



**Universidad
Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y
DE GESTIÓN EMPRESARIAL**

Tesis

Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina
ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024

**Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial y de Gestión Empresarial**

Presentado por:

Autora: Mendoza Bohorquez, Angel Tatiana

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3800-0263>

Autora: Paz Gilio, Luz Nathali

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1793-3499>

Asesor: Mg. Cáceres Trigoso, Jorge Ernesto

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5582-3002>

Lima – Perú

2025

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01

Yo, Angel Tatiana Mendoza Borguez egresado de la Facultad de Ingeniería y Negocios y Escuela Académica Profesional de **Ingenierías** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación “Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024” Asesorado por el docente: MG. Jorge Ernesto Cáceres Trigoso DNI 07305972 ORCID 0000-0001-5582-3002 tiene un índice de similitud de **9 (nueve) %** con código oid:14912:444098872 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

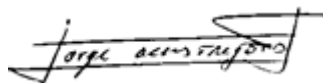
1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
 Firma de autor 1
 Luz Nathali Paz Gilio
 DNI: 47801313



.....
 Firma de autor 2
 Angel Tatiana Mendoza Bohorquez
 DNI: 72639605



.....
 Firma
 Mg. Jorge Ernesto Cáceres Trigoso
 DNI: 07305972

Lima, 2 de abril de 2025

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Luz Nathali Paz Gilio egresado de la Facultad de Ingeniería y Negocios y Escuela Académica Profesional de **Ingenierías** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación “Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024” Asesorado por el docente: MG. Jorge Ernesto Cáceres Trigoso DNI 07305972 ORCID 0000-0001-5582-3002 tiene un índice de similitud de **9 (nueve)** % con código oid:14912:444098872 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

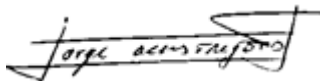
1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
 Firma de autor 1
 Luz Nathali Paz Gilio
 DNI: 47801313



.....
 Firma de autor 2
 Angel Tatiana Mendoza Bohorquez
 DNI: 72639605



.....
 Firma
 Mg. Jorge Ernesto Cáceres Trigoso
 DNI: 07305972

Lima, 2 de abril de 2025

Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado con amor y gratitud a mi familia quienes han estado con paciencia, apoyo y aliento constante en cada paso de este camino. Su respaldo durante este proceso fue vital.

Agradecimiento

A Dios, quien ha sido nuestra guía, fortaleza y sabiduría en nuestra vida profesional. A nuestras familias por ser nuestro soporte emocional e incondicional. A las personas que, de cualquier manera, han contribuido al proceso de esta investigación.

Índice

	Pág.
Carátula.....	i
Declaración jurada de autoría y originalidad del trabajo.....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice	vi
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción	xiii
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	5
1.4.1. Teórica	5
1.4.2. Metodológica	6
1.4.3. Práctica.....	6
1.5. Limitaciones de la investigación.....	6

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases teóricas.....	14
2.3. Formulación de hipótesis	32
2.3.1. Hipótesis general.....	32
2.3.2. Hipótesis específicas.....	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	33
3.1. Método de la investigación	33
3.2. Enfoque de la investigación	34
3.3. Tipo de investigación.....	34
3.4. Diseño de la investigación	34
3.5. Población, muestra y muestreo	35
3.6. Variables y operacionalización	36
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.7.1. Técnica.....	37
3.7.2. Instrumentos.....	37
3.7.3. Validación.....	38
3.7.4. Confiabilidad.....	38
3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos	39
3.9 Aspectos éticos.....	39
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40
4.1. Resultados	40
4.1.1. Análisis descriptivos de resultados	40
4.1.2. Prueba de hipótesis	41

4.1.3. Discusión de resultados.....	47
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Recomendaciones	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS	65
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	65
Anexo 2: Instrumentos.....	66
Anexo 3: Validez del instrumento	74
Anexo 4: Confiabilidad del instrumento.....	77
Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética	78
Anexo 6: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos.....	79
Anexo 7: Programa de intervención	80
Anexo 8: Reporte de Similitud de Turnitin.....	109
Anexo 9: Matriz de operacionalización de la variable.....	110
Anexo 10: Árbol de Problemas.....	112
Anexo 11: Presupuesto	113

Índice de Tablas

Tabla 1 Beneficios SMED.....	23
Tabla 2 Lista de expertos que validaron el instrumento.....	38
Tabla 3 Normalidad de los objetivos específicos.....	44
Tabla 4 Rango del nivel de eficiencia.....	45
Tabla 5 Prueba de contraste del nivel de eficiencia.....	45
Tabla 6 Rangos del nivel de eficacia.....	46
Tabla 7 Prueba de contraste del nivel de eficacia.....	47

Índice de figuras

Figura 1 Etapas conceptuales de SMED.....	21
Figura 2 Nivel de eficiencia aplicando SMED.....	40
Figura 3 Nivel de eficacia aplicando SMED.....	41
Figura 4 Doble de masas “Nivel de Eficiencia”	42
Figura 5 Doble de masas “Nivel de Eficacia”	43
Figura 6 Instrumento vacío - pre análisis de Eficiencia.....	65
Figura 7 Instrumento vacío - post análisis de Eficiencia.....	66
Figura 8 Instrumento vacío - pre análisis de Eficacia.....	67
Figura 9 Instrumento vacío - post análisis de Eficacia.....	68
Figura 10 Instrumento lleno - Pre análisis de Eficiencia.....	69
Figura 11 Instrumento lleno - Post análisis de Eficiencia.....	70
Figura 12 Instrumento lleno - Pre análisis de Eficacia.....	71
Figura 13 Instrumento lleno - Post análisis de Eficacia.....	72
Figura 14 Doble de Masas – Nivel de eficiencia.....	76
Figura 15 Doble de Masas – Nivel de eficacia.....	76

Resumen

El análisis tuvo como propósito principal demostrar cómo la aplicación de SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024. Para ello, la metodología se compuso de un enfoque cuantitativo, con un diseño de nivel pre-experimental y utilizando un método hipotético, analítico y deductivo. Asimismo, se trabajó con una población y muestra de 15 registros de tiempo tomados antes y después de la implementación de la metodología. Los datos se recopilieron mediante observación directa utilizando fichas validadas por tres expertos. El análisis se realizó con herramientas como Excel y SPSS, verificando la consistencia de la data por medio de la prueba de Shapiro-Wilk, la cual confirmó una distribución no paramétrica, y las pruebas de Rangos de Wilcoxon y doble de masas. Los resultados mostraron un incremento del 28,72% en eficiencia y del 13,00% en eficacia. Además, al reducir los tiempos en la máquina de 214.4 a 152.0 en promedio se ganó 62.4 minutos generando un 6% más de productividad, lo que permitió aumentar la capacidad de producción de neumáticos. En definitiva, se indica que al aplicar la metodología SMED, se logró que la máquina ensambladora sea más productiva.

Palabras claves: SMED, eficacia, eficiencia, productividad

Abstract

The main purpose of the analysis was to demonstrate how the application of SMED optimizes the productivity of an assembly machine in a tire plant, Lima 2024. For this purpose, the methodology consisted of a quantitative approach, with a pre-experimental design and using a hypothetical, analytical and deductive method. Likewise, we worked with a population and sample of 15 time records taken before and after the implementation of the methodology. The data were collected through direct observation using cards validated by three experts. The analysis was performed with tools such as Excel and SPSS, verifying the consistency of the data by means of the Shapiro-Wilk test, which confirmed a non-parametric distribution, and the Wilcoxon Ranks and double mass tests. The results showed an increase of 28.72% in efficiency and 13.00% in effectiveness. In addition, by reducing machine times from 214.4 to 152.0 on average, 62.4 minutes were gained, generating 6% more productivity, which allowed an increase in tire production capacity. In short, by applying the SMED methodology, the assembly machine became more productive.

Keywords: SMED, effectiveness, efficiency, productivity

Introducción

La metodología SMED se define como una técnica de progreso continuo para reducir los tiempos en las máquinas de producción, esta metodología ha evidenciado ser autora del incremento en la eficiencia y eficacia de las operaciones, facilitando así a las empresas a maximizar el tiempo de producción y minimizar los tiempos de inactividad.

En este contexto, el estudio tiene como finalidad la aplicación de SMED para optimizar la productividad en la máquina ensambladora de una planta de neumáticos; además determinar cómo esta metodología incrementa la eficiencia y eficacia; ya que, a menudo se realiza tiempo de cambio en la máquina, lo cual genera tiempos improductivos. Asimismo, la investigación se desarrolló en 5 capítulos, detallados en las siguientes secciones.

En el capítulo inicial, se abordó la realidad problemática, la formulación del problema, los objetivos y la justificación del análisis.

En el segundo capítulo, se evidenció los antecedentes nacionales e internacionales, el marco teórico con las definiciones conceptuales y sus teorías de la metodología SMED y la productividad; además, se formularon las hipótesis del actual análisis.

En el tercer capítulo, se centró en la definición de los métodos de análisis, el tipo, el diseño, las variables, la población y se sustenta la técnica de la observación que se usó para recopilación de los datos en la muestra elegida para el estudio y para su posterior validación.

En el cuarto capítulo, se postulan los hallazgos, como también el análisis y la discusión con otros estudios similares. Además, incluye la propuesta de mejora basada en la metodología, las acciones que se implementaron y las proyecciones futuras.

Finalmente, en el quinto y último capítulo, se muestran las conclusiones y las recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente las empresas invierten en diversas metodologías, herramientas y técnicas que sean óptimas para incrementar su productividad. La metodología SMED dentro del enfoque Lean es una pieza clave, ya que contribuye en la optimización de tiempo de cambio y aumenta la capacidad de producción, sin la necesidad de invertir en muchos recursos (Society of Manufacturing Engineers, 2024). Por otra parte, la productividad es un indicador fundamental que contribuye en el estudio de los procesos organizacionales, dado que, facilita la valoración y cuantificación objetiva de su desempeño (Ulloa *et al.*, 2023). El Ministerio de Economía y Finanzas (2021) describe que, es indispensable que en los países se entreguen los recursos necesarios para generar el crecimiento y la eficacia empresarial.

Asimismo, una investigación reciente en Europa demostró cómo el uso de la metodología SMED logró disminuir 35% en los tiempos de cambio de herramientas (Davalos *et al.*, 2023). Igualmente, las empresas asiáticas al aplicar esta metodología han logrado reducir los tiempos de cambio hasta un 50%, lo que ha permitido incrementar su capacidad de producción y responder de manera óptima las demandas del mercado (Rodríguez, 2022). A su vez, en Perú la aplicación de Lean se topa con obstáculos como la escasa inversión en infraestructura contemporánea y los altos gastos de operación, lo que restringe su efecto beneficioso (Banco Central de Reserva del Perú, 2021). En pocas palabras, SMED ofrece significativas ventajas en la disminución de tiempos y la optimización del avance; sin embargo, su ejecución en Perú cuenta con grandes desafíos, generando un desequilibrio crucial entre la teoría y la práctica a nivel local.

En el mismo escenario, la productividad en Asia también presenta variaciones significativas; en su informe del Banco Mundial (2023) revela que, a pesar del crecimiento robusto en economías emergentes como China e India, Japón y Corea del Sur han enfrentado una desaceleración en la productividad, con tasas de crecimiento del 0.8% y 1.1% respectivamente. Asimismo, en Latinoamérica la realidad es aún más preocupante, un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2023) destaca que, la productividad en la región creció apenas un 0.5% en 2022, muy por debajo del promedio global. Asimismo, en Perú las cifras son aún más desalentadoras. Por otro lado, el INEI (2024) reporta que, la productividad laboral creció un modesto 0.3% en 2023, lo que subraya un estancamiento en comparación con años anteriores. En Lima Metropolitana, la situación es preocupante, según la CCL (2024), la productividad en el sector de producción ha disminuido un 0.7% en el último año. Respecto a ello, pone de manifiesto problemas estructurales importantes, como la falta de inversión en tecnología y capacitación, que dificultan el avance de la eficiencia y potencial del sector. A pesar de los esfuerzos locales por impulsar el crecimiento, estos desafíos evidencian una carencia de visión estratégica que sigue perjudicando el desarrollo económico de la región.

En ausencia de una solución a los problemas actuales, el futuro de la productividad a nivel global podría ser incierto, con el riesgo de estancamiento y dificultades para lograr un crecimiento sostenible. Según BCE (2022), la falta de inversión en innovación podría mantener el crecimiento de la productividad por debajo del 1% anual, afectando la competitividad. A nivel de Latinoamérica se estima que, la no implementación de soluciones a estos problemas podría retrasar el desarrollo industrial y la competitividad internacional (CEPAL, 2021). Asimismo, el Ministerio de la Producción (2022) reporta que el 70% de las empresas manufactureras peruanas no implementan prácticas de mejora continua, lo que podría resultar en una disminución del 3%

en la generación de empleo en los próximos años. Pese a ello, la institución continúa desarrollando acciones para optimizar procesos y mejorar la productividad, además de garantizar una gestión eficiente de los recursos con el objetivo de impulsar inversiones (Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2023). Asimismo, en Lima el no abordar específicamente los problemas de eficiencia podría llevar a que las empresas pierdan un 30% de su capacidad operativa, afectando así su rentabilidad (INEI, 2023). Por otra parte, en Lima Metropolitana, la situación es aún más grave; dado que, la productividad en el sector de producción podría seguir decreciendo si no se implementan soluciones efectivas (CCL, 2024). En resumen, en Europa, Latinoamérica, Perú y Lima no abordar el avance de la productividad y la integración de prácticas de Lean Manufacturing como SMED podría resultar en consecuencias económicas y competitivas graves en los próximos años. Los datos estadísticos y las proyecciones analizadas sugieren que la falta de estas prácticas podría llevar a una pérdida significativa de competitividad y eficiencia, afectando negativamente el desarrollo y el beneficio económico de las empresas.

Como uno de los desafíos detectados en la planta de neumáticos en la máquina ensambladora, se empleó el árbol de problemas para analizar las causas e impactos que inciden en la productividad, enfocando de esta manera los desafíos encontrados para este estudio (Ver anexo 10). Los principales desafíos comprenden: (i) los tiempos improductivos en los procesos de ensamblaje, por la falta de recursos y procedimientos, lo cual genera reducción del volumen de la producción diaria; (ii) demoras en el tiempo de cambio de la máquina, teniendo como resultado una baja eficiencia en el área; (iii) deficiencia en la planificación y ejecución de procesos por la escasa optimización y supervisión de los procesos, lo cual genera retrasos en las entregas a clientes; y (iv) procesos no estandarizados por los altos desperdicios de movimientos, del cual se tiene como consecuencia incremento de los costos de producción. En resumen, es

indispensable gestionar de manera óptima y eficiente los procesos productivos, sobre todo entender las causas de la problemática e implementar metodologías que impulsen un alto crecimiento en la productividad y reducción de actividades que no generan valor.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación de SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024?

1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024?

PE2: ¿En qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Demostrar de qué manera la aplicación de SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

OE2: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Teórica

En el fundamento teórico relacionado con la variable SMED, se presentó las siguientes: (i) la teoría single minute exchange of die (SMED), el autor Shingo (1985), describe a esta metodología como una herramienta clave que disminuye el tiempo de preparación en la línea de manufactura, centrándose en la separación de actividades internas y externas; (ii) la teoría de desperdicio 0, cuyo autor Cruelles (2012) considera que, SMED ayuda a eliminar todos los desperdicios en el proceso de cambio de herramientas, agilizando los tiempos de cambio; además de potenciar la eficiencia operativa, porque existe mayor flexibilidad en la producción y obteniendo una reducción significativa de los recursos financieros; y (iii) la teoría quick changeover concepts applied, el cual tiene como autor Herr (2014) planteando que, al combinar SMED de Shingo con técnicas modernas y transformar las configuraciones internas en externas, es posible reducir los tiempos de cambio hasta en un 95%. Por todo lo descrito, se evidencia el impacto y beneficio de cada teoría basada en la metodología SMED, respecto a la reducción de tiempo, mejora en la flexibilidad y la eficiencia productiva de las empresas.

Por otra parte, la variable productividad cuenta con teorías que sustentan lo siguiente: (i) la teoría de las restricciones, el autor Goldratt (2016) determina que, es de suma importancia identificar y gestionar la restricción que se presenta para cumplir con la producción y alcanzar los objetivos; (ii) la teoría de administración científica, cuyo autor Taylor (1911) considera que, la productividad se mejora a través de la estandarización de tareas y la selección científica de los trabajadores, lo que permite aumentar la eficiencia y reducir los tiempos muertos en los procesos; y (iii) la teoría de la división del trabajo y especialización, donde Smith (1776)

argumenta que, la productividad puede aumentar significativamente cuando los trabajadores se especializan en tareas específicas.

1.4.2. Metodológica

El presente análisis titulado “Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024” el cual adopta un enfoque cuantitativo, agilizará la recopilación de datos, puesto que su naturaleza es observable, medible y objetiva; con el propósito de optimizar la productividad. Asimismo, se adoptará un diseño experimental para el manejo de variables y la valoración directa del problema, asegurando la fiabilidad y validez del mismo. Además, el presente estudio busca demostrar cómo la aplicación de esta metodología es clave para incrementar la eficiencia y eficacia de la máquina. Finalmente, esta investigación será un gran aporte para futuros ingenieros y/o investigaciones direccionadas a optimizar la productividad.

1.4.3. Práctica

El presente análisis se efectuará con la intención de potenciar la productividad, pues al aplicar la metodología SMED se tendrá mayor disponibilidad de la máquina para ensamblar más número de llantas, lo cual generará mayor ingreso para la entidad; por ello, el desarrollo de este estudio comprende los siguientes beneficios: (i) incrementa el volumen de producción (ii) reducción de tiempos de cambio en la máquina; (iii) estandarización de los procesos; (iiii) mejora de la eficiencia; y (iiiii) reducción de tiempos improductivos.

1.5. Limitaciones de la investigación

Este estudio tuvo como objetivo aplicar el método SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos en Lima, desde el periodo comprendido entre agosto y diciembre de 2024. Durante este tiempo, se buscó implementar la metodología y

evaluar su impacto, contando con la rectificación oportuna de las técnicas de recopilación de data.

En cuanto a los recursos, se realizó gastos similares al presupuesto de S/6,722.25 (soles), el cual fue financiado por la empresa en su totalidad. Las investigadoras gestionaron estos recursos en coordinación con los responsables de área y/o empresa, asegurando la obtención de todas las autorizaciones y sustentos necesarios para la evolución del análisis.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes nacionales

Los autores Casas e Infantes (2023), en su estudio su objetivo fue la incrementar la productividad en una empresa embotelladora por medio de la aplicación de la metodología SMED; asimismo, fue una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi-experimental y nivel correlacional. Los 240 reportes diarios de producción fueron la población, donde la muestra fue el mismo, para la recopilación de data se combinó el análisis documental y la observación directa. Por otro lado, la observación directa permitió evaluar los niveles de productividad en el periodo posterior, entre marzo y junio de 2023; también se utilizó como herramienta, la ficha de registro de datos y la ficha de observación para registrar los tiempos de cambio. Por tanto, los resultados revelaron que, al implementar SMED se obtuvo un aumento en la productividad de 11.14 %, junto con un crecimiento 4.74 % y 4.46% en la eficiencia y eficacia respectivamente. Se concluyó con dicho estudio que, la implementación de estas mejoras es rentable para la empresa y como recomendación, la evaluación continua del programa de capacitaciones e inducción, para garantizar los beneficios obtenidos a largo plazo.

De acuerdo con la investigación desarrollada por los autores Campos y Flores (2022), este estudio tuvo como objetivo principal aumentar la productividad de envolturas plásticas aplicando la metodología SMED. Se trató de un análisis de tipo aplicado, de diseño experimental y un enfoque cuantitativo. La población fue el registro de tiempos de impresión. Se empleó como instrumento un cuestionario para identificar las actividades improductivas durante el proceso. Los resultados revelaron una disminución en un promedio de 12 minutos a 5 minutos en ejecutar las actividades de recepción en las órdenes de impresión, lo que contribuyó a una elevación del

9% en la productividad. Como conclusión tuvieron que, hubo resultados favorables, ya que el capital humano se sintió apoyado y permitió un reordenamiento de los procesos. De igual forma, se recomendó continuar con la estandarización de los procesos y mantener el diagrama de actividades para continuar con dichos beneficios en el tiempo.

En la investigación realizada por Muro (2022), se tuvo como objetivo principal mejorar la productividad mediante la implementación de SMED. Se efectuó un análisis de tipo aplicado, con un diseño cuasi-experimental y de nivel descriptivo. La población se integró por los operarios de la línea de extrusión, y seleccionando una muestra de 25 operadores; además, aplicaron la observación directa con guías de observación y un cuestionario, para conocer los tiempos improductivos e identificar la problemática durante el cambio. Los datos y medición de tiempos fueron tomados con un cronómetro y validados mediante un análisis estadístico en Excel. Los resultados revelaron una baja del 28% en los tiempos de cambio, lo que se tradujo en un incremento del 15% en la productividad; asimismo, se destaca la efectividad del método SMED como un valioso elemento para mejorar la eficiencia operativa en la empresa.

Además, Chávez y Mamani (2019), en su estudio realizado tuvieron como objetivo general mejorar la productividad aplicando la metodología SMED en una empresa metalmecánica. La metodología efectuada fue de tipo aplicada, explicativa y cuantitativa, diseño cuasi experimental. La población fueron los colaboradores de la zona de producción de la compañía, y se seleccionó una muestra de 50 operadores. Se aplicó la observación directa y como instrumento se utilizó un cuestionario para ingresar toda la información respecto a los tiempos de cambio y los procesos productivos. Para analizar los datos, se empleó el software SPSS v.21, donde se realizaron pruebas de normalidad y para validar la hipótesis la prueba T-Student. En dicho estudio se llevaron a cabo análisis estadísticos descriptivos e inferenciales para

evaluar la validez de las variables en el estudio. Los hallazgos evidenciaron una disminución del 25% en los tiempos de cambio y un incremento significativo en la productividad. Se determinó como conclusión que SMED es una herramienta efectiva para optimizar los tiempos de operación. De igual forma, se recomienda estandarizar los procesos y capacitar al personal para mantener las mejoras logradas.

En el trabajo de investigación elaborado por Estacio (2021), se tuvo como objetivo general incrementar la productividad de la empresa. Dicho análisis es de tipo aplicado, con un enfoque cuantitativo y de diseño cuasi-experimental. La población fue evaluada por el personal operativo de la empresa y se seleccionó una muestra de 35 trabajadores. Se emplearon técnicas de revisión documental, observación y análisis, junto con instrumentos; además, el cuestionario se utilizó para llevar un control de los tiempos de preparación de maquinaria y los retrasos en la producción. Los resultados evidenciaron una disminución del 32% en los tiempos de cambio y un incremento del 20% en la productividad. Como conclusión, se determinó que SMED fue fundamental para la mejora operativa y se recomendó aplicar la metodología en otras áreas de la empresa para alcanzar mejoras significativas.

Antecedentes internacionales

El estudio realizado por Calderón (2023), tuvo como objetivo principal, la aplicación de la metodología SMED para mejorar la productividad de la impresora flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién. Dicha investigación fue de enfoque cuantitativo y de diseño descriptivo, el cual fue fundamental para la recopilación y análisis de data relevante. Se efectuaron diversas técnicas, como entrevistas, observación y análisis de documentos. Los instrumentos incluyeron grabaciones en video, un formato de registro del Setup, preguntas semiestructuradas, una lista de verificación, la definición de actividades internas y externas, así

como la técnica ECRS. Asimismo, la población estuvo integrada por personal de la entidad, seleccionando una muestra representativa de cada grupo. Además, los resultados mostraron que, se identificaron diversas actividades que no generaban valor al proceso. Teniendo como conclusión en el estudio que la ejecución de la metodología SMED potencia significativamente la eficiencia del proceso. Como recomendación, se sugirió la adopción de técnicas de eliminación y simplificación de actividades para optimizar el tiempo de producción y aumentar la capacidad operativa de la impresora.

Valdez (2021), en su tesis de investigación tuvo como objetivo reducir los tiempos de cambio de herramientas en las máquinas OMCG y cortadora 50, mediante la implementación de SMED en una fábrica automotriz. La metodología efectuada fue de tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo, mediante la recolección de datos y experimental con un nivel de investigación aplicada. La población estuvo compuesta por los tiempos de cambio y se tomó una muestra de 5 cambios en cada uno de los equipos, para que se analice el procedimiento y poder identificar todas las actividades dentro del proceso. Se utilizó una ficha de observación y grabaciones de videos como instrumento para recopilar datos sobre los tiempos de cambio de matriz y cortadora. Se realizó un análisis del proceso y se desglosó por actividades; con ello, el equipo se enfocó en la separación de las actividades que no generaban valor y también optó por incluir algunas metodologías Lean, como 5S para el etiquetado de las guías y ayuden a identificarlas más rápido. Se obtuvo como resultado una disminución del 41% en la carga de trabajo con la eliminación de las actividades de cambio de matriz y en la cortadora se realizaron 15 muestras post aplicación de SMED, del cual se demostró tener un promedio de 90 minutos y con una reducción de 39% en la carga de trabajo, logrando mayor flexibilidad durante el proceso. Se concluye que, la ejecución de la metodología SMED permitió disminuir los tiempos y cumplir

con los objetivos esperados según el estudio. Como recomendación se consideró que el sostenimiento de mejoras es el mayor reto; para ello es importante involucrar a todo el personal y evaluar la factibilidad de implementar esta metodología en los demás procesos de la planta.

Pachacama (2019), en su trabajo de investigación tuvo como objetivo general la implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la sección de mecanizado para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegner. La metodología efectuada fue de tipo experimental, aplicada. La población fue los procesos de producción de la compañía, y se tomó una muestra de productos tipo E de grifería que compartían la semejante fase de fabricación. Se utilizó un cuestionario como instrumento para recopilar datos sobre los tiempos de ciclo. Con la información levantada, se realizó un análisis del proceso por medio de un diagrama de recorrido y cursograma sinóptico. Se identificaron y eliminaron actividades que no agregan valor al producto, aplicando técnicas de la metodología Lean, como SMED, VSM, 5S y TPM. Los resultados indicaron una disminución de los tiempos de entrega de 21 días a 7 días y un incremento en la productividad en varios procesos: prensa (0.27%), estampado (1.05%), mecanizado (5.27%), granallado (0.18%), y empaque (5.79%). En conclusión, se estableció que la ejecución de herramientas Lean fue efectiva para mejorar la productividad. Como recomendación, se sugirió mantener la capacitación del personal en las metodologías Lean para asegurar la continuidad de las mejoras alcanzadas.

Toki *et al.* (2023), en su investigación tuvieron como propósito principal analizar la implementación del proceso de cambio rápido (QCO) en la industria de prendas confeccionadas (RMG) en Bangladesh, clasificada como una investigación aplicada y con un diseño descriptivo, esta investigación se enfocó en cinco pisos de producción de una fábrica de RMG, seleccionando una muestra representativa. Asimismo, en la recopilación de data se empleó la observación

directa, cuestionarios de evaluación del desempeño y registros de producción; además, los resultados mostraron que el primer piso presentó el mejor desempeño semanal, con una eficiencia del 57%, 48% y 46%, mientras que el tercer piso tuvo los valores más bajos, alcanzando sólo un 52%, 40% y 34%. Además, la implementación de esta metodología logró un destacado 83% de éxito. Por tanto, los autores tuvieron como conclusión que, el método SMED mejoró significativamente el rendimiento en la producción y recomendaron mantener prácticas sostenibles para optimizar los procesos. Los resultados del estudio evidencian la efectividad al aplicar la metodología SMED como una herramienta de progreso continuo para obtener una mayor eficiencia en el sector textil.

En el estudio de investigación realizado por Agustín *et al.* (2023), se tuvo como objetivo, desarrollar equipos capaces de optimizar los procesos de producción para disminuir los tiempos de preparación en una prensa hidráulica y una mesa de rodillos. Este estudio permitió realizar un análisis exhaustivo y eficaz de los resultados obtenidos. La metodología efectuada fue de tipo experimental, con un diseño pre-experimental para medir los cambios en los tiempos de sustitución de los troqueles. Este trabajo de nivel aplicado, se enfocó en la mejora de los procesos industriales. La población consistió en las actividades de configuración de la prensa hidráulica de 110 toneladas, mientras que la muestra incluyó los registros de tiempos relacionados con el reemplazo de matrices. La recopilación de data se efectuó por medio de un cuestionario y una ficha de observación, con el fin de capturar los tiempos antes y después de las modificaciones. Los resultados revelaron un avance del 46% en la velocidad de sustitución de los dados, lo cual incrementó la productividad. Como conclusión, la mesa hidráulica implementada permitió una notable mejora en el desempeño operativo y se recomendó continuar con la

aplicación de mejoras similares en otros procesos dentro de la empresa para seguir incrementando la eficiencia.

Gaviria (2023), en su estudio de investigación aplicó la metodología SMED con el propósito de mejorar los tiempos de alistamiento y preparación de las máquinas, en respuesta a una creciente demanda en el sector. Esta investigación se catalogó como aplicada y utilizó un diseño descriptivo, enfocándose en un nivel práctico. La población del estudio incluyó a los operarios de la línea de envasado, seleccionando una muestra representativa para el análisis. Para recopilar información, se empleó un cuestionario que midió el rendimiento antes y después de implementar SMED. Los hallazgos del estudio mostraron una disminución del 30% en los tiempos de alistamiento, reduciendo el tiempo de cambio de 150 a 105 minutos por operación, lo que reveló un incremento del 25% en la eficiencia productiva. La conclusión principal destacó que, la metodología SMED mejoró la flexibilidad operativa y redujo los tiempos de inactividad, impulsando una cultura de progreso continuo dentro de la entidad. Se dio como recomendación sostener la aplicación de la metodología SMED en la empresa para continuar potenciando las mejoras obtenidas.

2.2. Bases teóricas

Conceptualización de la variable independiente: SMED

Para el autor Soliman (2023), la metodología SMED ayuda en la reducción significativa de los tiempos de cambio de herramientas y en la optimización de los recursos. Por otro lado, los autores Réquillard (2020) y Semenychev (2021) sustentan que, al aplicar esta metodología en algún área de trabajo agiliza los procesos, incrementa la productividad y mejora la flexibilidad en las operaciones. Por consiguiente, los autores Alireza (2020) y Kumar *et al.* (2022), destacan la importancia de SMED en la reducción de costos y tiempos de preparación en el sector

automotriz y otros entornos complejos. El autor AI Rifai (2024) describe que, SMED promueve una cultura de mejora continua y una destacada competitividad en el mercado. Asimismo, el autor Pažek (2021), refiere a SMED como una herramienta que brinda grandes resultados, la cual garantiza una producción continua y eficiente. Estos estudios demuestran a SMED como una metodología fundamental que busca optimizar la productividad en diversos sectores, la cual impulsa una cultura de crecimiento sostenible.

Evolución histórica de la variable independiente SMED

La metodología SMED fue por primera vez planteada por Shingo en la década de 1950, el cual introduce este método; denominándose como un enfoque sistemático que separa actividades internas y externas, para optimizar los procesos (Shingo,1985). Asimismo, a inicios de 1980, la metodología se implementa en diversas industrias, integrándose con Lean Manufacturing para eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia (Imai, 1997). Desde 2000 en adelante, SMED se ha establecido como una práctica estándar en la manufactura moderna, direccionada a tiempos de respuesta más cortos y flexibles.

Principal concepto de la variable independiente

SMED (Single Minute Exchange of Die), es una metodología que reduce los tiempos de cambio de herramientas, mejorando la eficiencia operativa y el uso óptimo de los recursos disponibles (Soliman, 2023).

Teoría SMED

T1: Single Minute Exchange of Die (SMED)

La teoría Single Minute Exchange of Die (SMED) fue propuesta por el autor Shingo (1985) refiriendo que, es esencial para mejorar la eficiencia de los procesos de manufactura al reducir los tiempos de cambio de herramientas y máquinas a menor tiempo. Según Blokdyk (2020), esta

metodología ha sido clave en la industria, ya que al aplicarla evidencia un aumento significativo en la productividad por la disminución de tiempos muertos y la optimización del flujo de trabajo.

De la misma manera, Shingo (1985), afirma esta teoría y su implementación en sistemas automatizados, la cual busca reducir tiempos de inactividad y mejorar el balance de carga en las líneas de producción, optimizando la capacidad de respuesta de las plantas ante cambios en la demanda. Por otro lado, Gisi (2023), aplicó esta metodología con otros enfoques Lean, permitiendo a las empresas adaptarse de manera más ágil y eficiente a las exigencias del mercado.

T2: Despilfarro 0

La teoría de despilfarro 0, desarrollada por Cruelles (2012), se enfoca en la eliminación de todas las formas de desperdicio dentro de los procesos productivos, para así lograr mayor eficiencia y optimización en los recursos.

En cuanto a Arbos (2021) señala que, reducir las funciones que no aportan valor es esencial para potenciar el rendimiento general de las líneas de producción. Bajo esta perspectiva, Carreras (2021) refiere a esta teoría como uno de los principales rectores del sistema Lean, el cual tiene como objetivo maximizar el valor generado para el cliente mientras se minimizan los recursos utilizados y se eliminan los desperdicios. Por otro lado, el autor Masalique (2023) coincide que esta teoría ayuda a las organizaciones a identificar y eliminar actividades innecesarias, promoviendo la eficiencia operativa y asegurando la sostenibilidad en el tiempo de los beneficios obtenidos. La eliminación de desperdicios potencia la productividad y potencia la competitividad empresarial a largo plazo.

T3: Quick Changeover

La teoría Quick Changeover, planteada en su libro del autor Herr (2014), tiene como principal objetivo reducir los tiempos y optimización del proceso a través de técnicas de Lean. Asimismo, Rahn y Leone (2021), la implementación de esta teoría en líneas de ensamblaje automotriz ha demostrado ser altamente efectiva para reducir los tiempos de preparación, ya que mejora la eficiencia global de la planta, y permite a los procesos industriales adaptarse rápidamente a las variaciones en la demanda.

Por otra parte, Enna (2023) señala que, la integración de técnicas Lean con la teoría QCO facilita la identificación de problemas estructurales que impactan negativamente en los tiempos de cambio, logrando así una mejora sustancial en la productividad y competitividad de la organización. Cabe mencionar que, los sustentos de los autores demuestran cómo esta teoría es clave para las empresas que buscan adaptarse de manera ágil y eficiente en mercados dinámicos.

Dimensiones de la variable independiente: SMED

Actividades internas

Romero *et al.* (2023) señalan que, identificar las actividades internas correctamente y optimizarlas asegura el rendimiento general del proceso. Además, Gamboa (2022) subraya que, externalizar las actividades internas mejora significativamente la eficiencia de producción. Por otro lado, Shingo (1985) afirma que, las actividades internas son aquellas que solo pueden realizarse cuando la máquina está detenida.

Dónde:

$$\%AI = \frac{TAI}{TTA} \times 100$$

AI: Actividades internas

TAI: Tiempo de actividades internas

TTA: Tiempo total de actividades

Es clave analizar y optimizar las actividades en un determinado proceso tanto internas como externas para obtener mayores beneficios.

Actividades externas

El éxito en la aplicación de SMED es identificar las actividades externas para que el proceso sea más eficiente y se reduzcan los tiempos de inactividad (Carreras, 2021). Por otro lado, Pacheco (2020) destaca que, identificarlas y maximizarlas estas actividades externas facilita que los cambios se realicen de forma eficiente, disminuyendo los tiempos muertos y mejorando el flujo de producción. Para Socconini (2023), algunas actividades externas pueden ser actividades durante preparación de herramientas, la verificación de materiales y el aseguramiento de que las herramientas necesarias estén listas para su uso. Mientras que, Kumar *et al.* (2022) describe a estas actividades con tres características principales: (i) pueden realizarse con la máquina en funcionamiento, lo que evita interrupciones; (ii) pueden planificarse y prepararse con anticipación, lo cual minimiza los tiempos de espera; y (iii) suelen ser rápidas, ya que no requieren detener la producción. Shingo (1985) sustenta que, las operaciones externas se pueden realizar a la vez mientras la máquina está en funcionamiento y describe en su libro la siguiente fórmula.

$$%AE = \frac{TAE}{TTA} \times 100$$

Dónde:

AE: Actividades externas

TAE: Tiempo de actividades externas

TA: Tiempo total de actividades

En esencia, mientras más actividades externas se pudieran identificar, posibilita avanzar la producción a la vez sin pausarla; y estos mejoramientos fomentan que el procedimiento sea más rápido y eficaz, reduciendo tiempo y esfuerzo.

Tiempos de cambio

Según Liker y Franz (2020), mencionan que, "la mejora continua no es solo hacer las cosas más rápido, sino hacerlas de forma más inteligente y eficiente". Esta noción es fundamental al tratar de disminuir el tiempo de cambio, pues implica descubrir de manera constante métodos de mejora y poner en práctica soluciones que hagan cada etapa del proceso más rápida y eficaz. Por otra parte, Martínez y Morales (2022) destacan que Lean Six Sigma se centra en mejorar la eficiencia, reducir los desperdicios y promover una mejora continua, debido a esto es esencial disminuir los tiempos de cambio, ya que facilita la optimización de recursos y la mejora de la efectividad en los procesos. Shingo (1985) sustenta que, para mejorar las actividades de preparación es importante simplificar y estandarizar todos los elementos que intervienen en el proceso.

$$TC = \frac{TCA - TCD}{TCA} \times 100$$

Donde:

TC: Tiempo de cambio

TCA: Tiempo de cambio antes

TCD: Tiempo de cambio después

La disponibilidad

La disponibilidad se calcula como el tiempo que una máquina efectúa fabricando en comparación con el tiempo total que podría fabricar. Para Cabrera (2022), maximizar la disponibilidad es esencial para asegurar que los procesos sean lo más eficientes posible; además,

normalmente el valor va de 50% y se propone incrementarlo hasta 85%. Por tanto, se entiende que la gestión eficaz de los tiempos de operación también se asocia con una mayor productividad y menores costos operativos.

$$\text{Disponibilidad del equipo} = \frac{(\text{Tiempo neto disponible} - \text{Tiempo de inactividad})}{\text{Tiempo neto disponible}}$$

Romero *et al.* (2023) indican que una prioridad de SMED es transformar actividades internas en externas; dado que, esto facilita una mayor adaptabilidad y reacción frente a cambios en la demanda. Al llevar a cabo actividades mientras la máquina continúa operando, se maximiza el tiempo de operación y se disminuye la inactividad, mejorando así la eficacia del proceso.

Implementación de la metodología SMED

Fase 0: Fase de identificación (etapa preliminar), análisis y estudio del problema; en esta fase es necesario plantearse diversas interrogantes sobre el sistema de producción, proceso de cambio y recursos involucrados en él (Guzman y Salonitis, 2013).

Fase 1: Separación de las acciones internas de las externas; es la fase más relevante en la implantación del SMED, en esta fase se plantea una pregunta relevante para cada actividad: «¿Se requiere apagar la máquina para efectuar esta tarea?». Esto ayuda a diferenciar entre actividades internas y externas. Además, si existe un esfuerzo por transformar las actividades internas a externas, el tiempo puede reducirse normalmente entre un 30% y un 50% (Shingo, 1985).

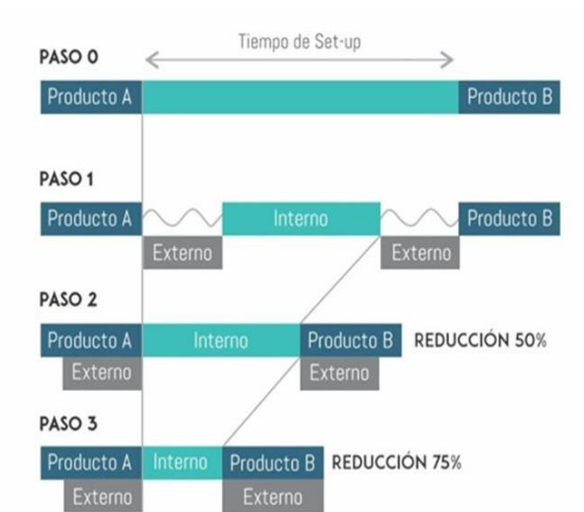
Asimismo, las técnicas que SMED utiliza en este paso son las listas de verificación y las comprobaciones de funcionamiento. Por consiguiente, las principales actividades realizadas son las siguientes: (i) enumerar las principales operaciones de secuencia para identificar las actividades internas; (ii) enumerar las principales operaciones de secuencia para identificar las

actividades externas; y (iii) detectar los problemas básicos como parte de la rutina de trabajo (Bajpai, 2014).

Fase 2: Transformación de las actividades internas en actividades externas, el porcentaje de reducción a veces no puede ser suficiente para alcanzar el objetivo esperado al aplicar la metodología (Finetto *et al.*, 2014). Además, la anticipación en la preparación de las condiciones de trabajo, la estandarización de funciones y el uso de fichas de observación son las técnicas de apoyo en la segunda fase. Para ejecutar la fase 2 se realizan diversidad de preguntas de identificación, eliminación y se verifica con una reexaminación (Kumar y Bajaj, 2015). Es importante adoptar nuevas perspectivas que no estén ligadas a viejos hábitos.

Fase 3: Simplificación de todos los aspectos de la configuración de las actividades; a veces puede alcanzarse la autonomía de solo un minuto, convirtiendo actividades internas a externas, pero esto no es así en mayor parte de los casos. Dado esto, se necesita racionalizar cada operación elemental de los reglajes internos y externos. En esta fase, se aplican «los principios específicos» para acortar los tiempos. La implementación de operaciones paralelas y técnicas de mecanización ayudan aún más a reducir el tiempo de preparación e incluye la mejora sistemática de todas las operaciones (Bajpai, 2014) y (Ribeiro *et al.*, 2020). Las acciones que se efectúen en esta fase son: (i) registrar las actividades clave de preparación para ayudar a mejorar el tiempo de proceso; y (ii) formar a los operarios para mantener la mejora del tiempo de proceso.

En la figura 1 muestra las etapas básicas de la técnica SMED.

Figura 1*Etapas conceptuales de SMED***Metodologías complementarias de SMED****Lean Manufacturing**

Según Pažek (2021), el enfoque Lean es ideal para desarrollarse en donde se da producción repetitiva mediante procesos discretos, ya sea volúmenes grandes, medianos o pequeños.

Además, esta metodología se utiliza para llevar a cabo un análisis en profundidad de la línea de producción, proporcionando una comprensión detallada de los procesos actuales e identificando áreas de mejora potencial (Carreras, 2021). Por otro lado, la metodología Lean y SMED juegan un rol importante ya que ambos enfoques buscan minimizar los tiempos improductivos, estandarizar procesos y optimizar la utilización de los recursos.

Mejora continua (Kaizen)

Según Ramos (2023), Kaizen se basa en implantar una manera de trabajo en la que los colaboradores sugieren y aplican mejoras constantemente en su área, procesos y los productos de la organización. Por otro lado, Costas (2022) sustenta que, el ciclo PDCA (planificar, hacer,

comprobar, actuar) es un método utilizado dentro de Kaizen, el cual se utiliza para la mejora continua en los procesos de la organización. Esto garantiza que al integrar Kaizen en un área de trabajo optimiza los procesos y también crea una cultura constante de desarrollo.

Las 5S

Según el autor Moreira (2023), la aplicación de 5S optimiza el flujo en una zona laboral y achica el tiempo improductivo. Por otra parte, Socconini y Barrantes (2023) subrayan que, la aplicación de 5S resulta ser clave para la sostenibilidad de las modificaciones implementadas y fomentan un ambiente laboral organizado y eficaz. En otras palabras, esta aplicación es esencial para mantener un entorno laboral ordenado y reduciendo el tiempo de desperdicio en la búsqueda de herramientas o modificaciones.

Beneficios SMED

El autor Shingo (1985) refiere que, el uso de SMED incrementa la eficiencia en la producción y disminuye los tiempos improductivos. Por otro lado, Botero (2021) indica que, esta metodología reduce los tiempos de regulación y genera mayor rentabilidad al maximizar el uso de los recursos. Igualmente, Socconini (2021) resalta que, la aplicación de SMED potencia la adaptabilidad y capacidad productiva, facilitando que las empresas se ajusten con rapidez a las variaciones en la demanda y a las oscilaciones del mercado.

Tabla 1

Beneficios SMED

Beneficio	Descripción
Incremento de la Productividad	Las empresas que implementan SMED pueden observar un aumento significativo en la cantidad de productos fabricados en un periodo específico.

Eliminación de Inventarios Erróneos	La implementación de SMED reduce los errores en la estimación de la demanda, minimizando los costos relacionados con el almacenamiento de inventarios innecesarios.
Aumento de la Capacidad de Producción	SMED permite que, las máquinas operen a mayores tasas de trabajo, resultando en un incremento considerable de la capacidad de producción.
Mejora de la Calidad del Producto	La estandarización de procesos que fomenta SMED contribuye a una mayor calidad en los productos finales, reduciendo defectos y devoluciones.
Reducción de Costos Operativos	Al disminuir los tiempos de configuración y los costos asociados a los tamaños de lote, SMED permite a las empresas reducir sus costos operativos y aumentar la rentabilidad.

**Nota:* Al implementar SMED se muestra una mejor eficiencia, reducción de costos y eleva la calidad de sus productos.

Conceptualización de la variable dependiente: La productividad

Buzón (2019), revela que se puede entender como el vínculo entre lo que fabricamos y los recursos que empleamos para hacerlo en un período determinado. Es básicamente una forma de medir qué tan eficientemente aprovechamos los recursos para generar productos o servicios.

Socconini (2019) sostiene que, la productividad no solo se trata de la cantidad de lo que producimos, sino también de cómo lo hacemos, involucrando aspectos como el costo, la calidad y el tiempo que invertimos. Para Juez (2020), considera a la productividad como un reflejo de nuestra eficiencia, pues nos muestra qué tan bien usamos los recursos disponibles para obtener

los mejores resultados posibles. Mientras los autores Maloney y Cusolito (2020) refieren que, la productividad es la habilidad de una sociedad para combinar sus recursos, herramientas y fuerza laboral de forma eficiente. Por otra parte, Fouad (2024), también habla de la productividad como la eficiencia en la producción de bienes o servicios, calculada como la relación entre lo que producimos y los insumos que empleamos en un periodo específico. Del mismo modo, Ramírez *et al.* (2022) explican que, la productividad se mide comparando lo que obtenemos con lo que invertimos, y esta relación se puede evaluar de diferentes maneras. Finalmente, Vu y Tiep (2023), la definen como un indicador clave que muestra la eficiencia de la producción, relacionando los insumos con los resultados. Todos los enfoques coinciden en que la clave está en optimizar lo que ya tenemos y mejorar los resultados con menos adquisición de recursos.

Teorías de la productividad

T1: Teoría de las restricciones

El autor Goldratt (2016), en su teoría de las restricciones (TOC) se enfoca en identificar los cuellos de botella que limitan el rendimiento de un proceso, con el objetivo de mejorar su productividad, gestionar mejor los inventarios y eficiencia de los recursos. Esta teoría sostiene que en cualquier sistema de producción o industria existe al menos una restricción, y la clave es saber gestionarlos para maximizar los procesos. Por ende, para aumentar la productividad, es necesario identificar la restricción, para no generar desperdicios de recursos. Espín *et al.* (2022) afirma que, al aplicar las 5 fases de la teoría de las TOC permite optimizar los procesos operativos en las empresas, además de maximizar la capacidad de producción en función a los recursos disponibles y a la demanda existente. Este aspecto no únicamente impulsa la competitividad de las compañías en un escenario global, sino también es clave para el crecimiento económico a largo plazo. Por otro lado, Zambrano y Soto (2021) sostienen que, las

TOC se basan en un pensamiento sistémico que ayudan en el incremento de las utilidades y obtención de ganancias sustentables; por ello, es importante la definición clara de las metas u objetivos en las organizaciones. Para Camacho (2023), la aplicación de las TOC permite mejorar la gestión de la productividad y aumentar el margen de utilidad en las empresas. En dicho contexto, esta teoría optimiza el rendimiento de un sistema al identificar y gestionar de manera efectiva sus limitaciones clave para incrementar su productividad, eficiencia y rentabilidad.

T2: Administración Científica

El autor Taylor (1911), en su teoría de la Administración Científica nos refiere cómo se logra mejorar la eficiencia organizacional mediante la aplicación de métodos científicos al trabajo; además, refiere a la administración tradicional con carencia de uniformidad y eficiencia, lo que llevó a su propuesta de sistematizar la gestión, buscando dar un enfoque científico a problemas administrativos. Entre sus principios destaca la definición clara de tareas, el estudio de métodos de trabajo para optimizar procesos, y la medición del rendimiento de los trabajadores. Para Mora (2022), esta teoría enfatiza un aspecto racional y estructurado en una entidad a fin de lograr una óptima eficiencia y administración de los recursos. Mientras que, Merchán y Vera (2022), relacionan esta teoría como una mezcla de motivación y eficiencia laboral a través de incentivos monetarios, debido a que se obtienen mayores resultados en base a beneficios. Por tanto, esta teoría permite llevar un seguimiento más detallado de qué factores pueden estar desestabilizando a una organización; dado que, una diversos métodos de la ingeniería que se direccionan en la administración idónea de los recursos, esto con el propósito de obtener una máxima eficiencia.

T3: División del trabajo y especialización.

Smith (1776), en su teoría de la división del trabajo en el siglo XVIII sustenta que, la producción se vuelve más eficiente cuando los trabajadores se especializan en tareas específicas. Asimismo,

al enfocarse en una sola actividad, los trabajadores mejoran su habilidad y aumentan su velocidad, lo que resulta beneficioso en cuanto a la productividad. En otro contexto, Hernández (2024) afirma que, al especializar al factor humano y brindarle un sistema de aprendizaje idóneo, es clave para incrementar su productividad y alcanzar los objetivos de la organización. De tal manera, esta teoría nos refiere la importancia de la organización en el trabajo; sin embargo, es importante contar un análisis continuo para evitar estancamiento de habilidades si las tareas son excesivamente repetitivas.

Evolución histórica de la productividad

La productividad a lo largo de la historia ha tenido cambios significativos y contribuciones de diversos autores que han transformado su definición y aplicación. Uno de los primeros autores fue Smith (1776), el cual argumentó que la especialización de tareas mejora la eficiencia en la producción y, por ende, la productividad. Este enfoque fue cambiado por Marx (1867), en su libro “El Capital” analizó cómo el aumento de la productividad beneficia principalmente a los capitalistas, dejando a los trabajadores en desventaja.

Por otro lado, Taylor (1911), en su teoría de la Administración científica muestra la conexión entre optimización de los procesos y estandarización del mismo; en base al análisis riguroso de los tiempos y movimientos en el trabajo. Esta teoría demuestra ser clave, ya que establecía métodos más específicos y estándares de trabajo que ayudaban a incrementar la eficiencia en las organizaciones. Además, Gutenberg (1951) amplió el concepto al introducir la productividad del capital; refiriendo que, la eficiencia es la utilidad de recursos y el capital es fundamental para el crecimiento de la productividad. La evolución del concepto continuó con Ohno (1988), en su trabajo sobre “Toyota Production System”, donde se promueve la eliminación de desperdicios como un pilar vital para aumentar la productividad. Esta aplicación

es fundamental para eliminar desperdicios y optimizar procesos ya que está orientado a disminuir las actividades que no aportan valor. A principios del siglo XXI, Herr (2014) introdujo la noción de flexibilidad y la agilidad en los cambios de herramientas y esto se refleja como estrategia clave para adecuarse a un mercado tan cambiante; de tal manera, lograr una mayor competitividad y productividad. Esta técnica que se adecua es esencial en un entorno dinámico, pero la aplicación solicita el compromiso de todos los niveles de la entidad.

Con el avance de los años, la definición de la productividad evolucionó y se adecuó a diversidad de conceptos, reflejando la necesidad y desafíos de cada época.

Principal concepto de la variable: la productividad

La productividad es la capacidad de generar bienes o servicios utilizando de forma eficiente los recursos disponibles para obtener mayores beneficios (Juez, 2020).

Dimensiones 1 de la variable productividad: Eficiencia

Para Chiavenato (1999), la eficiencia es la conexión entre las entradas y salidas de una empresa y está enfocada en la optimización de los recursos. La eficiencia mientras más valor presente, fortalece la competitividad de la empresa en el mercado y conduce a una reducción de costos (Porter, 1985). Por otra parte, para Barnó y Stepien (2019), es la ejecución óptima de los recursos factibles con el fin de lograr propósitos específicos y lograr un mayor nivel de eficiencia en los resultados. Según Ramírez *et al.* (2022), para lograr una óptima eficiencia se requiere de un análisis sobre los recursos que se utilizan con relación a los resultados que se obtienen. Respecto a lo descrito por el autor, también es crucial considerar la influencia de factores externos y la capacidad de adaptación de la organización, ya que estos elementos pueden ser determinantes en el éxito de cualquier mejora implementada.

Indicador de la dimensión eficiencia

El autor García (2020) en su libro sostiene que, para evaluar el nivel de porcentaje de la eficiencia obtenida se puede usar la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ cambio\ programado}{Tiempo\ de\ cambio\ real} \times 100$$

Teorías de Eficiencia:

La dimensión eficiencia presenta dos teorías que enfatizan lo siguiente: (a) la teoría de la productividad total de los factores (PTF) sostiene que, la eficiencia se puede mejorar al aumentar la productividad de los insumos, lo que implica un uso más eficiente de los recursos disponibles (Solow, 1956); y (b) la teoría de la gestión de recursos humanos sostiene que, una gestión efectiva del capital humano; a través de la motivación, el desarrollo y la retención, contribuye de manera significativa a mejorar la eficiencia organizacional (Drucker, 2008). Ambas teorías complementan la comprensión de la eficiencia, pero es fundamental reconocer que tanto la mejora en los insumos como la gestión del capital humano son insuficientes si no se consideran factores externos como la innovación y la estructura organizacional.

Dimensiones 2 de la variable productividad: Eficacia

La eficacia es la destreza de lograr las metas y propósitos fijos, sin necesariamente considerar el uso de recursos. Para Barnó y Stepien (2019), la eficacia implica la habilidad para cumplir objetivos específicos, asegurando que, los resultados obtenidos se alineen con las expectativas previamente establecidas. Chiavenato (1999) señala que, la eficacia se centra en el cumplimiento de objetivos, sin necesariamente considerar los recursos empleados en el proceso. Vidal y Asuaga (2021) sostienen que, la eficacia en las organizaciones radica en su capacidad para adaptarse a los cambios constantes del entorno, sean estos económicos, tecnológicos, sociales o

ambientales, lo que les permite mantenerse competitivas y asegurar su supervivencia en el mercado.

Indicador de eficacia:

El autor García (2020) refiere que, para identificar el nivel de porcentaje de la eficacia obtenida se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \frac{\text{Tiempo disponible por turno} - \text{Tiempo de cambio real}}{\text{Tiempo disponible por turno}} \times 100$$

Teorías de eficacia:

La dimensión eficacia presenta 2 teorías que refieren lo siguiente: (i) la teoría de la gestión por objetivos (MBO) enfatiza la importancia de establecer objetivos claros y medir el éxito en función de su cumplimiento (Drucker, 1954). Para Asana (2024), la teoría MBO consiste en establecer metas específicas y medibles para alinear a los empleados con los objetivos organizacionales, mejorando así la productividad y el rendimiento. Este enfoque promueve la colaboración y la evaluación continua del desempeño en función de los logros alcanzados; sin embargo, su rigidez puede obstaculizar la adaptación a cambios inesperados, limitando así la eficacia en entornos dinámicos; y (ii) la teoría de las estrategias competitivas sostiene que, la eficacia se logra a través de la alineación de recursos y capacidades con las oportunidades del mercado (Porter, 1985).

Efectividad

Según Kotter (1996), describe la efectividad como la habilidad de una entidad para cumplir sus propósitos mientras administra de manera sostenible los recursos disponibles. La efectividad es la capacidad de lograr los objetivos establecidos dentro de una organización, asegurando que, las metas sean alcanzadas, aunque esto no necesariamente implique el uso eficiente de los recursos

disponibles (Koontz *et al.*, 2012). Mientras que, Barnó y Stepien (2019) consideran a la efectividad como la suma promedio, relación o sinergia de la eficiencia y eficacia. De tal manera, esta dimensión engloba a las partes interesadas, tanto la eficiencia como la eficacia, ofreciendo una perspectiva más holística sobre el desempeño de una organización.

Tipos de la Productividad

Según el autor Juez (2020), la productividad de acuerdo con los factores que se presente se puede clasificar en tres tipos: (i) la productividad total de los factores, que considera todos los insumos como tierra, capital y trabajo en la producción, (ii) la productividad marginal, que se refiere al incremento en la producción al añadir una unidad de un factor, teniendo en cuenta la ley de rendimientos decrecientes y (c) la productividad laboral, que mide la producción generada en relación con la cantidad de trabajo aplicado. En definitiva, todos los tipos son primordiales para la sostenibilidad de cualquier compañía.

Beneficios de la productividad

Para Juez (2020), al aumentar la productividad se obtienen excelentes beneficios, ya que mejora la calidad de vida de la sociedad, entregando salarios más altos y una mejor rentabilidad en los proyectos, para así se generen mayores inversiones con regularidad.

Según Ramírez *et al.* (2022), los beneficios de la productividad se muestran como indicadores clave y son los siguientes: (a) la previsión al futuro y los pronósticos, los cuales permiten a las empresas adaptarse a cualquier cambio del entorno; (b) la evaluación y control del desempeño de la producción en relación con los recursos utilizados; (c) la planeación estratégica ayuda a definir estrategias y metas específicas, mejorando la productividad en plazos determinados; (d) el uso de herramientas tecnológicas y metodologías adecuadas permite a la empresa utilizar materiales y métodos más eficientes, logrando reducir los unitarios de los

productos terminados; (e) la organización coordina las tareas y actividades en la producción, mientras que el rendimiento se mide a través de estándares laborales en relación con la producción; y (f) un enfoque en el mercado permite la creación de productos de mejor calidad y precios competitivos, realizando estudios de mercado.

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Hg: La aplicación de SMED optimizará la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

H0: La aplicación de SMED no optimizará la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

2.3.2. Hipótesis específicas

HE1: La aplicación de SMED mejorará la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

HE2: La aplicación de SMED aumentará la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

En el análisis, se emplearon métodos analíticos, deductivo e hipotético, esto con el objetivo de demostrar cómo la aplicación de SMED puede optimizar la productividad de la máquina ensambladora.

Método Analítico

El método analítico implica la separación de un problema en sus componentes más simples para evaluar detalladamente cada parte del proceso para identificar áreas de mejora e ineficiencias (Maldonado-Cueva *et al.*, 2024); (Pardinas 1984). Por otro lado, Creswell (2018) resalta que, este tipo de análisis es crucial para ver específicamente el proceso y mejora significativa en la eficiencia general. Este método es útil para evaluar todo el proceso y cada parte involucrada, con el fin de entender cómo contribuyen al resultado general.

Método Hipotético

Según López y Fachelli (2015), este método es esencial para verificar si existen o no mejoras significativas tras la ejecución del estudio, y si están directamente vinculadas a los objetivos esperados. Por otro lado, Domínguez (2011) menciona que, las hipótesis se deben fundamentar dentro de la investigación y desarrollo teórico en datos previos y que permita ser validado. Es decir, este método plantea una hipótesis aislada ya que se direcciona en la observación y desarrollo teórico.

Método Deductivo

Según López y Fachelli (2015), este método es de gran utilidad para verificar la efectividad de una teoría en las investigaciones aplicadas. Mientras que, Creswell (2018) refiere a este método como un facilitador para la interpretación de los resultados obtenidos y extracción de

conclusiones con la evidencia recopilada. En otras palabras, este enfoque permite llegar a conclusiones concretas, lo cual proporciona una base sólida para la toma de decisiones.

3.2. Enfoque de la investigación

En este análisis se efectuó un enfoque cuantitativo, centrado en la evaluación de datos que permitió cálculos estadísticos de nivel descriptivo e inferencial, relacionadas con la metodología SMED y su impacto en la productividad de una planta de neumáticos; de tal modo, asegurar la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos. Este tipo de investigación permite establecer correlaciones entre variables y generalizar resultados con precisión (Reyes, 2022); (Mendivel *et al.*, 2020). Como señala Hernández *et al.* (2020), las investigaciones cuantitativas buscan resultados específicos que se basan en la recopilación y análisis sistemático de data numérica.

3.3. Tipo de investigación

Este análisis fue de carácter aplicado, pues permite intervenir directamente en las variables para observar sus efectos en un contexto real. Según Hernández *et al.* (2020), la investigación aplicada busca generar conocimientos que tengan una relevancia inmediata para la solución de problemas en situaciones concretas. Este tipo de investigación es fundamental para implementar estrategias efectivas y mejorar prácticas en el campo de análisis.

3.4. Diseño de la investigación

El presente análisis adoptó un diseño experimental de tipo pre-experimental; puesto que, se buscó resolver la problemática en la máquina ensambladora y mejorar su productividad. Como señala Hernández *et al.* (2020), el diseño experimental tiene como objetivo principal manipular las variables y observar cómo genera un efecto, para tener resultados verídicos. Hernández *et al.* (2018) sustenta que, el diseño de investigación es abierto, flexible y se desarrolla de manera emergente; a medida que se avanza en el proceso y se recopilan datos, estos van definiendo el

enfoque de la investigación y la planificación del proceso, el cual se caracteriza por ser cíclico e interactivo. Este enfoque es muy útil para los investigadores, ya que se aplica la variable independiente para ser evaluada por la variable dependiente.

3.5. Población, muestra y muestreo

Población

El análisis consideró a una población de 15 registros de tiempos de cambios en la máquina, lo cual incluye 15 registros de tiempo pre test correspondiente al mes de agosto - septiembre 2024; y 15 post test las cuales se recolectarán en el mes de octubre -noviembre 2024. Asimismo, esta se describe como un grupo de registros con información fiable y serán examinados. Según Dieterich (2021), es esencial identificar y clasificar a los sujetos de estudio antes de iniciar la recopilación de datos.

Muestra

El término "muestra" se refiere a un subconjunto representativo de una población que debe reflejar las características generales del grupo total (Lerma, 2022). Londoño (2022) señala que, la selección de la muestra debe garantizar su representatividad, lo cual facilita la validez de los resultados. Este concepto es crucial en la investigación, ya que permite hacer inferencias sobre la población basándose en la data lograda de una muestra más pequeña.

En el presente análisis, la muestra estuvo conformada por la misma cantidad de población descrita, al ser una muestra de tamaño limitada, se evaluarán de manera total los datos que la integran.

Muestreo:

Según Boza *et al.* (2021), este tipo de muestreo se caracteriza por dar a cada usuario de la población semejante probabilidad de ser seleccionado. Londoño (2022) destaca que, esta técnica

es esencial para asegurar la representativa de los datos obtenidos en la investigación para garantizar que la muestra seleccionada refleje de manera idónea las características de la población. Asimismo, en el presente estudio se realizó al inicio el muestreo aleatorio simple; sin embargo, por ser una población pequeña se seleccionó la muestra en su totalidad de forma justa y representativa.

3.6. Variables y operacionalización

El análisis del estudio realizado fue mediante la recopilación de información precisa y detallada; la cual se puede consultar en la matriz de operacionalización de las variables para obtener más información al respecto (ver anexo 9).

Variable independiente: SMED

Definición Conceptual: SMED (Single Minute Exchange of Die) es una metodología que busca disminuir los tiempos de cambio de herramientas, lo que a su vez mejora la eficiencia operativa y permite un uso óptimo de los recursos disponibles (Soliman, 2023).

Definición operacional: La metodología SMED se basa en el análisis y la clasificación de las actividades relacionadas con el cambio de herramientas. Además, incluye las siguientes dimensiones: actividades internas, actividades externas y tiempo cambio de estándar.

Variable dependiente: La productividad

Definición Conceptual: La productividad es un indicador clave de eficiencia que refleja la capacidad de generar bienes o servicios de manera óptima utilizando los recursos disponibles, con el objetivo de obtener mayores resultados mientras se minimiza el consumo de estos recursos (Juez, 2020).

Definición operacional: Es como la eficiencia en el empleo de los recursos para la creación de productos. Esta variable se evaluará a través de dos dimensiones fundamentales: eficiencia y eficacia.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

En el análisis, la observación fue la técnica principal para la recopilación de data, lo cual permitió registrar de manera sistemática todo el proceso de tiempo de cambio en la máquina. Esto facilitó el análisis de las variables involucradas. Asimismo, Hernández *et al.* (2020), refiere a la observación como un método confiable en el registro de situaciones observables y siendo útil en contextos que requieren un seguimiento estructurado de fenómenos dinámicos o complejos.

3.7.2. Instrumentos

En este estudio, se utilizó una ficha de observación como instrumento dando seguimiento directo de todo el proceso productivo. Después, se registró de forma autónoma las circunstancias y conductas que emergen durante la realización de las actividades. Esto simplificó la recolección de datos minuciosos acerca del ambiente de trabajo y las dinámicas de operación. Además, como herramienta principal se utilizó un cronómetro para tomar los registros de tiempo de cambio en la máquina, en una hoja de registro para así ser documentadas de manera estructurada. Para Hernández *et al.* (2020), los instrumentos de recolección de datos son herramientas que permiten captar información válida y confiable sobre las variables estudiadas. En este caso, la observación, el uso de cronómetros y registros, garantizaron un análisis riguroso de los tiempos de producción y el entorno en el proceso.

3.7.3. Validación

El trabajo fue validado a través de la "validación de juicio de expertos", aceptado por 3 especialistas con un grado de magíster, como se visualiza en la tabla 2. El instrumento contará con una muestra de 15 registros de tiempo conforme a las dimensiones analizadas.

Tabla 2

Lista de expertos que validaron el instrumento

N	Nombre y Apellidos	Grado
1	Carlos García Arana	Magister
2	Daniel Valle Cangalaya	Magister
3	Mercy Rhoddo Peralta	Magister

3.7.4. Confiabilidad

De acuerdo con estas perspectivas, en el presente análisis se efectuó la prueba de dobles de masas para evaluar su consistencia y fiabilidad de la data, mediante el cumplimiento e interpretación gráfica, donde los datos forman una línea perpendicular para su aceptación. Asimismo, este análisis permitió hacer una evaluación empleando conceptos teóricos que se transformaron en aplicaciones prácticas; de tal manera, se intervino a la variable dependiente "productividad", la que será influenciada por la independiente "SMED". Asimismo, se implementó la metodología SMED como parte de la metodología propuesta.

La confiabilidad de un instrumento mide la consistencia y fiabilidad de los datos recopilados mediante un instrumento; es decir, mediante la prueba de doble de masas, se podrá evaluar la consistencia de los datos recopilados (Flores y Gardi,2021). Se considera confiable

una vez que los resultados se observan similares, bajo condiciones equivalentes, lo cual indica que mide de manera consistente la variable de interés (Rodríguez *et al.*,2021).

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

En el presente estudio de investigación y la obtención de datos, se diseñó una solicitud dirigida al área de gerencia general de Optimización de planta de la entidad; la cual tuvo como respuesta un documento de autorización donde se describe el acceso a la información necesaria para poder ejecutar el proyecto. Asimismo, se obtuvo toda la información empleando la técnica de observación directa; y como instrumento la ficha de observación ajustada a toda la información necesaria para el estudio. Por consiguiente, se aplicó la prueba de doble de masas para corroborar la consistencia de data en estadística inferencial y puesto que la población fue menor a 50, se efectuó la prueba de Shapiro-Wilk, la cual reveló que todos los datos eran no paramétricos.

3.9 Aspectos éticos

Este análisis se efectuó destacando las normativas de la Universidad Privada Norbert Wiener. De igual manera, la investigación se ajustó al reglamento institucional y a los principios éticos profesionales. Asimismo, el estudio respetó las normas de citación APA de séptima edición, efectuando las pautas indicadas por la escuela de posgrado; y se empleó la herramienta Turnitin para la verificación de originalidad y cumplimiento con el porcentaje aceptable de similitud (ver anexo 8).

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

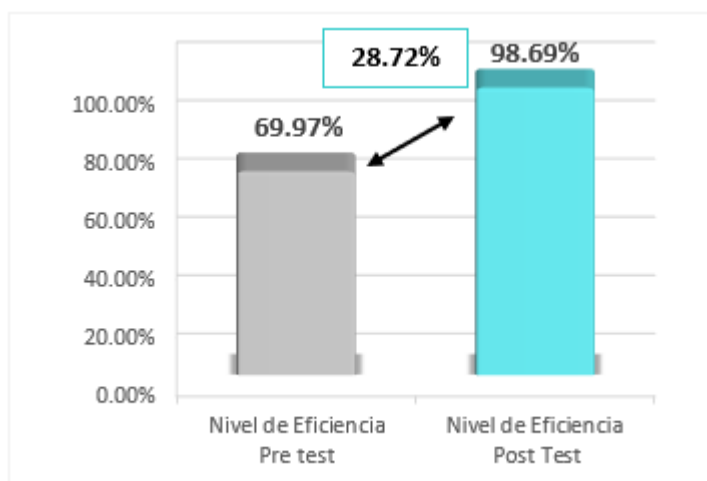
4.1. Resultados

4.1.1. Análisis descriptivos de resultados

En el presente análisis para determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

Figura 2

Nivel de eficiencia aplicando SMED

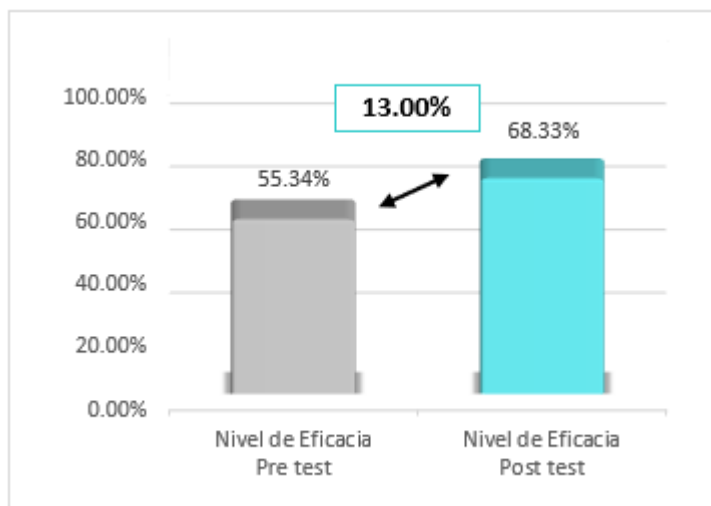


Interpretación: en la figura 2, se visualiza que para la dimensión “eficiencia” existe un diferencial de 28.72% entre el test. De tal modo, se sostiene que, en el pre-test, existe un nivel de eficiencia de 69.97% y en el post-test se observa un nivel de eficiencia de 98.69%. Por tanto, este incremento está relacionado en la minimización de los tiempos de cambio en la máquina, lo cual pasó de un promedio de 214.39 minutos a 152.00 minutos; adicional a ello, la estandarización de procedimientos, la asignación estratégica de herramientas, entre otras acciones permitió que, los operarios trabajen de manera más rápida y esto contribuyó a reducir el tiempo improductivo. Esto evidencia que la metodología SMED es altamente efectiva para potenciar la operatividad en el empleo de recursos de la máquina ensambladora e incrementando el tiempo efectivo para la producción.

En el presente estudio para analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

Figura 3

Nivel de eficacia aplicando SMED



Interpretación: en la figura 3, se visualiza que para la dimensión “eficacia” existe un diferencial de 13 % entre el test. De tal modo, se sostiene que, en el pre-test, existe un nivel de eficacia de 55.34% y en el post-test se observa un nivel de eficacia de 68.33%. Por tanto, este resultado refleja la eficacia mejorada de la máquina ensambladora para efectuar con los propósitos de producción establecidos, gracias a la aplicación de SMED.

El aumento en la eficacia se debió a minimizar los tiempos de cambio en la máquina (de 214.39 minutos a 152.00 minutos); además, la estandarización y reestructuración en los procesos, entre otras acciones, garantizaron una mayor consistencia y cumplimiento con la producción, obteniendo mejores resultados en menos tiempo. Esto evidencia que la metodología SMED impacta en la productividad, y en la destreza de la compañía para lograr sus metas operativas.

4.1.2. Prueba de hipótesis

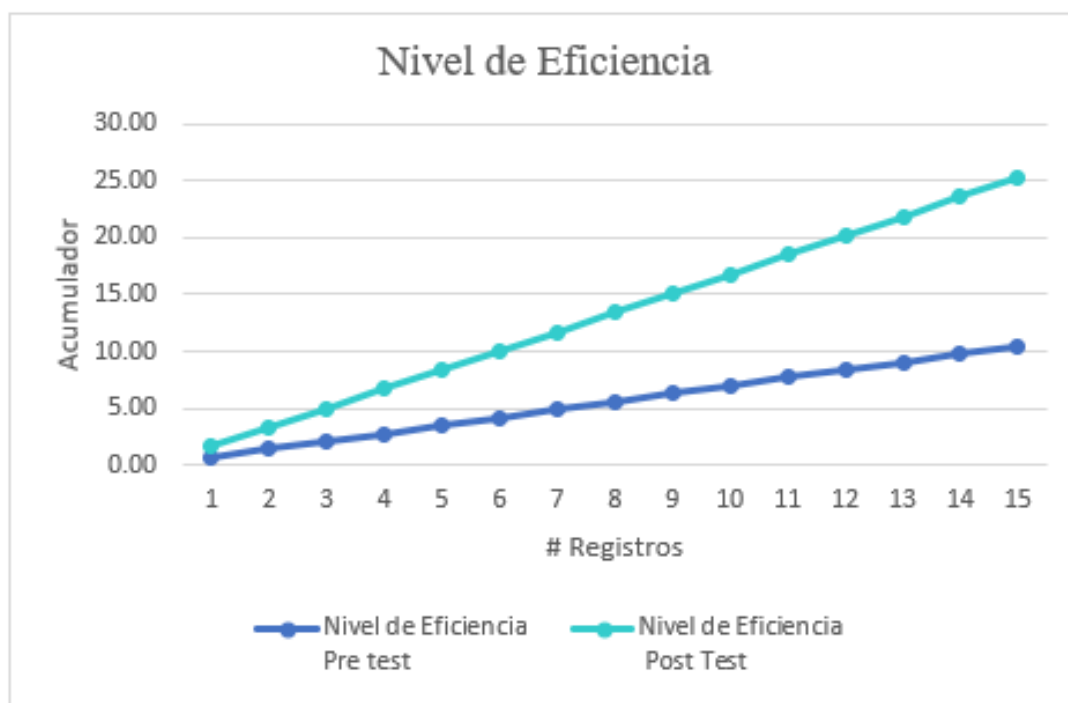
A. Confiabilidad

Dobles de masas

En el marco de este estudio, se evaluó la eficiencia con base en la magnitud del doble de masas, para el objetivo específico 1 que se basa en determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024”.

Figura 4

Doble de masas “Nivel de Eficiencia”

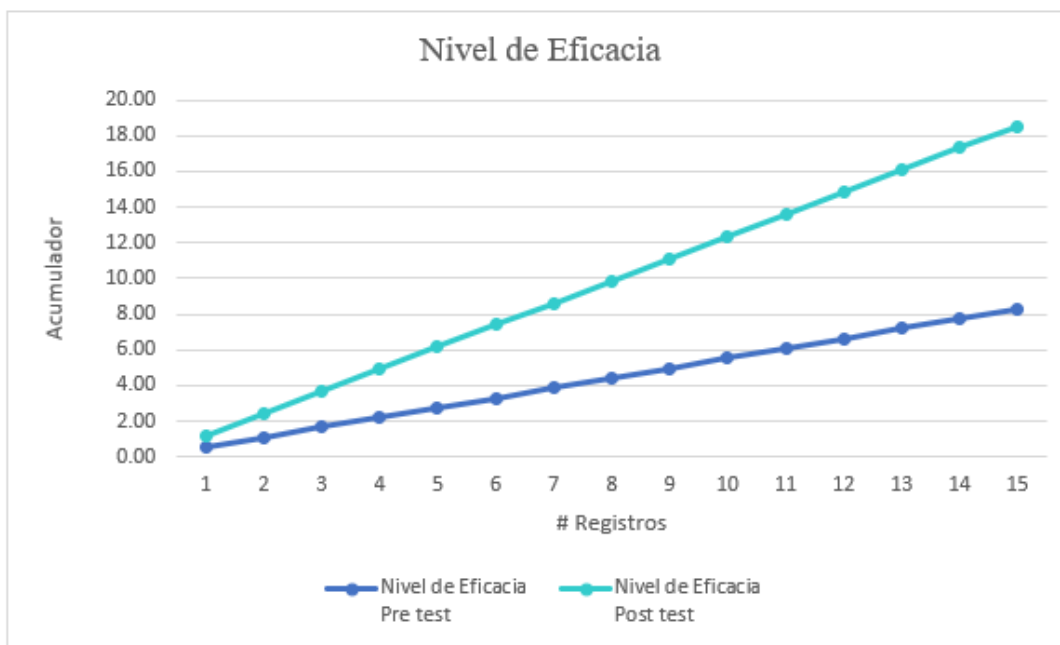


Interpretación: en la figura 4, el nivel de eficiencia en el Test, se presencia una línea perpendicular que sugiere que hay consistencia y confiabilidad. Asimismo, se demuestra con los resultados obtenidos que brindaron una magnitud de “excelente” en función a 15 registros de tiempo de cambio. Según Flores y (2021) sostienen que, la prueba de doble de masas permite identificar la consistencia de los datos al presentar una línea recta como resultado.

En este análisis se procedió a evaluar la eficiencia en relación con la magnitud del doble de masas, para el objetivo específico 2, analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

Figura 5

Doble de masas “Nivel de Eficacia”



Interpretación: En el presente estudio, se visualiza en la Figura 5 que, para el nivel de eficacia en el Test, la presencia de una línea perpendicular sugiere que hay consistencia y confiabilidad. Asimismo, se demuestra con los resultados obtenidos que, brindaron una magnitud de “excelente” en función a 15 registros de tiempo de cambio.

B. Prueba de normalidad

Tabla 3

Normalidad de los objetivos específicos

	Shapiro-Wilk		
	Est.	gl	Sig.
Nivel Eficiencia Pre test	,413	15	,000
Nivel Eficiencia Post test	,853	15	,019
Nivel Eficacia Pre test	,561	15	,000
Nivel Eficacia Post test	,603	15	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Interpretación: En la tabla 3, los 2 objetivos específicos se analizaron con la prueba de Shapiro-Wilk. Frente a ello, se comprueba que la data lograda para el objetivo específico 1 del nivel de eficiencia, para el pre test corresponde una Sig. de 0,000 y un 0,019 para el post test, considerando que ambos valores son **no paramétricos**. Para el objetivo específico 2 del nivel de eficacia se revela una Sig. de 0,000. Por consiguiente, se empleó el test de rangos de Wilcoxon para corroborar la hipótesis.

C. Prueba de contraste de la hipótesis

En la prueba de contraste el nivel de significación debe ser menor a 0,05 para rechazar la hipótesis nula (Flores y Gardi, 2021). Por ello, dado la naturaleza de la data, la prueba de rangos de Wilcoxon fue aplicada para verificar las dos hipótesis específicas establecidas en el capítulo II.

Hipótesis específica 1

Para corroborar la hipótesis específica 1 “Nivel de eficiencia” se utilizó el test de rangos de Wilcoxon.

Se validó que, si el p-valor $< 0,05$ se invalida la (H0) hipótesis nula y se admite la (Hi) hipótesis de investigación; asimismo, si el p-valor $> 0,05$ se admite la (H0) hipótesis nula y se invalida la (Hi) hipótesis de investigación. Por lo tanto, se planteó lo siguiente:

La hipótesis específica 1 (Hi): La aplicación de SMED si mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

La hipótesis nula 1 (H0): La aplicación de SMED no mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

Tabla 4

Rango del nivel de eficiencia

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Nivel Eficiencia Post test – Rangos negativos		0 ^a	,00	,00
Nivel Eficiencia Pre test Rangos positivos		15 ^b	8,00	120,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		

a. Nivel Post test $<$ Nivel Pre test
 b. Nivel Post test $>$ Nivel Pre test
 c. Nivel Post test = Nivel Pre test

Tabla 5

Prueba de contraste del nivel de eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
Nivel Eficiencia Post test – Nivel Eficiencia Pre test	
Z	-3,497 ^b
Sig. asintótica(bil.)	,000

a. Test de rangos con signo de Wilcoxon
 b. Basado en rangos negativos.

Interpretación: En la tabla 4, la prueba de rangos presentó un “rango positivo” con una sumatoria de 0,120 y un resultado donde el nivel de eficiencia Post test $>$ el nivel de eficiencia Pre test. En el mismo sentido, en la Tabla 5 se observa a nivel de contraste del estadístico de

prueba utilizando el test de Rangos se evidenció un valor $Z = -3,497$ y una Sig. de 0,000, negando la H_0 y la aprobación de que “La aplicación de SMED si optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.”, debido a que el valor sig. es mayor a 0,005.

Hipótesis específica 2

Para corroborar la hipótesis específica 2 “Nivel de eficacia” se utilizó el test de rangos de Wilcoxon.

Se validó que, si el p-valor $< 0,05$ se invalida la (H_0) hipótesis nula y se admite la (H_i) hipótesis de investigación; asimismo, si el p-valor $> 0,05$ se admite la (H_0) hipótesis nula y se invalida la (H_i) hipótesis de investigación. De esta manera, se planteó lo siguiente:

La hipótesis específica 2 (H_i): La aplicación de SMED si aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

La hipótesis nula 2 (H_0): La aplicación de SMED no aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

Tabla 6

Rangos del nivel de eficacia

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Nivel Eficacia Post test –	Rangos negativos	0 ^a	0,00	0,00
Nivel Eficacia Pre test	Rangos positivos	15 ^b	8,00	120,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		

a. Nivel Post test $<$ Nivel Pre test

b. Nivel Post test $>$ Nivel Pre test

c. Nivel Post test = Nivel Pre test

Tabla 7*Prueba de contraste del nivel de eficacia*

Estadísticos de prueba^a	
Nivel Eficacia Post test – Nivel Eficacia Pre test	
Z	-3,624 ^b
Sig. asintótica(bil.)	,000

a. Test de rangos con signo de Wilcoxon
b. Basado en rangos negativos.

Interpretación: En la tabla 6, la prueba de rangos presentó un “rango positivo” con una sumatoria de 0,120 y un resultado donde el nivel de eficacia Post test > el nivel de eficacia Pre test. En el mismo sentido, en la tabla 7 se observa a nivel de contraste del estadístico de prueba utilizando el test de rangos se evidenció un valor $Z = -3,624$ y una Sig. de 0.000, negando la H_0 y la aprobación de que “La aplicación de SMED si optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.”, debido a que el valor Sig. es mayor a 0,005.

4.1.3. Discusión de resultados

De acuerdo con la teoría y los estudios nacionales e internacionales de la investigación, se presentó un objetivo general “Demostrar de qué manera la aplicación de SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024”. En los resultados se demostró, que al aplicar la metodología SMED en la máquina ensambladora, se optimizó la productividad con un aumento significativo de 6%; ya que, al reducir los tiempos improductivos en los tiempos de cambio en la máquina de 214.4 minutos a 152.0 minutos y se generó un tiempo disponible de 62.4 minutos para generar más producción de neumáticos en un promedio de 780 unidades al mes. Además, coincide también con los objetivos específicos, favoreciendo la eficiencia en un 28.72% y la eficacia en un 13%.

Por otra parte, en el primer objetivo específico “Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024”. Los resultados demuestran un aumento de la eficiencia del 28.72%. Estos resultados se pueden contrastar con la investigación de Casas e Infantes (2023), los cuales pudieron lograr un aumento en la productividad del 11.14 % y una elevación de 4.74% y 4.46% en su eficiencia y eficacia después de implementar SMED en la empresa embotelladora. En este estudio, utilizaron un diseño cuasi-experimental, con enfoque cuantitativo y una muestra de 240 reportes diarios, también métodos como análisis documental y observación directa. Adicionalmente Valdez (2021), realizó una investigación similar en una fábrica automotriz, se obtuvo una disminución del 41% en la carga de trabajo eliminando actividades de cambio y una reducción del 39% en la cortadora, este autor empleó grabaciones de video y fichas de observación, aplicó metodologías lean, como 5S para el etiquetado de guías reforzando la viabilidad de SMED para mejorar la productividad.

Finalmente, en el segundo objetivo específico “Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024” los resultados demuestran un 13% en el aumento de la eficacia. Estos resultados se pueden contrastar con la investigación de Campos y Flores (2022), los cuales demostraron una disminución de 12 minutos a 5 minutos en la recepción de las órdenes de impresión y un aumento del 9% en la productividad. Realizaron un estudio cuasi-experimental con enfoque cuantitativo, empleando cuestionarios como identificador de actividades improductivas. De igual manera, Pachacama (2019), obtuvo una reducción en los tiempos de entrega de 21 días a finalmente obtener 7 días y un aumento en la productividad en varios procesos: prensa (0.27%), estampado (1.05%), mecanizado (5.27%), granallado (0.18%), y empaque (5.79%), gracias a la

implementación de herramientas Lean, se utilizó cuestionarios y diagramas de recorrido para así poder analizar el proceso de producción.

Dichos trabajos se alinean así con la presente investigación, avalando el correcto empleo de la metodología SMED para potenciar la productividad en la industria manufacturera.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera: El objetivo general se alcanzó al evidenciar que la aplicación SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024. Los resultados de la aplicación de la metodología SMED está asociado con los indicadores de productividad que demostraron una elevación del 6% al disminuir los tiempos improductivos y minimización en los tiempos de cambio de la máquina de 214.4 a 152.0 minutos generando un 62.4 minutos disponibles para generar un promedio de 780 unidades de llantas adicionales al mes. Asimismo, se evidenció un incremento de 28.72% en el indicador de eficiencia como también un incremento de un 13.00% en el indicador de eficacia, respaldado por un total de 15 registros de tiempos tras implementar la metodología. Por otro lado, se empleó la prueba de análisis de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos, confirmándose una distribución no paramétrica. Para contrastar la hipótesis, se utilizó la prueba de Rangos de Wilcoxon, obteniéndose una significancia de 0,000, lo que proporcionó evidencia para aceptar la hipótesis general y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, la metodología SMED, ejecutada de manera correcta optimiza la productividad, mejorando la eficiencia como también la eficacia.

Segunda: Se concretó con el primer objetivo específico al demostrar que la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024. Los resultados evidenciaron un aumento notable, elevándose del 69,97% inicial hasta un nivel final de 98,69%, lo que implica un incremento de

28,72% en el indicador de eficiencia, respaldado por un total de 15 registros de tiempos antes y después de implementar la metodología. Por otro lado, a nivel inferencial, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos y se confirmó una distribución de datos no paramétrica. En cuanto la hipótesis, se empleó Wilcoxon y el análisis doble de masas, proporcionando evidencia suficiente para aceptar la primera hipótesis específica. Por lo tanto, la implementación de SMED, ejecutada correctamente, mejora significativamente la eficiencia de la máquina ensambladora en una planta de neumáticos.

Tercera: Se concretó con el segundo objetivo específico al demostrar que la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024. Los resultados evidenciaron un aumento notable, elevándose del 55,34% inicial hasta un nivel final de 68,33%, lo que implica un incremento de 13,00% en el indicador de eficacia, basado en un análisis detallado de 15 registros de tiempos antes y después de implementar la metodología. Asimismo, el test de Shapiro Wilk fue aplicada para validar la normalidad de la data, confirmándose una distribución no paramétrica. Para contrastar la hipótesis, se empleó el test de Rangos de Wilcoxon y el análisis doble de masas, proporcionando evidencia suficiente para aceptar la segunda hipótesis específica. Por lo tanto, la implementación de SMED, ejecutada correctamente, progresa significativamente la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos.

5.2 Recomendaciones

Primera: Al alcanzar el objetivo general, se sugiere al director de manufactura implementar la metodología SMED en otras áreas de la planta, y además de complementar con herramientas como Lean Manufacturing, 5s y Kaizen. Lo cual conlleva como beneficio optimizar la productividad, reducción de tiempos muertos y eficiencia en el área.

Segunda: Al alcanzar el primer objetivo específico, se recomienda al gerente y líder de producción, analizar y promover al equipo la replicación de la metodología SMED en otras máquinas del área, complementando con prácticas de mejora continua. Lo cual conlleva al aumento de eficiencia en los procesos, logrando metas propuestas.

Tercera: Al alcanzar el segundo objetivo específico, se recomienda al especialista de producción que implemente otras metodologías Lean que complementen a SMED y establezca mediciones periódicas para identificar nuevas oportunidades de mejora, asegurando la reducción continua de los tiempos y la sostenibilidad del proyecto.

REFERENCIAS

- Agustín, D., Arohman, A., Agús, M., & Sudrajat, H. (2023). Analisis peningkatan waktu setup menggunakan sistem meja hidrolik dengan metode single minute exchange die (SMED) di pt ganding toolsindo. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 21(2), 67-74.
<https://doi.org/10.52330/jtm.v21i2.107>
- Alireza, N. (2020). *Single Minute Exchange of Die - SMED: Schnelles Rüsten einfach gemacht*. Alemania: Epubli.
- Al-Rifai, M. (2024). *Lean Six Sigma: A DMAIC roadmap and tools for successful implementation improvements*. New York: Taylor & Francis Group.
<https://doi.org/10.4324/9781032688343>
- Arbos, L. (2021). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE*.
- Asana. (22 de mayo de 2024). *Asana*. <https://asana.com/es/resources/management-by-objectives>
- Bajpai, J. (2014). *SMED (Single-Minute Exchange of Die) methodology in garment manufacturing industry: Case study in reducing style change over time*. Guwahati.
- Banco Central de Reserva del Perú. (noviembre de 2021). *Reporte de estabilidad financiera*. Lima.
- Banco Mundial. (2023). *Global productivity report*.
<https://www.worldbank.org/en/research/global-productivity-report>
- Barnó, L., & Stepien, A. (2019). *Eficiencia y productividad en arquitectura*. Madrid: Fundación Arquia.
- Blokdyk, G. (2020). *SMED Single Minute Exchange Of Die - Complete guide*.
- Botero, L. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT.

- Boza, J., Pérez, J., & De Leon, J. (2021). *Introducción a las técnicas de muestreo*. Pirámide.
- Buzón, J. (2019). *Operaciones y procesos de producción* (Primera ed.). España: Editorial Elearning, S.L.
- Cabrera, R. (2022). *Bases para contabilidad Lean*.
- Calderón, Ó. (2023). *Implementación de la metodología SMED (Single-Minute Exchange of Die) para el mejoramiento de la productividad de la impresora flexográfica en la línea de autoadhesivos de Corrugados del Darién*. Universidad de Antioquia.
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/35905/7/CalderonOscar_2023_MetodologiaSmedCorrugagos.pdf
- Camacho, M. (2023). Aplicación de la teoría de restricciones en un proceso productivo con enfoque a la industria 4.0. *Reciamuc*, 281-304. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\)](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2))
- Cámara de Comercio de Lima. (2024). *Estudio de productividad en Lima Metropolitana*.
<https://www.camaralima.org.pe/estudio-productividad-lima>
- Campos, M., y Flores, G. (2022). *Aplicación de la metodología SMED para incrementar la productividad de envolturas plásticas de la empresa Investments Good Pack*. Universidad Privada del Norte.
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32405/Campos%20Barraza%20-%20Flores%20Palma-Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carreras, M. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Ediciones Diaz de Santos SA.
- Casas, J., & Infantes, A. (2023). *Aplicación de la metodología SMED para el incremento de la productividad en una empresa embotelladora*. Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería.

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/503472b6-4793-44ec-aeb6-7519ffbed7f9/content>

Chávez, M., & Mamani, R. (2019). *La metodología SMED para la mejora de la productividad en una empresa metalmecánica*. Universidad César Vallejo.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/65094>

Chiavenato, I. (1999). *Administración de Recursos Humanos* (Quinta ed.). Editorial Mc Graw Hill.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). *Estudio económico de América Latina y el Caribe 2021*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47192-estudio-economico-america-latina-caribe-2021>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). *Informe sobre la productividad en América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/xxx/informe-productividad-alc>

Costas, J., Pastor, R., & Puche, J. (2022). *Mejora continua: construcción de organizaciones orientadas a resolver problemas*. Aula Magna Proyecto clave McGraw Hill.

Creswell, J. (2018). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Los Ángeles.

Cruelles, J. (2012). *Despilfarro cero: La mejora continua a partir de la medición y la reducción del despilfarro*. Marcombo, S.A.

Davalos, E., Luna, E., Miñan, G., Valderrama, M., & Rivera, Y. (2023). Single Minute Exchange of Die (SMED) to improve productivity in the industrial sector. A systematic. *LACCEI*.

<https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/meta/FP489.html>

- Díaz, M. (2022). *Aplicación de la metodología SMED y la filosofía 5S para mejorar el proceso en las líneas de costura de una empresa de confecciones*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/71113/UNFV_EUPG_Diaz_Jara_Maytee_Junet_Maestria_2022.pdf
- Dieterich, H. (2021). *Nueva guía para la investigación científica* (Primera ed.). Grupo Editor Orfila Valentini.
- Domínguez, J. (2011). *Investigación: Fundamentos y metodología* (Segunda ed.). Madrid.
- Druker, P. (2008). *The effective executive: The definitive guide to getting the right things*. Harper Business.
- Enna. (2023). *Quick changeover: Facilitator guide*. Taylor and Francis.
- Espín, R., Toalombo, B., Moyolema, Á., & Altamirano, A. (2022). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica. *Revista digital Nova Sinergia*, 5(2). <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.03>
- Estacio, W. (2021). *Aplicación de estrategia SMED para la productividad de Granite & Marble Solutions Perú E.I.R.L.* Trujillo: Universidad Privada del Norte. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27723/Estacio%20Rodriguez%20Walter%20Oswaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Finetto, C., Faccio, M., & Rosati, G. (2014). *Mixed-model sequencing optimization for an automated single-station fully flexible assembly system*. Padua.
<https://doi.org/10.1007/s00170-013-5308-z>

- Flores, D., & Gardi, V. (2021). *Gestión de servicios de tecnologías de información: Sistemas expertos de apoyo a la GSTI*. Editorial Académica Española.
- Fouad, S. (2024). *Productividad: Dominar la productividad, las estrategias para la eficiencia, el crecimiento y el éxito*. Mil Millones De Conocimientos [Spanish].
- Gamboa, D. A. (2022). *Cómo medir con KPIs*.
- García, A. (2020). *Productividad y reducción de costos*. Trillas.
- García, F., García, J., & Jiménez, R. (2022). *Estadística y métodos cuantitativos II*. Universidad de Huelva.
- Gaviria, J. (2023). *Implementación de la metodología SMED (Cambios Rápidos) en la línea 4 del área de envasado de la FLA*. Universidad de Antioquia.
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/37465/14/GaviriaJuan_2023_ImplementacionSmedFla.pdf
- Gisi, P. (2023). *Fundamentals of daily shop floor management*. Michigan.
- Gutenberg, E. (1951). *The theory of productivity of capital*. Springer.
- Guzman, F., & Salonitis, K. (2013). *Improving Changeover Time: A Tailored SMED Approach for Welding Cells*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00170-008-1434-4>
- Hernández de Paz, E. (2024). Comportamiento organizacional: Evolución histórica, modelos explicativos y aportes de otras ciencias en la concepción del hombre para futuras oportunidades en las organizaciones contemporáneas. *Consensus*, 8(3), 107–126.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2020). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018).

Metodología de la investigación científica. España: 3Ciencias.

Herr, K. (2014). *Quick changeover concepts applied reducing changeover times Across*

Industries. Productivity Press.

Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora*

continua. New York: McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). *Informe técnico: Producción*

nacional. <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/06-informe-tecnico-produccion-nacional-abr-2023.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). *Producción nacional*.

<https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-nacional-aumento-137-en-enero-de-2024-15074/>

Johnson, R., & Wichern, D. (2014). *Applied multivariate statistical* (Sexta ed.). Pearson

Education.

Juez, J. (2020). *Productividad Extrema: Como ser más eficiencia, producir más, y mejor; Juez,*

Julio; (Primera ed.). España: Edición Kindle.

Koontz, H., Weihrich, H., & Cannice, M. (2012). *Administración. Una perspectiva global y*

empresarial (14va ed.). México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Kotter, J. P. (1996). *Leading Change*. Harvard Business Review Press.

Kumar, H., Kumar, P., & Singari, R. (2022). *Advances in Manufacturing Technology and*

Management. India: Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-9523-0>

- Kumar, V., & Bajaj, A. (2015). *The implementation of single minute exchange of die with 5's in machining processes for reduction of setup time*. IJRTMEE.
- Lerma, H. (2022). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Liker, J., & Franz, J. (2020). *El modelo Toyota para la mejora continua*. Profit Editorial.
- Londoño Fernández, J. (2022). *Metodología de la investigación epidemiológica* (Sexta ed.). Bogotá: El Manual Moderno.
- Maldonado-Cueva, P., Flores-Zafra, D., & Victor, F.-B. (2024). Exploring Teacher Job Satisfaction in Regular Basic Education: The Case of Peru. *Journal of Educational and Social Research*, 14(6), 297-306. <https://doi.org/10.36941/jesr-2024-0173>
- Maloney, W., & Cusolito, A. (2021). *Productividad revisada: Cambio de paradigmas de análisis y políticas públicas*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Martinez, M., & Morales, J. (2022). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos*. Universidad Miguel Hernandez.
- Marx, K. (1867). *El capital: Crítica de la economía política* (Vol. 1). Siglo XXI Editores. https://ecopol.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/202/2013/09/Marx_El-capital_Tomo-1_Vol-1.pdf
- Masalique, P. (2023). *Gestión de pedidos y stock*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Mendivel, I., Carhuancho, I., Nolzco, F., Flores, D., & Venturo, C. (2020). Analysis Of Research Culture And Scientific Production In A National University. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2), 705-709.

- Merchán, A., & Vera, A. (2022). Teorías de motivación y su relación en el ámbito laboral. *Revista de Investigación, formación y desarrollo: Generando productividad institucional*, 10(2), 81-86. <https://doi.org/10.34070>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (01 de julio de 2021). *Reducir la informalidad incrementará la productividad de las empresas peruanas, afirman exministros en foro virtual organizado por el MEF*. <https://www.gob.pe/institucion/mef/noticias/504136-reducir-la-informalidad-incrementara-la-productividad-de-las-empresas-peruanas-afirman-exministros-en-foro-virtual-organizado-por-el-mef>
- Ministerio de la Producción. (2022). *Anuario estadístico industrial, Mipyme y Comercio interno 2021*. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/estadistica-oee/estadisticas-industria>
- Mohammed Hamed, A. (2023). *Toyota production system concepts: SMED - How to do a quick changeover?* (Primera ed.). Personal-lean.org.
- Mora Ardiles, Z. (2022). Gestión administrativa, habilidades gerenciales y desempeño laboral en Ugel, región Lima provincias. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 665-681. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2613
- Moreira, G. A. (2023). *5 passos para implantação do 5S*. Visau.
- Muro, D. (2022). *Aplicación del método SMED para mejorar la productividad en el área de extrusión de la empresa PROCOMSAC*. Chiclayo: Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106921/Muro_SDT-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System* (Primera ed.). Productivity Press.

- Orellana, I., & Cajahuanca, R. (2023). *Caso de reducción de demoras en entrega de pedidos aplicando herramientas lean en una empresa Internacional Metalmeccánica 2022-2023*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/670103>
- Pachacama, D. (2019). *Mejora de la Productividad, en el área de Mecanizado para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegner, mediante la implementación de la metodología Lean Manufacturing*. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20581/1/CD%2010078.pdf>
- Pacheco, C. (2020). *Presupuestos un enfoque gerencial*. IMCP.
- Pardinas, F. (1984). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*. México - D.F.: Sociología y Política.
- Pažek, K. (2021). *Lean Manufacturing*. IntechOpen. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.92922>
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage. Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Rahn, R., & Leone, G. (2021). *Quick changeover in the OR*. Flow Publishing.
- Ramírez, G., Magaña, D., & Ojeda, R. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 7(20). <https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Ramos, J. (2023). *El método Kaizen*. XinXii.
- Réquillard, M. (2020). *Cómo realizar un SMED: metodología paso a paso, ejemplos y consejos, herramientas listas para usar*. Indonesia.
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica* (Primera ed.). Estados Unidos: Page Publishing, Incorporated.

- Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R., & Silva, S. (2020). *An application of the SMED methodology in an electric power controls company*. (A. d. eléctrica, Trad.) INCDTM.
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/15892>
- Rodriguez, J. (2024). *Aplicación de técnicas Lean de cambio rápido de útiles dentro del entorno de la industria 4.0*. ASM: <https://asm.es/smed-aplicacion-de-tecnicas-lean-de-cambio-rapido-de-utiles-dentro-del-entorno-de-la-industria-4-0/>
- Romero, M., Ramirez, D., & Ramirez, E. (2023). *Diagnóstico y plan de acción empresarial – Ira edición*. Ecoe ediciones.
- Semenychev, P. (2021). *SMED: Rapid changeover methodology*. Moscú: SelfPub.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. Productivity Press.
https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781351406345_A31738071/preview-9781351406345_A31738071.pdf
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Titivillus.
<https://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/1%20La%20riqueza%20de%20las%200Adam%20Smith.pdf>
- Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing: paso a paso*. España: Alpha Editorial.
- Socconini, L. (2023). *Lean Six Sigma Black Belt. Manual de certificación*. ICG Marge Books.
- Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Yellow Belt. Manual de certificación*. ICG Marge Books.
- Socconini, L., & Barrantes, M. (2023). *5S Practical guide to improve quality and productivity*. ICG Marge Books.
- Society of Manufacturing Engineers. (10 de setiembre de 2024). *Advanced Manufacturing*.
https://www.advancedmanufacturing.org/manufacturing-engineering/efficiency-speaks-volumes-no-matter-the-mix/article_63cdbe18-6fab-11ef-92d5-f3f7503f6a26.html

Soliman, M. (2023). *Toyota production system concepts*. New Delhi.

https://www.google.it/books/edition/Toyota_Production_system_Concepts/q6PfEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=smed&printsec=frontcover

Solow, R. (1956). A contribution to the theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 30(1), 65-94.

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2023). *Informe de gestión 2023*. Oficina Nacional de Planeamiento y Estudios Económicos.

<https://www.sunat.gob.pe/cuentassunat/planestrategico/informeGestion/inforGestion-2023.pdf>

Taylor, F. (1911). *The principles of scientific management*. New York: Harper & Brothers.

Toki, G., Ahmed, T., Hossain, M., Alave, R., Faruk, M., Mia, R., & Islam, S. (2023). Single Minute Exchange Die (SMED): A sustainable and well-timed approach for Bangladeshi garments industry. *Cleaner Engineering and Technology*, 12.

<https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100592>

Ulloa, A., Sánchez, A., & Balcazar, M. (2023). La productividad en la empresa de la industria de la transformación. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 35(1), 236-247.

<https://doi.org/10.33975/riuuq.vol35n1.1156>

Valdez, K. (2021). *Reducción de tiempos de cambio de herramental mediante la implementación de SMED en una fábrica automotriz*. Universidad de Sonora División de Ingeniería.

Vidal, A., & Asuaga, C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: Una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 18, 84-122.

<https://intercostos.org/ojs/index.php/riic/article/view/3>

Vu, H., & Tiep, N. (2023). Factors affecting labor productivity in manufacturing enterprises in vinh phuc province, Vietnam. *Environmental & Social Management Journal / Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(6), 1-21. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n6-040>

Zambrano, D., & Soto, L. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento*, 6(11), 398-411.
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3277>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título de investigación: Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
<p>Problema general: ¿De qué manera la aplicación de SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024?</p> <p>Problemas específicos: PE 1: ¿Cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024?</p> <p>PE 2: ¿En qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024?</p>	<p>Objetivo general: Demostrar de qué manera la aplicación de SMED optimiza la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p> <p>OE2: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p>	<p>Hipótesis general: Hg: La aplicación de SMED optimizará la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p> <p>H0: La aplicación de SMED no optimizará la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p> <p>Hipótesis específicas: HE1: La aplicación de SMED mejorará la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p> <p>HE2: La aplicación de SMED aumentará la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.</p>	<p>Variable independiente: SMED</p> <p>Dimensiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Actividades internas Actividades externas Tiempo de cambio <p>Variable dependiente: Productividad</p> <p>Dimensiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Eficiencia. Eficacia. 	<p>Tipo de investigación Investigación de tipo aplicada</p> <p>Método y diseño de investigación</p> <p>Método: Hipotético, Analítico, Deductivo</p> <p>Diseño: Experimental de nivel pre-experimental</p> <p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Población: 15 registros de tiempo de cambio en una planta de neumáticos, Lima</p> <p>Muestra: 15 registros de tiempo de cambio.</p>

Anexo 2: Instrumentos

Figura 6

Instrumento vacío - pre análisis de Eficiencia


 Universidad Norbert Wiener <small>Part of the Arizona State University</small> UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS										
"Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"										
Ficha de Observación										
OE1: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024										
Dimensión:	Eficiencia			Área de observación:			Producción			
Indicador:	Nivel de eficiencia			Observador:			Luz Paz Gillo			
FÓRMULA:	—			Autor:			García Alfonso			
EF = Eficiencia										
TCP = Tiempo de cambio programado										
TCR = Tiempo de cambio real										
Pre test										
Items	Fecha	Fase 1 (min)	Fase 2 (min)	Fase 3 (min)	Fase 4 (min)	Fase 5 (min)	Fase 6 (min)	TCR (min)	TCP (min)	% EF
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
									Promedio	
_____ Firma y sello del Observador										

Figura 7

Instrumento vacío - post análisis de Eficiencia


 Universidad Norbert Wiener <small>Powered by Arizona State University®</small> UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS										
"Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"										
Ficha de Observación										
OE1: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024										
Dimensión:	Eficiencia			Área de observación:	Producción					
Indicador:	Nivel de eficiencia			Observador:	Luz Paz Gilio					
FÓRMULA:	—			Autor: García Alfonso						
EF = Eficiencia										
TCP = Tiempo de cambio programado										
TCR = Tiempo de cambio real										
Post test										
Items	Fecha	Fase 1 (min)	Fase 2 (min)	Fase 3 (min)	Fase 4 (min)	Fase 5 (min)	Fase 6 (min)	TCR (min)	TCP (min)	% EF
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
									Promedio	
_____ Firma y sello del Observador										

Figura 8

Instrumento vacío - pre análisis de Eficacia


 Universidad Norbert Wiener <small>Powered by Arizona State University®</small>					
UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS "Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"					
Ficha de Observación					
OE1: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.					
Dimensión:	Eficacia	Área de observación:	Producción		
Indicador:	Nivel de eficacia	Observador:	Luz Paz Gilio		
FÓRMULA:	$\left(\frac{\quad}{\quad} \right)$	Autor: García Alfonso			
EFC = Eficacia					
TCR = Tiempo de cambio real					
TDT = Tiempo disponible por turno (480 min)					
Pre test					
Items	Fecha	TCR (min)	TDT (min)	% EFC	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
Promedio					
_____ Firma y sello del Observador					

Figura 9

Instrumento vacío - post análisis de Eficacia


 Universidad Norbert Wiener <small>Powered by Arizona State University®</small>				
UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS "Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"				
Ficha de Observación				
OEI: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.				
Dimensión:	Eficacia	Área de observación:	Producción	
Indicador:	Nivel de eficacia	Observador:	Luz Paz Gilio	
FÓRMULA:	$\left(\frac{\quad}{\quad} \right)$		Autor: García Alfonso	
EFC = Eficacia				
TCR = Tiempo de cambio real				
TDT = Tiempo disponible por turno (480 min)				
Post test				
Items	Fecha	TCR (min)	TDT (min)	% EFC
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Promedio				
_____ Firma y sello del Observador				

Figura 10

Instrumento lleno - Pre análisis de Eficiencia



 Universidad Norbert Wiener <small>Powered by Arizona State University®</small>										
UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS										
"Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"										
Ficha de Observación										
OE1: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024										
Dimensión:	Eficiencia			Área de observación:	Producción					
Indicador:	Nivel de eficiencia			Observador:	Luz Paz Gilio					
FÓRMULA: $\% EF = \frac{TCP}{TCR} \times 100$				Autor: García Alfonso						
EF = Eficiencia										
TCP = Tiempo de cambio programado (150 min)										
TCR = Tiempo de cambio real										
Pre test										
Items	Fecha	Fase 1 (min)	Fase 2 (min)	Fase 3 (min)	Fase 4 (min)	Fase 5 (min)	Fase 6 (min)	TCR (min)	TCP (min)	% EF
1	26-Ago	28.46	60.12	19.02	32.26	9.01	67.48	216.34	150	69.33%
2	28-Ago	29.44	60.04	18.13	32.52	8.47	68.07	216.67	150	69.23%
3	31-Ago	30.01	57.04	18.09	32.28	8.25	68.06	213.73	150	70.18%
4	2-Set	28.52	59.16	19.13	32.59	8.11	67.58	215.09	150	69.74%
5	4-Set	29.60	59.17	18.42	32.06	8.53	67.56	215.35	150	69.65%
6	6-Set	29.40	60.45	19.14	32.43	8.40	66.00	215.82	150	69.50%
7	10-Set	28.05	58.56	19.57	31.56	9.12	67.00	213.86	150	70.14%
8	12-Set	29.57	57.42	19.55	32.08	8.15	67.28	214.06	150	70.07%
9	14-Set	29.16	57.30	18.08	32.50	9.07	67.06	213.17	150	70.37%
10	17-Set	29.24	58.00	19.04	32.16	8.53	67.40	214.37	150	69.97%
11	19-Set	28.01	59.49	18.59	32.58	8.54	67.48	214.69	150	69.87%
12	21-Set	28.09	58.56	18.43	32.02	9.43	67.50	214.03	150	70.08%
13	23-Set	28.37	58.10	17.36	32.33	9.26	67.57	212.98	150	70.43%
14	25-Set	28.41	58.42	18.47	32.00	8.59	67.00	212.88	150	70.46%
15	27-Set	27.39	59.03	18.42	32.22	8.53	67.23	212.82	150	70.48%
Promedio:								214.39		69.97%
 Firma y sello del Observador										

Figura 11

Instrumento lleno - Post análisis de Eficiencia



 UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS										
"Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"										
Ficha de Observación										
OEI: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024										
Dimensión:	Eficiencia			Área de observación:			Producción			
Indicador:	Nivel de eficiencia			Observador:			Luz Paz Gilio			
FÓRMULA: % EF = $\frac{TCP}{TCR} \times 100$				Autor: García Alfonso						
EF = Eficiencia										
TCP = Tiempo de cambio programado										
TCR = Tiempo de cambio real										
Post test										
Items	Fecha	Fase 1 (min)	Fase 2 (min)	Fase 3 (min)	Fase 4 (min)	Fase 5 (min)	Fase 6 (min)	TCR (min)	TCP (min)	% EF
1	5-Nov	33.3	13.2	18.6	9.5	16.4	63.7	154.8	150.0	96.93%
2	7-Nov	33.0	13.1	19.0	9.4	16.1	63.2	153.8	150.0	97.54%
3	9-Nov	33.5	13.2	18.3	9.4	16.3	63.3	154.1	150.0	97.36%
4	11-Nov	32.5	13.3	16.6	9.2	15.2	65.5	152.4	150.0	98.44%
5	13-Nov	31.4	13.3	18.5	9.7	15.6	63.5	152.0	150.0	98.69%
6	15-Nov	33.3	12.9	18.3	9.1	15.0	63.6	152.1	150.0	98.60%
7	16-Nov	32.5	12.1	19.3	8.5	16.4	63.6	152.5	150.0	98.34%
8	18-Nov	30.5	13.3	19.2	8.3	16.4	63.7	151.5	150.0	99.04%
9	20-Nov	31.5	13.4	17.6	9.3	15.6	63.6	150.9	150.0	99.38%
10	22-Nov	30.9	13.0	18.0	9.5	16.5	63.4	151.4	150.0	99.05%
11	23-Nov	32.2	13.5	17.4	8.6	16.3	63.1	151.1	150.0	99.29%
12	25-Nov	32.4	13.4	16.6	8.6	16.2	64.0	151.2	150.0	99.23%
13	27-Nov	31.6	14.3	16.1	9.0	16.5	64.0	151.5	150.0	98.98%
14	29-Nov	30.5	14.6	17.0	8.4	15.6	64.2	150.3	150.0	99.82%
15	30-Nov	30.4	13.6	17.5	9.4	16.1	63.5	150.5	150.0	99.65%
Promedio								152.00		98.69%
 Firma y sello del Observador										

Figura 12

Instrumento lleno - Pre análisis de Eficacia


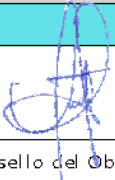


 Universidad Norbert Wiener <small>Powered by Arizona State University®</small>					
UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS "Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"					
Ficha de Observación					
OE2: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.					
Dimensión:	Eficacia	Área de observación:	Producción		
Indicador:	Nivel de eficacia	Observador:	Luz Paz Gillo		
FÓRMULA:	(———)		Autor: García Alfonso		
EFC = Eficacia					
TCR = Tiempo de cambio real					
TDT = Tiempo disponible por turno (480 min)					
Pre test					
Items	Fecha	TCR (min)	TDT (min)	% EFC	
1	26-Ago	216.34	480	54.93%	
2	28-Ago	216.67	480	54.86%	
3	31-Ago	213.73	480	55.47%	
4	2-Set	215.09	480	55.19%	
5	4-Set	215.35	480	55.14%	
6	6-Set	215.82	480	55.04%	
7	10-Set	213.86	480	55.44%	
8	12-Set	214.06	480	55.40%	
9	14-Set	213.17	480	55.59%	
10	17-Set	214.37	480	55.34%	
11	19-Set	214.69	480	55.27%	
12	21-Set	214.03	480	55.41%	
13	23-Set	212.98	480	55.63%	
14	25-Set	212.88	480	55.65%	
15	27-Set	212.82	480	55.66%	
Promedio				55.34%	
 Firma y sello del Observador					

Figura 13

Instrumento lleno - Post análisis de Eficacia

 Universidad Norbert Wiener <small>Powered by Arizona State University®</small>				
UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS "Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"				
Ficha de Observación				
OE2: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.				
Dimensión:	Eficacia	Área de observación:	Producción	
Indicador:	Nivel de eficacia	Observador:	Luz Paz Gillo	
FÓRMULA:	$(\frac{\quad}{\quad})$	Autor: García Alfonso		
EFC = Eficacia				
TCR = Tiempo de cambio real				
TDT = Tiempo disponible por turno (480 min)				
Post test				
Items	Fecha	TCR (min)	TDT (min)	% EFC
1	5-Nov	154.75	480	67.76%
2	7-Nov	153.78	480	67.96%
3	9-Nov	154.08	480	67.90%
4	11-Nov	152.38	480	68.25%
5	13-Nov	152.00	480	68.33%
6	15-Nov	152.14	480	68.31%
7	16-Nov	152.53	480	68.22%
8	18-Nov	151.46	480	68.45%
9	20-Nov	150.93	480	68.56%
10	22-Nov	151.44	480	68.45%
11	23-Nov	151.07	480	68.53%
12	25-Nov	151.17	480	68.51%
13	27-Nov	151.54	480	68.43%
14	29-Nov	150.28	480	68.69%
15	30-Nov	150.53	480	68.64%
Promedio				68.33%
 Firma y sello del Observador				

Anexo 3: Validez del instrumento

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Eficiencia	X		X		X		
2	Eficacia	X		X		X		

¹ **Pertinencia:** el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del experto validador: García Arana Carlos Martín

DNI: 07973732

Grado: Maestro [x] Doctor []



19 de noviembre de 2024

Firma del Experto Validador

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Eficiencia	X		X		X		
2	Eficacia	X		X		X		

¹ **Pertinencia:** el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del experto validador: Valle Cangalaya Daniel Hernani **DNI:** 25790946

Grado: Maestro [X] Doctor []



Firma del Experto Validador

19 de noviembre de 2024

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Eficiencia	X		X		X		
2	Eficacia	X		X		X		

¹ **Pertinencia:** el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del experto validador: Rhodolfo Pezeta Mary **DNI:** 72632409

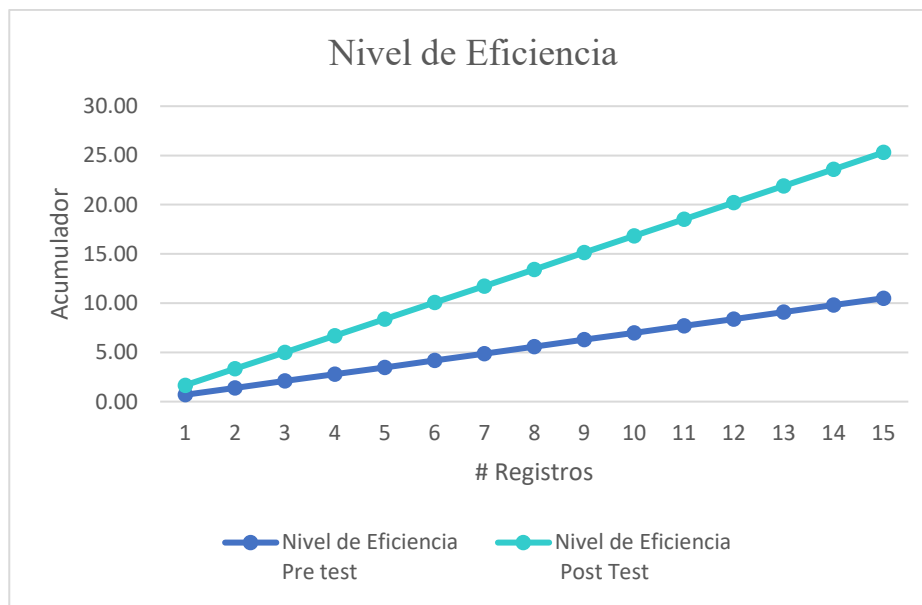
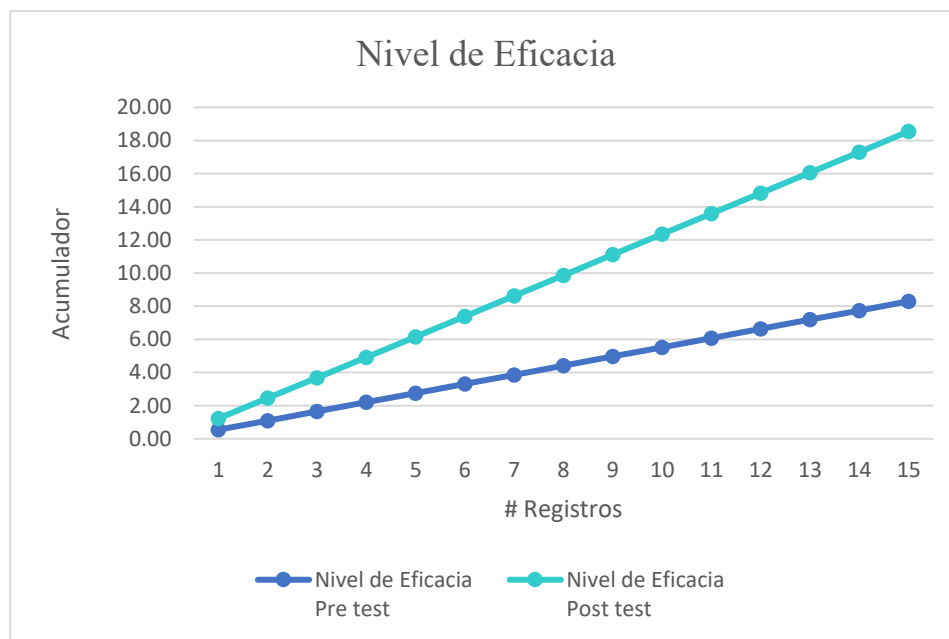
Grado: Maestro] Doctor []

19 de noviembre de 2024



Firma del Experto Validador

Anexo 4: Confiabilidad del instrumento

Figura 14*Doble de Masas – Nivel de eficiencia***Figura 15***Doble de Masas – Nivel de eficacia*

Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD
CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 18 de Diciembre de 2024

Investigador(a)
LUZ NATHALI PAZ GILIO
Exp. N°:1234-2024

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEIC-UPNW) **evaluó y APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: **“Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024” Versión 01 con fecha 22/11/2024.**

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Luz Nathali Paz Gilio.

La APROBACIÓN comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. **La vigencia** de la aprobación es de **dos años** (24 meses) a partir de la emisión de este documento.
2. **El Informe de Avances** se presentará cada 6 meses, y el informe final una vez concluido el estudio.
3. **Toda enmienda o adenda** se deberá presentar al CIEIC-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
4. Si aplica, **la Renovación** de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.


Atentamente,

Raúl Antonio Rojas Ortega
Presidente

**Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
UPNW**



Anexo 6: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA	 Universidad Norbert Wiener <small>Private University</small>
--	--

Yo **George Reinoso Vásquez** identificado con DNI **43081598**, en mi calidad de Gerente de Optimización de Planta de la empresa Goodyear del Perú S.A. con R.U.C N° 20100012856 ubicada en la ciudad de Lima.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A **Luz Nathali Paz Gilio** identificada con DNI N° **47801313**, Bachiller en Ingeniería Industrial y de Gestión Empresarial de la Universidad Privada Norbert Wiener, quien actualmente se desempeña como Practicante Profesional en la empresa; de tal modo pueda utilizar la siguiente información:

- *Reporte de Producción diaria*
- *Indicador de Eficiencia Diaria*
- *Reporte de tiempos perdidos (Toma y control de tiempos)*
- *Reporte de tiempos de los Cambios de medida de Tambor,*

con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis o trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de Título Profesional.

Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:

- *Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.*

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

- () Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
 (X) Mencionar el nombre de la empresa o cualquier distintivo de la empresa.




Mg. George Reinoso Vásquez
DNI: 43081598

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Egresado/Bachiller
DNI: 47801313

Anexo 7: Programa de intervención

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	1 - 29

1. Objetivo:

Diseñar una guía práctica para implementar la metodología SMED en la máquina ensambladora de una planta de neumáticos. Este trabajo busca minimizar los tiempos de cambio y regulación de máquina, estandarizar las actividades, capacitar al personal involucrado, entre otras acciones para optimizar la productividad. Este diseño será presentado como parte del proyecto académico y para su aplicación práctica en la empresa.

2. Propósito:

Proporcionar una fácil comprensión y ejecución de las actividades necesarias para aplicar la metodología SMED dentro de la empresa. Este proyecto tiene como fin proporcionar una herramienta práctica que fomente la reducción de tiempos improductivos, la capacitación del personal, el cumplimiento de los estándares operativos, y otras acciones, que contribuyan al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua e innovación.

3. Alcance:

Este proyecto se aplicará exclusivamente a la máquina ensambladora RLT 2.5 en la planta de neumáticos.

4. Definiciones:

4.1 **SMED:** Metodología con el objetivo de reducir los tiempos de cambio en procesos industriales, mediante una identificación, clasificación y optimización de actividades internas a actividades externas.




RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGÍA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	2 - 29

Para Soliman (2023), la metodología SMED reduce significativamente los tiempos de cambio de herramientas y la optimización de los recursos disponibles. Mientras que, los autores Réquillard (2020) y Semenychev (2021) refieren que, esta agilidad en los procesos incrementa la productividad y también mejora la flexibilidad operativa de las empresas. Por otro lado, los autores Alireza (2020) y Kumar et al. (2022), destacan la importancia de SMED en la reducción de costos y tiempos de preparación en el sector automotriz y otros entornos complejos. También, Pažek (2021), resalta su aplicación y resultados dentro del sistema de producción Toyota, donde se garantiza una producción continua y eficiente. Además, Al Rifai (2024) menciona que SMED promueve una cultura de mejora continua, y plasmando la competitividad en un mercado global tan cambiante. Por tanto, estos estudios evidencian que SMED es fundamental para optimizar la productividad en diversos sectores, impulsando además una cultura de crecimiento sostenible.

4.2 Productividad: Es la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos

La productividad, según Buzón (2019), se puede entender como la relación entre lo que producimos y los recursos que utilizamos para hacerlo en un período determinado. Es básicamente una forma de medir qué tan eficientemente aprovechamos los recursos para generar productos o servicios. Socconini (2019) sostiene que, la productividad no solo se trata de la cantidad de lo que producimos, sino también de cómo lo hacemos, involucrando aspectos como el costo, la calidad y el tiempo que invertimos. Para Juez (2020) la ve como un reflejo de nuestra

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	3- 29

eficiencia, pues nos muestra qué tan bien usamos los recursos disponibles para obtener los mejores resultados posibles. Mientras los autores Maloney y Cusolito (2020) refieren que, la productividad es la habilidad de una sociedad para combinar sus recursos, herramientas y fuerza laboral de forma eficiente. Por otra parte, Fouad (2024) también habla de la productividad como la eficiencia en la producción de bienes o servicios, calculada como la relación entre lo que producimos y los insumos que empleamos en un periodo específico. Del mismo modo, Ramírez et al. (2022) explican que, la productividad se mide comparando lo que obtenemos con lo que invertimos, y esta relación se puede evaluar de diferentes maneras. Finalmente, Vu y Tiep (2023), la definen como un indicador clave que muestra la eficiencia de la producción, relacionando los insumos con los resultados. Todos los enfoques coinciden en que la clave está en optimizar lo que ya tenemos y mejorar los resultados con menos adquisición de recursos.]

- **Eficiencia:**

Uso óptimo de los recursos al comparar el tiempo estándar programado con el tiempo real de cambio. La eficiencia se mide como la relación entre el tiempo estándar de cambio (150 minutos) y el tiempo de cambio realizado, reflejando qué tan cerca está la operación del estándar establecido.

- **Eficacia:**

Grado de cumplimiento de los objetivos en términos del aprovechamiento del tiempo disponible. La eficacia se mide evaluando cuánto tiempo del turno se utiliza

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	4 - 29

efectivamente para la producción, descontando los tiempos improductivos por tiempo de cambio en la máquina.


5. Indicadores clave de desempeño

- Reducción del tiempo de cambio en la máquina: alcanzar un estándar de 150 | minutos.
- Eficiencia: medir el uso óptimo de los recursos durante el tiempo de cambio en la máquina.
- Eficacia: evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, con un enfoque en el aprovechamiento del tiempo disponible durante el turno (480 minutos) descontando los tiempos improductivos por el tiempo de cambio en la máquina.

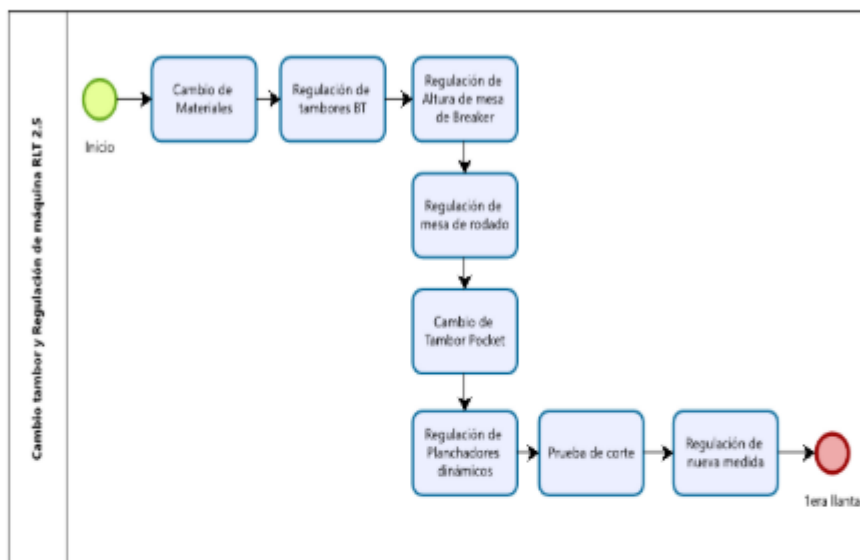
6. Diagnóstico inicial

Máquina ensambladora de neumáticos: RLT 2.5




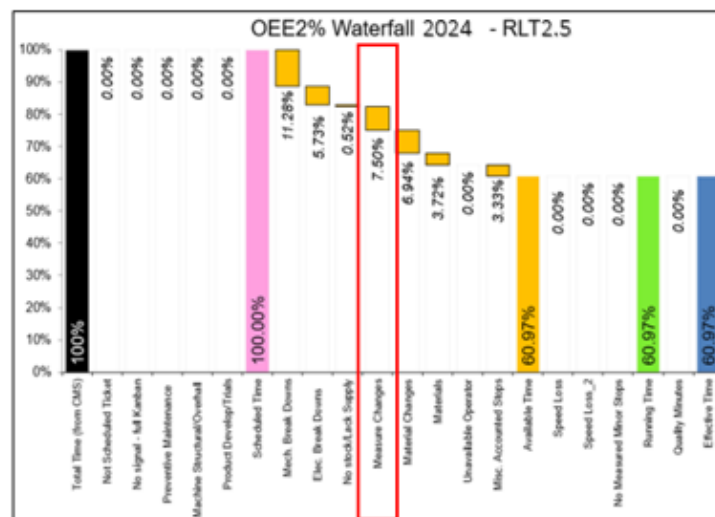
	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	5 - 29

Mapa de procesos: Esquema del proceso donde se aplicará SMED.

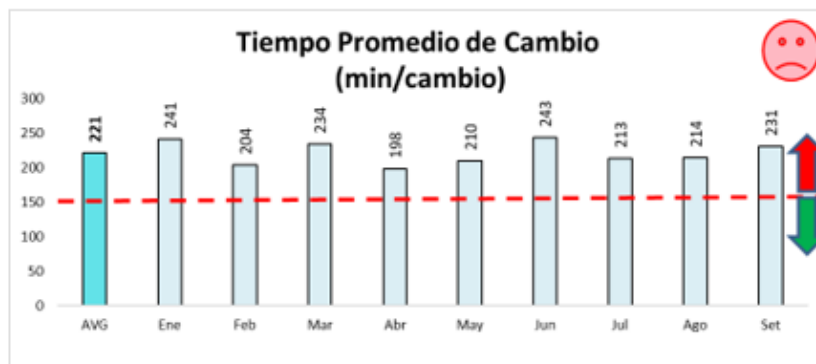


Análisis de los ofensores en el OEE de la máquina ensambladora: En el diagrama de Waterfall, se observa que los tiempos por correctivos son el primer ofensor, seguidos por el tiempo de cambio en la máquina como el segundo factor más significativo. Estos factores impactan directamente la eficiencia del proceso de producción, generando una reducción en la productividad global de la planta. Al centrarnos en los tiempos de cambio, que representan uno de los ofensores más grandes, se destaca la necesidad urgente de optimizar estos tiempos para mejorar la productividad y alcanzar un desempeño más eficiente.

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	6 - 29



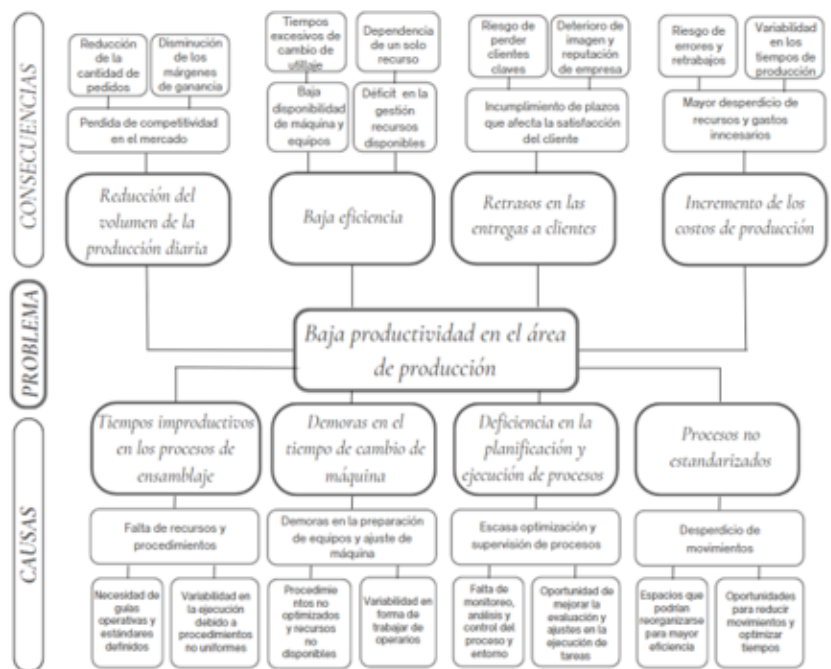
Análisis de la tendencia en el tiempo de cambio en la máquina: Registro del promedio de tiempos de cambio en la máquina (antes de implementar SMED).



Problemas encontrados durante el diagnóstico: en el diagnóstico inicial del proceso de tiempo de cambio en la máquina ensambladora de la planta de neumáticos, se identificaron varios factores que contribuyen a la baja productividad. Se realizó un análisis detallado mediante un diagrama de árbol de problemas y un diagrama de Ishikawa, los cuales permitieron identificar las principales causas subyacentes.

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	7- 29

El Árbol de problemas muestra las causas generales que afectan la productividad.



El Diagrama de Ishikawa detalla específicamente las causas de la demora en los tiempos de cambio de tambor y regulación de la máquina.


	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	8 - 29

Diagrama de Ishikawa



7. Fases de Implementación de SMED:

- **Fase 0: Identificación de actividades**

Registrar todas las tareas involucradas durante el tiempo de cambio de la máquina, además de identificar las oportunidades y mejoras a realizarse en el proceso.

- **Fase 1: Clasificación de actividades**

Dividir las tareas en actividades internas y actividades externas.

- **Fase 2: Conversión de internas a externas**

Transformar actividades internas en externas para reducir los tiempos de inactividad.

- **Fase 3: Optimización de actividades**



RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGÍA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	9- 29

Simplificar y estandarizar las actividades restantes, eliminando pasos innecesarios y mejorando la eficiencia de los procesos involucrados.


- **Fase 4: Estandarización del proceso**

Capacitar al personal, proporcionar formación continua y establecer guías prácticas para asegurar la correcta adopción del SMED en el proceso de cambio de tambor, garantizando su implementación efectiva y sostenible a largo plazo.

8. Desarrollo de la metodología SMED:

Para iniciar con el desarrollo e implementación de la metodología SMED, primero se realizó un cronograma de actividades para llevar a cabo dicha aplicación.

Actividades	Agosto 2024	Setiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024
Diagnóstico inicial	x				
Fase 0: Identificación de actividades	x	x			
Fase 1: Clasificación de actividades		x			
Fase2: Conversión de internas a externas		x	x		
Fase 3: Optimización de actividades		x	x		
Fase 4: Estandarización del proceso			x	x	
Análisis de Resultados			x	x	x

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	10 - 29

participación; además, explicar el rol que deberían cumplir y en qué consistía el proyecto.



Roles de equipo	Nombre de los miembros del equipo
Líder del Proyecto	Luz Nathali Paz Gilio
Sponsor	George Reinoso
Líder DEC	Jheisson Barrera
Líder WPO	Christian Sanchez
Miembros RE	Carlos Sosa / Gildeón García
Miembro CSD	Angel Amarillo
Constructor	Maurizio Jimenez
Soporte de Calidad	Mercy Rhoddo
Soporte FI	Carlos Solis
Líder RE / Back up	Dario Espinoza / William Maldonado

Identificación de actividades: Se realizó la grabación de inicio a fin de todo el proceso, además de medir con un cronómetro los tiempos que involucran cada actividad; también, se diseñó una ficha clave para documentar y analizar las actividades involucradas durante el cambio de medida en la máquina ensambladora RLT 2.5 con 62 pasos. Esta ficha permite registrar los números de



RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGIA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	11- 29

pasos, los cuellos de botella y los tiempos empleados en cada actividad. A

continuación, se presenta el formato diseñado para esta ficha.

FILMACION Y CAPTURA COMPLETA DEL PROCESO



	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	12- 29

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED - "PROJECT QUICK CHANGE OVER DRUM"			
Observador:		Luz Nathali Paz Gilio	
Operación:			Cambio de medida en máquina Radial RL T2.5 Área: Producción
Nº Pasos	Descripción de actividades		Tiempo (min)
CAMBIO DE MATERIAL			
1	Buscar Spec nueva medida		1.00
2	Retirar material sobrante en BK11		1.35
3	Sacar carro del Carrete de BK1 de Material anterior		0.23
4	Aplicar retroceso manual del carrete de material y forma		2.42
5	Retirar carrete y dejarlo en zona asignada		1.15
6	Insertar nuevo carrete, colocarlo en el carro de BK1 y girar hasta llegar al BK		2.05
7	Ingresar carro al Carrete de BK2 de Material nuevo		0.31
8	Colocar en Manual el tablero de BK1, Avanzar material		1.35
9	Retirar material sobrante en BK2		1.03
10	Sacar carro del Carrete de BK2 de Material anterior		0.24
11	Aplicar retroceso manual del carrete de material y forma		4.10
12	Retirar carrete y dejarlo en zona asignada		0.56
13	Insertar nuevo carrete, colocarlo en el carro de BK2 y girar hasta llegar al BK		2.40
14	Ingresar carro al Carrete de BK2 de Material nuevo		0.31
15	Colocar en Manual el tablero de BK2 y Avanzar material		0.59
Prueba de Corte BK1			
16	Realizar regulación de la Potencia del Aplicador de Overlay		1.50
17	Buscar Herramientas y tenerlas listas para el cambio (INSTALACION 3 Y TAMBOR POCKET)		1.00
18	Hacer el Cálculo según SPEC de la medida (Diámetro del Tambor/ 1 pulgada(25.40))		0.45
19	Buscar Wincha métrica para medir diámetro de Tambor BT expandido		2.20
20	Alinear el diámetro exacto según spec al Tambor BT de estación 31 (manualmente, con la Herramienta Racher)		0.21
21	En pantalla ingresar al menú Turnst y girar Zona Turnst, para continuar con el otro Tambor BT		0.25
22	Con Wincha métrica medir diámetro de Tambor BT expandido		0.23
23	Alinear el diámetro exacto según spec al Tambor BT de estación 31 (manualmente, con la Herramienta Racher)		0.23
24	Ingresar a pantalla y presionar "MAIN SCREEN" Y LU EGORECET A" RECIPE SET UP"		1.22
25	Ingresar nuevo diámetro del tambor en pulgadas y cambiar todas las medidas según especificación: ancho, ángulo de BK's, tejido de espiral		7.24
26	Actualizar "star point" en el menú spiral overlay.		1.27
REGULACIÓN DE TAMBOR BT			
27	En pantalla ingresar al menú BK1 a 2 y seleccionar el botón "CALIBRATION"		1.13
28	Calibración de altura del BK1 y luego el BK2, QUITAR SEGURO Y EXTENDER serendor (Si el diámetro es de menor o mayor subir la altura de		4.54
29	Regular mesa de rodar presión, altura (mesa y cabezal), calentador, regla, guías y pistón del martillo		0.49
30	Solicitar herramientas al Mecánico		10.20
CAMBIO DEL TAMBOR POCKET			
31	Colocar en manual la estación del tambor Pocket y seleccionar velocidad baja de tambor en el tablero		0.00
32	En pantalla recoger el tambor POCKET y retirarlo 4 pernos		2.00
33	Alinear tacle y colocar eslingas en ambos extremos del tambor pocket (dejar las eslingas lo más)		2.40
34	Retirar los últimos 2 pernos del Tambor POCKET (tener cuidado que el acople no se quede dentro del tambor) caso contrario sacar y		2.10
35	Ir a la parte posterior para quitar tambor Pocket y llevarlo hasta el cruce con ayuda del tacle		0.26
36	Retirar punto de anclaje del tacle y retirarlo eslingas		0.09
37	Llevar coche con tambor Pocket hasta la Zona de Tamboros.		0.40
38	Retirar coche del tambor que se va a subir, verificando que sea el aire correspondiente		2.23
39	Llevar coche a la parte posterior de la máquina		0.42
40	Colocar eslinga y anclaje para dar inicio a la subida del tambor Pocket		0.23
41	Se inicia elevación del tambor Pocket con TELE, volviendo estar en Zona de fuego "Debajo del tambor".		1.20
42	Ingresar al Tambor al ojo, se busca la posición y se colocan los 2 pernos de sujeción (ajuste con llave Allen y palanca)		1.00
43	Se retiran las eslingas, luego se termina de colocar todos los pernos y se hacen las conexiones de las mangueras de aire.		1.00
44	Devolver el tacle a su posición inicial		0.20
Prueba de Corte			
45	Inicio RunOut con ayuda de freno y compresor		4.17
46	Devolución de herramientas al mecánico		0.07
47	Ingreso a datos de posición en la pantalla de la 1 a 5 del Setup		4.40
Regulación de Parámetros Dependientes			
48	Buscar wincha		2.20
49	Se regula la Ter a posición del Tambor Pocket		1.27
50	Se da inicio a la regulación, medición del centro y contorno según especificación		7.00
51	Regulación del Con vexo según especificación		1.40
52	Regular presión de plenchador		1.42
53	Regulación de altura de alas		1.07
Prueba de Corte			
54	Guarda herramientas de máquina		2.02
55	Regular Guía y cambio de ángulos BK 1		2.23
56	Corte de prueba Ter bk1		1.20
57	Regular Guía y cambio de ángulos BK 2		2.05
58	Corte de prueba Zilo bk1		1.13
59	En tablero avanzar BK' s para primera flauta		2.12
60	Zona de mofador colocar carrete de Overlay y verificar secuencia		2.50
61	Ingreso a datos al Setup de todo el material y verifique si se cumple con la medida a ingresar		19.00
62	Regulación de medida		46.00
62 PASOS			TIEMPO TOTAL (minutos) 213,53

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	14- 29


8.2 Fase 1: En la clasificación de actividades se detallan las actividades internas y

externas realizadas durante el tiempo de cambio. El objetivo es distinguir

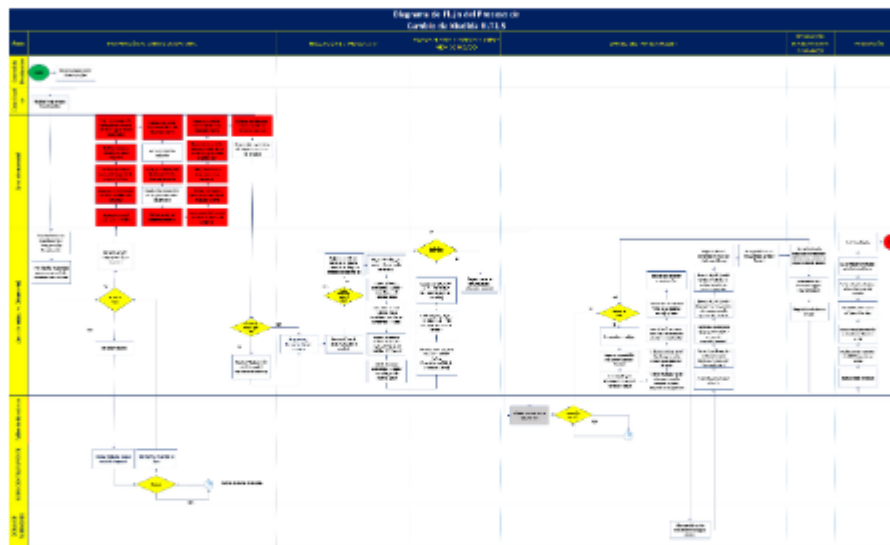
claramente cuáles pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento

para reducir el tiempo total de cambio de máquina.


FICHA DE OBSERVACIÓN SMED - "PROJECT QUICK CHANGE OVER DRUM"					
Observador:		Luz Nathali Paz Gilio			
Operación:		Cambio de medida en máquina radi al RLT 2.5		Área: Producción	
Paso	N°	Descripción de actividades	Tiempo (min)	INT / EXT	
				INT	EXT
CAMBIO DE MATERIAL	1	Buscar Spec nueva medida	1.00	INT	
	2	Retirar material sobrante en 8K1	3.35		EXT
	3	Sacar carro del Carrito de 8K1 de Material anterior	0.23		EXT
	4	Aplicar retroceso manual del carrito de material y forro	2.42		EXT
	5	Retirar carrito y dejarlo en zona aparcada	1.15		EXT
	6	Insertar nuevo carrito, colocarlo en el carro de 8K1 y girar hasta llegar al 8K	3.05		EXT
	7	Imprimir carro del Carrito de 8K1 de Material nuevo	0.31		EXT
	8	Colocar en Manual el tablero de 8K1, Anotizar material	1.35		EXT
	9	Retirar material sobrante en 8K2	1.25		EXT
	10	Sacar carro del Carrito de 8K2 de Material anterior	1.25		EXT
	11	Aplicar retroceso manual del carrito de material y forro	4.30		EXT
	12	Retirar carrito y dejarlo en zona aparcada	0.56		EXT
	13	Insertar nuevo carrito, colocarlo en el carro de 8K2 y girar hasta llegar al 8K	2.40		EXT
	14	Imprimir carro del Carrito de 8K2 de Material nuevo	0.31		EXT
	15	Colocar en Manual el tablero de 8K2 y Anotizar material	6.59		EXT
Prueba de ajuste	16	Realizar regulación del Pistón del Aplicador de Overlay	2.50	INT	
REGULACIÓN DE TAMBOR B1	17	Buscar Herramientas y verificar listas para el cambio (INSTALACION 3 Y TAMBOR POCKET)	1.00	INT	
	18	Hacer el Cálculo según SPFC de la medida (Diámetro del Tambor/ 3 pulgada(25.40))	0.45	INT	
	19	Buscar Wincha métrica para medir diámetro de Tambor B1 expandido	2.20	INT	
	20	Alinear el diámetro exacto según spec al Tambor B1 de instalación 3 (manualmente, con la Herramienta Rache)	9.21	INT	
	21	En pantalla ingresar al menu Turnet y girar Zona Turnet, para continuar con el otro Tambor B1	0.25	INT	
	22	Con Wincha métrica a medir diámetro de Tambor B1 expandido	0.23	INT	
	23	Alinear el diámetro exacto según spec al Tambor B1 de instalación 3 (manualmente, con la Herramienta Rache)	8.53	INT	
	24	Imprimir a pantalla y seleccionar "MAIN SET UP" y "LUBRO, INCH LA" "INCH SET UP"	1.22	INT	
	25	Imprimir nuevo diámetro del tambor en pulgadas y cambiar todas las medidas según especificación ancho.	7.24	INT	
	26	Ajustar "Star point" en el mismo nivel overlay.	1.37	INT	
Verificación de altura de eje	27	En pantalla ingresar al menu 8K1 o 2 y seleccionar el botón "CALIBRATION"	1.13	INT	
	28	Calibración de alturas del 8K1 y luego el 8K2, QUITAR SPURRY Y EXTENDER servidor de el diámetro es de	4.54	INT	
	29	Verificar mesa de calibración, altura forma y cubo al calibrador, regla, agua y posición del macinillo	8.49	INT	
	30	Solicitar herramientas al Mecánico	10.20		EXT
CAMBIO DEL TAMBOR POCKET	31	Colocar en manual la posición del Tambor Pocket y seleccionar velocidad baja de tambor en el tablero	0.00	INT	
	32	En pantalla encoger el tambor POCKET y retirar solo 4 pernos	2.00	INT	
	33	Alinear tacho y colocar enlaga en ambos extremos del tambor pocket (dejar las enlagas (ensadas)	2.40	INT	
	34	Retirar los últimos 2 pernos del Tambor POCKET tener cuidado que el acople no se quede dentro del tambor	2.10	INT	
	35	Y a la parte posterior para girar tambor Pocket y llevarlo hacia el coche con ayuda del tacho	0.56	INT	
	36	Retirar punto de anclaje del tacho y retirar enlagas	0.09	INT	
	37	Llevar coche con tambor Pocket hasta la Zona de Tamboros.	0.40	INT	
	38	Retirar coche del tambor que se va a subir, ya el cambio que sea el giro correspondiente	2.23	INT	
	39	Llevar coche a la parte posterior de la máquina	0.42	INT	
	40	Colocar enlaga y anclaje para dar inicio a la subida del tambor Pocket	0.53	INT	
Regulación de platinos de elevación	41	Se mira elevación del tambor Pocket con TRC, evitando estar en zona de fuego "Debajo del tambor"	1.20	INT	
	42	Ingresa el Tambor al eje, se busca la posición y se coloca los 2 pernos de sujeción ajuste con Iave Allen y	3.00	INT	
	43	Se mira las enlagas, luego se termina de colocar todos los pernos y se hace las comprobaciones de las manetas de	3.00	INT	
	44	Derivar el tacho a su posición exacta	0.50	INT	
	45	Inicio RunOut con ayuda del reloj comparador	4.17	INT	
	46	Derivación de herramientas al mecánico	5.07		EXT
	47	Ingresa data de posiciones en la pantalla de la 1 a 5 del Setup	4.40	INT	
	48	Buscar wincha	2.20	INT	
	49	Se regula la línea posición del Tambor Pocket	1.27	INT	
	50	Se da inicio a la regulación, medición del centro y combrete según especificación	7.00	INT	
Prueba de ajuste	51	Regulación del Correo según especificación	1.40	INT	
	52	Regular posición de platinos	1.42	INT	
	53	Regulación de altura de alas	3.07	INT	
	54	Guarda herramientas de máquina	2.02	INT	
	55	Verificar Guía y cambio de ángulo 8K 1	2.33	INT	
	56	Corta de prueba 1er 8K	1.30	INT	
	57	Verificar Guía y cambio de ángulo 8K 2	2.05	INT	
	58	Corta de prueba 2do 8K	1.13	INT	
	59	En tablero anotar 8K se para primera llanta	2.12	INT	
	60	Zona de anclaje de coche al carrito de Overlay y verifica secuencia	2.50		EXT
61	Ingresa data al Setup de todo el material y verifica si se cumple con la medida a ingresar	19.00	INT		
62	Regulación de medida	46.00	INT		
62 PASOS			TIEMPO TOTAL (minutos)	213.53	

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	15 - 29

Además, se observó que la máquina ensambladora no contaba con un diagrama de flujo de todo el proceso de cambio en la máquina, el cual involucraba diversidad de actividades; por tanto, se generó un diagrama de flujo para identificar y clarificar toda la mejora del proceso.




8.3 Fase 2: En la conversión de actividades internas a externas, se procede a clasificar las actividades realizadas durante el tiempo de cambio en la máquina en actividades internas y actividades externas. El objetivo principal es externalizar las actividades internas, lo que permite maximizar el tiempo productivo del equipo y reducir los tiempos de inactividad durante el proceso de tiempo de cambio en la máquina. A continuación, se presenta una tabla con las actividades que se han externalizado y las cuales eran originalmente internas.

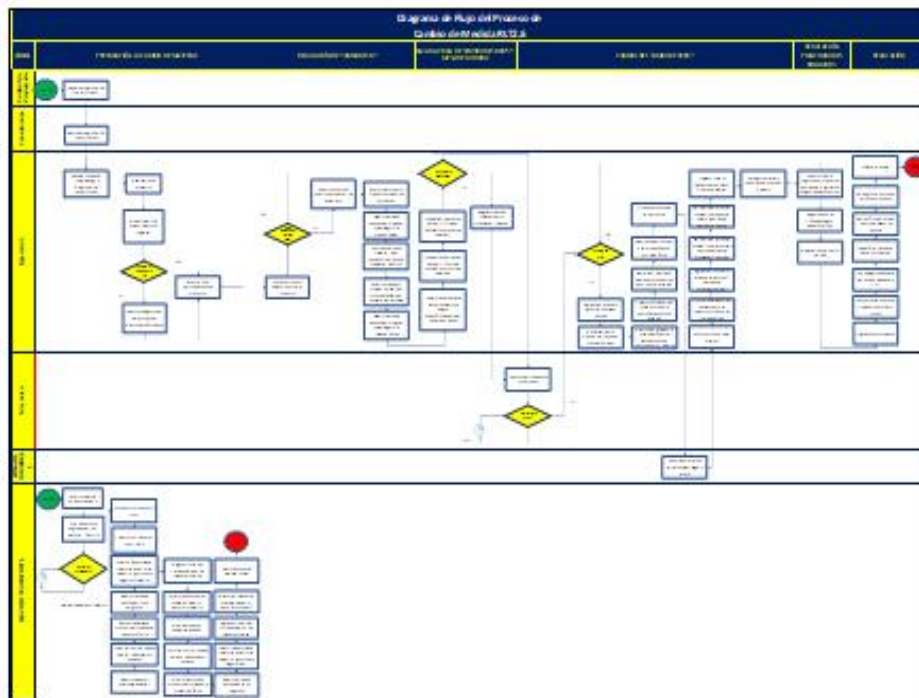
	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	16 - 29

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED - "PROJECT QUICK CHANGE OVER DRUM"


Observador:	Luz Nathali Paz Gilio			
Operación:	Cambio de medida en máquina radial RLT 2.5	<i>Área Producción</i>		
CAMBIO DE MATERIAL	Nº Pasos	Descripción de actividades	Tiempo (min)	EXT
	2	Retirar material sobrante en BKR1	5.39	EXT
	3	Sacar carro del Carrete de Bkr1 de Material anterior	0.75	EXT
	4	Aplicar retroceso manual del carrete de material y forro	2.02	EXT
	5	Retirar carrete y dejarlo en zona asignada	1.15	EXT
	6	Traer nuevo carrete, colocarlo en el carro de Bkr1 y girar hasta llegar al Bkr	5.09	EXT
	7	Ingresar carro del Carrete de Bkr1 de Material nuevo	0.31	EXT
	8	colocar en Manual al tablero de Bkr1, Avanzar material	1.35	EXT
	9	Retirar material sobrante en BKR2	1.00	EXT
	10	Sacar carro del Carrete de Bkr2 de Material anterior	0.35	EXT
	11	Aplicar retroceso manual del carrete de material y forro	4.10	EXT
	12	Retirar carrete y dejarlo en zona asignada	0.96	EXT
	13	Traer nuevo carrete, colocarlo en el carro de Bkr2 y girar hasta llegar al Bkr	2.40	EXT
	14	Ingresar carro del Carrete de Bkr2 de Material nuevo	0.32	EXT
	15	Colocar en Manual al tablero de Bkr2 y Avanzar material	6.59	EXT
	16	Solicitar herramientas al Mecánico	10.20	EXT
	16	Devolución de herramientas al mecánico	5.07	EXT
60	Zona de enrolador colocar carrete de Overlay y verificar secuencia	2.90	EXT	
17 PASOS		TIEMPO TOTAL (minutos)	44.86	

Asimismo, tras completar el proceso de externalización de las actividades, se elaboró un nuevo diagrama de flujo del proceso, donde se reflejan los cambios realizados, incluyendo la separación y eliminación de ciertas actividades. Además, se redistribuyó el trabajo a otros recursos con el objetivo de equilibrar las cargas y evitar la sobrecarga laboral en los constructores. La evaluación de la carga de trabajo de todo el personal involucrado fue realizada por el área de CSD, encargada del entrenamiento y desarrollo del personal. Esta área no sólo supervisa los árboles de elementos y los estándares de trabajo en cada área, sino que también se aseguró de que la transferencia de actividades fuera efectiva, entrenando al personal involucrado para garantizar una correcta ejecución de las tareas asignadas y una integración fluida al nuevo flujo de trabajo.

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	17- 29




8.4 Fase 3: En la optimización de actividades se documentaron los nuevos procedimientos diseñados para reducir tiempos, mejorar la eficiencia del tiempo de

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	18 - 29


cambio de la máquina. Las actividades que han sido simplificadas y estandarizadas se detallan, asegurando que las mejoras sean claras y alcanzables. Esta fase se enfocó en eliminar pasos innecesarios, mejorar los procesos involucrados y garantizar la optimización de los recursos. Aunque las capacitaciones se llevaron a cabo en la Fase 4, en esta etapa se definen los nuevos estándares operativos que servirán de base para asegurar que las mejoras sean sostenibles y replicables a largo plazo.

FICHA DE OBSERVACIÓN SMED - "PROJECT QUICK CHANGE OVER DRUM"					
Observador:		Luz Nathali Paz Gilio			
Operación:		Cambio de medida en máquina radial RL72.5			
		Área Pasos			
	2º Paso	Descripción de actividades	Tiempo (min)	INT	RED
PROCESO DE TRANSICIÓN	1	Realizar preparación de máquina	308	191	
	2	Realizar preparación de la pieza en la máquina	308	191	100%
	3	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	4	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	5	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	6	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	7	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	8	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	9	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	10	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
PROCESO DE TRANSICIÓN	11	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	12	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	13	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	14	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	15	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	16	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	17	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	18	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	19	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	20	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
PROCESO DE TRANSICIÓN	21	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	22	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	23	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	24	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	25	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	26	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	27	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	28	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	29	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	30	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
PROCESO DE TRANSICIÓN	31	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	32	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	33	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	34	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	35	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	36	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	37	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	38	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	39	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	40	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
PROCESO DE TRANSICIÓN	41	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	42	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	43	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	44	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	45	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	46	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	47	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	48	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	49	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
	50	Realizar cambio de medida de la máquina radial RL72.5 (100%)	308	191	100%
45 PASOS		TIEMPO TOTAL (minutos)	394,7		

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	19 - 29

Durante la realización de la segunda etapa de SMED, se identificó un problema relacionado con la disponibilidad y localización de herramientas. Para solucionar este inconveniente, se gestionó para que el área contara con sus propias herramientas y no disponer del préstamo otorgado por los mecánicos, lo cual generaba un alto tiempo perdido. Además, de asignarles nuevas herramientas al área se creó un Manifiesto de herramientas, el cual incluye un gráfico detallado que presenta todas las herramientas nuevas y necesarias para el tiempo de cambio en la máquina, organizadas de manera lógica y funcional. El Manifiesto de Herramientas es un paso clave para resolver problemas de disponibilidad y localización. Esto permitió optimizar el tiempo de búsqueda, reduciendo movimientos innecesarios y contribuyendo directamente a la reducción de los tiempos de cambio.

RLT / ISR	MANIFIESTO
Inspeccionado por: Construcción de máquina Responsable del área: C. Sánchez (Jefe de producción)	
1.- Verificar las condiciones generales de las herramientas. 2.- Almacenamiento adecuado en su empaque/ caja. 3.- Cerrar y etiquetar el empaque y el almacenamiento.	
HERRAMIENTAS PARA CAMBIO DE MEDIDA	
1. Refija Comparador o braco anillo/brida ✓ 2. Martillo de Cuero ✓ 3. Martillo Alacalán ✓ 4. Escavadora 3/8" ✓ 5. Dado 1/2" ✓ 6. Tapa palanca ✓ 7. Llave allen 1/8" ✓ 8. Llave allen 1/16" ✓ 9. Llave allen 1/16" ✓	10. Llave Hexagonal 1/8" ✓ 11. Llave Hexagonal 9" ✓ 12. Llave Francesa 1" ✓ 13. Llave inglesa ✓ 14. Destornillador Estrella ✓ 15. Destornillador Plano ✓
	
EL CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS ES COMPROMISO Y RESPONSABILIDAD DE TODOS <small>"Un operario responsable, usa sus herramientas con cuidado"</small> <small>"Cualquier operario responsable, trata su equipo de trabajo responsable"</small>	

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	20 - 29

8.5 Fase 4: En la estandarización y capacitación del personal se consolidaron las mejoras logradas mediante la creación de estándares operacionales en el tiempo de cambio de la máquina. Las siguientes imágenes presentadas a continuación muestran mejoras, ofreciendo un registro detallado de las adaptaciones realizadas durante del proceso de implementación de la metodología SMED.

Reducción de esfuerzos (trabajos más ergonómicos): Se realizaron cambios técnicos como reubicar el Pistón de flujo y generar un estándar visual, donde se pudiera observar el tipo de cambio a realizar y según el número de aro a ingresar; todo ello, para evitar que el operador se acueste en el suelo y de carecer de iluminación para cumplir con dicha regulación.

ANTES



DESPUES



Asimismo, se implementó una nueva herramienta ergonómica, la cual se diseñó y se hicieron pruebas, esta herramienta utiliza aire comprimido para facilitar el ajuste de los tambores BT y Pocket. Este cambio disruptivo reduce más del 50% del tiempo necesario para realizar las regulaciones en ambos tipos de tambor,



RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIA SMED PARA PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	21- 29

aliviando la carga física sobre el operador y eliminando la necesidad de ejercer fuerza con una herramienta manual excesiva. Para ello, se instaló una toma de aire. Además, como parte de optimización, se incorporó un sentido inverso para el tambor Pocket, el cual se puede controlar a través de la pantalla, lo que contribuye a reducir aún más los tiempos de ajuste en ambas áreas.

PRUEBA DE LLAVE
CARRACA EN TAMBORES BT
Y POCKET



INSTALACIÓN DE TOMA DE
AIRE



APLICACIÓN DE GIRO
INVERSO PARA TAMBOR
POCKET



Adicional a ello, la generación de estándares work, estándares visuales, LUP, contramedidas y otras guías que fueron claves para que el cambio sea más rápido y eficiente durante el proceso.






RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGÍA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	22 - 29

Además, se implementaron acciones alineadas con la metodología de las 5S para asegurar que cada objeto tuviera una ubicación definida, promoviendo un entorno de trabajo más organizado y eficiente.




	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	23 - 29



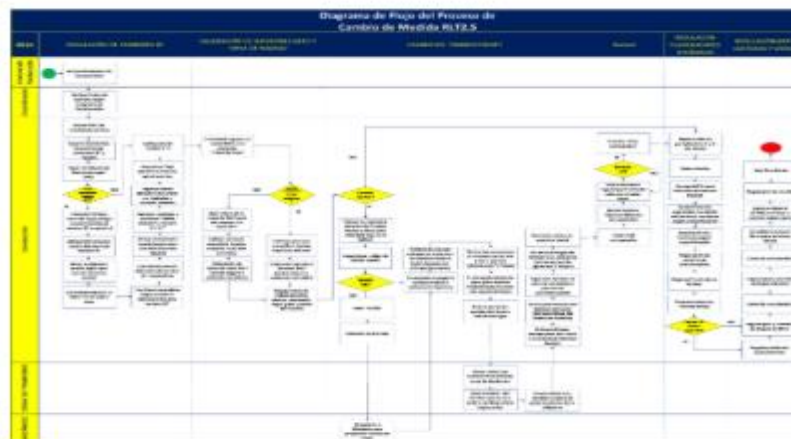
Demarcación de áreas y espacios: Se pintaron marcas en el piso para indicar la ubicación correcta de herramientas y equipos, minimizando el riesgo de errores humanos y se establecieron zonas específicas para cada actividad.



Diagrama de flujo de cambio de tambor y regulación RLT 2.5: Se identificaron todas las actividades de inicio a fin, para lo cual se creó un diagrama que abarca

	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	24 - 29

todo el proceso. Este diagrama tiene como objetivo que se utilice como guía principal y herramienta visual, facilitando la comprensión y la estandarización de las actividades.




Ubicación asignada para herramientas y equipos: Cada herramienta ahora tiene un espacio específico dentro de un armario diseñado para su resguardo, evitando pérdidas y desorden.

ANTES



DESPUÉS

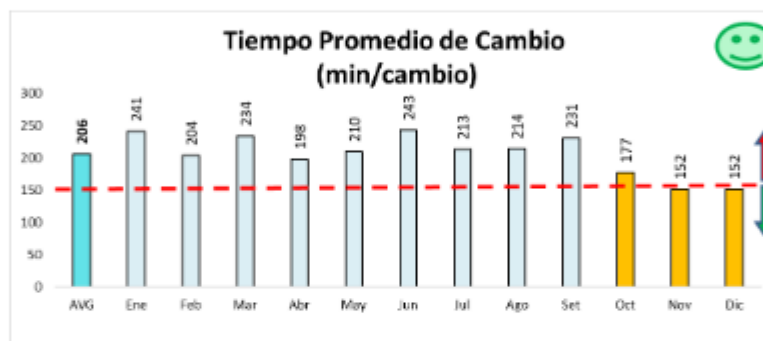


	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	25 - 29

9. Análisis de resultados

9.1 Productividad

Análisis de la tendencia en el tiempo de cambio de la máquina: Registro del promedio de tiempos (después de implementar SMED) donde se visualiza que se logró reducir los tiempos.



La implementación de SMED permitió reducir el tiempo de cambio en 62.4 minutos, lo que se traduce en un incremento de 31 llantas producidas por cambio y 780 llantas adicionales al mes. Este resultado **optimiza la productividad** de la máquina ensambladora, aumentando la capacidad de producción, los ingresos y la competitividad de la empresa.

CAMBIO ANTES SMED	CAMBIO DESPUES SMED	TIEMPO GANADO	TIEMPO DE CICLO POR LLANTA	PRODUCCION GANADA POR CAMBIO	PRODUCCION GANADA AL MES (25 CM)
214.4	152.0	62.4	2.0	31	780

Asimismo, la productividad se analizó a través de dos dimensiones clave: eficiencia y eficacia.





RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGÍA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	26 - 29

9.1.1 Análisis de Eficiencia

En análisis de las 15 muestras revela una mejora progresiva en la eficiencia, alcanzando un promedio de 98.69%. Evidenciando una optimización en el uso de recursos, reduciendo tiempos y desperdicios.

 UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS										
Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024										
Ficha de Observación										
OE1: Determinar cómo la aplicación de SMED mejora la eficiencia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024										
Dimensión	Eficiencia	Área de observación:				Producción				
Indicador:	Nivel de eficiencia	Observador:				Luz Paz Gillo				
FÓRMULA: $\%EF = \frac{TCP}{TCR} \times 100$		Autor: García Alfaro								
EF = Eficiencia										
TCP = Tiempo de cambio programado										
TCR = Tiempo de cambio real										
Post test										
Items	Fecha	Fase 1 (min)	Fase 2 (min)	Fase 3 (min)	Fase 4 (min)	Fase 5 (min)	Fase 6 (min)	TCR (min)	TCP (min)	%EF
1	5-Nov	33.3	13.2	18.6	9.5	16.4	63.7	154.8	150.0	96.93%
2	7-Nov	33.0	13.1	19.0	9.4	16.1	63.2	153.8	150.0	97.54%
3	9-Nov	33.5	13.2	18.3	9.4	16.3	63.3	154.1	150.0	97.36%
4	11-Nov	32.5	13.3	16.6	9.2	15.2	65.5	152.4	150.0	98.44%
5	13-Nov	31.4	13.3	18.5	9.7	15.6	63.5	152.0	150.0	98.69%
6	15-Nov	33.3	12.9	18.3	9.1	15.0	63.6	152.1	150.0	98.60%
7	16-Nov	32.5	12.1	19.3	8.5	16.4	63.6	152.5	150.0	98.34%
8	18-Nov	30.5	13.3	19.2	8.3	16.4	63.7	151.5	150.0	99.04%
9	20-Nov	31.5	13.4	17.6	9.3	15.6	63.6	150.9	150.0	99.38%
10	22-Nov	30.9	13.0	18.0	9.5	16.5	63.4	151.4	150.0	99.05%
11	23-Nov	32.2	13.5	17.4	8.6	16.3	63.1	151.1	150.0	99.20%
12	25-Nov	32.4	13.4	16.6	8.6	16.2	64.0	151.2	150.0	99.23%
13	27-Nov	31.6	14.3	16.1	9.0	16.5	64.0	151.5	150.0	98.98%
14	29-Nov	30.5	14.6	17.0	8.4	15.6	64.2	150.3	150.0	99.82%
15	30-Nov	30.4	13.6	17.5	9.4	16.1	63.5	150.5	150.0	99.65%
Promedio								152.00		98.69%
 Firma y sello del Observador										





RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGIA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Paginas	27- 29

9.1.2 Análisis de Eficacia

El análisis de las 15 muestras demuestran una mejora progresiva en la eficiencia, demostrando un alto grado de cumplimiento de 68.33% con el objetivo planteado.

 UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS "Aplicación de SMED para optimizar la productividad de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024"				
Ficha de Observación				
OEE: Analizar en qué medida la aplicación de SMED aumenta la eficacia de una máquina ensambladora en una planta de neumáticos, Lima 2024.				
Dimensión:	Eficacia	Área de observación:	Producción	
Indicador:	Nivel de eficacia	Observador:	Luz Paz Gilio	
FÓRMULA: $Eficacia = \left(\frac{TDT - TCR}{TDT} \right) \times 100$		Autor: Garcé Afonso		
EFC = Eficacia				
TCR = Tiempo de cambio real				
TDT = Tiempo disponible por turno (480 min)				
Post test				
Items	Fecha	TCR (min)	TDT (min)	% EFC
1	5-Nov	154.75	480	67.76%
2	7-Nov	153.78	480	67.96%
3	9-Nov	154.08	480	67.90%
4	11-Nov	152.38	480	68.25%
5	13-Nov	152.00	480	68.33%
6	15-Nov	152.14	480	68.31%
7	16-Nov	152.53	480	68.22%
8	18-Nov	151.46	480	68.45%
9	20-Nov	150.93	480	68.56%
10	22-Nov	151.44	480	68.45%
11	23-Nov	151.07	480	68.53%
12	25-Nov	151.17	480	68.51%
13	27-Nov	151.54	480	68.43%
14	29-Nov	150.28	480	68.69%
15	30-Nov	150.53	480	68.64%
Promedio				68.33%
 Firma y sello del Observador				




RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE
METODOLOGIA SMED PARA
PRODUCTIVIDAD

Código	GYPE-24
Versión	001
Fecha	01-08-2024
Páginas	28- 29

10 Seguimiento

Se realizó un seguimiento para evaluar los resultados obtenidos tras la implementación del proyecto. Los indicadores clave de desempeño evidenciaron mejoras significativas en la eficiencia y eficacia de la máquina, resultados que fueron presentados al equipo y Gerencia General como parte de la validación del éxito del proyecto. Asimismo, se destacó la importancia de continuar observando el proceso para identificar nuevas oportunidades de mejora y garantizar un ciclo continuo de evaluación y optimización.



	RFP DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA SMED PARA PRODUCTIVIDAD	Código	GYPE-24
		Versión	001
		Fecha	01-08-2024
		Páginas	29 - 29

11 Costos de implementación de SMED

El presupuesto asociado a la implementación de SMED incluye los recursos económicos necesarios para la adquisición de herramientas, materiales, y la contratación de mano de obra especializada. Este análisis detalla los costos involucrados en la implementación de la metodología, con el objetivo de optimizar los procesos de producción y mejorar la productividad a largo plazo. Este desglose permite evaluar la viabilidad y el impacto financiero del proyecto.

Descripción del recurso	Precio en dolares	Tipo de Cambio	Precio total en soles
Herramientas para cambio de medida	USD 152.0	S/ 3.75	S/ 570.00
Reloj comparador c/ brazo articulado	USD 98.0	S/ 3.75	S/ 367.50
Fabricación de puerta de seguridad (escritorio)	USD 40.0	S/ 3.75	S/ 150.00
Fabricación de soportes de herramientas (inox)	USD 26.0	S/ 3.75	S/ 97.50
Fabricación de porta winchas (inox)	USD 25.8	S/ 3.75	S/ 96.75
Fabricación de portatijeras (inox)	USD 25.8	S/ 3.75	S/ 96.75
Fabricación de porta escoba y recogedor (inox)	USD 8.0	S/ 3.75	S/ 30.00
Fabricación de porta documentos (acrilicos)	USD 30.0	S/ 3.75	S/ 112.50
Juego de llaves allen	USD 11.0	S/ 3.75	S/ 41.25
Servicio de pintado de áreas (Layout)	USD 70.0	S/ 3.75	S/ 262.50
Guantes de nylon para cambio de medida	USD 35.0	S/ 3.75	S/ 131.25
Fabricación de coches para tambores	USD 950.0	S/ 3.75	S/ 3,562.50
Dados especiales de tambor (5/8 - 9/16)	USD 9.0	S/ 3.75	S/ 33.75
Adaptador 3/8 - 1/2	USD 5.0	S/ 3.75	S/ 18.75
Llave neumatica 3/8 "Ingersol"	USD 145.0	S/ 3.75	S/ 543.75
Mangueras de aire (espiral 10 metros)	USD 10.0	S/ 3.75	S/ 37.50
Materiales para instalación de puntos de aire	USD 80.0	S/ 3.75	S/ 300.00
Fabricación de soporte para zona de breaker	USD 62.0	S/ 3.75	S/ 232.50
Etiquetado de máquina	USD 10.0	S/ 3.75	S/ 37.50
Total de inversión			S/ 6,722.25

Anexo 8: Reporte de Similitud de Turnitin

Reporte de similitud	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
DT_A11 (Mendoza y Paz)_V12_version tu rnitin.docx	Angel y Luz Mendoza y Paz
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
14618 Words	80546 Characters
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
111 Pages	6.9MB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Mar 30, 2025 6:21 PM GMT-5	Mar 30, 2025 6:23 PM GMT-5
<p>● 9% de similitud general</p> <p>El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6% Base de datos de Internet • Base de datos de Crossref • 8% Base de datos de trabajos entregados • 0% Base de datos de publicaciones • Base de datos de contenido publicado de Crossref <p>● Excluir del Reporte de Similitud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material bibliográfico • Material citado • Material citado • Coincidencia baja (menos de 10 palabras) 	
Resumen	

Anexo 9: Matriz de operacionalización de la variable

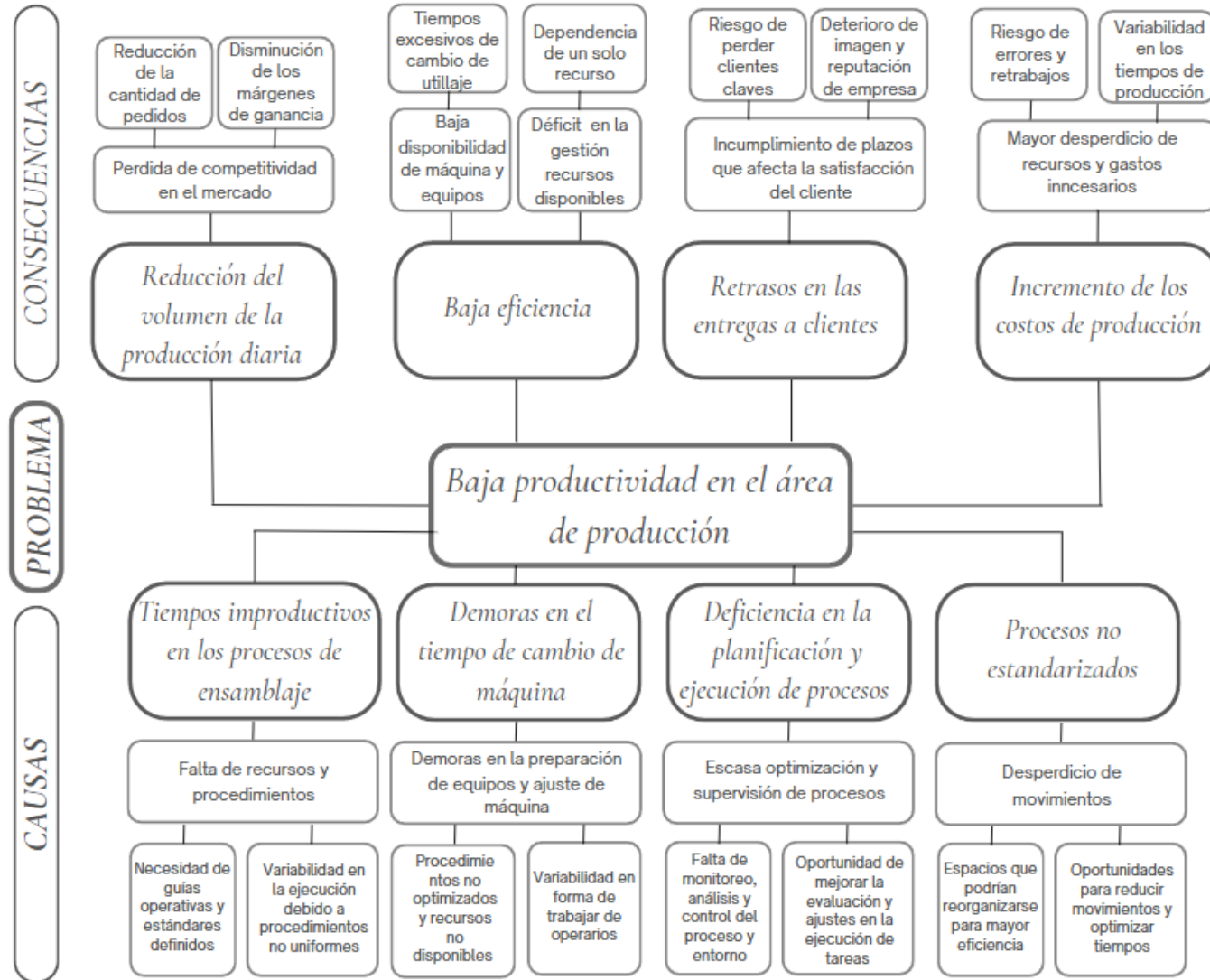
Variable Independiente: SMED

Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
<p>SMED (Single Minute Exchange of Die), es una metodología que reduce los tiempos de cambio de herramientas, mejorando la eficiencia operativa, y un uso óptimo de los recursos disponibles (Soliman, 2023).</p>	<p>La metodología SMED implica analizar y clasificar las actividades de cambio de herramientas en internas y externas, además cuenta con las siguientes dimensiones: Actividades internas, actividades externas y mejora del tiempo de cambio.</p>	<p>Actividades internas</p>	$\%AI = \frac{TAI}{TTA} \times 100$ <p>Donde: AI: Actividades internas TAI: Tiempo de actividades internas TTA: Tiempo total de actividades</p>	
		<p>Actividades externas</p>	$\%AE = \frac{TAE}{TTA} \times 100$ <p>Donde: AE: Actividades externas TAE: Tiempo de actividades externas TA: Tiempo total de actividades</p>	Razón
		<p>Tiempo de cambio</p>	$\%TC = \frac{TCA - TCD}{TCA} \times 100$ <p>Donde: TC: Tiempo de cambio TCA: Tiempo de cambio antes TCD: Tiempo de cambio después</p>	

Variable Dependiente: La productividad

Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
<p>La productividad es un indicador fundamental de eficiencia que refleja la capacidad de generar bienes o servicios utilizando los recursos disponibles de manera óptima, buscando siempre obtener mayores resultados con el menor consumo de recursos posible (Juez, 2020).</p>	<p>La productividad se define como la eficiencia con la que se utilizan los recursos para desarrollar productos. Esta variable se analizará a través de tres dimensiones clave: eficiencia, eficacia y efectividad. Cada una de estas dimensiones contará con indicadores específicos que permitirán medir y evaluar su impacto en el proceso productivo de manera detallada.</p>	Eficiencia	<p>Nivel de cumplimiento de eficiencia es el Tiempo programado para cambio entre Tiempo de cambio real por 100.</p> $\text{Eficiencia} = \frac{\text{TPC}}{\text{TCR}} \times 100$ <p>Donde: TPC: Tiempo programado para cambio TCR: Tiempo de cambio real</p>	Razón
		Eficacia	<p>Nivel de cumplimiento de eficacia es el tiempo disponible por turno menos tiempo real de cambio real entre tiempo disponible por turno por 100.</p> $\text{Eficacia} = \left(\frac{\text{TDT} - \text{TCR}}{\text{TDT}} \right) \times 100$ <p>Donde: TDT: Tiempo disponible por turno TCR: Tiempo de cambio real</p>	

Anexo 10: Árbol de Problemas



Anexo 11: Presupuesto

Descripción del recurso	Precio en dólares	Tipo de Cambio	Precio total en soles
Herramientas para cambio de medida	USD 152.0	S/ 3.75	S/ 570.00
Reloj comparador c/ brazo articulado	USD 98.0	S/ 3.75	S/ 367.50
Fabricación de puerta de seguridad (escritorio)	USD 40.0	S/ 3.75	S/ 150.00
Fabricación de soportes de herramientas (inox)	USD 26.0	S/ 3.75	S/ 97.50
Fabricación de porta winchas (inox)	USD 25.8	S/ 3.75	S/ 96.75
Fabricación de porta tijeras (inox)	USD 25.8	S/ 3.75	S/ 96.75
Fabricación de porta escoba y recogedor (inox)	USD 8.0	S/ 3.75	S/ 30.00
Fabricación de porta documentos (acrílicos)	USD 30.0	S/ 3.75	S/ 112.50
Juego de llaves Allen	USD 11.0	S/ 3.75	S/ 41.25
Servicio de pintado de áreas (Layout)	USD 70.0	S/ 3.75	S/ 262.50
Guantes de nylon para cambio de medida	USD 35.0	S/ 3.75	S/ 131.25
Fabricación de coches para tambores	USD 950.0	S/ 3.75	S/ 3,562.50
Dados especiales de tambor (5/8 - 9/16)	USD 9.0	S/ 3.75	S/ 33.75
Adaptador 3/8 - 1/2	USD 5.0	S/ 3.75	S/ 18.75
Llave neumática 3/8 "Ingersol"	USD 145.0	S/ 3.75	S/ 543.75
Mangueras de aire (espiral 10 metros)	USD 10.0	S/ 3.75	S/ 37.50
Materiales para instalación de puntos de aire	USD 80.0	S/ 3.75	S/ 300.00
Fabricación de soporte para zona de breaker	USD 62.0	S/ 3.75	S/ 232.50
Etiquetado de máquina	USD 10.0	S/ 3.75	S/ 37.50
Total de inversión			S/ 6,722.25

● 9% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	1%
2	uwiener on 2025-02-05 Submitted works	1%
3	uwiener on 2025-01-28 Submitted works	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Internet	1%
5	uwiener on 2025-03-11 Submitted works	<1%
6	hdl.handle.net Internet	<1%
7	Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote on 2022-04-28 Submitted works	<1%
8	Submitted on 1687224051514 Submitted works	<1%