

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



IMPROVEMENT OF PRODUCTIVITY IN A TIMBER COMPANY THROUGH STANDARDIZATION AND SMED TOOLS WITH A LEAN APPROACH

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Lawrence Verde Frech

Código 20192326

Fredy Diego Palomino Galarza

Código 20191491

Asesor

Marco Fernando Ruiz Ruiz

Lima – Perú

Octubre de 2024

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

IMPROVEMENT OF PRODUCTIVITY IN A TIMBER COMPANY THROUGH STANDARDIZATION AND SMED TOOLS WITH A LEAN APPROACH

Autor(es)

Fredy Diego Palomino-Galarza, 20191491@aloe.ulima.edu.pe, Lawrence Verde-Frech, 20192326@aloe.ulima.edu.pe
Universidad de Lima

Resumen: Esta propuesta pretende resolver la baja productividad de una PYME maderera peruana a través de herramientas de estandarización y SMED, enfocadas en la filosofía Lean. La metodología se desarrolla en las etapas de diagnóstico, desarrollo de la mejora con simulación y validación y mejora continua. Se identificó que, los procesos y metodologías de trabajo en las estaciones de corte eran ineficientes y desorganizadas, generando que los indicadores de tiempos sean negativamente altos y esto afectaba a la producción. Como parte de la etapa de desarrollo, se aplicaron las metodologías SMED y estandarización, ambas siendo generadas a través de simulación en el software Arena 16.1. Tras la simulación, los resultados mostraron que la implementación de SMED y estandarización aumentarían la producción hasta en un 28.84%, además de reducir los tiempos muertos en 40% y aumentar el factor de uso de los recursos; generando un beneficio económico para la empresa. Este estudio buscó avanzar en el conocimiento de la producción maderera y servir de guía para otras empresas que deseen optimizar procesos y reducir costos a través de las orientaciones Lean Manufacturing. Su enfoque de bajo costo, pero alto impacto podría ser replicable y beneficiar a otras compañías del sector.

Palabras Clave: productividad, estandarización, SMED, lean manufacturing, tiempos muertos

Abstract: This proposal aims to address the low productivity of a Peruvian timber SME through standardization and SMED tools, focusing on the Lean philosophy. The methodology unfolds in stages of diagnosis, improvement development with simulation and validation, and continuous improvement. It was identified that the processes and work methodologies at the cutting stations were inefficient and disorganized, resulting in significantly high time indicators negatively impacting production. As part of the development stage, SMED and standardization methodologies were applied, both generated through simulation in Arena 16.1 software. Following the simulation, the results demonstrated that the implementation of SMED and standardization would increase production by up to 28.84%, reduce downtime by 40%, and enhance resource utilization, thereby generating economic benefits for the company. This study aimed to advance the understanding of timber production and serve as a guide for other companies seeking to optimize processes and reduce costs through Lean Manufacturing principles. Its low-cost, high-impact approach could be replicable and beneficial to other companies in the sector.

Keywords: productivity, standardization, SMED, lean manufacturing, downtime

Línea de investigación IDIC – ULIMA

Área y Sub-áreas de Investigación:

Operations Research and Analysis

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación:

Industria, Innovación e Infraestructura

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto peruano, el sector maderero desempeña un papel crucial en la economía, empleando a más de 200,000 personas y generando un valor anual de más de PEN 2,000 millones. Sin embargo, las PYMES, que constituyen aproximadamente el 80% de las empresas de aserrío y acepilladura de madera enfrentan desafíos significativos relacionados con la falta de planificación, control de producción, gestión de calidad y capacitación del personal.

Estudios de mejora del proceso de producción de empresas madereras identificaron entre sus principales problemas la falta de planificación y la inexistencia de un manejo estadístico de los sistemas de producción, la falta de orden en los procesos y la falta de limpieza en el espacio de trabajo. Un análisis de factores críticos de éxito señala la obsolescencia y la falta de gestión del trabajo como factores que afectan la productividad y competitividad en el sector maderero peruano.

Ante este panorama, es claro entender las principales problemáticas arraigadas en la PYME correspondiente como objeto de investigación. Dentro de la cual se identificaron problemáticas en el desempeño productivo, enfocados en sus tiempos muertos, el aprovechamiento de recursos y con ello sus índices de producción. Estos KPI's son resueltos a través de la implementación de estrategias Lean buscando mejorar la productividad, reducir costos y reducir los tiempos improductivos, planteando la pregunta de investigación: ¿Cómo puede la implementación de herramientas de ingeniería con enfoque Lean Manufacturing mejorar el índice de productividad en una PYME maderera a través de la estandarización y reducir el desperdicio en tiempos operativos?

OBJETIVOS

- **Objetivo general**
 - Diseñar y validar mediante la simulación una propuesta de solución destinada a mejorar los índices de productividad de una empresa maderera a través de herramientas de estandarización y SMED, enfocadas en la filosofía Lean.
- **Objetivos específicos**
 - Proponer y validar la estrategia de mejora en el índice de productividad laboral de la empresa maderera.
 - Proponer y validar la estrategia de mejora para reducir los tiempos muertos en la preparación de máquinas madereras.
 - Optimizar el factor de uso de los recursos durante el proceso de producción de la empresa maderera.

JUSTIFICACIÓN

El estudio sobre la implementación del enfoque Lean Manufacturing reveló resultados sumamente positivos en términos de eficiencia y productividad. La reducción significativa en los tiempos de procesamiento, específicamente en las etapas de tronqueado y tableado, indicó una mejora notable en la agilidad del proceso de producción. Este cambio se tradujo en una mayor eficiencia para abordar los desafíos empresariales clave, destacándose un aumento del 28.84% en la productividad laboral. Esta mejora se reflejó en ingresos mensuales sustanciales, alrededor de 15 mil soles, consolidando indicadores económicos que respaldan la viabilidad y la competitividad de la empresa.

La aplicación de herramientas como SMED también tuvo un impacto significativo al reducir drásticamente el tiempo de preparación de las máquinas, disminuyendo los tiempos de inactividad y aumentando la disponibilidad de los equipos para la producción. La estandarización contribuyó a mejorar la secuencia de actividades y a reducir los tiempos muertos, evidenciado por un aumento del factor de uso de maquinaria del 79% al 85%. Este hallazgo señala una gestión más eficiente de los recursos y una mejor utilización de la maquinaria disponible.

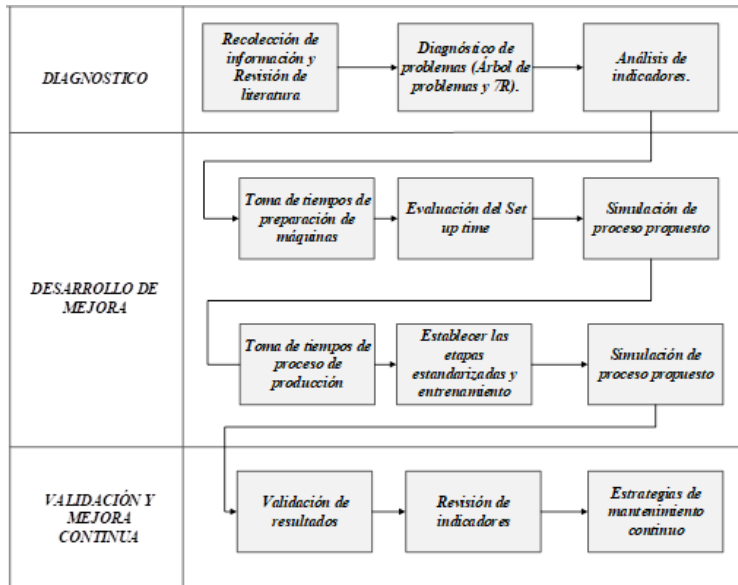
La capacidad de producción mejorada en troncos, tablones y tablas resultó fundamental para satisfacer la creciente demanda del mercado, aprovechando de manera más eficiente los recursos disponibles. A pesar del aumento en el uso de recursos, tanto en tiempo de maquinaria como de personal, se concluyó que esta inversión adicional estaría plenamente justificada debido a la mejora significativa en la producción y la eficiencia general del proceso.

Es esencial considerar cómo adaptar estas mejoras a otras empresas madereras o entornos de producción similares, así como explorar su viabilidad y transferibilidad a otros sectores promoviendo así el objetivo de desarrollo sostenible enfocado en la industria, innovación e infraestructuras. Las futuras investigaciones deberían centrarse en abordar la gestión efectiva de una mayor demanda de trabajo, posiblemente mediante estrategias de programación o tecnologías personalizadas, ya que se observó una relación directa entre el aumento de la producción y el incremento en los tiempos de uso de los operarios. Estos esfuerzos adicionales podrían contribuir a optimizar aún más los procesos y la productividad en diferentes contextos industriales.

DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico tuvo tres etapas: diagnóstico, desarrollo de la mejora y una validación final con enfoque en la mejora continua. A continuación, en la figura, se presenta los pasos que contiene cada una de estas etapas.

Pasos de cada componente de la mejora propuesta



El componente inicial del estudio se centró en el diagnóstico, donde se detallan actividades como la recolección de información, el análisis de literatura, el uso del árbol de problemas y la evaluación de indicadores clave de rendimiento (KPI) de la empresa con el sector. El objetivo es identificar áreas críticas y proponer herramientas para resolverlas, priorizando la eficiencia y productividad.

Posteriormente, durante el desarrollo se da la implementación de SMED (Single-Minute Exchange of Die) para reducir el tiempo de preparación de máquinas, buscando eliminar actividades superfluas que obstaculizan el cambio de cintas de corte. Para ello se desarrollan tablas con las actividades detalladas, donde se clasifican en internas (máquina encendida) o externas (máquina detenida) para enfocar el tipo de modificación pertinente. Se detalla una estrategia SMED basada en el compromiso de la gerencia y el entrenamiento del personal, con énfasis en la simplificación, estandarización y análisis exhaustivo de problemas.

Asimismo, interviene la implementación de la técnica de estandarización para reducir los tiempos de operación, donde se enfoca en establecer una secuencia específica de acciones en las estaciones de producción. Detalla actividades clave, como capacitación del personal, análisis de flujo de trabajo y desarrollo de procedimientos estandarizados que se evidencian en el manual estandarizado. El proceso incluye la creación de tablas de instrucciones, entrenamiento de operarios y seguimiento mediante listas de verificación. La evaluación de resultados se realiza a través de análisis de KPI's y se revisa con la gerencia para garantizar los estándares esperados. Ambas herramientas mencionadas se complementan con el objetivo de modelar un proceso más adecuado a través del simulador Arena.

El componente final se centra en la validación de la mejora aplicada, un procedimiento que implica la evaluación de resultados con el equipo de trabajo, generación de informes para presentar a la administración, comparación con indicadores previamente establecidos y propuesta de mantenimiento a largo plazo con beneficios económicos. Se ofrece capacitación y refuerzo para la estrategia aceptada, mientras que se propone la implementación de la filosofía Lean si la estrategia a largo plazo no es aceptada por la gerencia.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

"A nuestros padres, familiares y ciudad natal de Oxapampa"

REFERENCIAS

1. Abu, F., Saman, M.Z.M., Garza-Reyes, J.A., Gholami, H. and Zakuan, N. (2022), Challenges in the implementation of lean manufacturing in the wood and furniture industry", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 33 No. 1, pp. 103-123. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2021-0029>
2. Alves, M., Guerra, C., & Fonseca, R. (2016). Propuesta de mejora del proceso de producción de una empresa maderera en el norte de Portugal. *Revista Tecnológica-Estudios de Casos*, 5(1), 56-73.
3. Balarín Milko, (2023). Entrevista personal sobre indicadores de la industria maderera.
4. Barrientos-Ramos, N., Tapia-Cayetano, L., Maradiegue-Tuesta, F., & Raymundo, C. (2020). Lean manufacturing model of waste reduction using standardized work to reduce the defect rate in textile MSEs. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 1–8. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.356>
5. Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica de la Madera (CITE). (2018). La industria de la madera en el Perú. Lima <https://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>
6. Da Silva, I. B., & Godinho Filho, M. (2019). Single-minute exchange of die (SMED): a state-of-the-art literature review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
7. Del Castillo, J., Rojas, Y., & Chirinos, J. (2020). Análisis de los factores críticos de éxito para el desarrollo de la industria maderera en el Perú. *Investigación y Desarrollo en Tecnología*, 1(1), 1-11.
8. Hernandez, G., Arriagada, M., Troncoso, L. (2021). Indicadores de gestión para la pyme de aserrío. Instituto Forestal. <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/30390/30390.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
9. Kawakami-Arevalo, S., Veliz-Torres, M. S., Quiroz-Flores, J. C. & Noriega-Aranibar, M. T. (2022). Increased Productivity through a Production Model Based on Lean Manufacturing and SLP Tools in Small Furniture Manufacturing Workshops. In *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering, ICIBE 2022, Macau, China, September 2022*, 419-425. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568873>
10. Lay-De-León, Rosa Nathaly, Acevedo-Urquiaga, Ana Julia, & Acevedo-Suárez, José Antonio. (2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial*, 43(3), 30-48. Epub 11 de noviembre de 2022. Recuperado en 19 de mayo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000300030&lng=es&tlng=es
11. Roriz, C., Nunes, E., Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, 11(1), 1069-1076. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.218>
12. Sandoval Díaz, S. M., Ramírez Ávila, G. M., & Gutiérrez-Domínguez, G. (2017). Lean manufacturing para mejorar la productividad en la industria maderera: un estudio de caso. *Tecnura*, 21(52), 105-118. DOI:10.14483/22487638.11495.
13. Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon & Schuster.

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Improvement of Productivity in a Timber Company through Standardization and SMED Tools with a Lean Approach
- **Autores:** Fredy Diego Palomino-Galarza, Lawrence Verde-Frech
- **Co autor(es):** Marcos Fernando Ruiz-Ruiz

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:**
- **Volumen:**
- **Número:**
- **Año:**

- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology “Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0.”
- **Organizador:** Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI)
- **Sede:** Costa Rica
- **Año:** 2024
- **Pp:** 251
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/meta/FP251.html>
ISBN: 978-628-95207-8-1. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: 10.18687/LACCEI2024.1.1.251




9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.