

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **LEAN MANUFACTURING MODEL TO INCREASE PRODUCTIVITY IN A TEXTILE-CLOTHING SME. A CASE STUDY**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Gemma Milagros Terreros Astucuri**

**Código 20191989**

**Vianny Villanueva Rosas**

**Código 20193656**

**Asesor**

**Marcos Fernando Ruiz Ruiz**

Lima – Perú

Diciembre de 2024

|   |
|---|
| <b>Propuesta</b><br><b>Carrera Ingeniería Industrial</b>  |
| <b>Título</b><br><br>Lean Manufacturing model to increase productivity in a textile-clothing SME. A case study  |
| <b>Autor(es)</b><br>20191989@aloe.ulima.edu.pe<br>Universidad de Lima<br><br>20193656@aloe.ulima.edu.pe<br>Universidad de Lima  |
| <p><b>Resumen:</b> El objetivo principal de esta investigación fue aumentar la productividad en el área de confecciones de polos en una mype del sector textil, incrementar la eficiencia de la mano de obra y disminuir la presencia de productos terminados defectuosos. Para tal efecto, se empleó un diseño de mejora aplicada y experimental a partir del uso de las herramientas Lean 5S y Kanban, previo diagnóstico de la actividad cuello de botella con la herramienta VSM. En tal sentido, para la validación de la propuesta, se planteó desarrollar la implementación de los principios de 5S en una estación de trabajo a modo de piloto y, por otro lado, la simulación del proceso de implementación de Kanban con el software Arena 14. Los principales hallazgos demostraron que la actividad pegado de mangas representa el cuello de botella del proceso analizado con un tiempo de ciclo de 50.27 segundos, parámetro igual de superior al comparado con el del sector. Asimismo, tras la implementación de la propuesta fue posible mejorar la productividad en un 11%, la eficiencia de mano de obra en 6.32% y polos defectuosos en un 30%. Para ello, fue necesario el uso de 9 tarjetas de producción Kanban en el sistema, lo que permitió el reorden de los operarios en las estaciones según necesidad. Finalmente, es importante mencionar el aporte a nuevas líneas de investigación que se centren en cuantificar funcional y económicamente el efecto de la curva de aprendizaje en la implementación de herramientas Lean; además, de ahondar en el uso de software que faciliten la aplicación del método Kanban en pequeñas y medianas empresas en el sector textil.</p> <p><b>Palabras Clave:</b> VSM, 5S, Kanban, productividad, eficiencia, defectos, productos terminados.</p> <p><b>Abstract:</b> The main objective of this research was to increase productivity in the t-shirt manufacturing area of a micro and small enterprise (SME) in the textile sector, to enhance labor efficiency, and to reduce the presence of defective finished products. To this end, an applied and experimental improvement design was used, employing Lean 5S and Kanban tools, following the diagnosis of the bottleneck activity with the VSM tool. After implementing the proposal, it was possible to improve productivity by 11%, labor efficiency by 6.32%, and reduce defective t-shirts by 30%. This required the use of 9 Kanban production cards in the system, which allowed for the reorganization of operators at the stations as needed.</p> <p><b>Keywords:</b> Visual Stream Mapping, 5S, productivity, labor efficiency, defective finished products, Kanban.</p> |
| <b>Línea de investigación IDIC – ULIMA:</b> Desarrollo industrial   |
| <b>Área y Sub-áreas de Investigación:</b> Modelos para la gestión y aseguramiento de la calidad   |
| <p><b>Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación:</b><br/>ODS 9 Industria, innovación e infraestructura</p>   |

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se analizará la situación de la empresa *TextilesM* quienes se dedican a la producción y venta de polos, poleras, joggers y shorts. La empresa al pertenecer a una mype no cuenta con un plan estratégico debido a la falta de conocimiento, recursos limitados y falta de experiencia en realizar una planificación estratégica.

La empresa cuenta con una experiencia en el sector de 18 años y el principal producto de venta es el polo de manga corta en tela jersey 30/1 con cuello redondo y faldón tubular; este se puede fabricar en una gran variedad de estilos y diseños con el fin de satisfacer la necesidad de cada tipo de cliente y según sus especificaciones.

No obstante, la empresa al pertenecer a una pyme se enfrenta a una serie de problemas recurrentes en el sector que afectan a su funcionamiento y éxito. En primer lugar, se observa poca intervención tecnológica en las actividades del proceso de producción de las prendas. En segundo lugar, existe una tendencia a baja productividad debido a la intensa competencia que existe entre sus competidores, pues la industria de la confección de prendas es altamente competitiva y las pequeñas empresas compiten con grandes empresas locales; además en la empresa no se toman en cuenta los siguientes factores que generan menor productividad en su proceso de confección: falta de planificación estratégica y falta de compromiso por realizar capacitaciones a sus trabajadores. En base a la problemática presentada es necesario contar con indicadores que permitan medir y evaluar la eficiencia y eficacia de la empresa; para ello se toma en cuenta el indicador de productividad, el cual es la relación entre la producción y cantidad de horas hombre trabajadas (producción de polos/HH).

En base a información del sector por el Ministerio de Producción en Estudio de Investigación Sectorial Sector Textil y Confecciones 2020, se sabe que aproximadamente solo el 65% de las mypes flexibiliza sus procesos de producción; hecho que se agudiza por la alta informalidad y poco conocimiento de las capacidades que se tienen en la empresa: 43% no conoce la capacidad de producción de su maquinaria y equipo, y el 36% desconoce la capacidad de su mano.

En tal sentido, los indicadores antes mencionados dan luces del promedio de las mypes del sector textil-confecciones; sin embargo, estos indicadores cambian si se toma una perspectiva sectorial estándar: 7.09 polos/HH de productividad sectorial (Manosalva, 2023), eficiencia de producción de recursos humano 86.85% (Díaz Llerena & Rau Álvarez, 2022) y 2% de productos terminados defectuosos (ADEX, 2022). Finalmente, se observa la presencia de una brecha técnica del 21.86% entre las productividades del sector y la empresa *TextilesM*, 7.09 polos/HH y 5.54 polos/HH, respectivamente; lo que indica la posibilidad de mejora.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

- Aumentar la productividad en el área de confecciones en una mype del sector textil a partir de una propuesta de uso de las herramientas 5S y Kanban.

### **Objetivos específicos:**

- Diagnosticar los problemas principales que merman la productividad del área de confecciones de la mype analizada.
- Diseñar el modelo de validación funcional para la propuesta planteada.
- Plantear los parámetros de la prueba piloto para implementación de herramienta 5S y un modelo de simulación para el Kanban.
- Mejorar la eficiencia de la mano de obra en el área de confecciones de 73% a 80% y aumentar la productividad a 5 a 6.2 polos/H-H.
- Validar la solución propuesta a fin de mejorar la productividad y eficiencia de la mano de obra con una simulación del modelo con el software Arena y prueba piloto para la implementación de 5S; con el fin de evaluar los resultados y viabilidad del proyecto.

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surge de la necesidad de incrementar la productividad en el área de confección de polos de una micro y pequeña empresa (mype) del sector textil. Este objetivo es crucial, ya que la eficiencia de la mano de obra y la reducción de productos defectuosos son factores clave para garantizar la sostenibilidad y competitividad de las mypes en un mercado altamente competitivo y exigente.

Para lograr este propósito, se utilizó un diseño de mejora aplicado y experimental, incorporando herramientas de Lean Manufacturing como las 5S y Kanban, tras un diagnóstico inicial que identificó el cuello de botella a través de la técnica de Value Stream Mapping (VSM). La relevancia del proyecto se fundamenta en varios aspectos: teórico, técnico, económico, social y ambiental.

Desde el punto de vista teórico, la implementación de herramientas como 5S y Kanban, ampliamente respaldadas en la literatura, representa un enfoque eficaz para la optimización de procesos industriales. Este estudio aportará al conocimiento existente al aplicar estas herramientas en un contexto práctico, proporcionando datos empíricos sobre su efectividad en una mype textil.

En el ámbito técnico, el diagnóstico mediante VSM identificó el cuello de botella en la actividad de pegado de mangas, que se desarrollaba en una estación de trabajo específica. Esto permitió implementar las 5S como proyecto piloto y simular el proceso de Kanban mediante el software Arena 14.

Los resultados esperados de esta investigación incluyen un aumento del 11% en la productividad, una mejora del 6.32% en la eficiencia de la mano de obra y una reducción del 30% en la cantidad de polos defectuosos. Estas mejoras no solo incrementan la rentabilidad de la empresa, sino que también generan un ahorro significativo en costos operativos, garantizando su sostenibilidad financiera.

Finalmente, al incrementar la eficiencia y reducir los defectos, el proyecto no solo contribuirá a mejorar la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa en el mercado, sino que también promoverá un ambiente de trabajo más dinámico y motivador mediante la capacitación del personal en nuevas herramientas y métodos. Además, la optimización de los procesos fomentará una producción más sostenible, al reducir desperdicios y mejorar el uso de los recursos, alineándose con prácticas de producción responsable e innovación industrial. Esto contribuye al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 9: Industria, innovación e infraestructura.

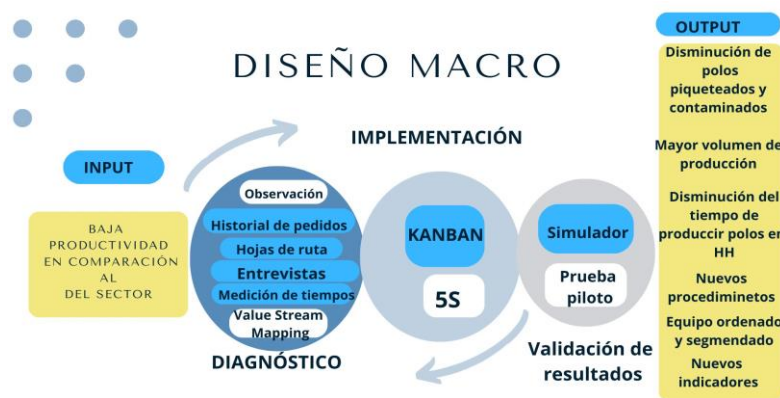
## DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación de tipo caso de estudio presenta una mejora aplicada mediante una propuesta de solución que busca mejorar la productividad mediante herramientas Lean, específicamente 5S y Kanban, en una pequeña empresa textil en Lima, Perú. Con más de 18 años en el mercado, la empresa se especializa en la producción de polos, particularmente camisetas de manga corta en tela 30/1, fabricadas en varios estilos y diseños a pedido. Este estudio se enfoca en el proceso de producción de polos de talla M.

La metodología adoptó un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos. La Figura 1 ilustra un modelo de proceso dinámico basado en la interrelación de componentes integrados a través de la mejora continua. Las herramientas utilizadas incluyeron VSM, 5S y Kanban, con la participación de supervisores, administradores y estudiantes de tesis. Se realizó un muestreo de actividades y procesos representativos del área de fabricación de prendas, seleccionando operaciones piloto para la implementación de 5S y simulaciones con el software Arena para Kanban.

**Figura 1**

*Modelo propuesto*



*Nota.* Adaptado de Liza et al.2022; Díaz y Rau (2022); Prasad y Panghal (2022); Falani et al (2019) Ramasubramaniam (2021), Luque y Rojas (2021); Cuéllar et al (2021) Llerena y Álvarez (2022).

Las fases del estudio incluyeron, en primer lugar, un diagnóstico inicial utilizando VSM para identificar posibles causas raíz de la baja producción, como cuellos de botella en el proceso de fabricación de prendas y la cantidad de polos defectuosos. Posteriormente, se aplicó la herramienta 5S para organizar, ordenar y clasificar objetos y el espacio dentro del área de fabricación de prendas, optimizando las condiciones para la implementación de Kanban. Luego, se simuló el uso de Kanban para gestionar el flujo de trabajo, asignar espacio para la producción de polos y determinar la capacidad máxima de producción. Finalmente, los resultados fueron analizados mediante simulaciones de procesos y pruebas piloto. Se garantizó la confidencialidad de la información de la empresa, se obtuvo el consentimiento de los participantes para la recolección de datos y se respetaron los estándares éticos a lo largo de la investigación e intervención.

### Alcance

En este trabajo se estudió el proceso de confección de polos con el objetivo de evaluar una posible iniciativa de mejora en los tiempos de las actividades de este proceso en una pequeña empresa. Para ello, se aplicaron diversas herramientas de Lean Manufacturing para optimizar y estandarizar el proceso.

1. Cortado: Se realiza el corte de todas las piezas que compondrá la prenda
2. Estampado: Se realiza en la pieza delantera y espalda interna el estampado, el cual llevará también una etiqueta.
3. Confección: Involucra un conjunto de actividades, el cual varía según el tipo de prenda, escala de producción y tecnología empleada.

4. Acabado: Se encarga de dar los toques finales a las prendas con el fin de asegurar la calidad y presentación final.
5. Auditar: Implica la revisión y evaluación a detalle de cada prenda con el fin de asegurar que se cumplan los estándares de calidad y criterios específicos de los clientes.
6. Despacho: Consta del envío de las prendas a los clientes.

Además, se analizó la situación inicial de la empresa TextilesM, especializada en la producción de prendas de vestir y el alcance de la propuesta de mejora se limitó estrictamente al proceso de confección de TextilesM, con el fin de implementar mejoras significativas en la eficiencia y calidad de su producción.

### **Limitaciones**

En la investigación se encontraron las siguientes limitaciones: disponibilidad de tiempo de la empresaria, pues el tiempo disponible para llevar a cabo la investigación debe adaptarse al horario disponible de esta; quien es la persona que puede brindar los datos. Asimismo, se identifica la falta de recursos y datos para poder realizar una simulación de los procesos de confección con el fin de realizar una prueba piloto que ayude a poner en práctica las oportunidades de mejora propuestas. Por otro lado, se identifica como limitación la disponibilidad del taller para poner a prueba un piloto a mayor escala por los tiempos y producciones planificadas del taller; además de la predisposición al cambio por parte de la organización.

### **NOTAS (AGRADECIMIENTOS)**

*Gratitud y amor a mi madre por las lecciones de persistencia y responsabilidad, dedicación y apoyo a lo largo de mi vida académica. Asimismo, a mi abuelita y padre por su apoyo incondicional.*

*Consideración a empresa TextilesM por compartir información valiosa para el desarrollo de la presente investigación.*

#### **-Gemma Terreros**

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por guiarme en cada paso de este camino y brindarme la fortaleza necesaria para superar los desafíos. A mis padres, quien con su apoyo financiero y incondicional amor me han permitido desarrollarme como profesional, les debo gran parte de este logro, A mis hermanos, gracias por su constante apoyo emocional y por ser mi fuente de motivación en los momentos difíciles. Finalmente, un reconocimiento especial a mí misma, por la disciplina y dedicación que me ha permitido alcanzar esta meta importante.*

#### **-Vianny Villanueva**

### **REFERENCIAS**

ADEX. (2022). Análisis del sector textil y confecciones en el Perú. Lima.

Andrade, Y., Cardenas, L., Viacava, G., Raymundo, C., & Dominguez, F. (2020). Lean Manufacturing model for the reduction of production times and reduction of the returns of defective items in textile industry. In Advances in Design for Inclusion: Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Design for Inclusion and the AHFE 2019 International Conference on Human Factors for Apparel and Textile Engineering.

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. In 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology.

Bonilla Pastor, E. (2007). Diseño de un sistema de producción modular en una mediana empresa de confecciones. Revistas ulima. Obtenido de [http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/607](http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/607)

Caballero Morales, S.-O., Cuautle Gutiérrez, L., José-de-Jesús, C., & Alvarez-Tamayo, R. (2023). Six-Sigma Reference Model for Industry 4.0 Implementations in Textile SMEs. Sustainability; Basel. Obtenido de <https://ezproxy.ulima.edu.pe/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/six-sigma-reference-model-industry-4-0/docview/2857446651/se-2?accountid=45277>

- De-La-Flor, M., Vigil, M., & Ruiz-Ruiz, M. F. (2024). Improvement of the sustainable performance in a textile company using the lean-green methodology. *International Journal of Production Management and Engineering*, 12(1), 105-116.
- Díaz Llerena, C., & Rau Álvarez, J. (2022). Lean Manufacturing techniques to increase productivity and quality in a clothing company jean pants. 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions. doi:<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.513>
- Falani, S., Almeida, M., Aguirre González, M., C. Campos Pontarolo, M., Rocha, F., & da Silva Silveira, M. (2019). Value stream mapping for process improvement of a textile industry. *Revista Espacios*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/287448846\\_Value\\_stream\\_mapping\\_for\\_process\\_improvement\\_of\\_a\\_textile\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/287448846_Value_stream_mapping_for_process_improvement_of_a_textile_industry)
- Haddad, M., & Otayek, R. (2018). Addressing the challenge of lean manufacturing sustainment with system dynamics modeling: A case study on apparel manufacturing in a developing country. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 442-450). Obtenido de <https://www.scopus.com/ezproxy.ulima.edu.pe/record/display.uri?eid=2-s2.0-85066961221&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=e2410ea6076c0669559a5d96adf1897f&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Addressing+the+challenge+of+lean+manufacturing+sustainment+with+sy>
- Heros Callirgos, M. F. (2017). Implementación del programa 5S en la planta de una pequeña empresa textil de la confección. Obtenido de [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12755/Heros\\_Callirgos\\_Maria\\_Fernanda.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12755/Heros_Callirgos_Maria_Fernanda.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Luque Huanca, J., & Rojas Polo, J. (2021). Mejora en el proceso de confección de ropa deportiva usando. Repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de [https://www.laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/full\\_papers/FP251.pdf](https://www.laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/full_papers/FP251.pdf)
- Liza Ludeña, B., Paulino Fierro, G., & Altamirano Flores, E. (2022). Design of a Lean Manufacturing model to reduce order delivery in a Textile Mype. 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development - LEIRD 2022: "Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a new culture of entrepreneurship and innovation for sustainable". Obtenido de <https://laccei.org/LEIRD2022-VirtualEdition/full-papers/FP93.pdf>
- Manosalva, F. B. (20 de setiembre de 2023). Características del sector textil-confecciones y sus indicadores. (G. Terreros, & V. Villanueva, Entrevistadores) Obtenido de <https://larepublica.pe/economia/2022/10/09/productividad-de-las-mypes-del-sector-textil-y-confecciones-es-de-42-por-falta-de-tecnologia-gamarra-expo-rab-emprendedores>
- Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. (2022). Estudio de Investigación Sectorial. Sector Textil y Cofecciones 2020. Lima. Obtenido de <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/1065-estudio-de-investigacion-sectorial-sector-textil-y-confecciones-2020>
- Prasad, S., & Panghal, M. (2022). Process-loss Optimization through the Implementation of Kanban & Single-piece Flow: A Case Study in an Ethiopian Garment Factory. *Journal of Textile & Apparel Technology & Management (JTATM)*. 2022, Vol. 12.
- Sandoval Montes, G., & Vidal Portilla, L. (2017). Implantación del método kanban en una industria textil.
- Taimal Villaroel, K. (2020). Propuesta de mejora del proceso de producción de ropa deportiva. IBARRA. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10496/2/04%20IND%20257%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Tianyu, X., & Zhuo, J. (2022). The sale and use of used clothing by using IoT to improve the quality of ready-made clothing in the apparel industry. *Wireless Communications and Mobile Computing*. Research Article. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/4144001>
- Trebuna, P., Pekarcikova, M., Kliment, M., Kopec, J., & Svantner, M. (2023). Online E-Kanban system implementation in a manufacturing company. *International Journal of Simulation Modelling (IJSIMM)*.
- World Trade Organization. (2020). El comercio mundial y el desarrollo sostenible: Informe de 2020. Ginebra, Suiza.

## ANEXOS.

### Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Lean Manufacturing Model to increase productivity in a textile-clothing SME. A case study
- **Autores:** Gemma Milagros Terrorors Astucuri, Vianny Villanueva Rosas
- **Co autor(es):** Marcos Fernando Ruiz Ruiz

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** International conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM) Zurich, Switzerland
- **Organizador:** Advanced research society for science and sociology (ARSSS)
- **Sede:** INSTITUTE OF RESEARCH AND JOURNALS Plot No. 30, Dharma Vihar, Khandagiri, Bhubaneswar, 751030
- Odisha, India
- **Año:** 2024
- **Pp:** 10-14
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**  
ISBN: 978-93-90150-29-8  
<https://worldresearchlibrary.org/proceeding.php?pid=6814>

## ARTICULO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

1%

2

"Industrial Engineering and Industrial Management", Springer Science and Business Media LLC, 2024

Publicación

1%

3

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

1%

4

[riunet.upv.es](http://riunet.upv.es)

Fuente de Internet

1%

5

[soe.lau.edu.lb](http://soe.lau.edu.lb)

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo