

# Application of the Lean Warehousing Methodology to Increase Efficiency in Warehouse Management in the Manufacturing Industry: A Systematic Literature Review

Elmer Padilla-Bendezú<sup>1</sup>, Marco Figueroa-Vega<sup>2</sup>, Rebeca Salvador-Reyes<sup>3</sup>, Carlos David NeyraRivera<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, u21220585@utp.edu.pe, u18201970@utp.edu.pe, rsalvador@utp.edu.pe, c29136@utp.edu.pe

## **Abstract:**

*Lean Warehousing emphasizes waste reduction and continuous improvement, positioning itself as a key approach to optimizing logistics operations. The objective of this research is to analyze how the Lean Warehousing methodology enhances the effectiveness of warehouse management in the manufacturing industry. To achieve this, the PRISMA methodology was employed, identifying 105 studies. Based on specific selection criteria, 16 studies were chosen for the final analysis.*

*According to the results, warehouse efficiency significantly increased. From a quantitative perspective, key performance indicators such as OEE (86.3%) and order fulfillment rate (95.6%) improved, along with reductions in processing times and variability in warehouse logistics processes. From a qualitative perspective, space utilization was optimized, working conditions improved, and organizational culture was strengthened, fostering satisfaction and collaboration among teams. It is concluded that warehouse management efficiency metrics improve with the application of Lean Warehousing techniques such as 5S, Kanban, Kaizen, and SMED.*

**Keywords:** *Lean Warehousing, warehouse management, manufacturing industry.*

# Aplicación de la metodología Lean Warehousing para incrementar la eficiencia en la gestión de almacenes en la industria manufacturera: Revisión Sistemática de Literatura

Elmer Padilla-Bendezú<sup>1</sup>, Marco Figueroa-Vega<sup>2</sup>, Rebeca Salvador-Reyes<sup>3</sup>, Carlos David NeyraRivera<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, u21220585@utp.edu.pe, u18201970@utp.edu.pe, rsalvador@utp.edu.pe, c29136@utp.edu.pe

**Abstract**– *El Lean Warehousing hace hincapié en la reducción de desperdicios y mejora continua, se presenta como un enfoque clave para optimizar las operaciones logísticas. Analizar cómo la metodología Lean Warehousing mejora la eficacia de la gestión de almacenes en la industria manufacturera es el objetivo de esta investigación. Para ello, se empleó la metodología PRISMA, mediante la cual se identificaron 105 estudios, con criterios específicos de selección, se seleccionaron 16 estudios para el análisis final. Según los resultados, la eficiencia de los almacenes había aumentado considerablemente. En el ámbito cuantitativo, se lograron incrementos en indicadores clave como el OEE (86.3%) y el cumplimiento de pedidos (95.6%), además de reducciones en tiempos y variabilidad de procesos logísticos en el almacén. Desde una perspectiva cualitativa, se optimizaron los espacios, se mejoraron las condiciones laborales y se fortaleció la cultura organizacional, promoviendo la satisfacción y la colaboración entre equipos. Se concluye que las métricas de eficiencia de la gestión de almacenes mejoran con la aplicación de técnicas de Lean Warehousing como 5S, Kanban, Kaizen y SMED.*

**Palabras clave:** *Lean Warehousing, warehouses management, manufacturing industry.*

## I. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de los almacenes es fundamental en la industria manufacturera, ya que una gestión inadecuada puede disminuir la competitividad, incrementar los costos operativos y afectar negativamente la cadena de suministro. El Lean Warehousing hace hincapié en la reducción de desperdicios y mejora continua, se presenta como un enfoque clave para optimizar las operaciones logísticas [1]. Este enfoque maximiza el uso del espacio disponible y minimiza los tiempos de ciclo, lo que aumenta enormemente la eficiencia operativa. Según estudios recientes [2], el Lean Warehousing está transformando la logística al disminuir costos, al tiempo que potencia la eficiencia y la competitividad industrial [3].

A pesar de los avances en la optimización de los almacenes, el sector manufacturero sigue enfrentando problemas significativos, como procedimientos ineficaces, largos plazos de entrega y altos costos operativos [4]. Estos problemas surgen principalmente de la falta de un enfoque sistemático para gestionar de manera eficiente el tiempo, el espacio y el inventario. Aunque la metodología Lean Warehousing ha demostrado su eficacia para reducir los residuos y aumentar la eficiencia operativa [5], persisten brechas en la comprensión de cómo integrar el análisis de

datos de la demanda y la mejora continua en los procesos logísticos. Además, existen inconsistencias y vacíos que dificultan la adopción plena de esta metodología en el sector manufacturero. Un ejemplo de ello es el estudio de Prasetyawan y Ibrahim [6], que concluyen que no existe un modelo claro y sistemático para aplicar Lean, y subraya la necesidad de mejorar la precisión en las operaciones de los pequeños y medianos distribuidores [7].

El desorden, la planificación deficiente y el exceso de inventario son algunos de los problemas persistentes en la industria manufacturera que afectan la eficacia operativa y el aumento de los gastos logísticos [8]. Estos problemas resaltan la necesidad de estudiar la optimización de los almacenes mediante enfoques estructurados como el Lean Warehousing. [9]. Aunque metodologías como las 5S, Kanban y Kaizen han demostrado mejorar significativamente la producción y reducir los desperdicios [10], persisten interrogantes sobre cómo implementarlas con éxito en una variedad de industrias. El uso de estas herramientas ha mostrado resultados beneficiosos tales como la disminución de horas de inactividad, mejora de la gestión del espacio y la optimización de los procesos logísticos, destacando su importancia en la mejora continua de las operaciones de almacén [11].

Basándose en investigaciones previas realizadas en diversos sectores, las conclusiones de la revisión pueden proporcionar soluciones específicas y valiosas para la optimización de los almacenes [12]. Antes de su adopción generalizada, el impacto de las mejoras puede evaluarse mediante técnicas Lean, como simulaciones por software y pruebas piloto [13]. Estas estrategias ofrecen una base sólida para la implementación eficaz del Lean Warehousing en la industria manufacturera, al proporcionar información valiosa ayudan a reducir gastos, impulsar la competitividad [14].

Analizar cómo la metodología Lean Warehousing mejora eficiencia operativa de almacenes, abarcando tanto indicadores generales (costos, tiempos de ciclo) como específicos de productividad e inventario. Busca las mejores prácticas y enfoques para utilizar Lean en la industria logística, así como los principales beneficios de hacerlo. Además, se analizarán los retos relacionados con su ejecución y se ofrecerán sugerencias útiles basadas en los datos existentes [15]. Se pretende ofrecer sugerencias a las empresas sobre cómo implantar el Lean Warehousing y racionalizar sus procedimientos logísticos.

Esta publicación está estructurado con los siguientes componentes: En la sección 1, introducción se da a conocer el La sección 2, metodología describe las técnicas Lean utilizadas, como el análisis de flujo de materiales. La sección 3, resultados muestran mejoras en tiempos de almacenamiento y reducción de costos. En la sección 4, discusión interpreta estos resultados, comparándolos con estudios previos y evaluando su impacto. En la sección 5, conclusión reafirma la efectividad de Lean Warehousing, y las referencias bibliográficas sustentan teóricamente el estudio.

## II. METODOLOGÍA

### A. Estrategia de búsqueda

Se realizó un análisis exhaustivo centrado en cómo la metodología Lean Warehousing contribuye a la industria manufacturera a través de la optimización de sus almacenes. Un tema de investigación bien definido basado en el marco PIOC (Problema, Intervención, Resultado y Contexto) fue el primer paso del enfoque sistemático desarrollado mediante la metodología PRISMA [16], seleccionada por su rigor y transparencia para identificar, filtrar y seleccionar estudios. Gracias a ello, se pudieron definir los criterios de búsqueda y seleccionar y analizar eficazmente las investigaciones (TABLA I).

TABLA I  
DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES PIOC Y PALABRAS CLAVES

Componente	Descripción	Palabras Clave	Keywords
P	Problema	Deficiencia en la gestión de almacenes	Almacenamiento, Gestión de
		almacenes, Control de inventarios, Gestión de la cadena de suministro, Optimización de almacenes, Eficiencia en almacenes, Cumplimiento de pedidos, Operaciones de almacén, Gestión de existencias, Rendimiento de almacenes, Sistemas de gestión de inventarios, Diseño de Layout de almacén, Logística y almacenamiento, Productividad en almacenes, Sistemas de almacenamiento, Reducción de costos en almacenes, Precisión en inventarios, Sistemas de gestión de almacenes (WMS)	<p>“Warehousing”,</p> <p>“Warehouse Management”,</p> <p>“Inventory Control”, “Supply Chain Management”,</p> <p>“Warehouse Optimization”,</p> <p>“Warehouse Efficiency”,</p> <p>“Order Fulfillment”,</p> <p>“Warehouse Operations”,</p> <p>“Stock Management”,</p> <p>“Warehouse Performance”,</p> <p>“Inventory Management Systems”,</p> <p>“Warehouse</p>
I	Intervención	Lean Warehousing	Lean Warehousing, Lean management, Lean optimization,

			5S, Kanban, JIT, Kaizen, VSM, Value Stream Mapping, JAT, Just in Time, Poka Yoke, Poka-Yoke, Takt Time, Andon, Jidoka, Heyjunka	management”, “Lean optimization”, “5S”, “Kanban”, “JIT”, “Kaizen”, “VSM”, “Value Stream Mapping”,
O	Resultados	Indicadores de eficiencia en la gestión de almacenes	Mejora, Desempeño, Indicadores clave de rendimiento (KPI), Tiempo, Costo, Eficiencia, Productividad, Tasa de rotación, Rotación, Tasa, Nivel, Exactitud, Hora, ERU, Eficiencia del Registro de Ubicación, ERI, Eficiencia del registro de inventarios	“Improvement”, “Performance”, “KPI”, “Time”, “Cost”, “Efficiency”, “Productivity”, “Inventory Turnover Rate”, “Inventory Turnover”, “Rate”,
C	Contexto	Empresas Manufactureras	Industria manufacturera, empresa manufacturera, manufacturera, textil, metalúrgica, electrónica, alimentos, gráficas, automotriz, calzado, telas, enlatados, moda, ropa, agroindustrias	“Manufacturing industry”, “Manufacturing company”, “Manufacturing”, “Textile”, “Metalworking”, “Electronics”, “Food”, “Graphic”, “Automotive”,

La pregunta central del estudio fue: "¿en qué medida la metodología lean warehousing incrementa la eficiencia de la gestión de almacenes en la industria manufacturera?". De la cual, se desprendieron preguntas complementarias como: ¿Cuáles son las causas de la baja eficiencia en la gestión de almacenes en la industria manufacturera?, ¿Qué herramientas de la metodología lean warehousing se han implementado para mejorar la eficiencia en la industria manufacturera?, ¿Ha habido consideraciones en este contexto? y ¿Cuál ha sido el nivel de mejora en los indicadores de eficiencia en la gestión de almacenes? Este planteamiento dirigió la identificación de términos clave, que unidos con los operadores booleanos: “AND” y “OR”, permitieron la estructuración de una ecuación de búsqueda: ( title-abs-key ( "warehousing" or "warehouse management" or "inventory control" or "supply chain management" or "warehouse optimization" or "warehouse efficiency" or "order fulfillment" or "warehouse operations" or "stock management" or "warehouse performance" or "inventory management systems" or "warehouse layout design" or "logistics and warehousing" or "warehouse productivity" or "storage systems" or "warehouse cost reduction" or "inventory accuracy" or "warehouse management systems" or "wms" ) and title-abs-key ( "lean warehousing" or "lean management" or "lean optimization" or

"5s" or "kanban" or "jit" or "kaizen" or "vsm" or "value stream mapping" or "jat" or "just in time" or "poka yoke" or "poka-yoke" or "takt time" or "andon" or "jidoka" or "heijunka" ) and title-abs-key ( "improvement" or "performance" or "kpi" or "time " or "cost" or "efficiency" or "productivity" or "inventory turnover rate" or "inventory turnover" or "rate" or "inventory level" or "inventory accuracy" ) and title-abs-key ( "manufacturing industry" or "manufacturing company" or "manufacturing" or "textile" or "metalworking" or "electronics" or "food" or "graphic" or "automotive" or "footwear" or "fabric" or "canned" or "fashion" or "clothing" or "agribusiness" or "production systems" ) ) and ( limit-to ( oa , "all" ) ) and ( limit-to ( doctype , "ar" ) or limit-to ( doctype , "cp" ) ) and ( limit-to ( language , "english" ) ).

Las búsquedas se realizaron en la base de datos Scopus. hasta el 30 de septiembre de 2024., aplicando varios filtros: tipo de documento (se incluyeron artículos y ponencias de conferencias), idioma (español e inglés) y un filtro temporal para asegurar una cobertura exhaustiva, obteniendo un total de 105 registros iniciales. Para elegir los estudios finales, se definieron criterios específicos de selección.

### B. Criterios de inclusión

CI 1: El estudio analiza las causas de la escasa eficacia de la gestión de inventarios

CI 2: La investigación evalúa una o más herramientas de la metodología Lean Warehousing en el ámbito manufacturero.

CI 3: El estudio revela hallazgos que abarcan tanto datos numéricos como información cualitativa sobre la implementación de herramientas logísticas y su efecto en los indicadores de eficiencia.

CI 4: Se incluyen investigaciones realizadas en diferentes industrias manufactureras, como la textil, metalmeccánica, electrónica, alimentaria, gráfica, automotriz y de calzado.

### C. Criterios de Exclusión

CE 1: Artículos realizados en sectores de prestación de servicios (financiero, educación, turismo, salud y transporte).

CE 2 Estudios que han sido incapaces de validar los modelos de solución propuestos mediante la implementación de la metodología en sectores manufactureros.

CE 3: publicaciones escritas en idiomas distintos del español y el inglés.

### D. Proceso de selección de estudios

La Figura 1, inicialmente se identificaron 105 estudios, y tras un proceso de selección, se incluyeron 16 estudios para el análisis en esta revisión.

## III. RESULTADOS

Los dos componentes principales de los resultados fueron un análisis bibliométrico descriptivo de los artículos

seleccionados y una investigación detallada de las cualidades de interés que se ajustaban a los objetivos de la RSL.

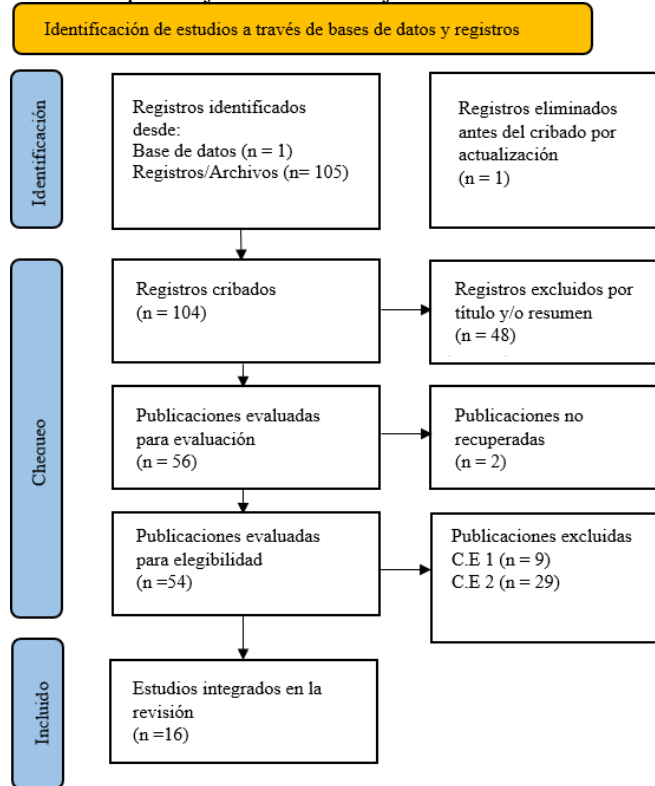


Fig 1: Diagrama de Flujo PRISMA de la filtración y selección de estudios

### A. Evaluación bibliométrica de la investigación seleccionada.

La información bibliométrica de las publicaciones elegidas, como los autores, entre otros datos se encuentran detallados en la Tabla II. La Figura 2 muestra una tendencia creciente en la distribución temporal de las publicaciones, abarcando un periodo que va de 1995 a setiembre 2024. Es relevante señalar que en el año 2022 existen una mayor cantidad de publicaciones.

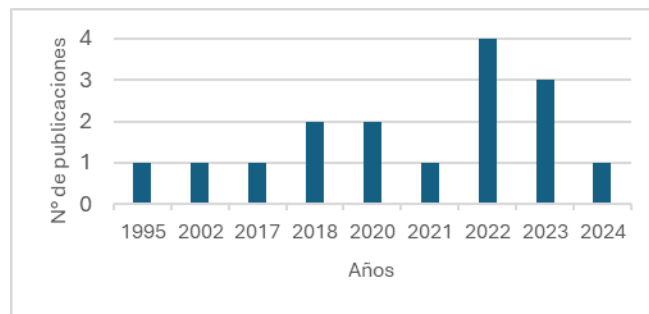


Fig. 2 Distribución del número de publicaciones por año

TABLA II  
DATOS BIBLIOMÉTRICOS DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS

Ref.	Autores	Título	Revista	País	Año	Nº Citas
[17]	Michlowicz E.	“Methodology of evaluating finished goods warehouse performance through lean methods”	Archives of Transport	Polonia	2024	0
[18]	Hassan M.G.; Akanmu M.D.; Ponniah P.; Mohd Sharif K.I.; Belal H.M.; Othman A.	“A framework for implementing a Supplier Kanban System through an action research methodology”	Benchmarking	Malasia	2023	4
[19]	Perez-Canchanya C.; Urbina-Suarez M.; Flores-Perez A.	“Improvement Model to Increase the Order Fulfillment Rate in a Peruvian SME Food Company Using SMED, Kanban and Standard Work”	Advances in Transdisciplinary Engineering	Perú	2023	0
[20]	Vasquez-Quispe M.; Calcina-Flores A.; Quiroz-Flores J.C.; Collao-Diaz M.	“Implementing Lean Warehousing model to increase on time and in full of an SME commercial company: A research in Peru”	ACM International Conference Proceeding Series	Perú	2023	4
[21]	Diaz M.I.; Dioses G.; Ramos E.	“Lean Manufacturing Model to improve the order fulfillment in a company in the wine sector”	Proceedings of the LACCEI international	Perú	2022	0
[22]	Cordova-Pillco D.; Mendoza-Coaricona M.; Quiroz-Flores J.	“Lean-SLP production model to reduce lead time in SMEs in the plastics industry: A Empirical Research in Perú”	Proceedings of the LACCEI international	Perú	2022	4
[23]	Yusoo M.Y.M.; Mohamed N.M.Z.N.; Mustapah M.M.; Nelfiyanti	“The effect of the supply chain in the quick response manufacturing (QRM) environment in the automotive industry”	Procedia Computer Science	Malasia	2022	0
[24]	Amaral V.P.; Ferreira A.C.; Ramos B.	“Internal Logistics Process Improvement using PDCA: A Case Study in the Automotive Sector”	Business Systems Research	Portugal	2022	7
[25]	Roy S.; Kumar K.; Satpathy B.	“Strategic planning of optimising productivity: A '5S under lean quality' approach”	International Journal of Productivity and Quality Management	India	2021	14
[26]	Martinez-Condor B.; Mamani-Motta F.; Macassi-Jaurequi I.; Raymundo-Ibañez C.; Perez M.	“Lean Production Model Aligned with Organizational Culture to Reduce Order Fulfillment Issues in Micro- and Small-sized Textile Businesses in Peru”	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	Perú	2020	6
[27]	Liu Q.; Yang H.	“An improved value stream mapping to prioritize lean optimization scenarios using simulation and multiple-attribute decision-making method”	IEEE Access	China	2020	12
[28]	Contreras M.B.	“Lean manufacturing for tsukiden electronics Philippines, inc.: A six sigma approach”	Global Business and Finance Review	Filipinas	2018	1
[29]	Katsios D.; Xanthopoulos A.S.; Koulouriotis D.E.; Kiatipis A.	“A simulation optimisation tool and its production/inventory control application”	International Journal of Simulation Modelling	Internacional	2018	10
[30]	Krishnaiyer K.; Chen F.F.	“A Cloud-based Kanban Decision Support System for Resource Scheduling & Management”	Procedia Manufacturing	EE.UU	2017	18
[31]	Halim N.H.A.; Yusuf N.; Jaafar R.; Jaffar A.; Kaseh N.A.; Azira N.N.	“Effective Material Handling System for JIT Automotive Production Line”	Procedia Manufacturing	Malasia	2015	9
[32]	Buxton Kenneth V.; Gatland Robert	“Simulating the effects of work-in-process on customer satisfaction in a manufacturing environment”	Winter Simulation Conference Proceedings	EE.UU	1995	3

De los 16 estudios evaluados, 10 (62.50%) corresponden a contribuciones en conferencias y 6 restantes (37.5%) a publicaciones en revistas indexadas. Por su gran aporte académico se puede destacar a los autores Krishnaiyer *et al.* [30], Roy *et al.* [25] y Liu *et al.* [27], Katsios *et al.* [29] y Halim *et al.* [31] tuvieron 18, 14, 12, 10 y 9 citas respectivamente. (Tabla II)

Respecto a la afiliación de los estudios, la mayoría provienen de Perú con 5 publicaciones, seguidos por investigaciones de otros 7 países (Figura 3).

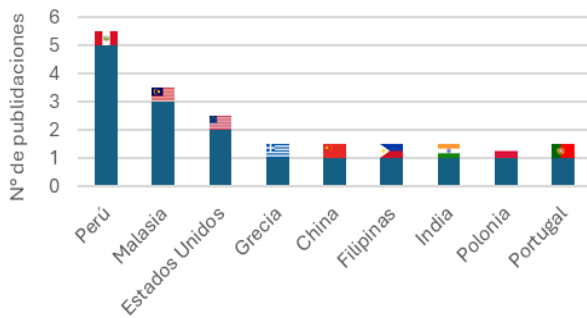


Fig. 3 Distribución de los estudios seleccionados por países

### B. Características del contexto de estudio

Las empresas manufactureras son objeto del estudio sobre la ineficacia de la gestión de almacenes, considerando tanto los distintos sectores como sus diferentes tamaños. Se han investigado compañías del sector de bienes de consumo de rápida rotación, donde la agilidad en la gestión de inventarios es crucial [17], y del sector automotriz, incluyendo empresas dedicadas a la producción de componentes eléctricos [18], líneas de producción de tamaño mediano [23], y ensamblaje Just in Time [31]. También se han incluido empresas del sector alimentario en Perú [19] y del sector comercial enfocado en la importación y venta de calzado [20]. En el ámbito de la producción especializada, se analizaron empresas medianas en los sectores vitivinícola [21] y plástico [22], además de pequeñas y microempresas del sector textil dedicadas a la confección de polos [26]. El estudio también consideró empresas de mayor escala, como una gran industria cementera [25], y medianas como compañías manufactureras con sistemas de producción avanzados, como Kanban [30]. Por último, se incluyeron plantas manufactureras con procesos productivos continuos [32].

### C. Causas que producen la baja eficiencia en la gestión de almacenes en la industria manufacturera

Para determinar las razones de la baja eficacia, se utilizaron diversos instrumentos y métodos (Tabla III). Algunos estudios, como el de Amaral *et al.* [24], utilizaron herramientas de gestión visual como SIPOC, mientras que otros emplearon herramientas analíticas como

Pareto e Ishikawa [17], [20] y [28] junto con técnicas más formales como Value Stream Mapping (VSM) [19], [21] y [27]. Mientras que algunos estudios, como los de Michlowicz *et al.* [17], Vásquez *et al.* [20] y Amaral *et al.* [24], finalizaron, otros, como los de Díaz *et al.* [21], Katsios *et al.* [29] y Buxton *et al.* [32], abarcaron diferentes meses, etapas o un único punto en el tiempo, respectivamente.

TABLA III  
CARACTERÍSTICAS DEL DIAGNÓSTICO DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS

Ref.	Herramienta	Duración	Causas identificadas
[17]	PDCA, cronometraje, SW+1H, Pareto	6 meses	Retrasos por problemas en carga, planificación y flujo de información.
[18]	Observación y entrevistas	6 años	Espacio limitado en almacén, exceso de inventario, y comunicación deficiente.
[19]	VSM, Ishikawa, TIS	ND	Baja tasa de cumplimiento de pedidos por deficiencias en estandarización y transporte.
[20]	Pareto, Árbol de Problemas	6 meses	Retrasos en preparación de pedidos, errores en picking y desorganización en almacén.
[21]	Análisis de tiempos de ciclo, VSM	Varios meses	Problemas de estandarización, fallas de control y errores en logística de entrega.
[22]	FMEA, AVA, ABC-PQ, VSM	6 meses	Retrasos por movimientos innecesarios y tiempos de inactividad en cambios de molde.
[23]	Recolección de datos y simulación de tiempos	ND	Altos tiempos de inactividad y bloqueos por planificación inadecuada.
[24]	SIPOC gestión visual	7 meses	Ciclo de suministro inadecuado y tiempos de espera altos.
[25]	Análisis de ciclo de producción y evaluación de desperdicios	ND	Ineficiencias en uso de espacio, exceso de inventario y falta de estandarización.
[26]	VSM y encuesta Denison	ND	Tiempo de desplazamiento innecesario
[27]	Mapeo de flujo de valor, VSM	ND	Tiempos de espera altos por niveles inadecuados de WIP y defectos.
[28]	Pareto, Ishikawa, PFMEA	ND	Pérdidas significativas por cuentas erróneas, piezas sin contabilizar y falta de visualización.
[29]	JaamSim y JSOptimizer	Varias etapas	Necesidad de optimización en control de producción e inventario.
[30]	Consolidación de datos	Varias fases	Ineficiencias en gestión de recursos por falta de plataforma centralizada.
[31]	Observación y diseño asistido por computadora	Varios meses	Uso ineficiente del espacio y daños en materiales por falta de sistema estándar.
[32]	Simulaciones de sistemas con diferentes niveles de WIP	Único momento	Niveles elevados de WIP afectan eficiencia y tiempos de entrega.

El análisis identificó varias causas para la baja eficiencia en la gestión de almacenes, las cuales abarcan distintas áreas, pero se concentran en problemas recurrentes. La desorganización y la falta de estandarización en los procesos en las investigaciones son los números [19], [21] y [25], la planificación inadecuada y los altos tiempos de inactividad surgieron como una preocupación recurrente

[17], [23] y [26], la desorganización en la logística y la preparación de pedidos también fue identificada [20] y [22], la gestión ineficiente de espacio y el exceso de inventario fueron otra causa [18] y [25].

#### D. Herramientas de Lean Warehousing aplicadas como solución

En la Tabla IV se presenta un examen detallado de los instrumentos de Lean Warehousing utilizados en la gestión de almacenes industriales. De las herramientas mencionadas, el 31% de los estudios afirman utilizar las 5S [17], [20], [22], [24] y [26] para hacer que el lugar de trabajo sea más limpio y ordenado, mientras que el 25% de los estudios emplean Kanban [18], [19], [29] y [30], que fomenta agilización de los materiales y la reducción de inventarios. El 19% de los casos utiliza KAIZEN, que fomenta el progreso continuo mediante pequeños ajustes graduales [17] y [21]. Para aumentar la eficiencia de los procesos, SMED [17], [19] y [22] y TPM [17] y [22] en un 13% y un 6%, respectivamente, se centran en reducir los tiempos de preparación y realizar un mantenimiento preventivo de los equipos.

Con respecto a los métodos de validación, el 50% de los estudios optaron por simulaciones en software como Arena, DELMIA Quest, Witness y JaamSim, lo que permite evaluar el impacto potencial de las herramientas en un entorno controlado y ajustar las variables sin riesgo directo [19], [20], [21], [22], [23], [29], [31] y [32]. Las implementaciones directas, presentes en un 43% de los estudios, permitieron la observación inmediata de los efectos y la eficiencia del almacén en condiciones reales [17], [18], [25], [26], [27], [28] y [30]. Por último, un 7% de los estudios emplearon pruebas piloto para una evaluación inicial en entornos limitados, permitiendo identificar posibles ajustes antes de una implementación completa [20] y [22].

La duración de intervención más frecuente con un 19% de los casos tuvieron períodos de seis meses [18], [20] y [22], lo que fue suficiente para realizar pruebas piloto y simulaciones en software, en un 13% tuvieron periodos de entre seis a doce meses [17] y [24], lo cual permitió una intervención profunda que abarcó desde la planificación hasta la obtención de resultados tangibles y otro 13% de los estudios reportaron intervenciones de varios meses sin especificar la duración exacta [21] y [30].

En la tabla IV se describe los instrumentos utilizados para verificar las soluciones sugeridas, describiendo en profundidad sus principales características. Estos instrumentos facilitan una evaluación eficaz de la viabilidad y eficacia de las soluciones sugeridas. Además, se destacan aspectos cruciales para garantizar un análisis adecuado y fiable.

TABLA IV  
HERRAMIENTAS UTILIZADAS Y CARACTERISTICAS DE LA VALIDACIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

Ref.	5S	SMED	KAIZEN	KANBAN	Otros herramientas	Duración	Tipo de validación
[17]	X	X	X		TPM	6 a 12 meses	Implementación
[18]				X	Simplicación de Tareas	6 meses	Implementación
[19]		X		X	Standard work	ND	Simulación (software Arena)
[20]	X				Poka Yoke, ABC Multicriterio, Standard work y Kardex	6 meses	Simulación (software Arena) y test piloto
[21]			X		VSM	varios meses	Simulación (software Arena)
[22]	X	X			TPM, SLP y 7S	6 meses	Simulación (software Arena) y test piloto
[23]					JIT y QRM	ND	Simulación (software Witness)
[24]	X				Gestión visual y Sistema milk-run	7 meses	Simulación (MS Excel)
[25]					PDCA	ND	Implementación
[26]	X				Plant Layout	ND	Implementación
[27]					Método Taguchi y VSM	ND	Implementación
[28]					Sensores de proximidad y monitores visuales	ND	Implementación
[29]				X	Base Stock	ND	Simulación (JaamSim)
[30]				X	Integración de Parámetros	varios meses	Implementación
[31]					Sistema de Flujo en CATIA y DELMIA Quest	ND	Simulación (DELMIA Quest)
[32]					Optimización del WIP	ND	Simulación (software Arena)

#### E. Nivel de mejora de Lean Warehousing en los indicadores de eficiencia en la gestión de almacenes

Dentro de los estudios seleccionados, algunos se centraron en medir variables cuantitativas, mientras que otros abordaron aspectos cualitativos para lograr una comprensión más integral de los resultados. Para facilitar su análisis, los hallazgos se presentarán inicialmente desde un enfoque cuantitativo, seguido de aquellos obtenidos mediante el enfoque cualitativo.

En los resultados cuantitativos, al incorporar las metodologías Lean Warehousing en la gestión de almacenes ha generado mejoras significativas en los indicadores de eficiencia, abordando diversas causas de baja productividad que afectan comúnmente a la industria manufacturera, antes la baja eficiencia estaba asociada con problemas como retrasos en las entregas debido a interrupciones en los procesos de carga y descarga [17], planificación inadecuada y problemas de comunicación interdepartamental [18], así como una baja tasa de cumplimiento de pedidos (82.4%) y deficiencias en el transporte de productos [19], pero tras la adopción de técnicas Lean, el índice OEE alcanzó el 86.3%, superando los estándares de World Class Manufacturing, y el cumplimiento de pedidos mejoró al 95.6%.

Estos avances fueron acompañados de una reducción del tiempo de ciclo en el armado de paquetes en un 19% y una disminución de penalidades al 3.15% [17] y [19], se lograron avances en la eficiencia de los procesos internos del almacén, como una disminución de horas de búsqueda de productos en un 61.87% y una disminución del tiempo de preparación de pedidos en un 33.12%, lo cual incrementa la agilidad en el manejo de inventarios [20], estos cambios también respondieron a problemas previos de alta variabilidad en los tiempos de producción y elevados niveles de WIP que afectaban la eficiencia y los tiempos de entrega [27], con la aplicación de Lean Warehousing la variación en el conteo de inventario disminuyó de 12.15% a 0.17% y el nivel de WIP se optimizó en un rango entre 100 y 106, lo que contribuyó a mejorar la satisfacción del cliente [28] y [32], estos resultados evidencian que la estandarización de procesos, la reducción de movimientos innecesarios y la centralización de la información son factores clave para superar los problemas de desorganización y exceso de inventario, optimizando así la eficiencia global del almacén.

Los resultados cualitativos obtenidos tras la implementación de metodologías Lean Warehousing evidencian mejoras significativas en la organización y condiciones de trabajo en almacenes, se observó una optimización en la disposición de los espacios y una notable reducción de interrupciones, lo que facilitó una mayor colaboración entre equipos [22], este enfoque también contribuyó a un ambiente laboral más favorable, eliminando tareas redundantes y promoviendo un espacio de organización colaborativo impulsó el progreso continuo en la administración de recursos humanos [18], [19] y [22], además de optimizar la organización de los procesos en el almacén, reduciendo los errores en pedidos y tiempos de espera, lo cual elevó la eficiencia operativa y mejoró el concepto de los trabajadores sobre su entorno laboral [20], [21] y [24]. Se observó una mayor alineación entre la cultura organizacional y los objetivos de producción, fortaleciendo el clima en la planta y mejorando la eficiencia

general de los procesos [26]. La adaptabilidad en la gestión de sistemas complejos y facilitó las decisiones en tiempo real, lo que permitió a los supervisors realizar un seguimiento preciso y constante del progreso de producción [29] y [30]. Estas mejoras también tuvieron un efecto favorable en la ergonomía de los operadores, facilitando el acceso a los materiales y fomentando una cultura de cambio laboral [25] y [31]. En conjunto, los resultados cualitativos muestran una comprensión más clara del equilibrio requerido entre el trabajo en proceso (WIP) y los tiempos de ciclo, lo que ayuda a satisfacer al cliente sin comprometer la gestión de inventarios [32].

#### IV. DISCUSIÓN

La presente RSL ha identificado que la metodología propuesta en el estudio tiene un alto impacto en la eficiencia de la gestión de almacenes en la industria manufacturera, a través de la implementación de las herramientas se han logrado mejoras tanto cuantitativas como cualitativas en los indicadores de eficiencia de los almacenes, los resultados muestran una disminución de carga horaria en la preparación y movimientos innecesarios [1], mayor precisión en la gestión de inventarios [2] y mejor organización en los procesos de trabajo lo que permite disminuir costos [3].

Se han identificado que las principales causas del problema de estudio de la RSL en la industria manufacturera incluyen dificultades en la planificación y falta de estandarización [4], errores en la preparación de pedidos [5] y una mala gestión del inventario [7], estos apuntan problemas generales de gestión, el cual requieren un diseño estructural de procesos. Asimismo, otras causas más específicas como los retrasos en preparación de pedidos y desorganización en el almacén [20] o los tiempos de viaje innecesarios y pérdidas significativas de materiales [26], lo cual debe resolverse con herramienta de Lean Warehousing como 5S y SMED, que han demostrado reducir significativamente los errores y tiempos de ciclo en los procesos de almacén [10], además se evidencian mejoras en los indicadores logísticos [11] y la disminución de la variabilidad en los niveles de inventario [12]. Las causas identificadas reflejan con precisión la naturaleza multifacética y la complejidad de los problemas que impactan la eficiencia en los almacenes. Esto se debe a que incluyen tanto aspectos estratégicos, como la organización a largo plazo y la toma de decisiones organizacionales, así como cuestiones operativas, relacionadas con las tareas cotidianas y la ejecución de procesos en el almacén. Esta visión integral facilita un análisis más completo de las deficiencias, permitiendo abordar las problemáticas desde múltiples perspectivas y encontrar soluciones más efectivas.

La utilidad de las herramientas 5S, SMED y KAIZEN para resolver problemas de retrasos en la carga, la planificación y el flujo de información [26] es uno de los descubrimientos más notables. Del mismo modo, la reducción de los niveles excesivos de inventario y la garantía de un flujo de trabajo equilibrado han sido posibles gracias al aumento de la precisión del inventario que ha supuesto la aplicación de Kanban [18]. Por otro lado, el uso de POKE YOKE ha contribuido significativamente a la minimización de errores operativos [20]. Las herramientas analizadas resultan ser altamente pertinentes y efectivas, ya que abordan de manera directa y específica desafíos fundamentales dentro de la metodología Lean Warehousing. Además, promueven un entorno de trabajo más colaborativo y eficiente, lo que no solo las hace relevantes para enfrentar los retos actuales en la gestión de almacenes, sino que también tienen una atracción positiva en la implementación de buenas prácticas que favorecen la sostenibilidad operativa y la competitividad empresarial.

El nivel de mejora en los indicadores de gestión de almacenes muestra tanto similitudes como diferencias en los niveles de avance. En el ámbito cuantitativo, destacan incrementos significativos en el cumplimiento de pedidos, como en los casos de los estudios [21] y [26], mientras que otros subrayan reducciones notables en los tiempos de ciclo, como en [22] y [31]. En cuanto a los aspectos cualitativos, se identifican mejoras clave como la creación de un entorno de trabajo colaborativo [22] y la disminución de errores operativos [20]. Este contraste evidencia que, aunque las métricas cuantitativas, como el índice OEE y el cumplimiento de pedidos, son indicadores clave, las mejoras cualitativas, tales como la organización y la percepción positiva del ambiente laboral, son igualmente esenciales para una evaluación integral de la eficiencia en los almacenes. Se identificaron limitaciones metodológicas como posibles sesgos en la selección de estudios (énfasis en conferencias vs revistas), ausencia de datos longitudinales y heterogeneidad en técnicas de validación que impiden comparaciones directas.

#### IV. CONCLUSIONES

Se concluye que las métricas de eficiencia de la gestión de almacenes mejoran con la aplicación de técnicas de Lean Warehousing como 5S, Kanban, Kaizen y SMED. La reducción de los gastos operativos y la mayor satisfacción de los clientes son los resultados de un mayor cumplimiento de los pedidos, unos tiempos de ciclo más cortos y una optimización eficaz del inventario. Su eficacia como enfoque universal para la mejora de procesos se ve reforzada por su adaptabilidad y aplicabilidad en diversos contextos de fabricación, sin embargo, se observan importantes inconvenientes, como las variaciones en las situaciones de aplicación, debido a que algunas investigaciones se realizaron en grandes empresas. Este

estudio ofrece una guía completa para la aplicación de estas prácticas, incluyendo ejemplos de su aplicación con éxito y un análisis detallado del impacto de herramientas específicas en la eficiencia operativa, destacando estrategias eficaces. Por otra parte, la falta de coherencia en las técnicas de validación dificulta la comparación directa de los estudios; por este motivo, se aconseja ampliar el ámbito de aplicación para incluir otros sectores industriales, así como diversos contextos geográficos y culturales. Además, el personal de almacén debería recibir formación en metodologías Lean.

#### REFERENCIAS

- [1] P. Raghuram and A. Singh, "Warehouse optimisation using demand data analytics - A case study-based approach," *International Journal of Business Information Systems*, vol. 35, no. 4, pp. 519–538, 2020, doi: 10.1504/IJBIS.2020.111643.
- [2] C. Benvegnù, "The conditions for participation at work: The case of lean warehouses (France-Italy)," *Sociologie du Travail*, vol. 65, no. 1, 2023, doi: 10.4000/SDT.42790.
- [3] A. H. Ali, H. Elrouby, and S. Haddad, "The Role of Continuous Improvement Process in Optimizing the Warehouse Operations: A Case study on a German Automotive Company," *Journal of Logistics, Informatics and Service Science*, vol. 9, no. 4, pp. 169–196, 2022, doi: 10.33168/LISS.2022.0412.
- [4] A. C. Cagliano, G. Zenezini, C. Rafele, S. Grimaldi, and G. Mangano, "A Design Science – Informed Process for Lean Warehousing Implementation," in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 689, pp. 54–68, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-43662-8\_5.
- [5] M. A. Serna-Ampuero, M. Arias-Navarro, and J. C. Quiroz-Flores, "Inventory Management Model under the Lean Warehousing Approach to Reduce the Rate of Returns in SME Distributors," in *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 103–108, 2022, doi: 10.1145/3568834.3568894.
- [6] Y. Prasetyawan and N. G. Ibrahim, "Warehouse Improvement Evaluation using Lean Warehousing Approach and Linear Programming," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 847, no. 1, pp. 012033, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/847/1/012033.
- [7] C. M. Pereira, R. Anholon, I. S. Rampasso, O. L. G. Quelhas, W. Leal Filho, and L. A. Santa-Eulalia, "Evaluation of lean practices in warehouses: an analysis of Brazilian reality," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 70, no. 1, pp. 1–20, 2021, doi: 10.1108/IJPPM-01-2019-0034.
- [8] H. Makysova, F. Galgoci, Z. G. Babelova, and A. Starecek, "The improvement of the production process performance through material flow and storage efficiency increases serial production," *Acta Logistica*, vol. 11, no. 1, pp. 57–65, 2024, doi: 10.22306/al.v11i1.449.
- [9] P. Raghuram and M. K. Arjunan, "Design framework for a lean warehouse – a case study-based approach," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 71, no. 6, pp. 2410–2431, 2022, doi: 10.1108/IJPPM-12-2020-0668.
- [10] N. S. F. Abdul Rahman, N. H. Karim, R. Md Hanafiah, S. Abdul Hamid, and A. Mohammed, "Decision analysis of warehouse productivity performance indicators to enhance logistics operational efficiency," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 72, no. 4, pp. 962–985, 2023, doi: 10.1108/IJPPM-06-2021-0373.
- [11] D. Frappier, H. Singh, K. Singh, and S. Vardhan, "A comprehensive review of lean warehousing design methodologies," *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pp. 147–154, 2024, doi: 10.1007/978-981-99-7445-0\_14.
- [12] C. Acevedo-Aybar, M. Jáuregui-Alfaro, J. C. Quiroz-Flores, and A. Ali, "Optimizing warehouse management in footwear commercial companies: A case study on lean-BPM," *SSRG International Journal of Mechanical*

Engineering, vol. 11, no. 1, pp. 16–27, 2024, doi: 10.14445/23488360/IJME-V11I1P102.

[13] O. Cotrina and E. D. Ramos Palomino, "Implementation of lean warehousing to reduce food waste of a distribution company," in Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2023, doi: 10.18687/LEIRD2023.1.1.469.

[14] A. N. A. Ahmad et al., "Improving the warehouse operation by implementing lean warehousing," in AIP Conference Proceedings, vol. 2827, no. 1, 2023, doi: 10.1063/5.0164467.

[15] M. Vasquez-Quispe et al., "Implementing Lean Warehousing model to increase on time and in full of an SME commercial company: A research in Peru," in ACM International Conference Proceeding Series, pp. 60–65, 2023, doi: 10.1145/3587889.3587899.

[16] J. J. Yepes-Núñez et al., "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews; [Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas]," Revista Española de Cardiología, vol. 74, no. 9, pp. 790–799, 2021, doi: 10.1016/j.recesp.2021.06.016.

[17] E. Michlowicz, "Methodology of evaluating finished goods warehouse performance through lean methods," Archives of Transport, vol. 70, no. 2, pp. 43–64, 2024, doi: 10.61089/aot2024.s9sq9q75.

[18] M. G. Hassan, M. D. Akanmu, P. Ponniah, K. I. Mohd Sharif, H. M. Belal, and A. Othman, "A framework for implementing a Supplier Kanban System through an action research methodology," Benchmarking, vol. 30, no. 5, pp. 1562–1587, 2023, doi: 10.1108/BIJ-12-2020-0656.

[19] C. Perez-Canchanya, M. Urbina-Suarez, and A. Flores-Perez, "Improvement Model to Increase the Order Fulfillment Rate in a Peruvian SME Food Company Using SMED, Kanban and Standard Work," in Advances in Transdisciplinary Engineering, vol. 35, 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), 2023, pp. 109–117, doi: 10.3233/ATDE230036.

[20] M. Vasquez-Quispe, A. Calcina-Flores, J. C. Quiroz-Flores, and M. Collao-Diaz, "Implementing Lean Warehousing model to increase on time and in full of an SME commercial company: A research in Peru," in ACM Int. Conf. Proc. Ser., 10th Int. Conf. on Industrial Engineering and Applications (ICIEA-EU 2023), Jan. 2023, pp. 60–65, doi: 10.1145/3587889.3587899.

[21] M. I. Diaz, G. Dioses, and E. Ramos, "Lean Manufacturing Model to improve the order fulfillment in a company in the wine sector," in Proc. LACCEI Int. Multi-conf. Eng. Educ. Technol., 2nd LACCEI Int. Multiconf. on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2022), Dec. 2022, vol. 2022-December, doi: 10.18687/LEIRD2022.1.1.139.

[22] Cordova-Pillco, D., Mendoza-Coaricona, M., and Quiroz-Flores, J., "Lean-SLP production model to reduce lead time in SMEs in the plastics industry: An Empirical Research in Perú," Proc. LACCEI Int. Multi-Conf. Eng. Educ. Technol., vol. 2022-July, pp. 1-8, July 2022, doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.151.

[23] M. Y. M. Yusoof, N. M. Z. N. Mohamed, M. M. Mustapah, and Nelfiyanti, "The effect of the supply chain in the quick response manufacturing (QRM) environment in the automotive industry," in Procedia Computer Science, vol. 207, pp. 2116–2124, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.09.271.

[24] V. P. Amaral, A. C. Ferreira, and B. Ramos, "Internal logistics process improvement using PDCA: A case study in the automotive sector," Business Systems Research, vol. 13, no. 3, pp. 100–115, 2022, doi: 10.2478/bsrj-2022-0027.

[25] S. Roy, K. Kumar, and B. Satpathy, "Strategic planning of optimising productivity: A '5S under lean quality' approach," International Journal of Productivity and Quality Management, vol. 32, no. 1, pp. 53–71, 2021, doi: 10.1504/IJPM.2021.111994.

[26] B. Martinez-Condor, F. Mamani-Motta, I. Macassi-Jaurequi, C. Raymundo-Ibañez, and M. Perez, "Lean production model aligned with organizational culture to reduce order fulfillment issues in micro- and small-sized textile businesses in Peru," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 796, no. 1, 2020, Art. no. 012016, doi: 10.1088/1757-899X/796/1/012016.

[27] Q. Liu and H. Yang, "An improved value stream mapping to prioritize lean optimization scenarios using simulation and multiple-attribute decision-making method," IEEE Access, vol. 8, pp. 204914–204930, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3037660.

[28] M. B. Contreras, "Lean manufacturing for Tsukiden Electronics Philippines, Inc.: A six-sigma approach," Global Business and Finance Review, vol. 23, no. 4, pp. 109–123, 2018, doi: 10.17549/gbfr.2018.23.4.109.

[29] D. Katsios, A. S. Xanthopoulos, D. E. Koulouriotis, and A. Kiatipis, "A simulation optimisation tool and its production/inventory control application," International Journal of Simulation Modelling, vol. 17, no. 2, pp. 257–270, 2018, doi: 10.2507/IJSIMM17(2)425.

[30] K. Krishnaiyer and F. F. Chen, "A Cloud-based Kanban Decision Support System for Resource Scheduling & Management," Procedia Manufacturing, vol. 11, pp. 1489–1494, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.280.

[31] N. H. A. Halim, N. Yusuf, R. Jaafar, A. Jaffar, N. A. Kaseh, and N. N. Azira, "Effective material handling system for JIT automotive production line," Procedia Manufacturing, vol. 2, pp. 251–257, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.044.

[32] K. V. Buxton and R. Gatland, "Simulating the effects of work-in-process on customer satisfaction in a manufacturing environment," in Winter Simulation Conference Proceedings, 1995, pp. 940–944, doi: 10.1145/224401.224755.