

El Concepto “Lean” en Laboratorios Industriales: Una Nueva Manera de Pensar

Nicole Ayala Monserratte
Maestría en Manufactura Competitiva
Mentor: Rafael Nieves, PharmD.
Universidad Politécnica de Puerto Rico
Graduate Project EXPO, Mayo 2026

Abstracto — Esta investigación analiza la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en laboratorios industriales, especialmente en áreas de control de calidad donde su implementación aún es limitada. Aunque las metodologías Lean y Six Sigma son ampliamente utilizadas en manufactura, su adopción en laboratorios ha sido poco estudiada. El objetivo principal fue identificar los tipos de desperdicio (waste) y las herramientas Lean más utilizadas mediante una revisión bibliográfica de estudios publicados entre 2015 y 2025. Con base en los hallazgos, se desarrolló una herramienta fundamentada en los principios de las 5S para identificar desperdicios en operaciones de laboratorio. La herramienta se aplicó en un área específica, permitiendo detectar los desperdicios más frecuentes. Los resultados mostraron que los defectos fueron los desperdicios de mayor incidencia, seguidos por el movimiento innecesario y los tiempos de espera. Además, se evidenció que la falta de organización y estandarización contribuye significativamente a las ineficiencias operacionales y limita la mejora continua.

Palabras Clave — 5S, Laboratorio, Lean Six Sigma, Microbiología.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las áreas de control de calidad de las diferentes industrias llevan a cabo gran cantidad de “testing” donde no tan solo se evalúa la calidad del producto sino también las facilidades si están cumpliendo con los estándares. Lo cual se vuelve un reto cuando la manufactura esta 24/7 y produciendo en masas. Sabemos que a nivel de manufactura y procesos existe la filosofía de manufactura esbelta la cual tubo sus comienzos de en una línea de ensamblaje en masa de auto donde buscaban maximizar la eficiencia y calidad mediante la eliminación de desperdicios y mejoras

continua [1]. Actualmente esta filosofía la combinan con “Six Sigma” la cual su enfoque es en el cliente, manejo eficiente de los datos, metodología y diseños robustos que permiten eliminar la variabilidad en los procesos alcanzando un nivel de defectos menor o igual a 2 en un millón [2].

Hay números artículos hablando de esta filosofía ya sea en el proceso de compresión del fármaco, en líneas de empaque, en cómo organizar la línea de producción, como organizar las ordenes usando métodos “Six Sigma” en áreas de pedido y despacho y entre otros que se enfocan solo en el área de producción. Pero cuando hacemos la misma búsqueda para áreas de laboratorio o “quality control” vemos que los estudios son menos. No es un campo que se le dedique mucho tiempo las industrias están enfocados en los procesos y su manufactura y se olvidan de que en áreas de laboratorio también hay desperdicios que no aportan y procesos que pueden ser más eficientes. ¿Como lograr que la industria también implemente esta filosofía en sus laboratorios? Este sería el propósito de mi trabajo poder recopilar información de laboratorios industriales que han implementado la filosofía lean y “Six Sigma” y poder determinar cuáles son las estrategias más comunes para implementar la filosofía. Con la información recopilada crear una plantilla que sea de herramienta para identificar desperdicios (“waste”) en los laboratorios.

Descripción de la Investigación

El estudio se basa en un análisis bibliográfico donde se buscará información de las industrias que han implantado el método lean y “Six Sigma” en sus laboratorios. A través de este se observará el auge en los últimos años de la metodología en los laboratorios industriales, sus beneficios principales,

razones principales de implementación y herramientas más usadas. Se hará una comparativa con estudios anteriores para ver su auge actual, las estrategias más usadas, razones principales por qué se implementa y los beneficios principales. Para así poder identificar el mejor enfoque de la filosofía en el laboratorio.

Luego de obtener la información más relevante se creará una plantilla con el insumo de la información y se pondrá a prueba la misma con una era específica del laboratorio para así documentar los hallazgos y poder identificar si la herramienta es efectiva para identificar desperdicios. Se analizará los resultados encontrados y se concluirá que desperdicio se identificó y su impacto.

Objetivos de la Investigación

Los objetivos principales es poder crear una plantilla útil que ayude a identificar los desperdicios presentes en el laboratorio y crear una guía para quienes buscan implementarla usando estudios de referencian desde el 2015 hasta la actualidad. El segundo objetivo es crear un estudio donde las industrias se interese más por esta filosofía en sus laboratorios y donde puedan observar los beneficios de tenerla.

Contribuciones de la Investigación

La contribución mayor sería que el estudio se use como referencia base para quienes quieran implementar la metodología en sus laboratorios y desconocen del tema. Además de aportar un análisis de las diferentes estrategias y sus ventajas con el enfoque en el laboratorio.

REVISIÓN DE LITERATURA

A pesar del amplio uso de Lean Six Sigma en áreas de manufactura, producción y logística, existe una cantidad limitada de investigaciones enfocadas en laboratorios de control de calidad, particularmente en laboratorios químicos y microbiológicos. Como se observa en la Tabla 1, la mayoría de los estudios identificados se concentran en procesos de manufactura, mientras que existe una menor cantidad de investigaciones relacionadas

específicamente con entornos de laboratorio. Esta situación evidencia que muchas industrias enfocan sus esfuerzos de optimización principalmente en las líneas de producción, dejando en segundo plano áreas críticas de apoyo como los laboratorios de control de calidad.

Tabla 1
Estudios identificados sobre Lean Six Sigma (LSS)

Autor	Título	Área	Industria
<i>R. Ajmera, P. Umarani y K. G. Valase [3]</i>	Textil: Lean Six Sigma (LSS)	Produce.	Textil
<i>Y. Trakulsunti, J. Antony y J. A. Douglas [4]</i>	Roadmap LSS para reducir errores de medicación	Hosp.	Health
<i>J. D. Hess y B. A. Benjamin [5]</i>	Universidad: procesos y cultura (LSS)	Adm.	Academic
<i>N. Magwaza y A. Pradhan [6]</i>	Lab. de agua: eficiencia y satisfacción (LSS)	Lab. agua	Tratamiento
<i>P. V. Sawalakhe, S. V. Deshmukh y R. R. Lakhe [7]</i>	Lab.: desempeño con Six Sigma	Lab. clín.	Health
<i>Thang Tran [8]</i>	Lab. I+D (química) en empresa de disp. méd.	Química	Disp. méd.
<i>V. Stoilkovi, J. Trajkovi y B. Stoilkovi [9]</i>	LSS: análisis de muestras en lab. de microbiología	Microbio	Biotec.
<i>Byrne, B., McDermott, O. y Noonan, J. [10]</i>	Planta farmacéutica: caso (LSS)	Empaque	Farmacéutica
<i>V. Thakur et al. [11]</i>	LSS: sobreuso de QC y costos	Bioq.	Health
<i>I. Daniyan et al. [12]</i>	DMAIC (LSS) para mejorar ensamble de bogies	Ens. (prod.)	Automotriz
<i>A. Shokri [13]</i>	Reducir scrap en pymes (LSS)	Produce.	Automotriz

Sin embargo, los laboratorios también presentan desperdicios operacionales, tiempos improductivos y oportunidades importantes de mejora continua. Entre los desperdicios más comunes se encuentran los tiempos de espera, movimientos innecesarios, errores de documentación, retrabajos, exceso de inventario y falta de organización del espacio de trabajo. Estos problemas afectan directamente la eficiencia operacional, la confiabilidad de los resultados analíticos y el cumplimiento de estándares regulatorios.

Diversos estudios han demostrado que la implementación de herramientas Lean y Lean Six Sigma en laboratorios permite mejorar la eficiencia de los procesos y reducir desperdicios. Magwaza y Pradhan [6] reportaron mejoras en eficiencia y satisfacción del cliente en laboratorios de análisis de agua mediante la implementación de Lean Six Sigma. De igual manera, Muiambo et al. [14] identificaron que los desperdicios más frecuentes en laboratorios farmacéuticos estaban relacionados con transporte, espera y defectos. Por otra parte, Elapanda et al. [15] demostraron que la integración

de Lean Six Sigma con sistemas de calidad ISO 17025 permitió reducir tiempos de ciclo y mejorar el desempeño general de laboratorios de ensayo.

Asimismo, investigaciones recientes han resaltado la efectividad de herramientas como 5S, DMAIC y Kanban para mejorar la organización, reducir tiempos de entrega y aumentar la capacidad operacional de los laboratorios [16], [17]. A pesar de estos avances, todavía existe una limitada cantidad de investigaciones enfocadas específicamente en la identificación sistemática de desperdicios dentro de laboratorios industriales de control de calidad. Esta limitada atención representa un vacío importante en la literatura y evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones que permitan adaptar estas metodologías al entorno de laboratorio.

Por esta razón, el presente estudio tiene como propósito analizar investigaciones relacionadas con la implementación de Lean y Six Sigma en laboratorios industriales de control de calidad, identificar las estrategias más utilizadas y desarrollar una herramienta que facilite la identificación de desperdicios operacionales en este tipo de ambiente. Además, se busca aportar una referencia práctica para futuras organizaciones interesadas en implementar metodologías de mejora continua en sus laboratorios.

METODOLOGÍA

El presente estudio es de tipo bibliográfico, con un enfoque cualitativo centrado en la revisión, análisis y síntesis de fuentes secundarias tales como artículos científicos, libros especializados y documentos disponibles en bases de datos académicas (Academia ProQuest and SCOPUS by Elsevier), incluyendo las de la Universidad Politécnica y la Universidad de Puerto Rico. La investigación tiene un carácter explicativo y descriptivo, ya que parte del objetivo general de identificar, clasificar y comprender las herramientas y enfoques Lean aplicados en laboratorios, tanto del ámbito industrial como del sector salud,

considerando que ambos comparten prácticas de ensayo y control.

Con base en este objetivo, se establecen criterios de inclusión que contemplan estudios publicados en los últimos diez años, con sustento teórico y evidencia práctica comprobada, centrados específicamente en la aplicación de la filosofía Lean en entornos de laboratorio. Se priorizarán aquellas investigaciones que aborden buenas prácticas de manufactura, calidad farmacéutica y Lean Manufacturing. Las palabras clave para filtrar los artículos fueron Laboratory, 5S, Microbiology, Chemistry, QC (Quality Control), Lean, kanban y SixSigma. Por el contrario, se excluirán artículos con más de dos décadas de antigüedad, sin respaldo académico o con un enfoque demasiado general del concepto Lean.

Los datos recopilados se analizarán mediante una matriz comparativa, considerando variables como herramientas utilizadas en el concepto lean (5S, Kaizen, SMED, entre otras), indicadores de mejora (reducción de tiempos, errores y desperdicios), barreras comunes y factores críticos de éxito. La información será organizada en categorías clave como organización del espacio, flujos de trabajo, cultura organizacional y cumplimiento regulatorio. Finalmente, los hallazgos permitirán proponer un modelo de buenas prácticas para la implementación de Lean en laboratorios de control de calidad.

RESULTADOS

Los resultados del análisis bibliográfico demuestran que no hay muchos estudios donde implementen la filosofía 5s con enfoque en el “waste” en los laboratorios. Pero comparando los estudios encontrados en la Tabla 2 se puede observar que el “waste” con mayor redundancia es la espera y la herramienta más usada son DMAIC y 5S.

De acuerdo con los resultados de la Figura 1 en relación con la evaluación basada en los principios de 5S, se observó que el criterio de “ordenar” presentó el mayor impacto, con un 67%, seguido

por “disciplina” con un 38% y “estandarización” con un 25%. Por otro lado, el criterio de “clasificar” mostró un impacto de 9%, mientras que “limpiar” no presentó impacto significativo.

Tabla 2
Artículos Revisados (Lean/Lean Six Sigma en laboratorios)

Artículo	Herr.	Desperdicio	Beneficio	Ref.
Waste assessment (formación)	Eval. waste	Transp.; espera; defectos	Identifica causas clave	Muimbo et al. (2021) [14]
Lab. ensayo (ISO 17025)	LSSDMAIC	Waste; ciclo largo	↓ ciclo; ↓ defectos	Elapanda et al. (2019) [15]
Entrega resultados (lab.)	5SKanban	Desorg.; sin trazab.; espera	↓ tiempo de reporte	Mallma Tapia (2021) [16]
Tiempos reporte (lab. quim.)	5SKanban	Desorden; sin MP; tiempo inf.; sin CV	↓ reporte; ↑ capacidad; ahorros	Núñez López (2026) [17]
Inv. reactivos (lab. quim.)	DMAIC/5S	Espera; desabast.; sobrestock	-90% tiempo de invent.	Mouliert & Michael (2024) [18]
Eficiencia lab. QC	LSSDMAIC	Sobreuso QC; defectos proceso	↓ materiales y costos	Lestari & Sibero (2022) [19]

Criterio	Pregunta	Cumple o no cumple	Clasificación del desperdicio (Lean)	Puntuaje	Meas. o recomendaciones	Total	Impacto
CLASIFICAR	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.	9%	Bajo
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se clasifican los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
ORGANIZAR	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.	47%	Mediano
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se organizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
LIMPIAR	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.	4%	Bajo
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se limpian los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
ESTANDARIZAR	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.	25%	Bajo
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se estandarizan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
DISCIPLINAR	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.	38%	Mediano
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		
	¿Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.?	Siempre	Desperdicio de transporte	1	Se disciplinan los materiales por tipo de material, uso, frecuencia de uso, etc.		

Figura 1
Herramienta 5S y Waste

En el Gráfico 1 se observa insumo del análisis de “waste” el cual evidencian que el desperdicio con mayor incidencia fue el de defectos (32%), seguido por el movimiento innecesario (23%) y la espera (14%). Estos hallazgos sugieren una relación directa entre la falta de organización, la ausencia de estandarización y la generación de errores en los procesos de laboratorio.



Gráfico 1
Análisis de Waste

DISCUSIÓN

Al final los criterios más afectados de 5s es ordenar y disciplina y el “waste” que se identificó con mayor ocurrencia es defecto. Esto guarda una relación directa ya que un laboratorio desorganizado puede tener más impacto en general el defecto. Por ejemplo, una pregunta dice si las gavetas están identificadas y si guarda los objetos para lo cual están identificada, una presencia de gavetas mal identificadas o con materiales incorrectos puede inducir errores en la selección de insumos por parte del analista, lo que resulta en la generación de defectos y afecta la confiabilidad de los resultados. La pregunta donde si los “logbook” están vigente y revisado sino no se cumple la falta de revisión oportuna de los “logbooks” representa una debilidad en el control de los procesos, ya que permite que errores operacionales no sean detectados ni corregidos a tiempo. Esta situación contribuye directamente a la generación de defectos, así como a otros desperdicios como espera y sobre procesamiento, debido a la necesidad de retrabajo o validaciones adicionales.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean, particularmente mediante la herramienta 5S, no es común en entornos de laboratorio, a pesar de su alto potencial para mejorar la eficiencia operativa. La herramienta desarrollada en este estudio permitió identificar los principales desperdicios presentes, así como las áreas de oportunidad dentro de los pilares de 5S.

Los resultados evidenciaron que los criterios de orden y disciplina son los más críticos, influyendo directamente en la generación de desperdicios como defectos, movimiento innecesario e inventario. Se recomienda fortalecer la cultura organizacional mediante capacitación continua y la participación del personal en iniciativas de mejora. La implementación de un sistema robusto de 5S contribuye significativamente a la reducción de desperdicios, al mejoramiento de la calidad y a la sostenibilidad de los procesos en el laboratorio.

REFERENCIAS

- [1] L. Dekier, "The origins and evolution of Lean management system," in *Journal of International Studies*, vol. 5, no. 1, pp. 46–51, 2012. Doi: <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2012/5-1/6>.
- [2] J. D. Hess & B. A. Benjamin, "Applying Lean Six Sigma within the university: Opportunities for process improvement and cultural change," in *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 6, no. 1, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2014-0036>.
- [3] R. Ajmera, P. Umarani & K. G. Valase, "Lean Six Sigma implementation in textile industry," in *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2017, pp. 1670–1676.
- [4] Y. Trakulsunti, J. Antony & J. A. Douglas, "Lean Six Sigma implementation and sustainability roadmap for reducing medication errors in hospitals," in *The TQM Journal*, vol. 33, no. 1, pp. 33–55, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1108/TQM-03-2020-0063>.
- [5] J. D. Hess & B. A. Benjamin, "Applying Lean Six Sigma within the university: Opportunities for process improvement and cultural change," *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 6, no. 1, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2014-0036>.
- [6] N. Magwaza & A. Pradhan, "Application of Lean Six Sigma in water testing laboratory to increase efficiency and enhance customer satisfaction," in *Proceedings of the South American International Industrial Engineering and Operations Management Conference*, 2022, pp. 19–21.
- [7] P. Sawalakhe, S. Deshmukh & R. Lakhe, "Evaluating performance of testing laboratory using Six Sigma," in *International Journal of Innovations in Engineering and Science*, vol. 1, no. 1, pp. 13–20.
- [8] T. Tran, *Implementation of Lean Six Sigma principles in an analytical research and development chemistry laboratory* (Doctoral dissertation), ProQuest, 2011.
- [9] V. Stoiljković, J. Trajković & B. Stoiljković, "Lean Six Sigma sample analysis process in a microbiology laboratory," *Journal of Medical Biochemistry*, vol. 30, 2011. Doi: <https://doi.org/10.2478/v10011-011-0018-2>.
- [10] B. Byrne, O. McDermott & J. Noonan, "Applying Lean Six Sigma methodology to a pharmaceutical manufacturing facility: A case study," in *Processes*, vol. 9, no. 3, pp. 550, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/pr9030550>.
- [11] V. Thakur, O. Akerele, N. Brake, M. Wiscombe, S. Broderick, E. Campbell & E. Randell, "Use of a Lean Six Sigma approach to investigate excessive quality control (QC) material use and resulting costs," in *Clinical Biochemistry*, vol. 112, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2022.12.001>.
- [12] I. Daniyan, A. Adeodu, K. Mpfu, R. Maladzhi & M. G. Kana-Kana Katumba, "Application of Lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry," in *Heliyon*, vol. 8, no. 3, e09043, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>.
- [13] A. Shokri, "Reducing the scrap rate in manufacturing SMEs through Lean Six Sigma methodology: An action research," in *IEEE Engineering Management Review*, vol. 47, no. 3, pp. 104–117, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2931184>.
- [14] C. C. E. Muiambo, I. M. Joao & H. V. G. Navas, "Lean waste assessment in a laboratory for training chemical analysts for the pharmaceutical industry," in *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 13, no. 1, 178–202. Doi: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2020-0184>.
- [15] S. Elapanda, U. V. A. Rao & K. S. Choudary, "Integration of Lean Six Sigma framework in testing laboratories quality management system with specific reference to ISO 17025," in *Journal of Management*, vol. 10, no. 3. Doi: <https://doi.org/10.34218/JOM.6.3.2019.001>.
- [16] J. R. Mallma Tapia, *Aplicación de Lean Manufacturing en laboratorios para reducir el tiempo de entrega de resultados de los análisis*, 2021. Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18052>.
- [17] W. S. Núñez López, *Reducción de tiempos de reporte aplicando herramientas de manufactura esbelta en un laboratorio químico*, 2026. Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/33616>.
- [18] P. Mouliert & A. Michael, *Optimización de la eficiencia: un enfoque 5S/DMAIC para la gestión del inventario de reactivos en un laboratorio químico*, 2024.
- [19] D. Lestari & A. Subroto, "Performance efficiency of quality control laboratory through implementation of Lean operation," in *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, vol. 24, pp. 64–72, 2022. Doi: <https://doi.org/10.9744/jmk.24.1.64-72>.