



Sistema de información para la gestión logística: Una revisión sistemática

Information system for logistics management: A systematic review

- Luis Adonis Chávez Cerna ¹
- Fernando Arturo Fernández Salvo ²
- Juan Pedro Santos Fernández ³
- José Alberto Gómez Ávila ⁴

Resumen

Entender las tendencias en el desarrollo de software de gestión logística es esencial para adaptar las herramientas tecnológicas a las necesidades emergentes del sector. Se plantearon cinco problemas de investigación: identificar los frameworks backend más usados en el incremento de sistemas de gestión logística por los últimos 5 años; determinar los frameworks frontend más comunes para construir interfaces de usuario en estos sistemas; conocer las bases de datos más empleadas en sistemas web de gestión logística; evaluar las técnicas de inteligencia artificial más utilizadas en el acrecentamiento de sistemas de información de logística; para reconocer los patrones de diseño de software más aplicados en estos sistemas. Tras la indagación completa en diversas bases de documentos, se obtuvieron 455 artículos en Scopus, 36 en Scielo, 385 en Science Direct, 63 en Google Scholar, 23 en IEE Explore y 40 en DOAJ. Aplicando criterios de exclusión, se seleccionaron 53 artículos para el análisis, utilizando la metodología PRISMA. Los resultados muestran que en frameworks backend, Spring es el más utilizado con un 40%, seguido por Express.js con un 20%, mientras que Django y Ruby han caído a un 0%. En frameworks frontend, React es el más destacado con un 45%, seguido por Bootstrap con un 25%, con Vue.js y Svelte mostrando incrementos menores. En bases de datos, MySQL es predominante con un 30%, seguido por PostgreSQL y MongoDB con un 20% y 15%, respectivamente. Las técnicas de inteligencia artificial más comunes son el aprendizaje supervisado (30%), redes neuronales (25%) y procesamiento de lenguaje natural (20%). En patrones de diseño de software, Singleton lidera con un 30%, Factory Method muestra una recuperación parcial al 15%, y Strategy ha disminuido al 10%.

Palabras clave: administración, backend, frameworks, frontend, web.

¹ Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Perú, luchavezc@unitru.edu.pe.

² Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Perú, ffernandezs@unitru.edu.pe.

³ Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Perú, jsantos@unitru.edu.pe.

⁴ Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Perú, jgomez@unitru.edu.pe.



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>)

Abstract

Understanding trends in the development of logistics management software is essential to adapt technological tools to the emerging needs of the sector. Five research problems were posed: identify the most used backend frameworks in the increase in logistics management systems over the last 5 years; determine the most common frontend frameworks to build user interfaces in these systems; know the databases most used in logistics management web systems; evaluate the most used artificial intelligence techniques in the development of logistics information systems; to recognize the software design patterns most applied in these systems. After the complete search in various document bases, 455 articles were obtained in Scopus, 36 in Scielo, 385 in Science Direct, 63 in Google Scholar, 23 in IEE Explore and 40 in DOAJ. Applying exclusion criteria, 53 articles were selected for analysis, using the PRISMA methodology. The results show that in backend frameworks, Spring is the most used with 40%, followed by Express.js with 20%, while Django and Ruby have fallen to 0%. In frontend frameworks, React is the most prominent at 45%, followed by Bootstrap at 25%, with Vue.js and Svelte showing smaller increases. In databases, MySQL is predominant with 30%, followed by PostgreSQL and MongoDB with 20% and 15%, respectively. The most common artificial intelligence techniques are supervised learning (30%), neural networks (25%) and natural language processing (20%). In software design patterns, Singleton leads with 30%, Factory Method shows a partial recovery to 15%, and Strategy has decreased to 10%.

Keywords: Administration, backend, frameworks, frontend, web.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, se ha visto un aumento de sistemas de gestión logística, la elección para frameworks, backend y frontend es fundamental para garantizar aplicaciones robustas y eficientes. Los frameworks backend son herramientas esenciales que, como menciona (Le & Fan, 2024), proporcionan la infraestructura necesaria para construir la lógica de servidor, gestionar bases de datos y asegurar la aplicación. Entre los más destacados según (Le & Fan, 2024) se encuentra Spring, un framework ampliamente utilizado en el ecosistema Java por su capacidad para manejar aplicaciones empresariales complejas con una arquitectura modular y flexible. Por otro lado, según lo expone (Wu & Chien, 2021), Express.js se destaca por su simplicidad y rendimiento en el desarrollo de aplicaciones basadas en Node.js, permitiendo crear servidores y APIs de manera rápida y efectiva. En consiguiente, en el ámbito del desarrollo frontend, los frameworks frontend son cruciales para diseñar interfaces de usuario interactivas y atractivas. Para (Chiurco, Elbasheer, Longo, Nicoletti, & Solina, 2023) menciona que react, desarrollado por Facebook, se ha transformado en uno de los frameworks más conocidos debido a su enfoque en la construcción de componentes reutilizables y su eficiente manejo del estado. De manera similar (Grillo, Alemany, & Caldwell, 2022) nos dice que angular, creado por Google, ofrece una solución integral para el desarrollo de aplicaciones web, proporcionando una estructura robusta y un conjunto completo de herramientas para gestionar aplicaciones complejas. Además (Samadhiya, Agrawal, Kumar, & Garza-Reyes, 2023) habla de Vue.js, aunque más reciente, ha ganado popularidad por su facilidad de integración y su enfoque en la simplicidad y flexibilidad, permitiendo a los desarrolladores crear aplicaciones interactivas con rapidez.

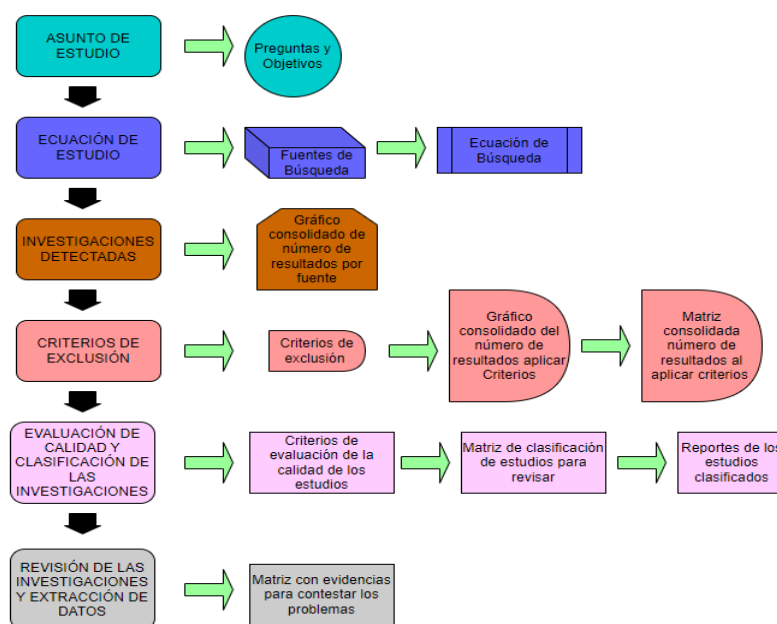
A continuación, la gestión de bases de datos es otra área crítica en el progreso de sistemas de gestión logística. Como se menciona (Woschank, y otros, 2022), las bases de datos relacionales, como MySQL y PostgreSQL, utilizan un modelo de datos estructurado en tablas, permitiendo consultas complejas y transacciones seguras. MySQL es conocido por su rendimiento en aplicaciones web, mientras que PostgreSQL distingue por su habilidad para gestionar datos complejos y por su compatibilidad con consultas avanzadas. En contraste (Bigliardi, Bottani, & Filippelli, 2022) nos dicen que las bases de datos NoSQL como MongoDB ofrecen flexibilidad en el almacenamiento y consulta de datos no estructurados y semi-estructurados, siendo ideales para aplicaciones que requieren una rápida escalabilidad y adaptación a datos cambiantes. Finalmente (Schierhorst, y otros, 2024) menciona que SQLite proporciona una solución

ligera y eficiente para aplicaciones con requisitos menos complejos, ofreciendo una base de datos integrada y fácil de usar.

Asimismo, las técnicas de inteligencia artificial desempeñan un papel crucial en la optimización de procesos en sistemas de gestión logística. Para (Mumali & Kałkowska, 2024) el aprendizaje supervisado permite entrenar modelos predictivos utilizando datos etiquetados para hacer predicciones sobre futuros eventos. Por otro lado (Klees & Evirgen, 2022), hablan acerca de las redes neuronales, inspiradas en la estructura del cerebro humano, son utilizadas para modelar y resolver problemas complejos mediante el aprendizaje a partir de grandes volúmenes de datos. Además (Kumar Singh, Mishra, Gupta, & Mukherjee, 2023) dicen que el procesamiento de lenguaje natural (NLP) facilita la interpretación y análisis de datos textuales, mejorando la comprensión y gestión de información no estructurada. Según sostiene (Zheng, Glock, & Grosse, 2022), el análisis predictivo utiliza datos históricos para anticipar tendencias y eventos futuros, optimizando la toma de decisiones y la planificación en logística. Para (Saad, Bahadori, Jafarnejad, & Putra, 2021) los tipos de diseño de software ofrecen soluciones estandarizadas a problemas recurrentes en la creación de software, el patrón Singleton asegura que solo haya una única instancia de una clase, ofreciendo un acceso global a dicha instancia, lo que resulta ventajoso para la gestión de recursos compartidos. Por otro lado (Kumar, Kr Singh, Mishra, & Fosso Wamba, 2022) mencionan que el Factory Method permite la creación de objetos sin necesidad de especificar la clase concreta, ofreciendo flexibilidad en la construcción de objetos. Además, como sostiene (Mordaschew, Duckwitz, & Tackenberg, 2024), el tipo Observer es empleado para notificar a otros objetos sobre cambios en el estado de un objeto observado, facilitando la gestión de eventos y actualizaciones. Finalmente, según lo indica (Liu, Barenji, Li, Montreuil, & Huang, 2021), el Strategy permite encapsular algoritmos y hacerlos intercambiables, proporcionando flexibilidad en el procesamiento de datos.

2. METODOLOGÍA

Este estudio se realizó empleando el método de revisión sistemática de la literatura (RSL), una técnica que permite examinar extensamente numerosos estudios científicos sobre un tema específico, a través de una investigación exhaustiva en distintas bases de datos reconocidas. El proceso de esta metodología abarcó los pasos detallados en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de flujo de la metodología RSL

Fuente: elaboración propia.

2.1. Formulación de las preguntas de investigación

La presente investigación tiene como objetivo dar respuestas a las siguientes preguntas.

Tabla 1. Preguntas planteadas

Preguntas de Investigación	Motivación
RQ1: ¿Cuáles vienen siendo los frameworks backend muy usados en el desarrollo de sistemas de gestión logística en los últimos 5 años?	Conocer los frameworks backend más utilizados ayuda a identificar las herramientas más efectivas para el aumento de sistemas de gestión logística.
RQ2: ¿Cuáles frameworks frontend más usados en aumento de sistemas de gestión logística por los últimos 5 años?	Identificar los frameworks frontend más comunes proporciona una visión de las tecnologías más efectivas para construir interfaces de usuario en sistemas de gestión logística.
RQ3: ¿Cuáles son las bases de datos más usadas en los sistemas web de gestión logística?	Saber qué bases de datos son las más utilizadas ayuda a elegir las soluciones más adecuadas para el almacenamiento y gestión de datos en sistemas web de logística.
RQ4: ¿En dicho incremento de sistemas de información de logística, ¿cuáles fueron las técnicas de inteligencia artificial más usadas en los últimos 5 años?	Determinar las técnicas de inteligencia artificial más empleadas ofrece una perspectiva sobre las herramientas más innovadoras para mejorar la eficiencia en sistemas de información de logística.
RQ5: ¿Cuáles son los tipos de esbozo de software más aplicados en el desarrollo de sistemas de gestión logística en los últimos 5 años?	Conocer los tipos de diseño más aplicados ayuda a entender las prácticas más efectivas para el desarrollo y la arquitectura de sistemas de gestión logística.

Fuente: elaboración propia

2.2. Fuentes de búsqueda

Se eligieron 6 catálogos de directorios de datos de mayor relevancia en la actualidad para el proceso de búsqueda, las cuales se enumeran a continuación:

- Science Direct
- IEE Explore
- Google Scholar
- DOAJ
- Scopus
- Scielo

2.3. Ecuaciones de búsqueda

Para reflejar con la mayor precisión posible el tema de investigación y localizar los estudios más relevantes, se crearon ecuaciones de búsqueda utilizando palabras clave como “system”, “technology”, “administration”, “software”. A continuación, se presentan las ecuaciones mencionadas.

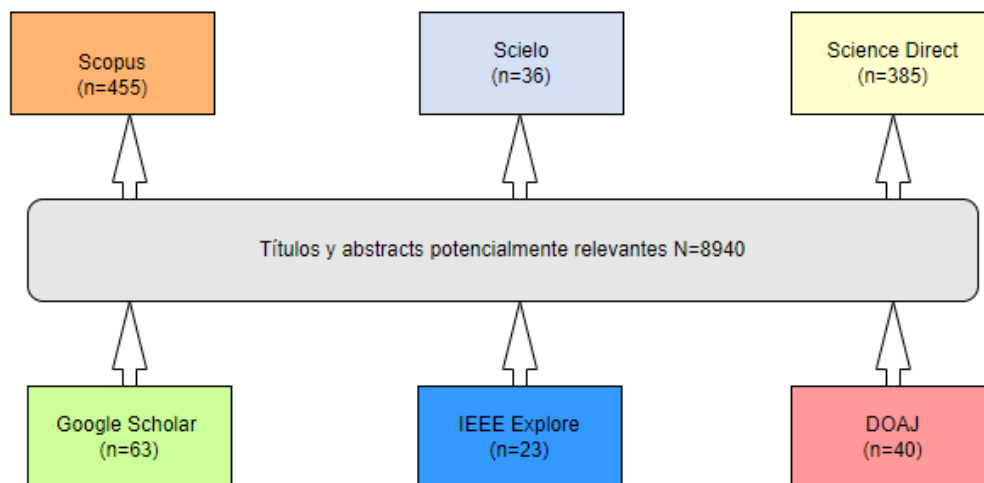
Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda por fuentes de directorios

Directorios	Fórmula de búsqueda
Scopus	("management") AND ("logistics" OR "administration") AND ("system") AND ("web" AND "information") AND ("software")
Scielo	("management") AND ("system" and "web") and "information" and "software"
Science Direct	"logistics system" and "web" and "information" and "management" and "framework" and "machine" and "learning"
IEEE Explore	("All Metadata": "logistics system") AND ("All Metadata": "web") AND ("All Metadata": "management")
Google Scholar	"logistics system" and "web" and "management" and "information" and "artificial intelligence" and "frameworks" and "backend"
DOAJ	"logistics system" and "web" and "management" and "software" and "artificial intelligence" and "backend" and "fronted"

Fuente: elaboración propia

2.4. Consolidado de número de resultados por fuente

Se encontraron exactamente 1.002 artículos en los 6 motores de búsqueda bibliográfica. Sin embargo, debido a la imposibilidad de abordar toda esa cantidad en el estudio, se establecieron criterios de exclusión que se detallarán en el siguiente paso.

Figura 2. Artículos encontrados por bases de datos de revistas

Fuente: elaboración propia.

2.5. Criterios de exclusión

Como se mencionó anteriormente, los artículos fueron filtrados según ciertos criterios que se consideraron esenciales para el avance de la investigación, con el propósito de disminuir el volumen de documentos a evaluar. Entre los criterios de exclusión se encuentran:

Tabla 3. Criterios de exclusión

Criterios de exclusión	Descripción
CE1	Los artículos abarcan una vetustez no mayor a 5 años.
CE2	Los artículos no están redactados en idioma inglés o español.
CE3	Los artículos no tienen indicadores cuantitativos.
CE4	Los artículos difieren perteneciendo al área de ciencias de la computación.
CE5	Los artículos no responden al menos a una de las preguntas de investigación.
CE6	Los artículos no han sido citados por otros autores.

Fuente: elaboración propia

2.6. Consolidado del número de resultados al aplicar criterios

Aplicando los 6 criterios en la tabla 4 de exclusión planteados en el paso previo, se obtuvo como resultado un total de 53 artículos, que serán nuestro material bibliográfico de investigación.

Tabla 4. Tabla unificada que muestra la cantidad de resultados obtenidos tras la aplicación de criterios

Fuente	Cadena de búsqueda	Nº base	1, 2 y 3	Excluidos	4,5 y 6	Excluidos
Scopus	("management") AND ("logistics" OR "administration") AND("system") AND ("web" AND "information") AND("software")	455	114	341	14	100
Scielo	("management") AND ("system" and "web") and "information" and "software"	36	12	22	2	10
Science Direct	"logistics system" and "web" and "information" and "management" and "framework" and "machine" and "learning"	385	130	222	24	106
IEEE Explore	("All Metadata": "logistics system") AND ("All Metadata": "web") AND ("All Metadata": "management")	23	14	12	6	8
Google Scholar	"logistics system" and "web" and "management" and "information" and "artificial intelligence" and "frameworks" and "backend"	63	23	40	3	20
DOAJ	"logistics system" and "web" and "management" and "software" and "artificial intelligence" and "backend" and "fronted"	40	16	24	4	12
Total		1002	311	661	53	256

Fuente: elaboración propia

2.7. Matriz de clasificación de estudios para revisar

En esta sección de la tabla 5 se listan los estudios que se emplearán para responder a las preguntas planteadas previamente, junto con una descripción del título, el año, el tipo de estudio y los autores.

Tabla 5. Matriz de clasificación de estudios a revisar

Nº	Título del artículo/Autor(es)	Año	Tipo de estudio	Autor/es
[1]	Literature Review and Conceptual Framework on Digital Twins for Logistics and Supply Chain Management: Research Potential and Practical Challenges (Le & Fan, 2024)	2024	Investigación documental	Tho V. Le Ruoling Fan
[2]	Managing Quality Risks with AI in Omnichannel Operations: Variations in O2O Food Services (Wu & Chien, 2021).	2021	Investigación de campo	Pei-Ju Wu Chun-Lin Chien
[3]	Data Modeling and Machine Learning for Enhancing Intelligent Digital Twins in Adaptive Production Control (Chiurco, Elbasheer, Longo, Nicoletti, & Solina, 2023).	2023	Investigación documental	Alessandro Chiurco Mohaiad Elbasheer Vittorio Solina
[4]	Resource Allocation Challenges in Industry 4.0: A Framework for Reference (Grillo, Alemany, & Caldwell, 2022).	2022	Investigación documental	H. Grillo M. M. E. Alemany E. Caldwell
[5]	Transforming the Logistics Sector through the Physical Internet Paradigm: A Comprehensive Literature Review and Future Research Directions (Samadhiya, Agrawal, Kumar, & Garza-Reyes, 2023).	2023	Investigación documental	Ashutosh Samadhiya Rajat Agrawal Jose Arturo Garza-Reyes
[6]	Integrating Smart Technologies in Industrial Logistics for Manufacturing Enterprises (Woschank, y otros, 2022).	2022	Investigación documental	Manuel Woschank Daniel Steinwiedder Helmut Zsifkovits
[7]	Analyzing IoT Applications in the Food Sector through Keyword Analysis (Bigliardi, Bottani, & Filippelli, 2022).	2022	Investigación de campo	Barbara Bigliardi Eleonora Bottani Serena Filippelli
[8]	The Impact of Hybrid Intelligence on Human Work in Production Systems: Insights from Four Case Studies (Schierhorst, y otros, 2024).	2024	Investigación de campo	Nikolas J. Schierhorst Laura Johnen Verena Nitsch
[9]	Support for Manufacturing Process Selection Using Neural Networks, Fuzzy Logic, and Genetic Algorithms: Current Trends and Future Directions (Mumali & Kałkowska, 2024).	2024	Investigación documental	Fredrick Mumali Joanna Kałkowska
[10]	Creating a Smart Database for Predictive Maintenance in Existing Manufacturing Systems (Klees & Evirgen, 2022).	2022	Investigación documental	Marina Klees Safa Evirgen
[11]	Blockchain applications for secured and resilient supply chains: A systematic literature review and future research agenda (Kumar Singh, Mishra, Gupta, & Mukherjee, 2023).	2023	Investigación documental	Rajesh Kumar Singh Ruchi Mishra Archana A. Mukherjee

[12]	Opportunities for using eye tracking technology in manufacturing and logistics: Systematic literature review and research agenda (Zheng, Glock, & Grosse, 2022).	2022	Investigación documental	Ting Zheng Christoph H. Glock Eric H. Grosse
[13]	Smart Production Planning and Control Technology Readiness Assessment (Saad, Bahadori, Jafarnejad, & Putra, 2021).	2021	Investigación documental	Sameh M Saad Ramin Bahadori Muhamad F Putra
[14]	Applications of the internet of things for optimizing warehousing and logistics operations: A systematic literature review and future research directions (Kumar, Kr Singh, Mishra, & Fosso Wamba, 2022).	2022	Investigación documental	Devinder Kumar Rajesh Kr Singh Samuel Fosso Wamba
[15]	A Human Digital Twin of Disabled Workers for Production Planning (Mordaschew, Duckwitz, & Tackenberg, 2024).	2024	Investigación documental	Viktoria Mordaschew Sönke Duckwitz Sven Tackenberg
[16]	Blockchain-based smart tracking and tracing platform for drug supply chain (Liu, Barenji, Li, Montreuil, & Huang, 2021).	2021	Investigación documental	Xinlai Liu Ali Vatankhah Barenji George Q. Huang
[17]	Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis (Longo, Padovano, Gazzaneo, Frangella, & Diaz, Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis, 2021).	2021	Investigación documental	Francesco Longo Antonio Padovano Rafael Diaz
[18]	Exploring the Role of Industry 4.0 and Simulation as a Solution to the COVID-19 Outbreak: a Literature Review (Mirabelli, y otros, 2023).	2023	Investigación documental	Giovanni Mirabelli Letizia Nicoletti Antonio Nervoso
[19]	Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review (de Paula Ferreira, Armellini, & De Santa-Eulalia, 2020).	2020	Investigación documental	William de Paula Ferreira Fabiano Armellini Luis Antonio De Santa-Eulalia
[20]	Dynamic adaption in cyber-physical production systems based on ontologies (Bitsch, Senjic, & Askin, 2022).	2022	Investigación documental	Günter Bitsch Pascal Senjic Jeremy Askin
[21]	Open-source discrete-event simulation software for applications in production and logistics: An alternative to commercial tools? (Lang, Reggelin, Müller, & Nahhas, 2021)	2021	Investigación documental	Sebastian Lang Tobias Reggelin Abdulrahman Nahhas
[22]	Digital twin for human-robot collaboration enhancement in manufacturing systems: Literature review and direction for future developments (Baratta, Cimino, Longo, & Nicoletti, 2024).	2024	Investigación documental	Alessio Baratta Antonio Cimino Letizia Nicoletti

[23]	Visual computing technologies to support the Operator 4.0 (Segura, y otros, 2020).	2020	Investigación documental	Álvaro Segura Helen V. Diez Ramón Ugarte
[24]	The opportunities and challenges of digitalization for SME's (Telukdarie, Dube, Matjuta, & Philbin, 2023).	2023	Investigación documental	Arnesh Telukdarie Thabile Dube Simon Philbin
[25]	Design and Implementation of Network Monitoring System for Campus Infrastructure Using Software Agents (Espinell Villalobos, Ardila Triana, Zarate Ceballos, & Ortiz Triviño, 2021).	2022	Investigación documental	Espinell-Villalobos, Rodrigo I. ; Ardila-Triana, Erick ; Zarate-Ceballos, Henry ; Ortiz-Triviño, Jorge E.
[26]	Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara (Perez-Garcia, Pérez-Atray, Hernández-Santana, Gustabello-Cogle, & Becerra-De Armas, 2019).	2019	Investigación de campo	Perez-Garcia, Carlos A. ; Pérez-Atray, Jorge Javier ; Hernández-Santana, Luis ; Gustabello-Cogle, Robby ; Becerra-de Armas, Everaldo .
[27]	Development of an information and logistics system "InfLog-CredSys" for managing big data in the yii framework for use in a credit training system (Aliqulov & Yadgarov, 2019).	2019	Investigación documental	A. X. Aliqulov;T. G. Yadgarov
[28]	Physical Internet Characterization (Fergani, El Idrissi, Hajjaj, & Marcotte, 2019).	2019	Investigación documental	C. Fergani;A. El Bouzekri El Idrissi;A. Hajjaj;S. Marcotte
[29]	Decarbonizing Industrial Logistics (Miklautsch & Woschank, 2022).	2022	Investigación documental	Philipp Miklautsch;Manuel Woschank
[30]	Production modeling towards sustainable hyperconnected logistics (Fergani, Bouzekri El Idrissi, Hajjaj, & Marcotte, 2020).	2020	Investigación documental	C. Fergani;A. El Bouzekri El Idrissi;A. Hajjaj;S. Marcotte
[31]	MIRES: Intrusion Recovery for Applications Based on Backend-As-a-Service (Vaz, Matos, Pardal, & Correia, 2023).	2023	Investigación documental	Diogo Vaz;David R. Matos;Miguel L. Pardal;Miguel Correia
[32]	Internet-of-Things Enabled Automation of E-Logistic Framework for Healthcare Sector in Smart Cities (Sharma, Tripathi, & Sinha, 2023).	2023	Investigación documental	Sachin Sharma;Saurav Kumar Tripathi;Shaurya Sinha
[33]	Smart master production schedule for the supply chain: a conceptual framework (Serrano-Ruiz, Mula, & Poler, 2021).	2021	Investigación documental	JC Serrano-Ruiz, J Mula, R Poler
[34]	Industrial internet of things: Applications and challenges (Singh, 2022).	2022	Investigación documental	B Singh
[35]	RFID applications and security review (Munoz-Ausecha, Ruiz-Rosero, & Ramirez-Gonzalez, 2021).	2021	Investigación documental	C Munoz-Ausecha, J Ruiz-Rosero
[36]	Visual comparative analysis of green logistics research at home and abroad based on knowledge map (Liu & Guo, 2020).	2020	Investigación documental	Ziyu LIU, Pengtao GUO

[37]	Research on Automated Warehouse Scheduling System Based on Double Label and Sorting Algorithm (Xiao, Yun-chao, Jian, Shan, & Jiao, 2020).	2020	Investigación documental	Xiao Yang, Yun-chao Man, Jian Xu, Shan Bai, Jiao Liang
[38]	Actual problems for logistics management and strategies of supply chain in Georgia (Tsetskhladze, Makharadze, Chkhaidze, Jabnidze, & Baratashvili, 2021).	2021	Investigación de campo	Tsetskhladze Leila, Makharadze Nanuli, Chkhaidze Irma, Jabnidze Nato, Baratashvili Nazi
[39]	Multicriterial Evaluation of the Transport and Logistic System of the Moscow Region (Demin & Terentyev, 2021).	2021	Investigación de campo	Demin Vasily, Terentyev Alexey
[40]	Systematic Review of Web-Based Decision Support Systems for Clinical Applications: Enhancing Ontology with Unified Modeling Language and Ontology Web Language (Ahmed & Layeb, 2024).	2024	Investigación documental	Ahmed, A.S., Layeb, S.B.
[41]	User-Centered Design and Implementation of an Interoperable FHIR Application for Pediatric Pneumonia Prognostication in a Randomized Trial (Turer, y otros, 2024).	2023	Investigación documental	Turer, R.W., Gradwohl, S., Stassun, J., ... Williams, D., Weitkamp, A.O.
[42]	Designing a shared freight service intelligence platform for transport stakeholders using mobile telematics (Heinbach, Meier, & Thomas, 2022).	2022	Investigación documental	Heinbach, C., Meier, P., Thomas, O.
[43]	Metabolovigilance: Associating Drug Metabolites with Adverse Drug Reactions (Tan & Reed, 2022).	2022	Investigación documental	Tan, H., Reed, S.M.
[44]	A Methodology for Analyzing Uptake of Software Technologies among Developers (Ma, Mockus, Zaretski, Bradley, & Bichescu, 2022).	2022	Investigación documental	Ma, Y., Mockus, A., Zaretski, R., Bradley, R., Bichescu, B.
[45]	Design Of A Web System To Optimize The Logistics And Costing Processes Of A Chocolate Manufacturing Company (Arias-Marreros, Nalvarte-Dionisio, & Andrade-Arenas, 2021).	2021	Investigación documental	Arias-Marreros, R., Nalvarte-Dionisio, K., Andrade-Arenas, L.
[46]	Development of an Internet-of-Healthcare System Using Blockchain.	2021	Investigación documental	Yongjoh, S., So-In, C., Kompunt, P., Muneesawang, P., Morien, R.I.
[47]	Software engineering-based fault tolerance model for information system in plants shopping center.	2020	Investigación documental	Nasir, S., Croock, M., Al-Qaraawi, S.
[48]	Hybrid PSO and ALNS algorithm for software and mobile application for transportation in ice manufacturing industry 3.5.	2020	Investigación documental	Pitakaso, R., Sethanan, K., Jamrus, T.

[49]	Web-based decision support system tools: The Soil and Water Assessment Tool Online visualization and analyses (SWATOnline) and NASA earth observation data downloading and reformatting tool (NASAaccess).	2019	Investigación documental	McDonald, S., Mohammed, I.N., Bolten, J.D., ... Srinivasan, R., Lakshmi, V.
[50]	Implementing secure applications in smart city clouds using microservices.	2019	Investigación documental	Krämer, M., Frese, S., Kuijper, A.
[51]	The design of the structure of the software system for processing text document corpus.	2019	Investigación documental	Barakhnin, V.B., Kozhemyakina, O.Yu., Mukhamediev, R.I., Borzilova, Y.S., Yakunin, K.O.
[52]	A multi-layered security model for learning management system.	2019	Investigación documental	Khan, M., Naz, T., Hamad Medani, M.A.
[53]	IoT based home area network smart meter system design using ARM 7.	2019	Investigación documental	Sathish Kumar, P., Bachu, S.

Fuente: elaboración propia

Después de revisar los 53 artículos, evaluamos si estos cumplían con el criterio principal en la tabla 6 que responde a nuestras preguntas de investigación. Esta información se organizó en una tabla para facilitar el acceso y la revisión en el último paso.

Tabla 6. Matriz con evidencia para contestar los problemas

Preguntas/ Artículos	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
1	6		1,4	6	
2			2		1
3			2,3		
4	7,9	8			
5		12		1, 3	
6		2,3			3
7	2,3				
8	3,8	4,5			
9		8	5		
10		2,3,5			
11	10,11	4,18	17		
12		2,4, 12		5	
13		2,3,7			2
14		2,4,6			
15		2,5	8		
16	7		6,9		
17	5,9,11	8	19		
18	4,5,6,7	4,7			
19			11,12		
20	2,3	2			
21	5,7		14		
22	7,11				
23	1,2,3		2,3,5,1 0		1
24	2		5		
25	3,4,7,8.9 ,11				
26		8,9,11			

27		2,5,6		
28	1,13		2,3,7,8, 9,12	
29	5,7,10			
30	2,3,5			
31	3,5,7			
32	2,4,7		3	
33	2			3
34	2,5			
35	1,5,6,11			
36		1,3,4		
37		1,3,6,7,8		
38		3		
39		1,2,3		
40		5,6		
41		1,2,3		
42		3		3
43		1,2		
44	6		1,2,6 2,8	
45			2,3	
46				
47	7,9	8		4
48		12		
49		2,3		3
50	2,3			
51	3,8	4,5		
52		8	5	
53		2,3,5		

Fuente: elaboración propia

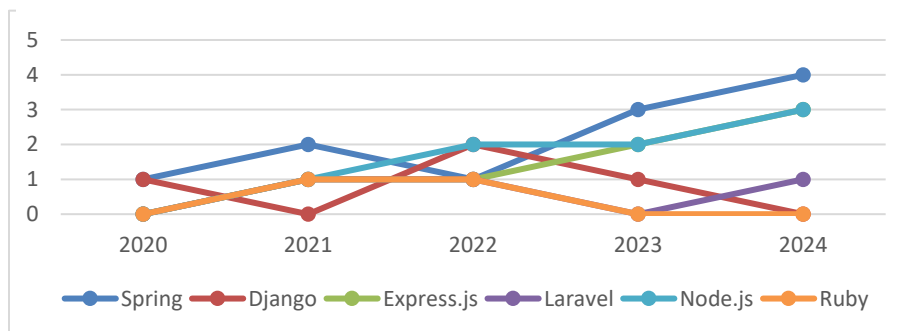
3. RESULTADOS

Los Tras analizar en detalle los 53 artículos previamente seleccionados, estamos en posición de abordar las preguntas formuladas en el punto A.

RQ1: ¿Cuáles vienen siendo los frameworks backend muy usados en el desarrollo de sistemas de gestión logística en los últimos 5 años?

En los últimos 5 años para el desarrollo de sistemas de información logística se han implementado diversos frameworks backend que mejoran la eficiencia de un sistema de logística

Figura 1. Frameworks backend más usados en los últimos 5 años



Fuente: elaboración propia

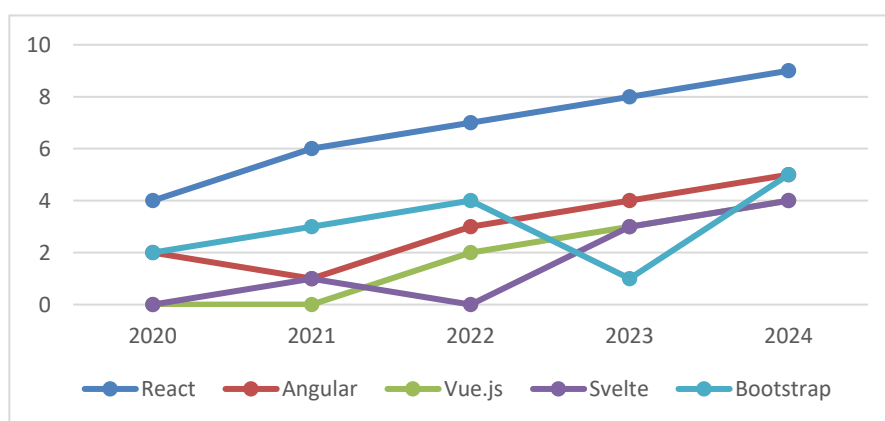
Una de las tendencias más notables en el desarrollo de sistemas de gestión logística es el uso de frameworks backend, que han demostrado una evolución significativa en su popularidad y aplicación. Tal como lo afirma (Wu & Chien, 2021), Spring se ha mantenido como una opción predominante debido a su robustez y capacidad para manejar aplicaciones complejas de manera eficiente. Además de Spring, Express.js ha mostrado un notable crecimiento en su uso, reflejando su adaptabilidad y eficacia en el desarrollo de aplicaciones rápidas y escalables. Además, como lo señalan (Klees & Evirgen, 2022), este marco ha ganado aceptación por su flexibilidad y rendimiento. Por otro lado, Django ha tenido una presencia fluctuante, con un aumento notable en ciertos períodos, pero con variaciones en su uso a lo largo del tiempo. Como indican (Longo, Padovano, Gazzaneo, Frangella, & Diaz, Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis, 2021) aunque ha sido una opción popular en algunos contextos, su relevancia ha cambiado según las necesidades del mercado. Laravel ha mostrado una adopción variable, con un uso que ha aumentado en algunos momentos, pero ha disminuido en otros. Según lo observa (Bitsch, Senjic, & Askin, 2022) esto sugiere que, aunque ha sido utilizado en ciertos proyectos, su relevancia ha sido menos estable en comparación con otros frameworks.

En cuanto a Node.js, tal como lo explica (Tan & Reed, 2022), su uso ha crecido, reflejando su capacidad para manejar aplicaciones en tiempo real. Su popularidad ha aumentado debido a su eficacia en el desarrollo de sistemas logísticos y su habilidad para gestionar aplicaciones dinámicas. Finalmente, como menciona (Fergani, El Idrissi, Hajjaj, & Marcotte, 2019) Ruby ha mostrado un uso limitado en el adelanto de sistemas de gestión logística. A pesar de su presencia en algunos proyectos, su relevancia ha disminuido en comparación con otros frameworks. En este contexto Spring y Express.js han sido los frameworks backend más destacados en el desarrollo de sistemas de gestión logística. Mientras tanto, frameworks como Django, Laravel, Node.js, y Ruby han mostrado variaciones en su uso, adaptándose a las necesidades cambiantes del sector.

RQ2: ¿Cuáles frameworks frontend más usados en aumento de sistemas de gestión logística por los últimos 5 años?

En la figura 4 se muestra la evolución de los frameworks más usados en los últimos 5 años encontrados en los artículos seleccionados.

Figura 2. Frameworks frontend más usados en los últimos 5 años



Fuente: elaboración propia

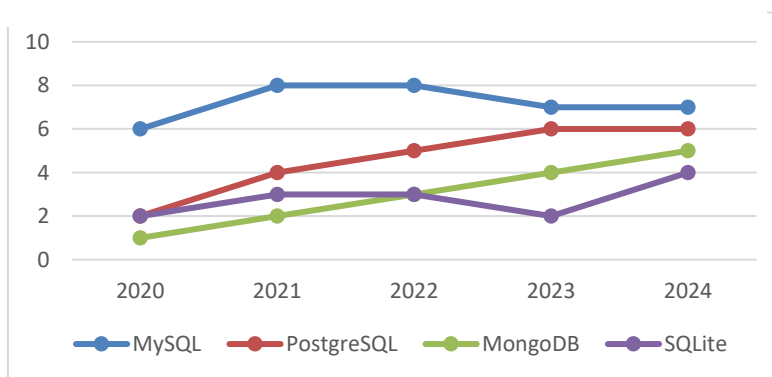
En el análisis de los frameworks frontend utilizados en el acrecentamiento de sistemas de gestión logística por los últimos cinco años, se observa una clara evolución en sus preferencias. React ha sido el framework

frontend más destacado durante este período. Su uso ha mostrado un crecimiento continuo, comenzando con una base de 4 menciones en 2020 y alcanzando 9 menciones en 2024. Este aumento como lo señala (Segura, y otros, 2020) refleja su creciente popularidad y su capacidad para adaptarse a las necesidades cambiantes de los sistemas de gestión logística. Angular, aunque menos utilizado que React, ha mantenido una presencia constante. Su uso indica (de Paula Ferreira, Armellini, & De Santa-Eulalia, 2020) pasó de 2 menciones en 2020 a 5 en 2024, evidenciando una tendencia positiva en su adopción. Vue.js ha mostrado un incremento significativo en su uso, aunque su adopción comenzó a partir de 2022. Según lo afirma (Mordaschew, Duckwitz, & Tackenberg, 2024) empezó con 0 menciones en 2020 y subió a 4 menciones en 2024, lo que indica un creciente interés en sus características y facilidad de integración. Svelte ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años. Como se menciona en (Serrano-Ruiz, Mula, & Poler, 2021) su uso se mantuvo bajo hasta 2022, pero aumentó a 4 menciones en 2024, mostrando una creciente aceptación en el desarrollo de sistemas logísticos. Bootstrap ha tenido un uso variable, con una disminución en 2023 pero un aumento significativo en 2024. Tal como lo explica (Heinbach, Meier, & Thomas, 2022) su popularidad se mantuvo en 2 menciones en 2020 y creció a 5 en 2024, indicando una recuperación y un renovado interés en sus capacidades de diseño e interfaz. Estos datos proporcionan una visión detallada de las tendencias en el uso de frameworks frontend en el desarrollo de sistemas de gestión logística, destacando cómo la popularidad de cada herramienta ha evolucionado desde 2020 hasta 2024.

RQ3: ¿Cuáles son las bases de datos más usadas en los sistemas web de gestión logística?

En la figura 5 se examina el récord de base de datos más usados en los últimos 5 años de los artículos seleccionados.

Figura 3. Bases de datos más usadas en los últimos 5 años



fuentes: elaboración propia

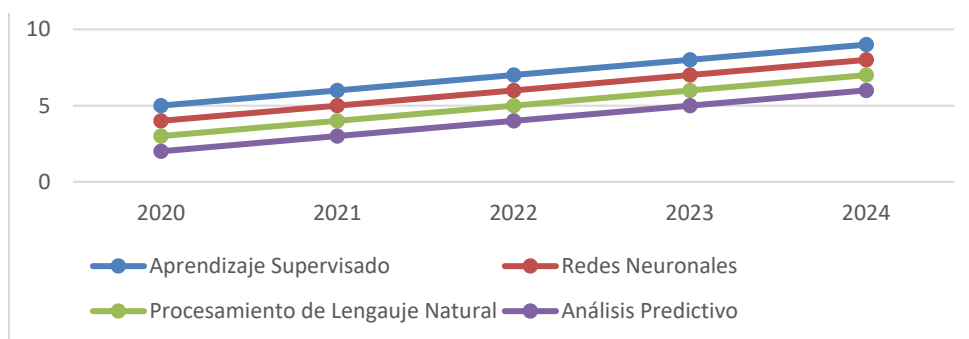
En los últimos cinco años, diversas bases de datos han demostrado ser fundamentales en el desarrollo de sistemas web de gestión logística. Como se menciona en (Aliqulov & Yadgarov, 2019) MySQL ha sido una de las bases de datos más utilizadas, destacándose especialmente desde 2020 hasta 2022, con una ligera disminución en 2023 y 2024. Por otro lado, Según lo destaca (Saad, Bahadori, Jafarnejad, & Putra, 2021), PostgreSQL ha mostrado un crecimiento constante en popularidad, especialmente a partir de 2021, consolidándose como una opción robusta para el manejo de datos complejos. Como se afirma en (Munoz-Ausecha, Ruiz-Rosero, & Ramirez-Gonzalez, 2021), MongoDB, como una base de datos NoSQL, ha ganado relevancia a medida que los sistemas han empezado a manejar datos no estructurados y semi-estructurados, observando un aumento en su uso desde 2022. Finalmente, como lo indica (Heinbach, Meier, & Thomas, 2022), SQLite ha mantenido una presencia estable a lo largo de los años, siendo particularmente útil para aplicaciones más ligeras y de menor escala en los últimos años. Estos datos reflejan cómo las

preferencias en bases de datos han evolucionado y se han adaptado a las necesidades cambiantes en la gestión logística.

RQ4: ¿En dicho incremento de sistemas de información de logística, ¿cuáles fueron las técnicas de inteligencia artificial más usadas en los últimos 5 años?

En la figura 6 se muestra las técnicas de inteligencia artificial más usadas

Figura 4. Técnicas de inteligencia artificial más usadas en los últimos 5 años

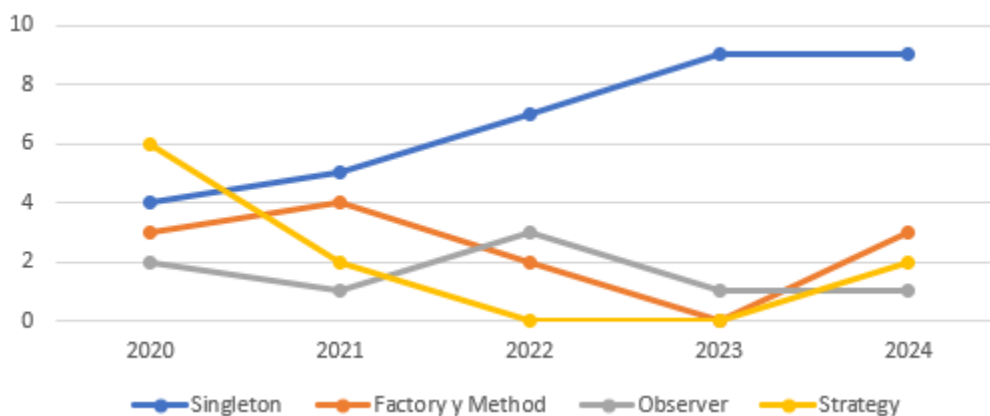


Fuente elaboración propia

En el desarrollo de sistemas de información de logística en los últimos cinco años, se han utilizado diversas técnicas de inteligencia artificial para optimizar procesos y mejorar la eficiencia. El aprendizaje supervisado ha sido una de las técnicas más destacadas, mostrando un crecimiento constante en su aplicación desde 2020 hasta 2024. Como se indica en (Baratta, Cimino, Longo, & Nicoletti, 2024) esta técnica ha sido esencial para entrenar modelos predictivos y de clasificación en sistemas logísticos. Según (Longo, Padovano, Gazzaneo, Frangella, & Diaz, Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis, 2021), las redes neuronales también han ganado popularidad, principalmente desde 2021, debido a su capacidad para modelar relaciones complejas y realizar predicciones precisas, lo que ha sido crucial en el análisis de grandes volúmenes de datos. Lo menciona (Miklautsch & Woschank, 2022), que el procesamiento de lenguaje natural (NLP) ha sido otra técnica importante, especialmente en la interpretación y gestión de datos textuales dentro de los sistemas de logística, evidenciando un aumento en su uso a lo largo de los años. Finalmente lo afirma (Arias-Marreros, Nalvarte-Dionisio, & Andrade-Arenas, 2021), el análisis predictivo ha demostrado ser valioso para anticipar demandas, optimizar inventarios y mejorar la toma de decisiones en la gestión logística, mostrando un crecimiento en su uso desde 2022. Estas técnicas reflejan la evolución y el avance en la integración de inteligencia artificial en la logística, proporcionando herramientas avanzadas para mejorar la eficiencia y la efectividad de los sistemas de información.

RQ5: ¿Cuáles son los tipos de esbozo de software más aplicados en el desarrollo de sistemas de gestión logística en los últimos 5 años?

Figura 5. Tipos de diseño de software más usados en los últimos 5 años



En la realización de sistemas de administración logística, la implementación de tipos de diseño de software ha evolucionado significativamente en los últimos cinco años. El tipo Singleton se ha mantenido como uno de los más aplicados, salvaguardando que solo exista una demanda de una clase y dando como producto un punto de entrada mundial a ella. Lo sostiene (Saad, Bahadori, Jafarnejad, & Putra, 2021) que su uso ha aumentado notablemente desde 2020, alcanzando su mayor aplicación en 2024, lo que refleja su importancia en la gestión de recursos compartidos y configuración global en sistemas logísticos. El tipo Factory Method ha experimentado variaciones en su uso durante estos años. Aunque fue bastante aplicado en 2020 y 2021, su uso se redujo drásticamente en 2022 y 2023, mostrando una recuperación modesta en 2024. Este tipo es crucial según lo afirma (Baratta, Cimino, Longo, & Nicoletti, 2024) para la creación de objetos sin especificar la clase exacta, proporcionando flexibilidad en el diseño de sistemas. El tipo Observer, que permite a un objeto notificar a otros sobre cambios en su estado, ha visto un uso más limitado y fluctuante. Su aplicación fue notable en 2020 pero ha disminuido en los años siguientes, con un uso mínimo en 2023 y 2024. Tal como se indica en (Vaz, Matos, Pardal, & Correia, 2023) que, a pesar de su menor frecuencia de uso, sigue siendo valioso para la gestión de eventos y actualizaciones en tiempo real dentro de los sistemas de logística. El tipo Strategy ha mostrado un uso irregular. Aunque fue muy utilizado en 2020, su aplicación disminuyó significativamente en los años siguientes, con una ligera recuperación en 2024. Este tipo se menciona en (Arias-Marreros, Nalvarte-Dionisio, & Andrade-Arenas, 2021) mostrando que es importante para definir y encapsular una familia de algoritmos, permitiendo intercambiabilidad y flexibilidad en el procesamiento de datos. Estos patrones de diseño continúan desempeñando un papel esencial en la estructuración y mantenimiento de sistemas de gestión logística, cada uno aportando sus propias ventajas para mejorar la eficiencia y adaptabilidad de las soluciones desarrolladas.

4. DISCUSIÓN

El análisis de los 53 artículos seleccionados para esta revisión revela valiosos insights sobre las tendencias en el desarrollo de sistemas de gestión logística en los últimos cinco años. A continuación, se discuten los resultados obtenidos en respuesta a las preguntas de investigación.

En el ámbito de los frameworks backend utilizados en sistemas de gestión logística, se observó que Spring sigue siendo la opción predominante, destacándose por su robustez y capacidad para manejar aplicaciones

complejas de manera eficiente. Este hallazgo coincide con lo afirmado en (Wu & Chien, 2021), que destaca la persistente popularidad de Spring debido a su arquitectura modular y su sólida integración con otros componentes del ecosistema Java. Por otro lado, Express.js ha mostrado un notable crecimiento, reflejando su flexibilidad y rendimiento en el desarrollo de aplicaciones rápidas y escalables, lo cual es consistente con los resultados de (Klees & Evirgen, 2022), que reportan una creciente adopción de Express.js por su simplicidad y eficiencia.

En contraste, Django ha mostrado una presencia fluctuante, con variaciones en su uso a lo largo del tiempo. Este comportamiento se alinea con la investigación de (Longo, Padovano, Gazzaneo, Frangella, & Diaz, Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis, 2021), que sugiere una popularidad variable de Django dependiendo de las necesidades específicas de los proyectos. Similarmente, Laravel ha mostrado una adopción variable, con aumentos en algunos períodos y disminuciones en otros, como se reporta en (Bitsch, Senjic, & Askin, 2022), que indica que la popularidad de Laravel puede ser inconsistente en diferentes contextos. Node.js, por su parte, ha visto un crecimiento en su uso debido a su capacidad para manejar aplicaciones en tiempo real, lo cual está respaldado por (Tan & Reed, 2022), que destaca el rendimiento superior de Node.js en aplicaciones que requieren procesamiento asincrónico.

En cuanto a los frameworks frontend, React ha sido el más destacado, con un crecimiento continuo en su uso, alcanzando 9 menciones en 2024. Este aumento es consistente con lo reportado en (Segura, y otros, 2020), que reconoce a React por su capacidad para construir componentes reutilizables y su amplio ecosistema de herramientas. Angular ha mostrado una presencia constante con un incremento gradual en su adopción, lo cual se alinea con el estudio de (de Paula Ferreira, Armellini, & De Santa-Eulalia, 2020), que valora su robustez y enfoque en la creación de aplicaciones de gran escala. Vue.js ha visto un aumento significativo desde 2022, indicando un creciente interés en sus características, lo que concuerda con los hallazgos de (Mordaschew, Duckwitz, & Tackenberg, 2024), que elogian a Vue.js por su fácil curva de aprendizaje y su capacidad para integrarse con proyectos existentes. En el ámbito de las bases de datos lo señalado en (Aliqulov & Yadgarov, 2019), MySQL ha sido una opción destacada, aunque con una ligera disminución en los últimos años. PostgreSQL ha mostrado un crecimiento constante, consolidándose como una opción robusta para el manejo de datos complejos, lo cual está respaldado por la investigación de (Saad, Bahadori, Jafarnejad, & Putra, 2021). Como se menciona en (Munoz-Ausecha, Ruiz-Rosero, & Ramirez-Gonzalez, 2021) MongoDB, por su parte, ha ganado relevancia para manejar datos no estructurados y semi-estructurados, especialmente desde 2022. Finalmente, SQLite ha mantenido una presencia estable, siendo útil para aplicaciones ligeras, como se observa en (Heinbach, Meier, & Thomas, 2022), que destaca su adecuación para entornos con recursos limitados.

En cuanto a las técnicas de inteligencia artificial, el aprendizaje supervisado ha sido destacado por su capacidad para entrenar modelos predictivos y de clasificación, mostrando un crecimiento constante. Este hallazgo es coherente con lo reportado en (Baratta, Cimino, Longo, & Nicoletti, 2024), que subraya la importancia del aprendizaje supervisado en la creación de modelos de predicción precisos. Las redes neuronales respaldado por (Longo, Padovano, Gazzaneo, Frangella, & Diaz, Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis, 2021), también han ganado popularidad por su capacidad para modelar relaciones complejas. El procesamiento de lenguaje natural (NLP) coincide con el estudio de (Miklautsch & Woschank, 2022), ha sido importante para interpretar y gestionar datos textuales, evidenciando un aumento en su uso. Finalmente, como se documenta en (Arias-Marreros, Nalvarte-Dionisio, & Andrade-Arenas, 2021), el análisis predictivo ha demostrado ser valioso para anticipar demandas y optimizar inventarios, mostrando un crecimiento en su aplicación.

En el uso de los tipos de diseño de software como se menciona en (Saad, Bahadori, Jafarnejad, & Putra, 2021), el tipo Singleton ha sido el más aplicado, asegurando una única instancia de una clase, lo cual está en línea con la literatura que subraya su utilidad en la gestión de recursos globales. El Factory Method como se observa en (Kumar, Kr Singh, Mishra, & Fosso Wamba, 2022), ha mostrado variaciones en su uso, con una recuperación modesta en 2024, lo que sugiere un ajuste en las necesidades de diseño. El tipo Observer según lo reportado en (Mordaschew, Duckwitz, & Tackenberg, 2024), ha tenido una aplicación más limitada y fluctuante, mientras que el patrón Strategy según (Liu, Barenji, Li, Montreuil, & Huang, 2021) ha mostrado un uso irregular, pero sigue siendo relevante para definir y encapsular algoritmos. Estos patrones siguen siendo esenciales para la estructuración y mantenimiento de sistemas de gestión logística, aportando ventajas específicas para mejorar la eficiencia y adaptabilidad de las soluciones desarrolladas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio ha logrado identificar y analizar los frameworks backend y frontend, las bases de datos, las técnicas de inteligencia artificial y los patrones de diseño más utilizados en el desarrollo de sistemas de gestión logística durante los últimos cinco años. Se encontró que Spring y Express.js son los frameworks backend más destacados, con Spring siendo la opción preferida por su robustez y capacidad para manejar aplicaciones complejas, y Express.js por su flexibilidad y rendimiento. En cuanto a los frameworks frontend, React ha demostrado ser el más popular, con un crecimiento constante en su uso, seguido por Angular y Vue.js, que también han visto un aumento en su adopción. Svelte y Bootstrap han experimentado un crecimiento notable en los últimos años, reflejando su creciente aceptación en el desarrollo de interfaces de usuario.

Respecto a las bases de datos, MySQL y PostgreSQL han sido las más utilizadas, con PostgreSQL ganando terreno por su capacidad de manejar datos complejos. MongoDB ha incrementado su uso para manejar datos no estructurados, mientras que SQLite ha mantenido una presencia estable para aplicaciones de menor escala. En el ámbito de la inteligencia artificial, el aprendizaje supervisado, las redes neuronales, el procesamiento de lenguaje natural (NLP) y el análisis predictivo han sido las técnicas más destacadas. Estas técnicas han permitido optimizar procesos, realizar predicciones precisas y gestionar datos complejos en los sistemas logísticos.

Finalmente, entre los patrones de diseño, el patrón Singleton ha sido el más aplicado, asegurando la existencia de una única instancia de una clase. El patrón Factory Method ha mostrado variaciones en su uso, mientras que el patrón Observer ha tenido una aplicación limitada y fluctuante. El patrón Strategy sigue siendo relevante para la flexibilidad en el procesamiento de datos. Para las futuras investigaciones deberían enfocarse en comparar la eficacia de los frameworks, bases de datos y técnicas de inteligencia artificial en sistemas de gestión logística para identificar las herramientas más eficientes. También sería valioso evaluar cómo los patrones de diseño impactan en la eficiencia del sistema Y analizar cómo la inteligencia artificial puede integrarse para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones. Además, crear y probar modelos predictivos podría ofrecer resultados más precisos en la previsión de demandas y la gestión de inventarios.

REFERENCIAS

- Ahmed, A. S., & Layeb, S. B. (2024). Systematic review of web-based decision support systems for clinical applications: Enhancing ontology with Unified Modeling Language and Ontology Web Language. *TEM Journal*, 77-89. doi:10.18421/tem131-08

- Aleksandra Anđelković, M. R. (2018). Improving Order-picking Process Through Implementation of Warehouse Management System. *STRATEGIC MANAGEMENT*. Obtenido de <https://www.smjournal.rs/index.php/home/article/view/17/1>
- Aliqulov, A. X., & Yadgarov, T. G. (2019). Development of an information and logistics system “InfLog-CredSys” for managing big data in the yii framework for use in a credit training system. *2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. IEEE. doi:10.1109/icisct47635.2019.9011873
- Arias-Marreros, R., Nalvarte-Dionisio, K., & Andrade-Arenas, L. (2021). Design of a web system to optimize the logistics and costing processes of a chocolate manufacturing company. *International journal of advanced computer science and applications : IJACSA*, 12(8). doi:10.14569/ijacsa.2021.0120897
- Baratta, A., Cimino, A., Longo, F., & Nicoletti, L. (2024). Digital twin for human-robot collaboration enhancement in manufacturing systems: Literature review and direction for future developments. *Computers & industrial engineering*, 187(109764), 109764. doi:10.1016/j.cie.2023.109764
- Bigliardi, B., Bottani, E., & Filippelli, S. (2022). A study on IoT application in the Food Industry using Keywords Analysis. *Procedia computer science*, 200, 1826-1835. doi:10.1016/j.procs.2022.01.383
- Bitsch, G., Senjic, P., & Askin, J. (2022). Dynamic adaption in cyber-physical production systems based on ontologies. *Procedia computer science*, 200, 577-584. doi:10.1016/j.procs.2022.01.255
- Chaudhari, N. (2019). Impact of Automation Technology on Logistics and Supply. *American Journal of Theoretical and Applied Business*. doi: 10.11648/j.ajtab.20190503.12
- Chiurco, A., Elbasheer, M., Longo, F., Nicoletti, L., & Solina, V. (2023). Data modeling and ML practice for enabling intelligent digital twins in adaptive production planning and control. *Procedia computer science*, 217, 1908-1917. doi:10.1016/j.procs.2022.12.391
- de Paula Ferreira, W., Armellini, F., & De Santa-Eulalia, L. A. (2020). Simulation in industry 4.0: A state-of-the-art review. *Computers & industrial engineering*, 149(106868), 106868. doi:10.1016/j.cie.2020.106868
- Demin, V., & Terentyev, A. (2021). Multicriterial evaluation of the transport and logistic system of the Moscow region. *MATEC web of conferences*, 334, 02029. doi:10.1051/mateconf/202133402029
- Espinell Villalobos, R. I., Ardila Triana, E., Zarate Ceballos, H., & Ortiz Triviño, J. E. (2021). Design and implementation of network monitoring system for campus infrastructure using software agents. *Ingeniería e Investigación*, 42(1), e87564. doi:10.15446/ing.investig.v42n1.87564
- Farooq, M., Abdullah, M., Riaz, S., Alvi, A., Rustam, F., Flores, M., . . . Ashraf, I. (2023). A Survey on the Role of Industrial IoT in Manufacturing for Implementation of Smart Industry. *Sensors*. doi:<https://doi.org/10.3390/s23218958>
- Fergani, C., Bouzekri El Idrissi, A. E., Hajjaj, A., & Marcotte, S. (2020). Production modeling towards sustainable hyperconnected logistics. *2020 5th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)*. IEEE. doi:10.1109/gol49479.2020.9314729

- Fergani, C., El Idrissi, A. E., Hajjaj, A., & Marcotte, S. (2019). Physical Internet Characterization. *2019 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*. IEEE. doi:10.1109/logistiqua.2019.8907244
- Grillo, H., Alemany, M. M., & Caldwell, E. (2022). Human resource allocation problem in the Industry 4.0: A reference framework. *Computers & industrial engineering*, 169(108110), 108110. doi:10.1016/j.cie.2022.108110
- Heinbach, C., Meier, P., & Thomas, O. (2022). Designing a shared freight service intelligence platform for transport stakeholders using mobile telematics. *Information systems and e-business management*, 20(4), 847-888. doi:10.1007/s10257-022-00572-5
- Klees, M., & Evirgen, S. (2022). Building a smart database for predictive maintenance in already implemented manufacturing systems. *Procedia computer science*, 204, 14-21. doi:10.1016/j.procs.2022.08.002
- Kumar Singh, R., Mishra, R., Gupta, S., & Mukherjee, A. A. (2023). Blockchain applications for secured and resilient supply chains: A systematic literature review and future research agenda. *Computers & industrial engineering*, 175(108854), 108854. doi:10.1016/j.cie.2022.108854
- Kumar, D., Kr Singh, R., Mishra, R., & Fosso Wamba, S. (2022). Applications of the internet of things for optimizing warehousing and logistics operations: A systematic literature review and future research directions. *Computers & industrial engineering*, 171(108455), Computers & industrial engineering. doi:10.1016/j.cie.2022.108455
- Lang, S., Reggelin, T., Müller, M., & Nahhas, A. (2021). Open-source discrete-event simulation software for applications in production and logistics: An alternative to commercial tools? *Procedia computer science*, 180, 978-987. doi:10.1016/j.procs.2021.01.349
- Le, T. V., & Fan, R. (2024). Digital twins for logistics and supply chain systems: Literature review, conceptual framework, research potential, and practical challenges. *Computers & industrial engineering*, 187(109768), 109768. doi:10.1016/j.cie.2023.109768
- Liu, X., Barenji, A. V., Li, Z., Montreuil, B., & Huang, G. Q. (2021). Blockchain-based smart tracking and tracing platform for drug supply chain. *Computers & industrial engineering*, 161, 107669. doi:10.1016/j.cie.2021.107669
- Liu, Z., & Guo, P. (2020). Visual comparative analysis of green logistics research at home and abroad based on knowledge map. *DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*. doi:10.7535/hbk.2020yx03009
- Longo, F., Padovano, A., Gazzaneo, L., Frangella, J., & Diaz, R. (2021). Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis. *Procedia computer science*, 180, 1049-1058. doi:10.1016/j.procs.2021.01.350
- Longo, F., Padovano, A., Gazzaneo, L., Frangella, J., & Diaz, R. (2021). Human factors, ergonomics and Industry 4.0 in the Oil&Gas industry: a bibliometric analysis. *Procedia computer science*, 180, 1049-1058. doi:10.1016/j.procs.2021.01.350

- Ma, Y., Mockus, A., Zaretski, R., Bradley, R., & Bichescu, B. (2022). A methodology for analyzing uptake of software technologies among developers. *IEEE transactions on software engineering*, 48(2), 485-501. doi:10.1109/tse.2020.2993758
- Miklautsch, P., & Woschank, M. (2022). Decarbonizing Industrial Logistics. *IEEE engineering management review*, 50, 149-156. doi:10.1109/emr.2022.3186738
- Mirabelli, G., Nicoletti, L., Padovano, A., Solina, V., Manfredi, K. A., & Nervoso, A. (2023). Exploring the role of industry 4.0 and simulation as a solution to the COVID-19 outbreak: A literature review. *Procedia computer science*, 217, 1918-1929. doi:10.1016/j.procs.2022.12.392
- Mordaschew, V., Duckwitz, S., & Tackenberg, S. (2024). A human digital twin of disabled workers for production planning. *Procedia computer science*, 232, 745-751. doi:10.1016/j.procs.2024.01.074
- Mumali, F., & Kałkowska, J. (2024). Intelligent support in manufacturing process selection based on artificial neural networks, fuzzy logic, and genetic algorithms: Current state and future perspectives. *Computers & industrial engineering*, 193(110272), 110272. doi:10.1016/j.cie.2024.110272
- Munoz-Ausecha, C., Ruiz-Rosero, J., & Ramirez-Gonzalez, G. (2021). RFID applications and security review. *Computation (Basel, Switzerland)*, 9, 69. doi:10.3390/computation9060069
- Pankaj Dutta, T.-M. C. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142. doi:https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067
- Perez-Garcia, C. A., Pérez-Atray, J. J., Hernández-Santana, L., Gustabello-Cogle, R., & Becerra-De Armas, E. (2019). *Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara*.
- Saad, S. M., Bahadori, R., Jafarnejad, H., & Putra, M. F. (2021). Smart production planning and control: Technology readiness assessment. *Procedia computer science*, 180, 618-627. doi:10.1016/j.procs.2021.01.284
- Samadhiya, A., Agrawal, R., Kumar, A., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Regenerating the logistics industry through the Physical Internet Paradigm: A systematic literature review and future research orchestration. *Computers & industrial engineering*, 178(109150), 109150. doi:10.1016/j.cie.2023.109150
- Schierhorst, N. J., Johnen, L., Fimmers, C., Lohrmann, V., Monnet, J., Zhang, H., . . . Nitsch, V. (2024). Hybrid intelligence in production systems and its effects on human work: Insights from four use-cases. *Procedia computer science*, 232, 2901-2910. doi:10.1016/j.procs.2024.02.106
- Segura, Á., Diez, H. V., Barandiaran, I., Arbelaiz, A., Álvarez, H., Simões, B., . . . Ugarte, R. (2020). Visual computing technologies to support the Operator 4.0. *Computers & industrial engineering*, 139(105550), 105550. doi:10.1016/j.cie.2018.11.060
- Serrano-Ruiz, J. C., Mula, J., & Poler, R. (2021). Smart master production schedule for the supply chain: A conceptual framework. *Computers*, 10, 156. doi:10.3390/computers10120156

- Sharma, S., Tripathi, S. K., & Sinha, S. (2023). Internet-of-things enabled automation of E-logistic framework for healthcare sector in smart cities. *2023 International Conference on Electrical, Electronics, Communication and Computers (ELEXCOM)*. IEEE. doi:10.1109/elexcom58812.2023.10370199
- Singh, B. (2022). Futuristic Research Trends and Applications of Internet of Things. En B. Singh, *Industrial internet of things* (págs. 229-248). Boca Raton: CRC Press. doi:10.1201/9781003244714-11
- Tan, H., & Reed, S. M. (2022). Metabolovigilance: Associating drug metabolites with adverse drug reactions. *Molecular informatics*, 41(6), e2100261. doi:10.1002/minf.202100261
- Telukdarie, A., Dube, T., Matjuta, P., & Philbin, S. (2023). The opportunities and challenges of digitalization for SME's. *Procedia computer science*, 217, 689-698. doi:10.1016/j.procs.2022.12.265
- Tsetskhladze, L., Makharadze, N., Chkhaidze, I., Jabnidze, N., & Baratashvili, N. (2021). Actual problems for logistics management and strategies of supply chain in Georgia. *MATEC web of conferences*, 339, 01004. doi:10.1051/mateconf/202133901004
- Tsolaki, K. V. (s.f.). Utilizing machine learning on freight transportation and logistics applications: A review. *ICT Express*, 9, 284-295. doi:https://doi.org/10.1016/j.icte.2022.02.001
- Turer, R. W., Gradwohl, S. C., Stassun, J., Johnson, J., Slagle, J. M., Reale, C., . . . Arnold. (2024). User-centered design and implementation of an interoperable FHIR application for pediatric pneumonia prognostication in a randomized trial. *Applied clinical informatics*, 15(3), 556-568. doi:10.1055/a-2297-9129
- Vaz, D., Matos, D. R., Pardal, M. L., & Correia, M. (2023). MIREs: Intrusion Recovery for Applications Based on Backend-As-a-Service. *IEEE transactions on cloud computing*, 11, 2011-2027. doi:10.1109/tcc.2022.3178982
- Woschank, M., Steinwiedder, D., Kaiblinger, A., Miklautsch, P., Pacher, C., & Zsifkovits, H. (2022). The integration of smart systems in the context of industrial logistics in manufacturing enterprises. *Procedia computer science*, 200, 727-737. doi:10.1016/j.procs.2022.01.271
- Wu, P.-J., & Chien, C.-L. (2021). AI-based quality risk management in omnichannel operations: O2O food dissimilarity. *Computers & industrial engineering*, 160(107556), 107556. doi:10.1016/j.cie.2021.107556
- Xiao, Y., Yun-chao, M., Jian, X., Shan, B., & Jiao, L. (2020). Research on automated warehouse scheduling system based on double label and sorting algorithm. *MATEC web of conferences*, 325, 05001. doi:10.1051/mateconf/202032505001
- Zheng, T., Glock, C. H., & Grosse, E. H. (2022). Opportunities for using eye tracking technology in manufacturing and logistics: Systematic literature review and research agenda. *Computers & industrial engineering*, 171(108444), 108444. doi:10.1016/j.cie.2022.108444