

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO ARTESANAL DE CINTURONES A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA

OPTIMIZATION OF THE HANDMADE BELT PROCESS THROUGH CONTINUOUS IMPROVEMENT TOOLS

S. González Ventura¹
J. G. Ponce Victoriano²
L. G. González Vázquez³
M. Mojarro Magaña⁴

RESUMEN

Esta investigación muestra los resultados de un estudio de optimización del proceso de fabricación artesanal donde se aplican los principios de la manufactura esbelta y el balanceo de líneas. Se llevó a cabo un taller de talabartería de la comunidad de Atoyac, Jalisco, que cuenta con 30 trabajadores distribuidos en 4 estaciones de proceso: trazado, pegado, costura y terminado necesarias para la elaboración de un cinturón. El estudio identificó una sobrecarga de producción en algunas estaciones de trabajo, lo que provocaba cuellos de botella y tiempos muertos. Se propone la redistribución de actividades y operadores para equilibrar la carga de trabajo y evitar cuellos de botella. Como resultado, el flujo entre las estaciones de trabajo es más eficiente y esto es percibido por los operadores.

ABSTRACT

This research presents the results of a study on the optimization of the artisanal manufacturing process, where the principles of lean manufacturing and line balancing are applied. A workshop was conducted in the community of Atoyac, Jalisco, which has 30 workstations distributed across 4 process stations: marking, gluing, sewing, and finishing, necessary for making a belt. The study identified production overload at some workstations, causing bottlenecks and downtime. The redistribution of activities and operators is proposed to balance the workload and avoid bottlenecks. As a result, the flow between workstations is more efficient, and this is perceived by the operators.

ANTECEDENTES

La fabricación artesanal es una tradición arraigada en generaciones, y se ha mantenido a lo largo de los años debido a la calidad y atención al detalle que puede ofrecer en sus productos. Sin embargo, la evolución constante del entorno empresarial y la creciente presión para aumentar la eficiencia y reducir costos han llevado a empresas artesanales a enfrentar desafíos únicos en la búsqueda de la competitividad, como menciona Arnoletto (2000).

Por esto, Benítez (2022) menciona que cada vez más las empresas han comenzado a adoptar e implementar estrategias que contribuyan a mejorar la productividad y, al mismo tiempo, garantizar la calidad en los productos y servicios que ofrecen. Una de estas estrategias es la manufactura esbelta, conocida como “lean manufacturing” por su nombre en inglés. Según Arrieta (2011), esta metodología fue desarrollada por la compañía Toyota a partir del decenio de 1950; se basa en un conjunto de técnicas diseñadas para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía, independientemente de su tamaño.

¹ Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. l20290711@cdguzman.tecnm.mx

² Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. l20290783@cdguzman.tecnm.mx

³ Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. luis.gv@cdguzman.tecnm.mx

⁴ Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. maria.mm@cdguzman.tecnm.mx

Maware et al. (2021) define la manufactura esbelta como un modelo de gestión, cuyo objetivo es minimizar las pérdidas dentro de los procesos de producción y, al mismo tiempo, agregar valor a los productos y servicios, lo que conduce a una mejora en la productividad y, finalmente, en la satisfacción del cliente.

Dentro de un proceso productivo, la manufactura esbelta busca mejorar la calidad, flexibilidad, costo y velocidad de fabricación de bienes mediante la identificación y eliminación de desperdicios como menciona Vargas et al. (2018).

El desperdicio se define como toda actividad que no agrega valor a los ojos del cliente; este enfoque ha llevado a mejoras significativas en la productividad y la calidad de numerosas organizaciones según Sarria Yépez et al. (2017).

Algunos autores como: Feld, W. M. (2000), Correa, F. G. (2007), Ghaleb, et. al. (2014), Naeemah, A. J., & Wong, K. Y. (2023), presentan metodologías para seleccionar las herramientas que integran la manufactura esbelta, con el objetivo de garantizar un proceso continuo y estructurado, según Cuggia et al. (2020)

El balanceo de líneas, herramienta de la manufactura esbelta busca distribuir equitativamente las actividades entre las estaciones de trabajo para evitar cuellos de botella y minimizar los tiempos de espera, como menciona Regattieri, Gamberi, & Manzini (2007).

Para Socconini L. (2019), la productividad de las actividades empresariales y las personas disminuye cuando se le impone una carga de trabajo que rebasa su capacidad. Si a los operadores se les exige que produzcan por arriba de sus límites normales o cuando las máquinas producen por encima de su capacidad, se provoca un agotamiento o sobrecarga que disminuye la productividad.

Por lo que la manufactura esbelta se centra en la distribución equitativa de las operaciones en un proceso de fabricación. En el contexto de la fabricación artesanal, esta técnica puede abordar problemas como los cuellos de botella, que son comunes debido a la variabilidad en el tiempo requerido en cada estación de trabajo para completar las diferentes tareas, como se presenta en López et al. (2011).

Si bien la manufactura esbelta se asocia principalmente con la producción en masa de las grandes empresas, diferentes investigaciones han demostrado su relevancia y adaptabilidad en contextos de fabricación artesanal en las PyMEs. Estudios como los presentados en Florent et. al (2009), Almanza Lurita I. (2020), Baldeón Rivadeneira M. E. (2022). Sarria Yépez, et al. (2017), Soto Ramos P. A. (2019), Pérez Arroyo B. I. (2015) por citar algunos, donde se muestra la aplicación de la manufactura esbelta y la mejora en los diferentes procesos de producción.

Este proyecto fue desarrollado en un taller de talabartería de la comunidad de Atoyac, municipio ubicado en el sur del estado de Jalisco. En el tema de industria, Atoyac es reconocido como la “Capital Mundial del Cinturón” así que la talabartería es una de las actividades económicas predominantes y que son fuente de empleo para muchas personas, como se menciona en PMDG (2021-2024). Este municipio cuenta con más de cincuenta

talleres de talabartería, la mayoría de ellos de tipo familiar, donde se elaboran diferentes artículos de piel y folia, como lo son cinturones, fundas, carteras, bolsas, entre otros.

La fabricación de cinturones fue seleccionada como el enfoque de estudio por su inherente complejidad y la necesidad de precisión en la producción artesanal. La confección de cinturones implica una variedad de pasos, desde la selección de materiales, corte, ensamblaje y acabado. Proceso en donde se identificaron los problemas críticos: cuellos de botella, distribución deficiente y tiempos muertos en la empresa.

Este artículo de investigación aborda la optimización del proceso de fabricación artesanal de cinturones, utilizando los principios de la manufactura esbelta y el balanceo de líneas, con el fin de superar los problemas críticos identificados: cuellos de botella, distribución deficiente y tiempos muertos en la empresa. Como se mencionó en la literatura, estas herramientas han sido implementadas con relevancia y han arrojado grandes resultados en diferentes empresas. Por eso, la intención es replicarlas en la producción de cinturones artesanales.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en una empresa de fabricación artesanal de cinturones que cuenta con 30 trabajadores; su proceso de producción actual enfrenta desafíos críticos relacionados con cuellos de botella, distribución deficiente de las estaciones de trabajo y tiempos muertos entre sus estaciones.

Para abordar los problemas identificados y evaluar la viabilidad este estudio, donde se llevaron a cabo las siguientes etapas:

1. **Análisis de procesos existentes.** Se realizó una evaluación del proceso de fabricación artesanal de cinturones, identificando los pasos en la producción, áreas de trabajo y áreas críticas con cuellos de botella. Además, se registraron las operaciones del proceso, con el tiempo promedio de cada una de ellas en un diagrama de operaciones.
2. **Encuestas y observaciones.** Se llevaron a cabo encuestas con los operadores utilizando un cuestionario en la plataforma de Google Forms® para recabar la percepción de las actividades que realizan en el proceso de producción del cinturón. Este cuestionario consta de 11 preguntas concentradas en 4 secciones: recursos del proceso, operaciones del proceso, tiempos de las operaciones y distribución del área de trabajo. Además, se realizó la técnica de la observación directa en el taller para identificar las actividades que generan demoras en el proceso de producción. Esta actividad se desarrolló entre el 11 y el 29 octubre de 2023.
3. **Se tomó una muestra de 20 tiempos de cada una de las actividades con la técnica de cronómetro vuelta a cero,** que consiste en que al terminar cada actividad el tiempo se registra y el cronómetro se reinicia para la siguiente muestra. Con estos datos se determinó el tiempo promedio y se aplicó el método de balanceo de línea para calcular el número teórico de operadores necesarios en cada estación de trabajo.
4. **Con este análisis se realizó el rediseño de un nuevo flujo de trabajo que incluye la redistribución de tareas y la eliminación de actividades que no agregan valor,** con el objetivo de optimizar tiempos. El nuevo flujo de trabajo se rediseñó con la infraestructura existente dentro de la empresa empleando técnicas de balanceo de línea para redistribuir los trabajadores en las estaciones.

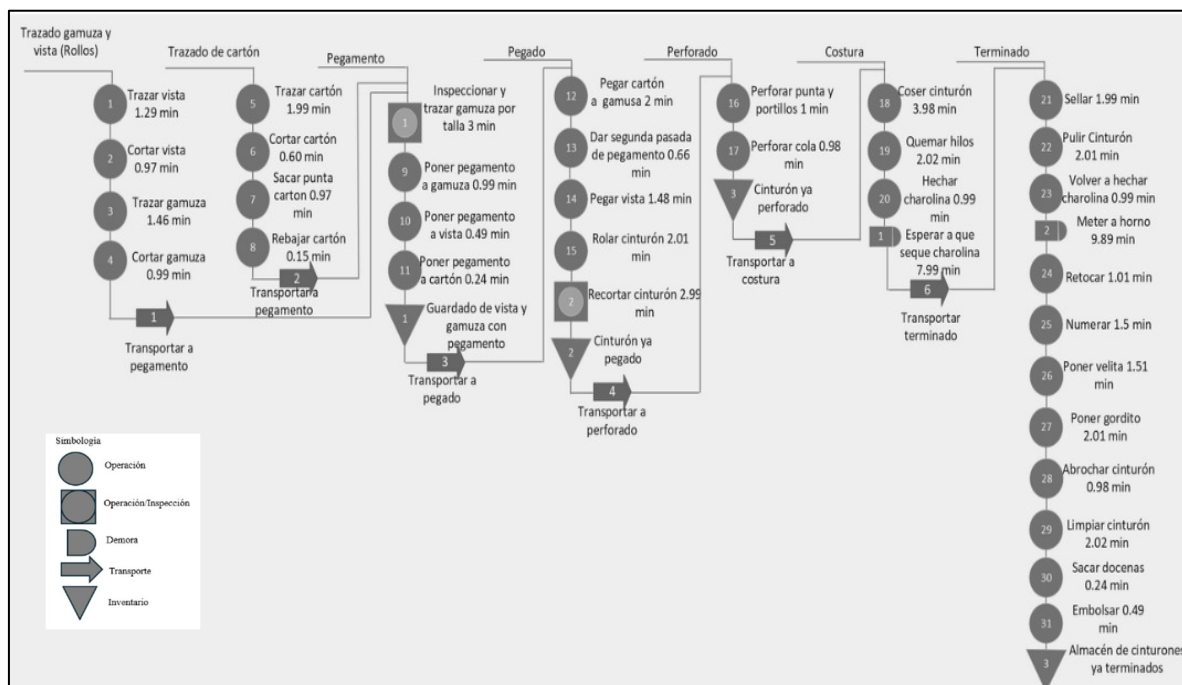
- Se aplicó una segunda encuesta con los operadores utilizando un cuestionario en la plataforma de Google Forms® para recabar la percepción en los cambios de las actividades que realizan en el proceso de producción del cinturón. Este cuestionario consta de 9 preguntas concentradas en 3 secciones: tiempo de las operaciones, espacio de trabajo y ambiente laboral.

RESULTADOS

1. Análisis del proceso existente

El proceso de la elaboración del cinturón se divide en cuatro etapas: trazado, pegado, costura y terminado. Estas etapas se registraron en 31 actividades de operación, 2 actividades combinadas con operación/inspección, 2 actividades de demora debido al tiempo de secado, 6 actividades de transporte y 3 de inventarios. Estas actividades se representan visualmente en la Figura 1. Diagrama de operaciones para la elaboración de un cinturón artesanal.

Figura 1. Diagrama de operaciones elaboración de un cinturón artesanal.



2. Recopilación de datos por entrevista y observación.

Los resultados de la encuesta aplicada a los 30 operadores de la empresa revelaron algunos hallazgos:

- El 26.7% de los operadores señaló la existencia de actividades que no agregan valor, como se ilustra en la Figura 2. Operaciones que no agregan valor.
- El 43% de los operadores observa la presencia frecuente de tiempos muertos dentro de su área de trabajo, como se muestra en la Figura 3. Tiempos muertos.
- El 23.3 % también señala la existencia de cuellos de botella dentro del proceso, como se ilustra en la Figura 4. Cuellos de botella.
- Además, el 33.3% de los operadores considera que los procesos no están bien optimizados, como se indica en la Figura 5. Optimización del proceso.

Figura 2. Operaciones que no agregan valor.

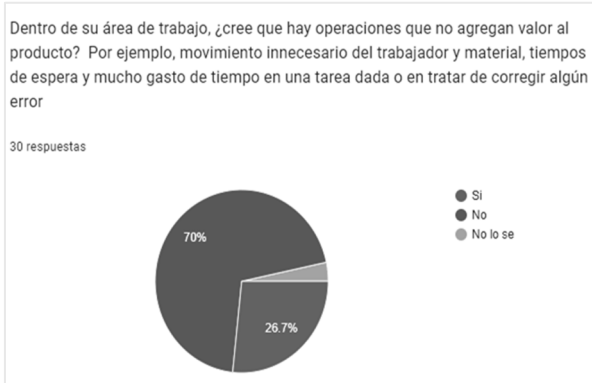


Figura 3. Tiempos muertos.

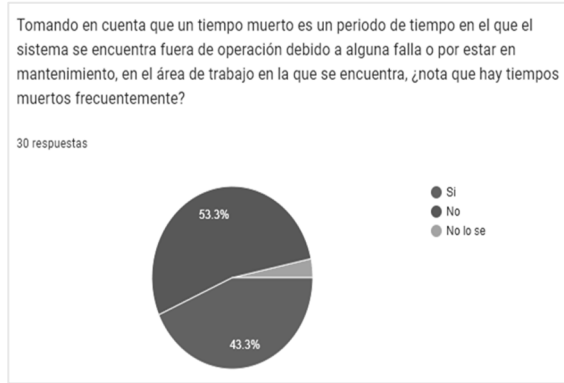


Figura 4. Cuellos de botella.

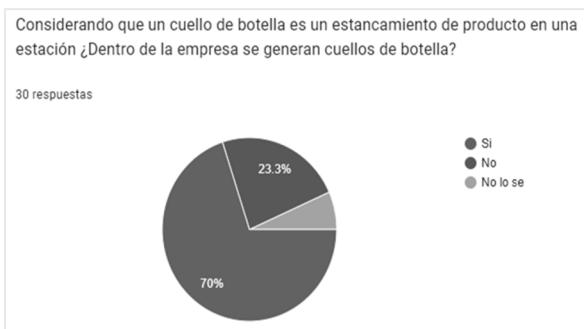
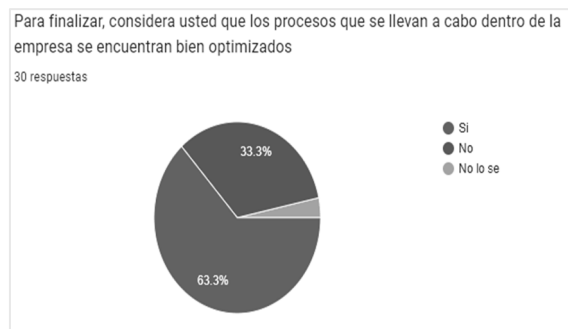


Figura 5. Optimización del proceso.



- Con el promedio de los tiempos de cada actividad se utilizó el método de Balanceo de Línea para calcular el número teórico de operadores en cada estación de trabajo. Se decidió combinar las dos operaciones, dado que sus tiempos no reflejaban el promedio de las demás operaciones.
- Con los resultados del balanceo de líneas se decidió implementar un nuevo arreglo en la distribución de los operadores para buscar el flujo continuo de la línea de producción. Estos cambios se pueden visualizar en la Tabla 1. Rediseño del flujo de operaciones y número de operadores en cada estación.

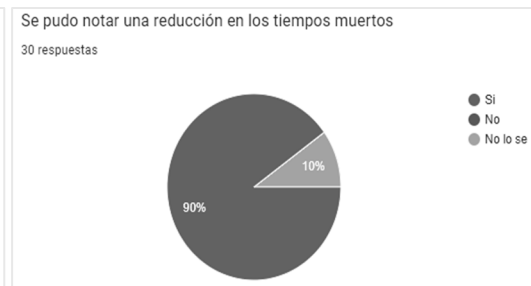
Tabla 1. Rediseño del flujo de operaciones y número de operadores en cada estación.

Antes		Después	
Estación	Número de operadores en la estación	Estación	Número de operadores en la estación
Trazado de vista	2	Trazado gamuza y vista	2
Trazado de gamuza	2	Trazado de cartón	2
Trazado de cartón	2	Pegamento	2
Pegamento	5	Rolado	4
Rolado	2	Perforado	2
Perforado	2	Costura	7
Costura	7	Terminado	11
Terminado	8	Total de operadores	30
Total de operadores	30		

- Para validar los cambios, se llevó a cabo otra encuesta a los operadores, de la cual se obtuvieron los siguientes resultados relevantes:
 - El 86.7% de los operadores considera adecuada la asignación de los operadores en su área para mantener el flujo, como se muestra en la Figura 6. Asignación de operadores.
 - El 90% de los operadores ha observado una reducción en los tiempos muertos en su área de trabajo, como se ilustra en la Figura 7. Reducción de tiempos muertos.

Figura 6. Asignación de operadores.

Figura 7. Reducción de tiempos muertos.



CONCLUSIONES

En resumen, la aplicación de los principios de la manufactura esbelta y el balanceo de líneas en la fabricación de cinturones ha llevado a mejoras sustanciales en la eficiencia operativa de la empresa, logrando reducir cuellos de botella, mejorar la distribución de estaciones de trabajo y minimizar los tiempos muertos entre operaciones, todo ello manteniendo la calidad de los productos finales. Estos resultados muestran que al realizar una redistribución en la cantidad de operadores se aumenta la eficiencia de sus operaciones.

A través de la implementación de estas metodologías, los estudiantes desarrollan habilidades que les permiten identificar y resolver problemas, como cuellos de botella y tiempos muertos al aplicar principios teóricos en un contexto práctico. Además, al trabajar en un taller artesanal, los estudiantes desarrollan un vínculo con la comunidad local y el sector productivo, para que observe que las soluciones industriales pueden ser aplicadas en cualquier tipo de organización.

BIBLIOGRAFÍA

- Almanza Lurita, I. (2020). Desarrollo y aplicación de herramientas de Lean Manufacturing y de innovación para la mejora en el proceso de fabricación artesanal de hilo de fibra de alpaca en las comunidades alpaqueras del Perú.
- Arnoletto, E. J. (2000). Administración de la producción como ventaja competitiva. Juan Carlos Martínez Coll.
- Arrieta, J. G., Domínguez, J., Echeverri, A., & Gutiérrez, S. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. *Revista Virtual Pro*, 132(9), 1-11.
- Baldeón Rivadeneira, M. E. (2022). Diseño de un modelo de gestión de procesos con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para el mejoramiento en la producción en una microempresa del sector de las artes gráficas (Master's thesis).
- Benítez, F. R. F., & Silva, G. B. N. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, 4(11), 18-30.
- Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raites*, 1(2), 85-112.
- Cuggia, C., Orozco, E., & Mendoza, D. (2020). Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información tecnológica*, 31(5), 163–172. [http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163](http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163)
- Feld, W. M. (2000). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. CRC press.
- Florent, H. Zhen y A. A. Romaric (2009). "The Continuous Improvement Model of Lean Production Based on Multi-type and Small-Batch Production," 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, Xi'an, China, 2009, pp. 469-472, doi: 10.1109/ICIIE.2009.119.
- Ghaleb, A. A., El-Sharief, M. A., & El-Sebaie, M. G. (2014). Study of tools, techniques and factors used in lean six sigma. *Int. J. Sci. Eng. Res*, 5(12), 1652-1658.
- López Acosta, M., Martínez Solano, G. M., Quirós Morales, A. F., & Sosa Ochoa, J. A. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de Manufactura Esbelta. *Revista de Ingeniería Industrial*, 1(1), 1-10.
- Maware, C., Okwu, M., & Adetunji, O. (2021). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:10.1108/IJLSS-12-2020-022

- Naeemah, A. J., & Wong, K. Y. (2023). Selection methods of lean management tools: a review. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(4), 1077-1110.
- Pérez Arroyo, B. I. (2015). Propuesta de mejora de la producción de calzado mediante Lean Manufacturing para incrementar la rentabilidad en la empresa Creaciones Ruthmir SRL.
- PMDG Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza Atoyac 2021 – 2024. Consultado en: <https://plan.jalisco.gob.mx/wp-content/uploads/2022/09/mapa/pdf2021/14.pdf>
- Regattieri, A., Gamberi, M., & Manzini, R. (2007). Logistics and industrial issues in furniture production. *International Journal of Production Research*, 45(9), 1979-1998.
- Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., y Bocanegra-Herrera, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (83), 51–71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>.
- Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso*. Marge books.
- Soto Ramos, P. A. (2019). *Aplicación del Lean Manufacturing en PyMES de Confección Textil*.
- Vargas, J., Jiménez, M., & Muratalla, G. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. *Ciencias Administrativas: Revista digital FCE -UNLP*, 1(11), 81–95. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261907>