

Año 29 No. 106, 2024
Abril-junio



Año 29 No. 106, 2024
abril-junio

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES

Como citar: Martínez, A., Hernández-Gracia, T. J., Duana, D., y Martínez, E. (2024). Proceso productivo aplicando el Value Stream Mapping en la industria del plástico. *Revista Venezolana De Gerencia*, 29(106), 568-580. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.106.7>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 29 No. 106, 2024, 568-580
abril-junio
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Proceso productivo aplicando el Value Stream Mapping en la industria del plástico

Martínez Cerón, Alicia*
Hernández-Gracia, Tirso Javier**
Duana Ávila, Danae***
Martínez Muñoz, Enrique****

Resumen

La metodología Lean Manufacturing reúne una vasta gama de herramientas que todas las empresas incluidas las PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) pueden disponer para potencializar su competitividad y reducir los malos hábitos que generan desperdicios. El objetivo de este estudio es realizar un diagnóstico del proceso productivo en las industrias del plástico a partir de la herramienta Value Stream Mapping de los autores Rother y Shook (1999), con la finalidad de identificar las causas relacionadas con el desperdicio de material y aportar estrategias de mejora. El enfoque es cualitativo, apoyándose de la observación no participante para el estudio de tiempos y movimientos; y de la entrevista semiestructurada aplicada a trabajadores de la línea de producción para explorar la causa raíz de los desperdicios. Los resultados arrojan que el origen principal del desperdicio es el desconocimiento puntual de la ejecución de las tareas por el personal en al menos tres de cinco áreas del proceso. Se concluye con una propuesta del futuro del proceso de producción, a la vez que se apoya de las 5s.

Palabras clave: Proceso; value stream mapping; plásticos; diagnóstico empresarial.

Recibido: 02.10.23

Aceptado: 07.12.23

- * Estudiante de la maestría en administración del Instituto de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. E-mail: ma282406@uaeh.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3034-5275>
- ** Doctor en Ciencias Administrativas, Profesor Investigador de Tiempo Completo en el Instituto de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. E-mail: thernan@uaeh.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0425-0800>, Autor de correspondencia.
- *** Doctor en Economía, Profesor Investigador de Tiempo Completo en el Instituto de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. E-mail: duana@uaeh.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2286-2843>.
- **** Doctor en Ciencias Administrativas, Profesor Investigador de Tiempo Completo en el Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. E-mail: emmunoz@uaeh.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6418-5292>

Diagnostic of the production process applying Value Stream Mapping in the plastics industry

Abstract

The Lean Manufacturing methodology brings together a wide range of tools that all companies, including SMEs (small and medium businesses), can use to enhance their competitiveness and reduce bad habits that generate waste. The objective of this study is to make a diagnosis of the production process in the plastics industries based on the Value Stream Mapping tool of the authors Rother, Shook (1999), in order to identify the causes related to material waste, and provide improvement strategies. The approach is qualitative, relying on non-participant observation for the study of times and movements; and on the semi-structured interview applied to production line workers to explore the root cause of waste. The results show that the main origin of the waste is the lack of knowledge of the execution of the tasks by the personnel in at least three out of five areas of the process. It concludes with a proposal for the future of the production process while relying on the 5s.

Keywords: Process; value stream mapping; plastics; business diagnostics.

1. Introducción

La competitividad del mercado orilla a las empresas a buscar metodologías que optimicen las actividades que añaden valor al cliente, recurriendo a las técnicas efectivas del Lean Manufacturing (LM) (Sanz y Gisbert, 2017; Sundar et al, 2014), lo que significa limitar las actividades esenciales de no valor, a la vez que se minimizan los desperdicios que causan debilitamiento no deseado de los recursos, flujo torpe e ineficiencia del proceso productivo (Huang et al, 2022; Vinodh, 2022; Inuwa y Usman, 2022). Así mismo, en el LM conjugan las mejores técnicas de la producción artesanal y en masa, porque su objetivo principal es aumentar la eficiencia de la producción (Martínez, 2021).

Regularmente, las bondades del LM permiten a las PYMES protegerse ante las dificultades operativas y a la competencia, no obstante, estas empresas pueden considerarlo difícil de aplicar al desconocer las prácticas, herramientas y principios para implementarlo, lo que lleva a suponer que el LM solo se propaga en la producción de ciertos productos y dentro de grandes compañías (Huang et al, 2022, Yuik et al, 2020; Sanz y Gisbert, 2017).

Existe una herramienta considerada como la pionera en la introducción al LM, el Value Stream Mapping (VSM), un mapa que plasma el desplazamiento de la materia e información, así como componentes y subconjuntos de la cadena de valor (Sundar et al, 2014; Patil et al, 2021).

Vista por primera vez en 1990, se volvió popular por la capacidad de recopilar, analizar y representar la información en un corto periodo de tiempo (Martin y Osterling, 2013:2; Manjunath et al, 2014).

El VSM diagnostica cuestiones asociadas con la producción, distingue entre las actividades que crean desperdicio, de las que dan valor en el proceso, asiste en la planeación de optimizaciones y dada su versatilidad, se adapta a muchas áreas, incluso más allá de la industria manufacturera (Quishpe y Arroyo, 2021; Salwin et al, 2021; Meneses et al, 2019). De hecho, es compatible con otras herramientas cualitativas o cuantitativas para garantizar las decisiones con datos objetivos (Domínguez, 2019).

En el contexto de la efectividad de este tipo de herramientas para la búsqueda de la eficiencia de las operaciones industriales, la investigación tiene como objetivo realizar un diagnóstico exhaustivo del proceso productivo en la industria de plástico.

Se busca identificar las causas raíz de los desperdicios de material generados por los métodos de trabajo, con la finalidad de abordar un problema que ha tenido un impacto significativo en los costos, los tiempos de producción y el cumplimiento de entregas. Esta investigación cobra relevancia en el panorama de las microempresas empresas de inyección de plástico, su sostenibilidad económica y mantener su competitividad entre la competencia.

La metodología y el diseño utilizados para este estudio específico se basan en un enfoque cualitativo, involucrando el estudio de tiempos y movimientos y entrevistas semiestructuradas; centrándose en ocho pymes del Estado de México

que compartieran el mismo método de producción: inyección de plástico. Con estos elementos se buscó contribuir a la comprensión integral de los desafíos que se encuentren en las fábricas de este tipo y proponer soluciones que impulsen la eficiencia y contención del control sobre la materia prima que ahí emplean.

En México, de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), existen 961 empresas de industria del plástico, de las cuales 67 son medianas empresas, las cuales se ubican en la Zona Metropolitana del Valle de México, abarcando 18 municipios: Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán, Izcalli, Coacalco, Cuautitlán, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Nicolás Romero, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Tecámac, Tlalnepantla, Tultitlán y Valle de Chalco (DENUE, 2023).

Es importante señalar que no todas las empresas que conforman la población son industrias dedicadas a la fabricación de productos plásticos, ya que algunas funcionan como bodegas y otras fabrican artesanías. En total, se identificaron 25 medianas empresas que realmente llevan a cabo procesos similares de fabricación de embalajes a través de máquinas de la inyección de pellets de plástico, de las cuales solo se tuvo acceso a 8 de ellas, por la disposición de colaboración al estudio.

Las muestras de las empresas objeto de estudio se conformaron de 2 a 3 trabajadores del área de producción. El muestreo fue por conveniencia, ya que se seleccionaron con base a la disponibilidad e interés de los trabajadores en participar en el estudio y desde luego con base al permiso otorgado por las compañías.

El estudio se apoyó de dos técnicas, la observación no participante y la entrevista semiestructurada. La primera, para identificar el flujo de producción y desperdicios existentes de acuerdo a los pasos propuestos por Rother y Shook (1999), logrando así el bosquejo del Value Stream Mapping actual.

En la segunda técnica, se aplicaron entrevistas al personal de producción para identificar a detalle las causas detrás de los desperdicios; respuestas que facilitaron la elaboración del VSM futuro donde se perciben las propuestas de mejora.

2. Relevancia del control de los desperdicios

Las relaciones del desperdicio con los procesos tienen su inicio después de la Segunda Guerra Mundial, algunas naciones sufrían los estragos económicos que complicaban la existencia en la industria; en Toyota Motors Corporation, el vicepresidente Ohno, desarrolló un sistema productivo para competir y eficientar la producción, sentando las bases de la manufactura esbelta o LM (Sarria et al, 2017).

Por esto, en 1973 Toyota ya se diferenciaba de la producción en masa de Ford, utilizando la mitad de trabajo, tiempo, espacio, inventario, menos defectos y sobre todo ahorro en pérdidas económicas, razón por la cual más compañías niponas bajaron en entornos de trabajo manufactureros integrados (Fernández, 1993; Ibarra-Balderas y Ballesteros-Medina, 2017; Park y Shintaku, 2022).

El ingeniero Ohno enumeró siete formas de desperdicio: la producción excesiva, los defectos, el almacenamiento innecesario, los procesos superfluos, el transporte

excesivo, la espera y los movimientos que carecen de propósito (De Jesus Pacheco et al, 2023; Rother y Shook, 1999). Por consiguiente, es necesario para el funcionamiento adecuado de una empresa estas actividades, aunque no generen un valor directamente al producto final, puesto que son indispensables para que el proceso de producción se lleve a cabo de manera eficiente y efectiva.

Paulatinamente, las técnicas del Sistema de Producción Toyota (TPS) traspasaron fronteras y después de los noventa, los expertos Womack, Jones, Rother y Shook, difundieron los principios del LM en América (Jones & Womack, 2012). Así, lograron desarrollar la herramienta VSM, con la cual podían identificar de flujo de producción, recopilando y documentando los datos gráficamente para representar la situación actual del material e información, analizar las actividades esenciales en producción, actividades de no valor y anotar los cambios a partir de iniciativas LM (Patil et al, 2021).

Con lo que permitió completar un segundo VSM o un mapa del estado futuro que proyectara las posibles mejoras encaminadas a la eliminación de desperdicios (Da Silva et al, 2021).

La diferenciación de estas actividades en distintas investigaciones como las realizadas por Kazancoglu et al. (2021) para resolver el problema del desperdicio y aprovechar al máximo los insumos del procesamiento de carne y Pérez-Pucheta et al, (2019) para reducir el tiempo de entrega de repuestos automotrices que afectaron los tiempos de respuesta a clientes; hicieron que se consideren cambios integrales, involucrando los sistemas de almacenamiento, manejo de material, incluso eliminando tareas de poco valor.

3. Aplicación del Value Stream Mapping en la inyección de plástico

De acuerdo a Prada y Acosta (2017), el proceso de inyección de plásticos ha experimentado un notable crecimiento en la industria, gracias a sus ventajas técnicas y económicas en comparación con otras tecnologías de transformación de materiales. Esta técnica de procesamiento del plástico se ha convertido en una de las más ampliamente empleadas, proporcionando a la industria resultados satisfactorios en términos de rentabilidad porque el proceso es adecuado para la producción en volumen y reducción de tiempos de ciclo (Mercado et al, 2016).

La fabricación por inyección de plástico implica calentar un polímero termoplástico por encima de su punto de fusión, convirtiéndolo en una masa fundida con baja viscosidad, esta masa se introduce mecánicamente en un molde que tiene la forma del objeto deseado y se deja enfriar hasta que el polímero se solidifica para extraer la pieza moldeada (Ebnesajjad, 2015).

Teniendo en cuenta las características anteriores, se llevó a cabo la observación de los procesos de fabricación, esto originó el trazo del VSM actual que se elaboró con el programa Visio y con la simbología propuesta por Rother y Shook (1999). Para eso, autores coinciden que es necesario seleccionar una familia de productos que compartan pasos similares, equipos comunes y misma carga de trabajo, así, las propuestas que surjan para eliminar los desperdicios pueden tener mayor alcance (Martin y Osterling, 2013). Posteriormente, de esa familia deberá elegirse un producto a conveniencia o a

criterio del investigador (Nash y Poling, 2008).

Una vez teniendo el producto se procede a señalar las actividades involucradas y se realiza un estudio de tiempo; lo que permitirá evaluar el VSM actual de acuerdo a los indicadores y la identificación de problemas, esto lleva a seleccionar las técnicas apropiadas, crear el estado futuro (Manjunath et al, 2014; Camacaro-Peña et al, 2021).

Para no crear particularidades, fue necesario enlistar los productos fabricados por las empresas y agruparlos por familias, percatándose que el común denominador entre ellas eran las cubetas plásticas. Se procedió a medir los tiempos en las actividades involucradas en el proceso de producción de estas cubetas y tomar como referencia el promedio de ciclo de cada actividad de valor añadido.

Las actividades de valor añadido (Value Time), según Galarza et al. (2020) se encuentran dentro de transformación de materiales o transferencia de información. De esta manera, las tareas de valor para esta investigación fueron: 1) Mezcla de materia prima, 2) Inyección, 3) Limpieza e inspección (de la pieza moldeada), 4) Ensamble de alambre y 5) Embalaje.

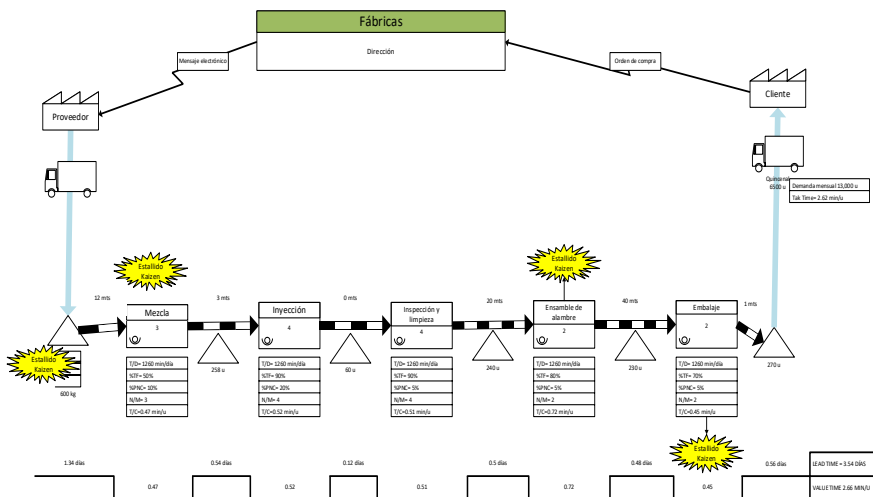
Otro elemento que se debe considerar es el Tak Time (TT), es el tiempo límite para producir un elemento y cumplir la demanda (Paredes-Rodríguez, 2017). En la producción de las cubetas plásticas, se obtuvo un promedio en Value Time de 2.66 min, es decir, el tiempo total que una pieza pasa por cada tarea, y el Lead Time (LT) con promedio de 3.54 días, que corresponde al número de piezas en inventario entre demanda diaria. Por supuesto que habrá ciertos momentos esenciales para no crear desgaste en el proceso, por lo que

estos valores pueden no empatarse, pero sí reducirse.

Al comparar los tiempos de ciclo (TC) de las 5 actividades de valor dentro del proceso de fabricación, se mostró que no existen actividades por sí solas mayores al Tak Time. Sin embargo, pueden surgir cambios para mejorar los tiempos de producción y no

generar desgaste. Esto debido a que se recomienda que el Takt Time sea igual al tiempo de ciclo, de no ser así, significarían costos de faltante o sobreproducción; o bien que el proceso se está ejecutando más lento de lo que debería (Paredes-Rodríguez, 2017; Siregar et al, 2018). Tomando las consideraciones anteriores se logró el VSM actual del Diagrama 1.

**Diagrama 1
VSM actual**



Con los llamados estallidos Kaizen se resaltan los cuellos de botella observados en las tareas Mezcla, Ensamble de alambre, Embalaje y almacén de materia prima. Primeramente, las herramientas para la Mezcla de pellet plástico son simples y los trabajadores mostraron dolencias físicas para cargar el material y se interrumpe el acto para obtener aprobación del jefe de turno para inspeccionar condiciones de la mezcla.

El segundo cuello de botella sucede en Ensamble de alambre, la mano de

obra es limitada y suelen saturarse con inventarios, aquí sus actividades se interrumpen para trasladar los productos a la siguiente tarea, donde también se interrumpe el flujo de producción por una deficiente planeación de despacho.

Por último, aunque almacén de materia prima no se considera como tarea de valor, se presenció un inadecuado despacho de mercancía que se asocia con el desperdicio de materia prima. Se puede deducir que hasta el momento se encontraron desperdicios de: exceso de inventario, movimientos

innecesarios, sobreprocesos y largas esperas.

Para complementar los resultados del VSM y trascender con el mapa del estado futuro, fue necesario aplicar entrevistas semiestructuradas, ya que estas permitirían la recopilación de información detallada desde la persona que comparte su opinión (Fernández, 2018). Los resultados destacaron tres cuestiones:

1. La prioridad del trabajador es hacer bien su labor, el desempeño que este tenga influye sobre el desperdicio en su área de trabajo; refieren que, aunque la labor es noble y sencilla, deben tener cuidado. Además, resulta interesante destacar que, en todas las empresas visitadas, los colaboradores narran ignorancia ante conocimiento explícito.

2. Los indicadores sobre el estado del material y proceso se relacionaron con la baja comunicación de estos, por lo tanto, una dirección a la deriva sobre el control de aspectos contenidos en producción.

3. Los problemas de inventario se extienden en orden tanto de insumos dentro del proceso y en herramientas de apoyo. Evidenciando una supervisión deficiente y poco efectiva.

Después de analizar la situación actual de las fábricas de inyección de plástico, los productos que elaboran, tiempos y características propias de la inyección de pellet, se propone implementar la herramienta 5S, conformada de cinco etapas que se aplican paulatinamente: Seiri (organizar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (mantener) (Hernández et al, 2015).

La finalidad de la aplicación de estas cinco etapas es optimización de la fabricación mediante la organización de los procesos para que no generen

residuos mediante el mantenimiento y la organización del lugar de trabajo (Muotka et al, 2023). Además, su aplicación puede extenderse a la mayoría de las situaciones en poco tiempo debido a su simplicidad, además, aumenta la productividad, mejora la calidad y estandariza tareas (Proença et al, 2022; Omogbai y Salonitis, 2017).

Esta herramienta se considera extensamente compatible con otras de mejora continua (Muhammad et al. 2020). A su vez, tiene la ventaja de incluir el enfoque participativo de bajo costo y tecnológicamente poco exigente que los empleados pueden implementar, independientemente de su conocimiento técnico (Kanamori et al, 2016).

Al efectuar las 5S Manzanares-Cañizares et al, (2022), expone que se necesita de un grupo multidisciplinario conformado por los gerentes, el cual será responsable de compartir la información respecto a las etapas 5S, establecer un plan de trabajo, ejecutar y dar seguimiento de evaluación. Ahora bien, por la organización en las fábricas, se propone que en el equipo se involucren jefes de turno y gerentes de operaciones y/o sus homólogos, quienes se encargarán de informar al resto del personal.

Las limitaciones y oportunidades generales encontradas en las fábricas han permitido que se diseñe cada etapa:

- Seiri: identificar y rotular el material que se dispondrá en cada turno dentro de los almacenes de materia prima y producto terminado, también delimitar pasillos y señalar herramientas para evitar accidentes laborales.
- Seito: Establecer un lugar a cada material y herramienta recibida; implementar bitácoras de entradas y salidas; disponer de manuales

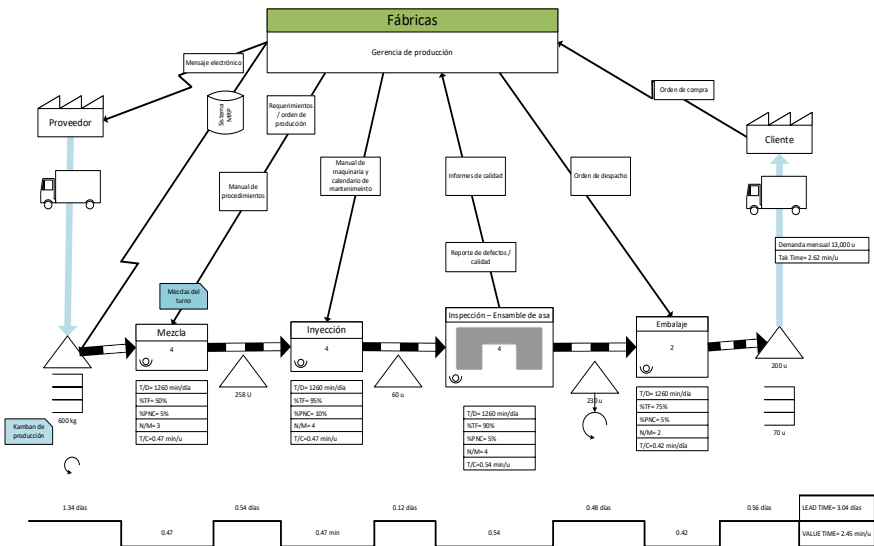
de procedimientos y equipo de protección; fusionar las tareas y crear celdas de trabajo, en este caso Inspección-Ensamble de asa para optimizar tiempos y traslados; ordenar producto y materia prima de acuerdo a su disposición.

- Seiso: Realizar limpieza integral como una actividad diaria; generar calendario de limpieza y mantenimiento de máquinas; mantener una correcta circulación de aire e iluminación.
- Seketsu: Comparar inventarios entre procesos para estandarizar el trabajo; registrar entradas y salidas de almacenes; la supervisión debe interferir en menor número de veces en la validación de procedimientos y más en el cumplimiento de metas que se establezcan.
- Shitsuke: Registrar y compartir

reportes de inventario y producción, el personal conoce los parámetros de mezcla, de máquinas y de producción para dar aviso cuando no se cumplan; se comparten resultados sobre calidad y defectos en producción; mantener el oren para despacho en almacén de producto terminado y materia prima.

Como resultado de estos ajustes y con el involucramiento oportuno de los trabajadores y acciones en cada etapa de las 5S, las empresas lograrán reducir los desperdicios detectados en producción. Inevitablemente, esto lleva a disminuir el tiempo de Valor Añadido (VA) promedio de 2.66 min/pieza a 2.45 min/pieza, y el Lead Time (LT) promedio de 3.54 a 3.04 días/pieza. Entre otras acciones de mejora que se reflejan en el diagrama 2.

Diagrama 2
VSM Futuro o mapa del estado futuro (propuesta)



Entre los cambios mostrados en el Diagrama 2, primeramente, está el porcentaje de producto no conforme (%PNC) que redujo a la mitad en las primeras dos tareas. Posteriormente, una celda de trabajo que une a inspección y ensamble de asa para evitar el stock y moderar el espacio de tránsito y distribución hacia el área de embalaje (diagrama 1).

Por último, a diferencia del Diagrama 1, este diagrama cuenta con la representación de la información que cada área debe comunicar con gerencia de producción (o viceversa), para mantener a tiempo real el control de productos e insumos. Además, proporciona una referencia clara y concisa, permitiendo a los empresarios una guía para la implementación de las áreas asociadas a los principios de las 5S anteriormente mencionados.

4. Conclusiones

Al haber finalizado el diagnóstico y análisis en los procesos de las fábricas de inyección de plástico, este estudio proporciona una visión detallada de los procesos productivos, destacando la efectividad del VSM para las medianas empresas con conocimiento previo de su aplicación. Se reafirman las opiniones de Domínguez (2019) y de Martín y Osterling (2013) sobre la versatilidad de esta herramienta, con especial énfasis en la representación gráfica para identificar cuellos de botella.

Lo que significa una opción valiosa para los empresarios de las pymes, brindándoles la capacidad de identificar de manera ágil y precisa las áreas críticas en su sistema de producción. Facilita una rápida evaluación de posibles obstáculos en el flujo de mano de obra, materia prima y otros recursos,

permitiendo la intervención efectiva en los puntos donde las técnicas o métodos productivos puedan estar afectando la eficiencia del proceso.

A pesar de la reconocida eficiencia de la inyección como método de producción, los hallazgos de la investigación, revelan que el desperdicio está intrínsecamente ligado a factores más allá del tiempo predeterminado de inyección y el estado de las máquinas. La capacitación limitada en la ejecución de tareas, el anhelo de supervisión efectiva y ausencia en el seguimiento de indicadores son factores críticos que contribuyen con el desperdicio de: espera, movimientos, sobreprocesos, e inventarios; entiéndase que en inventarios se incluía al stock entre tareas y la materia prima, principal razón de este estudio.

Este estudio aporta la importancia de la integración de la información, la supervisión efectiva y el seguimiento de indicadores como medidas preventivas de desperdicios. Sin embargo, se reconocen ciertas limitaciones como voluntad de participación, disposición de información, gestión de sistemas de producción y homologación de tareas para llevar a cabo el VSM y que su aplicación englobe a más líneas de producción.

Las implicaciones prácticas de los hallazgos son significativas para las empresas del sector plástico, ofreciendo una perspectiva más completa sobre la gestión de desperdicios. Además, este estudio sugiere direcciones para futuras investigaciones como la exploración a fondo de tiempos y movimientos, balance de líneas y productividad.

En conclusión, este trabajo contribuye al entendimiento de los procesos productivos en la industria del plástico y ofrece un punto de partida para

investigaciones futuras. La aplicación efectiva de las medidas propuestas podría tener un impacto positivo en la eficiencia operativa y la reducción de costos para las empresas del sector.

Referencias bibliográficas

- Camacaro-Peña, M. A., Paredes-Rodríguez, A. M., Aulestia-Potes, C. D., y Henao-Guerrero, M. G. (2021). Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña. *Entramado*, 17(02), 226–242. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.7636>
- Da Silva, C. M. C., De Oliveira, M. A., De Mattos Veroneze, G., & Da Silva, P. A. (2021). Application of VSM to improve a television productive process of a company in the Manaus Industrial Pole. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 6(6), 132-138. <https://doi.org/10.24018/ej-eng.2021.6.6.2565>
- De Jesus Pacheco, D. A., Clausen, D. M., & Bumann, J. (2023). A multi-method approach for reducing operational wastes in distribution warehouses. *International Journal of Production Economics*, 256, 108705. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.10870>
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas- DENUE (2023). Establecimientos de servicio de preparación de alimentos y bebidas. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Domínguez, Z. (2019, abril). *Implementación de un modelo de simulación híbrida empleando lean six sigma en la industria aeronáutica: caso de estudio ramp up disco fan leap 1b* (TFM). CIATEQ. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/3111/1/DominguezCoelloZuleyma%20MMANAV%202019.pdf>
- Ebnesajjad, S. (2015). *Injection molding. En Fluoroplastics* (Second Edition) (2: Melt Processible Fluoropolymers—the Definitive User’s Guide and Data Book). Elsevier Books. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4557-3197-8.00010-9>
- Fernández, P. (2018). La importancia de la técnica de la entrevista en la investigación en comunicación y las ciencias sociales. *Investigación documental. Ventajas y limitaciones. Sintaxis*, 1, 78-93. <https://doi.org/10.36105/stx.2018n1.07>
- Fernández, Z. (1993). J. P. Womack, D. T. Jones y D. Ross La máquina que cambió el mundo. *Revista de Economía Aplicada*, 1(3), 219–222. <https://www.revecap.alde.es/revista/numeros/03/pdf/fernandez.pdf>
- Hernández, E. J., Camargo, Z. M., & Martínez, P. M. T. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 23(1), 107-117. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052015000100013>
- Huang, C.-Y., Lee, D., Chen, S.-C., y Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5), 835. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/pr10050835>
- Ibarra-Balderas, V. M., y Ballesteros-Medina, L. L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, 53, 1–4. <https://www.redalyc.org/journal/944/94453640004/html/>
- Inuwa, M., y Aisha Usman. (2022). Prospects and Challenges of Lean Manufacturing Deployment within

- Manufacturing SMEs in Nigeria: A Literature Review. *Journal of Social Sciences and Management Studies*, 1(3), 51-64. <https://doi.org/10.56556/jssms.v1i3.159>
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2012). *Lean thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Grupo Planeta Spain.
- Kanamori, S., Shibanuma, A. y Jimba, M. (2016). Aplicabilidad del método de gestión 5S para la mejora de la calidad en los establecimientos de salud: una revisión. *Trop Med Health* 44(21). <https://doi.org/10.1186/s41182-016-0022-9>
- Kazancoglu, Y., Ekinci, E., Ozen, Y. D. O., y Pala, M. O. (2021). Reducing food waste through lean and sustainable operations: a case study from the poultry industry. *Revista de Administração de Empresas*, 61(5). <https://doi.org/10.1590/s0034-759020210503>
- Manjunath, M., Shiva, H. C., Keerthesh, K. S., y Deepa, P. (2014). Value Stream Mapping: A Lean Tool. *The International Journal Of Business & Management*, 2(4), 100–104. <http://www.internationaljournalcorner.com/index.php/theijbm/issue/view/7919>
- Manzanares-Cañizares, C., Sánchez-Lite, A., Rosales-Prieto, V. F., Fuentes-Bargues, J. L., y González-Gaya, C. (2022). Una estrategia Lean 5S para un proceso de soldadura sostenible. *Sustentabilidad*, 14 . <https://doi.org/10.3390/su14116499>
- Martin, K., y Osterling, M. (2013). *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation* (1.a ed.). McGraw-Hill Education.
- Martínez, A. N. (2021). Implementation of Lean Manufacturing through the Reconstruction of its Trajectory: An Experience of an Auto Parts Company in Mexico. *Análisis Económico*, 36(93), 99-118. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2021v36n93/martinez>
- Meneses, Y. D., Suárez, J. R., y Sánchez, F. J. (2019). Impacto del Value Stream Mapping (VSM) en diferentes compañías del sector económico y productivo. *Ingeniería Industrial*, 1(1), 1–10. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/3795>
- Mercado, J. M., Almazan, M. A., Martin, C., Rubio, M. A., Vizan, A., Perez, J. M., Marquez, J., & Aguilera, D. (2016). Analytical calculation model for determining the cycle time in injection molding parts applied to design optimization algorithms. 2 International Conference on nd High Performance and Optimum Design of Structures and Materials, 166. <https://doi.org/10.2495/HPSM160401>
- Muhammad, A. K., Shakeel, A. S., Tahir, H. L., y Usama, K. M. (2020). Potential of Lean Tool of Value Stream Mapping (VSM) in Manufacturing Industries. Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 3064-3074. <http://www.ieomsociety.org/harare2020/papers/698.pdf>
- Muotka, S., Togiani, A., y Varis, J. (2023). A design thinking approach: Applying 5S methodology effectively in an industrial work environment. *Procedia CIRP*, 119, 363-370. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.103>
- Nash, M. S., y Poling, S. (2008). *Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*.
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach.

- Procedia CIRP*, 60, 380-385. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Paredes-Rodríguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado*, 13(1), 262–277. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>
- Park, Y., & Shintaku, J. (2022). Sustainable Human–Machine Collaborations in Digital Transformation Technologies Adoption: A Comparative Case Study of Japan and Germany. *Sustainability*, 14(17), 10583. <https://doi.org/10.3390/su141710583>
- Patil, A. N., Pisal, M. M., & Suryavanshi, C. T. (2021). Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study. *Journal of applied research and technology*, 19(1), 11-22. <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.1.1488>
- Pérez-Pucheta, C. E., Olivares-Benitez, E., Minor-Popocatl, H., Pacheco-García, P. F., y Pérez-Pucheta, M. F. (2019). Implementation of Lean Manufacturing to Reduce the Delivery Time of a Replacement Part to Dealers: A Case Study. *Applied Sciences*, 9(18), 3932. <https://doi.org/10.3390/app9183932>
- Prada, R., y Acosta, J. C. (2017). The molds in injection process for the achievement of business objectives. *Dimensión Empresarial*, 15(1). <https://doi.org/10.15665/rde.v15i1.1002>
- Proença, A., Gaspar, P., y Lima, T. (2022). Lean Optimization Techniques for Improvement of Production Flows and Logistics Management: The Case Study of a Fruits Distribution Center. *Processes*, 10(7), 1384. <http://dx.doi.org/10.3390/pr10071384>
- Quishpe, F. J., y Arroyo, F. (2021). Análisis y optimización en la producción de envases de cartón, empleando el Value Stream Mapping. *Universidad Y Sociedad*, 13(3), 536–542. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2130>
- Rother, M., y Shook, J. (1999). *Learning to see value stream mapping to add value and eliminate muda* (1.2 ed.). Lean Enterprise Institute.
- Salwin, M., Jacyna-Golda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., y Gavina, A. (2021). Using Value Stream Mapping to Eliminate Waste: A Case Study of a Steel Pipe Manufacturer. *Energies*, 14(12), 3527–3556. <https://doi.org/10.3390/en14123527>
- Sanz, J., y Gisbert, V. (2017). Lean Manufacturing en PYMES. 3 *Ciencias Empresa*, 1, 101–107. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.101-107>
- Sarria, M. P., Fonseca, G. A., y Bocanegra, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, 83, 51–71. <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1825/1704>
- Siregar, I., Nasution, A. A., Andayani, U., Sari, R. M., Syahputri, K., & Anizar. (2018). Lean manufacturing analysis to reduce waste on production process of fan products. *IOP conference series*, 308(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/308/1/012004>
- Sundar, R., Balaji, A., & Kumar, R. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875-1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Vinodh, S. (2022). *Lean Manufacturing: Fundamentals, Tools, Approaches*,

Martínez Cerón, Alicia; Hernández-Gracia, Tirso Javier;
Duana Ávila, Danae; Enrique Martínez Muñoz
Proceso productivo aplicando el Value Stream Mapping en la industria del plástico

and Industry 4.0 Integration. CRC
Press.

Yuik, C. J., Perumal, P. A., y Feng, C.
J. (2020). Exploring critical success
factors for the implementation of

lean manufacturing in machinery
and equipment SMEs. *Engineering
Management in Production and
Services*, 12(4), 77-91. [https://doi.
org/10.2478/emj-2020-0029](https://doi.org/10.2478/emj-2020-0029)