



# Lean manufacturing y cadena de suministro: hacia la excelencia en la industria manufacturera.

## Lean manufacturing and supply chain: towards excellence in the manufacturing industry.

Elianne Magdiel Castro-Rejas<sup>1</sup>, Claudia Angeles Chanca-Trillo<sup>2</sup>, Carmen Luz Cuba-Cornejo<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Ica - Perú

Recibido: 27 de febrero de 2025.

Aceptado: 19 de julio de 2025.

Publicado: 01 de septiembre de 2025.

**Resumen-** La optimización de la cadena de suministro representa un factor determinante para elevar la competitividad en el sector manufacturero. En este marco, el enfoque Lean Manufacturing (LM) se ha reconocido como una estrategia adecuada para minimizar desperdicios, incrementar la productividad y optimizar la gestión de proveedores. Esta Revisión Sistemática de Literatura (RSL) se propuso analizar la influencia del LM en la eficiencia de la cadena de suministro en empresas manufactureras. Se llevó a cabo la búsqueda principalmente en la base de datos Scopus, aplicando la metodología PIOCT para definir los criterios de inclusión y exclusión, y las directrices del modelo PRISMA, durante el proceso de selección. De 262 artículos identificados, 60 fueron analizados en profundidad. Los resultados evidenciaron que los principales impactos del LM se concentran en la optimización de recursos, la minimización del tiempo de ciclo y el aumento de la productividad, siendo la eficiencia y productividad el indicador de éxito más representativo. Asimismo, se identificaron limitaciones asociadas al diseño metodológico y a la falta de integración estratégica en la adopción de las herramientas Lean. Se concluye que el LM incide positivamente en el desempeño de la cadena de suministro y que su integración con tecnologías como la Industria 4.0 puede potenciar la adaptabilidad y sostenibilidad en los procesos de manufactura.

**Palabras clave:** sistemas de producción, cadena de suministro, industria manufacturera, optimización, productividad.

**Abstract—** Supply chain optimization represents a determining factor for increasing competitiveness in the manufacturing sector. Within this framework, the Lean Manufacturing (LM) approach has been recognized as an appropriate strategy for minimizing waste, increasing productivity, and optimizing supplier management. This Systematic Literature Review (SLR) aimed to analyze the influence of LM on supply chain efficiency in manufacturing companies. The search was conducted primarily in the Scopus database, applying the PIOCT methodology to define inclusion and exclusion criteria, and the PRISMA model guidelines during the selection process. Of 262 articles identified, 60 were analyzed in depth. The results showed that the main impacts of LM are concentrated on resource optimization, cycle time minimization, and increased productivity, with efficiency and productivity being the most representative indicators of success. Limitations associated with the methodological design and the lack of strategic integration in the adoption of Lean tools were also identified. It is concluded that LM positively impacts supply chain performance and that its integration with technologies such as Industry 4.0 can enhance adaptability and sustainability in manufacturing processes.

**Keywords:** production systems, supply chain management, manufacturing industry, optimization, productivity.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [u21305724@utp.edu.pe](mailto:u21305724@utp.edu.pe) (Elianne Magdiel Castro Rejas).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

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

Como citar este artículo: E. M. Castro-Rejas, C. A. Chanca-Trillo y C. L. Cuba-Cornejo, "Lean manufacturing y cadena de suministro: hacia la excelencia en la industria manufacturera", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 13, no. 3, pp. 01-17 2025, doi: [10.15649/2346030X.5804](https://doi.org/10.15649/2346030X.5804)

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la eficiencia operativa dentro de la cadena de suministro se ha consolidado como un factor estratégico para el sector manufacturero, en respuesta a la intensificación de la competencia global, el aumento de las exigencias del mercado y la necesidad de optimizar el uso de recursos productivos. En este escenario, las organizaciones manufactureras buscan enfoques de gestión que les permitan mejorar su desempeño operativo, reducir costos y garantizar niveles adecuados de calidad y cumplimiento de plazos. Diversos estudios han evidenciado que la aplicación de enfoques de mejora continua contribuye significativamente al fortalecimiento de la competitividad empresarial, especialmente en industrias donde la eficiencia logística y productiva resulta determinante [1].

En este contexto, el Lean Manufacturing se ha consolidado como uno de los enfoques más difundidos para la optimización de procesos productivos y la gestión de la cadena de suministro. No obstante, la literatura advierte que su implementación presenta resultados heterogéneos, principalmente cuando se limita a la aplicación aislada de herramientas, sin una adecuada integración de factores organizacionales y estratégicos. En consecuencia, diversos autores señalan que el éxito del Lean Manufacturing depende del liderazgo, la cultura organizacional y la alineación de los procesos internos y externos de la empresa con los objetivos estratégicos de la organización [2], [3]. De manera paralela, la incorporación de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 ha generado nuevas oportunidades para potenciar la eficiencia operativa de las cadenas de suministro mediante la digitalización y el análisis de datos en tiempo real. La convergencia entre Lean Manufacturing y tecnologías digitales ha sido identificada como una tendencia relevante en el sector manufacturero, al facilitar la detección temprana de ineficiencias, mejorar la toma de decisiones y optimizar indicadores clave de desempeño. Sin embargo, su adopción enfrenta barreras significativas relacionadas con la falta de personal calificado, la resistencia al cambio organizacional y la ausencia de políticas públicas que promuevan su implementación efectiva [4], [5].

Asimismo, la pandemia de la COVID-19 puso en evidencia la vulnerabilidad estructural de las cadenas de suministro globales, afectando la estabilidad de los sistemas productivos y logísticos. Las restricciones en el transporte, la escasez de insumos y los retrasos acumulados en los diferentes niveles de la cadena expusieron las limitaciones de modelos productivos altamente dependientes de la previsibilidad de la demanda. Bajo este contexto, se reforzó la necesidad de complementar los enfoques centrados en la eficiencia con estrategias orientadas a la flexibilidad, la resiliencia organizacional y la gestión del riesgo, especialmente en sectores manufactureros críticos [6]. Como respuesta a estas dinámicas, el enfoque Lean ha evolucionado hacia el concepto de Lean Supply Chain, el cual propone extender los principios de eficiencia y mejora continua a toda la red de suministro, fortaleciendo la coordinación y colaboración entre proveedores, fabricantes y clientes finales. No obstante, la literatura también señala que la implementación de este enfoque enfrenta limitaciones relacionadas con la identificación de desperdicios a nivel interorganizacional, restricciones operativas y la ausencia de modelos integrales que permitan evaluar de manera simultánea el desempeño productivo, logístico y organizacional [7], [8], [9].

A pesar de la amplia difusión del Lean Manufacturing en diversos sectores industriales, persisten brechas relevantes en su aplicación en contextos productivos específicos. Estudios previos reportan que en determinadas plantas manufactureras continúan presentándose problemas asociados a la sobreproducción, deficiencias en la calidad y elevados tiempos de espera, lo que evidencia la necesidad de profundizar en el análisis de su impacto real sobre la cadena de suministro [10]. Asimismo, investigaciones recientes destacan que la integración interna y externa de la cadena de suministro influye positivamente en indicadores operativos como la calidad y la eficiencia, resaltando el papel mediador de las prácticas Lean en estos resultados [11]. En el ámbito internacional, diversas investigaciones empíricas han demostrado que la adopción de prácticas Lean contribuye a mejorar el desempeño de las empresas manufactureras mediante la reducción de costos, la optimización de recursos y el fortalecimiento de las relaciones con proveedores y clientes [12]. De forma similar, en el contexto peruano, las pequeñas y medianas empresas enfrentan limitaciones estructurales en productividad y competitividad, a pesar de su relevancia económica, lo que posiciona al Lean Manufacturing como un enfoque estratégico para mejorar su desempeño operativo y sostenibilidad en mercados cada vez más exigentes [13].

Adicionalmente, estudios recientes resaltan que la incorporación de tecnologías digitales potencia las herramientas Lean al proporcionar información en tiempo real que mejora indicadores como el tiempo de ciclo, el lead time y la eficiencia global de los equipos. Evidencia empírica en sectores específicos del contexto peruano, como el vitivinícola, demuestra que la aplicación de modelos basados en Lean Manufacturing y Value Stream Mapping ha permitido reducir incumplimientos de pedidos y costos logísticos, fortaleciendo la competitividad empresarial [14], [15]. Resultados similares se han reportado en PYMES y sectores industriales tradicionales, donde la integración de prácticas Lean y sostenibilidad ha generado impactos positivos en el desempeño de la cadena de suministro [16], [17]. Asimismo, investigaciones recientes indican que la combinación de herramientas Lean con técnicas avanzadas de análisis y modelación contribuye de manera significativa a la mejora de la eficiencia operativa en procesos manufactureros complejos. Estudios desarrollados en sectores como el cartón y el textil evidencian que la aplicación de herramientas Lean permite reducir tiempos improductivos, mejorar la productividad y disminuir los tiempos de entrega de los pedidos, reafirmando la relevancia de estas prácticas en la gestión de la cadena de suministro [18], [19], [20].

A pesar de la abundancia de estudios sobre herramientas Lean, existe una carencia de revisiones sistemáticas que integren los impactos específicos en la cadena de suministro en el periodo post-pandemia (2020-2025). En este sentido, la presente investigación busca contribuir a la literatura existente mediante la consolidación y análisis crítico de la evidencia reciente, proporcionando una visión integral sobre la relación entre eficiencia operativa, flexibilidad y sostenibilidad en las industrias manufactureras.

Con relación a la estructura del estudio, en la sección 2, Marco teórico, se establecen las definiciones conceptuales que sustentan la investigación. En el apartado 3, Metodología, se encuentran las preguntas PIOCT propuestas, las palabras clave definidas para cada elemento, la ecuación de búsqueda empleada en Scopus, los parámetros de inclusión y exclusión junto con el diagrama PRISMA que sustenta el proceso de filtrado de artículos. En el apartado 4, Resultados, se muestran los descubrimientos alcanzados, acompañados de gráficos estadísticos que facilitan la interpretación de la información recopilada. El apartado 5, Discusión expone un análisis crítico de los resultados en contraste con investigaciones previas, resaltando coincidencias, diferencias y aportes relevantes. En la sección 6, correspondiente a las conclusiones, se presentan de manera resumida los hallazgos principales y se resalta la trascendencia de la adopción del Lean Manufacturing en las empresas manufactureras.

## II. MARCO TEORICO

### a. *Filosofía Lean Manufacturing.*

El Lean Manufacturing es un enfoque de gestión orientado a la mejora continua que tiene como objetivo maximizar el valor para el cliente mediante la eliminación sistemática de desperdicios a lo largo de los procesos productivos [21]. Este enfoque se basa en la optimización de los recursos, la reducción de actividades innecesarias y la mejora constante del desempeño operativo, permitiendo a las organizaciones incrementar su competitividad en entornos industriales altamente exigentes. Desde la perspectiva del Lean Manufacturing, el valor de un producto o servicio se define exclusivamente desde el punto de vista del cliente. En este sentido, se distinguen las actividades que agregan valor (Value Added, VA) de aquellas que no agregan valor (Non-Value Added, NVA), siendo estas últimas considerados desperdicios que deben ser eliminados o reducidos para mejorar la eficiencia del proceso [22]. Este principio permite enfocar los esfuerzos de mejora en aquellas actividades que contribuyen directamente a satisfacer las necesidades del cliente final.

### b. *Principios y desperdicios del Lean Manufacturing.*

El Lean Manufacturing se sustenta en un conjunto de principios fundamentales que orientan la gestión de los procesos productivos, entre los cuales destacan la mejora continua, la estandarización de procesos, la producción ajustada y la filosofía Just in Time. Estos principios buscan garantizar un flujo continuo de producción, minimizar inventarios innecesarios y reducir los tiempos de espera, contribuyendo a una operación más eficiente y flexible [21]. En este contexto, el enfoque Lean identifica diversos tipos de desperdicio que afectan negativamente el desempeño operativo de las organizaciones. Entre los principales desperdicios se encuentran la sobreproducción, los tiempos de espera, el transporte innecesario, el exceso de inventarios, los movimientos innecesarios, el sobreprocesamiento y los defectos o fallas de calidad. La identificación y eliminación de estos desperdicios permite mejorar la productividad, reducir costos y fortalecer la eficiencia global de los procesos manufactureros [22].

### c. *Lean Manufacturing y mejora continua.*

La filosofía Lean concibe la mejora continua como un proceso sistemático y permanente, orientado a la identificación de oportunidades de optimización en todos los niveles de la organización. Este enfoque promueve una cultura organizacional basada en la participación del personal, el aprendizaje constante y la búsqueda de soluciones que permitan incrementar el valor generado por los procesos productivos [21]. En conjunto, los principios, herramientas y enfoques del Lean Manufacturing constituyen un marco teórico sólido para el análisis de la eficiencia operativa y la gestión de la cadena de suministro en entornos manufactureros. La correcta aplicación de estos fundamentos permite a las organizaciones reducir desperdicios, mejorar la productividad y fortalecer su capacidad de adaptación frente a entornos competitivos y cambiantes [22].

### d. *Value Stream Mapping y Sustainable Value Stream Mapping.*

El Value Stream Mapping (VSM) es una de las herramientas más representativas del Lean Manufacturing, utilizada para visualizar y analizar el flujo de materiales e información a lo largo de un proceso productivo. A través del VSM es posible identificar actividades que no agregan valor, cuellos de botella y oportunidades de mejora, facilitando la toma de decisiones orientadas a la optimización de los procesos [21]. Como evolución del VSM tradicional, el Sustainable Value Stream Mapping (SVSM) incorpora criterios de sostenibilidad en el análisis de los procesos productivos, integrando dimensiones económicas, ambientales y sociales. Este enfoque permite evaluar no solo la eficiencia operativa, sino también el impacto ambiental y el uso responsable de los recursos, alineando la mejora de los procesos con los objetivos de desarrollo sostenible [23]. Asimismo, el SVSM destaca la importancia del factor humano, promoviendo la participación de los trabajadores y fortaleciendo la comunicación interna como elementos clave para la mejora continua.

## III. METODOLOGÍA O PROCEDIMIENTOS

La investigación se efectuó por medio de una Revisión Sistemática de Literatura (RSL), con el fin de examinar el impacto de Lean Manufacturing en la mejora en la cadena de suministro en industrias manufactureras. Este enfoque metodológico permite organizar y sintetizar estudios que evidencian como la aplicación de marcos estructurados de implementación Lean ayuda a superar barreras frecuentes en las organizaciones, mejorando la eficiencia, la integración de procesos y el tiempo de respuesta frente a la demanda [24].

Además, se destaca que la implementación de un programa Lean requiere un trabajo colaborativo y el monitoreo continuo de los indicadores clave de desempeño (KPI), los cuales deben aplicarse en los procesos de entrada, producción y salida, reforzados por reportes de desempeño e incentivos no financieros que favorecen la sostenibilidad de la implementación [25]. En este sentido, uno de los indicadores más relevantes en el entorno manufacturero es el OEE (Overall Equipment Effectiveness), el cual analiza el desempeño de los equipos considerando su disponibilidad, rendimiento y nivel de calidad, siendo un referente para identificar pérdidas y optimizar procesos [26].

En un caso industrial específico, la implementación de SMED y TPM permitió mejorar los procesos de producción y atenuar tiempos de inactividad, evidenciando cómo la adopción de estas herramientas refuerza la eficiencia operativa y la coordinación de los procesos productivos [27]. Por otra parte, diversos estudios destacan que el método 5S constituye un componente clave del enfoque SMED, ya que contribuye a reducir el tiempo requerido en los cambios de formato mediante la organización y estandarización del entorno de trabajo [28].

### a. *Pregunta PIOCT.*

Se procedió a identificar los componentes de la pregunta PIOCT, bajo un enfoque ordenado y estructurado, fundamentado en la recopilación y análisis de información proveniente de 60 artículos académicos seleccionados. Para organizar la información, se empleó una hoja de cálculo en Excel que permitió registrar, clasificar y sintetizar los aportes de cada artículo.

Tabla 1: Preguntas de investigación.

COMPONENTE	PREGUNTAS
PREGUNTA PIOCT	¿Cuál es el impacto de la implementación de Lean Manufacturing en la optimización de la cadena de suministro frente a los obstáculos asociados a la ineficiencia presentes en las industrias manufactureras entre los años 2020 y 2025?
P - PROBLEMÁTICA	¿Cuáles son los principales obstáculos que afectan la eficiencia de la cadena de suministro en las industrias manufactureras?
I - INTERVENCIÓN	¿Qué efectos tiene la implementación de Lean Manufacturing en la eficiencia operativa y la gestión de recursos en la cadena de suministro de las industrias manufactureras?
O - RESULTADOS	¿Qué resultados se evidencian en la calidad, productividad y flexibilidad en la cadena de suministro tras aplicar el Lean Manufacturing?
C - CONTEXTO	¿En qué tipo de industria manufacturera se ha aplicado la implementación de Lean Manufacturing?
T - TIEMPO	¿En qué año se han realizado estudios sobre la implementación de Lean Manufacturing en la cadena de suministro?

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez finalizada la formulación de preguntas vinculadas al problema de investigación, estas se organizaron en los componentes del modelo PIOCT, con el propósito de realizar una revisión exhaustiva. Posteriormente, se identificaron las palabras claves correspondientes a cada componente y se traducen al inglés, estrategia que resulta esencial para acceder a una extensa base de trabajos científicos de prestigio indexados en Scopus.

### **b. Especificación de palabras clave.**

Dentro del presente estudio se implementó una búsqueda sistemática de información utilizando palabras clave en español e inglés, con el objetivo de recopilar estudios confiables publicados en revistas indexadas en Scopus. Para optimizar los resultados, se emplearon combinaciones de palabras clave con operadores booleanos (AND, OR) y comillas ("), lo que facilitó un filtrado más preciso de la información. En la Tabla 2 se detallan las palabras clave utilizadas, junto con sus respectivas combinaciones.

Tabla 2: Palabras claves de componentes PIOCT.

COMPONENTE	PALABRAS CLAVES
P - PROBLEMÁTICA	"Supply chain performance" OR "supply chain" OR "efficiency" OR "best practices" OR "performance"
I - INTERVENCIÓN	"Optimization" OR "Process optimization" OR "Process improvement" OR "Efficiency improvement" OR "Upgrade"
O - RESULTADOS	"Lean Manufacturing" OR "Lean production" OR "Lean principles" OR "Lean thinking" OR "Lean methodology" OR "Lean approach" OR "5S" OR "Kanban" OR "Lean"
C - CONTEXTO	"productivity" OR "quality" OR "operational performance" OR "performance" OR "flexibility"
T - TIEMPO	"Manufacturing industry" OR "Manufacturing industries" OR "Industrial sector" OR "Supply chain"

Fuente: Elaboración Propia.

### **c. Ecuación de búsqueda empleada.**

El análisis previo permitió establecer la ecuación de búsqueda en la base de datos de Scopus. En esta, se llevó a cabo una búsqueda avanzada en la que se combinaron las palabras clave mediante conectores booleanos, obteniéndose como resultado la ecuación presentada en la Tabla 3.

Tabla 3: Ecuación general de búsqueda.

ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
( TITLE-ABS-KEY ( "Supply chain performance" OR "supply chain" OR "efficiency" OR "best practices" OR "performance" ) AND ALL ( "Optimization" OR "Process optimization" OR "Process improvement" OR "Efficiency improvement" OR "Upgrade" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Lean Manufacturing" OR "Lean production" OR "Lean principles" OR "Lean thinking" OR "Lean methodology" OR "Lean approach" OR "5S" OR "Kanban" OR "Lean" ) AND ALL ( "productivity" OR "quality" OR "operational performance" OR "performance" OR "flexibility" ) AND ALL ( "Manufacturing industry" OR "Manufacturing industries" OR "Industrial sector" OR "Supply chain" ) ) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2026 AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENGI" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "cp" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Spanish" ) ) AND ( LIMIT-TO ( OA , "all" ) )

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de aplicar los criterios y filtros de búsqueda establecidos, el motor de búsqueda produjo 262 resultados, los cuales serán revisados y seleccionados para su inclusión en la revisión sistemática de la literatura.

**d. Criterios de inclusión y exclusión.**

Estos criterios de inclusión y exclusión se plantean considerando los componentes de la pregunta PIOCT previamente formulada, lo que permite definir de manera clara qué estudios serán considerados dentro de la revisión sistemática y cuáles no.

Con base a estos criterios, se detallan a continuación parámetros de inclusión y exclusión definidos para el análisis de la RSL.

Tabla 4: Criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN		CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	
C.I.1	Estudios sobre Lean Manufacturing en la industria manufacturera	C.E.1	Artículos que no abordan las preguntas de investigación.
C.I.2	Estudios sobre la optimización de la cadena de suministro.	C.E.2	Documentos distintos a artículos y conferencias.
C.I.3	Investigaciones que apliquen indicadores de desempeño.	C.E.3	Publicaciones en idiomas ajenos al español o al inglés.
C.I.4	Publicaciones que detallen la implementación de herramientas Lean específicas.	C.E.4	Publicaciones sin acceso abierto.

Fuente: Elaboración Propia.

**e. Diagrama PRISMA.**

Tras la aplicación de la estrategia de búsqueda y los criterios de elegibilidad, se identificaron inicialmente 262 registros. Siguiendo el protocolo PRISMA, se procedió al cribado y eliminación de duplicados, resultando en una selección final de 60 artículos que constituyen el corpus de análisis de esta revisión sistemática.

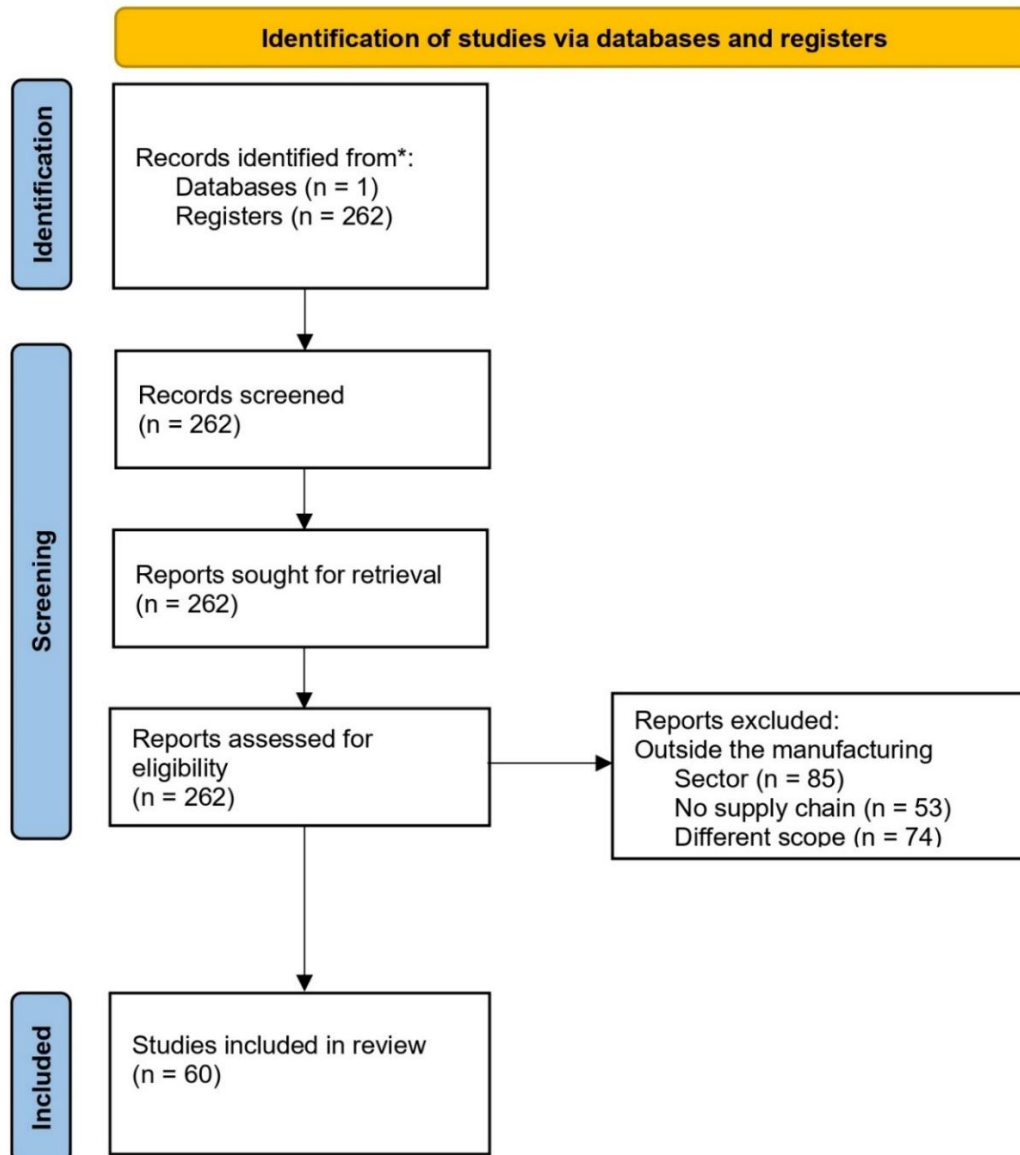


Figura 1: Diagrama PRISMA.  
Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 5: Síntesis de artículos y herramientas aplicadas.

Artículo	Año	País	Herramientas aplicadas
(01)	2020	Peru	Single-Minute Exchange of Die (SMED) y Total Productive Maintenance (TPM)
(02)	2024	Peru	Value Stream Mapping (VSM), Six Sigma y Kaizen
(03)	2024	Indonesia	PAM, Value Stream Mapping (VSM) y el índice de sostenibilidad
(04)	2025	India	Principio Lean, kanban
(05)	2025	India	N/R
(06)	2024	Ireland	Just In Time (JIT)
(07)	2021	Colombia	Value Stream Mapping (VSM), Pareto, Ishikawa
(08)	2023	Russian Federation	N/R
(09)	2022	South Africa	DMAIC y Value Stream Mapping (VSM)
(10)	2020	Colombia	Value Stream Mapping (VSM)
(11)	2020	Vietnam	Lean-Six Sigma
(12)	2025	Brazil	Lean Production
(13)	2024	Jordan	Practicas Lean
(14)	2024	España	Just In Time (JIT)
(15)	2023	Saudi Arabia	Lean Supply Chain (LSC)
(16)	2020	Peru	Value Stream Mapping (VSM)
(17)	2022	Morocco	Value Chain Analysis
(18)	2022	Peru	Value Stream Mapping (VSM)
(19)	2023	Pakistan	Just In Time (JIT) y Practicas Lean
(20)	2021	Saudi Arabia	Value Stream Mapping (VSM)
(21)	2024	Etiopia	Value Stream Mapping (VSM), Kaizen, 5S, Simulación de Eventos Discretos (DES) JIT y Heijunka
(22)	2022	Peru	Single-Minute Exchange of Die (SMED), Total Productive Maintenance (TPM), 5S y JIDOKA
(23)	2020	Peru	Systematic Layout Planning (SLP) y Kanban
(24)	2024	Indonesia	Plan-Do-Check-Act (PDCA)
(25)	2020	Peru	Value Stream Mapping (VSM), 5S
(26)	2025	Bangladesh	Total, Productive Maintenance (TPM)
(27)	2024	India	Single-Minute Exchange of Die (SMED) y Total Productive Maintenance (TPM)
(28)	2022	Bangladesh	5S
(29)	2021	India	Value Stream Mapping (VSM)
(30)	2024	Portugal	CONWIP - Balanceo de línea
(31)	2024	South Africa	Kanban, Value Stream Mapping (VSM)
(32)	2021	South Africa	Lean-Six Sigma
(33)	2021	Mexico	Value Stream Mapping (VSM)
(34)	2023	Poland	Kaizen, Lean Six Sigma
(35)	2020	Romania	Value Stream Mapping (VSM)
(36)	2020	South Africa	Prácticas Lean
(37)	2022	Peru	5S, Kanban, Kaisen, Value Stream Mapping (VSM), Total Productive Maintenance (TPM)
(38)	2022	Peru	Plan-Do-Check-Act (PDCA) y Total Productive Maintenance (TPM)
(39)	2022	Peru	Single-Minute Exchange of Die (SMED) y Total Productive Maintenance (TPM)
(40)	2023	Morocco	Balanceo de línea
(41)	2025	Mexico	Value Stream Mapping (VSM)
(42)	2022	Peru	Systematic Layout Planning (SLP)
(43)	2023	Romania	Kaizen
(44)	2024	India	Lean Six Sigma
(45)	2025	Malaysia	DMAIC- Total Productive Maintenance (TPM)
(46)	2020	Indonesia	Kaisen, Value Stream Mapping (VSM)
(47)	2025	United States	5S- Total Productive Maintenance (TPM)
(48)	2021	Portugal	Prácticas Lean
(49)	2025	China	Six Sigma y Definir – Medir – Analizar – Mejorar – Controlar (DMAIC)
(50)	2024	Croatia	TPM, 5S y KAISEN
(51)	2020	Italy	Lean Production
(52)	2024	Peru	5S, Single-Minute Exchange of Die (SMED) y Total Productive Maintenance (TPM)
(53)	2023	Bangladesh	Value Stream Mapping (VSM)
(54)	2024	Jordan	TPM
(55)	2023	Peru	Poka-yoke, 7S, Slotting y Kardex
(56)	2023	Peru	5S, TPM, diagrama de Pareto
(57)	2024	Etiopia	Value Stream Mapping (VSM), modelo de evaluación de desperdicios (WAM) y 5S
(58)	2023	Peru	Lean Six Sigma, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y el árbol de problemas
(59)	2022	Indonesia	5S
(60)	2021	Mexico	Plan-Do-Check-Act (PDCA)

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se presenta la procedencia de los artículos revisados junto con las herramientas que aplicadas, esto permite comprender las áreas geográficas más activas en investigación. Se observa que Perú sobresale con 15 publicaciones, representando una parte importante del total analizado, esto refleja una amplia presencia de investigaciones peruanas en comparación con otros países incluidos en la revisión. En menor medida, destaca India y Sudáfrica con 5 y 4 publicaciones respectivamente. Esta tendencia sugiere un creciente interés por la aplicación del enfoque Lean en distintas regiones, especialmente en América Latina y Asia.



Figura 3: Mapamundi.  
Fuente: Power BI.

La presente investigación contempló un proceso sistemático de búsqueda, revisión y selección de literatura científica, a través del cual se logró reunir un total de 60 artículos publicados entre los años 2020 y 2025. El eje central del estudio se orienta hacia el análisis de la implementación de Lean Manufacturing y su influencia en la optimización de la cadena de suministro, abarcando tanto enfoques teóricos y conceptuales como estudios empíricos aplicados en diversos contextos industriales. Esta recopilación permitió explorar de manera integral cómo las herramientas, principios y metodologías propias de la manufactura esbelta contribuyen a mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y fortalecer la gestión logística dentro de las organizaciones.

La información extraída de los documentos seleccionados fue clasificada y organizada en tablas y representaciones gráficas, con el propósito de responder de manera estructurada a las preguntas planteadas bajo el enfoque PIOCT. Esta estrategia permitió no solo facilitar la comprensión de los hallazgos, sino también garantizar la coherencia en el análisis y la solidez en la interpretación de los resultados.

Posteriormente, los datos procesados fueron representados en gráficos comparativos y descriptivos, los cuales se acompañaron de un análisis interpretativo que permitió identificar diferencias y aportes significativos en el campo de estudio. De esta manera, los resultados obtenidos ofrecen una visión fundamentada y contextualizada del impacto del Lean Manufacturing en la cadena de suministro, contribuyendo al desarrollo de conclusiones claras y orientadas a la toma de decisiones en ámbitos académicos y empresariales.

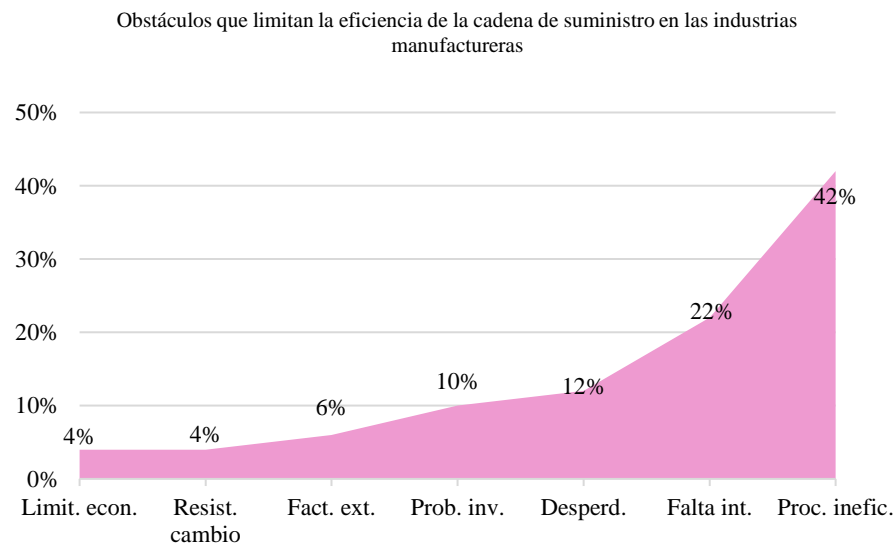


Figura 4: Obstáculos que limitan la eficiencia de la cadena de suministro en las industrias manufactureras.  
Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con lo evidenciado en la Figura 4, se muestra que los procesos ineficientes son el obstáculo predominante con un 42%, manifestándose en retrasos operativos, incremento de costos y una menor capacidad de respuesta, lo que impacta directamente en la competitividad de las organizaciones. En esta línea, algunos autores sostienen que la falta de comprensión sobre las causas de ineficiencia y sobre las técnicas adecuadas para abordarlas limita la capacidad de las organizaciones para consolidar mejoras sostenibles [29], lo que puede generar que las cadenas de suministro enfrenten mayores vulnerabilidades ante cambios en la demanda y condiciones del entorno. En muchos

casos, algunas de estas ineficiencias suelen originarse o estar vinculadas a la escasez de procesos estandarizados y a la falta de nivelación de la carga de trabajo, siendo este último el concepto de Heijunka dentro del Lean Manufacturing. Esta situación provoca desequilibrios en los inventarios, paradas de proceso y dificultades para aplicar de manera efectiva el sistema Justo a Tiempo. Cabe mencionar que uno de los del Lean Manufacturing, busca mantener procesos flexibles y adaptables que respondan a las exigencias del entorno y al no contar con procesos simples y uniformes, se ve reducida la posibilidad de introducir tecnologías de automatización y de avanzar hacia los principios de la Industria 4.0, retrasando la modernización y la adaptabilidad de las operaciones [30], [31].

También se observa que la falta de integración de procesos representa un 22% de los obstáculos, seguida por los desperdicios en la cadena de suministro con un 12% y los problemas de inventario con un 10%. Estos desperdicios constituyen una fuente importante de ineficiencia, ya que afectan tanto los costos operativos como la rápida respuesta ante cambios en la demanda. Entre estos desperdicios se consideran la sobreproducción, los inventarios excesivos, los tiempos de espera prolongados, el transporte innecesario y los defectos en los productos. La acumulación de estas ineficiencias no solo incrementa los costos directos, sino que también reduce la adaptabilidad y rapidez de la cadena de suministro, afectando de manera negativa la competitividad de las organizaciones [1].

Asimismo, se observa que factores externos (6%) y tanto las limitaciones económicas como la resistencia al cambio representan un 4% cada uno dentro de los obstáculos identificados, aunque su peso es reducido frente a los procesos ineficientes, constituyen barreras que pueden dificultar la adopción de mejoras en la cadena de suministro. De igual manera, se resalta que el rendimiento en la cadena de suministro depende de la estabilidad económica de las empresas, ya que la falta de recursos financieros puede limitar la inversión en tecnologías y procesos de mejora continua [51].

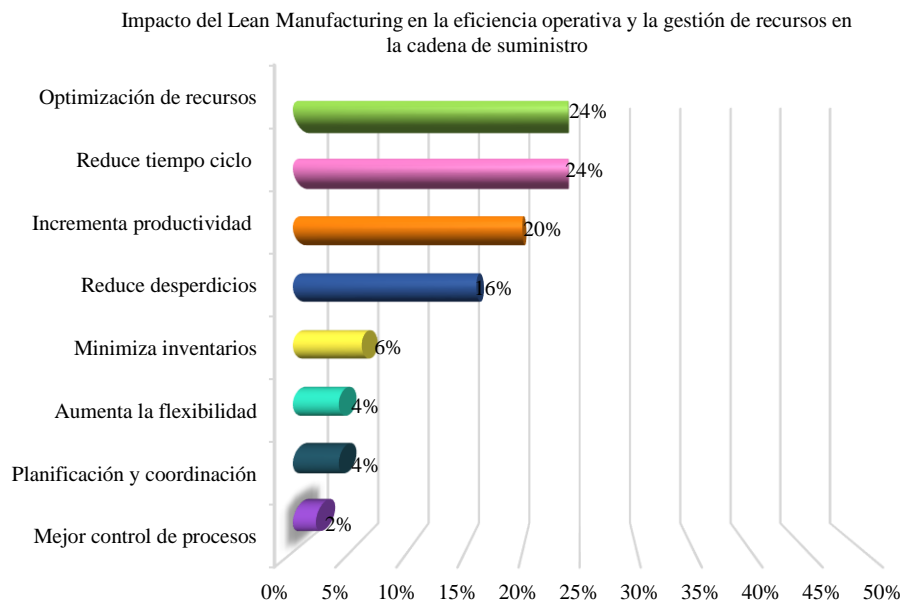


Figura 5: Impacto del Lean Manufacturing en la eficiencia operativa y la gestión de recursos en la cadena de suministro.  
Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 5 presenta el impacto del Lean Manufacturing en la cadena de suministro, mostrando una clara concentración en las métricas de eficiencia operativa. Los indicadores de mayor impacto son la Optimización de recursos y la Reducción del tiempo de ciclo, ambos con un 24% del impacto total percibido. En el caso de la Optimización de recursos, este alto porcentaje subraya que el factor más valorado es la capacidad del LM para atacar las pérdidas en todas sus formas, lo cual es congruente ya que este proceso requiere un enfoque sumamente disciplinado y constante en la administración de la cadena de suministro para ser efectivo a largo plazo, validando su esencialidad [32]. De igual modo, la reducción del tiempo de ciclo (24%) es un beneficio fundamental. Esta métrica es determinante para el rendimiento general porque influye directamente en la rapidez de entrega y en la capacidad de respuesta al cliente, considerándose un factor crucial para aquellas empresas que operan con estructuras operativas complejas [33]. El Incremento de la Productividad (20%), está estrechamente relacionado con la gestión externa de la cadena de suministro, por consiguiente, muchas empresas manufactureras han elevado sus exigencias hacia los proveedores solicitando mejoras continuas para fortalecer la productividad general de la cadena [34]. La Reducción de Desperdicios (16%), por su parte, se vincula con la gestión de calidad, dado que se enfoca en que los mecanismos de control deben orientarse a detectar y evitar los errores antes de que ocurran en el proceso de producción, minimizando riesgos y la afectación a la rentabilidad [35]. Los indicadores con menor impacto se relacionan con la gestión de apoyo y la estandarización, como lo es La Minimización de Inventarios alcanzando solo un 6%, seguido por el Aumento de la Flexibilidad (4%) y la Planificación y Coordinación (4%).

El indicador con el porcentaje más bajo fue el Mejor Control de Procesos, con apenas un 2%, su papel es fundamental para asegurar la estabilidad operativa y la calidad del producto. En el sector alimentario, la aplicación de instrumentos tales como el control estadístico de procesos, los mapas de flujo de valor y las 5S ha demostrado ser eficaz para reducir la variabilidad y prevenir contaminaciones, lo que conduce a un aumento considerable en la eficiencia de la calidad y una disminución significativa de las devoluciones de producto [25].

Resultados del Lean Manufacturing en la cadena de suministro: calidad, productividad y flexibilidad

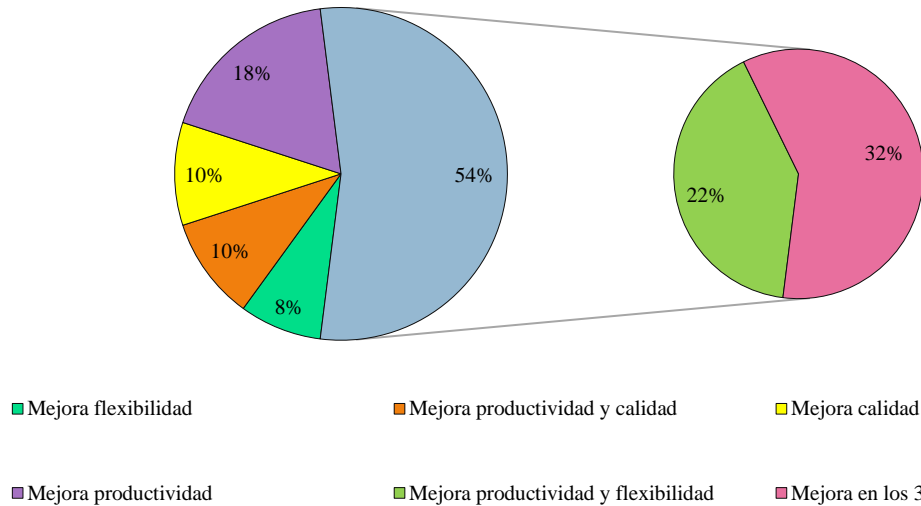


Figura 6: Resultados del Lean Manufacturing en la cadena de suministro: calidad, productividad y flexibilidad. Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 6 expone los resultados alcanzados tras la aplicación del Lean Manufacturing, enfocada en tres ejes principales: calidad, productividad y flexibilidad. El hallazgo más relevante indica que el mayor porcentaje de resultados con un 32% corresponde a la mejora simultánea de estos tres aspectos. Se refuerza la idea de que Lean no es solo un conjunto de herramientas, sino una filosofía de gestión integral, siendo la sinergia entre calidad, productividad y flexibilidad lo que genera el mayor impacto operativo y desempeño superior [36]. Los siguientes niveles de impacto confirman que la productividad es el motor principal de la metodología, destacando las combinaciones Mejora de productividad y flexibilidad (22%) y Mejora de productividad (18%). El aumento de la productividad se obtiene al reducir los tiempos no productivos y los retrasos en las entregas, lo que demuestra su relevancia en sectores donde la eficiencia y la adaptabilidad son factores determinantes [37]. Los resultados más modestos se observan en las mejoras aplicadas de manera aislada. La Mejora de calidad y Mejora de Productividad y calidad con un 10% cada una son los indicadores individuales de menor valor. Respecto a la calidad, el valor del se vincula con la necesidad de reducir reprocesos y fallas en la presentación final, siendo esto de especial importancia en industrias con altos estándares regulatorios [38]. El bajo porcentaje obtenido en la Mejora centrada en la flexibilidad (8%), sugiere que esta no se alcanza como un objetivo independiente, sino como una consecuencia de la eficiencia global del sistema, ya que los procesos estables y predecibles incrementan la capacidad de respuesta frente a la demanda [39].

Tipo de industrias manufactureras que han implementando el Lean Manufacturing

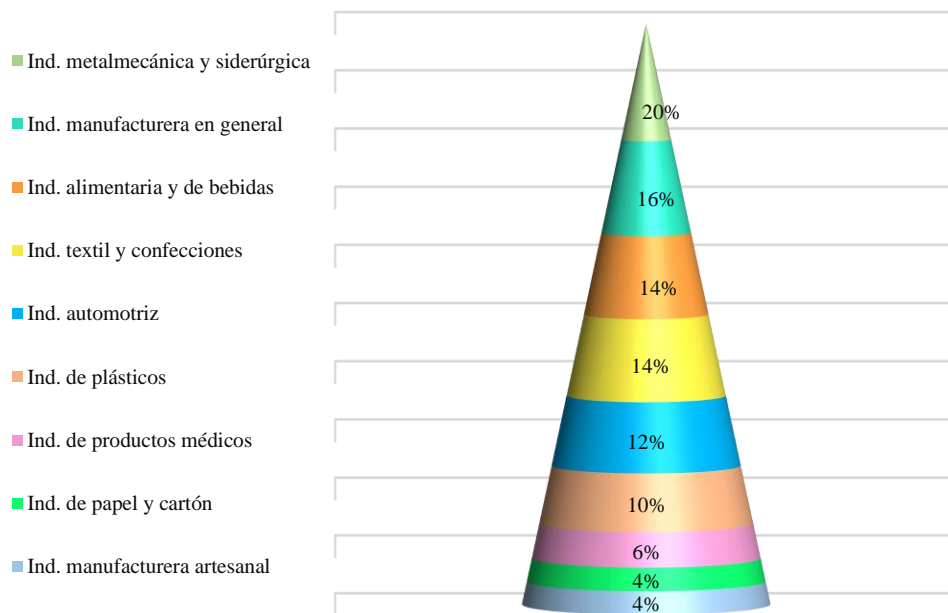


Figura 7: Industrias manufactureras con aplicación de Lean Manufacturing. Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 7 presenta las industrias manufactureras que han incorporado el Lean Manufacturing (LM), mostrando una concentración de implementación en sectores con operaciones complejas y estandarizadas. Los sectores con mayor nivel de implementación son el metalmecánico y siderúrgico (20%), seguidos por la manufactura en general (16%). En estos sectores, la alta adopción de Lean se orienta a potenciar la Eficiencia General de los Equipos (OEE) y a disminuir desperdicios, debido a que estos procesos se caracterizan por altos volúmenes y una gran necesidad de estandarización [41].

En una posición cercana se encuentran la industria alimentaria y de bebidas junto con la textil y de confecciones, ambas con 14%. La Industria automotriz mantiene una posición relevante con una participación de 12%, se implementan herramientas Lean para mejorar los procesos y elevar la eficiencia manteniendo su enfoque en la mejora continua de las líneas de ensamblaje, con esfuerzos dirigidos a disminuir los tiempos improductivos y elevar el rendimiento de la línea mediante estrategias como el balanceo de cargas, organización del espacio con 5S [40], [41]. La industria de plásticos presenta el 10%, el éxito en este sector se basa principalmente en la habilidad para atacar los cuellos de botella mediante una mejor organización del espacio físico de la planta [42]. Los niveles más bajos de implementación se observan en las industrias de productos médicos (6%), papel y cartón (4%) y manufactura artesanal (4%). Estos resultados se vinculan con la literatura que señala las principales limitaciones en este tipo de sectores, destacando que las empresas con procesos poco estandarizados enfrentan mayores desafíos como la dificultad para controlar operaciones variables, la naturaleza menos predecible de la producción y el frecuente desequilibrio de línea [11].

Años de estudio sobre la implementación de Lean Manufacturing en la cadena de suministro

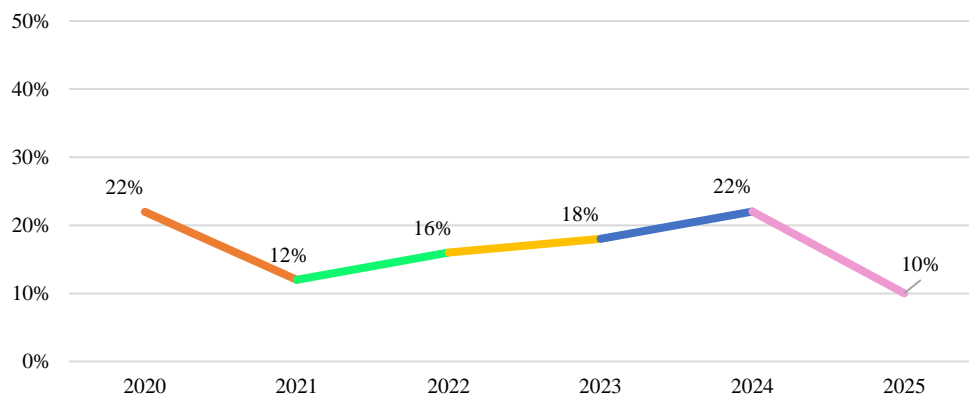


Figura 8: Estudios por año sobre la implementación de Lean Manufacturing en la cadena de suministro.  
Fuente: Elaboración Propia.

La figura 8 pone de manifiesto la distribución anual de los 60 estudios analizados previamente. En 2020 se registraron 11 estudios (22%), cifra que desciende a 6 estudios (12%) en 2021. A partir de 2022, el número de publicaciones asciende a 8 estudios (16%) y continúa en aumento en 2023 con 9 estudios (18%). En 2024 se alcanza nuevamente un pico de 11 estudios (22%), mientras que en 2025 se observa un descenso a 5 estudios (10%), considerando que el año aún está en curso y podrían sumarse nuevas publicaciones.

La variación en el número de estudios publicados a lo largo de estos años puede deberse a diversos factores, como el creciente interés académico, la mayor accesibilidad de datos y la ampliación de la aplicación de Lean Manufacturing a distintas industrias manufactureras. Durante los últimos años se ha observado un aumento en la cantidad de investigaciones que aplican el Lean Manufacturing en diferentes áreas, incluyendo temas de eficiencia energética y sostenibilidad [43], lo que demuestra el interés por adaptar sus principios a las nuevas necesidades del sector industrial.

Un ejemplo de la investigación reciente es un estudio en el que se identificaron los elementos determinantes que afectan la adaptación de Lean Six Sigma en la industria manufacturera, para priorizarlos según su impacto, se utilizó el método Best Worst Method (BWM) [44]. Este caso refleja el incremento de estudios recientes enfocados en la aplicación de metodologías más sistemáticas y estructuradas para la planificación y ejecución de Lean y Lean Six Sigma. En paralelo, la disminución en ciertos años podría explicarse por cambios en las prioridades de investigación o retrasos en la publicación de estudios.

## Indicadores que miden el éxito del LM en la cadena de suministro

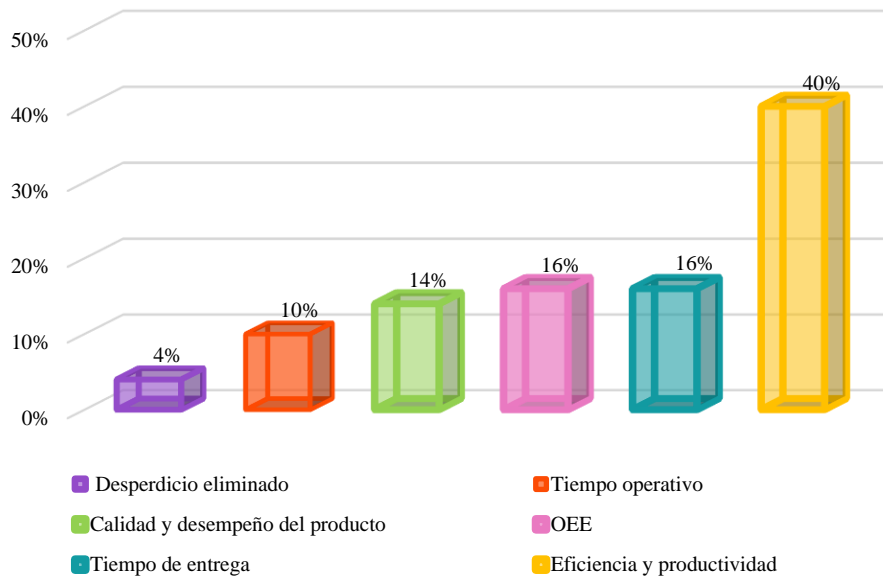


Figura 9: Indicadores de éxito del Lean Manufacturing en la cadena de suministro  
Fuente: Elaboración Propia.

La figura 9 evidencia los indicadores de éxito del Lean Manufacturing identificados en los estudios de la cadena de suministro, mostrando una clara jerarquía en la percepción de los resultados exitosos. El indicador mejor posicionado es la Eficiencia y Productividad, concentrando el 40% del total de las menciones. Este alto porcentaje refleja de que la medición del rendimiento operativo es el factor más valorado del Lean Manufacturing en la cadena de suministro, un hallazgo que considera la eficiencia como el objetivo primordial de las prácticas Lean [45]. Los siguientes indicadores en frecuencia constituyen un grupo enfocado en métricas de desempeño y tiempo. En este grupo se encuentran el OEE y el Tiempo de Entrega (16% cada uno), los cuales comparten el segundo lugar de importancia, sumando un 32% entre ambos. La importancia del OEE es porque maximiza la disponibilidad, el desempeño y el estándar de desempeño de los equipos, en el cual muchas veces se usan herramientas Lean como las 5S y el balanceo de cargas para mejorar la eficiencia, reducir fallos, accidentes y productos defectuosos [45], [56]. Por su parte, la reducción de plazos es una métrica clave para la agilidad y optimización de actividades internas y externas, un punto que ha sido consistentemente enfatizado en la literatura sobre Lean en logística [46]. Esta tendencia se refleja en que el Tiempo Operativo con un 10% y el Tiempo de Entrega con 16%. La priorización de la eficiencia y la optimización de procesos es una tendencia reciente que se refuerza con la literatura, la cual evidencia que integrar Lean Manufacturing con análisis de datos y Deep Learning permite detectar fallos tempranos en la producción, optimizando tanto la eficiencia como la planificación [47].

Por último, en el indicador Desperdicio Eliminado ocupa el menor porcentaje, representando 4% de los indicadores de éxito identificados. Los desperdicios evidencian una falta de coordinación entre gestión de información, materiales y procesos en el contexto de la cadena de suministro, esto genera tiempos de espera, inventarios excesivos o transporte innecesario, evidenciando que la verdadera eficiencia del Lean Manufacturing depende de la correcta integración de procesos y áreas [19].

## Limitaciones en la implementación de Lean Manufacturing

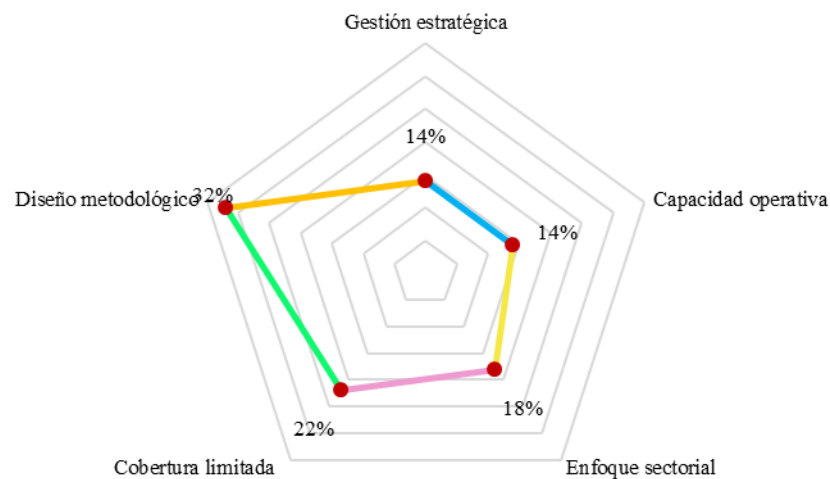


Figura 10: Limitaciones en la implementación de Lean Manufacturing.  
Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de la figura 10 refleja las principales limitaciones identificadas en la implementación de Lean Manufacturing en los 60 estudios analizados. La categoría de diseño metodológico concentra el 32% de los casos, seguida de cobertura limitada con un 22%, enfoque sectorial con 18%, y tanto gestión estratégica como capacidad operativa con un 14% cada una. Estos resultados indican que las deficiencias en la estructura metodológica representan el principal obstáculo, ya que esta ausencia de consistencia y precisión limita la replicación de los estudios y reduce la eficacia de la implementación en diversos contextos industriales.

De acuerdo con la literatura revisada, si bien muchas empresas manufactureras han implementado prácticas Lean como 5S, SMED y Visual Management, aún hay limitaciones en la adopción de prácticas estratégicas como la cooperación con proveedores, la participación del personal y la descentralización de responsabilidades. En general, se observa una madurez media en la implementación del Lean Manufacturing, lo que resalta la importancia de fortalecer los componentes estratégicos para lograr una aplicación más completa del sistema [48]. En esta misma línea, un estudio reciente incorpora enfoques más avanzados en la optimización de procesos, combinando análisis de datos y modelos estadísticos con metodologías Lean para mejorar la productividad y la gestión de decisiones en ambientes industriales [49], con el propósito de alcanzar una gestión más eficiente y adaptable a las demandas del entorno productivo.

Como ejemplo de estos desafíos, la ejecución de herramientas Lean y del mantenimiento productivo total (TPM) puede ser compleja, si no se aplica correctamente, esto afectaría las prácticas de mantenimiento y estímulo al trabajador y confiabilidad de los equipos, además de incrementar la carga de trabajo. Su adopción requiere planificación estructurada y consideración de factores humanos, y el proceso puede extenderse hasta dos años. Cuando se implementa correctamente, mejora la disponibilidad, eficiencia y confiabilidad de los equipos, contribuyendo al rendimiento de la cadena de suministro [50].

## V. DISCUSIONES

Esta sección presenta un análisis crítico de los hallazgos, interpretándolos frente a la literatura especializada para destacar patrones, fortalezas y oportunidades en la aplicación de Lean Manufacturing en distintos sectores manufactureros.

En relación con los principales obstáculos que limitan el rendimiento de la cadena de suministro mostrado en la Figura 4, se observa que los procesos ineficientes sobresalen como el mayor desafío (42%). Esto refleja que en muchas empresas manufactureras la revisión de los procesos internos no ocupa un papel predominante, lo que se asocia con la persistencia de ciertas deficiencias operativas. Estos resultados coinciden con lo expuesto en investigaciones previas, donde la falta de estandarización y la falta de identificación precisa de las causas de ineficiencia impide que las organizaciones consoliden avances sostenibles [29], [30]. Este hallazgo resulta particularmente relevante si se considera que el Lean Manufacturing se orienta precisamente a la eliminación de desperdicios y a la optimización de los flujos operativos, lo que plantea interrogantes sobre el nivel de profundidad con el que dichas prácticas están siendo implementadas en la práctica. En contraste, aunque las limitaciones económicas y resistencia al cambio tienen menor incidencia (4%) y son estadísticamente parecen menores, estos factores actúan como barreras silenciosas, su impacto no debe subestimarse, ya que pueden actuar como barreras estructurales y tecnológicas que condicionan la sostenibilidad de las iniciativas Lean, esto puede afectar la adopción de estrategias de mejora continua y la habilidad de adaptación frente a cambios en el entorno [51]. Por tanto, el verdadero problema no es solo el proceso ineficiente en sí, sino una estructura organizacional que no permite que las mejoras Lean se sostengan a largo plazo.

En la Figura 5, se observa una alta concentración de impacto del Lean Manufacturing en la optimización de recursos y la reducción del tiempo de ciclo, ambos con un 24%, lo que sugiere que el valor de esta metodología se percibe principalmente a través de mejoras operativas tangibles vinculadas a la capacidad de respuesta y eficiencia. La optimización de recursos permite eliminar pérdidas sistemáticas y mejorar la gestión de manera sostenida, mientras que la reducción del tiempo de ciclo refleja su contribución a agilizar las operaciones y la rapidez en las demandas del cliente, factores clave en entornos operativos complejos [32], [33]. Por otro lado, el de menor incidencia es en el mejor control de procesos con apenas un 2%, lo que plantea un aspecto crítico a considerar, ya que este resultado sugiere que, en varios contextos manufactureros, las herramientas orientadas al control y a la estabilidad del proceso no están siendo priorizadas o implementadas de manera integral. Si bien el control de procesos busca asegurar la ejecución conforme a estándares y mantener un flujo productivo estable, su baja incidencia relativa sugiere que la adopción del Lean Manufacturing podría estar enfocándose más en resultados inmediatos que en el fortalecimiento de mecanismos de control a largo plazo. Este planteamiento se ve reforzado por estudios previos, en el cual se evidencian que la implementación coordinada de herramientas como el control estadístico de procesos (SPC), el mapeo de flujo de valor (VSM) y la metodología 5S genera una mejora significativa en la estabilidad operativa, ya que el SPC permite monitorear la variabilidad y detectar desviaciones en tiempo real, mientras que el VSM facilita la identificación de cuellos de botella y actividades que no aportan valor, y las 5S contribuyen a mantener condiciones de orden y limpieza que favorecen la prevención de fallos y la estandarización de procesos, permitiendo en conjunto reducir la inestabilidad, evitar errores recurrentes y promover una producción más eficiente y confiable. [25], [57]. En consecuencia, aunque el control de procesos pueda mostrar un impacto cuantitativamente menor en ciertos indicadores, su aporte resulta determinante para sostener la eficiencia operativa y prevenir la reaparición de desperdicios en el largo plazo, lo que pone de manifiesto la necesidad de una implementación más equilibrada e integral de las prácticas Lean.

El hallazgo principal de la Figura 6, referido a la mejora simultánea de calidad, productividad y flexibilidad, es consistente con la visión de que Lean Manufacturing opera como una filosofía integral, esencial para maximizar el impacto operativo y lograr eficiencia mediante prácticas sostenibles [36]. No obstante, este resultado sugiere que los beneficios del enfoque Lean no se manifiestan de manera homogénea cuando sus dimensiones se aplican de forma aislada, lo que refuerza la necesidad de analizar su implementación desde una perspectiva sistemática. En este contexto, la productividad se consolida como el motor principal, lográndose su incremento mediante la reducción de tiempos no productivos con métodos como SMED y TPM [37]. Por otra parte, la baja frecuencia de mejoras asociadas a la calidad o flexibilidad evidencia que la aplicación fragmentada de las prácticas Lean limita su efectividad, lo cual pone en cuestión enfoques centrados exclusivamente en resultados parciales. Si bien la calidad puede fortalecerse a través de ciclos como PDCA y del apoyo del TPM, especialmente en sectores regulados donde la reducción de reprocesos es prioritaria, los resultados sugieren que estos avances pierden sostenibilidad cuando no se articulan con mejoras en productividad y flexibilidad. En este sentido, la variación observada resulta significativa, ya que mientras la sinergia entre calidad, productividad y flexibilidad concentra el 32% del impacto total, las mejoras individuales reflejan una menor capacidad para generar cambios estructurales en el desempeño organizacional. En efecto, la adopción de herramientas Lean como el Value Stream Mapping (VSM) y el sistema Kanban generó

mejoras interrelacionadas a nivel operativo y organizacional. Como resultado, se observó una disminución del 83% en las quejas provenientes de los clientes y una reducción del 55% en los reclamos internos, lo que permite inferir que la productividad, cuando se integra de manera eficaz con la calidad, constituye un factor determinante para el éxito sostenible de la filosofía Lean [53].

Las industrias manufactureras que implementan el Lean Manufacturing con respecto a la figura 7 se relaciona directamente con la estandarización y complejidad operativa de los procesos. Si bien los sectores metalmecánico y siderúrgico lideran debido a que sus procesos de alto volumen requieren optimizar el OEE y disminuir desperdicios, lo cual es la clave para sostener la competitividad [41], esta tendencia sugiere que el modelo sigue amarrado a la lógica de la gran escala, lo que plantea una limitación estructural para su transferencia a otros contextos. Esta dificultad se hace evidente en la baja implementación en la industria artesanal y de papel, ambos con tan solo 4% cada uno, evidencia la rigidez del modelo Lean en entornos no masivos. Estos sectores enfrentan mayores dificultades para controlar operaciones variables y equilibrar líneas, lo que limita su implementación efectiva. La Industria automotriz mantiene su relevancia, enfocando sus esfuerzos en disminuir los tiempos improductivos mediante estrategias como el balanceo de cargas y la reducción de esperas. Asimismo, aunque en el sector de plásticos la integración del OEE se presenta como un caso de éxito [54], este enfoque corre el riesgo de ser reduccionista al priorizar la eficiencia de la máquina sobre la flexibilidad sistémica. Por tanto, la implementación del Lean no debe interpretarse como una solución universal, sino como un proceso en constante tensión con las particularidades de cada ecosistema productivo.

Cambiando de enfoque, se analiza el desarrollo anual de los estudios sobre la implementación de Lean Manufacturing en la Figura 8. Los años más resaltantes son el 2020 y 2024 con un 22% cada uno, en general, se observa que el interés por esta metodología tiende a incrementarse, pero este aumento de interés también revela una falta de madurez en el campo. Aunque se intenta vincular el modelo con la sostenibilidad y la eficiencia energética, el hecho de que se sigan publicando tantas guías estructurales sugiere que las empresas aún no logran que el Lean funcione por sí solo a largo plazo [43], [44], [58]. En lugar de ser una señal de éxito, esta saturación de nuevos estudios podría indicar que la industria está tratando de cubrir el Lean tradicional con temas de moda, como lo verde o lo digital, sin haber resuelto primero los problemas básicos de su aplicación. Así, la literatura reciente parece más enfocada en expandir las áreas de uso que en profundizar en por qué las fallas de implementación persisten después de tantos años.

Los resultados demostrados en la Figura 9 respaldan la visión práctica de Lean Manufacturing, en la cual la medida principal del éxito se refleja en el impacto cuantificable sobre el rendimiento, y no solo en la aplicación de la herramienta. La marcada diferencia entre el indicador principal Eficiencia y Productividad (40%) y el menor Desperdicio Eliminado (4%) es el punto central del análisis, aquí se revela una contradicción importante en la aplicación del Lean, aunque la filosofía se basa estrictamente en la eliminación de desperdicios, los datos muestran que este indicador tiene un protagonismo mínimo [19], [59], esta brecha sugiere que las empresas están adoptando un enfoque cortoplacista, donde se prioriza el resultado final sobre la causa raíz. Al descuidar el control de desperdicios y ubicarlo un segundo plano, se corre el riesgo de obtener una eficiencia engañosa que no es sostenible en el tiempo. Por lo tanto, este énfasis excesivo en las métricas de rendimiento [55] podría indicar que el Lean se está usando más como una herramienta de control numérico que como un sistema de mejora real, lo que debilita la alineación con sus principios fundamentales [60].

Los resultados de la Figura 9 revelan una contradicción importante en la aplicación del Lean Manufacturing. Aunque la filosofía se basa estrictamente en la eliminación de desperdicios [19], [59], los datos muestran que este indicador tiene un protagonismo mínimo (4%) frente a la Eficiencia y Productividad (40%). Esta brecha sugiere que las empresas están adoptando un enfoque cortoplacista, donde se prioriza el resultado final sobre la causa raíz. Al relegar el control de desperdicios a un segundo plano, se corre el riesgo de obtener una 'eficiencia engañosa' que no es sostenible en el tiempo. Por lo tanto, este énfasis excesivo en las métricas de rendimiento [55] podría indicar que el Lean se está usando más como una herramienta de control numérico que como un sistema de mejora real, lo que debilita la alineación con sus principios fundamentales [60].

En otra perspectiva, la Figura 10 muestra que la eficiencia de la cadena de suministro no solo depende de la implementación de Lean Manufacturing, sino que también involucran aspectos metodológicos y estratégicos. La predominancia de fallas metodológicas (32%) revela que, a pesar de los años de estudio sobre Lean Manufacturing, las empresas todavía no encuentran una forma clara de replicar el modelo con éxito [50]. Esto sugiere que el problema no es la falta de herramientas, sino una desconexión entre la teoría y la realidad operativa, ya que, implementarlo va más allá de solo aplicar las herramientas o principios, sino de también contar con el apoyo activo de todo el equipo. Por otro lado, aunque la gestión estratégica y capacidad operativa tienen menor incidencia, 14% cada una, también juegan un papel crucial, y se relacionan con limitaciones en la coordinación y planificación dentro de las empresas manufactureras. Su impacto es engañoso porque al fallar la coordinación interna y el compromiso del personal, se anula cualquier avance técnico; Lean requiere el compromiso de los trabajadores en la identificación de problemas, la propuesta de soluciones y la ejecución de mejoras continuas, así como una comunicación fluida e integración funcional entre las diferentes áreas de la organización, lo cual favorece la coordinación de esfuerzos, la alineación de objetivos y la sostenibilidad de los resultados obtenidos [48], evidenciando que estos elementos actúan como factores internos que influyen en distintos niveles de la adopción de Lean Manufacturing.

## VI. CONCLUSIONES

El presente estudio de revisión sistemática permitió analizar el impacto de la metodología Lean Manufacturing en las industrias manufactureras, teniendo como eje principal la cadena de suministro, la cual, según diversos autores, constituye un factor determinante para la eficiencia y competitividad organizacional. En cumplimiento del objetivo planteado, los resultados demostraron que el Lean Manufacturing incide de manera directa y positiva en la optimización de la cadena de suministro, aunque esto no ocurre de manera uniforme, sino que presenta una priorización selectiva de resultados sobre procesos.

Entre los descubrimientos más destacados se identificó que, tras su aplicación, a diferencia de lo que propone la teoría clásica, el éxito no se está midiendo por la eliminación de desperdicios, sino por métricas de eficiencia y productividad, lo cual se atribuye a que estos indicadores cuentan con métricas estandarizadas que facilitan su comparación y reflejan con mayor claridad el impacto económico real ante la gerencia y los inversionistas, este hallazgo es clave porque revela que la industria ha transformado al Lean en una herramienta de justificación económica ante la gerencia, dejando en segundo plano la filosofía de mejora continua de raíz. Asimismo, se concluye que existe una brecha de madurez

operativa ya que el predominio de herramientas como las 5S y el VSM, frente a la baja adopción de sistemas más integrales, sugiere que la mayoría de las empresas se encuentran en una etapa de orden visual y diagnóstico, pero encuentran barreras metodológicas para escalar hacia una verdadera integración de la cadena de suministro. Por lo tanto, el impacto positivo del Lean en la calidad y flexibilidad no debe verse como una meta alcanzada, sino como un proceso que aún lucha por superar la rigidez de los modelos tradicionales y la falta de marcos técnicos que adapten estas herramientas a contextos de manufactura no masiva.

No obstante, una de las principales limitaciones encontradas fue la dificultad para localizar estudios que abordaran directamente la relación entre el Lean Manufacturing y las industrias manufactureras dentro de la base de datos Scopus, lo cual disminuyó el número de trabajos que cumplían con los criterios de inclusión. Además, muchos de los artículos disponibles trataban el tema de manera general o desde otros sectores. También se consideró una restricción el uso de publicaciones recientes en inglés y español, ya que pudieron quedar fuera investigaciones valiosas en otros idiomas o contextos menos documentados.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en la integración del enfoque Lean Manufacturing con las tecnologías de la Industria 4.0, como la automatización, el Internet de las cosas (IoT) y la analítica de datos, con el fin de potenciar el rendimiento y la adaptabilidad de la cadena de suministro ante los cambios constantes del entorno industrial; además, sería pertinente explorar su relación con enfoques sostenibles que promuevan la reducción de desperdicios desde una perspectiva ambiental y digital, respondiendo así a las demandas de un mercado cada vez más dinámico y competitivo.

## VII. REFERENCIAS

- [1] R. I. Ferrer-Blas, I. Galarcep-Barba, y J. C. Solano-Gaviño, “Lean Manufacturing in food production: Systematic review, bibliometric analysis and proposed application,” *Scientia Agropecuaria*, vol. 15, no. 4, pp. 569–579, oct. 2024, doi: [10.17268/sci.agropecu.2024.042](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.042).
- [2] V. Valle, D. Benitez, D. Neira, J. Cabarcas, A. Piñeres and G. Luz, “Design of lean manufacturing-based strategies to improve the production process of a metalworking company”, *International Journal of Services and Operations Management*, Vol. 38, No. 4, pp 566-593, 2021, doi: [10.1504/IJSOM.2021.114251](https://doi.org/10.1504/IJSOM.2021.114251).
- [3] M.-S. Akhmatova, A. Deniskina, D.-M. Akhmatova, S. Sergeeva, y A. Orlov, “Applying lean manufacturing, corporate social responsibility and the Hungarian method for supply chain project management,” *E3S Web of Conferences*, vol. 376, Art. 01097, Mar. 2023, doi: [10.1051/e3sconf/202337601097](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337601097).
- [4] V. Sharma, S. Kumar, R. D. Raut, M. M. Queiroz, B. E. Narkhede, y R. Gokhale, “Barriers to integrated lean management-industry 4.0 technologies,” *Production Planning and Control*, vol. 36, no. 12, pp. 1637–1648, Aug. 2024, doi: [10.1080/09537287.2024.2394857](https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2394857).
- [5] Fogliatto, F. S., Tortorella, G. L., Saurin, T. A., Furlan, A. y Galeazzo, A. “Contribution of lean production to the resilience of the Brazilian automotive supply chain”, *Production Planning and Control*, Oct. 2024. doi: [10.1080/09537287.2024.2421897](https://doi.org/10.1080/09537287.2024.2421897).
- [6] M. Howlett, E. Niarchou, y B. D. Naughton, “The response of the Irish pharmaceutical manufacturing sector to the COVID-19 pandemic with a focus on Lean and JIT,” *Journal of Medicine Access*, vol. 8, no. 8, Jan.–Dec. 2024, Art. 27550834241250279, doi: [10.1177/27550834241250279](https://doi.org/10.1177/27550834241250279).
- [7] O. Makinde, R. Selepe, T. Munyai, K. Ramdass, y A. Nesamvuni, “Improving the Supply Chain Performance of an Electronic Product-Manufacturing Organisation Using DMAIC Approach,” *Cogent Engineering*, vol. 9, no. 1, Art. 2025196, Feb. 2022, doi: [10.1080/23311916.2021.2025196](https://doi.org/10.1080/23311916.2021.2025196).
- [8] R. N. Darwazeh, K. I. Al-Daoud, A. F. Al-Khoury, Y. K. Abuorabi y M. N. Dabaghia, “Forensic accounting and firm performance: An empirical investigation on emerging markets,” *Uncertain Supply Chain Management*, vol. 12, no. 2, pp. 1155–1162, Jan. 2024, doi: [10.5267/j.uscm.2023.11.018](https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.11.018).
- [9] J. Reyes, J. Mula y M. Díaz-Madroñero, “Quantitative insights into the integrated push and pull production problem for lean supply chain planning 4.0,” *International Journal of Production Research*, vol. 62, no. 17, pp. 6251–6275, Feb. 2024, doi: [10.1080/00207543.2024.2312205](https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2312205).
- [10] J. Morelos-Gómez and E. E. Peralta-Ubarnes, “Propuesta de mejoramiento del proceso productivo en planta industrial de película stretch polivinil cloruro en Cartagena-Colombia aplicando Value Stream Mapping”, *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, vol. 8, no. S1, pp. 66–82, Dec. 2020, doi: [10.15649/2346030X.822](https://doi.org/10.15649/2346030X.822).
- [11] T.-A. Tran, K. Luu-Nhan, R. Ghabour, y M. Daroczi, “The use of Lean Six-Sigma tools in the improvement of a manufacturing company – case study”, *Production Engineering Archives*, vol. 26, no. 1, pp. 30–35, 2020, doi: [10.30657/pea.2020.26.07](https://doi.org/10.30657/pea.2020.26.07).
- [12] A. Al-Tit, “The impact of lean supply chain on productivity of Saudi manufacturing firms in Al-Qassim region,” *Polish Journal of Management Studies*, vol. 14, no. 1, pp. 18–27, Dec. 2016, doi: [10.17512/pjms.2016.14.1.02](https://doi.org/10.17512/pjms.2016.14.1.02).
- [13] V. Sosa-Pérez, J. Palomino-Moya, C. León-Chavarri, C. Raymundo-Ibáñez y F. Domínguez, “Lean Manufacturing Production Management Model focused on Worker Empowerment aimed at increasing Production Efficiency in the textile sector”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 796, 2020, doi: [10.1088/1757-899X/796/1/012024](https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012024).
- [14] M. Ghoutat, M. Benhadou, B. Benhadou, y A. Haddout, “Assessment of the Potential Impact of Industry 4.0 Technologies on the Levers of Lean Manufacturing in Manufacturing Industries in Morocco,” *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 12, no. 7, pp. 78–85, Jul. 2022, doi: [10.46338/ijetae0722\\_08](https://doi.org/10.46338/ijetae0722_08).
- [15] M. I. Diaz, G. Dioses y E. Ramos, “Lean Manufacturing Model to improve the order fulfillment in a company in the wine sector,” *Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Vol. 2022-December, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, Virtual Conference, Dec. 2022, doi: [10.18687/LEIRD2022.1.1.139](https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.139).
- [16] K. Rasheed, S. Saad, S. Ammad, and M. Bilal, “Integrating sustainability management and lean practices for enhanced supply chain performance: Exploring the role of process optimization in SMEs,” *Engineering Proceedings*, vol. 56, no. 1, Art. 154, Nov. 2023, doi: [10.3390/ASEC2023-16370](https://doi.org/10.3390/ASEC2023-16370).
- [17] M. Masmali, “Implementation of Lean Manufacturing in a Cement Industry,” *Engineering, Technology and Applied Science Research*, vol. 11, no. 3, pp. 7069–7074, Jun. 2021, doi: [10.48084/etasr.4087](https://doi.org/10.48084/etasr.4087).
- [18] W. Woldemicael, B. Eshetie, K. Daniel & D. Gezahegn, “Enhancing operation efficiency of leather manufacturing industry through hybrid of value stream mapping and discrete event simulation”, *Cogent Engineering*, 11, 2024, doi: [10.1080/23311916.2024.2375423](https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2375423).

- [19] E. Rojas, Y. Sotomayor and G. Viacava, "A model to increase efficiency in a manufacturing S&ME in the cardboard sector applying SMED, TPM, 5S and JIDOKA", Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2022-July, doi: [10.18687/LACCEI2022.1.1.754](https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.754).
- [20] J. Montalvo, C. Astorga, R. Salas, I. Macassi, and Luis Cardenas, "Reduction of order delivery time using an adapted model of warehouse management, SLP and Kanban applied in a textile micro and small business in Perú", Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 31 July 2020, doi: [10.18687/LACCEI2020.1.1.330](https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.330).
- [21] P. Aucasime-Gonzales, S. Tremolada-Cruz, P. Chavez-Soriano, F. Domínguez, y C. Raymundo, "Waste Elimination Model Based on Lean Manufacturing and Lean Maintenance to Increase Efficiency in the Manufacturing Industry," IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., vol. 999, no. 1, p. 012013, 2020, doi: [10.1088/1757-899X/999/1/012013](https://doi.org/10.1088/1757-899X/999/1/012013).
- [22] Niranjana S, Chandrasekaran. M, "Implementation of Lean Manufacturing Using MCDM-TOPSIS Approach in Switch Gear Manufacturing Industry," SSRG International Journal of Mechanical Engineering, vol. 12, no. 6, pp. 62-70, 2025. Crossref, doi: [10.14445/23488360/IJME-V12I6P106](https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V12I6P106).
- [23] D. Saraswati, E. Sari, and G. Sekarwardhani, "DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE LEAN COMPETITIVE STRATEGY IN A WATER PUMP COMPANY", S AFR J IND ENG, vol. 35, no. 1, pp. 152–167, May 2024, doi: [10.7166/35-1-2910](https://doi.org/10.7166/35-1-2910).
- [24] Rochman YA, Sudiarso A, Herliansyah MK. Reliability "Development of Lean Implementation Framework for Indonesian Batik Small and Medium-Sized Enterprises." International Journal of Engineering, Transactions B: Applications. 2024;37(11):2223- 38, doi: [10.5829/ije.2024.37.11b.09](https://doi.org/10.5829/ije.2024.37.11b.09).
- [25] J.L. Cabrera, O.A. Corpuz1, F. Maradiegue & J.C. Álvarez, "Improving quality by implementing lean manufacturing, spc, and haccp in the food industry: A case study", South African Journal of Industrial Engineering, December 2020, Vol 31(4), pp 194-207, doi: [10.7166/31-4-2363](https://doi.org/10.7166/31-4-2363).
- [26] J. Abdullah, A. Rifat, A. Deb, "Enhancing Overall Equipment Effectiveness (OEE) of a Selected Machine in a Light Manufacturing Factory in Bangladesh", Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, Manaus, v.11 n.52, p. 179-185. March./April., 2025, doi: [10.5935/jetia.v11i52.1579](https://doi.org/10.5935/jetia.v11i52.1579).
- [27] S. Singh, M. Kumar Sahu and S. Kumar, "Implementation of lean manufacturing methods to improve rolling mill productivity", International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration, Vol 11(111), 2024;11(111):243-256, doi: [10.19101/IJATEE.2023.10102004](https://doi.org/10.19101/IJATEE.2023.10102004).
- [28] M.M. Shahriar, M.S. Parvez, M.A. Islam, S. Talapatra, "Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study", Cleaner Engineering and Technology, vol. 8, 2022, doi: [10.1016/j.clet.2022.100488](https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488).
- [29] F. A. Sultan, S. Routroy, and M. Thakur, "A simulation-based performance investigation of downstream operations in the Indian Surimi Supply Chain using environmental value stream mapping," Journal of Cleaner Production, vol. 286, p. 125389, 2021, doi: [10.1016/j.jclepro.2020.125389](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125389).
- [30] Laroca A, Pereira MT, Silva FJG, Oliveira MJGP. "Optimización de una línea de producción de tuberías de aire acondicionado para la industria automotriz: un estudio de caso". Systems, 12(2):42, 2024, doi: [10.3390/systems12020042](https://doi.org/10.3390/systems12020042).
- [31] A.M. Popa, K. Gupta, Using Lean Manufacturing to Improve Process Efficiency in a Fabrication Company. Applied Engineering Letters, 9(3), 2024: 172-184, doi: <https://doi.org/10.46793/aeletters.2024.9.3.5>.
- [32] Adeodu, A., Kanakana-Katumba, & Rendani, M. (2021). "Implementation of lean six sigma for production process optimization in a paper production company", Journal of Industrial Engineering and Management, 14(3), 661-680, doi: <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>.
- [33] Lagarda-Leyva, E.A. "System Dynamics and Lean Approach: Development of a Technological Solution in a Regional Product Packaging Company". Appl. Sci. 2021, 11, 7938, doi: <https://doi.org/10.3390/app11177938>.
- [34] Urbaniak, M., Zimon, D., Madzik, P., (2023). "Expectations of manufacturing companies for suppliers regarding the improvement of their processes". Archives of Transport, 68(4), 157-174, doi: <https://doi.org/10.61089/aot2023.vf1jsa33>.
- [35] Gherghea I., Negrau D., Bungau C. and Faur M., "Waste reduction by implementation of CNC machining center and Lean Manufacturing", IOP Publishing Ltd, 2020 , doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/898/1/012005>.
- [36] R. Thekkoote, "A framework for the integration of lean, green and sustainability practices for operation performance in South African SMEs", International Journal of Sustainable Engineering, 2022, 15:1, 47-58, doi: <https://doi.org/10.1080/19397038.2022.2042619>.
- [37] J. Aguilar, Z. Campos, C. Leon and M. Saenz, "Model based on TPM and Standardization for the maximization of efficiency in an SME in the plastics sector", Industrial Engineering Program, Peruvian University of Applied Sciences, 2022, doi: <http://hdl.handle.net/10757/669222>.
- [38] S. Cuadros, R. Rodríguez and C. León, "PDCA and TPM to increase productivity in a SME company in the pharmaceutical sector", Peruvian University of Applied Sciences, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.735>.
- [39] Y. Miranda, F. Toledo and E. Altamirano, "Optimization model to increase the efficiency of the flexible packaging production process applying the Johnson Method, SMED and TPM in a SME in the Plastics Sector", Peruvian University of Applied Sciences, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.748>.
- [40] I. Jebbor, Z. Benmamoun, H. Hachimi, Y. Raouf, M. Haqqi & M. Akikiz, "Improvement of an Assembly Line in the Automotive Industry: A Case Study in Wiring Harness Assembly Line", Industrial Engineering Applications, vol 35 pp 62 – 71, 2023, doi: <https://doi.org/10.3233/ATDE230031>.
- [41] Velázquez-Serrano, J., Rivera Gomez, H., Ramírez-Reyna, SB, Granillo-Macias, R. y Montaña-Arango, O. (2025). Mejora de la eficiencia productiva mediante el mapeo y simulación del flujo de valor en la industria automotriz. Revista Internacional de Ingeniería y Gestión Industrial, 16 (3), 239–252. <https://doi.org/10.24867/IJEM-386>.
- [42] D. Cordova, M. Mendoza & J. Quiroz, "Lean-SLP production model to reduce lead time in SMEs in the plastics industry: A Empirical Research in Peru", Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions, July 18-22, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.151>.
- [43] A. Androniceanu, I. C. Enache, E. N. Valter, and F. F. Raduica, "Increasing Energy Efficiency Based on the Kaizen Approach", Energies, vol. 16, no. 4, p. 1930, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/en16041930>.
- [44] S. Kumar, R. Kumar, R. K. Phanden, A. Kumar, J. Bala, S. B. Kumar, J. Giri, R. U. Sathish, A. Agrawal, and H. M. Vishwanatha, "A study on critical failure factors for implementation of sustainable Lean Six Sigma from Indian manufacturing industries perspective using BWM technique," Frontiers in Mechanical Engineering, vol. 10, art. 1451568, 2024. doi: <https://doi.org/10.3389/fmech.2024.1451568>.
- [45] R. Affandi, I. Ibrahim, M. Md Tap and A. Ridzuan, "Identification of Time Wastage Towards Lean Production for IBS: A Case Study of Precast Hollow Core Slab Production", Journal Européen des Systèmes Automatisés, Vol. 58, No. 3, March 2025, pp. 633-642, doi: <https://doi.org/10.18280/jesa.580319>.

- [46] E. Siregar, A. Sari and K. Syahputri, "Reducing waste with the lean manufacturing approach to improve process cycle efficiency", IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, (2020), doi: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/801/1/012120>.
- [47] V. S. Kalluri, S. C. Malineni, M. Seenivasan, J. Sakkarai, D. Kumar y B. Ananthan, "Enhancing manufacturing efficiency: leveraging CRM data with Lean-based DL approach for early failure detection," Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, vol. 14, no. 3, pp. 2319–2329, 2025, doi: <https://doi.org/10.11591/eei.v14i3.8757>.
- [48] D. Martins, L. Fonseca, P. Ávila, and J. Bastos, "Lean practices adoption in the portuguese industry", Journal of Industrial Engineering and Management, 14(2), pp. 345-359, 2021, doi: <https://doi.org/10.3926/jiem.3291>.
- [49] Y. Chen, D. Huang, and L. Wang, "A study on the application of the latent dirichlet allocation model in production optimization," Results in Engineering, 26, 104920, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104920>.
- [50] S. Tomislav and S. Nedeljko, "Facing Challenges of Implementing Total Productive Management and Lean Tools in Manufacturing Enterprises", Systems, 12(2), 52, 2024, doi: <https://doi.org/10.3390/systems12020052>.
- [51] S. Saettaa and V. Caldarella, "Lean production as a tool for green production: the Green Foundry case study", Procedia CIRP, Vol 42, pp. 498-502, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.042>.
- [52] R. Florez, C. Huamán, and J. Quiroz, "Improving productivity in a sme in the metalworking sector through lean manufacturing and tpm tools: A case study in Peru", South African Journal of Industrial Engineering, Aug 2024, Vol 35(2), pp 91-109, doi: <https://doi.org/10.7166/35-2-3013>.
- [53] M. Ahsan, R. Rizvan and S. Ahmed, "Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh", Results in Engineering, Vol 17, March 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>.
- [54] E. Hernandez, "Evaluation and improvement of a plastic production system using integrated oee methodology: A case study", Management Systems in Production Engineering, 2024, Volume 32, Issue 3, pp. 450-463, doi: <https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0042>.
- [55] A. Aguilar, J. Bellido, J. Carlos & S. Nallusamy, "A Proposed Model for Inventory Management to Minimize the Rate of Raw Materials Tied up of Textile Industry with Lean Engineering Tools", International Journal of Mechanical Engineering, Vol 10 Issue 8, 11-20, August 2023, doi: <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I8P102>.
- [56] A. Hernandez, A. Tello and A. Flores, "Improvement in Delivery Times Using Lean Manufacturing Tools in a SME the Beverage Sector in Peru", Industrial Engineering and Applications, vol 35, pp 699 – 707, doi: <https://doi.org/10.3233/ATDE230097>.
- [57] Bizuneh, B., & Omer, R. (2024). "Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of waste assessment model and value stream mapping. Cogent Engineering", 11(1), doi: <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2341538>.
- [58] Katherine Kathleen Pajuelo Rojas, Juan Carlos Quiroz-Flores, S. Nallusamy, "Minimization of Product Distribution Delays through An Integration Model of Lean Manufacturing Tools and A3 Report - Case Study," SSRG International Journal of Mechanical Engineering, vol. 10, no. 9, pp. 31-43, 2023. Crossref, doi: <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V10I9P103>.
- [59] R. G. Suryaningrat, I. Wijatmiko, and Y. P. Devia, "An Implementation of Lean Concept with 5S to Eliminate Material Waste in Precast Factory," Lean Construction Journal, pp. 62-81, 2022, doi: <https://doi.org/10.60164/h9d4i8e0b>.
- [60] K. C. Arredondo-Soto, J. Blanco-Fernández, M. A. Miranda-Ackerman, M. M. Solís-Quinteros, A. Realyvásquez-Vargas and J. L. García-Alcaraz, "A Plan-Do-Check-Act Based Process Improvement Intervention for Quality Improvement," IEEE Access, vol. 9, pp. 132779-132790, 2021, doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112948>.