

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **IMPROVEMENT MODEL TO INCREASE THE ORDER FULFILLMENT RATE IN A PERUVIAN SME FOOD COMPANY USING SMED, KANBAN AND STANDARD WORK**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Christian Isaac Perez Canchanya**

**Código 20181442**

**Marialejandra Fiorella Urbina Suarez**

**Código 20202427**

**Asesor**

**Juan Carlos Quiroz Flores**

Lima – Perú

Octubre de 2024

<b>Propuesta</b> <b>Carrera Ingeniería Industrial</b>
<b>Título</b> Improvement model to increase the order fulfillment rate in a Peruvian SME food company using SMED, Kanban and Standard Work
<b>Autor(es)</b> <b>Christian Isaac Pérez Canchanya</b> <a href="mailto:20181442@aloe.ulima.edu.pe">20181442@aloe.ulima.edu.pe</a> Universidad de Lima <b>Marialejandra Fiorella Urbina Suarez</b> <a href="mailto:20202427@aloe.ulima.edu.pe">20202427@aloe.ulima.edu.pe</a> Universidad de Lima <b>Alberto Enrique Flores Perez</b> <a href="mailto:aflores@ulima.edu.pe">aflores@ulima.edu.pe</a> Universidad de Lima
<b>Resumen:</b> Actualmente, las industrias deben gestionar eficientemente la creciente demanda, es un gran reto para las MYPE del sector alimentario que buscan mantenerse vigentes en la industria. Uno de los eslabones más críticos en la logística alimentaria, son las entregas tardías que conllevan al incumplimiento de pedidos, generando pérdidas monetarias hasta de 2,11% en ventas y un 17,6% de pedidos penalizados en la presente investigación. Por ende, deben ser capaces de mejorar eficiencias a lo largo de sus procesos, con un óptimo funcionamiento, y con el objetivo de mejorar su índice de cumplimiento de pedidos. A partir de ello, se propone un caso de estudio con un modelo con tres fases, compuestas por herramientas como SMED, para la mejora de tiempos en el proceso; Kanban, para la gestión del flujo del trabajo y Standard Work, para la mejora en la eficiencia de procedimiento. El modelo fue validado a partir de una simulación en Arena 16.1, donde se obtiene un resultado óptimo del 95,86% en el cumplimiento de pedidos y una reducción del 19% en el tiempo de ciclo del proceso de interés, generando un modelo eficiente que puede ser replicado en otras empresas del sector alimentario o similares. <b>Palabras Clave:</b> SMED, Kanban, Standard Work, Industria Alimentaria, cumplimiento de pedidos.  <b>Abstract:</b> The food industry is one of the main players in the development of the Peruvian economy. However, new challenges and changes are continuously presented in order to better adapt to the needs of the consumer, and in the process to overcome these challenges, problems such as poor process management, long production times and low efficiency are often encountered. In this way, the aforementioned drawbacks generate as a consequence a low rate of order fulfillment, which generates a negative economic impact. In this research, a model using Lean manufacturing tools such as SMED, Kanban and Standard Work was proposed. The model mainly seeks to increase to 95% the current order fulfillment rate in a Peruvian SME food company, which after the implementation of the model obtained a value of 95.86%. In addition, other improvements were obtained such as a 14.45% reduction in penalties, a 19% reduction in the main process (packing) cycle time and a 10.33% reduction in moving times. These results proved the effectiveness of the proposed model, which was validated through a simulation in the Arena 16 Software. <b>Keywords:</b> SMED, Kanban, Standard Work, Food industry, order fulfillment.
<b>Línea de investigación IDIC – ULIMA:</b> (6) – DESARROLLO EMPRESARIAL
<b>Área y Sub-áreas de Investigación:</b> Operations Research & Analysis- Operaciones y logística - Simulación para la mejora o diseño de procesos.
<b>Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS):</b> ODS 9 - INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según los datos recopilados de la empresa, se calculó el nivel promedio de cumplimiento de pedidos en la situación inicial de las entregas. Se encontró que la empresa alcanzó una tasa promedio de cumplimiento de pedidos del 82,4%. En comparación con los estándares de la industria, donde la tasa mínima es del 85%, la brecha técnica es del 2,6%. Comparado con la tasa óptima del 95% (Piyanee A., Pisal Y., 2018), la brecha técnica es del 12,6%. La baja tasa de cumplimiento de pedidos de la empresa genera un impacto económico en pérdidas de aproximadamente 172,589 PEN por año, lo que representa en promedio el 2,11% de las ventas anuales. Se identificaron tres causas principales que contribuyen al bajo nivel de cumplimiento de pedidos: transporte inadecuado de productos, deficiencias en los procedimientos y el incumplimiento de los plazos.

## **OBJETIVOS**

Bajo el contexto presentado anteriormente, las empresas del sector alimentario deberán ser más eficientes para entregar sus pedidos a tiempo. Por lo tanto, con el fin de solucionar los problemas mencionados, se diseñó un modelo que considera la implementación de herramientas de Lean Manufacturing. Primero, se empleó la herramienta SMED, con el objetivo de reducir el tiempo de proceso. Luego, se utilizó la herramienta Kanban para mejorar la gestión del flujo de trabajo y reducir los retrasos en las operaciones. Finalmente, se consideró la herramienta de Standard Work para documentar y monitorear el proceso óptimo alcanzado, y proporcionar capacitación al personal involucrado para la mejora continua. El modelo se desarrolló basado en investigaciones similares que utilizaron algunas de las herramientas mencionadas en el sector alimentario o en sectores similares, según Cuggia, C., Orozco E., y Mendoza, D. (2020). Así, esta investigación propone un modelo de mejora enfocado en aumentar la tasa de cumplimiento de pedidos (de paquetes) en una PYME peruana del sector alimentario, considerando también el objetivo de contribuir a la comunidad científica.

## **JUSTIFICACIÓN**

La industria alimentaria es vital para el desarrollo global; en Perú, representa aproximadamente el 3,7% del PIB, según el Ministerio de Economía y Finanzas (2022). El sector peruano enfrenta una población en crecimiento, por lo que es necesario contar con la capacidad para manejar esta situación y otros factores que puedan surgir, según Simpli Route (2021). Además, el nivel de pobreza ha alcanzado el 25,7% de la población total y tiende a aumentar, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021). Por lo tanto, es vital que las empresas alimentarias gestionen sus procesos de manera eficiente desde el inicio de sus operaciones hasta la entrega final de sus productos; esta última etapa es a menudo una de las áreas donde se encuentran los mayores problemas, según Gil Sara Delgado, Bueno Jairo Gonzales, y Rodríguez, Jairo Núñez (2018). En esta línea, los datos y las investigaciones muestran que, dentro del sector de la industria alimentaria, la tasa de cumplimiento de pedidos debería estar encima del 85% y se considera óptima al 95% o más, según Piyanee Akkawuttiwanich y Pisal Yenradee (2018). Según la revisión de la literatura, el problema se centra en la baja tasa de cumplimiento de pedidos.

En una primera investigación revisada sobre logística en una empresa manufacturera, se identificó la baja productividad en el cumplimiento de pedidos como el problema principal, con un valor del 66,4%, según G. Apaza-Casabona, S. Bacilio-Peve, C. Leon-Chavarri y E. Ramos-Palomino (2022). Según un estudio de caso, el problema ya identificado puede deberse a problemas de inventario, deficiencias debido a la falta de estandarización del procedimiento, tiempos excesivos, acumulaciones de productos y tareas, generando penalizaciones, altos niveles de desperdicio y tiempos de espera, según Febianti, Evi & Ade, Irman & Juliana, M. (2020).

Además, según otra investigación, el problema puede deberse a diversas fallas en las operaciones, como capacidad reducida en el almacenamiento, ineficiencia en los tiempos de manejo y riesgos dentro del proceso logístico que pueden ocurrir en la producción, almacenamiento o transporte, según Bourlakis, Michael & Vlachos, Ilias & Zeimpekis, Vasileios (2011). En la mayoría de los artículos científicos revisados, la información relacionada con el problema del cumplimiento de pedidos en la industria alimentaria peruana no es precisa. Por esta razón, y con el fin de presentar una propuesta de mejora, surge la necesidad de llevar a cabo esta investigación para presentar un modelo de mejora aplicando herramientas de Lean Manufacturing y validarlas por medio de una simulación.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de un modelo basado en herramientas de Lean Manufacturing (SMED, Kanban y Standard Work) incrementará la tasa de cumplimiento de pedidos en una MYPE peruana de alimentos.

## DISEÑO METODOLÓGICO

De Tipo: Aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada, ya que busca mejorar la tasa de cumplimiento de pedidos de la empresa, buscando alcanzar un 95% mediante la implementación de un modelo de mejora basado en herramientas de Lean Manufacturing (SMED, Kanban y Standard Work).

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque es cuantitativo, ya que se busca medir, comparar e interpretar los datos que se obtienen a partir del modelo, con el fin de buscar una mejora significativa del indicador en la empresa.

Alcance: Causal

El alcance es causal, porque busca medir el impacto de la implementación de las herramientas Lean en la tasa de cumplimiento de pedidos de la empresa en estudio.

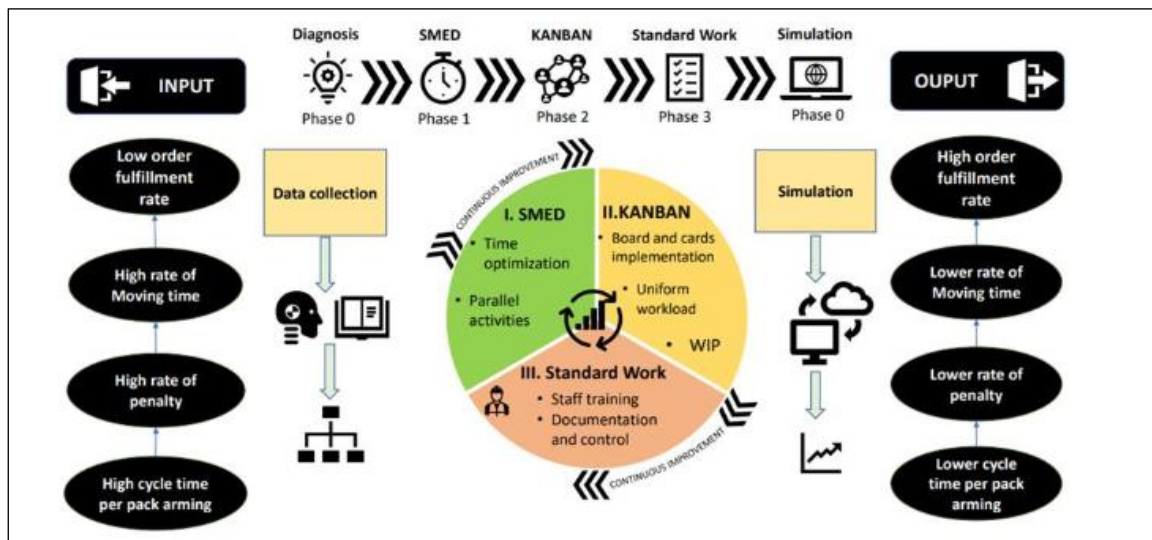
Técnicas e instrumentos:

- SMED
- KANBAN
- STANDARD WORK

### Etapas y componentes del modelo de mejora

Figura 1

Constructo del Modelo



### Componentes del modelo:

Se propusieron 4 fases, dentro de las cuales hay dos fases de diagnóstico y evaluación (fases 0), para la implementación del modelo de mejora, las cuales se detallan a continuación:

#### Fase 0: Diagnóstico

Como fase base de nuestro modelo, se realizó un diagnóstico de la empresa para identificar uno de los principales problemas que la afecta. El problema principal encontrado fue el bajo nivel de cumplimiento de pedidos. Para analizar este problema, se elaboró un Mapa de Flujo de Valor (VSM) para representar el proceso de manera global. Luego, se realizó un Diagrama de Análisis de Procesos (P.A.D.) para conocer en detalle cada actividad y el tiempo asociado en el proceso estudiado (armado de pedidos). Para identificar en detalle las causas del problema, se elaboró un análisis de Pareto basado

en la frecuencia de aparición de ineficiencias en el proceso. Además, se utilizaron otras herramientas como una tabla TIS, una tabla de confrontación, un diagrama de Ishikawa y un Árbol de Problemas.

#### Fase 1: SMED

Como primer componente de nuestro modelo para comenzar a resolver los problemas de manera sistemática, se consideró la aplicación de la herramienta SMED (Single-Minute Exchange of Die) para eliminar la inadecuada gestión de tiempo en el transporte de productos. Este problema se debe a los largos tiempos en los procesos y al transporte inadecuado.

El primer paso consiste en identificar las actividades presentes durante el armado de pedidos, con sus respectivos tiempos en el estado actual. Seguidamente, se clasificaron las actividades en internas y externas, anotando los tiempos, funciones y observaciones correspondientes. Con base en estas observaciones, se propondrán mejoras para reducir el tiempo de estas actividades. Esto incluye la posibilidad de cambiar algunas actividades de internas a externas y proponer mejoras para cada actividad que se modifique, e incluso la adquisición de nuevo equipo si es necesario.

Luego, se realiza una comparación porcentual del número de actividades según su clasificación y el tiempo involucrado. Finalmente, se elabora una propuesta adicional en la que se hace una nueva lista de actividades, reduciendo algunas de ellas al realizarse en paralelo. Todo esto con el objetivo de reducir el tiempo de armado de pedidos y aumentar la eficiencia en las actividades.

#### Fase 2: Kanban

Como segunda fase de nuestro modelo, y con el objetivo de resolver problemas relacionados con el incumplimiento de tiempos debido a la acumulación de tareas y productos durante el proceso, consideramos la implementación de un sistema de control visual mediante un tablero Kanban. Este sistema permite observar el WIP (Trabajo en Proceso) y el estado del flujo de trabajo, ayudando al equipo a organizar su tiempo y establecer una carga de trabajo uniforme.

También se contempla la implementación de tarjetas de identificación, que acompañarán los paquetes a lo largo del proceso hasta su despacho, así como tarjetas de solicitud. El propósito de estas tarjetas es mejorar el flujo de materiales durante el proceso y evitar acumulaciones innecesarias.

Es fundamental que los trabajadores reciban una formación adecuada para el correcto funcionamiento de esta herramienta, asegurando así su efectiva implementación y aprovechamiento en la mejora del proceso.

#### Fase 3: Standard Work

Como tercera fase de este modelo, se considera establecer la Estandarización del Trabajo teniendo en cuenta el método óptimo, el cual se obtiene tras la aplicación de SMED y KANBAN. Este método debe ser documentado paso a paso, explicado y proporcionado a todo el personal a través de formación adecuada.

Una vez implementado, se debe monitorear el cumplimiento del trabajo estándar para asegurar la calidad y eficiencia alcanzadas tras la aplicación de estas herramientas. El Standard Work también contribuirá a la aplicación de la mejora continua y a la resolución eficiente de problemas, estableciendo bases sólidas para mantener y mejorar los resultados a largo plazo.

#### Fase 0: Simulación

Como última fase del modelo, se consideró realizar una simulación utilizando el software Arena. Esta simulación comenzará con el modelo actual para reconocer el tiempo de ciclo del armado de pedidos y la cantidad de paquetes producidos por día.

Finalmente, se llevará a cabo la simulación del modelo mejorado, que incorpora las herramientas Lean utilizadas, para determinar la nueva cantidad de paquetes producidos por día y el tiempo de ciclo ajustado.

## NOTAS

Agradecemos profundamente a Dios por su guía y fortaleza, así como a nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional a lo largo de todos los años de nuestra carrera y por estar siempre a nuestro lado. También extendemos nuestro sincero agradecimiento a nuestros profesores, quienes nos han orientado y ayudado a alcanzar este importante logro.

## REFERENCIAS

- [1] Alvarado, L., Gomez, L. "Service management model based on Lean and Kaizen tools to improve the level of satisfaction in health sector companies", 2021. Unpublished
- [2] Amine Belhadi, Fatima Ezahra Touriki & Said El Fezazi. "Benefits of adopting lean production on green performance of SMEs: a case study", *Production Planning & Control*, 29:11, 873-894, 2018. DOI: 10.1080/09537287.2018.1490971
- [3] Alanis Zamalloa-Menacho, Renzo Manani-Rojas, Alberto Flores-Perez, and Martin Collao-Diaz. "Proposal of production model based on Lean and Continuous Improvement to improve the productivity in SMEs of baking: an empirical investigation in Peru". In 2022 The 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (IEIM 2022). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 66–71, 2022. <https://doi.org/10.1145/3524338.3524349>
- [4] Bourlakis, Michael & Vlachos, Ilias & Zeimpekis, Vasileios. "Intelligent Agrifood Chains and Networks", 2011. <https://doi.org/10.1002/9781444339895M>
- [5] Cuggia, C., Orozco E., & Mendoza, D. "Lean manufacturing: a systematic review in the food industry". *Inf. tecnol.* [online], 2020. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>
- [6] Damij, N. & Damij, T. "An Approach to Optimizing Kanban Board Workflow and Shortening the Project Management Plan", in *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2021. doi: 10.1109/TEM.2021.3120984
- [7] Escamilla JJ, Ramírez GI. "Use of disposable kits to optimize times, movements and adherence to protocols of intravenous therapy". *Rev Cuid.* 2017; 8(3): 1749-57. <http://dx.doi.org/10.15649/cuidarte.v8i3.412>
- [8] Febianti, Evi & Ade, Irman & Juliana, M. "Implementation of lean manufacturing using waste assessment model model (WAM) in food industry (case study in usaha mikro kecil menengah (umkm xyz)". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 909. 012066, 2020. 10.1088/1757-899X/909/1/012066
- [9] Gil Sara Delgado, Bueno Jairo Gonzales, & Rodríguez, Jairo Núñez. "Business model for supply chain management: a review and bibliometric analysis". *I+ D Revista de investigaciones*, 11(1), 38-55, 2018. <https://doi.org/10.33304/revinv.v11n1-2018004>
- [10] G. Apaza-Casabona, S. Bacilio-Peve, C. Leon-Chavarri and E. Ramos-Palomino, "Designing a Lean-based Production Management Model to Reduce Non-fulfilled Orders at a Metalworking Company," 2022 8th International Conference on Information Management (ICIM), 2022, pp. 135-140, doi: 10.1109/ICIM56520.2022.00031
- [11] Instituto Nacional de Estadística e Informatica. "Evolución de la pobreza monetaria", 2021, [Online]. Available: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/pobreza2021/Pobreza2021.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/pobreza2021/Pobreza2021.pdf)
- [12] Kumar, A., Kumar, N., Mondal, S., Biswas, T. "A Survey-Based Study to Understand Various Aspects of Kanban". In: Sharma, H., Shrivastava, V., Kumari Bharti, K., Wang, L. (eds) *Communication and Intelligent Systems . Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 461. Springer, Singapore, 2022. [https://doi-org.ezproxy.ulima.edu.pe/10.1007/978-981-19-2130-8\\_60](https://doi-org.ezproxy.ulima.edu.pe/10.1007/978-981-19-2130-8_60)
- [13] Mattsson, Sandra & Kurdve, Martin & Almström, Peter & Skagert, Katrin. "Synthesis of Universal Workplace Design in Assembly – A Case Study", 2022. 10.3233/ATDE220138

- [14] Ministerio de Economía y Finanzas. “El ministerio de Economía y Finanzas crea la mesa para el desarrollo del sector de alimentos y bebidas industrializadas”, 2022, [Online]. Available: <https://www.mef.gob.pe>
- [15] N. Damij and T. Damij, "An Approach to Optimizing Kanban Board Workflow and Shortening the Project Management Plan", in IEEE Transactions on Engineering Management, 2021. doi: 10.1109/TEM.2021.3120984
- [16] Quiroz, J., Melani, V. “Review Lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry smes: a case study”. The South African Journal of Industrial Engineering, 2022. <http://dx.doi.org/10.7166/33-2-2711>
- [17] Sergio Rojas-Benites, Anthony Castro-Arroyo, Gino Viacava, Victor Aparicio, and Christian del Carpio. “Reduction of Waste in an SME in the Meat Sector in Peru through a Lean Manufacturing Approach Using a Model Based on 5S, Standardization, Demand Forecasting and Kanban”. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series, 279- 285. doi:10.1145/3494583.3494592
- [18] Simpli Route. “El delivery perfecto para la industria de alimentos”, 2021. [Online] Available: [https://thefoodtech.com/wp-content/uploads/2022/02/El-futuro-de-la-logi%CC%81stica-dealimentos\\_2022.pdf](https://thefoodtech.com/wp-content/uploads/2022/02/El-futuro-de-la-logi%CC%81stica-dealimentos_2022.pdf)
- [19] Tapia-Cayetano, Luz & Barrientos-Ramos, Nicole & Maradiegue-Tuesta, Fernando & Raymundo, Carlos. “Lean Manufacturing Model of Waste Reduction Using”

## ANEXO.

### Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Improvement model to increase the order fulfillment rate in a Peruvian SME food company using SMED, Kanban and Standard Work.
- **Autores:** Christian Pérez Canchanya, Marialejandra Urbina Suarez
- **Co autor(es):** Alberto Flores Pérez.

### Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** IOS Press Ebooks
- **Volumen:** 35
- **Número:** 109 - 117
- **Año:** 2023
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/doi:10.3233/ATDE230036>

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** ICIEA 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications
- **Organizador:** ICIEA
- **Sede:** Hibrio, Phuket - Tailandia
- **Año:** 2023
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/doi:10.3233/ATDE230036>

## 4% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe




- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

### Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

---

### Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 1%  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.