

<https://doi.org/10.69639/arandu.v11i1.202>

Marco de referencia para la gestión de inventarios bajo la metodología Demand Driven MRP: Un mapeo sistemático de la literatura y FAHP

Framework for inventory management under the Demand Driven MRP methodology: A systematic mapping of the literature and FAHP

Juan Carlos Muyulema-Allaica

jmuyulema@upse.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9663-8935>

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Francisco Xavier Aguirre Flores

faguirre9919@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-7350-5744>

Grupo Consultor Empresarial CAAPTES-Ecuador, Ecuador

Augusto Fabricio Santana Zambrano

augusto.santanaz@upse.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-9771-111X>

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Víctor Manuel Matias-Pillasagua

vmatias@upse.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9877-5984>

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Artículo recibido: 15 marzo 2024

Aceptado para publicación: 26 mayo 2024

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

Globalmente la demanda se caracteriza por las constantes fluctuaciones que presenta, por este motivo es necesario implementar enfoques innovadores en la gestión de inventarios (GI) para mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda asegurando la disponibilidad del stock. En base a esta necesidad el Demand Driven MRP (DDMRP) se presenta como una herramienta de planificación de recursos que permite reducir el efecto látigo causado por la demanda mediante los amortiguadores de inventario. El objetivo de esta investigación es formalizar un marco de referencia para la identificación y determinación de la herramienta más óptima para desarrollar una GI basada en la metodología DDMRP, para esto se realizó un mapeo sistemático de la literatura (MSL), el cual consistió en definir los objetivos y las preguntas de investigación, realizar la búsqueda en las bases de datos, la selección de los estudios mediante los criterios de inclusión y exclusión. Para la extracción de datos se tomaron en cuenta elementos que representaron un aporte significativo para la investigación, mientras que para la evaluación de las herramientas

identificadas se utilizó el proceso de jerarquía analítica difusa (FAHP). Los resultados del MSL indicaron la existencia de 11 herramientas utilizadas para desarrollar una gestión de inventarios basada en la metodología DDMRP y mediante el FAHP se determinó que la simulación de eventos discretos tiene un peso de 25,28% siendo la herramienta con mayor impacto en la comunidad científica, por este motivo se concluye que esta herramienta es la más adecuada para desarrollar una GI basada en la metodología DDMRP dando paso a futuras investigaciones.

Palabras clave: gestión de inventarios, ddmrp, mapeo sistemático de la literatura, fahp, simulación de eventos discretos

ABSTRACT

Globally, demand is characterized by constant fluctuations, which is why it is necessary to implement innovative approaches in inventory management (IM) to maintain the balance between supply and demand while ensuring stock availability. Based on this need Demand Driven MRP (DDMRP) is presented as a resource planning tool to reduce the whip effect caused by demand through inventory buffers. The objective of this research is to formalize a reference framework for the identification and determination of the most optimal tool to develop an IM based on the DDMRP methodology. For this purpose, a systematic literature mapping (SLM) was carried out, which consisted of defining the objectives and research questions, searching in databases, selecting the studies using inclusion and exclusion criteria. For data extraction, elements that represented a significant contribution to the research were taken into account, while the fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) was used to evaluate the tools identified. The results of the MSL indicated the existence of 11 tools used to develop an inventory management based on the DDMRP methodology and through the FAHP it was determined that the discrete event simulation has a weight of 25,28% being the tool with the greatest impact in the scientific community, for this reason it is concluded that this tool is the most suitable to develop an IM based on the DDMRP methodology giving way to future research.

Keywords: inventory management, ddmrp, systematic literature mapping, fahp, discrete event simulation

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la demanda de los clientes se caracteriza por las fluctuaciones, lo que exige que las cadenas de suministros tengan la capacidad de realizar cambios en los niveles del inventario a la vez que permanece receptivo a las variaciones de las demandas (Jin & Karki, 2024). En casos donde el inventario es insuficiente, una parte de la demanda se pospone para cumplirla en el futuro, mientras que el resto se lo considera como pérdidas (Saha et al., 2023), aunque aumentar el nivel del inventario en las empresas permite satisfacer en gran medida la demanda, también ocasiona el incremento de los costos, por este motivo es necesario encontrar el equilibrio entre la oferta y la demanda (Stranieri et al., 2024). Para Kaynov et al. (2024), la optimización del inventario se realiza con el objetivo de minimizar los gastos relacionados al inventario y para elevar los niveles de servicio.

En América del Sur, la Gestión de Inventarios (GI) es una herramienta para la administración de los recursos necesaria que permite mantener un control adecuado de las existencias y evitar las pérdidas de las unidades en stock (Rivadineyra et al., 2022). Sin embargo, las empresas se ven forzadas a adoptar metodologías y enfoques que permitan estimar los niveles de inventarios a lo largo de sus cadenas de valor (González & González, 2020). En base a esta necesidad, surge la metodología Demand Driven MRP, la cual permite establecer las dimensiones de los amortiguadores de inventario por medio del desacoplamiento de la Lista de Materiales (BOM) provocando una mejora significativa en los costos de inventario y niveles de servicio (Bayard et al., 2021).

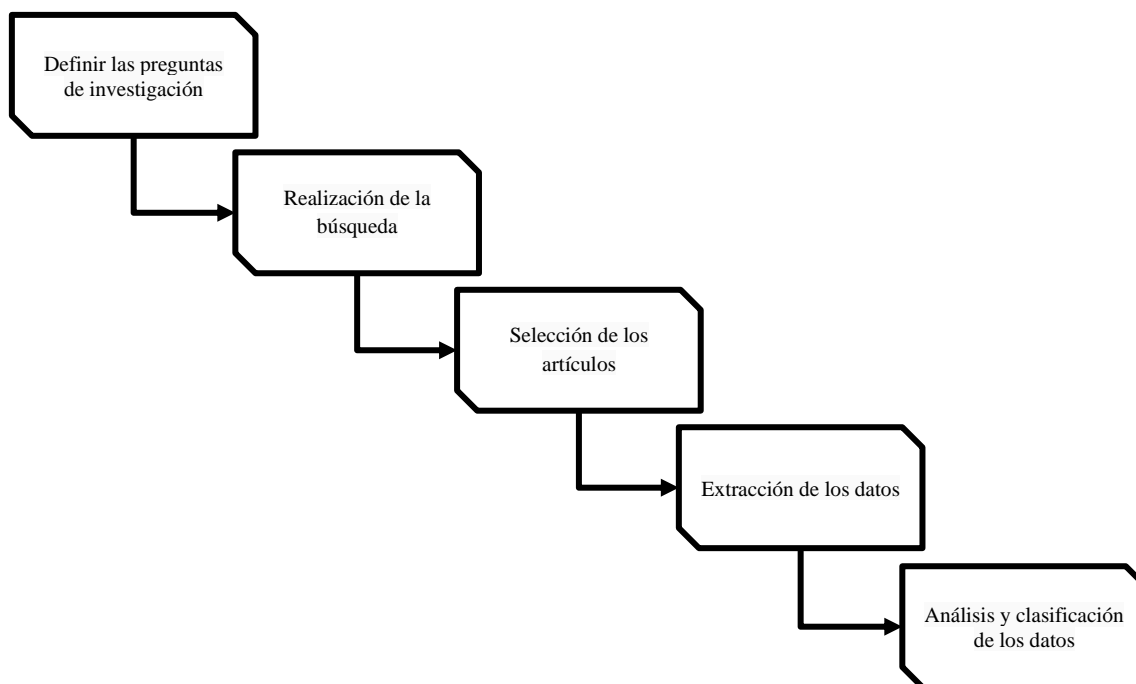
En el territorio ecuatoriano, adoptar herramientas novedosas de planificación de los recursos representa un reto para las cadenas de suministros, por este motivo es necesario el uso de técnicas de análisis cuantitativo, como la optimización y la simulación (Reyes et al., 2024) para mantener en equilibrio la oferta y la demanda de tal manera que sea sostenible y facilite la gestión de los recursos (Lorente-Leyva et al., 2024). En base a esto, Rojas et al. (2022) determinaron que la optimización de la gestión de inventarios por medio de herramientas tecnológicas puede minimizar los costos de inventario en un rango de 7% a 11%. Sin embargo, mediante la revisión de diversos estudios ecuatorianos tales como Flores-Siguenza et al. (2023), Mañay et al. (2022), Salazar et al. (2023), Zavala-Alcívar et al. (2023) y Zhai et al. (2023) se evidenció la ausencia total de artículos científicos y datos estadísticos que abarquen la implementación de la metodología DDMRP en la GI de las empresas ecuatorianas. Con este contexto el objetivo de este estudio se centra en realizar una investigación sobre las herramientas que permiten desarrollar una gestión de inventarios basada en la metodología DDMRP mediante un Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL) y determinar que herramienta representa un mayor beneficio mediante un Proceso de Jerarquía Analítica Difusa (FAHP). De este modo establecer las bases científicas para futuras investigaciones

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento metodológico utilizado para el desarrollo de este estudio se centra en realizar la revisión bibliográfica que permita identificar las principales herramientas utilizadas para la construcción de una Gestión de Inventarios (GI) basada en el Demand Driven MRP (DDMRP) (**Figura 1**). Esta elección metodológica se fundamenta en el estudio realizado por Eramo et al. (2024), quienes presentaron una estructura lógica secuencial para la elaboración de un Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL). Para el desarrollo de la primera etapa se establecieron las preguntas de investigación que permitieron identificar los estudios enfocados en la relación entre la gestión de inventarios y el Demand Driven MRP, posteriormente se estructuró la cadena de búsqueda que fue empleada para la búsqueda de los estudios en las bases de datos de Dimensions, Scopus y ScienceDirect. Además, se establecieron diversos criterios de inclusión y exclusión con la finalidad de facilitar la selección de los artículos, luego se desarrolló la extracción de los datos mediante la plantilla presentada en la **Tabla 3**, con el objetivo de identificar los datos necesarios que cumplieron los requisitos en función a las preguntas de investigación, para el análisis de los datos tabulados en la **Tabla 5**, en donde se detallaron las diversas herramientas utilizadas para el desarrollo de una Gestión de Inventarios basada en el Demand Driven MRP y los resultados obtenidos en cada artículos, posterior a esto se realizó un Proceso de Jerarquía Analítica Difusa para establecer el ranking y el peso pertenecientes a cada herramienta y de este modo identificar las más apropiada para la elaboración de una GI basada en el DDMRP.

Figura 1

Procedimiento metodológico



Nota: Adaptado de Eramo et al. (2024).

Definición de las preguntas de investigación

Con la finalidad de identificar los conocimientos actuales de la comunidad científica sobre las herramientas y metodologías empleadas para la formulación de una gestión de inventarios basada en el Demand Driven MRP, se formularon los siguientes Objetivos (OB) de la búsqueda:

- **OB1:** Clasificar temporalmente los artículos para evaluar el interés de la comunidad científica sobre las variables de investigación.
- **OB2:** Recopilar datos relacionados a las propuestas, metodología, procesos y resultados para determinar el nivel de desarrollo de las iniciativas.

Una vez establecidos los objetivos de la búsqueda, se definieron las motivaciones que dieron paso a la formulación de las Preguntas de Investigación (PI) utilizadas para identificar aspectos claves de los artículos que permitieron el cumplimiento de los objetivos, además, se las clasificó en función al objetivo que cumplieron, en este caso la PI1 cumple con el OB1 mientras que las preguntas PI2 y PI3 se relacionan al OB2 (**Tabla 1**).

Tabla 1

Preguntas de Investigación

Preguntas de investigación	OB
PI1: ¿Cuándo se publicaron los artículos?	
Motivación: Determinar la tendencia de la comunidad científica en un periodo temporal específico.	OB1
PI2: ¿Qué herramientas se han empleado en las propuestas realizadas?	
Motivación: Identificar las herramientas, métodos, procesos, metodologías.	OB2
PI3: ¿Qué resultados se han obtenido?	
Motivación: Identificar el impacto de las propuestas en la gestión de inventarios.	

Realización de la búsqueda

El proceso de búsqueda se conforma inicialmente por la identificación de las palabras claves que formaron parte de la estructura de la cadena de búsqueda. Stewart & Dewan (2022) propusieron el uso del método Población, Intervención, Comparación y Resultados (PICO) con un enfoque exclusivo en la Población y la Intervención. En el contexto de esta investigación, la población de interés es la GI mientras que la intervención es la metodología DDMRP. En este contexto, las palabras claves identificadas para la búsqueda son: Gestión de Inventarios y Demand Driven MRP, las cuales fueron refinadas y agrupadas en conjunto considerando los sinónimos y palabras relacionadas que permitieron garantizar la recolección de aportes significativos en relación a los objetivos de búsqueda. Además, se tuvo en cuenta que la mayoría de las bases de datos utilizan principalmente el idioma inglés, por lo que se seleccionaron términos en inglés para el MSL (**Tabla 2**).

Tabla 2

Palabras claves

POBLACIÓN	TÉRMINOS P
Gestión de Inventario	Inventory Management, Inventory Control.
INTERVENCIÓN	TÉRMINOS I
Demand Driven MRP	Demand Driven MRP, Demand Driven Material Requeriments Planning, DDMRP.

Posteriormente, los términos establecidos fueron considerados como eslabones de la estructura de la cadena de búsqueda, relacionando la población y la intervención mediante el operador AND para su aplicación en las diversas bases de datos. Para la búsqueda de fuentes bibliográficas se seleccionaron las siguientes bases de datos: Dimensions, Scopus y ScienceDirect. En este contexto, se formuló la siguiente cadena de búsqueda, la cual fue empleada en las bases de datos mencionadas:

("Inventory Management" OR "Inventory Control") AND ("Demand Driven MRP" OR "Demand Driven Material Requeriments Planning" OR "DDMRP")

Selección de los artículos

Para este proceso se establecieron criterios de inclusión y exclusión para garantizar que solo se consideren estudios relevantes y de alta calidad. Los criterios de inclusión abarcan artículos y revisiones científicas publicados en el período comprendido ente enero del 2021 hasta marzo del 2024, pertenecientes al ámbito de ingeniería y que aborden directamente la gestión de inventarios y el DDMRP. Por otro lado, los criterios de exclusión eliminan los artículos duplicados en las diversas bases de datos considerando únicamente la versión más reciente, también se descartaron los documentos no accesibles en texto completos, libros y literatura gris.

Extracción de los datos

En esta etapa se estructuró un formulario basado en el trabajo propuesto por Stewart & Dewan (2022) en donde, se establecieron diversos elementos de datos que se analizaron para realizar el proceso de extracción adecuado que permita recolectar información relevante para el estudio. Los elementos establecidos para dar respuesta a las preguntas de investigación son: Titulo del artículo, Nombre del autor y Año de publicación, Herramienta empleada y los Resultados obtenidos en cada estudio.

Tabla 3*Formulario para la extracción de datos*

Elemento de datos	Descripción	PI
Título del artículo	Nombre del artículo	PI1
Nombre del autor	Conjunto de nombres de los autores	PI1
Año de publicación	Año natural	PI1
Herramienta empleada	¿Qué herramienta o metodología utilizaron?	PI2
Resultados obtenidos	¿Cuáles son los resultados alcanzados en las investigaciones?	PI3

Nota: Adaptado de Stewart & Dewan (2022)

Análisis y clasificación de los artículos

Para obtener datos de calidad se llevó a cabo un proceso de clasificación por medio de palabras claves denominado KeyWording, el cual permite clasificar los estudios por medio de un esquema capaz de ajustarse a los estudios seleccionados, según Eramo et al. (2024), para cumplir con este proceso se deben seguir los siguientes pasos: Identificar las palabras claves, para esto se seleccionaron las palabras claves mencionadas con mayor frecuencia en los resúmenes de los artículos como lo establece la técnica PLN, posteriormente, se refinaron las palabras claves con el objetivo de ampliar el conjunto de categorías que corresponden a las preguntas de investigación.

RESULTADOS**Resultados del mapeo sistemático**

Este estudio se realizó el 22 de marzo del 2024, abarcando toda la información disponible hasta el momento en donde se determinó que el 86,6 % de las publicaciones se encuentran en la base de datos de Dimensions mientras que en Scopus y ScienceDirect se concentran el 8,61 % y el 4,79 % respectivamente, además por la magnitud de documentos resultantes, se utilizó un software para la gestión de referencias, Mendeley Reference Manager, el mismo fue usado para la eliminación de documentos duplicados (**Tabla 4**).

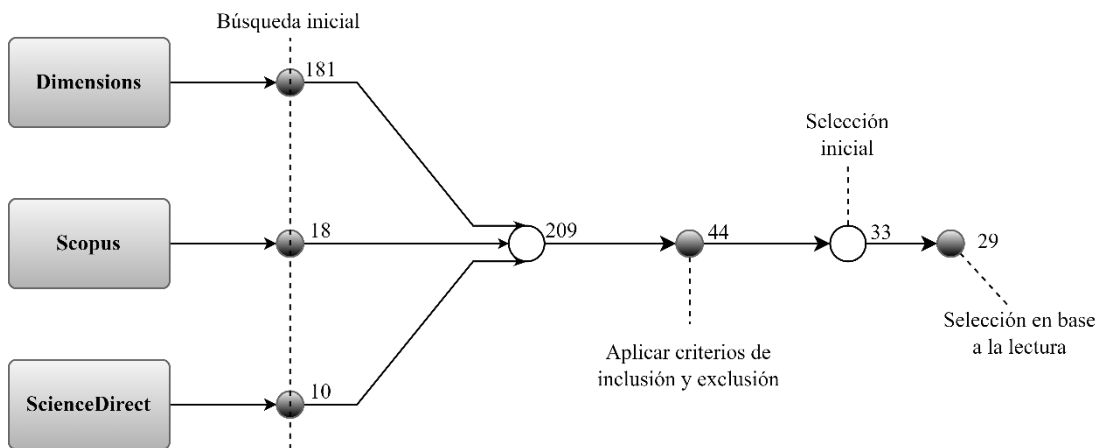
Tabla 4*Resultados de la búsqueda inicial*

Base de datos	Resultados de la búsqueda	Porcentaje
Dimensions	181	86,6 %
Scopus	18	8,61 %
ScienceDirect	10	4,79 %
Total	209	100 %

Una vez culminado el proceso de búsqueda, el siguiente paso es seleccionar los artículos, para esto se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión mediante los filtros de las bases de datos, lo cual redujo la cantidad de estudios a un total de 44 artículos, mediante un análisis rápido se seleccionaron 33 artículos los cuales fueron analizados por medio de la lectura dando como resultado final un total de 29 artículos en relación a la gestión de inventarios basada en la metodología DDMRP. En la **Figura 2** se demuestra gráficamente el proceso de selección de los artículos.

Figura 2

Proceso de selección



Nota: Adaptado de Eramo et al. (2024).

Posteriormente, se tabularon los datos extraídos de los artículos seleccionados el objetivo de identificar las diversas herramientas que se utilizan al implementar en enfoque Demand Driven MRP en la gestión de inventarios. En donde se estableció que este enfoque es el factor común que relaciona los estudios y se determinó en primera instancia que la Simulación de Eventos Discretos es la herramienta más utilizada para la aplicación, validación y simulación del DDMRP en la IM de las mayorías de empresas (**Tabla 5**).

Tabla 5

Matriz referencial de artículos

Artículo	Autor	Herramientas	Resultados
A1	(Bayard et al., 2021)	Simulación de eventos discretos.	Mejora el OTD hasta el 99,5%.
A2	(Hasbullah & Santoso, 2021)	Simulación de escenarios.	Reduce la sobre producción.
A3	(Achergui et al., 2021)	Programación Lineal de Enteros Mixtos.	Mejora los tiempos computacionales.
A4	(Land et al., 2021)	Enfoque integral de diagnóstico.	Mejora la eficiencia operativa.

A5	(Gallego-García et al., 2021)	Simulación de escenarios.	Mejora las relaciones con los proveedores.
A6	(Bortolini et al., 2021)	Modelado matemático.	Reduce los costos del inventario.
A7	(Achergui et al., 2022)	Modelo no Lineal de Enteros Mixtos.	Soluciones factibles en menor tiempo.
A8	(Paredes-Rodriguez et al., 2022)	Simulación de eventos discretos.	Optimiza costos de mantener y nivel de servicio.
A9	(Lahrichi et al., 2022)	Programación Lineal de Enteros Mixtos.	Reducción de niveles de inventario.
A10	(Landeghem & Cotty, 2022)	Value Stream Mapping	Mejora en la eficiencia del manejo de recursos.
A11	(Erraoui & Charkaoui, 2022)	Simulación de eventos discretos.	Alta respuesta a la variabilidad de la demanda.
A12	(Haji Mohammad et al., 2022)	Modelo no Lineal de Enteros Mixtos.	Reduce costos de inventario.
A13	(Pekarcikova et al., 2022)	Milk Run	Mejora los tiempos de espera.
A14	(Malindzakova et al., 2022)	Lean Management	Mayor productividad y menos costos.
A15	(Thürer et al., 2022)	Simulación de eventos discretos.	Controla flujo de materiales.
A16	(Silva et al., 2022)	Modelado matemático.	Reducción de la frecuencia de entrega.
A17	(Grobler-Dębska et al., 2022)	Simulación de escenarios.	Optimiza la planificación y el control.
A18	(Lorenzo-Espejo et al., 2022)	Enfoque híbrido metaheurístico.	Mejora en los tiempos de ejecución.
A19	(Damand et al., 2022)	Algoritmo.	Reduce el tiempo de respuesta de la variabilidad.
A20	(Cuartas & Aguilar, 2023)	Simulación de eventos discretos.	Minimiza el riesgo de escases de inventario.
A21	(Martin et al., 2023)	Simulación de eventos discretos.	Controla el tamaño de los Buffers con ADU.
A22	(Xu et al., 2023)	Modelado matemático.	Ajuste dinámico de la demanda de materiales.
A23	(Dessevre, Baptiste, et al., 2023)	Algoritmo	Mejora diversos aspectos del inventario.
A24	(Salah et al., 2023)	Modelado matemático.	Mejora el rendimiento general de la empresa.
A25	(Pekarcikova et al., 2023)	Simulación de escenarios.	Aumenta la eficiencia de la IM.

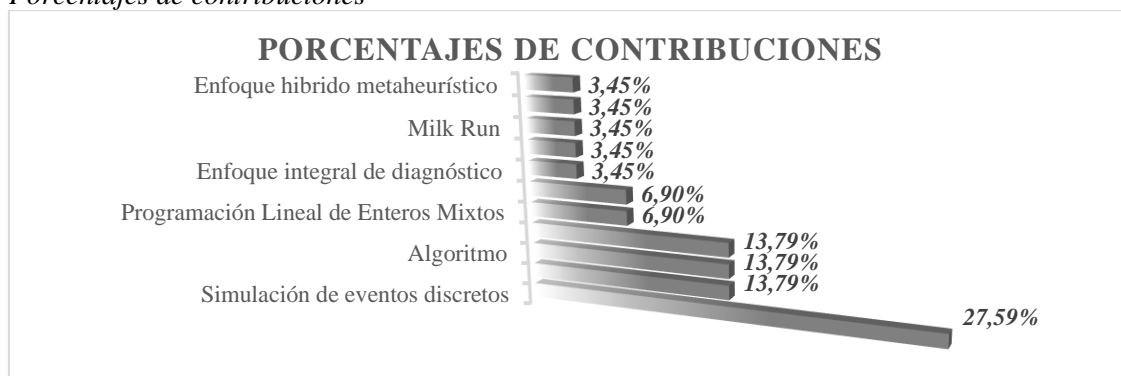
A26	(Dessevire, Lamothe, et al., 2023)	Simulación de eventos discretos.	Mejora el control de los tiempos de flujo.
A27	(Lahrichi et al., 2023)	Algoritmo	Contribuye a una planificación más eficiente.
A28	(Ferretti & Marchi, 2024)	Algoritmo	Reduce costos de inventario y mejora su rendimiento.
A29	(Xanthopoulos & Kostavelis, 2024)	Simulación de eventos discretos.	Optimiza la política de inventario.

Los resultados del MSL demuestran la existencia de 29 artículos en los cuales se aplicaron diversas herramientas para el desarrollo de una IM basada en la metodología DDMRP. Entre estas herramientas se encuentran la Simulación de Eventos Discretos (SED), Modelado Matemático (MM), Algoritmos (ALG), entre otras, siendo la SED la herramienta más utilizada para la comparación y el análisis de la implementación del DDMRP en las IM de las organizaciones. En artículos como A6, A8, A12, A14 y A18 se obtuvieron como resultados la reducción de los costos de inventario, sumado a esto los estudios en donde se emplearon la SED alcanzaron diversos resultados como la mejora de la Entrega a Tiempo (OTD) hasta en un 99,5% (A1), aumento en la respuesta a la variabilidad de la demanda (A11) y optimización de la política de inventario (A29). La totalidad de los artículos extraídos por medio del MSL tienen objetivos diferentes, para dar cumplimiento de dichos objetivos emplearon diversas herramientas y de esta forma obtuvieron resultados diferentes entre sí, sin embargo, se demostró la existencia de un factor en común entre los estudios, el cual es la optimización de la IM por medio de la aplicación de los Buffers del DDMRP.

Bajo este contexto, la clasificación en base a las herramientas empleadas por las investigaciones seleccionadas indica que la cantidad de estudios en la que se utilizó la SED representa el 27,59% del total, siendo esta herramienta la que conlleva el mayor nivel de contribuciones científicas, seguidas por el MM, ALG y la SE, con un porcentaje del 13,79% cada una, mientras que las herramientas faltantes poseen un porcentaje de contribución muy bajo (Figura 3).

Figura 3

Porcentajes de contribuciones



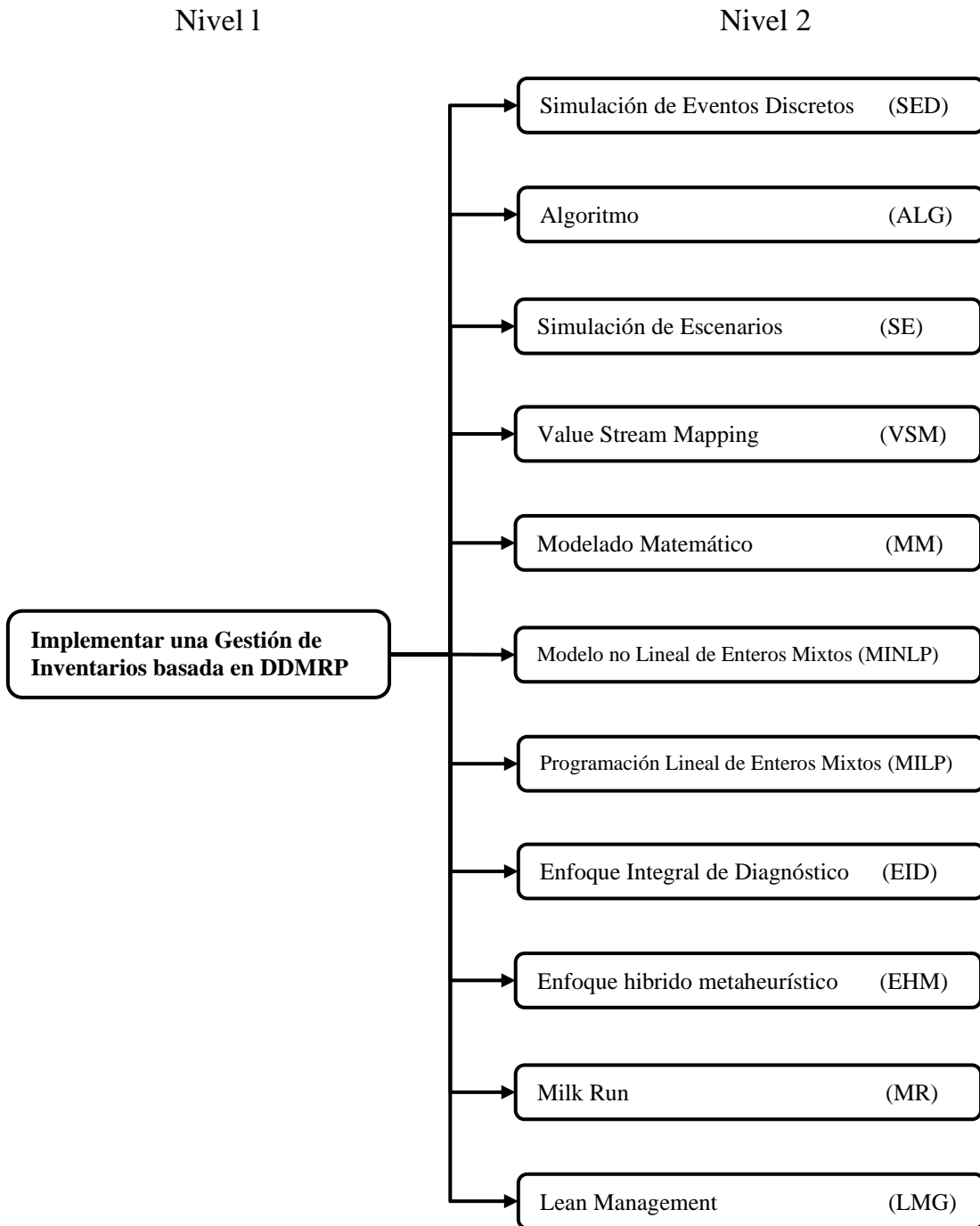
Proceso de jerarquía analítica difusa (FAHP)

Mendoza et al. (2019) determinaron que, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) tiene la capacidad de generar juicios subjetivos a la vez de minimizar considerablemente la incertidumbre creada por los juicios personales. Del mismo modo, Izar-Landeta et al. (2023) afirma que al utilizar este método se logra establecer una relación jerárquica sin que los elementos del sistema tengan interdependencia o realimentación entre ellos. Romero-Martínez et al. (2022) establecieron que, el AHP permite analizar datos de propiedades cuantificables y no cuantificables. Además Hamidah et al. (2022) afirmaron que al emplear este método las inconsistencias en los factores generalmente son esperadas y toleradas, dando como referencia un valor de 0,10 en la Relación de Consistencia (CR), lo que indica que si el CR calculado es inferior a este valor el juicio es aceptable, en cambio el CR calculado es mayor se debe a la inconsistencia del juicio.

Teniendo en consideración lo mencionado, el FAHP es una herramienta desarrollada para la toma de decisiones mediante la integración matemática difusa y el AHP, con la finalidad de abordar problemas complejos de decisión multicriterio (Wang et al., 2024). En FAHP se realiza el cálculo de los pesos de las matrices de comparación por medio de pares de la escala de números difusos triangulares (TNF), convirtiendo la escala AHP en una escala difusa (Abdullah et al., 2023). Por este motivo, en esta investigación se emplea el FAHP para el cálculo de los pesos de las herramientas empleadas por la comunidad científica para el desarrollo de una gestión de inventarios basada en la metodología DDMRP. Bajo esta premisa, en la **Figura 4** se especificaron cada una de las herramientas identificadas mediante el mapeo sistemático de la literatura.

Figura 4

Herramientas para implementar una IM basada en DDMRP



En base al proceso propuesto por Muyulema-Allaica & Ruiz-Puente (2022), se calculó inicialmente λ_{max} , seguido del índice de consistencia (CI), el índice de consistencia aleatoria (RCI) y finalmente la proporción de consistencia (CR) para comprobar la coherencia matricial del FAHP. Bajo esta premisa, en la **Tabla 6** se demuestran los resultados obtenidos por medio de la aplicación de la herramienta híbrida de toma de decisiones FAPH, en donde se identificó la importancia de la SED debido a su peso de 0,2528 lo que la mantiene en el primer nivel de la

jerarquía difusa, sumado a esto el CR tiene un valor de 0,0918 indicando validez de la evaluación debido a que es considerado un juicio aceptable.

Tabla 6

Proceso de jerarquía analítica difusa

Crterios	Matriz Normalizada												Peso	Ranking	CR
SED	0,28	0,30	0,22	0,37	0,38	0,17	0,21	0,16	0,18	0,17	0,19	0,25	1		
SE	0,09	0,10	0,22	0,04	0,13	0,17	0,13	0,16	0,11	0,17	0,11	0,14	4		
VSM	0,06	0,02	0,04	0,04	0,03	0,17	0,04	0,09	0,18	0,03	0,04	0,06	6		
ALG	0,09	0,30	0,13	0,12	0,13	0,06	0,13	0,16	0,18	0,10	0,11	0,14	3		
MM	0,09	0,10	0,22	0,12	0,13	0,17	0,21	0,16	0,11	0,17	0,11	0,15	2		
MINLP	0,09	0,03	0,01	0,12	0,04	0,06	0,04	0,09	0,04	0,10	0,04	0,06	5	0,0918	
MILP	0,06	0,03	0,04	0,04	0,03	0,06	0,04	0,01	0,11	0,03	0,11	0,05	7		
EID	0,06	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,13	0,03	0,01	0,10	0,04	0,04	9		
EHM	0,06	0,03	0,01	0,02	0,04	0,06	0,01	0,09	0,04	0,10	0,04	0,04	8		
MR	0,06	0,02	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	0,19	0,04	10		
LM	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,06	0,01	0,03	0,04	0,01	0,04	0,04	11		

Nota: $\lambda_{max} = 12,4864$; CI = 0,1486; RI = 1,62.

DISCUSIONES

En el caso de Haji Mohammad et al. (2022) se realizó un MINLP, en el cual se consideró únicamente los costos de mantenimiento para la optimización del posicionamiento de los buffers, logrando ahorrar el 75% de los costos totales de mantenimiento y el 67% de las cantidades en el inventario. Mientras que en el caso de Paredes-Rodriguez et al. (2022), se aborda la SED para el análisis, modelación y estudio de la implementación de una política de inventario basada en la metodología DDMRP, mediante el uso de un software de simulación se determinó una reducción del 41% en los tiempos de entrega y el 18% de la reducción de los niveles de stock, además se incrementó el nivel de servicio en un 25% a la vez que alcanzaron estándares entre el 98% y 100%. Ambos estudios presentan enfoques y estrategias diferentes para la optimización de la GI, mientras que el primer caso se centra en los costos de mantenimiento, el segundo tiene un enfoque más general, sin embargo, en ambos casos se destaca la importancia de la planificación y optimización de la gestión de inventarios con la finalidad de reducir costos de inventarios, niveles de inventarios y tiempos de entrega a la vez que se aumentan los niveles de servicios.

En base a los resultados mostrados en la **Tabla 5**, se evidencia que los estudios publicados por Bayard et al. (2021), Paredes-Rodriguez et al. (2022), Erraoui & Charkaoui (2022), Thürer et al. (2022), Cuartas & Aguilar (2023), Martin et al. (2023), Dessevre, Lamothe, et al. (2023) y Xanthopoulos & Kostavelis (2024) fundamentan la SED aporta diversos beneficios para el desarrollo un sistema de GI basado en la metodología DDMRP, debido a su capacidad de simular

eventos disruptivos lo que conlleva a escenarios más realistas permitiendo analizar y resolver problemas en base a la variabilidad de la demanda y minimizando costos de inventario, lo que facilita la disminución del efecto látigo en la GI, por lo tanto mejora la eficiencia.

CONCLUSIONES

El Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL) permitió identificar las diversas herramientas utilizadas por la comunidad científica para el desarrollo de una Gestión de Inventarios (GI) basada en la metodología Demand Driven MRP (DDMRP), siendo un total de 11 herramientas de las cuales se destaca la Simulación de Eventos Discretos (SED) debido a que el porcentaje de utilización que tiene es del 27,59%. Sin embargo, los resultados del Proceso de Jerarquía Analítica Difusa (FAHP) demuestran que la SED cuenta con un peso del 25,28% siendo la que representa el peso mayor entre las herramientas evaluadas, por este motivo se concluye que la SED es la herramienta más adecuada para elaborar una GI basada en el DDMRP debido al impacto significativo que tiene en la comunidad científica.

REFERENCIAS

- Abdullah, A.-G., Shafii, M.-A., Pramuditya, S., Setiadipura, T., & Anzhar, K. (2023). Multi-criteria decision making for nuclear power plant selection using fuzzy AHP: Evidence from Indonesia. *Energy and AI*, *14*, 100263. <https://doi.org/10.1016/J.EGYAI.2023.100263>
- Achergui, A., Allaoui, H., & Hsu, T. (2021). Optimisation of the Automated buffer positioning model under DDMRP logic. *IFAC-PapersOnLine*, *54*(1), 582–588. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.067>
- Achergui, A., Allaoui, H., & Hsu, T. (2022). Demand Driven MRP with supplier selection. *IFAC-PapersOnLine*, *55*(10), 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.398>
- Bayard, S., Grimaud, F., & Delorme, X. (2021). Study of buffer placement impacts on Demand Driven MRP performance. *IFAC-PapersOnLine*, *54*(1), 1005–1010. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.119>
- Bortolini, M., Faccio, M., Galizia, F. G., & Gamberi, M. (2021). Push/Pull Parts Production Policy Optimization in the ATO Environment. *Applied Sciences*, *11*(14), 6570. <https://doi.org/10.3390/app11146570>
- Cuartas, C., & Aguilar, J. (2023). Hybrid algorithm based on reinforcement learning for smart inventory management. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *34*(1), 123–149. <https://doi.org/10.1007/s10845-022-01982-5>
- Damand, D., Lahrichi, Y., & Barth, M. (2022). A simulation-optimization approach to parameterize Demand-Driven Material Requirements Planning. *IFAC-PapersOnLine*, *55*(10), 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.626>
- Dessevre, G., Baptiste, P., Lamothe, J., & Pellerin, R. (2023). Visual charts produced by simulation to correlate service rate, resource utilization and DDMRP parameters. *International Journal of Production Research*, *61*(3), 741–753. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2015808>
- Dessevre, G., Lamothe, J., Pellerin, R., Ali, M. Ben, Baptiste, P., & Pomponne, V. (2023). Comparison of pull management policies for a divergent process with DDMRP buffers: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, *61*(23), 8022–8042. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2162997>
- Eramo, R., Tucci, M., Di Pompeo, D., Cortellessa, V., Di Marco, A., & Taibi, D. (2024). Architectural support for software performance in continuous software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, *207*, 111833. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111833>
- Erraoui, Y., & Charkaoui, A. (2022). AN EMPIRICAL COMPARISON OF DRP AND DEMAND-DRIVEN DRP. *Acta Logistica*, *9*(2), 195–205. <https://doi.org/10.22306/al.v9i2.294>

- Ferretti, I., & Marchi, B. (2024). Q-Learning for Inventory Management: an application case. *Procedia Computer Science*, 232, 2431–2439.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.062>
- Flores-Siguenza, P., Marmolejo-Saucedo, J. A., & Niembro-Garcia, J. (2023). Robust Optimization Model for Sustainable Supply Chain Design Integrating LCA. *Sustainability (Switzerland)*, 15(19), 14039. <https://doi.org/10.3390/su151914039>
- Gallego-García, D., Gallego-García, S., & García-García, M. (2021). An Optimized System to Reduce Procurement Risks and Stock-Outs: A Simulation Case Study for a Component Manufacturer. *Applied Sciences*, 11(21), 10374. <https://doi.org/10.3390/app112110374>
- González, A., & González, A. (2020). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 28(1), 133–142. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000100133>
- Grobler-Dębska, K., Kucharska, E., Żak, B., Baranowski, J., & Domagała, A. (2022). Implementation of Demand Forecasting Module of ERP System in Mass Customization Industry—Case Studies. *Applied Sciences*, 12(21), 11102. <https://doi.org/10.3390/app122111102>
- Haji Mohammad, F., Benali, M., & Baptiste, P. (2022). An optimization model for demand-driven distribution resource planning DDDRP. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(2), 338. <https://doi.org/10.3926/jiem.3825>
- Hamidah, M., Mohd Hasmadi, I., Chua, L. S. L., Yong, W. S. Y., Lau, K. H., Faridah-Hanum, I., & Pakhriazad, H. Z. (2022). Development of a protocol for Malaysian Important Plant Areas criterion weights using Multi-criteria Decision Making - Analytical Hierarchy Process (MCDM-AHP). *Global Ecology and Conservation*, 34, e02033. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2022.E02033>
- Hasbullah, H., & Santoso, Y. (2021). Overstock Improvement by Combining Forecasting, EOQ, and ROP. *Jurnal PASTI*, 14(3), 230–242. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i3.002>
- Izar Landeta, J. M., Nájera Saldaña, J. A., & Zárata Camacho, L. A. (2023). Comparative study of the application of 5 multicriteria decision methods in the case of selection of teaching staff [Estudio comparativo de la aplicación de 5 métodos multicriterio de decisión al caso de selección de personal docente]. *Ingeniare*, 31, 23. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052023000100223>
- Jin, S., & Karki, B. (2024). Integrating IoT and blockchain for intelligent inventory management in supply chains: A multi-objective optimization approach for the insurance industry. *Journal of Engineering Research*. <https://doi.org/10.1016/J.JER.2024.04.021>
- Kaynov, I., van Knippenberg, M., Menkovski, V., van Breemen, A., & van Jaarsveld, W. (2024). Deep Reinforcement Learning for One-Warehouse Multi-Retailer inventory management. *International Journal of Production Economics*, 267, 109088.

<https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2023.109088>

- Lahrichi, Y., Damand, D., & Barth, M. (2022). A first MILP model for the parameterization of Demand-Driven MRP. *Computers & Industrial Engineering*, 174, 108769. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108769>
- Lahrichi, Y., Damand, D., Barth, M., & Mornay, S. (2023). A first attempt to enhance Demand-Driven Material Requirements Planning through reinforcement learning. *IFAC-PapersOnLine*, 56(2), 1797–1802. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.1892>
- Land, M. J., Thürer, M., Stevenson, M., Fredendall, L. D., & Scholten, K. (2021). Inventory diagnosis for flow improvement—A design science approach. *Journal of Operations Management*, 67(5), 560–587. <https://doi.org/10.1002/joom.1133>
- Landeghem, H. Van, & Cottyn, J. (2022). Extending Value Stream Mapping for Lean Production Planning and Control. *Management and Production Engineering Review*, 13, 75–82. <https://doi.org/10.24425/mper.2022.142384>
- Lorente-Leyva, L. L., Alemany, M. M. E., & Peluffo-Ordóñez, D. H. (2024). A conceptual framework for the operations planning of the textile supply chains: Insights for sustainable and smart planning in uncertain and dynamic contexts. *Computers and Industrial Engineering*, 187, 109824. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109824>
- Lorenzo-Espejo, A., Muñuzuri, J., Guadix, J., & Escudero-Santana, A. (2022). A Hybrid Metaheuristic for the Omnichannel Multiproduct Inventory Replenishment Problem. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(2), 476–492. <https://doi.org/10.3390/jtaer17020025>
- Malindzakova, M., Garaj, P., Trpčevská, J., & Malindzak, D. (2022). Setting MRP Parameters and Optimizing the Production Planning Process. *Processes*, 10(4), 690. <https://doi.org/10.3390/pr10040690>
- Mañay, L. O. R., Guaita-Pradas, I., & Marques-Perez, I. (2022). Measuring the Supply Chain Performance of the Floricultural Sector Using the SCOR Model and a Multicriteria Decision-Making Method. *Horticulturae*, 8(2), 168. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020168>
- Martin, G., Lauras, M., & Baptiste, P. (2023). Dynamical multi-parameter sizing of DDMRP buffers in finite capacity flow-shops. *Computers & Industrial Engineering*, 175, 108858. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108858>
- Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., Garcia, D., Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & Garcia, D. (2019). Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for decision-making with expert judgment. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(3), 348–360. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000300348>

- Muyulema-Allaica, J.-C., & Ruiz-Puente, C. (2022). FRAMEWORK PROPOSAL FOR THE DESIGN OF LEAN CIRCULAR PRODUCTION SYSTEMS BASED ON CASE STUDIES. *DYNA*, 97(5), 515–521. <https://doi.org/10.6036/10540>
- Paredes-Rodriguez, A. M., Ciro-Jaramillo, K. A., & Jaramillo-Ceballos, J. D. (2022). Simulación de una política de inventario basada en la metodología Demand Driven MRP desde un enfoque de redes de Petri. *Ingeniería*, 27(1), e18002. <https://doi.org/10.14483/23448393.18002>
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Schmacher, B. A. K. (2022). Milk Run Testing through Tecnomatix Plant Simulation Software. *International Journal of Simulation Modelling*, 21(1), 101–112. <https://doi.org/10.2507/ijssimm21-1-593>
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Trojan, J. (2023). Demand driven material requirements planning. Some methodical and practical comments. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 50–59. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129568>
- Reyes, J., Mula, J., & Diaz-Madroñero, M. (2024). Quantitative insights into the integrated push and pull production problem for lean supply chain planning 4.0. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2312205>
- Rivadainayra, O. C., Cueva, J. A. P., & Cárdenas, G. A. M. (2022). Revisión de la Literatura sobre Gestión de Inventario en la Industria Textil. *Qantu Yachay*, 2(1), 26–40. <https://doi.org/10.54942/QANTUYACHAY.V2I1.19>
- Rojas, F., Wanke, P., Leiva, V., Huerta, M., & Martin-Barreiro, C. (2022). Modeling Inventory Cost Savings and Supply Chain Success Factors: A Hybrid Robust Compromise Multi-Criteria Approach. *Mathematics*, 10(16), 2911. <https://doi.org/10.3390/math10162911>
- Romero-Martínez, L., Chincoya-Benítez, L. I., Flores-Camacho, G., González-Nativitas, K. G., & Caballero-Morales, S. O. (2022). Improvement of competitiveness through the application of analytic hierarchy process, game theory, decision trees and design of experiments tools. [Mejora en competitividad mediante la aplicación de herramientas de proceso de análisis jerárquico, teoría de juegos, árboles de decisión y diseño de experimentos]. *DYNA (Colombia)*, 89(220), 187–194. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V89N220.92289>
- Saha, C., Jana, D. K., & Duary, A. (2023). Enhancing production inventory management for imperfect items using fuzzy optimization strategies and Differential Evolution (DE) algorithms. *Franklin Open*, 5, 100051. <https://doi.org/10.1016/J.FRAOPE.2023.100051>
- Salah, A., Çağlar, D., & Zoubi, K. (2023). The Impact of Production and Operations Management Practices in Improving Organizational Performance: The Mediating Role of Supply Chain Integration. *Sustainability*, 15(20), 15140. <https://doi.org/10.3390/su152015140>
- Salazar, F., Martínez-García, M. S., de Castro, A., Chávez-Fuentes, C., Cazorla, M., Ureña-Aguirre, J. del P., & Altamirano, S. (2023). UAVs for Business Adoptions in Smart City

- Environments: Inventory Management System. *Electronics (Switzerland)*, 12(9), 2090. <https://doi.org/10.3390/electronics12092090>
- Silva, P. M., Gonçalves, J. N. C., Martins, T. M., Marques, L. C., Oliveira, M., Reis, M. I., Araújo, L., Correia, D., Telhada, J., Costa, L., & Fernandes, J. M. (2022). A hybrid bi-objective optimization approach for joint determination of safety stock and safety time buffers in multi-item single-stage industrial supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108095. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108095>
- Stewart, C. L., & Dewan, M. A. A. (2022). A Systemic Mapping Study of Business Intelligence Maturity Models for Higher Education Institutions. *Computers 2022*, Vol. 11, Page 153, 11(11), 153. <https://doi.org/10.3390/COMPUTERS11110153>
- Stranieri, F., Fadda, E., & Stella, F. (2024). Combining deep reinforcement learning and multi-stage stochastic programming to address the supply chain inventory management problem. *International Journal of Production Economics*, 268, 109099. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2023.109099>
- Thürer, M., Fernandes, N. O., & Stevenson, M. (2022). Production planning and control in multi-stage assembly systems: an assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by simulation. *International Journal of Production Research*, 60(3), 1036–1050. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1849847>
- Wang, L., Xiong, J., & Ruan, C. (2024). Research on product design of FAHP bone marrow aspiration needle. *Heliyon*, 10(5), e27389. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E27389>
- Xanthopoulos, A., & Kostavelis, I. (2024). Novel Simulation Optimization Approach for Supply Chain Coordination and Management. *Procedia Computer Science*, 232, 1646–1653. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.162>
- Xu, G., Guan, Z., Yue, L., & Mumtaz, J. (2023). An efficient production planning approach based demand driven MRP under resource constraints. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 14(3), 451–466. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2023.5.003>
- Zavala-Alcívar, A., Verdecho, M. J., & Alfaro-Saiz, J. J. (2023). Supply chain resilience: A conceptual evolution analysis. *Direccion y Organizacion*, 79, 5–17. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i79.633>
- Zhai, T., Wang, D., Zhang, Q., Saeidi, P., & Raj Mishra, A. (2023). Assessment of the agriculture supply chain risks for investments of agricultural small and medium-sized enterprises (SMEs) using the decision support model. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 36(2), 2126991. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2126991>