

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



**MODELO DE GESTIÓN BASADO EN LEAN
MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA MYPE DEL SECTOR
PLÁSTICO**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Leonardo André Diaz Candiotti

20190620

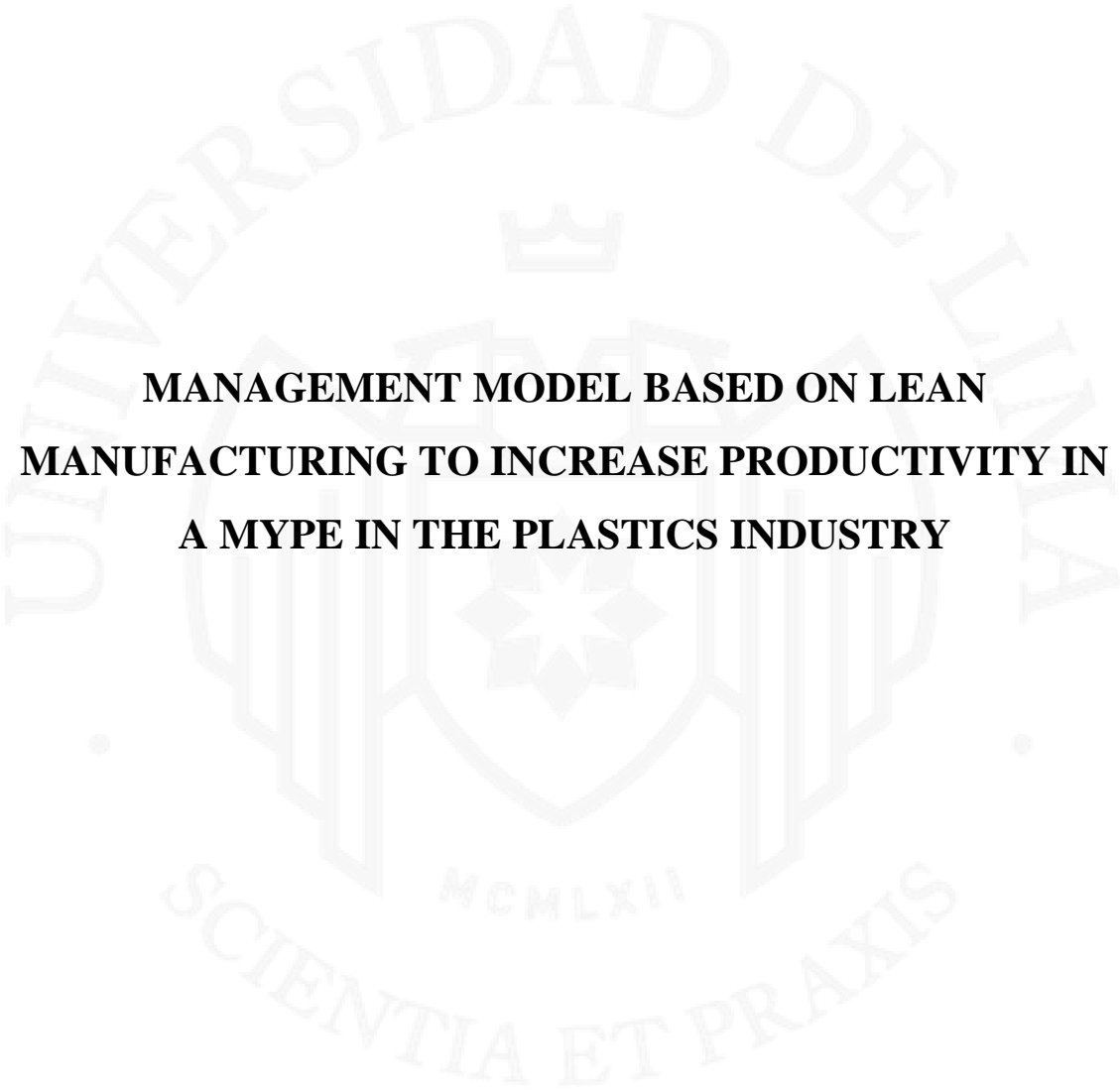
Camila Melina Pillpe Roman

20191554

Asesor
Jorge Montoya Barragan

Lima – Perú

Junio de 2025



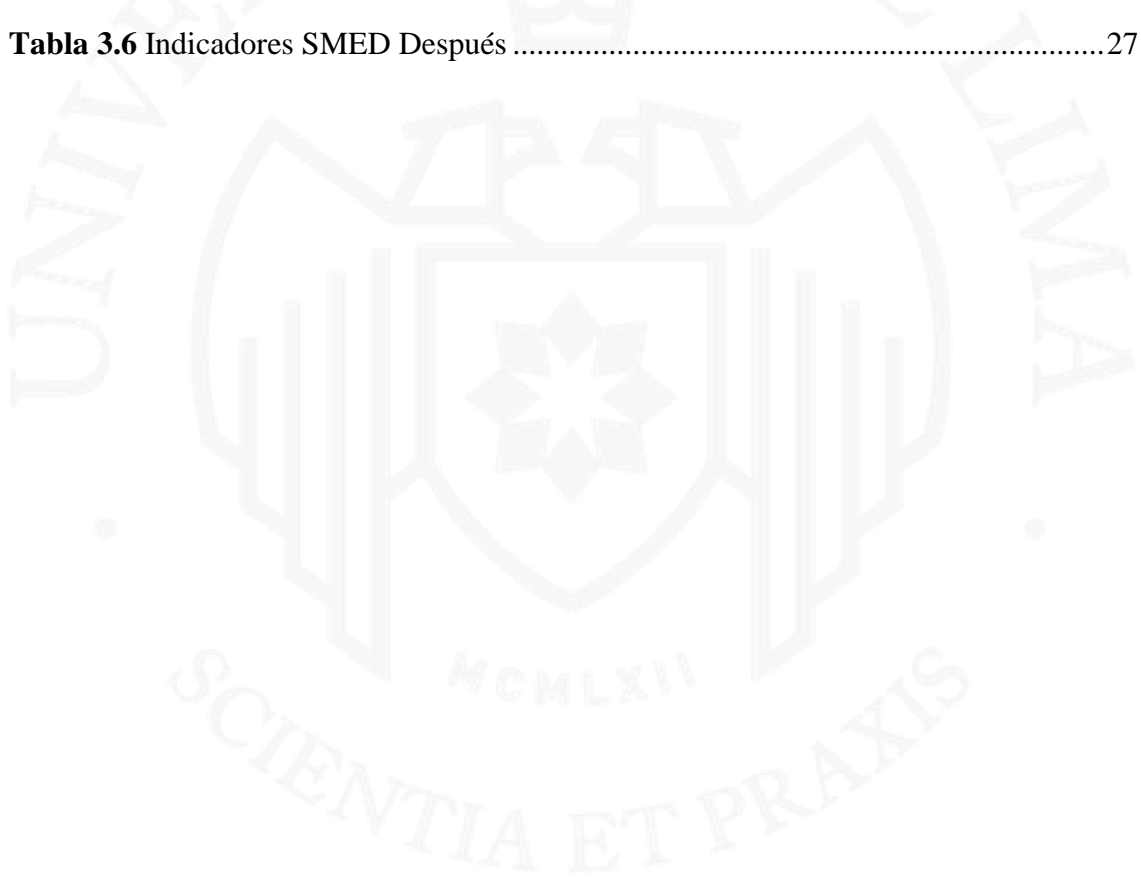
**MANAGEMENT MODEL BASED ON LEAN
MANUFACTURING TO INCREASE PRODUCTIVITY IN
A MYPE IN THE PLASTICS INDUSTRY**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Datos generales de la empresa	3
1.3 Pregunta de Investigación	4
1.4 Motivo y organización del artículo	4
1.5 Determinación del problema en estudio	5
1.6 Objetivos del proyecto	5
1.6.1 Objetivo Principal	5
1.6.2 Objetivos Secundarios	5
1.7 Determinación de las causas raíces	6
1.8 Revisión Sistemática de la literatura	7
1.9 Análisis por tipologías	8
2. METODOLOGÍA	9
2.1 Diseño de modelo	9
2.2 Flujograma de implementación	11
2.3 Procedimiento de implementación	13
2.4 Validación de la implementación	16
3. RESULTADOS	24
4. DISCUSIÓN	28
5. CONCLUSIONES	29
6. REFERENCIAS	31
BIBLIOGRAFÍA	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cuadro de clasificación de actividades	15
Tabla 2.2 Cuadro de actividades en paralelo	16
Tabla 2.3 Tiempos del proceso	17
Tabla 2.4 Distribuciones para simulación.....	17
Tabla 3.1 Resultados Simulación Arena Indicadores Antes	24
Tabla 3.2 Resultados Simulación Arena Indicadores Después.....	25
Tabla 3.3 Indicadores TPM Antes	26
Tabla 3.4 Indicadores TPM Después	26
Tabla 3.5 Indicadores SMED Antes	27
Tabla 3.6 Indicadores SMED Después	27



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Empresas de plástico registradas en Sunat por rango de ventas	1
Figura 1.2 Importaciones y exportaciones de la industria de plástico	2
Figura 1.3 DOP del proceso de producción	4
Figura 1.4 Árbol de motivos, causas y efectos	6
Figura 2.1 Diseño de modelo de gestión	10
Figura 2.2 Diagrama de Ishikawa	11
Figura 2.3 Procedimiento para la implementación de herramienta TPM	12
Figura 2.4 Implementación de SMED	12
Figura 2.5 DAP del proceso completo	14
Figura 2.6 Distribución tiempo de arranque	18
Figura 2.7 Distribución tiempo de parada	19
Figura 2.8 Distribución tiempo de mantenimiento	20
Figura 2.9 Simulación Arena flujo proceso	21
Figura 2.10 Informe Auditoría TPM	22
Figura 2.11 Informe Auditoría SMED	23

Modelo de gestión basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una Mype del sector plástico

20190620@aloe.ulima.edu.pe

20191554@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen

La investigación tiene como objetivo implementar un modelo de gestión para incrementar la productividad en una mype del sector plástico, empleando la metodología Lean Manufacturing y herramientas de ingeniería SMED y TPM. Tras la revisión de literatura, se identificó una brecha significativa del 17% entre la empresa en cuestión y el promedio del sector plástico, ya que la productividad de la empresa es del 66%, mientras que la del sector alcanza el 83%. Se identificaron problemas de indisponibilidad de máquinas, cuellos de botella y tiempos excesivos en operaciones. Para ello se planteó la propuesta de mejora mediante SMED y TPM, obteniendo un incremento del rendimiento de maquinaria y agilización del proceso productivo. Para verificar los resultados, se aplicó una simulación mediante Arena, la cual demostró un aumento del 13% en la productividad, alcanzando un 79%. La evaluación económica evidenció ingresos adicionales de S/ 17,000 a S/ 18,000 durante la implementación. Los indicadores de rentabilidad (COK: 10%, VAN: S/ 13,264.54, TIR: 36% y B/C: S/ 8.53) respaldan el éxito económico.

Palabras Clave: SMED, TPM, Maquinaria, Tiempos, Eficiencia.

Abstract

The objective of the research is to implement a management model to increase productivity in a small enterprise (MYPE) within the plastics sector, using the Lean Manufacturing methodology and engineering tools such as SMED and TPM. A literature review revealed a significant 17% gap between the company in question and the industry average, as the company's productivity stands at 66%, while the sector reaches 83%. Issues were identified related to machine unavailability, bottlenecks, and excessive operation times. To address this, an improvement proposal was developed using SMED and TPM, resulting in increased machine performance and a more streamlined production process. To validate the results, a simulation was conducted using Arena software, which showed a 13% increase in productivity, reaching 79%. The economic evaluation revealed additional revenues of S/ 17,000 to S/ 18,000 during the implementation. Profitability indicators (WACC: 10%, NPV: S/ 13,264.54, IRR: 36%, and B/C ratio: S/ 8.53) support the economic success of the proposal.

Keywords: Productivity, Lean Manufacturing, SMED, TPM, Plastic Sector.

1. INTRODUCCIÓN

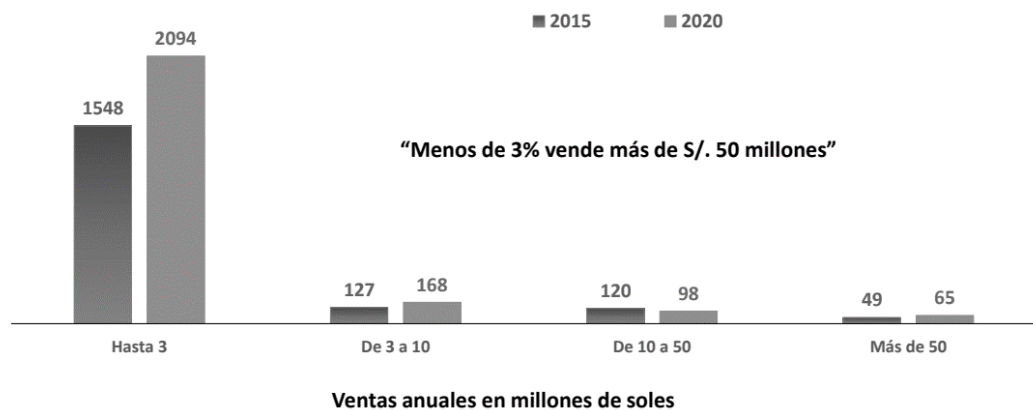
1.1 Antecedentes

En los últimos años, las industrias manufactureras han experimentado un desarrollo significativo en nuestro país, destacándose especialmente el sector plástico, que ha mantenido un crecimiento sostenido.

Según Carhuavilca (2021), jefe del INEI, en su reporte “Situación del Sector Plástico en el Perú, del top 15000 empresas del país, las empresas de plástico representan el 1% de 100% de empresas de otros sectores, señalando su relevancia tomando en cuenta las otras empresas que existen en Perú (p. 8).

Figura 1.1

Empresas de plástico registradas en Sunat por rango de ventas



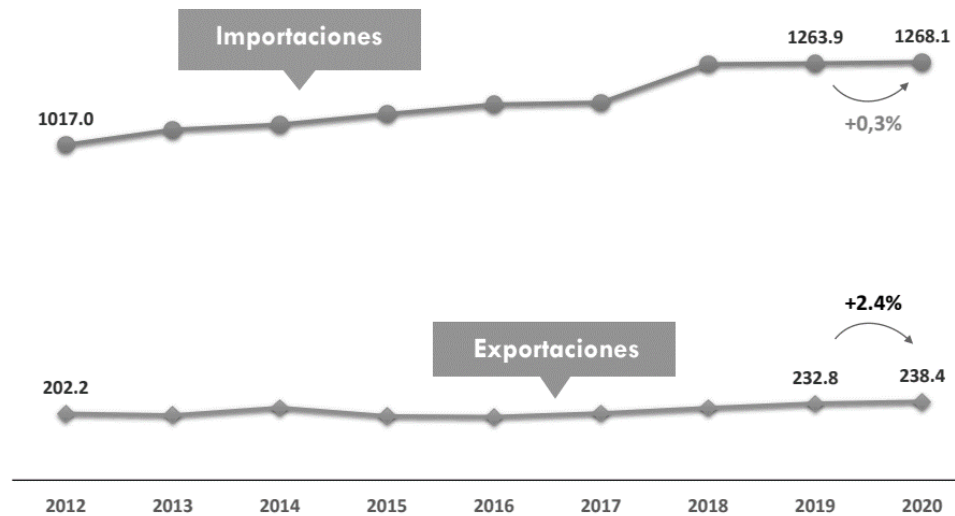
Nota. De *Situación del Sector Plástico en el Perú*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021 (<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/presentacion-iii-congreso-internacional-plasticos.pdf>).

En el sector plástico, las mypes conforman la mayor proporción del total empresarial. No obstante, solo un grupo reducido, que representa menos del 3 %, registra ventas anuales superiores a los 50 millones de soles, lo cual evidencia su significativa contribución al impacto económico nacional.

Además, según Vasquez (2021), desde el 2017 al 2020, las exportaciones de este sector han aumentado significativamente en un 23%, llegando a crecer en el 2020.

Figura 1.2

Importaciones y exportaciones de la industria de plástico



Nota. De *Situación del Sector Plástico en el Perú*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021 (<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/presentacion-iii-congreso-internacional-plasticos.pdf>).

Respecto a la siguiente figura, es casi 1000 toneladas que difieren entre las importaciones de las exportaciones en la industria de plástico entre los últimos años como en el 2019 y 2020, podemos apreciar también que tanto las importaciones y exportaciones tuvieron un crecimiento importante en el transcurso de los años.

La demanda de botellas plásticas ha incrementado en los últimos años, impulsado principalmente por el aumento del consumo de agua embotellada, debido a factores como la preocupación por la calidad del agua potable, las altas temperaturas en temporada de verano y los cambios en los hábitos de consumo. Según Carrasco (2024), el consumo de agua embotellada creció en un 19% durante el primer trimestre de 2024 respecto al mismo periodo del año anterior. Por otro lado, la oficina general de evaluación de impacto y estudios económicos (2025), señala que las MYPES predominan en un 73.5% en el sector de empresas que fabrican plástico en forma primaria y productos de plástico (p. 6).

Por ello, es relevante que las empresas peruanas estén acorde al crecimiento del sector, mediante el incremento de productividad y eficiencia en la gestión de producción; de tal manera lograr posicionarse adecuadamente en el entorno comercial de la industria.

1.2 Datos generales de la empresa

La empresa objeto de estudio pertenece al sector plástico de la industria manufacturera. Inició sus actividades comerciales en febrero de 2018 y desde entonces, se ha dedicado a la fabricación de productos plásticos y otros derivados del caucho. Aunque su incursión en el mercado ha sido relativamente reciente, la organización continúa esforzándose por consolidar su participación a largo plazo, con el objetivo de incrementar sus ventas y lograr un flujo de ingresos sostenido en el tiempo. A continuación, se detallará el proceso de producción de las botellas:

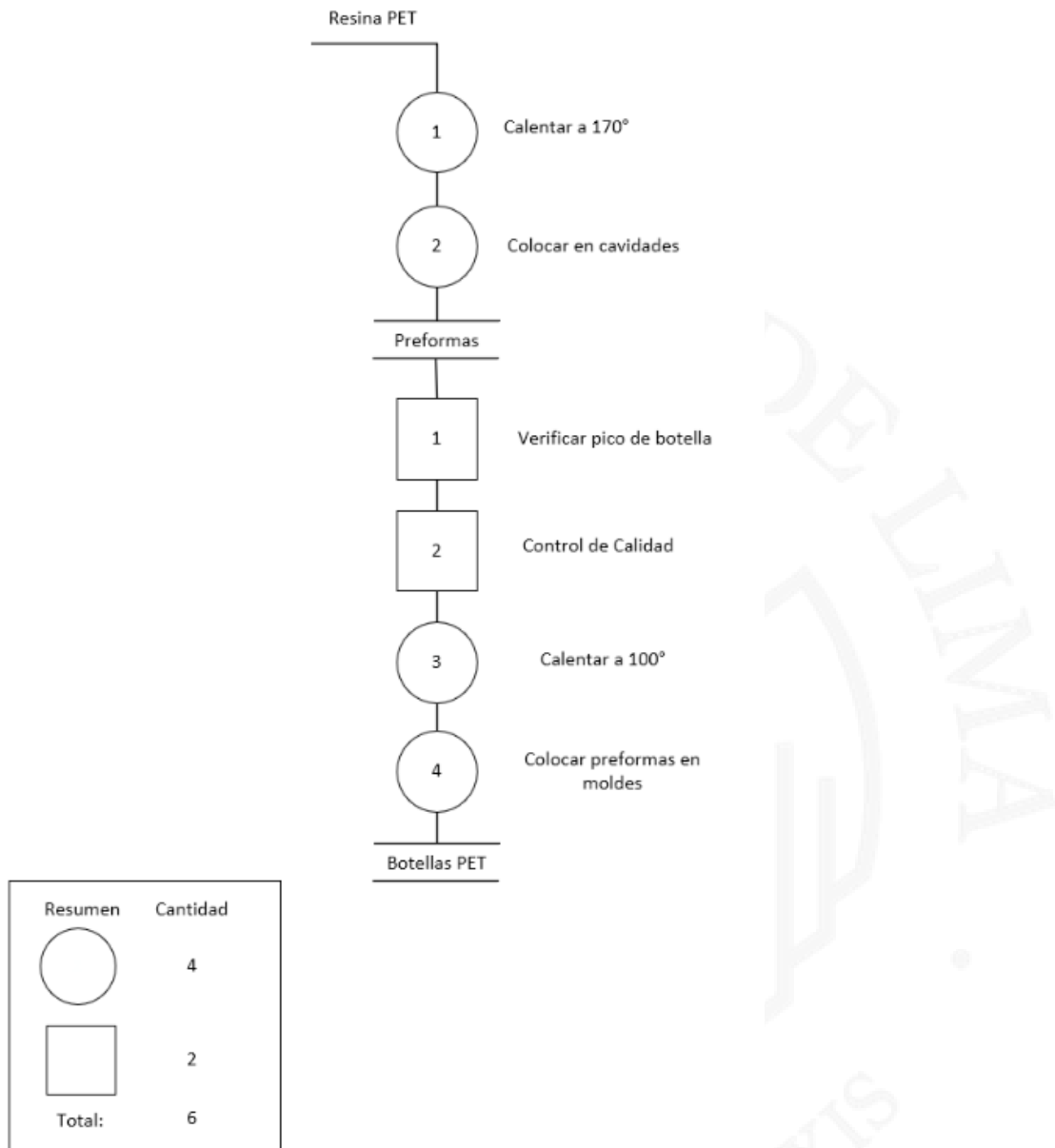
El proceso inicia con la recepción de resina PET extra virgen. Esta resina se introduce al horno, donde es calentada a una temperatura aproximada de 170°C, fundiéndola y convirtiéndola en una masa elástica. Al salir del horno, pasa por una inspección para verificar que esté en condiciones adecuadas antes de ser enviada a la siguiente etapa. Posteriormente, esta resina derretida pasa a la inyectora, donde se moldea en preformas que tienen la forma de tubos de ensayo.

Una vez formadas las preformas, se realiza una inspección minuciosa del pico superior de cada una de ellas, para garantizar que esté correctamente alineado y sin inclinaciones. Luego, se lleva a cabo un control de calidad, donde las preformas son llenadas con líquido para verificar que no haya fugas ni defectos visibles en las botellas PET.

Después de pasar por estos controles rigurosos, las preformas se trasladan al área de soplado, donde son calentadas a 100°C para hacerlas nuevamente elásticas y se colocan en moldes diseñados según el tamaño requerido y establecido de la botella a producir. Al finalizar el proceso en la sopladora, se realiza otra etapa de inspección para identificar posibles defectos, y aquellas unidades que no cumplen con los estándares son rechazadas como merma. Una vez moldeadas, las botellas que aún siguen calientes son enfriadas al aire libre para asegurar que mantengan su forma y estructura, resultando así en botellas de plástico PET completamente formadas y listas para su uso final.

Figura 1.3

DOP del proceso de producción



1.3 Pregunta de Investigación

Tras este enfoque, surgió la pregunta de investigación:

¿Qué impacto tiene la aplicación de las herramientas SMED y TPM en la mejora de productividad de una mype del sector plástico?

1.4 Organización del artículo

El motivo de esta investigación se centra en implementar un modelo de gestión orientado a incrementar la productividad en MYPES del sector plástico.

Para ello, se identificó el problema mediante un análisis de árbol de causas, seguido de una revisión sistemática de la literatura que incluyó artículos académicos y casos de estudio, con el fin de diseñar el modelo de gestión, aplicar las herramientas correspondientes y validar su efectividad.

1.5 Determinación del problema en estudio

Según Camacho y Martínez (2024), el indicador de productividad de materia prima en el proceso productivo del sector plástico global se encuentra alrededor de 83%. Además, existen gran variedad de empresas en el sector de botellas PET, el mercado crece a un ritmo de 3.2% anual y representa el 4% del PBI industrial. Asimismo, se destaca que el PBI de la industria plástica es de S/ 3 mil millones y la oferta supero los S/ 18 mil millones.

Sin embargo, la productividad registrada con los datos de la empresa es del 66%, lo que refleja una brecha del 17% en comparación con el promedio del sector plástico, que está en 83%. Esto evidencia la necesidad de mejorar el rendimiento operativo para mantenerse competitivo.

En este sentido, el problema principal es la baja productividad, la cual se debe principalmente a la indisponibilidad de máquinas y a los tiempos excesivos en las operaciones. Por ello, se utilizó el OEE promedio de cada máquina para evaluar la eficiencia de los equipos y abordar la primera causa, mientras que para la segunda se aplicó un estudio de tiempos, considerando tanto los cambios de molde como los tiempos de ciclo.

1.6 Objetivos del proyecto

1.6.1 Objetivo Principal

Implementar un modelo de gestión para incrementar la productividad en pequeñas y medianas empresas del sector plástico, empleando la metodología Lean Manufacturing y las herramientas de ingeniería TPM y SMED.

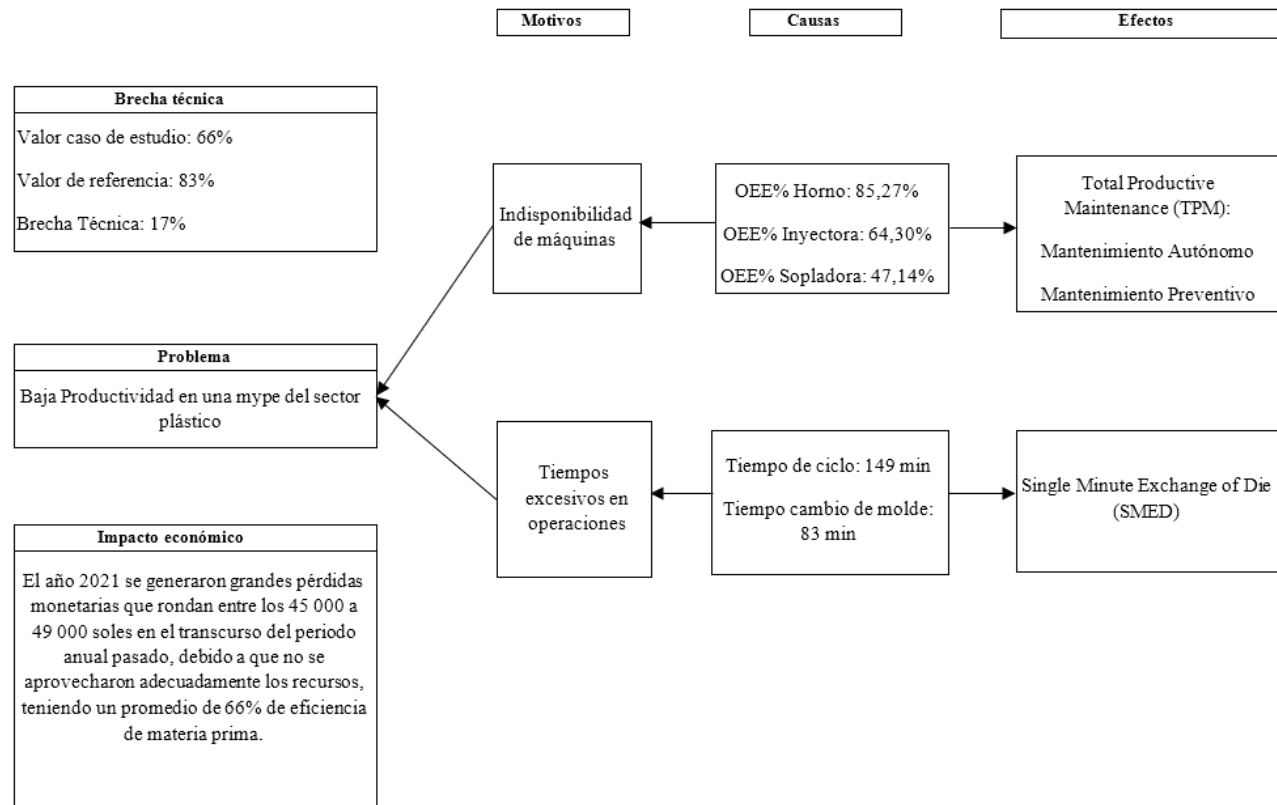
1.6.2 Objetivos Secundarios

- Elaborar los antecedentes de la empresa y estado del arte respecto al proyecto.
- Desarrollar y elaborar propuestas para el modelo de solución, logrando un impacto positivo en la problemática.
- Validar el modelo de solución propuesto, evaluando su viabilidad económica y el impacto generado.

1.7 Determinación de las causas raíces

Figura 1.4

Árbol de motivos, causas y efectos



1.8 Revisión Sistemática de la literatura

De acuerdo con Mendoza et al. (2023), en el contexto global actual, mejorar la productividad se ha convertido en un objetivo estratégico para las empresas. Esto exige la implementación de herramientas de gestión empresarial e industrial. Tales herramientas permiten enfrentar desafíos como la reorganización de procesos productivos, logísticos y de control.

Por otro lado, Ames et al. (2019) en su caso de estudio señala que la demanda actual del sector plástico ha ido aumentando y está superando a la oferta debido a la baja producción de las empresas, que presentan un alto índice de horas por falta de mantenimientos de las máquinas. Se basa en un modelo de gestión de mantenimiento con el propósito de resolver el problema principal, reducir las horas de baja productividad, ya que representa gran pérdida monetaria. En este modelo se implementó la herramienta TPM logrando obtener resultados favorables, los cuales son:

- Incremento de OEE de 64% a 81%.
- Incremento de capacidad utilizada de 72% a 91%.
- Reducción de tiempo promedio de paradas por averías de 22,5% a 2%.
- Reducción de tiempo de preparación de maquinaria de 70,6 min a 39,8 min.

Asimismo, en el caso de estudio de Vega y Quiroz (2022) se desarrolla un modelo de gestión Lean Manufacturing aplicando las herramientas 5S, SMED, TPM y Jidoka con el propósito de solucionar la falta de entrega de los pedidos por baja capacidad productiva. Como resultado se obtuvo que fue posible aumentar el OEE en un 13%. Además, al realizar mantenimientos autónomos y preventivo, se logró reducir el porcentaje de pérdida de productos en un 0,77% y las paradas no programadas se redujeron en un 37%.

Finalmente, el caso de estudio de Tareq (2018) aborda la implementación de principios y herramientas Lean en una pequeña empresa que produce bolsas de plástico. El objetivo principal es identificar e implementar estrategias Lean para eliminar el desperdicio en el proceso productivo, se utilizó las herramientas Value Stream Mapping (VSM) y 5S. Como resultado se obtuvo el incremento de productividad y eficiencia a 95,5%.

1.9 Análisis por tipologías

Se presentaron 40 artículos con respecto a la baja productividad en mypes del sector plástico, además de la metodología Lean Manufacturing y herramientas de ingeniería como el SMED (Single Minute Exchange of Die) y TPM (Total Productive Maintenance), los cuales son elementos relevantes y útiles para solucionar ciertas dificultades en determinados procesos que generen el problema principal de la baja producción en una empresa.

Entre todos los artículos, cada autor tiene su punto de vista, un modelo propuesto distinto para solucionar el problema, basándose en diferentes teorías que ellos consideran verdaderas, brindando fundamentos, proporcionando tablas, cuadros, gráficas, diagramas e imágenes ilustrativas que expongan valores cuantitativos y cualitativos con el objetivo de dar a entender la viabilidad de su respectivo proyecto y mostrando al final del artículo las conclusiones a las que se llegaron y los beneficios de poner en práctica sus propuestas de solución.

Una de las similitudes que se encontraron en todos los artículos seleccionados, es el propósito de poder idear un modelo que a corto y largo plazo pueda mejorar y optimizar los procesos productivos en una empresa del sector manufacturero, además las motivaciones por parte de los autores se basan en brindar y proporcionar detalles acerca de los métodos y procedimientos de las propuestas planteadas, adoptando procesos más eficientes.

Otra de las similitudes es la inclinación por la implementación de la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas de ingeniería para resolver específicamente el problema principal de la baja productividad, las cuales destacan el SMED y el TMP como ideales para resolver los problemas acerca de los tiempos en los procesos productivos y el mantenimiento de las máquinas productoras respectivamente.

Sin embargo, una diferencia entre todos los autores es que existe un porcentaje menor de ellos que emplean las herramientas de 5S, Kaizen, Just in Time, entre otras; pero se considera que estas se utilizan en casos donde el contexto es más amplio y se presentan un mayor número de problemas relevantes donde la baja productividad no sería lo único a solucionar.

2. METODOLOGÍA

2.1 Diseño de modelo

La problemática que se identificó fue que el indicador de productividad de la empresa se encontraba en 66% aproximadamente. Sin embargo, el indicador de productividad de materia prima en el proceso productivo del sector plástico global corresponde alrededor de 83%, por lo cual se origina una brecha de 17%.

Se diseñó el modelo de mejora a través de cuatro etapas; la primera etapa es el análisis que consiste en identificar los principales problemas del proceso productivo mediante el Diagrama de Ishikawa, comparar los KPIS de la empresa con el sector e identificar el impacto económico que se genera.

La segunda etapa es la propuesta de mejora realizando la optimización de tiempos a través de la aplicación de la herramienta SMED, la cual busca una reducción de tiempos a través de la conversión de actividades internas a externas y evitar tiempos muertos. Además de asegurar la disponibilidad y eficiencia de las máquinas mediante la aplicación de dos pilares del mantenimiento productivo total (TPM), que son el mantenimiento preventivo y el mantenimiento autónomo.

La tercera etapa es la aplicación de las herramientas en el caso de estudio que será mediante la estandarización de tiempos en las actividades y un plan de mantenimiento.

Finalmente, la cuarta etapa corresponde a la validación de la propuesta de mejora, la cual se realizará a través de auditorías internas y el seguimiento del nuevo estándar. Para la metodología SMED, los indicadores a evaluar serán el tiempo de ciclo y el tiempo de cambio de molde; en el caso de TPM, se utilizará como indicador el OEE.

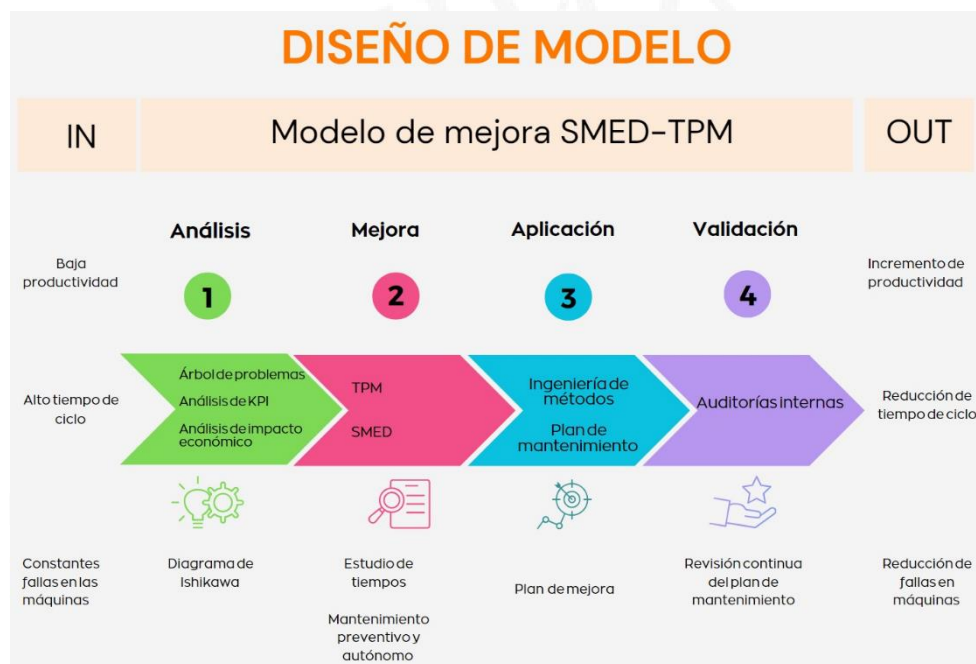
Adicional a ello, en nuestro modelo incorporamos la metodología ADKAR, con el fin de promover la conciencia (Awareness) y el deseo (Desire) de cambio al involucrar activamente a los operarios en la identificación y propuesta de mejoras, reconociendo su experiencia directa en las tareas productivas. Esta participación no solo fortalece su compromiso con el proceso de mejora continua, sino que también permite identificar oportunidades prácticas de optimización. Además, se impulsa la adquisición de conocimientos (Knowledge) y el desarrollo de habilidades (Ability) mediante capacitaciones constantes, orientadas a que los operarios comprendan mejor las especificaciones, estándares y funcionamiento de las máquinas. Finalmente, la

implementación de estas prácticas busca establecer mecanismos de refuerzo (Reinforcement) que aseguren la sostenibilidad de los cambios introducidos.

A continuación, se detalla la representación gráfica del modelo, donde se detalla los componentes y las técnicas de solución:

Figura 2.1

Diseño de modelo de gestión



Primera etapa: Análisis

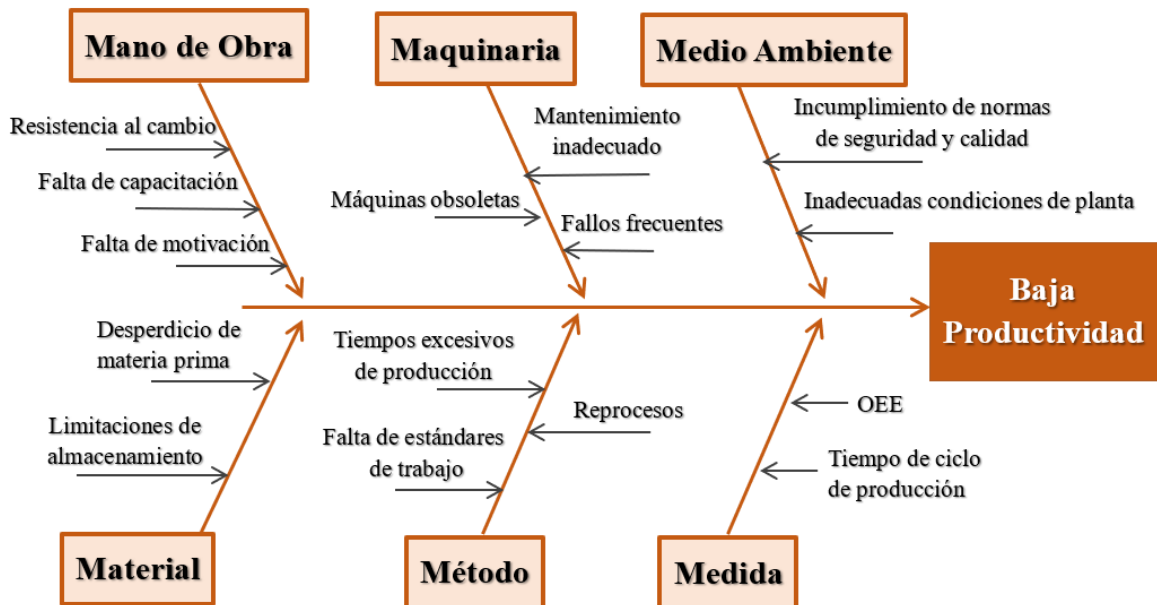
A través del Diagrama de Ishikawa, nos enfocamos en dos principales aspectos que son maquinaria y método, realizando un énfasis en las fallas frecuentes y tiempos excesivos en operaciones.

Las fallas frecuentes surgen debido a que en la empresa no se establece un plan de mantenimiento que indique plazos para que las máquinas puedan ser revisadas y tener la seguridad de que estén en buenas condiciones y cumplan con el plan de producción asignado.

Los tiempos excesivos en las operaciones se deben a la ausencia de un adecuado registro y control de los procesos. Actualmente, no existe una estandarización en los tiempos por actividad, lo que genera demoras significativas respecto a lo planificado y repercute negativamente en el desempeño y eficiencia del proceso productivo.

Figura 2.2

Diagrama de Ishikawa



2.2 Flujoograma de implementación

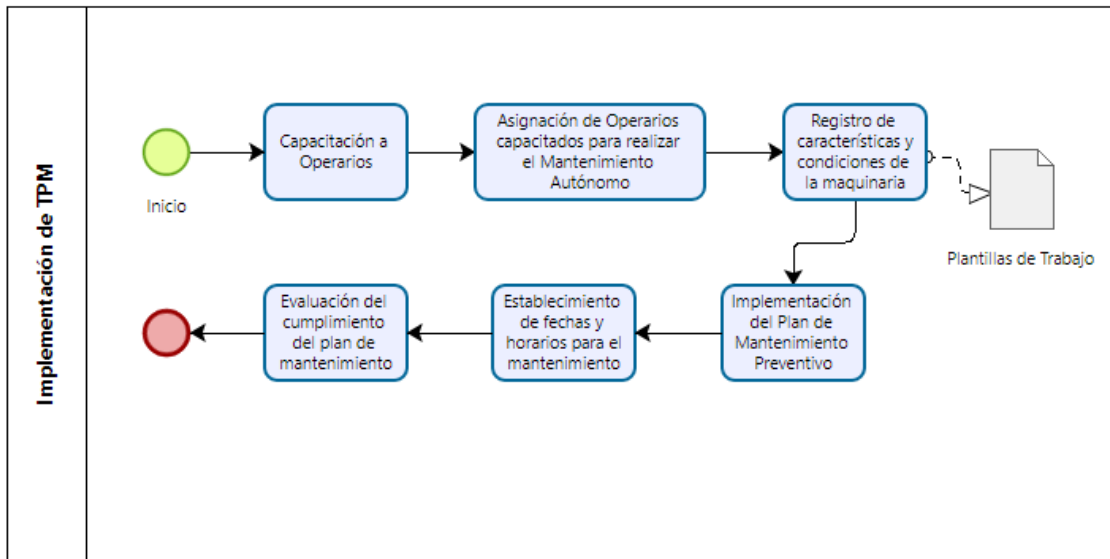
Segunda etapa: Mejora

TPM (Total Productive Maintenance)

Con respecto a TPM, para aplicar la ingeniería de métodos, se deben seguir ciertos pasos para una futura correcta implementación del plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se demuestra y explica los procedimientos.

Figura 2.3

Procedimiento para la implementación de herramienta TPM

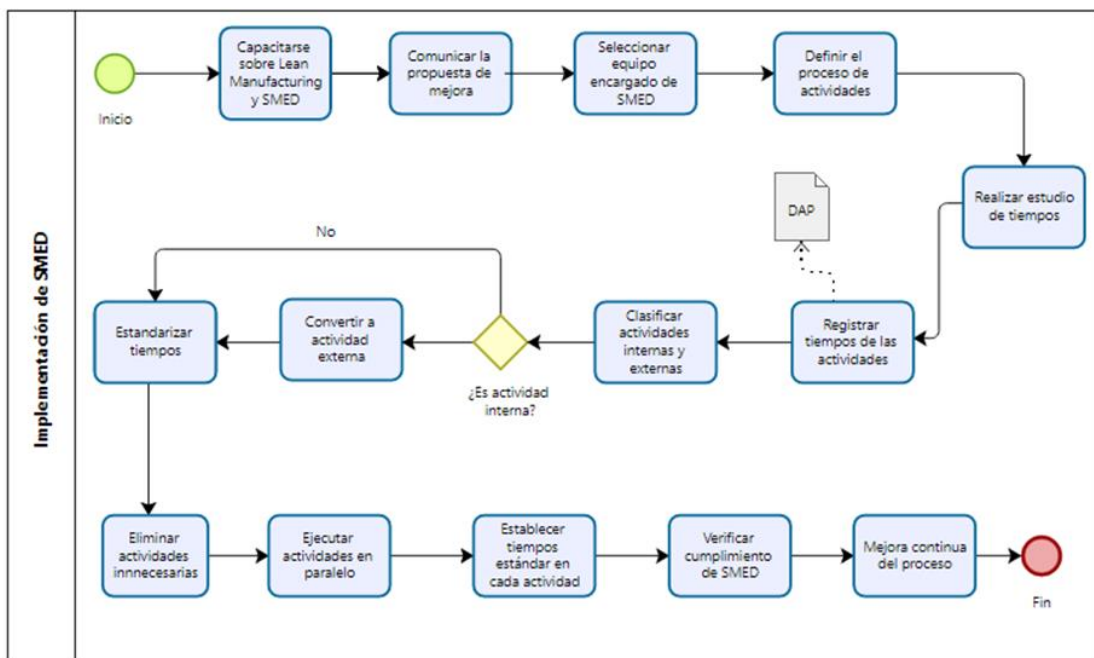


Single Minute Exchange of Die (SMED)

Asimismo, para la implementación de la herramienta SMED, se desarrolló una serie de pasos que se muestra a continuación:

Figura 2.4

Implementación de SMED



2.3 Procedimiento de implementación

Tercera etapa: Aplicación

Total Productive Maintenance (TPM)

- **Asignación de operarios para realizar el Mantenimiento autónomo**

Después de la capacitación a los operarios, se les asigna tareas o actividades sencillas donde ellos puedan poner a prueba sus conocimientos y empezar a darle ellos mismos el mantenimiento necesario a las máquinas.

- **Registro respecto a las características y condiciones de cada máquina**

Los operarios capacitados registran todas las condiciones de la maquinaria para conocer el estado actual de ellas, con la ayuda de las plantillas de trabajo para que los registros estén mejor organizados. Todo con la finalidad de poder evaluar si las máquinas como el horno, inyectora y sopladora cumplen con las condiciones estándar para seguir operando, de lo contrario se considera necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo.

- **Implementación de Plan de Mantenimiento Preventivo de la maquinaria**

Se implementa un plan de mantenimiento preventivo a raíz de las malas condiciones de las máquinas, tomando en cuenta los puntos específicos de las respectivas máquinas en el que se deben realizar mejoras. Los encargados de realizar el plan de mantenimiento son los mismos operarios capacitados, el supervisor y el jefe de área.

- **Establecimiento de fechas y horarios para el mantenimiento de maquinaria**

Para llevar a cabo el proyecto de mantenimiento, se establecen fechas y horarios específicos, con el objetivo de no interrumpir las labores diarias de los operarios que principalmente son de producción. Por ende, se organiza el tiempo donde el operario cumplirá el rol de mantenimiento.

- **Evaluación del cumplimiento de plan de mantenimiento**

La verificación del cumplimiento del plan de mantenimiento es el último paso para comprobar que la propuesta de mejora tiene resultados satisfactorios, es por eso que se realizan auditorías mensuales con el objetivo de obtener resultados cuantificables y comprobar que todo vaya acorde a lo planeado.

Single Minute Exchange of Die (SMED)

Con respecto a la herramienta SMED, primero se realizó el análisis del proceso, esto implica descomponer los procesos en sus actividades individuales para identificar cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora. Posteriormente, se realizó el estudio de tiempos, es decir cronometrar cada actividad y registrarlos en un DAP que se muestra continuación:

Figura 2.5

DAP del proceso completo

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO MATERIAL / EQUIPO									
DIAGRAMA núm: 01 Hoja num: 01 de 02		RESUMEN									
Objeto: Preforma / Botella		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA					
Proceso completo		Operaciones		13							
Método: ACTUAL/PROPUESTO		Transportes		0							
Lugar: Área de Producción		Esperas		2							
Operario(s): 1 Ficha num: 00001		Inspecciones		3							
		Almacenamientos		0							
		Tiempo		2:29:04							
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO						OBSERVACIONES	
				○	◻	D	□	▽			
1. Calentar resina a 170°			18:02	●							
2. Colocar en cavidades de la inyectora			15:23	●							Manual
3. Verificar pico de preforma			05:05						●		Verificación visual
4. Montaje de Barra Fija			06:23	●							
5. Amarrar molde al soporte de arrastre			01:14	●							Ajuste de pernos y tuercas
6. Nivelar molde a soporte de arrastre			05:23	●							Con ayuda de un Nivelador y Comba
7. Amarrar molde a soporte fijo			01:25	●							Ajuste de pernos y tuercas
8. Nivelación de Molde a Soporte Fijo			04:52	●							Con ayuda de un Nivelador y Comba
9. Centrar varilla			04:54	●							Manual
10. Conectar chillers			04:25	●							
11. Verificar filtración de agua			02:53						●		Verificación visual que no hayan fugas de agua
12. Verificar centrado de varilla			03:40						●		Verificación visual de ubicación de la varilla
13. Desinfectar con alcohol isopropilico			01:52	●							Manual
14. Encender horno			03:55	●							Configuración de temperatura por zonas y ajuste de temperatura objetivo.
15. Tiempo de espera hasta la temperatura deseada			25:02						●		Temperatura deseada: 100°C
16. Colocar preforma en molde			17:08	●							Manual
17. Tiempo de espera en que la preforma alcanza la temperatura deseada			12:20						●		Temperatura deseada: 100°C
18. Soplado de preforma			15:08	●							
Total			2:29:04								

Después, se hizo la clasificación de actividades en internas y externas.

- Actividades internas: Realizadas mientras la máquina no se encuentra operativa.
- Actividades externas: Realizadas mientras la máquina se encuentra operativa.

Tabla 2.1

Cuadro de clasificación de actividades

PROCESO	TIEMPO ACTUAL (MIN)	
	Interno	Externo
Actividad		
1. Calentar resina a 170°	18:02	
2. Colocar en cavidades de la inyectora	15:23	
3. Montaje de barra fija	06:23	
4. Amarrar molde al soporte de arrastre		01:14
5. Nivelar molde a soporte de arrastre	05:23	
6. Amarrar molde a soporte fijo		01:25
7. Nivelación de Molde a Soporte Fijo	04:52	
8. Centrar varilla	04:54	
9. Conectar chillers		04:25
10. Verificar filtración de agua	02:53	
11. Verificar centrado de varilla	03:40	
12. Desinfectar con alcohol isopropílico		01:52
13. Encender horno		03:55
14. Tiempo de espera hasta la temperatura deseada		25:02
15. Colocar preforma en molde	17:08	
16. Tiempo de espera en que la preforma alcanza la temperatura deseada	12:20	
17. Soplado de preforma	15:08	

Una vez identificadas las actividades como internas o externas, se evalúa qué actividades internas se pueden convertir en externas siguiendo el proceso de producción y se determina un tiempo óptimo para cada actividad.

Tabla 2.2

Cuadro de actividades en paralelo

CUADRO DE ACTIVIDADES EN PARALELO			
Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
1. Calentar resina a 170°	18:00		
2. Colocar en cavidades de la inyectora	15:00		
3. Verificar pico de preforma	05:00		
4. Montaje de Barra Fija /	06:00	Encender horno	03:00
		Amarrar molde a soporte de arrastre	02:00
5. Nivelar molde a soporte de arrastre	05:00	Amarrar molde a soporte fijo	02:00
6. Nivelar molde a soporte fijo	05:00		
7. Centrar varilla	05:00	Conexión de Chillers	04:00
8. Verificar filtración de agua	03:00		
9. Verificar centrado de varilla	03:00	Desinfección con alcohol isopropílico	02:00
11. Colocar preforma	18:00		
12. Tiempo de espera en que la preforma alcanza la temperatura deseada	05:00		
13. Soplado de preforma de prueba	15:00		
TOTAL	01:43:00	TOTAL	13:00

2.4 Validación de la implementación

Cuarta etapa: Validación

Después de abordar estas propuestas mencionadas, se realizó la simulación mediante el software Arena como método de validación para evaluar el desempeño de las máquinas involucradas en el proceso productivo (horno, inyectora, sopladora). Esta herramienta permite modelar el flujo de trabajo y simular el comportamiento de cada etapa del proceso, proporcionando una visión detallada y cuantificable del rendimiento operativo.

Este enfoque permitió medir con precisión los tres componentes del OEE (disponibilidad, rendimiento y calidad), así como identificar cuellos de botella, tiempos muertos y pérdidas por defectos. A partir de estos resultados, se pudo establecer una base

confiable que sirvió como referencia para simular escenarios mejorados, después de implementadas las mejoras.

Para llevar a cabo la simulación, se tomaron el tiempo de arranque, el tiempo de parada y el tiempo de mantenimiento. El tiempo de arranque corresponde a la preparación previa para el funcionamiento de la máquina inyectora. El tiempo de parada corresponde a las averías de la máquina que impiden que el proceso sea continuo y el tiempo de mantenimiento a la reparación. Obteniendo así la desviación estándar de 25,24, el tamaño de muestra de 214, el nivel de confianza con un 95%, y el Z de 1,65 y un error de 10%.

Tabla 2.3

Tiempos del proceso

Tiempos Proceso	Duración
Tiempo de arranque	90 minutos
Tiempo de parada	20 minutos
Tiempo de mantenimiento	42 minutos

Como criterio de inclusión, se tomaron los tiempos solo de arranque, paradas y mantenimiento, tiempos que están fuera de los tiempos de producción. Por otra parte, como criterio de exclusión, son los tiempos que corresponden a las actividades de producción, como la inyección y el soplado.

A continuación, se presentan las distribuciones desarrolladas en input analyzer para el tiempo de arranque, el tiempo de parada y el tiempo de mantenimiento.

Tabla 2.4

Distribuciones para simulación

Tiempos	Distribución
Arranque	TRIA (85, 90,4, 92,8)
Parada	TRIA (17, 20,6, 25)
Mantenimiento	NORM (42,1, 1,57)

Figura 2.6

Distribución tiempo de arranque

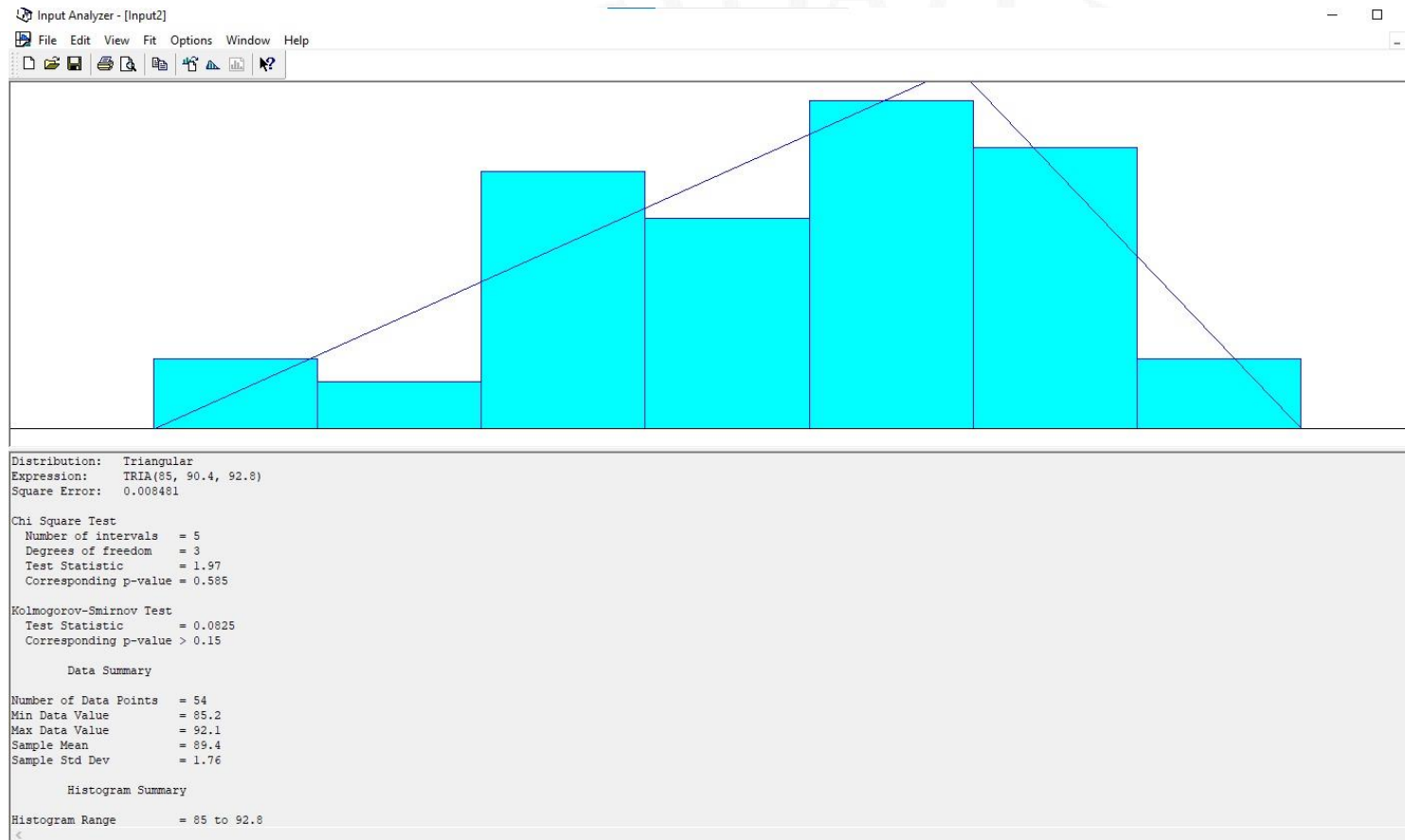


Figura 2.7

Distribución tiempo de parada

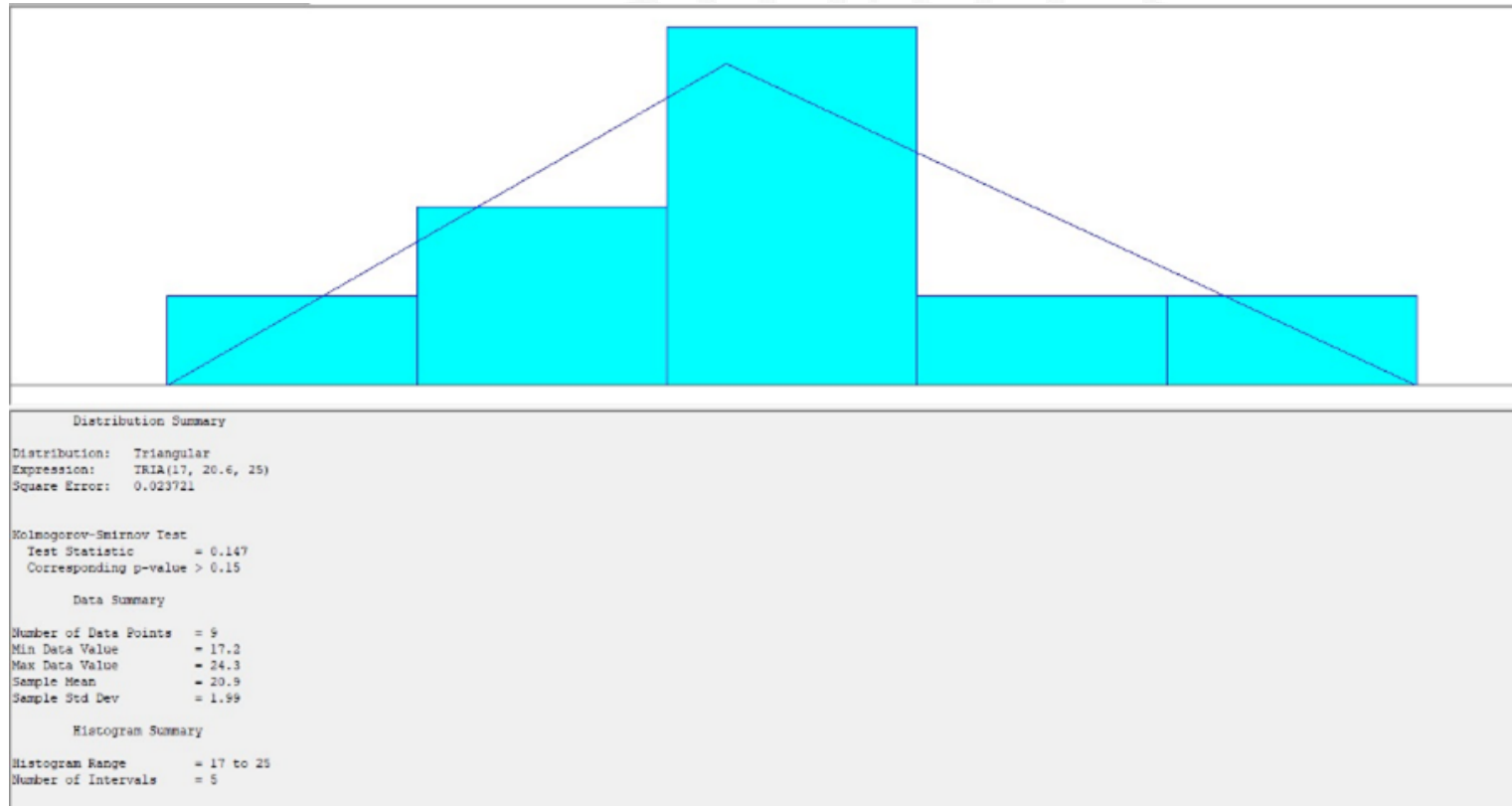


Figura 2.8

Distribución tiempo de mantenimiento

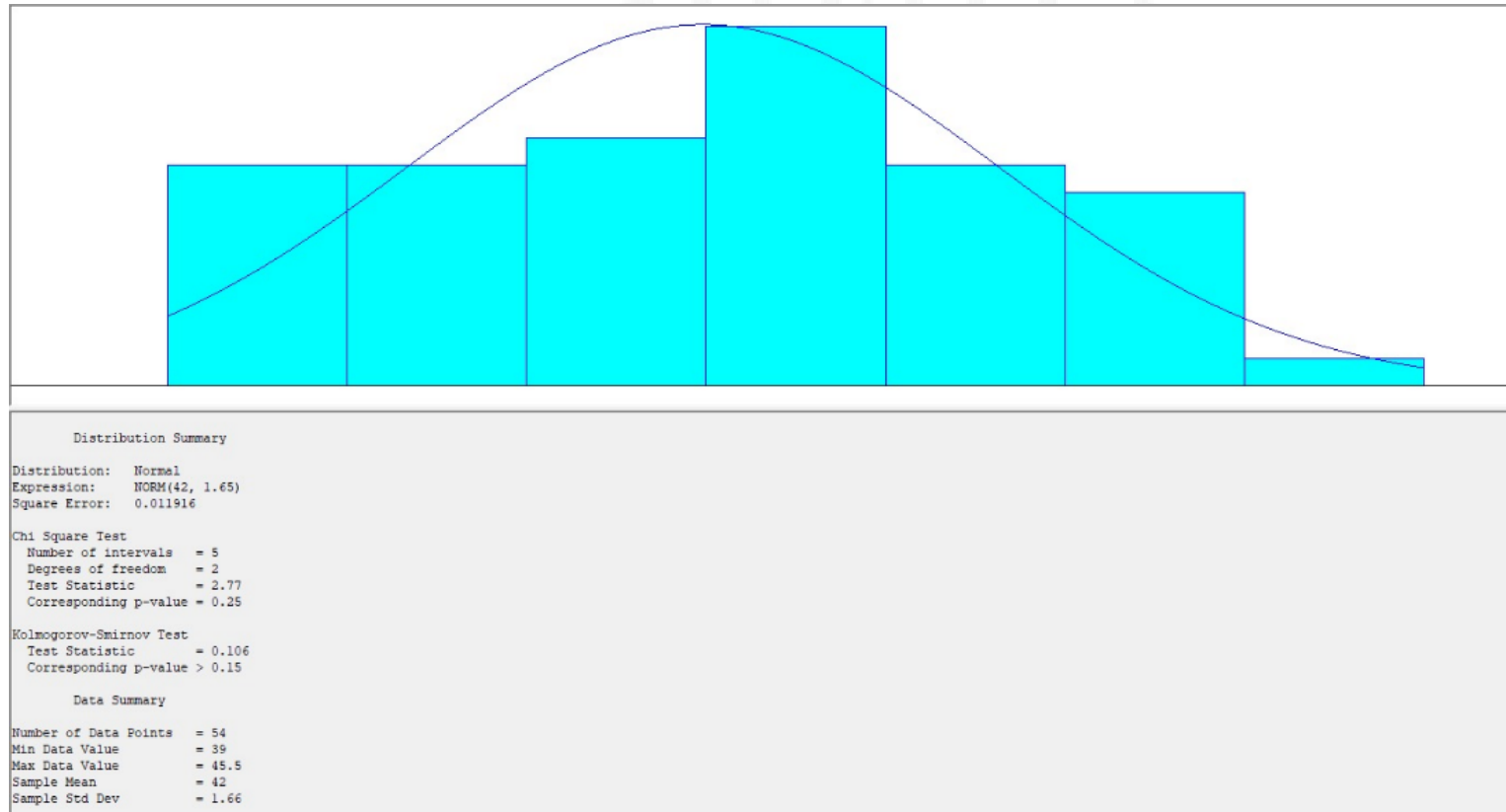
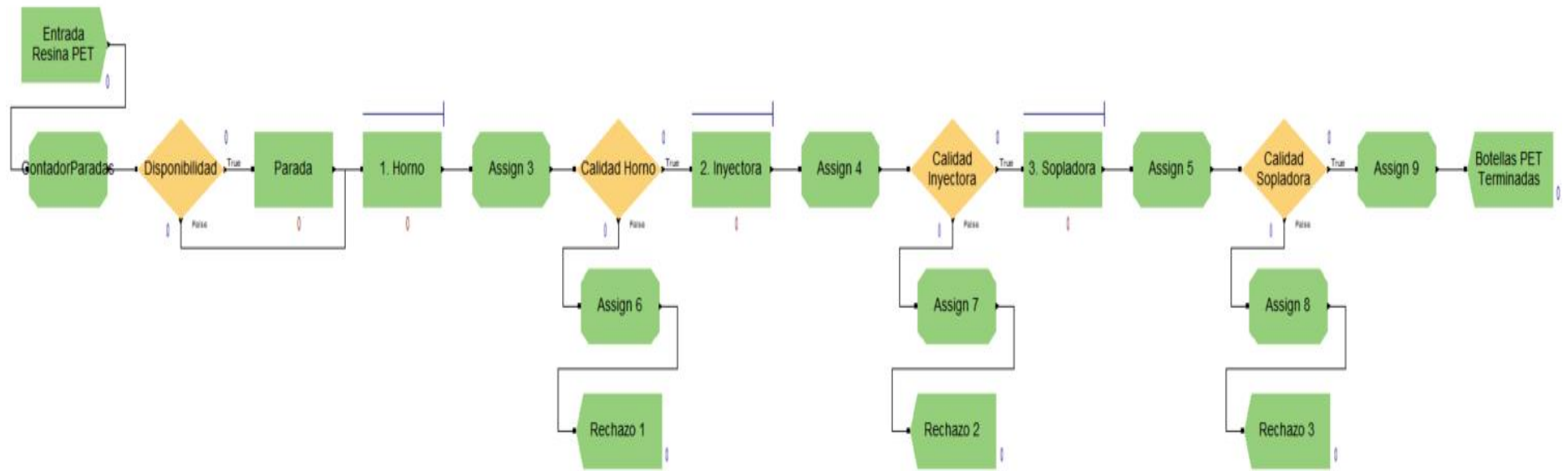


Figura 2.9

Simulación Arena flujo proceso



Además, se desarrollaron informes de auditoría interna para verificar que la ejecución de actividades en paralelo cumpla con los procedimientos correctos, detallando el alcance, los criterios a evaluar, los objetivos de la auditoría, las actividades desarrolladas y tanto los aspectos positivos como negativos.

Figura 2.10

Informe Auditoría TPM

INFORME DE AUDITORÍA INTERNA		Código: FX-QT-001 Versión 1	
FECHA INFORME:	30/09/2023	CICLO AUDITORÍA:	2023-2
PROCESO AUDITADO:	MANTENIMIENTO	FECHA AUDITORÍA:	28/09/2023
REPRESENTANTE DEL PROCESO:	Leonardo André Diaz Candiotti - Camila Melina Pillpe Román		
ALCANCE:	Muestreo de las máquinas involucradas en el proceso productivo (inyectora, sopladora y horno)		
CRITERIOS:	Caracterización y registro de la condición de las máquinas - Procedimiento del Mantenimiento Preventivo y Autónomo - Procedimiento para el control de fallas y desperfectos de la maquinaria		
OBJETIVO:	Verificar que las máquinas estén en buenas condiciones, además de cumplir con todas las regulaciones y estándares aplicables Evaluar y determinar si la eficiencia del proceso de mantenimiento cumple y logra con los objetivos de operatividad Gestionar e identificar riesgos para una mejora continua		
1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS:			
1	Planificación de Auditoría - Determinación de las máquinas a auditar, objetivos y metas		
2	Recopilación de Información revelante - Manuales de operación y registros		
3	Inspección Física y Visual - Evaluación y verificación de estado físico y normativo		
4	Evaluación de Seguridad - Revisión de procedimientos e identificación de riesgos		
5	Pruebas de Funcionamiento - Evaluación de eficiencia y eficacia de la maquinaria		
6	Entrevistas y consultas - Al personal capacitado responsable del mantenimiento		
7	Recopilación y Análisis de Datos - Registro de mantenimiento y consumo de energía		
8	Cumplimiento Normativo - Registro claro y detallado de todos los hallazgos		
9	Desarrollo de Recomendaciones - Abordando deficiencias identificadas		
2. ASPECTOS POSITIVOS:			
1	General - Las fallas de las máquinas disminuyeron en un 70%		
2	Inyectora - La precisión es mayor, gracias al mantenimiento y ajuste hecho por operarios		
3	Inyectora - Existe una reducción de desperdicio de la materia prima resina (-12%)		
4	Sopladora - Presenta gran rendimiento, con una alta velocidad de producción		
5	Sopladora - Consumo de energía bajo (-20%) debido al cambio de piezas modernas		
6	Horno - Se mantiene uniformidad en la temperatura, no existen fallas inesperadas que alteren la temperatura en el proceso de calentamiento como en el pasado		
3. DEBILIDADES:			
1	General - Algunas máquinas (15%) no estaban limpias en su totalidad, se observa polvo y suciedad en partes no tan visibles para los operarios		
2	General - Mejorar el ajuste de los tornillos por parte de la maquinaria, se observa algunos tornillos ligeramente sueltos (10%) que pueden generar paros inoportunos		
3	Inyectora - Falta un poco de lubricación en ambas máquinas inyectoras		
4	Horno - al ser un horno industrial consume mucha más energía de lo que debería, genera más costos operativos		
5	Horno - continúa botando la misma cantidad de gases de escape por medio de la chimenea, tiene que disminuir		

Figura 2.11

Informe Auditoría SMED

INFORME DE AUDITORÍA INTERNA		Código: FX-QT-001	
		Versión 1	
FECHA INFORME:	30/09/2023	CICLO AUDITORÍA:	2023-2
PROCESO AUDITADO:	Proceso de cambio de molde	FECHA AUDITORÍA:	28/09/2023
REPRESENTANTE DEL PROCESO:	Leonardo André Diaz Candiotti - Camila Melina Pillpe Román		
ALCANCE:	Identificar las actividades involucradas en el proceso de cambio de molde, desde la preparación hasta la puesta en marcha		
CRITERIOS:	Analizar la secuencia de actividades específicas que se realizan durante el cambio de molde. Identificar y documentar cada paso en el proceso.		
OBJETIVO:	Evaluar y determinar si la eficiencia del proceso de cambio de molde cumple mejora con la aplicación de SMED		
	Garantizar que el proceso de cambio de molde no afecte negativamente la calidad del producto final		
	Gestionar e identificar riesgos para una mejora continua		
1. ACTIVIDADES DESARROLLADAS:			
1	Planificación de Auditoría - Determinación de las actividades a evaluar		
2	Revisión de documentación existente, como manuales y procedimientos, relacionada con el cambio de molde		
3	Inspección Física y Visual - Evaluación y verificación de estado físico y normativo.		
4	Evaluación de prácticas de seguridad durante el cambio de molde		
5	Evaluación de las herramientas y equipos utilizados en el proceso de cambio de molde		
6	Entrevistas y consultas - Al personal capacitado responsable de planta		
7	Cumplimiento Normativo - Registro claro y detallado de todos los hallazgos		
8	Desarrollo de Recomendaciones - Abordando deficiencias identificadas		
2. ASPECTOS POSITIVOS:			
1	Disminuye el tiempo del cambio de molde del proceso general		
2	Menos tiempo dedicado al cambio de moldes significa más tiempo dedicado a la producción real		
3	Se halla una reducción respecto a los riesgos de seguridad asociados con actividades no planificadas o apresuradas durante el cambio.		
4	Al reducir el tiempo de inactividad y aumentar la eficiencia, se reducen los costos operativos		
3. DEBILIDADES:			
1	Al emplear la herramienta SMED, esta requiere un mantenimiento constante y un seguimiento continuo de los trabajadores, para garantizar que los procesos sigan siendo eficientes		
2	Si no se implementa minuciosamente, la aceleración del proceso de cambio de molde podría tener un impacto negativo en la calidad del producto si no se realizan pruebas de calidad		
3	En el proceso de soplado, la calidad del producto puede depender en gran medida de la precisión del molde y de cómo se instala		

3. RESULTADOS

Finalmente, después de haber implementado las propuestas mencionadas anteriormente, se realizó una comparación de manera general sobre los indicadores previos y los resultados obtenidos.

- **TPM (Total Productive Maintenance)**

Tabla 3.1

Resultados Simulación Arena Indicadores Antes

Project RunDateTime	Name	Type	Source	RecordedValue
2025-05-12 21:21:37	Horno.NumberSeized	Total Number Seized	Resource	986
2025-05-12 21:21:37	Horno.ScheduledUtilization	Scheduled Utilization	Resource	98,44%
2025-05-12 21:21:37	Inyectora.NumberSeized	Total Number Seized	Resource	868
2025-05-12 21:21:37	Inyectora.ScheduledUtilization	Scheduled Utilization	Resource	86,01%
2025-05-12 21:21:37	ResinaPET.NumberIn	Number In	Entity	1002
2025-05-12 21:21:37	ResinaPET.NumberOut	Number Out	Entity	630
2025-05-12 21:21:37	Sopladora.NumberSeized	Total Number Seized	Resource	749
2025-05-12 21:21:37	Sopladora.ScheduledUtilization	Scheduled Utilization	Resource	74,97%
2025-05-12 21:21:37	System.NumberOut	Number Out	System	983

Tabla 3.2*Resultados Simulación Arena Indicadores Después*

Project RunDateTime	Name	Type	Source	RecordedValue
2025-05-12 21:21:37	Horno.NumberSeized	Total Number Seized	Resource	986
2025-05-12 21:21:37	Horno.ScheduledUtilization	Scheduled Utilization	Resource	99,33%
2025-05-12 21:21:37	Inyectora.NumberSeized	Total Number Seized	Resource	942
2025-05-12 21:21:37	Inyectora.ScheduledUtilization	Scheduled Utilization	Resource	93,66%
2025-05-12 21:21:37	ResinaPET.NumberIn	Number In	Entity	1038
2025-05-12 21:21:37	ResinaPET.NumberOut	Number Out	Entity	785
2025-05-12 21:21:37	Sopladora.NumberSeized	Total Number Seized	Resource	898
2025-05-12 21:21:37	Sopladora.ScheduledUtilization	Scheduled Utilization	Resource	88,75%
2025-05-12 21:21:37	System.NumberOut	Number Out	System	983

Una vez terminados los procedimientos respectivos, se calculan los resultados en una tabla, mediante los indicadores principales acerca del porcentaje de rendimiento, calidad y disponibilidad, los cuales se integran para calcular el valor del OEE%. Los datos se muestran a continuación:

Tabla 3.3

Indicadores TPM Antes

Máquinas	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Calidad (%)	OEE (%)
Horno	98,44%	98,40%	88,03%	85,27%
Inyectora	86,01%	86,63%	86,29%	64,30%
Sopladora	74,97%	74,75%	84,11%	47,14%

Tabla 3.4

Indicadores TPM Después

Máquinas	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Calidad (%)	OEE (%)
Horno	99,33%	94,99%	95,54%	90,14%
Inyectora	93,66%	90,75%	95,33%	81,03%
Sopladora	88,75%	86,51%	87,42%	67,12%

Al comparar los indicadores OEE de las tres máquinas antes y después de la implementación de mejoras, se evidencia un incremento significativo en la eficiencia del sistema productivo. El OEE promedio inicial era de 65,57%, mientras que, tras la simulación con ajustes estratégicos en disponibilidad, rendimiento y calidad, el OEE promedio se elevó a 79,06%. Este aumento de más de 13 puntos porcentuales refleja una optimización integral del desempeño de los equipos evaluados, validando la eficacia del método aplicado. Además, se destaca que la mejora no solo se dio en un área específica, sino que fue sostenida en todas las máquinas clave del proceso. Esta mejora cuantitativa reafirma que la propuesta es técnicamente viable, rentable, y tiene alto potencial de escalabilidad, al contribuir directamente con el aumento de la productividad global de la planta.

- **Single Minute Exchange of Die (SMED)**

Una vez establecidas las actividades que se realizarán en paralelo, se obtienen los resultados de los indicadores principales como es tiempo total del ciclo y tiempo de cambio de molde.

Tabla 3.5

Indicadores SMED Antes

Indicadores	Duración
Tiempo de cambio de molde	83 minutos
Tiempo de ciclo	149 minutos

Tabla 3.6

Indicadores SMED Después

Indicadores	Duración
Tiempo de cambio de molde	45 minutos
Tiempo de ciclo	103 minutos

Los resultados obtenidos tras la implementación de la metodología SMED evidencian mejoras significativas en los tiempos operativos del proceso. En particular, el tiempo de cambio de molde se redujo de 83 minutos a 45 minutos, lo que representa una disminución del 45,8 %. Asimismo, el tiempo de ciclo se optimizó al pasar de 149 minutos a 103 minutos, logrando una reducción del 30,9 %. Estas mejoras reflejan un aumento en la eficiencia del proceso productivo, permitiendo una mayor disponibilidad operativa y contribuyendo al incremento de la productividad general en la planta.

4. DISCUSIÓN

Este estudio analizó la aplicación de TPM y SMED en una mype del sector plástico, logrando mejoras significativas en sus procesos productivos. Tras la implementación de estas herramientas, el OEE promedio aumentó de 65,57% a 79,06%, reflejando mejoras en disponibilidad, rendimiento y calidad. Además, los tiempos de cambio de molde se redujeron de 83 a 45 minutos, y los tiempos de ciclo productivo disminuyeron de 149 a 103 minutos, optimizando la eficiencia operativa.

A pesar de los resultados positivos, el estudio presentó limitaciones como la escasa o nula disponibilidad de datos históricos, registros desorganizados y deficiencias en los controles de calidad de producto terminado y en la supervisión de la maquinaria, lo que dificultó el seguimiento preciso de algunos procesos productivos. Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el análisis a otras empresas del sector o de industrias similares, e incorporar evaluaciones financieras, logísticas y de gestión integral que complementen los indicadores operativos, ya que permite obtener así una visión más completa del impacto de estas herramientas de ingeniería en el desempeño general de la empresa.

Estos resultados guardan relación con estudios previos que destacan los beneficios de estas herramientas. Ames et al. (2019) reportaron incrementos del OEE de 64% a 81% al aplicar TPM, así como reducciones significativas de paradas no programadas y defectos. De forma similar, Vega y Quiroz (2022) obtuvieron un aumento del OEE en un 13% y lograron disminuir defectos y paradas no programadas en un 37%, mediante la integración de SMED, TPM, 5S y Jidoka. Estos hallazgos confirman la efectividad de TPM y SMED en la mejora continua de microempresas industriales, siendo consistentes con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Asimismo, los hallazgos coinciden con lo planteado por Andreu (2024), quien resalta que la aplicación de Lean Manufacturing permite eliminar desperdicios y optimizar procesos productivos, de igual manera con lo señalado por Godina et al. (2018), respecto a la reducción de tiempos de cambio de herramienta mediante la implementación de SMED, y con Ames et al. (2019), quienes destacan la disminución de tiempos improductivos como resultado de estas herramientas. Finalmente, los resultados obtenidos refuerzan lo señalado por Mendoza et al. (2023), quienes subrayan la importancia estratégica de la productividad para mejorar la competitividad empresarial,

así como por B. Alvarado y E. Alvarado (2023), quienes enfatizan que una mayor productividad permite optimizar recursos, mejorar procesos y elevar la satisfacción del cliente, aspectos directamente abordados en el presente estudio a través de la implementación de TPM y SMED.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que, tras haber elaborado previamente los antecedentes y desarrollado el estado del arte, se implementó con éxito la propuesta empleando herramientas de ingeniería TPM y SMED, evidenciando un cambio significativo en los procesos, debido a que se redujo el tiempo de cambio de moldes de 83 a 45 minutos, se mejoró el OEE de las máquinas principales en un 13% y la productividad general de la empresa se incrementó de 66% a 79%, validado mediante auditorías internas. Asimismo, la implementación permitió optimizar el uso de materia prima y aumentar los ingresos en aproximadamente S/ 17,000 a S/ 18,000, respaldado por indicadores de rentabilidad positivos (VAN: S/ 13,264.54; TIR: 36%; B/C: 8.53). Si bien no se alcanzó la meta ideal de productividad del 83%, se logró una mejora importante (13%) respecto a la situación de la empresa anteriormente.

Respecto a la contribución de la investigación, se analizó el estado del arte en la industria manufacturera del plástico, tomando como referencia investigaciones de autores como Ames, Vega-Alvites y Godina, quienes demostraron la efectividad de Lean Manufacturing, TPM y SMED en la mejora de productividad. Los hallazgos de este trabajo de investigación confirman y refuerzan esas contribuciones, mostrando que la aplicación combinada de TPM y SMED en una mype permite mejoras cuantificables en indicadores de eficiencia, productividad y rentabilidad. Asimismo, desde un enfoque práctico, se desarrolló un modelo de gestión que puede ser aplicado en otras mypes que buscan optimizar sus procesos de producción.

Finalmente, se recomienda para futuras investigaciones analizar la implementación de otras herramientas de Lean Manufacturing, como Kanban o Poka Yoke, para alcanzar la meta de productividad del sector al 83% o superior. También, se sugiere realizar estudios que proyecten la sostenibilidad de los resultados a lo largo del tiempo y el impacto del entrenamiento continuo del personal sobre el mantenimiento

autónomo. De igual manera, se propone investigar la combinación de TPM y SMED con enfoques digitales (como el mantenimiento predictivo basado en IoT) para potenciar aún más los resultados en la industria manufacturera del plástico desde un enfoque digital y transformacional.



6. REFERENCIAS

- Alvarado, B., & Alvarado, E. (2024). *Productividad y su Impacto en las Organizaciones, 2024* [Tesis para optar el grado académico de bachiller en Administración, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán. https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/12909/Alvarado%20Bautista%20Erasmus%20%26%20Alvarado%20Santa%20Cruz%20Bheberlin.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com
- Ames, V., Macassi, I., Raymundo, C., & Vásquez, W. (2019). Modelo de Gestión de mantenimiento basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad de una empresa del sector de Plástico. *LACCEI Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions*, 33. <https://doi.org/10.18687/laccei2019.1.1.33>
- Andreu, I. (2024, 3 de octubre). *Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?* Asociación para el Progreso de la Dirección (APD). <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>
- Camacho, L., & Lopez, M. (2025). *Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia de las máquinas extrusoras del proceso de producción en una empresa del sector plásticos a través de las herramientas TPM y SMED* [Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/683212/Camacho_LJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page19
- Carhuavilca, D. (2021, mayo). Situación del Sector Plástico en el Perú. *INEI (Instituto nacional de estadística e informática)*. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/presentacion-iii-congreso-internacional-plasticos.pdf>
- Carrasco, M. (2024, 8 de noviembre). *Advierten del peligro de tomar agua embotellada: Perú incrementó su consumo en un 19% durante el primer trimestre de 2024*. Infobae. <https://www.infobae.com/peru/2024/11/08/advierten-del-peligro-de->

[tomar-agua-embotellada-peru-incremento-su-consumo-en-un-19-durante-el-primer-trimestre-de-2024/](#)

- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F., & Matias, J. (2018). A Structural Literature Review of the Single Minute Exchange of Die: The Latest Trends. *Procedia Manufacturing*, 17, 783–790. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.129>
- Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. (2025, febrero). Análisis Sectorial Desempeño e importancia de la Industria de Plásticos. *Produce Empresarial*. https://www.produceempresarial.pe/wp-content/uploads/2025/02/250-PPT_Industria-Plasticos_2019_2024_25.02.25.pdf
- Mendoza, C., Cruz, L., & Anticona, L. (2023). Application of lean manufacturing tools to improve productivity in footwear company in Peru. *LACCEI Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions*. https://laccei.org/LEIRD2023-VirtualEdition/papers/Contribution_351_final_a.pdf
- Tareq, I. (2018). Improving Manufacturing Performance through implementing cycle-time reduction: a study of lean plastic bags enterprise. *International Journal of Development Research*, 8(10), 23248-23255. <https://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/14325.pdf>
- Vasquez, L. (2021, 15 de febrero). *Exportaciones de plástico crecieron en el 2020*. La Cámara. <https://lacamara.pe/exportaciones-de-plastico-crecieron-en-el-2020/>
- Vega Alvites, M., & Quiroz Flores, J. (2022). Increased machine availability in a plastic injection molding plant through the implementation of TPM and Lean Manufacturing tools: An Empirical Research in Perú. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Artículo 182996. [Aumento de la disponibilidad de máquinas en una planta de moldeo por inyección de plástico](#)

BIBLIOGRAFÍA

- Abdul Rasib, A. H., Mahamad Noor, R., & Ahmad, M. N. (2020). Sustainable Production Flexible Improvement by Internal Activities Time Reduction in Manufacturing Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 994. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/994/1/012003/pdf>
- Aguilar-Schlaefli, J., Campos-Campos, Z., León Chavarri, C. & Sáenz-Moron, M. (2022). Model based on TPM and Standardization for the maximization of efficiency in an SME in the plastics sector. *2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development, 2022*. <https://laccei.org/LEIRD2022-VirtualEdition/full-papers/FP71.pdf>
- Agung, D., & Hasbullah, H. (2019). Reducing the product changeover time using smed & 5s methods in the injection molding industry. *SINERGI*, 23(3), 199-212. <https://www.neliti.com/publications/290505/reducing-the-product-changeover-time-using-smed-5s-methods-in-the-injection-mold>
- Aucasime, P., Tremolada, S., Chavez, P., Dominguez, F., & Raymundo, C. (2020). Waste Elimination Model Based on Lean Manufacturing and Lean Maintenance to Increase Efficiency in the Manufacturing Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 999. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/999/1/012013>
- Brito, M., Vale, M., Leão, J., Ferreira, L., Silva, F., & Gonçalves, M. (2020). Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company. *Procedia Manufacturing*. *Procedia Manufacturing*, 51, 613-619. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.086>
- BSG Institute. (s.f.). *Los 8 Pilares del TPM: Una Guía para la Eficiencia Operativa*. <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
- Buitrón, L., Viacava, G., Eyzaguirre, J., & Raymundo, C. (2019). Lean Manufacturing model based on the Deming cycle and developed in Gantt to increase productivity in plastic companies. *2019 IEEE 39th Central America and Panama Convention, CONCAPAN 2019*, Artículo 8976984. [Lean Manufacturing model based on the](#)

[Deming cycle and developed in Gantt to increase productivity in plastic companies](#)

- Garrido, R., Marquezado, K. & Quiroz, J (2022). Production optimization model to increase order fulfillment by applying tools under the Lean Green philosophy and TPM in plastic manufacturing SMEs. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*. [Production optimization model to increase order fulfillment by applying tools under the Lean Green philosophy and TPM in plastic manufacturing SMEs](#)
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2019). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction A literature review on metals and engineering industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10 (2), 691-714. [Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction A literature review on metals and engineering industries](#)
- Gujar, S., Moroliya, M. (2018). Increasing the productivity by using work study in a manufacturing industry literature review. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 8(2) 369-374. [Increasing the productivity by using work study in a manufacturing industry literature review](#)
- Herrera, M., Portillo, M., López, R., & Gómez, J. (2019). Lean manufacturing tools that influence an organization's productivity: Conceptual model proposed. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115-133. [Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto](#)
- Hooda, A., & Gupta, P. (2019). Manufacturing Excellence Through Total Productive Maintenance Implementation in an Indian Industry, A Case Study. *International journal of mechanical and production engineering research and development*, 9(3), 1593-1604. [https://www.researchgate.net/publication/333727283 Manufacturing Excellence Through Total Productive Maintenance Implementation in an Indian Industry A Case Study](https://www.researchgate.net/publication/333727283)

- Jagdeep, S., Harwinder, S. & Gurpreet, S. (2018). Productivity Improvement using lean manufacturing within manufacturing Industry of Northern India-a Case Study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(8), 1394-1415. [Productivity Improvement using lean manufacturing within manufacturing Industry of Northern India-a Case Study](#)
- Jurík, L., Horňáková, N., & Domčeková, V. (2020). The application of smed method in the industrial enterprise. *International Scientific Journal about Logistics*, 7(4), 269–281. <https://doi.org/10.22306/al.v7i4.189>
- Mallampati, M., Srivinivas, K., & Krishna, T. (2018). Design Process to Reduce Production Cycle Time in Product Development. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 7(3), 125-129. <https://doi.org/10.11591/ijai.v7.i3.pp125-129>
- Maware, C., & Parsley, D. (2022). The Challenges of Lean Transformation and Implementation in the Manufacturing Sector. *MDPI*, 14(10), 6287. <https://doi.org/10.3390/su14106287>
- Mbogo, J. (2019). Factors for Effective Implementation of Lean Manufacturing Practice in Selected Industries in Tanzania. *Procedia Manufacturing*, 33, 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.043>
- Miranda, Y., Toledo, F. & Altamirano, E. (2022). Optimization model to increase the efficiency of the flexible packaging production process applying the Johnson Method, SMED and TPM in a SME in the Plastics Sector. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*. [Optimization model to increase the efficiency of the flexible packaging production process applying the Johnson Method, SMED and TPM in a SME in the Plastics Sector](#)
- Muhammad, A., Zulkifile, L., Zainal, A., Mohd, Y., & Yusof, I. (2022). Scrutinizing the impact of essential lean methods on sustainable performance in malaysian manufacturing firms. *Jurnal Teknologi*, 84(5), 11-25. [Scrutinizing the impact of essential lean methods on sustainable performance in malaysian manufacturing firms](#)

- Nallusamy, S. (2020). Execution of lean and industrial techniques for productivity enhancement in a manufacturing industry. *International Conference on Newer Trends and Innovation in Mechanical Engineering: Materials Science*, 37(2), 568-575. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.590>
- NeuroEconomix (2020, 13 de agosto) ¿Qué es una revisión de la literatura? Revisión sistemática, revisión exploratoria revisión narrativa ¿son lo mismo? *NeuroEconomix*. <https://neuroeconomix.com/es/que-es-una-revision-de-la-literatura-revision-sistemica-revision-exploratoria-revision-narrativa-son-lo-mismo/>
- Pinto, G., Silva, F., Fernandes, N., Casais, R., Baptista, A., & Carvalho, C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International journal of industrial engineering and management*, 11(3), 192-204. https://www.researchgate.net/publication/344587350_Implementing_a_maintenance_strategic_plan_using_TPM_methodology
- Ramakrishnan, V., Jayaprakash, J., Elanchezhian, C., & Vijaya Ramnath, B. (2019). Implementation of Lean Manufacturing in Indian SMEs-A case study. *Materials Today: Proceedings*, 16(2), 1244–1250. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.05.221>
- Ramakrishnan, V., Nallusamy, S., & Rajaram, M. (2018). Study on lean tools implementation in various indian small and medium scale manufacturing industries. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 8(1), 969-976. <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=1643412>
- Ribeiro, P., Sá, J., Ferreira, L., Silva, F., Pereira, M., & Santos, G. (2019). The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Sabir, S., & Sandeep, S. (2021). Implementation and analysis of the clustering process in the enhancement of manufacturing productivity. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 33(7), 482-490. <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.ulima.edu.pe/science/article/pii/S1018363920302622?via%3Dihub>

- Şahin, R., & Koloğlu, A. (2021). A Case Study on Reducing Setup Time using SMED on a Turning Line. *Gazy University Journal of Science*, 35(1), 60-71. <https://doi.org/10.35378/gujs.735969>
- Saxena, M. (2022). Total productive maintenance (TPM); as a vital function in manufacturing systems. *Journal of applied research in technology & engineering*, 3(1), 19-27. <https://doi.org/10.4995/jarte.2022.15934>
- Schindlerová, V., Šajdlerová, I., Michalčík, V., Nevima, J., & Krejci, L. (2020). Potential of Using TPM to Increase the Efficiency of Production Processes. *Tehnicki Vjesnik-technical Gazette*, 27(3), 737-743. <https://doi.org/10.17559/tv-20190328130749>
- Semman, S. (2018, 24 de enero). *¿Qué es Scopus? ¿Y para qué sirve?.* Sant Joan de Déu (Biblioteca). <https://bibliosjd.org/2018/01/24/scopus-que-es-para-que-sirve/#.Y03y83bMKUk>
- Shahriar, M., Parvez, M., Islam, M., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, Artículo 100488. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>
- Terdpaopong, K., Puapradit, A., & Malisuwan, U. (2021). The effect of lean on the operational performance of medium-sized Thai manufacturing companies. *Growing Science*, 9(3), 647–658. <https://growingscience.com/beta/uscm/4916-the-effect-of-lean-on-the-operational-performance-of-medium-sized-thai-manufacturing-companies.html>
- Vieira, E., & Cambruzzi, C. (2020). Aplicação do smed para redução do tempo de set up em uma máquina injetora de plásticos. *Revista Latino-Americana de Inovação E Engenharia de Produção*, 8(13), 155-171. <https://doi.org/10.5380/relainep.v8i13.73236>
- Zainal, M., Leman, Z., Mohd, Z., & Ismail, M. (2022). Scrutinizing the impact of essential lean methods on sustainable performance in malaysian manufacturing firms. *Jurnal Teknologi*, 84(5), 11–25. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.18413>




8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.