

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



IMPROVING PRODUCTIVITY THROUGH THE IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING AND SLP TOOLS IN A FOOTWEAR SME

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Marley Giuliana Vidal Gonzalez

Código 20192126

Eriksson Wagner Perez Vivanco

Código 20172475

Asesor

Juan Carlos Quiroz Flores

Lima – Perú
Mayo de 2025

Propuesta Carrera Ingeniería Industrial
Título <i>IMPROVING PRODUCTIVITY THROUGH THE IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING AND SLP TOOLS IN A FOOTWEAR SME</i>
Autor(es) 20192126@aloe.ulima.edu.pe 201172475@aloe.ulima.edu.pe Universidad de Lima
<p>Resumen: En Perú, la falta de inversiones tecnológicas y capacitación contribuye a la baja productividad en la industria del calzado. Este estudio presenta un proyecto integral para mejorar la productividad de una Micro y Pequeña Empresa (MYPE) en esta industria, utilizando herramientas de Lean Manufacturing. La metodología incluye TPM para optimizar la distribución ineficiente de materiales, 5S para mejorar procedimientos y aprovechar espacios subutilizados, y SLP para corregir el desorden en las áreas de trabajo. Las pruebas piloto de 5S demostraron mejoras significativas, y la implementación de TPM busca prevenir accidentes y aumentar la eficiencia de los equipos. El resultado fue un incremento del 80% en la productividad general de la empresa, respaldado por evaluaciones económicas positivas, como un Valor Actual Neto (VAN) de 26,858.27 PEN, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 62%, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 2.39 años y una Relación Beneficio-Costo (B/C) de 2.27. En general, este enfoque integrado demuestra ser exitoso en elevar la eficiencia global de la empresa.</p> <p>Palabras Clave: Calzado, TPM, 5S, SLP y productividad.</p> <p>Abstract: In Peru, a lack of technological investments and training contributes to low productivity in the footwear industry. The study presents a comprehensive project to improve the productivity of a Micro and Small Enterprise (MSE) in Peru's footwear industry, using Lean Manufacturing tools. The methodology includes TPM for inefficient material distribution, 5S for policy procedures and underutilized spaces, and SLP for disorder in work areas. Pilot tests of 5S demonstrate significant improvements, and the implementation of TPM aims to avoid accidents and enhance equipment efficiency. The resulting 80% increase in overall company productivity is supported by positive economic evaluations, including a Net Present Value (NPV) of 26,858.27 PEN, an Internal Rate of Return (IRR) of 62%, a Payback Period (PRI) of 2.39 years, and a Benefit-Cost Ratio (B/C) of 2.27. Overall, this integrated approach proves successful in elevating the company's overall efficiency.</p> <p>Keywords: Footwear, TPM, 5S, SLP and productivity.</p>
<p>Línea de investigación IDIC – ULIMA</p> <p>Área: Desarrollo empresarial</p> <p>Línea de investigación IDIC: Operaciones y logística</p>
<p>Área y Sub-áreas de Investigación:</p> <p>Área principal: Manufacturing and Engineering Design</p> <p>Sub-áreas específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lean Manufacturing and Six Sigma • Facilities Engineering and Energy Management • Quality and Reliability Engineering • Work Systems and Measurement
<p>Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación.</p> <p>ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura</p>

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria del calzado en Perú enfrenta bajos niveles de productividad debido a la falta de inversión tecnológica, capacitación insuficiente de los trabajadores y procesos tradicionales ineficientes. Estos factores impactan negativamente la competitividad de las empresas locales frente a sus pares internacionales. En el caso específico de una micro y pequeña empresa (MYPE), se identificaron problemas como distribución ineficiente de materiales, desorden en las áreas de trabajo, políticas y procedimientos inexistentes o inadecuados, y espacios subutilizados. Estos indicadores reflejan desviaciones significativas respecto a los estándares de eficiencia deseados y afectan la capacidad de la empresa para cumplir con los objetivos de producción y calidad.

Diversos estudios en la industria del calzado han demostrado la eficacia de herramientas de Lean Manufacturing como 5S, Total Productive Maintenance (TPM) y Systematic Layout Planning (SLP) para mejorar procesos productivos. Investigaciones realizadas en países como Ecuador y Perú reportaron aumentos en la producción diaria, reducciones en los tiempos de ciclo, defectos y costos operativos al implementar estas metodologías. Por ejemplo, el uso de 5S permitió mejorar la organización y limpieza del entorno laboral, mientras que TPM contribuyó a reducir fallos en equipos y aumentar la eficiencia operativa. Asimismo, la implementación de SLP optimizó la distribución de las áreas de producción, disminuyendo tiempos de transporte y movimientos innecesarios.

Este proyecto de mejora busca analizar la situación actual de una Micro y Pequeña Empresa (MYPE) del sector calzado en Perú, y aplicar herramientas de Lean Manufacturing para superar los obstáculos de productividad. Las herramientas propuestas incluyen 5S, TPM (Mantenimiento Productivo Total) y SLP (Planificación Sistemática de Distribución), cuya implementación promete optimizar los procesos, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es implementar herramientas de Lean Manufacturing en una Micro y Pequeña Empresa (MYPE) del sector calzado en Perú, con el propósito de mejorar la eficiencia y productividad en los procesos de producción.

Objetivos específicos:

1. Incrementar la producción diaria de calzado, pasando de 150 a 197 pares por día.
2. Reducir el tiempo de producción por par de calzado, disminuyéndolo de 18.82 minutos a 12.74 minutos.
3. Diseñar e implementar un plan de acción detallado, adaptado a las necesidades y recursos disponibles de la MYPE, para garantizar que las herramientas Lean Manufacturing sean viables y prácticas para la empresa.
4. Contribuir al aumento de la competitividad de la MYPE en los mercados local e internacional mediante la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de costos de producción.
5. Realizar auditorías mensuales durante un período de seis meses para evaluar los avances y realizar los ajustes necesarios en la implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

JUSTIFICACIÓN

El proyecto propuesto para mejorar la productividad de una MYPE en el sector del calzado en Perú tiene relevancia en diversos aspectos:

Justificación Teórica:

Se basa en el marco conceptual de **Lean Manufacturing**, un enfoque ampliamente validado en investigaciones previas como una metodología efectiva para reducir desperdicios, mejorar procesos y aumentar la eficiencia. Las herramientas implementadas (5S, TPM y SLP) han demostrado ser aplicables y exitosas en estudios internacionales y locales, proporcionando una sólida base teórica para el proyecto.

Justificación Técnica:

El proyecto emplea herramientas técnicas específicas, como TPM para el mantenimiento preventivo de maquinaria, SLP para optimizar el diseño de la planta y 5S para mejorar el orden y la limpieza. Estas metodologías son reconocidas por su capacidad para mejorar los indicadores operativos clave, como tiempos de ciclo y eficiencia del equipo.

Justificación Económica:

La implementación de estas herramientas genera ahorros significativos al reducir desperdicios, tiempos muertos y costos de mantenimiento. La viabilidad económica del proyecto se demuestra con un **Valor Actual Neto (VAN)** de 26,858.27 PEN, una **Tasa Interna de Retorno (TIR)** de 62% y un **Periodo de Recuperación de Inversión (PRI)** de 2.39 años, lo que lo convierte en una inversión rentable.

Justificación Social:

Al mejorar la productividad, la empresa puede aumentar su capacidad de producción, generar más empleos y ofrecer productos competitivos. Además, al capacitar a los trabajadores en el uso de herramientas Lean Manufacturing, se fomenta su desarrollo profesional y se fortalecen las competencias laborales.

Justificación Ambiental:

La reducción de desperdicios y el mejor uso de los recursos contribuyen a minimizar el impacto ambiental de la operación. La optimización de procesos también reduce el consumo energético y mejora la gestión de materiales, alineándose con prácticas sostenibles.

Justificación Metodológica:

La metodología propuesta incluye auditorías periódicas para garantizar el cumplimiento de los objetivos y realizar ajustes necesarios, lo que asegura un enfoque dinámico y adaptativo al contexto de la empresa.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

El proyecto contribuye al **ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura**, al promover la modernización y eficiencia de una MYPE, fortaleciendo su competitividad en el mercado. Además, apoya el **ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico**, al mejorar las condiciones laborales, fomentar la capacitación y generar un impacto positivo en la economía local.

En conjunto, el proyecto no solo es técnicamente viable y económicamente rentable, sino que también genera impactos positivos en el ámbito social y ambiental, contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible y fortaleciendo el sector del calzado en Perú.

HIPÓTESIS (Si aplica)

No Aplica.

DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio actual se centra en abordar los principales desafíos en una empresa de fabricación de calzado, mediante un enfoque integrado que utiliza 5S, Planificación Sistemática del Layout (SLP) y Mantenimiento Productivo Total (TPM). Las causas raíz identificadas incluyen distribución ineficiente de materiales, falta de procedimientos de políticas, espacios de producción infrautilizados y desorden en las áreas de trabajo.

Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos
Análisis de procesos mediante el mapeo de flujo de valor (VSM).	Diagramas de Ishikawa y Pareto para identificar causas raíz.
Aplicación de metodologías Lean Manufacturing (5S, TPM y SLP).	Formularios de evaluación y encuestas para recopilar información cualitativa y cuantitativa.
Auditorías periódicas para evaluar avances en indicadores clave.	Software de simulación (Arena) para modelar el impacto de las propuestas de mejora.

Etapas del desarrollo de la investigación

1. Diagnóstico inicial

Se identifican los problemas principales, como la distribución de materiales, desorden y tiempos improductivos. Además, se lleva a cabo la recolección de datos iniciales a través de observación directa, entrevistas y análisis documental.

2. Planificación de mejoras

Se diseña un modelo integrado que combina 5S, TPM y SLP para abordar las causas raíz. También se elaboran cronogramas y se asignan los recursos necesarios para la implementación.

3. Implementación

Se aplica una prueba piloto de la metodología 5S en áreas específicas de la planta. Se desarrollan programas de mantenimiento preventivo (TPM) y se rediseña la disposición de áreas productivas mediante la técnica SLP.

4. Monitoreo y validación

Se mide el desempeño de los indicadores clave antes, durante y después de la implementación. Se comparan los resultados con los valores iniciales para validar las hipótesis planteadas.

5. Evaluación final

Se realiza un análisis del impacto económico, técnico y operativo de las mejoras implementadas. Se documentan los resultados obtenidos y se proponen recomendaciones para replicar o ajustar el modelo en otras áreas.

Restricciones y limitaciones

Restricciones:

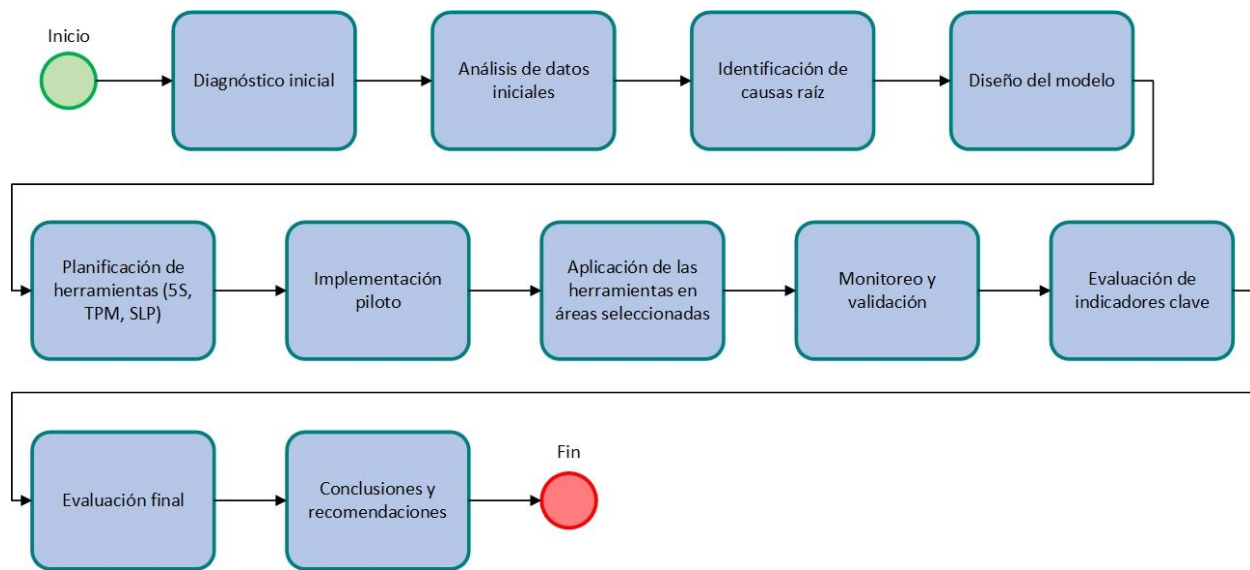
- Recursos económicos limitados para la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas.
- Espacios físicos reducidos que limitan la flexibilidad para reconfigurar las áreas de producción.

Limitaciones:

- Dependencia del personal para la adopción de nuevas prácticas y metodologías.
- Disponibilidad de tiempo para capacitar al equipo sin afectar la producción diaria.

Figura 1

Diagrama de bloques del proceso de investigación



NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Queremos agradecer a nuestras familias por su apoyo constante e incondicional, que ha sido fundamental en cada paso de nuestro camino académico y profesional. Destacamos especialmente el valioso acompañamiento de nuestro asesor, Martín Collao, cuya guía y compromiso fueron esenciales en el desarrollo de esta investigación. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a la Universidad de Lima por proporcionarnos los recursos y las herramientas necesarias para nuestra formación y crecimiento en el ámbito laboral.

REFERENCIAS

- Alipio-Gordillo, C., La-Cunza-Claudet, A., Martín-Rodríguez, L., Saavedra-Mendoza, K., Geldres-Marchena, T., & Geldres-Marchena, T. (2022). Improvement plan to reduce operating costs of Empresas Chang S.R.L. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions." <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.324>
- Ahmed, T., Begum, R., & Ahmed, S. (2023). Application of Six Sigma tools in the footwear industry: an emerging economy case. *International Journal of Productivity and Quality Management (IJPQM)*, 38(2).
- Calderon, D., Sebastián, K., Ulloa, S., Geldres-Marchena, T., & Geldres-Marchena, T. (2022). Design of engineering tools for cost reduction in the footwear company Rambel E.I.R.L. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions." <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.321>
- Castillo-Castañeda, J., Tarazona-Lopez, B., Leon-Chavarri, C., & Cardenas, L. (2021). Productivity Improvement of a Footwear Manufacturing Company Through Lean Tools (pp. 437–445). https://doi.org/10.1007/978-3-030-80462-6_53
- Cubas Rodríguez, J., Arteaga Luna Victoria, P., Rodríguez Castañeda, A., Castillo Alva, D., Berrospi Mendieta, E., Soto Lozada, A., & Estrada Pérez, M. (2022). IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS TO THE KIDS FOOTWEAR COMPANY. Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions." <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.557>
- Dextre-del-Castillo, D., Urruchi-Ortega, S., Peñafiel-Carrera, J., Raymundo-Ibañez, C., & Dominguez, F. (2020). Lean Manufacturing Production Method using the Change Management Approach to Reduce Backorders at SMEs in the Footwear Industry in Peru. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012021>

- INEI. (Enero de 2010). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIU) Revisión 4. Lima, Lima, Perú. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0_883/Libro.pdf
- Laura-Ulloa, G. A., Chinchay-Morales, G. N., & Quiroz-Flores, J. C. (2022). Lean model applied to increase the order fulfillment in SMEs in the footwear industry. 2022 The 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, 141–146. <https://doi.org/10.1145/3524338.3524360>
- Lira-Aquino, A., Miranda-Poccori, E., Altamirano-Flores, E., & Cardenas-Rengifo, L. (2021). Improving Production Process Efficiencies at a Peruvian Company through a Lean Manufacturing Implementation Model. The 2021 7th International Conference on Industrial and Business Engineering, 117–122. <https://doi.org/10.1145/3494583.3494631>
- Ministerio de la Producción. (Febrero de 2022). Reporte Coyuntural - Industria Manufacturera. Resultados del Indicador de Producción Industrial. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/estadistica-oe/estadisticas-manufactura>
- Padilla, E. L., Hizo, M. P., Campos, G. V., Tuesta, J. M., Lastra, G. M., & Merino, J. A. (2021). Logistics Management Model to Increase the Level of Service in a SME Footwear Marketer. 2021 10th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM), 84–88. <https://doi.org/10.1109/ICITM52822.2021.00023>
- Paucar, V., Munive, S., Nunez, V., Marcelo, G. E., Alvarez, J. C., & Nallusamy, S. (2020). Development of a Lean Manufacturing and SLP-based System for a Footwear Company. 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1112–1116. <https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309667>
- Peralta-Quispe, M., Nurena-Huaman, J., Nunez-Ponce, V., Altamirano-Flores, E., & Alvarez-Merino, J. (2019). Application of Lean manufacturing tools in a footwear company. 2019 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON), 1–4. <https://doi.org/10.1109/SHIRCON48091.2019.9024867>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2018). An investigation into manufacturing performance achievements accrued by Indian manufacturing organization through strategic 5S practices. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(4), 754–787. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2017-0149>
- Reyes, J., Alvarez, K., Martínez, A., & Guamán, J. (2018). Total productive maintenance for the sewing process in footwear. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(4), 814. <https://doi.org/10.3926/jiem.2644>
- Silvestre, S. E. M., Chaicha, V. D. P., Merino, J. C. A., & Nallusamy, S. (2022). Implementation of a Lean Manufacturing and SLP-based system for a footwear company. *Production*, 32. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210072>
- Singh, J., & Singh, H. (2019). Justification of TPM pillars for enhancing the performance of manufacturing industry of Northern India. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(1), 109–133. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2018-0211>
- Singh, J., Singh, H., & Sharma, V. (2018). Success of TPM concept in a manufacturing unit – a case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(3), 536–549. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2017-0003>
- Sociedad Nacional de Industrias. (Marzo de 2022). Coyuntura Industrial - Febrero 2022. Desempeño en diciembre 2021. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <https://sni.org.pe/coyuntura-industrial-febrero-2022/>
- Toke, L. K., & Kalpande, S. D. (2023). An assessment of key performance indicators and its relationship for implementation of total productive maintenance in manufacturing sector. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01252-5>
- Zainal Abidin, M. H. ., Leman, Z., Mohd Yusof, Z. A., & Ismail, M. Y. (2022). Scrutinizing the impact of essential lean methods on sustainable performance in Malaysian manufacturing firms. *Journalz Teknologi*, 84(5), 11–25. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.18413>

ANEXO. Datos del artículo publicado

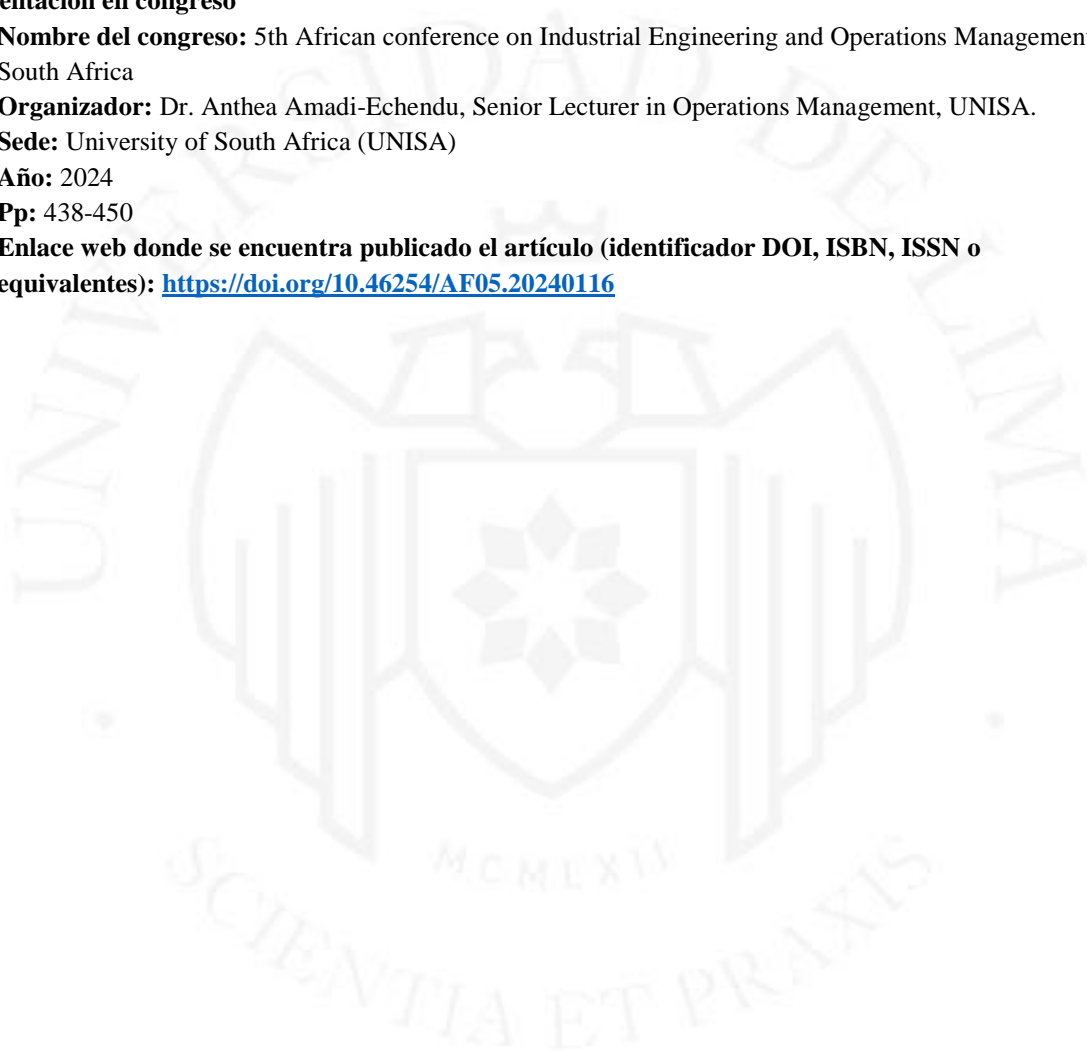
- **Nombre del artículo:** Improving Productivity through the Implementation of Lean Manufacturing and SLP Tools in a Footwear SME
- **Autores:** Eriksson Wagner Pérez Vivanco y Marley Giuliana Vidal González
- **Co autor(es):** Martín Fidel Collao Díaz

Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** International Journal of Industrial Engineering and Operations Management
- **Volumen:** 5
- **Número:** 116
- **Año:** 2024
- **Pp:** 438-450
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.46254/AF05.20240116>

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 5th African conference on Industrial Engineering and Operations Management, South Africa
- **Organizador:** Dr. Anthea Amadi-Echendu, Senior Lecturer in Operations Management, UNISA.
- **Sede:** University of South Africa (UNISA)
- **Año:** 2024
- **Pp:** 438-450
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.46254/AF05.20240116>



8% Similitud general

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




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  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 permitirían 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.