

Implementation of Lean Manufacturing Tools in Manufacturing Industries: A Literature Review

Caroline Pamela De la Cruz-Felipe, Bachiller¹, María Fe Gómez-Cárdenas, Bachiller¹, and Gaby Mónica Felipe-Bravo, Doctor¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00010573@upn.pe, N00086673@upn.pe, gaby.felipe@upn.pe

Abstract– Manufacturing industries develop in a competitive environment, standing out those that make the right decisions to improve their processes. This study analyzed scientific publications related to the influence of Lean Manufacturing's tool implementation in manufacturing industries productivity. The information sources used were: EBSCO, ProQuest, Redalyc, Dialnet, Microsoft Academic and Google Academic; of which 25 publications could be obtained through proposed inclusion and exclusion criteria and the application of the PRISMA and PICO strategies. The publications analyzed indicated that the implementation of various Lean Manufacturing tools have a positive influence on productivity, which is manifested in: reduction of times, waste and failures.

Keywords- Productivity, Lean manufacturing, Manufacturing industry

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.120>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en Industrias manufactureras: Una revisión de la literatura

Caroline Pamela De la Cruz-Felipe, Bachiller¹, María Fe Gómez-Cárdenas, Bachiller¹, and Gaby Mónica Felipe-Bravo, Doctor¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, N00010573@upn.pe, N00086673@upn.pe, gaby.felipe@upn.pe

Resumen– *Las industrias manufactureras se desenvuelven en un ambiente competitivo, sobresaliendo aquellas que toman decisiones acertadas para mejorar sus procesos. En el presente estudio se analizó publicaciones científicas relacionadas a la influencia de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en la productividad de las industrias manufactureras. Las fuentes de información usadas fueron: EBSCO, ProQuest, Redalyc, Dialnet, Microsoft Academic y Google Académico; de las cuales se pudo obtener 25 publicaciones a través de criterios de inclusión y exclusión propuestos y de la aplicación de las estrategias PRISMA y PICO. Las publicaciones analizadas, indicaron que la implementación de diversas herramientas de Lean Manufacturing tienen una influencia positiva en la productividad, lo cual se manifiesta en: reducción de tiempos, desperdicios y fallas.*

Palabras clave- *Productividad, Manufactura esbelta, Industria manufacturera*

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, muchas de las industrias manufactureras se desarrollan en un ambiente laboral incierto debido a cambios en el sector político y social, los cuales han modificado el desarrollo de actividades económicas, tecnológicas, y han influenciado sobre el estilo de vida de las comunidades. Por otro lado, los clientes se han tornado más exigentes y el sector manufacturero más competitivo; frente a este panorama las industrias manufactureras se han visto en la necesidad de garantizar el rendimiento y la eficiencia de sus operaciones a través de la implementación de cambios internos como la individualización de sus procesos, seguido del análisis, determinación de la relevancia y la aplicación de mejoras para lograr la transformación de sus organizaciones [1].

La metodología Lean Manufacturing abarca un conjunto de herramientas como: 5S, Single-Minute Exchange of Die (SMED), Total Productive Maintenance (TPM), Value Stream Map (VSM), Kanban, Heijunka, Jidoka, Just-in-time, entre otras más que permiten el incremento óptimo y sostenido de la competitividad, descartando todas aquellas actividades que no agregan valor al producto final como: sobreproducción, esperas, movimientos innecesarios y subutilización de la mano de obra [2]; es de esta manera que se puede lograr la reducción de los costos y tiempos de fabricación. El término “lean” en el entorno productivo significa “ágil” o “flexible”, entendiéndose

como la capacidad de las organizaciones para adaptarse y responder a tiempo las necesidades del cliente [3]. La metodología Lean Manufacturing fue creada en Japón por Sakichi Toyoda, quien fue trabajador de la industria automotriz y creador del telar automático. Toyoda generó un sistema que detenía el funcionamiento del telar clásico cuando el hilo se rompía, originando la primera herramienta de Lean Manufacturing conocida como Jidoka [4]. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, se destacó el avance de la industria automotriz japonesa a través de sus empresas Toyota y Nissan, las cuales aplicaron una nueva herramienta que reducía los costos al mejorar los métodos de trabajo, la automatización y la eliminación de los inventarios de productos terminados y de materiales; es así como al producir solo lo necesario se dio origen a la herramienta Just-in-time [5].

La productividad está definida como la relación entre lo producido y los recursos empleados, esto incluye el uso eficiente del capital, la tierra, materiales, energía, información y trabajo [6]. La productividad es el principal objetivo que las empresas buscan alcanzar, ya que sin ella no se lograría tener la competitividad que requiere la organización [7]. Sin embargo, cuando se habla de productividad se la relaciona solo con el rendimiento de la mano de obra; no obstante, también debe tomarse en cuenta factores como la mejora de la calidad, la reducción de desperdicios y costos, para mejorar el tiempo de respuesta a los requerimientos de los clientes y la mejora de los procesos [8].

Lean Manufacturing es una metodología ágil que se basa en la optimización de procesos productivos y la reducción de costos, sin bajar la calidad y brindando un excelente servicio al cliente [9]; asimismo, se conoce que la productividad se logra a través del uso eficiente de los recursos incluidos dentro del proceso productivo [6]. Por lo tanto, se puede mencionar que la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing estaría relacionada con la mejora de la productividad de las industrias porque se enfoca en eliminar todo aquello que no añade valor al proceso, conocido también como “desperdicios”, para así mantener la calidad en el producto final.

Se puede destacar que el uso de herramientas de Lean Manufacturing incrementa el desempeño operacional y se

reducen los costos de producción [10]. De la misma manera, se ha identificado una mejora en la productividad al reducir los desperdicios, mejorar el control visual de los procesos, reducir los inventarios, aprovechar el espacio en planta y al eliminar los tiempos innecesarios utilizados [11]. En este sentido la presente revisión de la literatura tuvo como objetivo analizar publicaciones científicas sobre la influencia de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en la productividad de las industrias manufactureras.

II. METODOLOGÍA

La revisión de la literatura se realizó en cuatro pasos, tal como se muestra en la Tabla I.

TABLA I
PASOS PARA LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Pasos	Descripción	Sección
1. Establecimiento de términos de búsqueda.	Identificación de palabras clave y operadores booleanos a emplear.	Sección 2
2. Selección de las fuentes de información.	Determinación de fuentes de información de ingeniería; para este estudio se emplearon Ebsco, Proquest, Redalyc, Dialnet, Microsoft Academic y Google Académico.	Sección 2
3. Selección de publicaciones relevantes para la investigación.	Los artículos seleccionados cumplen con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el estudio.	Sección 2
4. Análisis de los estudios.	Contribuye a la recopilación y síntesis de los resultados de la investigación	Sección 3 & Sección 3.1 & Sección 3.2 & Sección 3.3 & Sección 3.4

En una primera fase de revisión general, se incluyó artículos relacionados a la implementación de herramientas de Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de las industrias manufactureras. Se seleccionó publicaciones científicas comprendidas entre los años 2009 y 2019; los idiomas considerados fueron inglés, portugués y español.

Se excluyó de la investigación las publicaciones que muestren aplicación de las variables a industrias diferentes al rubro manufacturero. Además, no se incluyó investigaciones desarrolladas en años anteriores al 2009.

Las fuentes de información usadas fueron de acceso gratuito como: Ebsco, Proquest, Redalyc, Dialnet, Microsoft Academic y Google Académico.

Esta revisión de la literatura se realizó utilizando las estrategias PICO y PRISMA [12], a partir de esta última se recopilaron un total de 81 072 publicaciones científicas aplicando los criterios de inclusión y exclusión, eliminando duplicados y considerando exclusivamente aquellas publicaciones relacionadas a la influencia de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en la productividad de las industrias manufactureras, se obtuvo un total de 25 estudios finales, tal como se muestra en la Fig. 1.

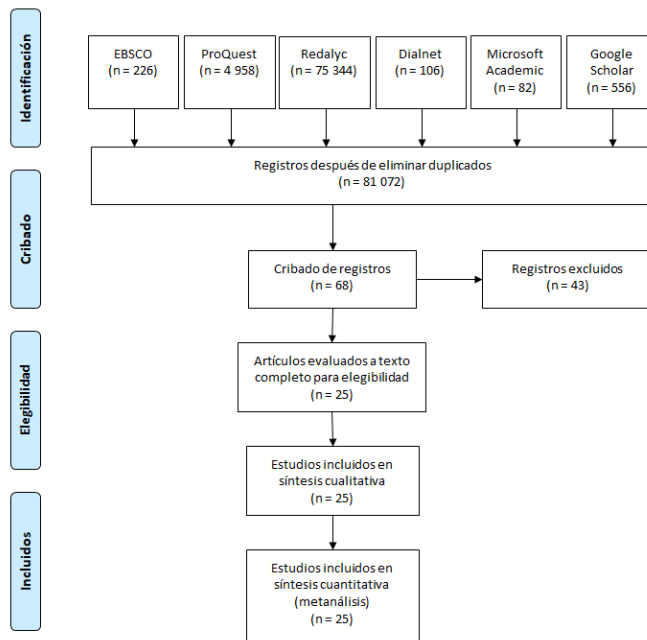


Fig. 1 Análisis de datos por la metodología PRISMA

Se generó una estrategia de búsqueda para cada fuente de información, usando palabras afines o sinónimas, de esta manera se obtuvo mayor cantidad de artículos relacionados al objetivo propuesto.

EBSCO

(manufactura esbelta OR lean manufacturing) AND (productividad OR productivity)

ProQuest

(Implementación OR implementation) AND (manufactura esbelta OR lean manufacturing) AND (productividad OR productivity)

Redalyc

(Herramientas manufactura esbelta OR lean manufacturing tool OR lean production) AND (productividad OR productivity)

Dialnet

(implementación OR implementation OR aplicación OR application) AND (manufactura esbelta OR lean manufacturing) AND (productividad OR productivity)

Microsoft Academic

(lean manufacturing AND productividad AND industry)

Google Académico

(herramienta OR tool OR ferramenta) AND (manufactura esbelta OR lean manufacturing OR produção enxuta) AND

(productividad OR productivity OR produtividade) AND (industria OR industry OR indústria)

Los datos obtenidos de los artículos seleccionados se registraron en una matriz, considerando los siguientes aspectos: título del artículo científico, país de procedencia, campo de aplicación y herramientas implementadas.

III. RESULTADOS

En la Tabla II, se detalla los principales datos de los artículos seleccionados, como: el título del estudio, su año de publicación, el lugar de origen, los tipos de industrias manufactureras y las herramientas de Lean Manufacturing usadas.

TABLA II
MATRIZ DE REGISTRO DE ARTÍCULOS

Título de la publicación científica	Año	País	Campo de aplicación	Herramienta(s) implementada(s)
Productivity Improvement in Plastic Bag Manufacturing Through Lean Manufacturing Concepts: A Case Study [34]	2012	Bangladesh	Industria del embalaje	Value Stream Map (VSM)
Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in Small to Medium-sized Enterprises: A Portuguese Case Study [30]	2013	Portugal	Industria del poliuretano	Single-Minute Exchange of Die (SMED)
A Shop-floor Kaizen Breakthrough Approach to Improve Working Environment and Productivity of a Sewing Floor in RMG Industry [22]	2014	Bangladesh	Industria de la confección	Kaizen; 5S; Diagrama de Ishikawa
Application of Lean Manufacturing Tools in a Garment Industry as a Strategy for Productivity Improvement [18]	2015	Filipinas	Industria de la confección	Value Stream Map (VSM); Balance de línea; Just-in-Time (JIT); Sistema Push y Pull; 5S
Princípios da manufatura enxuta como proposta para arranjo físico na indústria de transformação de termoplásticos [32]	2015	Brasil	Industria de termoplásticos	Layout; Value Stream Map (VSM)
Implementation of kaizen for continuous improvement of productivity in garment industry in Bangladesh [23]	2015	Bangladesh	Industria de la confección	Kaizen; Balance de línea; Diagrama de Ishikawa; 5S; Ciclo de Deming (PDCA); Standard Operating Procedure (SOP)
Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto [24]	2015	Venezuela	Industria cementera	Value Stream Map (VSM)
Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones [15]	2016	Colombia	Industria de la confección	5S; Control visual
Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (VSM) em uma linha de produção de latas para bebidas [25]	2016	Brasil	Industria del embalaje	Value Stream Map (VSM)
Avaliação das Melhorias Alcançadas por Meio da Aplicação da Metodologia Kaizen em uma Empresa de Usinagem [36]	2016	Brasil	Industria de mecanizado	Kaizen
Implementation of lean manufacturing in a food enterprise [28]	2016	Ecuador	Industria de alimentos	5S, Just-in-Time, Value Stream Map (VSM)
Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED) [29]	2017	Ecuador	Industria del calzado	Single-Minute Exchange of Die (SMED); Value Stream Map (VSM)
Implementación de las 5 S para incrementar la productividad en una planta embolletadora de agua [14]	2017	Perú	Industria de alimentos	5S
Implementation of Lean Tools in an Automotive Industry for Productivity Enhancement- A case Study [26]	2017	India	Industria automotriz	Estudio de tiempos; Value Stream Map (VSM); 5S
Implementation of Kaizen and 5S in Plastic Pipe Manufacturing Unit [17]	2018	India	Industria del plástico	Kaizen; 5S
Implementation of Poka-Yoke System in an Automotive Company [21]	2018	Brasil	Industria automotriz	Poka Yoke
Implementation of lean manufacturing tools to enhance the productivity of agro equipment industry [13]	2018	India	Industria de maquinaria agrícola	5S; Diagrama de Ishikawa
O uso do lean manufacturing em uma movelaria para ganho de vantagem competitiva [27]	2019	Brasil	Industria del mueble	5S; layout
Operational impacts of lean manufacturing: the case of a consumer goods industrial company [19]	2019	Brasil	Industria de bienes de consumo	5S; Total Productive Maintenance (TPM); Kanban; Control visual; Kaizen; Gemba; Single-Minute Exchange of Die (SMED); Sistema pull; Standard Operating Procedure (SOP); Value Stream Map (VSM)
Planejamento e controle da produção com filosofia kaizen: um estudo de caso em um setor de montagem mecânica [33]	2019	Brasil	Industria de metalurgia	Kaizen
The Impact of 5S Strategy on the Safety Climate & Productivity at Egyptian Garment Firms (Assembly Plants) [16]	2019	Egipto	Industria de la confección	5S

Lean Manufacturing Application on Balancing of Mounting Line in a Company of the Two Wheeled Pole of Manaus-Amazon Industrial Pole [37]	2019	Brasil	Industria de motocicletas	Balace de línea; Ciclo de Deming (PDCA); Diagrama de Ishikawa
Applying the Lean Concept through the VSM Tool in Maintenance Processes in a PIM Manufacture [31]	2019	Brasil	Industria de Eld.	Value Stream Map (VSM); 5S
Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado [20]	2019	Perú	Industria pesquera	5S; Total Productive Maintenance (TPM)
Productivity improvement through the implementation of lean manufacturing in a medium-sized furniture industry: a case study [35]	2019	Brasil	Industria del mueble	Value Stream Map (VSM); Single-Minute Exchange of Die (SMED); Standard Operating Procedure (SOP); Gemba

En la Fig. 2 se aprecia que la mayor cantidad de artículos fueron publicados en el año 2019 (32%).

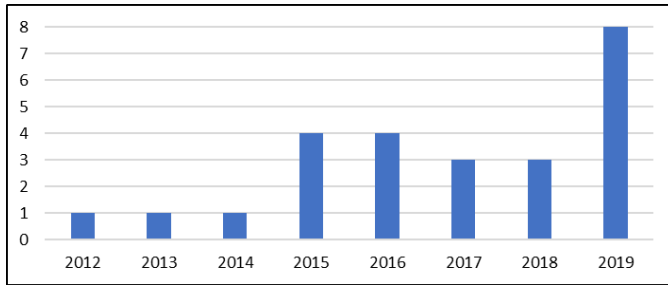


Fig. 2 Año de publicación

La mayor cantidad de publicaciones recopiladas fueron desarrolladas en Brasil (40%), seguido de Bangladesh (12%), India (12%), Ecuador (8%) y Perú (8%), mientras que los países con menor presencia fueron Colombia, Egipto, Filipinas, Portugal y Venezuela (4% cada uno), según se aprecia en la Fig. 3.

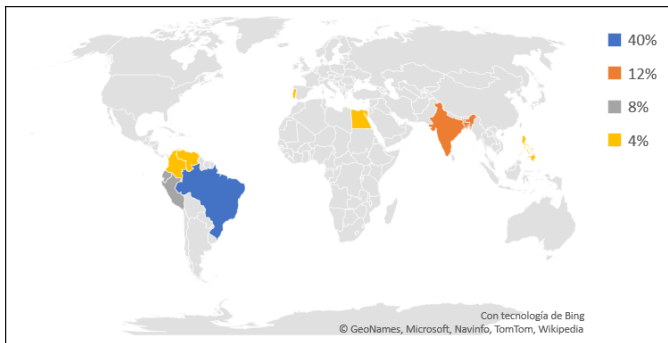


Fig. 3 Clasificación por país de desarrollo de la investigación

En la Fig. 4 se muestra las fuentes de información usadas; con Google Académico se obtuvo el 40% de publicaciones analizadas.

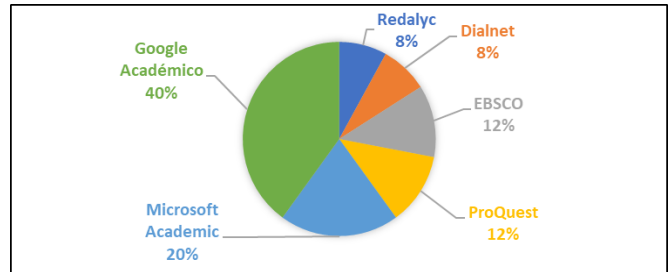


Fig. 4 Clasificación por base de datos

La Fig. 5 se muestra las 17 herramientas empleadas en las publicaciones analizadas, en algunos estudios fueron implementadas de manera independiente, mientras que en otros estudios se consideró pertinente su uso en conjunto.

La herramienta de mayor uso fue 5S la cual estuvo reportada en 14 estudios (56%), su implementación aumentó entre el 20% y 29% de la productividad [13, 14], esto se consiguió al disminuir el tiempo de ciclo del proceso [15, 16], disminuir el lead time [17], reducir la tasa de defectos [18] y reducir los residuos [19], además de aumentar el espacio utilizado de planta [20]. Mientras que las herramientas Kanban, Poka Yoke y Estudio de tiempos, fueron las menos reportadas; no obstante, su implementación también demuestra un impacto positivo en los indicadores de productividad, costos [19] y desperdicios [21].

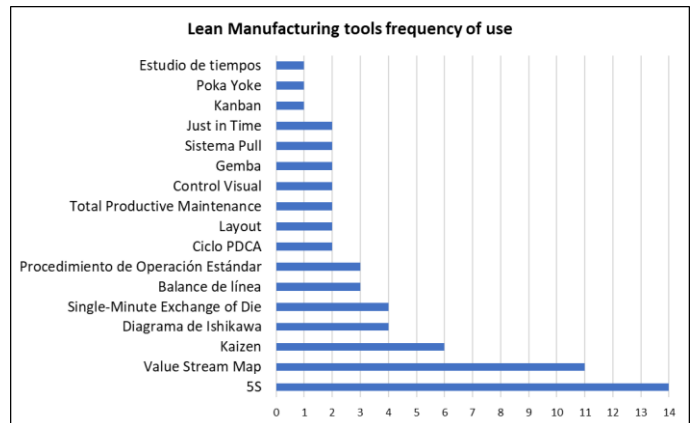


Fig. 5 Frecuencia de uso de herramientas de Lean Manufacturing

La implementación de las herramientas Lean Manufacturing generó una influencia positiva en la productividad de las industrias de distintos rubros

manufactureros, según se halló en las publicaciones analizadas.

El rubro manufacturero con mayor número de publicaciones halladas fue la industria de la confección (16%), en ellos se halló que al implementar las herramientas Lean Manufacturing se mejoraba la productividad de las empresas estudiadas [18, 16]. A pesar de la evidencia sobre los beneficios de esta implementación, no es una práctica común en las industrias de la confección [22] tomando en cuenta que la inversión económica necesaria es poca o nula [23].

En el caso de las industrias de tipo: cementera, pesquera, del plástico, de electrodomésticos, de maquinaria agrícola, de motocicletas, de termoplásticos, del calzado, mecanizado, metalúrgica, de bienes de consumo y de poliuretano, se halló solo un artículo por cada una de ellas. La implementación de la filosofía Lean Manufacturing permite que sus herramientas se puedan adaptar a todo tipo de industria que busca la mejora de su productividad [24].

La Fig. 6 grafica las industrias manufactureras en las que se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing, las cuales centran su modelo de negocio en la transformación de materias primas.

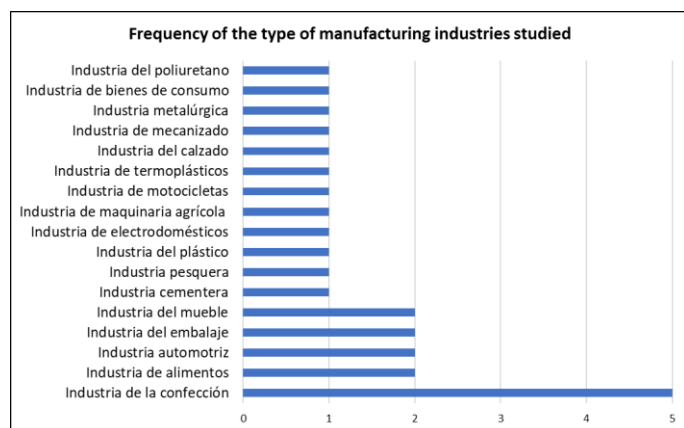


Fig. 6 Frecuencia del tipo de industrias manufactureras estudiadas

Según la literatura revisada se pudo evidenciar la influencia positiva de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la productividad de las industrias manufactureras, esta mejora se manifestó en diferentes parámetros. Por tal razón, los resultados se agruparon y analizaron en 4 categorías.

A. Categoría 1: Reducción de tiempos

La Tabla III muestra el aporte de 12 publicaciones analizadas en las cuales se reportó que la implementación de herramientas de Lean Manufacturing contribuyó a la reducción de tiempos en los procesos.

TABLA III
APORTES EN LA CATEGORÍA 1: REDUCCIÓN DE TIEMPOS

Categoría	Aporte	Autor(es)
Reducción de tiempos	Reducción de 24 minutos en el proceso de producción, eliminando el inventario de productos en proceso y estandarizando los procedimientos.	[28]
	Reducción del tiempo de ciclo de 39% y aumento de la eficiencia a 81,18%.	[26]
	Eliminación del tiempo de espera y se disminuyó de 13 a 7 el número de actividades, mejorando el Lead Time a un 75%.	[31]
	Reducción del tiempo de búsqueda al eliminar del almacén los materiales no usados y se incrementó la efectividad total en un 20%.	[13]
	Mejora del tiempo de preparación en un 65%, reducción del tiempo de entrega y reducción del 13% del costo total del producto.	[30]
	Reducción del 12% de los tiempos que no generan valor, representando un ahorro anual de 25 916 485 pesos colombianos.	[15]
	Disminución del Lead Time en un 37,71%, incremento de la capacidad de producción en 62,25% y reducción del tiempo de procesamiento en 24,4%.	[32]
	Disminución del tiempo de montaje del calzado casual en 0.41 min/par, en el deportivo en 0,49 min/par y en el de seguridad industrial de 0,53 min/par, alcanzando una eficiencia neta de 16,92%.	[29]
	Reducción del tiempo de cambio en un 13,88%, del tiempo de ciclo en un 3,18% y del tiempo de entrega en un 4,04%	[17]
	Reducción de hasta el 96% de las órdenes de producción paradas y se mejoró el 42% en la atención en el control de producción.	[33]
	Reducción de los tiempos de transporte de herramientas, aumento de la mantenibilidad de los equipos en 3,80% y de la productividad en un 6%.	[20]
	Disminución de 8,69% del tiempo de ciclo, aumento de 26,9% en utilización de planta y reducción de 41,3% del inventario.	[16]

B. Categoría 2: Reducción de desperdicios

En la Tabla IV se evidencia 10 publicaciones que reportaron la reducción de desperdicios como resultado de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing.

TABLA IV
APORTES EN LA CATEGORÍA 2: REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS

Categoría	Aporte	Autor(es)
Reducción de desperdicios	Reconocimiento de los materiales innecesarios para el proceso productivo, logrando incrementar la productividad en un 29%.	[14]
	Aumentó el rendimiento de la empresa y mejoró el OEE en 1,20%.	[24]
	Mejora de los indicadores de desperdicios, costos y un aumento de la productividad en 27,9%.	[19]
	Reducción de los desechos, mejora de la tasa de calidad y producción, y la reducción de los costos globales	[34]

Incremento de la productividad de 12,6 millones de latas en el primer trimestre a 14,1 millones de latas en el segundo trimestre al identificar desperdicios como la sobreproducción y reprocesamiento.	[25]
Aumento de la productividad en un 27%, reducción de los movimientos en un 33% y ahorro monetario mensual de 1 322,29 reales brasileños	[35]
Reducción de movimientos innecesarios en 23 km/año, recuperación de tiempo perdido en 70 horas/año y eliminación de operaciones que no generan valor al producto final.	[36]
Reducción de desperdicios, del 62% de los defectos por cien unidades y del inventario Work-in-Progress en 30%.	[22]
Reducción de los residuos, incremento de 7% en la eficiencia y reducción de 24 piezas de los defectos por cien unidades.	[23]
Alcance del 100% de eficiencia al reducir las actividades que no generan valor, reduciendo al 0,08% la tasa de rechazo.	[18]

C. Categoría 3: Reducción de defectos y fallas

En la Tabla V se muestra un artículo en el que incrementó la productividad a través de la reducción de defectos y fallas por la implementación de herramientas de Lean Manufacturing.

TABLA V
APORTES EN LA CATEGORÍA 3: REDUCCIÓN DE DEFECTOS Y FALLAS

Categoría	Aporte	Autor(es)
Reducción de defectos y fallas	Eliminación del 100% de fallas operacionales, evitando costos de reproceso, desperdicios de materiales y daños de la imagen de la empresa frente a los clientes.	[21]

D. Categoría 4: Consideraciones especiales

Al realizar el análisis de las publicaciones, se observó que la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se dio, según el tipo de estudio, en dos etapas: diagnóstico situacional e implementación de la mejora. En este sentido, algunas herramientas fueron usadas en la etapa inicial de una propuesta de mejora como herramientas de diagnóstico, su uso no tuvo un efecto directo sobre la productividad de la empresa; mientras que otras herramientas fueron aplicadas directamente sobre los procesos productivos y las actividades de la empresa para que tengan efecto directo en la mejora de su productividad.

Según lo expuesto, en una etapa inicial o de diagnóstico, el Value Stream Map (VSM) es fundamental para la filosofía Lean Manufacturing porque permite identificar los desechos, los cuellos de botella [25] y las actividades que aportan y no aportan valor al proceso [24]. Asimismo, en esta etapa se implementó el Estudio de tiempos para determinar el tiempo de ciclo [26], el Balance de línea para nivelar la carga de trabajo en todos los procesos, el Just-in-Time (JIT) para evitar la generación de inventario Work-in-Progress (WIP) [18], el Layout para identificar problemas en el espacio físico [27] y el

Diagrama de Ishikawa para la identificación de un problema en el proceso y sus causas raíz [13].

Habiendo identificado las oportunidades de mejora con apoyo de las herramientas de Lean Manufacturing que se enfocan en el diagnóstico situacional de la empresa, se procedió con la selección y la implementación del otro tipo de herramientas de Lean Manufacturing que se enfocan específicamente en la corrección de la problemática identificada y que tienen una influencia directa sobre la mejora de la productividad de la empresa.

La herramienta 5S fue la reportada con mayor frecuencia (56%) en los estudios analizados, esta es utilizada para mejorar la productividad de las empresas [14] y se puede implementar desde una etapa inicial del proceso productivo porque permite establecer el orden y la limpieza [28]. La herramienta Control Visual se puede aplicar en la marcha con la herramienta 5S porque permite integrar al equipo de trabajo y estandarizar la gestión [15].

Según lo hallado, se considera que la herramienta 5S es el punto de partida para la posterior implementación de la herramienta Total Productive Maintenance (TPM) [20] y es fundamental para el desarrollo de la herramienta Kaizen [17]. Esta última puede implementarse de manera conjunta con el Ciclo de Deming (PDCA) para planificar el proceso de mejora, tomar medidas correctivas y verificar su cumplimiento, además de la herramienta Standard Operating Procedure (SOP) para estandarizar los procesos y reducir las actividades que no generan valor [23].

Otras dos herramientas también se implementaron de manera eficiente e influyeron directamente sobre los resultados: La herramienta Single-Minute Exchange of Die (SMED) se enfocó en identificar las operaciones del proceso con la intención de convertir las operaciones internas en externas [29, 30] y la herramienta Poka Yoke se desarrolló para eliminar las posibilidades de falla en el proceso [21].

Como se mencionó en una revisión sistemática de la literatura consultada [11], la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing generó mejoras significativas en la productividad y utilidad de las organizaciones, estas se dieron a través de la eliminación de desperdicios, la adecuada organización y distribución del área de trabajo y la reducción de tiempos e inventarios. Por otro lado, la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se ha llevado a cabo tanto de manera independiente como en conjunto, siendo de uso frecuente la herramienta 5S como base de la resolución de problemas, promoviendo la participación de los trabajadores y la mejora del área de trabajo [10].

En consecuencia, las publicaciones analizadas en este estudio señalan la influencia positiva de las herramientas de Lean Manufacturing en la productividad, manifestándose en: la eliminación de los desperdicios de los procesos, reconociendo los materiales y actividades que no añaden valor al producto terminado; así como su contribución al incremento de la

eficiencia, efectividad de los procesos y mejora del ambiente de trabajo en la empresa.

IV. CONCLUSIÓN

En el estudio se utilizó las estrategias PICO y PRISMA para la recopilación y análisis de estudios empíricos sobre la influencia de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la productividad. Se halló un total de 81 272 artículos, de los cuales se seleccionó 25 que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión definidos.

Según el análisis de la literatura se determinó que la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en empresas manufactureras tuvo una influencia positiva en la productividad, así mismo se halló que pudieron lograr una mejora de la productividad a través de la reducción de desperdicios, tiempos y fallas en el proceso productivo.

Las herramientas de Lean Manufacturing vienen siendo utilizadas en diferentes campos de acción de las industrias manufactureras, tomando en cuenta que es necesario el uso de herramientas de aplicación inicial, tales como: estudio de tiempos, diagrama de Ishikawa, balance de línea y diseño de Layout, que permiten la identificación y análisis de las deficiencias de las organizaciones y las causas raíz que ocasionan estas problemáticas; y también el uso de herramientas correctivas como: 5S, TPM, Kaizen, Poka Yoke y SMED.

Los hallazgos de este estudio contribuyen al conocimiento que se tiene sobre la influencia de las herramientas de Lean Manufacturing en el aumento de la productividad, específicamente de las industrias del rubro manufacturero. Finalmente, se resalta que existe un interés creciente en investigadores a nivel mundial sobre la implementación de estas herramientas en el aumento de la productividad; por lo que se sugiere continuar investigando respecto a este tema, incluyendo los beneficios y nuevas tendencias de aplicación en los rubros de servicios y comercialización.

REFERENCIAS

[1] M. Mallar, "La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente", *Visión de Futuro*, vol. 13, no. 1, pp. 1-23, 2010.

[2] A. Tejada, "Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos". *Ciencia y Sociedad*, vol. 36, no. 2, pp. 276-310, 2011.

[3] M. Rajadell and J. Sánchez, *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*, España: Editorial Diaz de Santos, 2010, pp. 1-13.

[4] S. Muñoz, *Diccionario Lean Manufacturing*, Valladolid: Universidad de Valladolid, 2016.

[5] H. Juárez, "Los sistemas just-in-time/Kanban, un paradigma productivo", *Política y Cultura*, vol. 18, pp. 39-60, 2002.

[6] J. Prokopenko, *La gestión de la productividad*, Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989.

[7] J. Medina, "Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación", *Revista EAN*, vol. 69, pp. 110-119, 2010.

[8] R. Carro and D. González, *Productividad y competitividad*, Mar de Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2012.

[9] L. Padilla, "Lean Manufacturing Manufactura Esbelta/Ágil", *Ingeniería Primero*, vol.15, pp. 64-69, 2010.

[10] M. Favela, M. Escobedo, R. Romero y J. Hernández, "Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización:

modelo conceptual propuesto, *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 16, no. 1, pp. 115-133, 2019.

- [11] J. Arrieta, J. Muñoz, A. Salcedo y S. Sossa, "Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado", en *LACCEI'2011: Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference*, 2011, no. August 3-5, 2011 pp. 1-11.
- [12] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff and DG. Altman, "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement", *PLoS Med*, vol. 6, no. 7, 2009.
- [13] R. Adhau, J. Khan, and S. Trikal, "Implementation of lean manufacturing tools to enhance the productivity of agro equipment industry", *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, vol. 4, no. 6, pp. 287-292, 2018.
- [14] X. Chilón, L. Esquivel and W. Estela, "Implementación de las 5s para incrementar la productividad en una planta embotelladora de agua", *INGnosis*, vol. 3, no. 1, pp. 130-139, 2017.
- [15] I. Pérez-Vergara, N. Marmolejo, A. Mejía, M. Caro and J. Rojas, "Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones", *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no.1, pp. 24-35, 2016.
- [16] K. Seddik, "The Impact of 5S Strategy on the Safety Climate & Productivity at Egyptian Garment Firms (Assembly Plants)", *Open Journal of Business and Management*, vol. 7, no. 2, pp. 1072-1087, 2019.
- [17] H. Shukla, H and K. Ganvir, "Implementation of Kaizen and 5S in Plastic Pipe Manufacturing Unit", *International Journal of Applied Science and Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 11-18, 2018.
- [18] R. Nunesca and A. Amorado, "Application of Lean Manufacturing Tools in a Garment Industry as a Strategy for Productivity Improvement", *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, vol. 3, no. 4, pp. 46-53, 2015.
- [19] R. Souza, P. Soares, F. Uchoa and E. Loiola, "Operational impacts of lean manufacturing: the case of a consumer goods industrial company", *Gestão Da Produção Operações e Sistemas*, vol. 14, no. 4, pp. 279-304, 2019.
- [20] A. Obeso, J. Yaya, y R. Chucuya, "Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado", *INGnosis*, vol. 5, no. 2, pp. 126-138, 2019.
- [21] B. De Souza, N. De Sousa, J. de Jesus and B. Bastos, "Implementation of Poka-Yoke System in an Automotive Company", *International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology*, vol. 5, no. 3, pp. 26-32, 2018.
- [22] A. Quddus and N. Ahsan, "A shop-floor kaizen breakthrough approach to improve working environment and productivity of a sewing floor in RMG industry", *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, vol. 8, no. 4, pp. 1-12, 2014.
- [23] S. Akter, F. Yasmin, and A. Ferdous, A. "Implementation of kaizen for continuous improvement of productivity in garment industry in Bangladesh". *American Academic & Scholarly Research Journal*, vol. 7, no. 3, pp. 229-243, 2015.
- [24] F. Figueredo, "Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto". *Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. 4. No. 15, pp. 7-2, 2015.
- [25] C. Ferreira, M. de Faria y V. Gomes, "Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (VSM) em uma linha de produção de latas para bebidas". *Revista Científica E-Locução*, vol. 10, no. 5, pp. 116-134, 2016.
- [26] S. Nallusamy and A. Ahamed, "Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study", *International Journal of Engineering Research in Africa*, vol. 29, pp. 175-185, 2017.
- [27] M. Fernandes, M. Romero and N. Martarelli, "O uso do lean manufacturing em uma movelaria para ganho de vantagem competitiva", *II SENGI - Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação*, pp. 1-16, Maio 2019.

- [28] J. Viteri, E. Matute, C. Viteri and N. Rivera, "Implementation of lean manufacturing in a food Enterprise", *Enfoque UTE*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2016.
- [29] D. Aldás, J. Reyes, S. Collantes and W. Vilema, "Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED)". *Ojeando La Agenda*, vol. 47, no. 2, pp. 1-17, 2017.
- [30] A. Carrizo and P. Torres, P. "Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in Small to Medium-Sized Enterprises: A Portuguese Case Study". *International Journal of Management*, vol. 30, no. 1, pp. 66–87, 2013.
- [31] A. Ribeiro, M. Eufrazio, D. Barbosa, M. Fonseca, I. Rico and M. Reis, M. "Applying the Lean Concept through the VSM Tool in Maintenance Processes in a PIM Manufacture". *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, vol. 6, no. 7, pp. 137–143, 2019.
- [32] R. Pache, V. Bueno, L. Almeida, E. Garlet and L. Pentiado, "Princípios da Manufatura Enxuta como proposta para arranjo físico na indústria de transformação de termoplásticos", *Engevista*, vol. 17, no. 4, pp. 507-524, 2015.
- [33] R. Miranda and F. Pierre, "Planejamento e controle da produção com filosofia kaizen: um estudo de caso em um setor de montagem mecânica", *Tekhne e Logos*, vol. 10, no. 1, pp. 55–66, 2019.
- [34] T. Yesmin and A. Zaheer, "Productivity improvement in plastic bag manufacturing through lean manufacturing concepts: A case study", *Applied Mechanics and Materials*, pp. 110–116, 2011.
- [35] A. Gazoli and W. da Rocha, "Productivity improvement through the implementation of lean manufacturing in a medium-sized furniture industry: A case study", *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 30, no. 4, pp. 172–188, 2019.
- [36] F. Pierre and W. Martins, "Avaliação das Melhorias Alcançadas por Meio da Aplicação da Metodologia Kaizen em uma Empresa de Usinagem", *Tekhne e Logos*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2016.
- [37] E. Da Silva, M. Dos Santos and D. Alencar, D. "Lean Manufacturing Application on Balancing of Mounting Line in a Company of the Two-Wheeled Pole of Manaus-Amazon Industrial Pole", *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, vol.6, no. 6, pp. 563–571, 2019.