

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN UNA MYPE DEL SECTOR LAVANDERÍA APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Leonardo Manuel Martínez Montoya

Código 20191223

Diego Francisco Monge Figueroa

Código 20191326

Asesor

Richard Nicholas Meza Ortiz

Lima – Perú

Junio de 2025



**IMPROVING PRODUCTIVITY IN A SME IN
THE LAUNDRY SECTOR BY APPLYING
LEAN TOOLS**

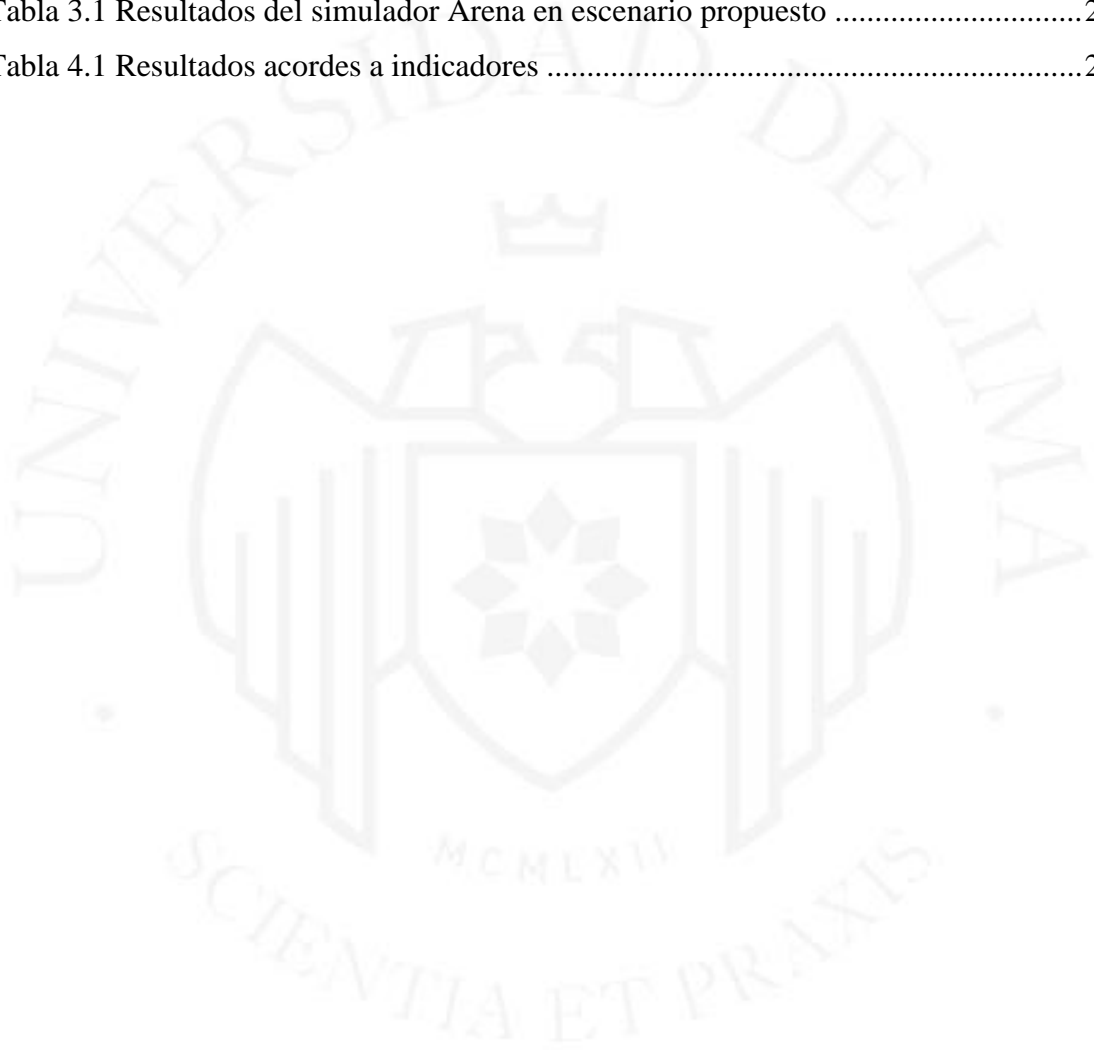
TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. METODOLOGÍA	13
3. RESULTADOS	23
4. DISCUSION	25
5. CONCLUSIONES	27
REFERENCIAS	29



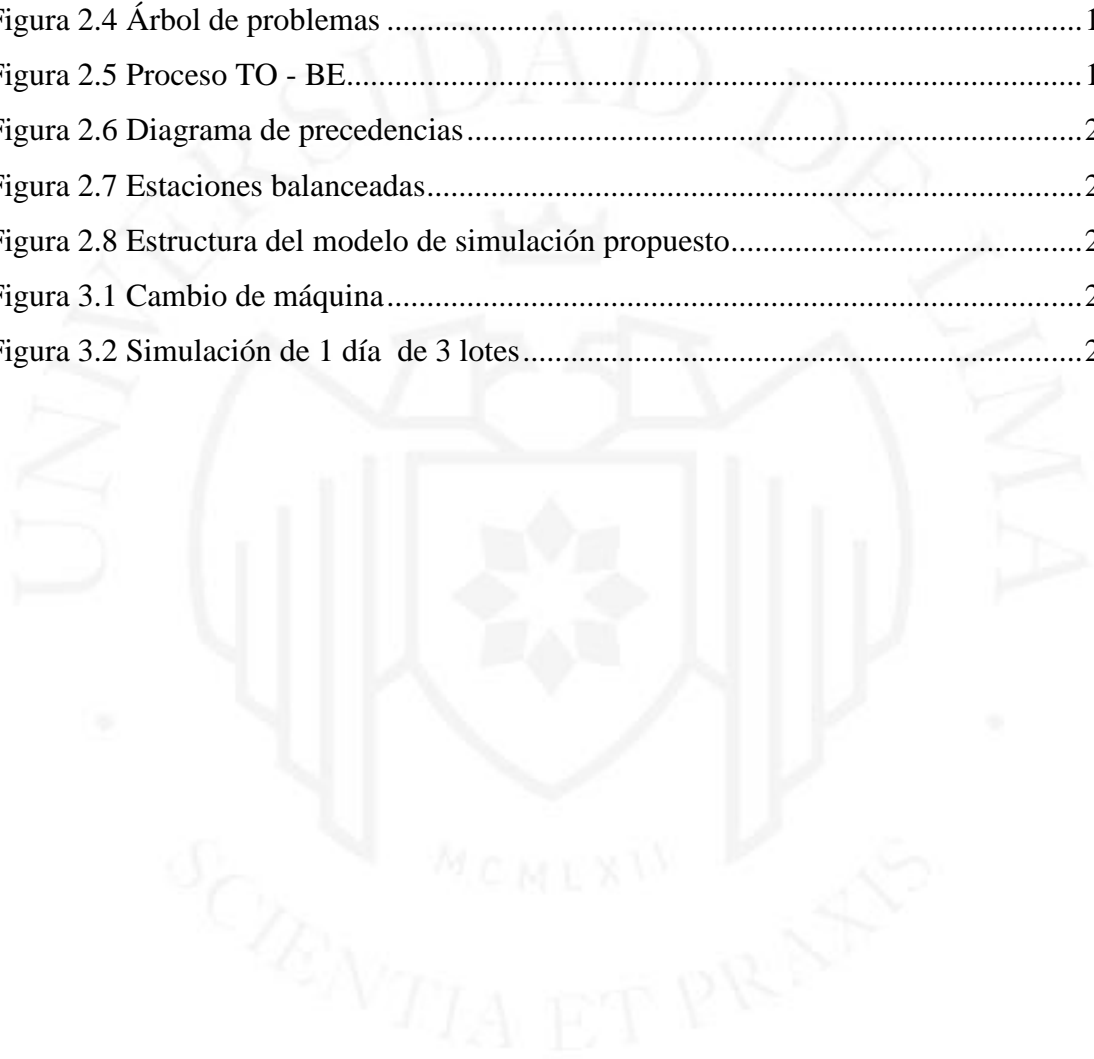
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Estudio de tiempos.....	15
Tabla 2.2 Actividades internas – externas actual (SMED).....	19
Tabla 2.3 Actividades internas – externas futuro (SMED).....	19
Tabla 2.4 Estaciones balanceadas	21
Tabla 3.1 Resultados del simulador Arena en escenario propuesto	23
Tabla 4.1 Resultados acordes a indicadores	26



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Prisma.....	11
Figura 2.1 Diseño macro de la solución	13
Figura 2.2 Proceso AS – IS	14
Figura 2.3 Diagrama VSM.....	16
Figura 2.4 Árbol de problemas	17
Figura 2.5 Proceso TO - BE.....	18
Figura 2.6 Diagrama de precedencias.....	20
Figura 2.7 Estaciones balanceadas.....	21
Figura 2.8 Estructura del modelo de simulación propuesto.....	22
Figura 3.1 Cambio de máquina.....	24
Figura 3.2 Simulación de 1 día de 3 lotes.....	24



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estudio de tiempos31



MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN UNA MYPE DEL SECTOR LAVANDERÍA APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN

Autor(es)

20191326@aloe.ulima.edu.pe

20191226@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: Esta propuesta busca resolver la baja productividad de una MYPE peruana del sector lavandería mediante la aplicación de herramientas Lean, específicamente estandarización de procesos, SMED y balance de línea. La metodología se desarrolló en tres etapas: diagnóstico, aplicación de la mejora y validación de resultados con simulación. Se identificaron ineficiencias en la clasificación de prendas, subutilización de maquinaria y largos tiempos de cambio entre lotes, afectando la productividad y al cumplimiento de pedidos. A través del rediseño de procesos y simulación en el software Arena, se logró reducir el lead time en 32%, aumentar la eficiencia de la línea de 43% a 92%, duplicar la productividad y disminuir el tiempo de cambio máquina en 55%. La propuesta demostró ser efectiva sin incurrir en costos adicionales. El impacto económico de la propuesta de valor es de \$16,844 anuales sustentados en la mejora de productividad.

Palabras Clave: Lean Management, Productividad, Estandarización, SMED, Balance de línea

Abstract: This proposal aims to address the low productivity of a Peruvian micro and small enterprise (MYPE) in the laundry sector through the application of Lean tools, specifically process standardization, SMED, and line balancing. The methodology was developed in three stages: diagnosis, implementation of improvements, and validation of results through simulation. Inefficiencies were identified in garment classification, underutilization of machinery, and long changeover times between batches, which negatively affected productivity and order fulfillment. Through process redesign and simulation using Arena software, lead time was reduced by 32%, line efficiency increased from 43% to 92%, productivity was doubled, and machine changeover time was reduced by 55%. The proposal proved to be effective without incurring additional costs. The economic impact of the value proposition amounts to \$16,844 annually, supported by the improvement in productivity.

Keywords: Lean Management, Productivity, Standardization, SMED, Line Balancing

1. INTRODUCCIÓN

Las micro y pequeñas empresas (MYPEs) en Perú, al igual que en otras partes de América Latina, surgen en contextos sociales complejos y desafiantes. Según datos reportados por ComexPerú (2022), estas empresas constituyen alrededor del 96% del total de negocios en el país (párr. 2). Sin embargo, a pesar de su importancia en la economía nacional, muchas enfrentan serias limitaciones en su gestión operativa, lo que restringe su crecimiento y competitividad.

De esta manera, el artículo se centra en el sector de servicios MYPE, específicamente en el rubro de lavandería, el cual forma parte de las actividades terciarias con mayor crecimiento urbano en los últimos años, impulsado por el incremento de hogares con doble jornada laboral y la transformación de los hábitos de consumo. Cárdenas Huamán, Chang, Chuquipul y Guevara (2023) reportan que el 57% de los limeños utiliza servicios de lavandería al menos una vez al mes, debido a que no cuentan con el tiempo necesario para esta labor (p. 4). Dicha cifra refleja una demanda sostenida para este tipo de negocios.

No obstante, a pesar de esta creciente demanda, muchas lavanderías presentan problemáticas estructurales que limitan su desarrollo. Según Huanca (2014), en los diversos procesos de las lavanderías comerciales se identificaron deficiencias como desbalance en la carga laboral (15.1%), pérdida de boletas en el proceso (11.8%), falta de un programa de capacitación (11.6%), errores en el registro de prendas (8.3%), entre otros factores que afectan la eficiencia y calidad del servicio (p. 70). Estos problemas generan tiempos muertos, desperdicios y errores recurrentes, así como una baja utilización de la capacidad instalada, desafíos que son frecuentes en el sector.

Estos problemas impactan de forma directa en la calidad del servicio, ya que generan reprocesos, pérdidas de tiempo y una notable disminución en la productividad. Esta situación pone de manifiesto la necesidad urgente de implementar herramientas de gestión y mejora continua, como Lean Management, con el propósito de optimizar los procesos operativos, reducir los costos y elevar los estándares de calidad en el servicio que ofrecen las lavanderías peruanas. En este contexto, resulta fundamental analizar de manera específica las problemáticas que enfrentan las MYPEs del sector lavandería.

Acorde al objeto de estudio, es clave comprender las problemáticas presentes en la MYPE de servicio de lavandería. Como objeto de estudio, se presenta a una lavandería

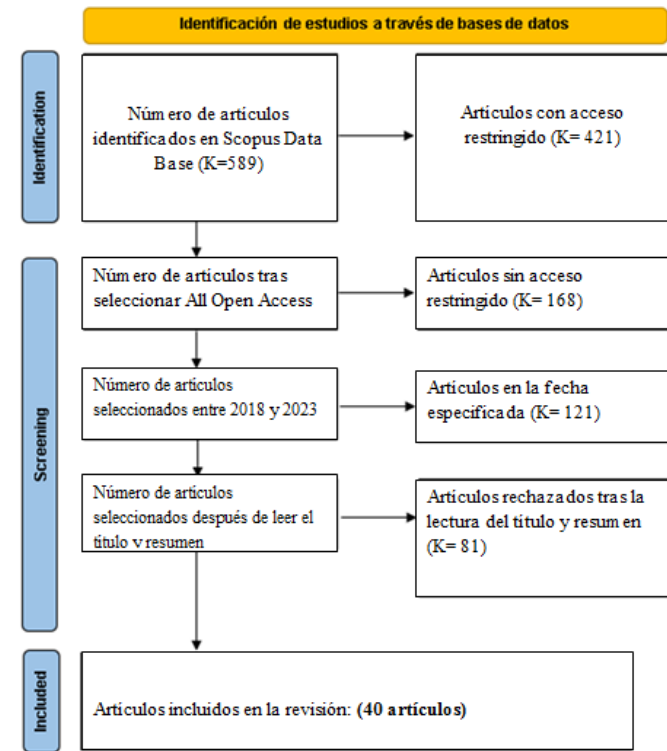
comercial que da diferentes tipos de servicio. Se centró en el servicio de lavado al peso dado el 42% de participación respecto a los otros servicios. De esta manera, se identificó el incumplimiento de los pedidos (retrasos de entrega) en un 24% promedio causando malestar al cliente. Se concluyó que es debido a una baja productividad de 0.35 Kg/(S/.) acorde a nuestra demanda donde a través del árbol de problemas y un estudio de tiempos, se concluyó que es ocasionado por 3 causas principales que son una deficiente gestión en la clasificación de la ropa sucia (43.10 min promedio), un porcentaje de utilización de las máquinas muy bajo (38%) y un tiempo de cambio elevado entre lotes (97.16 min promedio). Estos indicadores buscan ser optimizados a través de herramientas Lean buscando mejorar la productividad reduciendo costos. De esta manera, se plantea la pregunta: ¿Cómo puede mejorar la productividad de una empresa MYPE de servicio de lavandería utilizando herramientas de ingeniería con enfoque Lean?

Por un lado, SMED es una técnica que nos aportará a reducir los tiempos de cambio entre lotes. Los investigadores señalan esta técnica como la mejor alternativa para reducir tiempos inutilizados durante la preparación de un nuevo lote. Por otro lado, la técnica de proceso estandarizado constituye una herramienta esencial en la optimización operativa, ya que permite minimizar tiempos ociosos, eliminar retrabajos y asegurar la consistencia en la calidad del producto o servicio. Este enfoque se orienta a definir y aplicar el método más eficiente para la ejecución de cada tarea dentro del tiempo definido, asegurando su correcta realización desde el primer ciclo (Womack & Jones, 1996, p.113).

Como se conoce, la eficiencia es un indicador clave en los procesos productivos. Por este motivo, el equilibrio de todos los tiempos de ciclo (takt time) de los procesos en la línea de producción es esencial para evitar desperdicios muda como la sobreproducción, los tiempos de espera, los reprocesos y los movimientos innecesarios de personas o máquinas. (Ismail et al., 2023, p. 1). De esta manera, se concluye que cada estación de cualquier proceso está balanceada.

Figura 1.1

Prisma



Como fue observado en un caso de estudio, la implementación de la herramienta de trabajo estandarizado, con el objetivo de mitigar la producción de unidades no conformes, generó una mejora en la eficiencia del proceso en el área de teñido, evidenciada por una reducción del 9.4% en los tiempos operativos. (Sánchez et al., 2022, p. 430). Por otro lado, la implementación de la estandarización operativa permitió optimizar la secuencia de tareas y reducir los tiempos improductivos en el proceso, lo que se tradujo en un incremento del nivel de aprovechamiento de la maquinaria, pasando de un 79% a un 85%. Este resultado refleja una mejora sustancial en la eficiencia del uso de los recursos disponibles (Palomino et al., 2024, p.7). Todo esto concluye que esta herramienta es útil para reducir tiempos lo que conlleva a una mejora de la productividad.

La aplicación efectiva de herramientas Lean requiere la estructuración de un modelo sustentado en un pilar fundamental: la estandarización de procesos. Esta herramienta constituye la base metodológica sobre la cual se apoya la implementación coherente de otras prácticas Lean. Su objetivo principal es fomentar la eficiencia operativa y garantizar la uniformidad en la ejecución de las actividades dentro de las

estaciones de trabajo. (Mouaky et al., 2019, p.4). Asimismo, investigadores sostienen que, en el contexto de la mejora del nivel de servicio en el sector productivo peruano, la metodología Lean se ve reforzada mediante la aplicación de herramientas como el Value Stream Mapping (VSM), el balanceo de líneas, la redistribución física de planta y la implementación de la metodología 5S, (Collao-Díaz et al., 2024, p. 25). Esta conclusión es muy importante ya que esta investigación utiliza dos de las tres herramientas mencionadas.

SMED es una técnica que se empleará para mejorar el tiempo de cambio entre lotes del caso de estudio, de manera que este no supere los diez minutos volviendo la producción del servicio más esbelta. Acuerdo a un estudio realizado, los hallazgos derivados de la revisión sistemática indican que la implementación de la metodología SMED ha generado impactos cuantificables en diversos indicadores operacionales. Específicamente, se identificó una mejora promedio del 42% en la eficiencia temporal de los procesos, un incremento del 35% en la productividad operativa, una reducción del 15% en los costos asociados a la producción y una disminución del 8% en los niveles de merma, conforme a los estudios incluidos en el análisis (Dávalos et al., 2023, p.6). Otro estudio señala que con la aplicación de la metodología SMED, se logró una reducción significativa en el tiempo de cambio de máquina, disminuyendo de 18.6 minutos a 8.9 minutos, lo que representa una mejora del 52.22%. Estos avances contribuyen a optimizar la eficiencia operativa y a disminuir tiempos muertos en el proceso (Silva-Castro et al., 2025, p. 206)

Nuestra herramienta de balance de línea se basa en la mejora de eficiencia de nuestras estaciones aplicada con la teoría de restricciones. Una tesis elaborada en Perú resalta el desarrollo de un modelo de balance de línea basado en realizar 5 pasos de la teoría de restricciones (TOC): identificar la restricción, explotar la restricción, subordinar todo a la restricción, elevar la restricción y verificar si existe una nueva restricción donde se encontró una mejora en el costo unitario del producto de vidrio templado de S/. 77.34 a S/.69.11(Escalante, 2021, p. 220). El proceso para iniciar el balance de línea comienza con la definición e identificación detallada de todas las tareas que conforman el proceso productivo. A continuación, se debe cuantificar el tiempo estándar para la ejecución de cada tarea. Posteriormente, es preciso determinar los recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para la realización eficiente de dichas tareas. Finalmente, se

establece el orden secuencial de ejecución, asegurando la correcta sincronización y flujo dentro de la línea de producción (Suñe et al., 2004, 112).

El conjunto de estas herramientas presenta el modelo del presente caso de estudio. Todas parten del concepto Lean Manufacturing. Algunas consideraciones encontradas para la implementación eficaz de estas herramientas incluyen que para cumplir los objetivos; se requiere el compromiso de toda la organización tanto administrativos como el personal operativo, los cuales deben estar preparados y concientizados de los cambios.

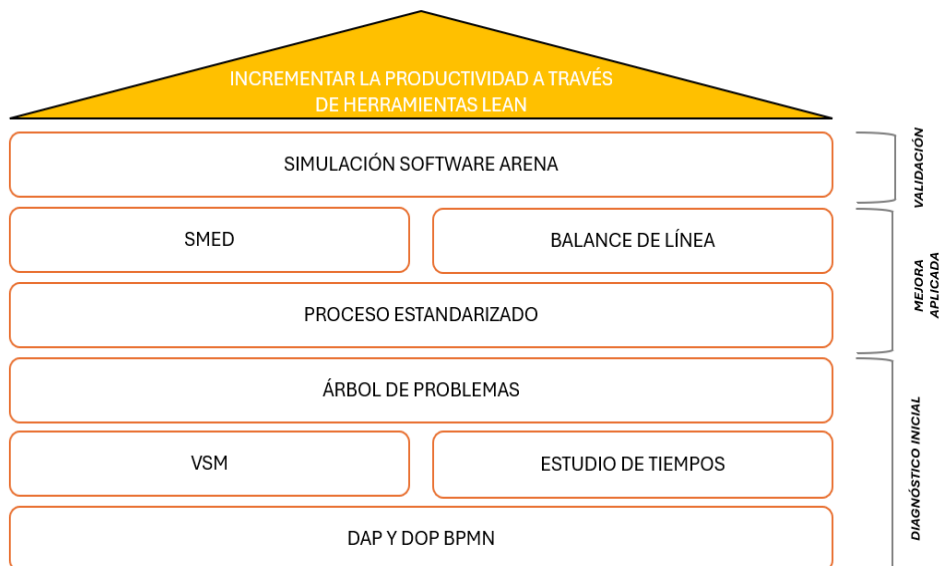
Acorde a lo expuesto y a la pregunta de investigación mencionada líneas arriba, nuestra hipótesis es que la propuesta de mejora a través de herramientas Lean en una MYPE de servicio de lavandería incrementa la productividad en un 58% reduciendo costos y logrando el cumplimiento de pedidos deseado.

2. METODOLOGÍA

El diseño macro de la solución de la investigación se dividió en tres etapas: diagnóstico inicial, elaboración de la mejora aplicada y validación de resultados. Se presenta el diseño metodológico de la solución.

Figura 2.1

Diseño macro de la solución



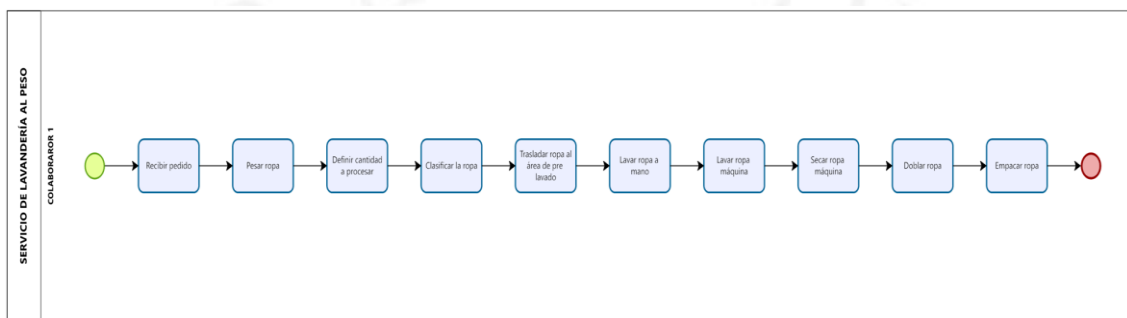
El diagnóstico inicial del caso de estudio parte de un levantamiento de la información mapeando los procesos de la cadena productiva con el objetivo de construir

un árbol de problemas que nos indique objetivamente los principales dolores de la situación actual de la empresa.

Se empezó identificando todos los elementos del proceso a través de flujogramas y DAP con lenguaje BPMN con el objetivo de realizar un estudio de tiempos y construir un VSM inicial. Se descompuso las estaciones y tareas en elementos con la colaboración de los trabajadores. En la figura 2.1, se puede visualizar el proceso AS IS, donde a primeras impresiones se concluye como un proceso estructurado y lineal.

Figura 2.2

Proceso AS - IS



Seguido de esto, se realizó un estudio de tiempos nos permitirá identificar ineficiencias y eliminar desperdicios. Para realizar el estudio de tiempos, se evaluó el tiempo de cada actividad, el cuál fue obtenido de esta manera.

$$TOP \text{ (Tiempo observado promedio)} = \frac{\text{(Suma de tiempos realizados para cada elemento)}}{\text{Número de observaciones}}$$

Para determinar las observaciones necesarias y posteriormente obtener su promedio, se aplicó una fórmula estadística que permite establecer la cantidad adecuada de observaciones para normalizar el tiempo de trabajo (Andrade, A. et al., 2019, p. 86). Al respecto, es necesario estandarizar el tiempo para el desempeño del trabajo o parte de él (Render & Heizer, 2017, p. 211):

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot X_{prom}} \right)^2$$

En el estudio se utilizó un valor $K=1.645$ para obtener un nivel de confianza del 90%. Asimismo, se utilizó un margen de error deseado de 0.05 para algunas actividades y 0.1 para otras de acuerdo con la criticidad. Se presentan los tiempos de cada elemento. El detalle de las muestras se visualiza en el ANEXO 1.

Tabla 2.1

Estudio de tiempos

N°	Descripción	Tiempo	Otros tiempos	Total (min)	Takt time
1	Recibir pedido	2	0	2	0.14
2	Pesar ropa	1	0	1	0.07
3	Definir cantidad y monto a lavar	0.5	6	6.5	0.45
4	Depositar ropa al peso en primer espacio	1	2	3	0.21
5	Clasificar la ropa	25	18	43	2.97
6	Espera lote en proceso	0	97.5	97.5	6.72
7	Trasladar la ropa al área de prelavado	1	0	1	0.07
8	Lavar ropa a mano	5	0	5	0.34
9	Devolver ropa a área para lavar máquinas	1	0	1	0.07
10	Ciclo de lavado	45	15	60	4.14
11	Ciclo de secado	45	15	60	4.14
12	Doblar ropa	20	5	25	1.72
13	Empacar y colocar etiquetas	1	2	3	0.21
14	Colocar área de PT	2	0	2	0.14
	TOTAL	149.5	160.5	310	21.38

Realizado el flujograma del proceso y con los tiempos estándar de cada actividad, se procede a realizar el VSM de diagnóstico inicial de manera que se puede identificar desperdicios, cuellos de botella, tiempos de cambio y cantidad de carga en proceso evaluando si la línea del proceso es eficiente acorde a la demanda del mercado.

Figura 2.3

Diagrama VSM

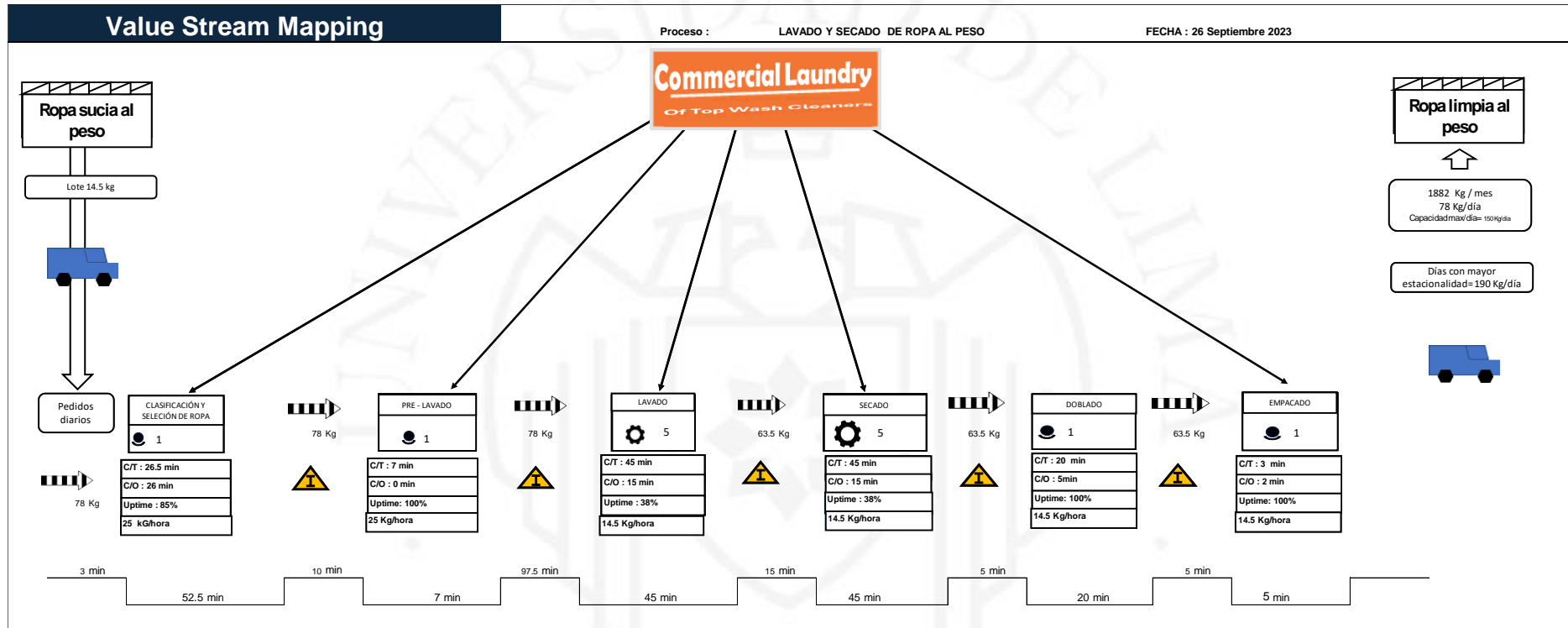
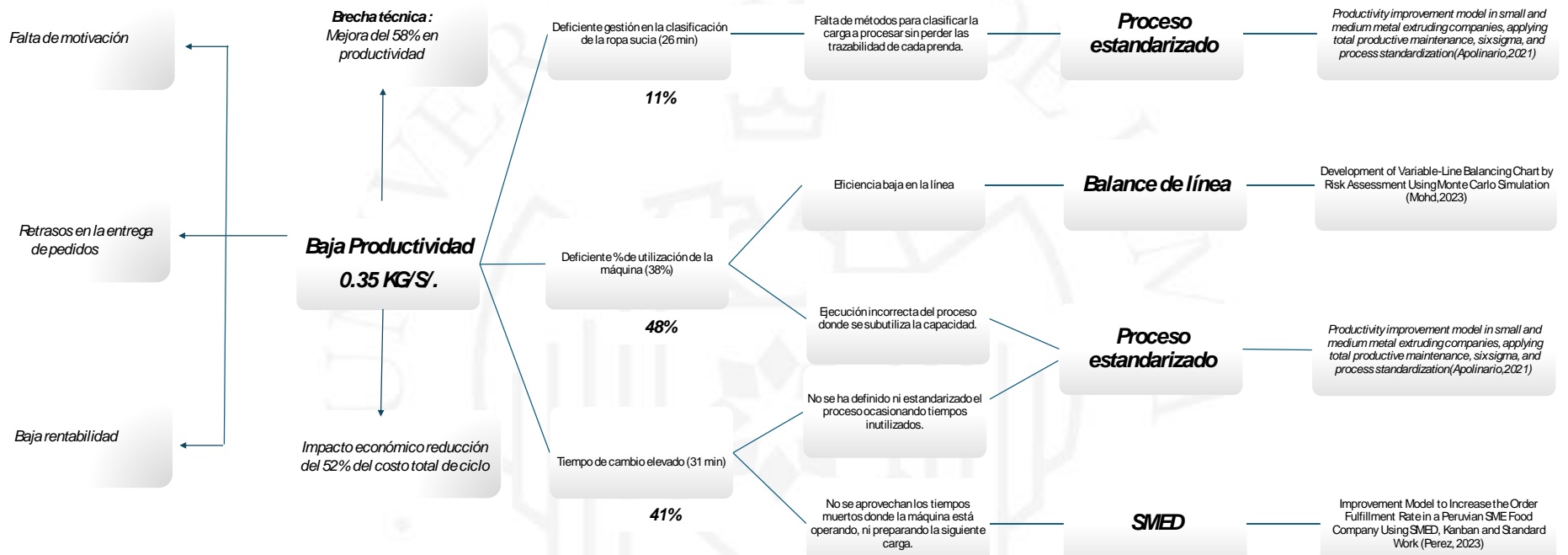


Figura 2.4

Árbol de problemas



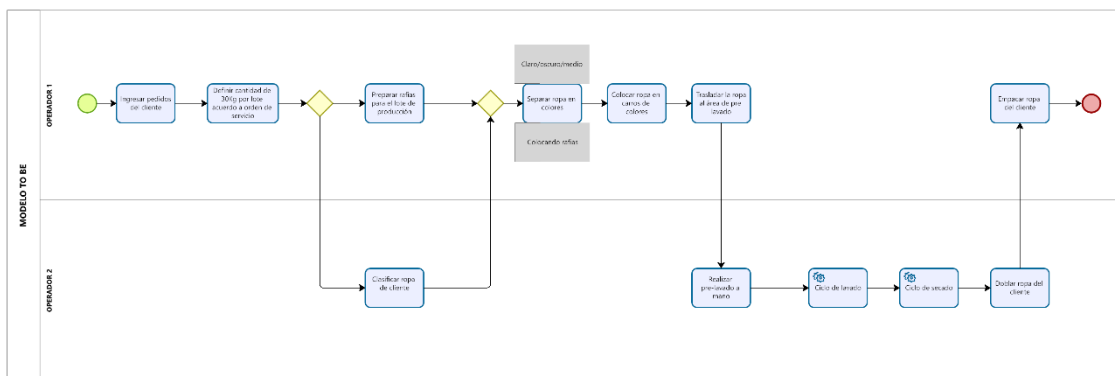
Acorde al árbol de problemas realizado a través del VSM y en colaboración con los trabajadores, se puede visualizar que gran parte del problema es debido a una baja utilización de la capacidad de las lavadoras representando el 48% de la baja productividad. Las máquinas estaban utilizando 2.9 Kg/carga cuando pueden llegar hasta 7Kg/carga. Además, se tiene un tiempo de cambio elevado (31 min.) donde en vez de aprovechar el tiempo para preparar otro lote de manera anticipada, se espera a que se termine de producir la carga ocasionando esperas innecesarias. Por último, no se tiene un método para procesar los lotes combinándolos de manera que no se pierda la trazabilidad de carga de cada cliente y de esta manera la calidad del producto no se vea afectado.

Nuestro componente de mejora aplicada está compuesto de tres herramientas: proceso estandarizado para atacar la deficiente gestión en la clasificación del lote a procesar y la subutilización de la capacidad de la máquina, SMED para los tiempos de cambio elevado y balance de línea para la eficiencia de esta.

Se presenta el proceso TO-BE a través de la herramienta de proceso estandarizado con la finalidad de poder tener un proceso que nos permita tener trazabilidad al momento de clasificar la ropa a procesar y de esta manera poder juntar cargas de diferentes clientes que nos ayudará a utilizar el 90% de la capacidad de la máquina. Las actividades de clasificación de ropa a través de rafias, prelavado, lavado y secado tienen un procedimiento específico donde se visualiza el paso a paso de la actividad.

Figura 2.5

Proceso TO - BE



En segundo lugar, se presenta la herramienta utilizada de SMED donde, una vez definido el nuevo proceso, se disgregó las tareas en internas y externas de manera que se aprovechen las actividades; mientras que, la máquina está operando.

Tabla 2.2*Actividades internas – externas actual*

ANTES					
Letra	N°	Descripción	Tiempo minutos	Clasificación	
				Interna	Externa
A	1	Recibir pedido	2		X
B	2	Pesar ropa	1		X
C	3	Definir cant y monto a lavar	6.5		X
D	4	Depositar ropa al peso en primer espacio	3		X
E	5	Clasificar la ropa	43	X	
F	6	Espera lote en proceso	97.5	X	
G	7	Trasladar la ropa al área de prelavado	1	X	
H	8	Lavar ropa a mano	5	X	
I	9	Devolver ropa a área para lavar máquinas	1		
J	10	Ciclo de lavado	60	X	
K	11	Ciclo de secado	60	X	
L	12	Doblar ropa	25		X
M	13	Empacar y colocar etiquetas	3		X
N	14	Colocar área de PT	2		X
Suma tareas =			310	0.0	

Tabla 2.3*Actividades internas – externas futuro*

PROPUESTO					
Letra	N°	Descripción	Tiempo minutos	Clasificación	
				Interna	Externa
A	1	Definir cantidad de 30Kg por lote acuerdo a OS	8.6		X
B	2	Preparar rafias para el lote de producción	12.5		X
C	3	Clasificado de ropa de cliente con rafias	27.4		X
D	4	Separación de ropa en colores	7.5		X
E	5	Colocar ropa en Carros de colores	2		X
F	6	Trasladar la ropa al área de prelavado	0.5		X
G	7	Prelavado	25	X	
H	8	Trasladar la ropa al área de lavado	0.5	X	
I	9	Inicio ciclo lavado	50	X	
J	10	Inicio ciclo secado	50	X	
K	11	Traslado área de doblado	0.5		X
L	12	Doblar ropa por cliente	18.6		X
M	13	Empacar y colocar etiquetas	14.3		X
N	14	Colocar área de PT	0.5		X
Suma tareas =			217.9	0.0	

De esta manera, el proceso estandarizado complementa a la herramienta SMED de manera que quede definido cómo combinar cargas a través de rafias (cinta de marcaje) teniendo trazabilidad y definiendo las tareas internas y externas aprovechando los tiempos de la máquina para preparar la siguiente carga.

Por último, se aplicó el balance de línea de manera que sepamos a qué ritmo trabajar acorde a nuestra demanda y nuestra línea incremente su eficiencia.

Las fórmulas utilizadas en el balance de línea para conocer el takt time (1) (ritmo de producción balanceado), Número de estaciones necesarias (2) y eficiencia de las estaciones (3) se presentan líneas abajo.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ diaria} \quad (1)$$

$$N^{\circ}\ estaciones = \frac{\sum Tiempos\ de\ tareas}{Takt\ time} \quad (2)$$

$$Eficiencia = \frac{\sum Tiempos\ de\ tareas}{N^{\circ}\ estaciones \times Takt\ time} \quad (3)$$

Se realizó el diagrama de precedencias de cada actividad y en posterior, se hizo el balance de línea calculando las estaciones necesarias.

Figura 2.6

Diagrama de precedencias

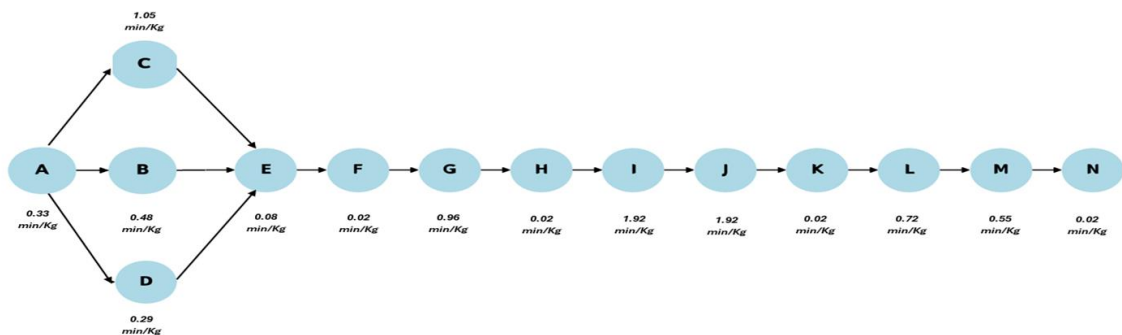


Tabla 2.4

Estaciones balanceadas

Estación	Tarea Disponible	Tarea i	Ti	Tacumj	Dij	¿Asig.?
I	{A}	A	0.28	0.28	0.28	Si
	{A,B,C,D}	C	1.05	1.33	0.96	Si
	{A,B,C,D}	B	0.48	1.81	0.48	Si
	{A,B,C,D}	D	0.29	2.1	0.19	Si
	{E,F}	E	0.08	2.18	0.11	Si
	{E,F}	F	0.02	2.2	0.09	Si
II	{G,H,K,L,M,N}	G	0.96	1.0	1.33	Si
	{G,H,K,L,M,N}	H	0.02	1.0	1.31	Si
	{G,H,K,L,M,N}	K	0.02	1.0	1.29	Si
	{G,H,K,L,M,N}	L	0.72	1.7	0.57	Si
	{G,H,K,L,M,N}	M	0.55	2.3	0.02	Si
	{G,H,K,L,M,N}	N	0.02	2.3	0.01	Si
III	{I}	I	1.92	1.67	0.62	Si
IV	{J}	J	1.92	1.67	0.62	Si

Figura 2.7

Estaciones balanceadas

Distribución de Tareas por Estación - Balance de Línea (con tiempos)

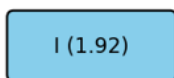
Estación I - Preparación y clasificación



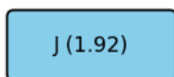
Estación II - Prelavado y empacado



Estación III - Lavado



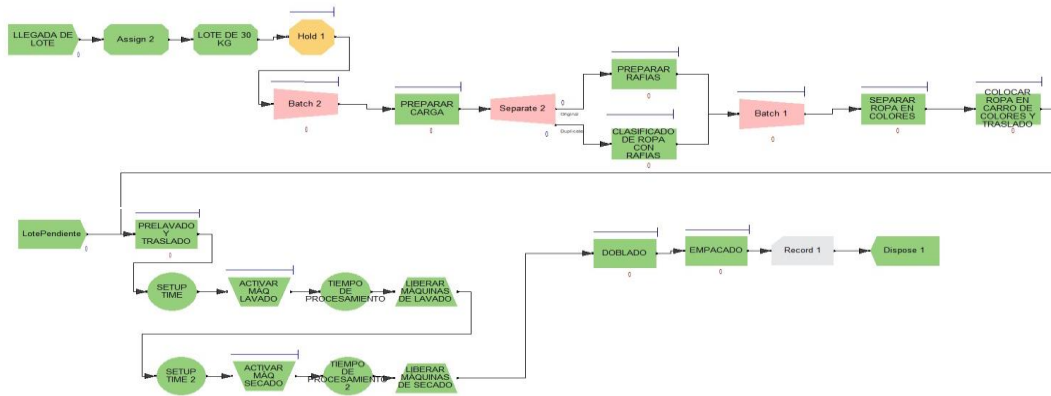
Estación IV - Secado



A partir de lo realizado, se modeló el proceso propuesto a través del software Arena. Como se observa, se presenta el modelo en Arena subdividido en 4 estaciones acorde al balance de línea: Preparación y Clasificación, Prelavado y empacado, Lavado y Secado.

Figura 2.8

Estructura del modelo de simulación propuesto



Este modelo fue alimentado con la información del diagnóstico, así como para las nuevas actividades cómo la preparación de rafias y la clasificación de la ropa fue tomado a través de un estudio de tiempos realizado de la misma manera explicada anteriormente con el mismo nivel de confianza obteniendo 30 muestras y 24 muestras para ambas actividades respectivamente.

3. RESULTADOS

Con base en los resultados obtenidos de la simulación en Arena, se puede realizar una comparación clara entre la situación inicial (diagnóstico) y el escenario propuesto (mejora), validando así la hipótesis planteada en la tesis.

Tabla 3.1

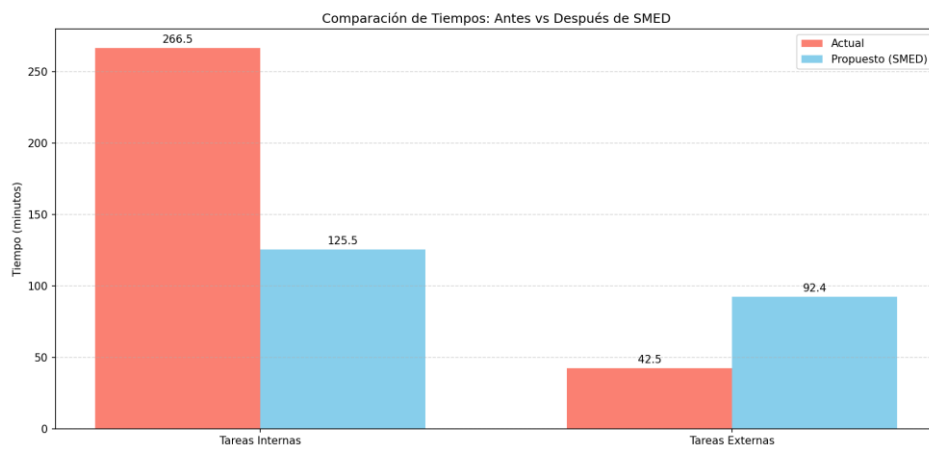
Resultados del simulador Arena en escenario propuesto

Variable	Proceso actual	Proceso propuesto
Tiempo de área de clasificado (min.)	52.5	32.0
Tiempo de cambio de máquina (min.)	31.0	20.0
Tiempo de valor no agregado (min.)	133.5	77.0
Tiempo total (min.)	310.0	210.6
Producción mensual (Kg.)	1,248.0	2,160.0
% de utilización Operarios	59%	75%
Capacidad diaria (Kg.)	58	120
WIP (Kg.)	94.0	32.0

El análisis evidencia una reducción sustancial en los tiempos de operación. En particular, el tiempo total de proceso disminuyó de 310 a 210.6 minutos, lo cual representa una mejora del 32%. Esta reducción fue impulsada principalmente por la optimización del tiempo en el área de clasificado aplicado por proceso estandarizado y, especialmente, del tiempo de cambio de máquina, que pasó de 97.5 minutos a solo 20 minutos gracias a la aplicación de SMED. Como se visualiza en la figura 3.1, las tareas internas y externas fueron redistribuidas de manera que se puedan disminuir estos tiempos de cambio.

Figura 3.1

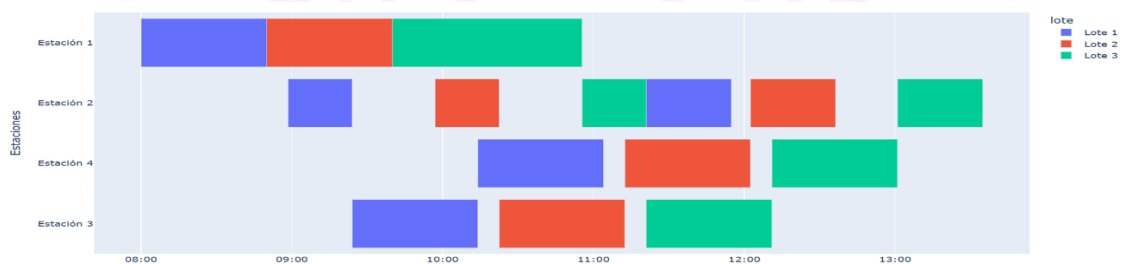
Cambio de máquina



Todo esto distribuyendo de manera correcta la línea de producción. Cómo se visualiza en la figura 3.2, gracias a la optimización, se pueden producir 3 lotes de 30 Kg. en sólo 5 horas, lo que nos permite llegar a producir 2 lotes más en un turno. Esto equivale a una capacidad de producción de 120Kg por día cuando antes se trabajaba con una capacidad de 58 Kg de manera que podamos cumplir con nuestra demanda acorde a la necesidad del cliente.

Figura 3.2

Simulación de 1 día de 3 lotes



Asimismo, se logró reducir el tiempo de valor no agregado de 133.5 a 77 minutos, evidenciando una mayor eficiencia del proceso al minimizar actividades que no aportan valor directo al producto final. Esto se traduce en una operación más ágil y orientada a la productividad.

En términos de desempeño del recurso humano, se incrementó la utilización de operarios del 59% al 75%, lo cual refleja una mejor asignación y aprovechamiento del

personal sin sobrecarga laboral. Este aumento de uso se encuentra dentro de los márgenes operativos definidos, sin implicar costos adicionales ni horas extra. Por otro lado, el nivel de WIP (trabajo en proceso) se redujo de 94 kg a 32 kg, permitiendo un flujo más continuo y ordenado de la producción, lo cual también contribuye a disminuir tiempos muertos y evitar cuellos de botella.

Finalmente, uno de los logros más significativos del proceso propuesto es el incremento de la producción mensual, que pasó de 1,248 kg a 2,160 kg, representando un aumento del 73%. Este crecimiento evidencia no solo un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, sino también una mejora estructural del sistema que impacta positivamente en la capacidad productiva general.

En resumen, el proceso propuesto representa una mejora sustancial en términos operativos, sin incurrir en mayores costos, ya que se mantuvieron los márgenes presupuestales tanto para personal como para recursos de maquinaria y energía. Estas mejoras reafirman la efectividad del rediseño propuesto y justifican su implementación como parte de una estrategia de mejora continua en el sistema de lavandería industrial.

4. DISCUSION

El presente estudio permitió evaluar el impacto de una propuesta de mejora en el sistema de lavandería industrial mediante simulaciones en el software Arena. Los resultados obtenidos muestran mejoras significativas en la eficiencia operativa, el aprovechamiento de los recursos humanos y la productividad mensual del sistema. Estos hallazgos confirman que la reestructuración de los procesos, la redistribución de los recursos y la eliminación de tiempos no productivos son estrategias efectivas para optimizar sistemas de producción de servicios.

Como se propuso en los objetivos específicos de este estudio, se plantearon tres indicadores centrales para evaluar la efectividad de la mejora: lead time, %utilización de la máquina, eficiencia de la línea y productividad general. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el escenario actual y propuesto:

Tabla 4.1*Resultados acordados a indicadores*

Objetivo	Antes	Después	%
Disminuir lead time por lote (min.)	310.0	210.6	-32%
% Utilización de la máquina	38.0%	88.5%	+51%
% Eficiencia de la línea	43%	92%	+49%
Incremento de productividad (Kg/S/.)	0.35	0.73	+109%

Los resultados obtenidos tras la implementación del modelo propuesto evidencian mejoras significativas en los indicadores de desempeño productivo. El lead time por lote se redujo en un 32%, lo que refleja una mayor agilidad en el flujo de procesos y una reducción en tiempos improductivos. La utilización de las máquinas pasó de 38% a 88.5%, con un incremento del 51%, indicando un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles. Asimismo, la eficiencia de la línea casi se duplicó, al pasar de 43% a 92%, lo que sugiere una notable mejora en la sincronización y ejecución de las operaciones. Finalmente, la productividad mostró un crecimiento del 109%, pasando de 0.35 a 0.73 unidades por sol significando que producir lo mismo al mes será menos costoso, lo cual valida la efectividad de las mejoras propuestas en la reestructuración operativa. Estos resultados no solo respaldan la hipótesis del estudio, sino que se alinean con experiencias similares reportadas en la literatura sobre mejora de procesos, consolidando el modelo como una herramienta viable para optimizar el rendimiento en entornos de servicios.

El estudio valida la literatura especializada sobre Lean Management aplicada en pequeñas y medianas empresas. Como se explicó en la introducción, diversas investigaciones han demostrado la efectividad de las herramientas Lean. La herramienta de proceso estandarizado logró reducir reprocesos y tiempos muertos en un 9% para productos no conformes (Sánchez et al., 2022, p.430), así como del SMED para disminuir los tiempos de preparación de máquina e incrementando la productividad en un 52.22% (Silva-Castro et al., 2025, p. 206). En concordancia con estos antecedentes, la implementación del proceso estandarizado permitió reducir los tiempos de clasificación de ropa y elevar la utilización de la máquina, mientras que la aplicación de SMED logró

acortar significativamente el tiempo de cambio entre lotes, mejorando el flujo del proceso sin comprometer la trazabilidad. Asimismo, la herramienta de balance de línea, basado en la teoría de restricciones y el análisis VSM, permitió elevar la eficiencia de la línea de producción del 43% al 92%, optimizando el ritmo de trabajo acorde con la demanda. Esto va acorde al estudio de Escalante en 2021 que encontró una mejora en el costo unitario del producto de vidrio templado de S/. 77.34 a S/.69.11 convirtiéndose en una línea de producción más eficiente. (Escalante, 2021, p. 220)

5. CONCLUSIONES

Los hallazgos del estudio validan la hipótesis planteada y confirman que la reestructuración del sistema de producción, basada en la redistribución estratégica de recursos, la eliminación de actividades sin valor agregado y la incorporación de metodologías Lean, representa una estrategia viable y altamente efectiva para optimizar el rendimiento en entornos de servicios. La utilización del software de simulación Arena facilitó la evaluación y comparación detallada entre el estado inicial y el escenario mejorado, aportando evidencia empírica robusta que respalda la implementación de estas prácticas en pequeñas y medianas empresas.

La propuesta de mejora estructural del proceso productivo no solo permitió un incremento del 73% en la producción mensual, sino que también validó una mejora en la productividad en un 109%, reflejando una optimización en la utilización de recursos humanos y tecnológicos sin incrementar costos ni afectar la carga laboral del personal. La mejora en la eficiencia de la línea, que alcanzó un 92%, junto con el aumento en la utilización de operarios del 59% al 75%, demuestran una asignación más efectiva del talento humano y una mejor sincronización entre las operaciones. Esto evidencia que la implementación de mejoras enfocadas en la reducción de tiempos muertos y cuellos de botella puede generar un sistema más rentable y sostenible.

La implementación de herramientas Lean permitió una mejora significativa en la eficiencia operativa del sistema de lavandería. Se logró una reducción del 32% en el tiempo total de proceso, destacándose especialmente la disminución del tiempo de cambio de máquina mediante la aplicación del método SMED y la estandarización de procesos en el área de clasificación para elevar el % de utilización de las máquinas a un 88.5% explotando la restricción del área de lavado consiguiendo mejorar la productividad. De esta manera, se soluciona el problema de una baja rentabilidad ocasionada por una productividad deficiente, lo cuál acorde a la hipótesis planteada, la

incrementaríamos en un 58%. Este objetivo fue superado ya que llegamos a un 109% de mejora. El incumplimiento de pedidos no fue posible medirlo empíricamente dada la limitante de no poder implementar directamente la solución. De esta manera, el impacto económico de la propuesta de valor es de \$16,844 anuales sustentados en la mejora de productividad solucionando los sobrecostos acarreados por los problemas y en una venta mayor dado el incremento de la capacidad diaria.

Un aspecto destacable de esta investigación es su contribución práctica al sector de servicios, particularmente en un contexto como el peruano, donde el 95% de las empresas son MYPEs y muchas operan con capacidades infrautilizadas. Aunque gran parte de la literatura sobre Lean se enfoca en sectores manufactureros, los resultados de esta tesis demuestran que su aplicación en entornos de servicio como lavanderías también es altamente viable. Esta experiencia no solo valida la adaptabilidad del enfoque Lean, sino que aporta evidencia empírica sobre su impacto positivo en términos de productividad, costos y cumplimiento de pedidos. Así, se ofrece un modelo replicable para otras MYPEs que enfrenten problemáticas similares.

REFERENCIAS

- Andrade, A., del Río, C., & Alvear, D. (2019). Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado. *SciELO*, 30(3), 83–95.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Cárdenas Huamán, M. A. W., Chang, H. Y., Chuquipul Gomez, E., & Guevara Alavedra, L. M. (2023). *Servicio logístico de lavandería mediante aplicativo móvil, LavaRapi, para los diferentes distritos de Lima* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC.
<http://hdl.handle.net/10757/652890>
- Collao-Díaz, M. F., Saavedra-Cielo, M. V., Calderón, W. D., & Reimer, D. (2024). Optimizing fill rate and inventory control in Peruvian bakery SMEs through 5S and MRP integration. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 11(11), 24–33.
<https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V11I11P103>
- ComexPerú. (2022, 10 de julio). *Número de MYPES supera el nivel prepandemia, pero informalidad continúa en aumento*.
<https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/numero-de-mypes-supera-el-nivel-prepandemia-pero-informalidad-continua-en-aumento>
- Dávalos-Román, E. J., Luna-Usquiano, E. Á., Miñan-Olivos, G. S., Valderrama-Puscan, M. W., & Rivera-Ramírez, Y. V. (2023). Single Minute Exchange of Die (SMED) to improve productivity in the industrial sector: A systematic review of the literature from 2012 to 2022. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2023-July*, 1(8)
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.489>
- Escalante, O. (2021). Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industrial Data*, 24(1), 31–38.
<https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>
- Ismail, M. S., Baharudin, B. T. H. T., Hassan, M. H., Sulaiman, S., & Abdul-Rani, N. A. (2023). Development of variable-line balancing chart by risk assessment using Monte Carlo simulation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2643(1), 012005.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2643/1/012005>

- Malak Mouaky, Berrado, A., & Benabbou, L. (2019). Using a Kanban system for multi-echelon inventory management: The case of pharmaceutical supply chains. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 32(3/4), 496–519. <https://doi.org/10.1109/GOL.2016.7731704>
- Palomino-Galarza, F. D., Verde-Frech, L., & Ruiz-Ruiz, M. F. (2024). Mejora de la productividad en una empresa maderera a través de herramientas de estandarización y Smed con enfoque Lean. In Proceedings of the 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0., LACCEI 2024 (Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology). Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.251>
- Render, B., & Heizer, J. (2017). Principios de administración de operaciones (9.^a ed.). Pearson Educación.
- Sánchez, S., Sánchez, L., & Viacava, G. (2022). Proposal to improve the dyeing process applying preventive maintenance, SMED and standardization in an industrial dry cleaner. In *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE 2022)* (pp. 130–135), 426-430. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568887>
- Silva-Castro, D., Campoblanco-Carhuachin, R., & León-Chavarri, C. (2025). Modelo de gestión de producción para reducir el incumplimiento de pedidos en PYMEs textiles peruanas mediante herramientas 5S, SMED y estandarización. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 73(4), 191–209. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V73I4P118>
- Suñe, A., Gil, F., & Acursa, I. (2004). Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Díaz de Santos.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.

Anexo 1. Estudio de tiempos

9	8	7	6	5	4	3	2	1	N°
Devolver ropa a	Lavar ropa a mano	Trasladar la ropa al	Espera lote en proceso	Clasificar la ropa	Depositar ropa al	Definir cant y monto a	Pesar ropa	Recibir pedido	Descripció n
1.09	4.79	0.90	97.45	43.60	2.80	6.84	0.98	2.23	1
0.99	4.99	1.12	97.23	43.11	2.87	6.68	1.06	1.86	2
1.01	5.02	1.02	96.99	43.05	3.14	7.03	1.08	1.83	3
0.93	5.13	0.99	96.91	42.91	2.97	7.20	0.82	2.10	4
0.95	5.04	0.80	97.04	42.96	3.04	7.12	1.20	1.79	5
1.30	4.83	1.14	96.92	42.88	2.93	7.04	1.15	2.11	6
0.85	4.88	0.96	97.23	42.67	2.96	7.16	0.85	1.82	7
1.02	5.10	0.91	96.96	43.11	2.76	6.98	1.20	1.95	8
1.19	4.97	0.86	97.47	43.65	2.80	6.84	1.35	1.91	9
1.09	4.99	0.97	97.47	43.25	2.95	7.10	1.09	2.08	10
1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	K
0.13	0.11	0.11	0.23	0.31	0.12	0.17	0.16	0.15	Desv
0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	e
19	14	13	15	26	16	30	29	25	N

6% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

Exclusions

- ▶ 3 Excluded Sources

Top Sources

- 6%  Internet sources
- 1%  Publications
- 2%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.