

Reducción de las paradas de planta aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la metodología *Lean Manufacturing*

OMAR LUIS FAJARDO CUEVA ¹

RECIBIDO: 30/03/2023 ACEPTADO: 16/08/2023 PUBLICADO: 21/06/2024

RESUMEN

Esta investigación se realizó en una empresa de productos farináceos que presentaba un problema de baja productividad debido a las constantes paradas de planta, por lo que no operaba a toda su capacidad. Para abordar este problema, se consideró necesario aplicar las herramientas «mapeo de la cadena de valor» (VSM) y «cambios rápidos» (SMED) de la metodología *lean manufacturing* o manufactura esbelta. La aplicación de estas herramientas se realizó por etapas, que incluyeron un pretest de diagnóstico (mapa actual), seguido por el diseño, implementación y, finalmente, un postest (mapa final). Una vez finalizado el proceso, se evaluaron los resultados y se comprobó que la aplicación del procedimiento que incluía cambios rápidos (SMED) permitía reducir considerablemente los tiempos de inactividad; se pasó de 82 min a 42 min por cada cambio de producto, con lo que el tiempo muerto de planta o desperdicio se redujo en 40 min y mejoraron los indicadores de *lean manufacturing*.

Palabras clave: productividad, *lean manufacturing*, mejora continua, desperdicio.

INTRODUCCIÓN

Las empresas necesitan reforzar y mantener altos niveles de productividad para seguir siendo competitivas en el mercado, lo que implica diseñar y crear nuevos productos y procesos. Para incrementar su rentabilidad, las empresas deben enfocarse en la cultura empresarial, la estrategia, la organización y el estilo gerencial basado en el liderazgo y compromiso de la dirección, quienes influyen directamente en el comportamiento de los miembros de la empresa (González y Michelena, 2000).

La dirección de una corporación es la que debe crear una cultura de innovación que permita identificar los factores internos y externos que afectan a la propia organización en pro de las perspectivas comerciales (Robayo, 2016).

La empresa objeto de estudio opera en el rubro de alimentos, específicamente, en la elaboración de productos derivados del trigo. Busca alcanzar sus objetivos y metas establecidos asegurando al mismo tiempo la continuidad del proceso en la línea de preformulación de harina.

El objetivo de la investigación es determinar en qué medida la productividad se incrementa mediante el uso del mapeo de la cadena de valor (VSM) y el sistema de cambios rápidos (SMED) de la metodología *lean manufacturing* en la planta de preformulación de harina al disminuir el tiempo de paradas de planta.

Además, este estudio pretende contribuir al demostrar cómo la aplicación de las herramientas VSM y SMED de la metodología *lean manufacturing* logra reducir el tiempo de paradas de planta innecesarias e incrementar así la capacidad de producción de la planta.

Este artículo de investigación genera nuevos conocimientos valiosos, por lo que puede ser utilizado tanto por organizaciones

¹ Ingeniero industrial por la Universidad Nacional de Ingeniería (Lima, Perú). Actualmente, se desempeña como consultor independiente (Lima, Perú).
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7643-759X>
E-mail: omar.fajardo@unmsm.edu.pe

industriales como de servicio, al mostrar cómo detectar, analizar, eliminar o reducir las causas que generan desperdicio de tiempo y, por consiguiente, baja productividad.

Hipótesis

La implementación de las técnicas VSM y SMED de la metodología *lean manufacturing* ha dado como resultado tiempos de paradas significativamente menores en comparación con antes de aplicar la mencionada metodología.

Esta investigación se justifica a nivel metodológico porque se aplicarán estrategias para asegurar la generación de conocimiento válido y confiable, lo que ayudará a disminuir el tiempo de paradas en la planta de preformulación de harina.

Se recabó información a través del mapeo del estado actual para posteriormente realizar el análisis, diagnóstico y el planteamiento de propuestas de mejora. Para el caso del presente estudio, la empresa de productos farináceos no opera a plena capacidad debido a las constantes paradas de planta (Tabla 1).

Tabla 1. Pareto de paradas de planta.

Actividad	%	% acumulado
Subir materiales	53%	53%
Limpieza de línea	30%	83%
Falla mecánica	5%	88%
Falta de personal	4%	92%
Falta de insumos	4%	96%
Falla eléctrica	2%	98%
Mantenimiento	2%	99%
Inventario	1%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Competitividad

Debido a las necesidades cada vez más complicadas y exigentes del mercado actual, los gerentes organizacionales otorgan un gran valor a la competitividad para obtener una ventaja en el mercado y asegurar la viabilidad a largo plazo de sus organizaciones. La relación entre activos intangibles, calidad y motivación de los recursos humanos es muy valorada en la actualidad, lo que ha vuelto importante al liderazgo gerencial (Díaz et al. 2021).

Evaluación de la productividad

La productividad se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos de una empresa (Heizer y Render, 2009).

Lean manufacturing

La metodología *lean manufacturing* tiene como objetivo reducir o eliminar todo el desperdicio y todos los procedimientos que no añaden valor, así como todo aquello que no mejora la calidad del producto o servicio (Cuatrecasas et al., 2009; Romero, 2007).

Al disminuir los desperdicios, se incrementa la productividad (Padilla, 2010). Los beneficios de implementar la metodología *lean manufacturing* en una organización son evidentes y han sido demostrados (Hernández y Vizán, 2013).

Es importante entender que *lean manufacturing* debe involucrar a todas las áreas de la organización, enfocándose en diagnosticar las actividades que agregan valor y desarrollar la mejora continua (Bautista et al., 2010).

Beneficios de lean manufacturing

Según Bautista et al. (2010), *lean manufacturing* ofrece muchos beneficios, entre ellos la reducción de desperdicios tales como la sobreproducción, el tiempo de espera, el desperdicio de transporte, el proceso, el inventario, los movimientos superfluos y la mala calidad.

Indicadores de lean manufacturing

Los indicadores tradicionales de tiempo y desempeño de la empresa se complementan con los indicadores de tiempo y desempeño de la metodología *lean* (Reyes, 2002).

Principios de lean manufacturing

Según Tejeda (2011), implementar *lean manufacturing* requiere un cambio de pensamiento en toda la empresa, para lo cual se debe definir el valor del producto, ubicar el flujo de valor, asegurar un flujo de valor continuo, permitir que el cliente dibuje el producto y buscar la perfección.

Concepto de valor

El concepto de valor en *lean manufacturing* se refiere a las operaciones necesarias para transformar materias primas y materiales en un producto por el cual el cliente quiera pagar, por ejemplo, aquellas operaciones que agregan valor al artículo

o producto desde la perspectiva del consumidor (Reyes, 2002).

Clasificación de los desperdicios

De acuerdo a Cuatrecasas et al. (2009), las pérdidas se dividen en tres categorías principales según su impacto: pérdidas de disponibilidad, pérdidas de rendimiento de ciclo y pérdidas de calidad. Las pérdidas de disponibilidad se refieren al intervalo de tiempo entre la operación real y la operación planificada. Las pérdidas de rendimiento de ciclo se refieren a las variaciones entre los tiempos de ciclo reales e ideales. Las pérdidas de calidad se refieren a la discrepancia entre la cantidad de piezas de calidad y la cantidad total de piezas.

Desperdicios

De acuerdo con Quesada et al. (2013), la firma Toyota ha identificado siete categorías de desperdicio, que incluyen exceso de producción, espera, transporte innecesario, exceso de inventario, movimientos superfluos y productos defectuosos. Estos desperdicios no agregan valor al proceso de fabricación ni a la creación de un servicio.

Efectos del desperdicio

Cuatrecasas et al. (2009), además, señalan que los desperdicios ocasionan efectos negativos en las empresas, pues reducen los beneficios, incrementa la necesidad de supervisión y hace que las empresas sean poco flexibles.

Value Stream Mapping (VSM)

La cadena de valor se puede representar gráficamente mediante el uso de un mapa de flujo de valor o un mapeo de flujo de valor (VSM), que representa el movimiento de materiales e información desde el proveedor hasta el cliente. Asimismo, registra todas las operaciones productivas en una hoja de papel e indica dónde se producen los residuos del proceso (Hernández y Vizán, 2013).

Elaboración del VSM

Según García y Amador (2019) y Boronat (2014), se deben seguir los siguientes pasos para la elaboración del VSM:

1. Seleccionar al equipo de trabajo de 3 a 5 personas que conozcan el proceso.
2. Recorrer varias veces el proceso para registrar todos los detalles posibles sobre su funcionamiento.

3. Elegir la familia de productos que tenga mayor impacto en los requerimientos de la empresa.

Diagrama del estado actual

Según García y Amador (2019), el mapa del estado inicial representa el proceso tal y como se encuentra al momento de efectuar el estudio, es decir, en su estado actual. Para crear el mapa del estado actual, se deben registrar los tiempos de transformación de la materia prima en el producto. Del mismo modo, los tiempos de procesos que no agregan valor al producto, tales como tiempos de espera o tiempos de entrega, también deben ser registrados.

Identificar el flujo de valor

De acuerdo con Tejeda (2011), encontrar el flujo implica demostrar cada paso del proceso, desde el diseño y la ingeniería hasta el lanzamiento. Esto ayuda a reconocer las actividades que aportan valor y las que no, lo que se conoce como residuos, desperdillo o *muda*. El objetivo principal de *lean manufacturing* es deshacerse de todos los desperdicios.

Método de cambios rápidos (SMED)

El sistema de cambio de herramientas SMED es un método para mejorar la preparación de las máquinas. Según este sistema, las operaciones de cambio de formato están compuestas por operaciones internas realizadas solo con los equipos inactivos y operaciones externas realizadas con la máquina en operación. Al estudiar la progresión de las actividades y modificar algunas operaciones internas por externas, se elimina el cuello de botella originado por la acumulación de componentes resultantes del proceso anterior. Esto da como resultado cambios que solo toman solo algunos minutos. El sistema SMED es versátil y puede ser aplicado a cualquier proceso industrial y a cualquier máquina (Sarango y Abad, 2009).

METODOLOGÍA

El diseño utilizado para esta investigación es experimental, pues se operó sobre el proceso de producción para estudiar el efecto en la productividad en una prueba de pretest y postest. Según Bernal (2010), en este tipo de investigación «el investigador ejerce poco o ningún control sobre las variables extrañas, los sujetos participantes de la investigación se pueden asignar aleatoriamente a los grupos y algunas veces se tiene grupo de control» (p. 146).

En la planta de preformulación de harina hay un total de 18 operarios, quienes trabajan en tres (3) grupos rotativos de seis (6) personas para cada

uno de los turnos de trabajo, todos los cuales fueron seleccionados para este estudio. El tamaño de la muestra se determinó de forma no probabilística y deliberada a fin de lograr la aplicación de trabajo cuasi-experimental a través del VSM y SMED, considerados dentro de la metodología *lean manufacturing*.

Se realizaron tres talleres centrados en la metodología *lean manufacturing*, el trabajo en equipo y la mejora continua.

Primero, se realizó un análisis pretest sobre la muestra elegida para el estudio. Posteriormente, se aplicaron las herramientas *lean manufacturing* VSM y SMED. Luego de concluir con la aplicación se realizó el postest, en donde se obtuvieron resultados.

Después del realizar el postest, se planteó una hipótesis para verificar si existe relación entre la disminución de las paradas de planta y la metodología de mejora. Se utilizaron herramientas estadísticas propias para estos tipos de estudios para verificar la hipótesis. Se aplicaron pruebas antes y después de aplicar las estrategias para determinar su efectividad.

Equipo de trabajo

Los equipos de trabajo estuvieron integrados por los ingenieros de producción, coordinadores de producción y los empleados operativos. Cada equipo fue asignado a un turno de trabajo específico y fue responsable de implementar las herramientas de *lean manufacturing*.

Capacitación

Los equipos de trabajo recibieron capacitación de parte del jefe de Producción, quien previamente había recibido entrenamiento en *lean manufacturing*.

RESULTADOS

La efectividad de la filosofía *lean manufacturing* para reducir el tiempo de paradas de planta se evaluó comparando los resultados antes y después de implementar VSM y SMED en la planta de preformulación de harinas.

Hipótesis

H₀: El tiempo de paradas de planta obtenido después de la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la filosofía de *lean manufacturing* no es significativamente

mayor que el tiempo de paradas de planta obtenido antes de la aplicación de la metodología.

H₀: $u_1 = u_2$

H₁: El tiempo de paradas de planta obtenido después de la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la filosofía de *lean manufacturing* es significativamente menor que el tiempo de paradas de planta obtenido antes de la aplicación de la metodología.

H₁: $u_1 < u_2$

En la Tabla 2, se muestran los resultados para el problema encontrado «tiempo excesivo de paradas de planta» antes y después de aplicar la metodología. Se observa que la aplicación de las herramientas VSM y SMED de la metodología *lean manufacturing* redujo el tiempo de paradas de planta. En la Tabla 3, se muestran los estadísticos descriptivos del indicador «paradas de planta (antes)». En la Tabla 4, se muestran los estadísticos descriptivos del indicador «paradas de planta (después)».

Tabla 2. Resultados del tiempo de paradas de planta antes y después de implementar VSM y SMED.

Día	Paradas (pretest) (min/t)	Paradas (postest) (min/t)	Diferencia (antes-después)
1	43	8	35
2	43	8	35
3	44	8	36
4	43	8	35
5	44	8	36
6	43	8	36
7	41	8	33
8	44	8	36
9	42	8	35
10	47	9	38
11	44	8	36
12	45	8	37
13	44	8	35
14	43	8	35
15	43	8	36
16	43	8	36
17	43	7	36
18	44	7	36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del indicador paradas de planta (antes)

Estadísticos		
Paradas de planta (antes).		
N	Válido	18
	Perdidos	0
Media		43.5734
Error estándar de la media		.27648
Mediana		43.3989
Moda		41.08 ^a
Desviación estándar		1.17302
Varianza		1.376
Asimetría		.867
Error estándar de asimetría		.536
Curtosis		3.432
Error estándar de curtosis		1.038
Rango		5.72
Mínimo		41.08
Máximo		46.80
Suma		784.32
Percentiles	25	43.1217
	50	43.3989
	75	43.9742

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos del indicador paradas de planta (después)

Estadísticos		
Paradas de planta (después).		
N	Válido	18
	Perdidos	0
Media		7.8342
Error estándar de la media		.08368
Mediana		7.7658
Moda		7.06 ^a
Desviación estándar		.35500
Varianza		.126
Asimetría		.030
Error estándar de asimetría		.536
Curtosis		.529
Error estándar de curtosis		1.038
Rango		1.51
Mínimo		7.06
Máximo		8.56
Suma		141.02
Percentiles	25	7.6247
	50	7.7658
	75	8.0843

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Prueba de normalidad del indicador paradas de planta.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Paradas de planta (antes)	.190	18	.084	.886	18	.033
Paradas de planta (después)	.130	18	.200*	.984	18	.983

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors
Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron las pruebas de normalidad con la herramienta SPSS para analizar los datos de «paradas de planta (antes)» y «paradas de planta (después)» de la aplicación de VSM y SMED de la metodología *lean manufacturing* de la Tabla 4.

Hipótesis

H₀: Los datos analizados siguen una distribución normal.

H₁: Los datos analizados no siguen una distribución normal.

Los supuestos para esta prueba son los siguientes:

Si

$p > 0.05$, se aprueba la H₀;

$p < 0.05$, se aprueba la H₁.

Pruebas de normalidad

Para muestras < 30, utilizar la prueba Shapiro-Wilk.

Para muestras > 30, utilizar la prueba Kolmogorov-Smirnov.

De los resultados de la Tabla 5 de la prueba Shapiro-Wilk, se observa que los datos no provienen de una distribución normal porque la significancia de

la prueba «paradas de planta (antes)» es inferior a 0.05 y la significancia de la prueba «paradas de planta (después)» es superior a 0.05. Como ambas pruebas no son normales, debe usarse una prueba no paramétrica como la prueba de Wilcoxon.

Prueba de Wilcoxon

Hipótesis

H₀: El tiempo de paradas de planta obtenido después de la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la filosofía de *lean manufacturing* no es significativamente mayor que el tiempo de paradas de planta obtenido antes de la aplicación de la metodología.

H₀: $u_1 = u_2$

H₁: El tiempo de paradas de planta obtenido después de la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la filosofía de *lean manufacturing* es significativamente menor que el tiempo de paradas de planta obtenido antes de la aplicación de la metodología.

H₁: $u_1 > u_2$

Los supuestos para esta prueba son los siguientes:

Si

$p > 0.05$, se acepta H₀;

$p < 0.05$, se acepta H₁.

Tabla 6. Diferencia de medias del tiempo de paradas de planta (antes y después).

Hipótesis nula H₀: $\eta = 0$

Hipótesis alterna H₁: $\eta > 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Dif. de paradas de planta	18	171.00	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó Mintab15 para el contraste unilateral (de una cola).

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 6, se acepta la hipótesis H₁, pues la prueba de diferencia de medias de Wilcoxon realizada antes y después de la implementación del VSM y SMED de la filosofía *lean manufacturing* tiene un nivel de significancia de 0.000, que es menor que 0.05. Es decir, el tiempo de paradas de planta obtenido después de la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la filosofía de *lean manufacturing* es significativamente

menor que el tiempo de paradas de planta obtenido antes de la aplicación de la metodología.

DISCUSIÓN

Con un nivel de significancia de 0.000, o menor que 0.05, la prueba de diferencia de medias muestra que existe una diferencia significativa entre el tiempo de parada de planta antes y después de la aplicación del VSM y SMED de la metodología *lean manufacturing*. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que sostiene que el tiempo de paradas de planta obtenido después de la implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la filosofía de *lean manufacturing* es significativamente menor que el tiempo de paradas de planta obtenido antes de la aplicación de la metodología. Por lo que, de acuerdo con los resultados, se están aplicando los principios de *lean manufacturing* en la planta de preformulación de harina, lo cual es consistente con las teorías y prácticas de esta metodología.

La aplicación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) permitió identificar el tiempo de inactividad prolongado causado por el cambio de producto que generaba la restricción en el proceso. El cambio de producto es necesario y son operaciones rutinarias, pero reiterativas que se pueden optimizar. El proceso estaba compuesto por operaciones internas y operaciones externas que eran realizadas con la planta parada. Se analizaron las actividades y algunas de las operaciones internas se transformaron en externas (las que se realizan con la planta en operación). De este modo, se logró reducir el tiempo de cambio de producto, se eliminó el cuello de botella y se mejoró el proceso.

Con base en la metodología *lean manufacturing* y la aplicación del mapeo de la cadena de valor (VSM), se demostró la importancia de la observación y el seguimiento del proceso de producción. Este enfoque ha permitido obtener los resultados a través de la implementación exitosa de la técnica SMED, que es una herramienta de mejora continua que se enfoca en reducir el tiempo de cambio de herramientas, formatos o equipos en una línea de producción. Tras observar las actividades y movimientos involucrados en el cambio de formato, fue posible identificar aquellas actividades innecesarias o ineficientes y se les quitó tiempo. Esto le permitió a la empresa mejorar la eficiencia de sus procesos. Al efectuar el análisis de la información recopilada, se identificaron las actividades de mejora.

Los principios de la metodología *lean manufacturing*, que se centra en la eliminación del desperdicio y la mejora continua, son similares a los de la teoría de la gestión de la calidad total (*Total Quality Management Theory*). Las paradas constantes de planta son desperdicio de tiempo, lo que también está estrechamente relacionado con los principios de la gestión de la calidad total.

Del mismo modo, los resultados obtenidos están en línea con la teoría de la optimización de procesos (*Process Optimization Theory*), dado que *lean manufacturing* también identifica y elimina las actividades que no agregan valor a los procesos de producción, lo cual es fundamental para la optimización de procesos.

CONCLUSIONES

La implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la metodología *lean manufacturing* resultó en una reducción del tiempo de inactividad de la planta, lo que contribuirá a un mejor cumplimiento de los planes de producción, incrementará la rentabilidad y mejorará la satisfacción del cliente.

Los hallazgos de este estudio ayudarán a desarrollar estrategias para generar conocimiento, lo que permitirá seguir mejorando el proceso productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bautista Arroyo, J. M., Bautista Campillo, A., y Rosas Campillo, S. (2010). *Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua*. (Tesis de grado). Instituto Politécnico Nacional, México D. F.
- [2] Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Educación. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- [3] Boronat Soler, T. (2014). *Mejora de la eficiencia en planta a través del mantenimiento*. (Trabajo de fin de grado). Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/54499?show=full>
- [4] Cuatrecasas, L., Olivella, J., y Torrell, F. (2-4 de setiembre de 2009). *Gestión integrada de procesos en planta. Implantación gestión visual mediante técnicas TPM en un entorno Lean Management*. 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. XIII Congreso de Ingeniería de Organización, Barcelona-Terrassa, España. <http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2009/431-438.pdf>
- [5] Díaz Muñoz, G. A., Quintana Lombeida, M. D., y Fierro Mosquera, D. G. (2021). La competitividad como factor de crecimiento para las organizaciones. *INNOVA Research Journal*, 6(1), 145-161. <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/1465>
- [6] García Cantó, M. y Amador Gandia, A. (2019). Cómo aplicar "Value Stream Mapping" (VSM). *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(2), 68-83. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- [7] González González, A., y Michelena, E. (2000). La cultura de la organización en la gestión total de la calidad. *Ensaïos e Ciència: Ciències Biològiques, Agràries e da Saúde*, 4(3), 99-114. <https://www.redalyc.org/pdf/260/26040307.pdf>
- [8] Heizer, J., y Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7a ed.). Naulcalpan, México: Pearson Educación de México. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>
- [9] Hernández Matías, J. C., y Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Fundación EOI.
- [10] Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing. Manufactura Esbelta/Ágil. *Revista Ingeniería Primerero*, (15), 64-69 https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin15/URL_15_MEC01.pdf
- [11] Quesada, H., Buehlmann, U., y Arias, E. (2013). *Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera* (Publication ANR-17S). Virginia Cooperative Extension. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/48095/420-002S-PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [12] Reyes Aguilar, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Contaduría y Administración*, (205), 51-69. <https://www.redalyc.org/pdf/395/39520506.pdf>
- [13] Robayo Acuña, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7(16), 125-140. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>

- [14] Romero Hernández, A. R. (2007). *La implantación de un sistema integrado de calidad enfocado en la gestión de cadena de suministro, proveedores y mercados prioritarios para artículos de consumo manufacturados en una planta productiva*. (Tesis de maestría). Universidad Iberoamericana, México D.F. <https://ri.ibero.mx/handle/ibero/936>
- [15] Sarango Martínez, F., y Abad Morán, J. F. (2009). *Implantación del sistema SMED en un proceso de impresión flexográfica*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1843>
- [16] Tejeda, A. S., (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII(2), 276-310. <https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf>