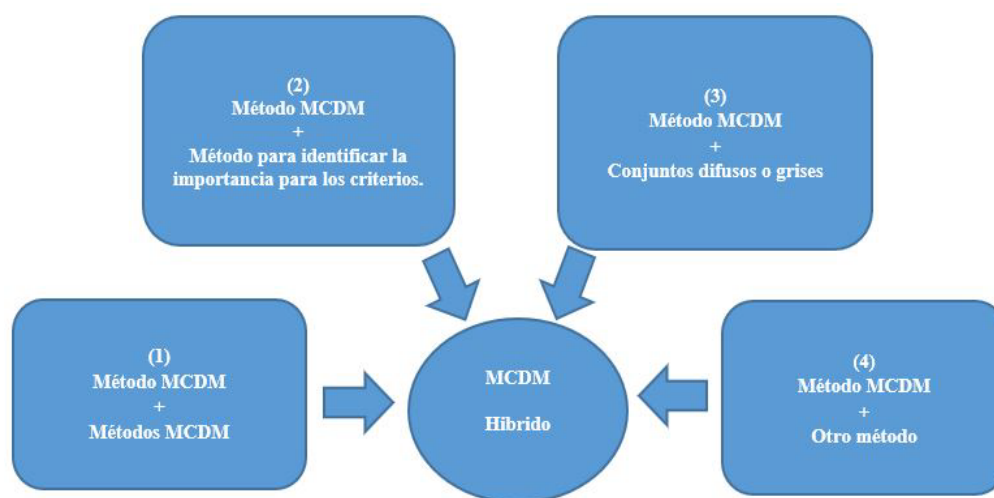


Figura 3. Composición del método híbrido MCDM recurso tomado de [39].

Características del método MCDM

Los métodos MCDM mencionados se utilizan para resolver muchos problemas [40], pero no todos se sugieren para resolver cualquier problema de decisión de criterios múltiples. La toma de decisiones multicriterio (MCDM) ha surgido como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para integrar diversa información técnica y valores de las partes interesadas [41]. MCDM usa datos cuantitativos y cualitativos para la evaluación, pero algunos métodos usan solo cuantitativos y algunos solo cualitativos. El método ponderadamente muestra la información cuantitativa y el resultado se produce en forma de clasificación la evaluación mediante gráficos para la evaluación da la información cualitativa y cuantitativa y da el resultado en forma visual. Los métodos de clasificación muestran la información cuantitativa y da resultado en forma de clasificación en algún momento da una clasificación incompleta [22]. Los métodos de decisión multicriterio son poderosas herramientas que ayudan a generar consenso en contextos complejos de decisión [42]. Las técnicas y enfoques de MCDM mejoran la calidad de las decisiones mediante la creación del desarrollo más eficiente, racional y explícito [43].

No hay que olvidar que los MCDM son técnicas, no herramientas, de decisión en sí mismas. Su función es ayudar en el proceso, ya sea como base del proceso o en alguna de las diferentes fases, jerarquizar los criterios, estructurar el problema, definir el objetivo y organizar o sintetizar el gran conjunto de variables. Por ello, para su correcto uso es necesario conocer los errores típicos, así como su robustez y eficacia [44]. La toma de decisiones de múltiples criterios (MCDM) es una rama de la investigación operativa que trata de encontrar resultados óptimos en escenarios complejos. [45]. Los problemas de MCDM generalmente comprenden cinco componentes que son: objetivo, preferencias del responsable de la toma de decisiones, alternativas, criterios y resultados respectivamente [46].

Métodos MCDM y análisis de frecuencias de áreas de aplicación (industria)

Según Nallusamy la toma de decisiones es un esfuerzo social y económico importante para cualquier organización [47]. Las áreas de aplicación identificadas son; automotriz, agricultura, energía y energía, química, marítima, salud, construcción y fabricación. Las ocho áreas de aplicación se describen brevemente de la siguiente manera: [7]

- 1) Industria automotriz
- 2) Industria agrícola
- 3) Industria energética y energética
- 4) Industria química
- 5) Industria marítima
- 6) Industria de la salud
- 7) Industria de la construcción
- 8) Industria manufacture

Muchos estudios han aplicado el modelo MCDM a diversos campos de la ciencia y la ingeniería [48]. La toma de decisiones multicriterio (MCDM) es una rama esencial en la ciencia de la gestión, que se ha aplicado ampliamente en muchos campos [49]. Los métodos de toma de decisiones multicriterio (MCDM) son herramientas muy útiles para la toma de decisiones diarias en diferentes campos [50].

Tabla 2. Avance del método MCDM

Avance del método MCDM	Autor
Selección de material de engranajes usando TOPSIS.	(A. Srivastawa, 2017)
Múltiples técnicas de toma de decisiones de criterios y sus aplicaciones.	(Abbas Mardani, 2015)
"Revisión de la toma de decisiones multicriterio (MCDM) hacia el desarrollo sostenible de energías renovables".	(Abhishek Kumar, 2017)
Enfoque difuso de toma de decisiones multicriterio para estrategias innovadoras basadas en millas y tipología de nieve.	(Akman, 2013)
El Modelo multicriterio de toma de decisiones (MCDM) para la evaluación de vulnerabilidad sísmica (SVA) de edificios residenciales urbanos.	(Alizadeh, y otros, 2018)
Un enfoque combinatorio para la evaluación de riesgos en la evaluación de proveedores utilizando FMEA y algoritmos híbridos AHP-PROMETHEE	(Altunbashe, 2019)
Evaluación de las preferencias de riesgo público en las opciones de uso de la tierra forestal utilizando la teoría de la utilidad de atributos múltiples. Economía ecológica	(Ananda, 2005)
Enfoques de toma de decisiones multicriterio para las cadenas de suministro verdes: una revisión.	(Banasik, 2018)
Panorámica actual de la decisión multicriterio actual discreta	(Barba-romero, 1897)
Las técnicas de decisión multicriterio en la selección de componentes estructurales, a partir de la tecnología de la madera, para construcción de viviendas sociales en Venezuela.	(CONTRERAS-MIRANDA & CLOQUELL-BALLESTER, 2010)
Selección de material magnético utilizando múltiples enfoques de toma de decisiones de atributos. Materiales y Diseño.	(Chauhan, 2012)
Análisis de las posibilidades de los métodos de análisis de decisiones multicriterio para realizar evaluaciones de sostenibilidad.	(Cinelli, Coles, & Kirwan, 2014)
Toma de decisiones con múltiples criterios, prensa de la universidad de Carolina del Sur.	(Cochrane, 1973)
Selección de material magnético utilizando múltiples enfoques de toma de decisiones de atributos. Material y diseño.	(Chauhan, 2012)
Métodos híbridos de toma de decisiones de múltiples criterios: una revisión de las solicitudes de problemas de sostenibilidad.	(Edmundas Kazimieras Zavadskas, 2016)
Evaluación MCDM de empresas de transporte de carga por carreteras basadas en activos que utilizan conductores clave que influyen en el valor empresarial.	(Edvardas Liachovisius, 2020)
Metodología híbrida MCDM para seleccionar la estrategia de mantenimiento óptima para sistemas de maquinaria naval.	(Emovon, 2018)
Métodos MCDM para negocios y gestión.	(Filipe & Geno, 2020)
Revisión de los métodos de toma de decisiones multicriterio para la gestión de la infraestructura.	(G. Kabir, 2014)
La ayuda de la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución, y situación actual.	(Gabriela Fernández Barberis, 2015)
Métodos para la comparación de alternativas mediante un sistema de ayuda de decisión (S.A.D.) Y "Computación blanda".	(García-cascales, 2010)
Método de toma decisiones de criterios múltiples.	(Girish P Bhole, 2018)
Una revisión de los métodos de toma de decisiones multicriterio para la gestión de infraestructura, estructura e ingeniería de infraestructura.	(Golam Kabir, 2014)
Un análisis del método de toma de decisiones multicriterio.	(Hester, 2013)
Análisis comparativo de métodos MCDM para clasificar las fuentes de energía renovable en Taiwan.	(Hsing-Chen Lee, 2018)
Aplicación del método MCDM en la selección de materiales para un diseño óptimo: una revisión.	(Kuobase Emovon, 2020)
Revisión de las ayudas multicriterio para el análisis sobre energías renovables.	(J.J Wang, Y-Y. Jing, C-F. Zhang, 2009)
Métodos MCDM para negocios y gestión.	(Filipe & Geno, 2020)
"MOORA bajo ambiente de conjuntos difusos Pitagoreano para la toma de decisiones de múltiples criterio"	(Luis Pérez-Domínguez, 2018)
Un análisis de los métodos de toma de decisiones multicriterio.	(M. Velasquez, 2013)
Múltiples criterios, toma de decisiones y sus aplicaciones: Una revisión de la literatura de 2000 a 2014.	(Mardani, y otros, 2015)
Ampliación del método VIKOR para problemas de toma de decisiones con números de intervalo.	(Mohammad Kazem Sayadi, 2009)
Aplicación de herramientas MCDM para la selección de proveedores en industrias manufactureras utilizando AHP, lógica difusa y ANN.	(Nallusamy, 2016)
Un nuevo modelo híbrido MCDM que combina los métodos SAW, TOPSIS y GRA basados en el diseño experimental.	(Peng Wang, 2016)
Un modelo MCDM de grupo dinámico con un conjunto difuso intuicionista perspectiva del método alternativo de puesta en cola.	(Ran Tao, 2021)
Enfoque multicriterio para la estimación de proyectos de inversión bajo condiciones de riesgo.	(Rodionova, 2018)
Una revisión bibliográfica exhaustiva de los métodos de toma de decisiones multicriterio en edificios patrimoniales.	(Rohit R. Nadkarni, 2020)
Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructura de transporte.	(Romana, 2016)
Análisis de decisiones multicriterio.	(Roy, 2005)
Historia de la Decisión.	(Rúa, 2018)
Un enfoque MCDM difuso híbrido para el problema de selección de proyectos.	(Salehi, 2015)
Metodologías de decisión multicriterio para planeación energética en zonas.	(Sigüencia Sigüencia Oscar M, 2017)
Una optimización multicriterio de la encuesta o el problema del máximo de vectores.	(Stadler, 1979)
Una encuesta crítica sobre el estado de la teoría y la práctica de la toma de decisiones con criterios múltiples.	(Stewart, 1992)
Evaluación de efectos entrelazados en programas de aprendizaje: Un nuevo modelo híbrido MCDM basado en el análisis de factores y DEMATEL. Sistemas expertos con aplicaciones.	(Tzeng, 2007)
Una revisión de literatura de 1980 a 2018 de los métodos Multicriterio	(Villa Silva, 2019)
Un nuevo método basado en TOPSIS y método de superficie de respuesta para problemas de MCDM con intervalo.	(Wang, 2018)
Modelo difuso de toma de decisiones multicriterio para la evaluación y selección de proveedores en un proyecto de planta eólica.	(Wang, Yang, & Cheng, 2019)
El método intuicionista difuso MULTIMOORA valorado en intervalos.	(Zavadskas, 2018)
Selección sostenible de proveedores en las industrias sanitarias utilizando un nuevo método MCDM: Medición de alternativas y clasificación según la solución	(Zeljko Stevic, 2020)
Aplicación de métodos MCDM para la selección de máquinas de flotación.	(Zoran Stribanović, 2019)

Fuente: Elaboración propia basada en la investigación por año y autor de los métodos MCDM

Conclusión

En este documento se presentó una revisión literaria de los Métodos MCDM, la investigación se llevó a cabo en un total de 50 artículos, publicados en novedosas revistas y bases de datos tales como Perish, Science Direct, Google escolar, Pro Quest, publicados en un periodo del 2015-2021. De este modo, se encontró como resultado que los métodos multicriterio son utilizados en todos lados de nuestras vidas ya sea en industria, construcción hasta en lo más básico en el hogar. Igualmente, en esta investigación se llevó a cabo de la revisión literaria detallada de autor, año en que se publicó, cual es la funcionalidad del método y la efectividad que tiene al ser aplicados en el área laboral. Los resultados sugieren que hay un crecimiento significativo en las aplicaciones MCDM que año tras año son de gran ayuda esta técnica. También nos arrojó como resultado que tanto se aplica el método en las siguientes áreas identificadas. Figura 4.

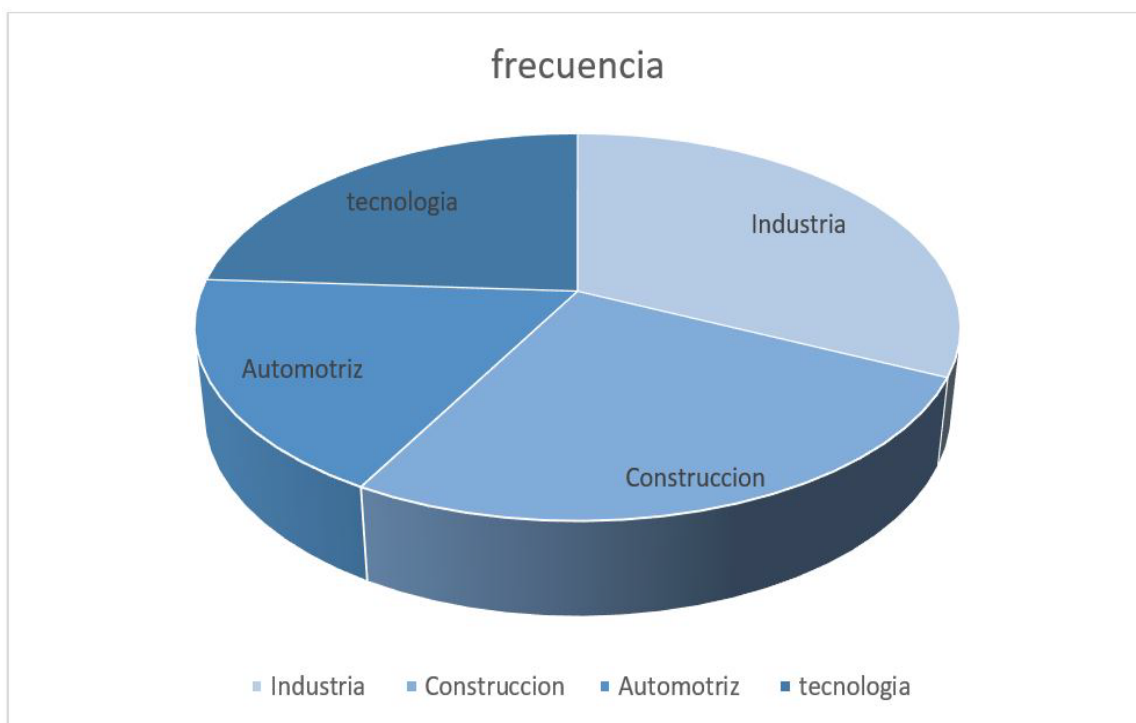


Figura 4. Publicaciones por áreas de aplicación

Autor: elaboración propia basada en el total de artículos investigados.

Referencias

Contreras Miranda, Wilver; CLOQUELL-BALLESTER, Vicente y Owen de Contreras, Mary. Las técnicas de decisión multicriterio en la selección de componentes estructurales, a partir de la tecnología de la madera, para construcción de viviendas sociales en Venezuela. Madera bosques [online]. 2010, vol.16, n.3 [citado 2021-03-07], pp.7-22. Disponible en: <<http://www.scielo.org.mx/scielo>, ISSN 2448-7597.

Nallusamy, S., D. Sri Lakshmana Kumar, K. Balakannan y P.S. Chakraborty. “Aplicación de herramientas MCDM para la selección de proveedores en industrias manufactureras utilizando AHP, Fuzzy Logic y ANN.” International Journal of Engineering Research in Africa 19 (octubre de 2015): 130–37. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.19.130>.

Luis Pérez-Domínguez, Luis Alberto Rodríguez-Picón, Alejandro Alvarado-Iniesta, David Luviano Cruz, Zeshui Xu, “MOORA bajo el

conjunto difuso de Pitágoras para la Toma de Decisiones de Múltiples Criterios”, Complejidad, vol. 2018, artículo ID 2602367, 10 páginas, 2018, <https://doi.org/10.1155/2018/2602376>.

Wang, P., Li, Y., Wang, Y.-H., and Zhu, Z.-Q., “Un nuevo método basado en TOPSIS y método de superficie de respuesta para problemas mcdm con números de intervalo. Problemas matemáticos en ingeniería 2018”, 2015.

Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Hajiagha, R., Hossein, S., and Hashemi, S. S. “El método intuicionista difuso MULTIMOORA valorado en intervalos para la toma de decisiones grupales en ingeniería. Problemas matemáticos en ingeniería 2018”, 2015.

Stadler, W. “Un estudio de optimización multicriterio o el problema de vector máximo, Parte I: 1776-1960”. Revista de teoría y aplicación de la optimización”, 29 (1); pp: 1-52, 1979.

Ikuobase, Emovon. “Aplicación del método MCDM en la selección de materiales para un diseño óptimo: una revisión”, 2020.

Barba-Romero, S., “Panorámica actual de la Decisión Multicriterio Discreta”. Investigaciones Económicas, Vol. XI, N°2, pp. 279-308, 1987.

M. Velazquez, Un análisis de los métodos de toma de decisiones multicriterio, Int. J. Oper. Res., 10 (2) (2013), págs. 56-66, 2013.

Villa Silva, A. J., Perez Domínguez, L., Martínez Gomez, E., Pérez Olguin, I. J. C., & Almeraz Durán, S. N. (2019). Una revisión de literatura de 1980 a 2018 de los métodos Multicriterio, Mundo FESC, 9(18), pp: 89-102, 2019. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/452>.

Salehi, K. “Un enfoque mcdm difuso híbrido para

el problema de selección de proyectos. Cartas de Ciencias de la Decisión”, 4(1), 109-116, 2015.

José Filipe (Filipe, J.); Tolga Geno (Geno, T.), Métodos MCDM para Negocios y Gestión, 2020.

Mardani, A.; Jusoh, A.; Tampoco, K.M.D.; Khalifah, Z.; Zakwan, N.; Valipour, A. Múltiples criterios técnicos de toma de decisiones y sus aplicaciones- Una revisión de la literatura de 2000 a 2014. Res.-Ekon. Istraz. 2015, 28, 516-571.

Gabriela Fernández Barberis, M^a del Carmen Escribano Ródenas, La Ayuda a la Decisión Multicriterio: orígenes, evolución y situación actual, pp.1-19, 2015.

A. Kumar, B. Sah, A. Singh, Y. Deng, X. He, P. Kumar, R. Bansal, “Una revisión de la toma de decisiones multicriterio (MCDM) hacia el desarrollo sostenible de las energías renovables Renovar. Sostener”, Energy Rev., 69 págs. 596-609, 2017.

Cinelli, M.; Coles, M.; Kirwan, K. Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. Ecol. Indic. 2014, 46, 138–148.

Francisco Ruiz de la Rúa. “Historia de la Decisión”, pp. 1- 9, Universidad de Magala, Septiembre 2018. https://www.uma.es/media/files/Lecci%C3%B3n_Inaugural_Curso_Acad%C3%Blemico_2018-2019.pdf.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. “Encuestas de última generación de información general sobre los métodos MCDM/MADM. Desarrollo Tecnológico y Económico de la Economía”, 20, 165–179, 2014.

Ananda, J., and Herath, G., “Evaluación de las preferencias de riesgo público en las opciones

de uso de la tierra forestal utilizando la teoría de la utilidad de atributos múltiples. *Economía ecológica*, 55(3): 408- 419, 2005.

Cochrane. J.L. y Zeleny, M; toma de decisiones con múltiples criterios, prensa de la universidad de carolina del sur, 1973.

Roy, B., Paradigmas y desafíos. En J. Figueira, S. Greco, & M. Ehrgott (Eds.), *Análisis de decisiones de múltiples criterios*. Nueva York, NY, 2005.

Girish P Bhole, Dr. Tushar Deshmukh, “Métodos de toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) y sus aplicaciones”, ISSN: 2321-9653, Vol. 6 issue 6, Mayo 2018.

Banasik, A., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Kanellopoulos, A. et al. Enfoques de toma de decisiones multicriterios para las cadenas de suministro verdes: una revisión. *Flex Serv Manuf J* 30, 366-396 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10696-016-9263-5>.

G. Kabir, R. Sadiq, S. Tesfamariam, Revisión de los métodos de toma de decisiones multicriterios para la gestión de la infraestructura, *Estructura. La infraestructura. Eng.*, págs. 1176-1210, 10 (9) (2014).

Sigüencia Sigüenza Oscar M, Pires Neves Luis M, Sempertegui Álvarez Rodrigo E.” Metodologías de decisión multicriterio para planeación energética en zonas rurales del Ecuador, pp.10, agosto de 2017.

Turskis, Z. “Método de clasificación de contratistas de atributos múltiples aplicando el ordenamiento de alternativas viables de soluciones en términos de técnica de preferencia. *Desarrollo tecnológico y económico de la economía*”, 14(2), 224-239, 2008.

Belén Muñoz y Manuel G. Romana, “Aplicación

de método de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte”, volumen VI, número 2, pp, 027-046, ISSN 2174-0410, Mayo 2016.

Rohit R. Nadkarni, Bimal Puthuvayi. “Una revisión bibliográfica exhaustiva de los métodos de toma de decisiones multi-criterios en edificios patrimoniales”, ISSN 2352-7102. Noviembre 2020.

Abbas Mardani, Ahmad Jusoh, Khalil MD Nor, Zainab Khalifah, Norhayati Zakwan & Alireza Valipour, “Múltiples técnicas de toma de decisiones de criterios y sus aplicaciones – una revisión de la literatura de 2000 a 2014”, *Investigación Económica-Ekonomska Istraživanja*, 28:1, 516-571, DOI: 10.1080/1331677X.2015.1075139, 2015.

J.J. Wang, Y.-Y. Jing, C.-F. Zhang, J.-H. Zhao, Revisión de las ayudas multicriterios para el análisis de decisiones en la toma de decisiones sobre energía sostenible, *renovar para mantener la energía Rev*, 13 (2009), págs. 2263-2278, [12//].

Chauhan, A., & Vaish, R. “Selección de material magnético utilizando múltiples enfoques de toma de decisiones de atributos”, *Materiales y Diseño*, 36, 1–5, 2012.

Mehdi Rajabi Asadabadi, Elizabeth Chang y Morteza Saberi, Zude Zhou. “¿Son útiles los métodos MCDM? Una revisión crítica del Proceso de jerarquía analítica (AHP) y proceso de red analítica (ANP)”, *Ingeniería convincente*, 6:1, 2019. DOI: 10.1080/ 23311 916.2019.1623152.

Abhishek Kumar, “Revisión de la toma de decisiones multicriterios (MCDM) hacia el desarrollo sostenible de energías renovables”, Vol.69, pp.569-609, 2017.

- Rodionova, Elena A. “Enfoque multicriterial para la estimación de proyectos de inversión bajo condiciones de riesgo”, 2018.
- Abbas Mardani, Ahmad Jusoh, Khalil MD Nor, Zainab Khalifah, Norhayati Zakwan & Alireza Valipour, “Múltiples técnicas de toma de decisiones de criterios y sus aplicaciones – una revisión de la literatura de 2000 a 2014”, *Investigación Económica-Ekonomska Istraživanja*, 28:1, 516-571, DOI: 10.1080/1331677X.2015.1075139, 2015.
- Alizadeh, M.; Hashim, M.; Alizadeh, E.; Shahabi, H.; Karami, M.R.; Beiranvand Pour, A.; Pradhan, B.; Zabihi, H. Modelo multicriterio de toma de decisiones (MCDM) para la evaluación de vulnerabilidad sísmica (SVA) de edificios residenciales urbanos. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2018, 7,444. <https://doi.org/10.3390/ijgi7110444>
- Emovon, I., Norman, R.A. & Murphy, A.J., Metodología híbrida MCDM para seleccionar la estrategia de mantenimiento óptima para sistemas de maquinaria naval. *J Intell Manuf* 29, 519-531, 2018, <https://doi.org/10.1007/s10845-015-1133-6>
- A. Srivastawa, S.R. Maity, K. Pandey.M, selección de material de engranajes usando TOPSIS gris, 2017.
- Edmundas Kazimieras Zavadskas, Kannan Govindan, Jurgita Antucheviciene & Zenonas Turskis, “Métodos híbridos de toma de decisiones de múltiples criterios: una revisión de las solicitudes de problemas de sostenibilidad”, *investigación económica, Ekonomska Istraživanja*, 29:1, 857-887, 2016, DOI: 10.1080/1331677X.2016.1237302.
- Peng Wang, Zhouquan Zhu, Yonghu Wang, Un nuevo modelo híbrido MCDM que combina los métodos SAW, TOPSIS y GRA basados en el diseño experimental, *Ciencias de la información*, vol.345, pp.27-45, 2016.
- Golam Kabir, Rehan Sadiq & Solomon Tesfamariam (2014) Una revisión de los métodos de toma de decisiones multi-criterios para la gestión de infraestructuras, estructura e ingeniería de infraestructura, 10:9, 1176-1210, DOI: 10.1080/15732479.2013.795978.
- GARCIA-CASCALES, M. Socorro. Tesis doctoral: métodos para la comparación de alternativas mediante un sistemas de ayuda a la decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”. Universidad Politécnica de Cartagena, 2010.
- Abbas Mardani, Ahmad Jusoh, Khalil MD Nor, Zainab Khalifah, Norhayati Zakwan & Alireza Valipour (2015) Múltiples técnicas de toma de decisiones de criterios y sus aplicaciones – una revisión de la literatura de 2000 a 2014, *Investigación Económica-Ekonomska Istraživanja*, 28:1, 516-571, DOI: 10.1080/1331677X.2015.1075139.
- Stewart, T. J. “Una encuesta crítica sobre el estado de la teoría y la práctica de la toma de decisiones con criterios múltiples”. *Omega*, 20(5), 569-586, 1992.
- Mohammad Kazem Sayadi, Majeed Heydari, Kamran Shahanaghi, ampliación del método Vikor para problemas de toma de decisiones con número de intervalo, modelado matemático aplicado, Vol.33, pp.2257-2262, 2009.
- J.R.S.C. Mateo, *Análisis de criterios múltiples en la industria de las energías renovables* Springer, Londres (2012).
- Nallusamy, S., Sri Lakshmana Kumar, D., Balakannan, K., & Chakraborty, P. S. “MCDM tools application for selection of suppliers in manufacturing industries using AHP, fuzzy logic and ANN. *International Journal of Engineering Research in Africa*”, 19, 130–137.

2016, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.19.130>.

Wang, C.-N.; Yang, C.-Y.; Cheng, H.-C. “Modelo difuso de toma de decisiones de varios criterios para la evaluación y selección de proveedores en un proyecto de planta eólica”. *Matemáticas* 2019, 7, 417. <https://doi.org/10.3390/math7050417>.

Ran Tao, Zeyi Liu, Rui Cai, Kang Hao Cheong, Un modelo MCDM de grupo dinámico con un conjunto difuso intuicionista: perspectiva del método alternativo de puesta en cola,

Željko Stević, Dragan Pamučar, Adis Puška, Prasenjit Chatterjee, Selección sostenible de proveedores en las industrias sanitarias utilizando un nuevo método MCDM: Medición de alternativas y clasificación según la solución Compromise (MARCOS), Vol.40, 2020, ISSN 0360-8352, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>.