



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Integración Curricular
previa la obtención del Grado
Académico de Ingeniero Industrial.

Proyecto de Investigación:

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SMED PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN EL MICRO TALLER
METAL MECÁNICO EL MAESTRO DE LA CIUDAD DE QUEVEDO”**

Autor:

Carlos Eduardo Mohina Cortaza

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Ángel Moisés Avemañay Morocho

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Carlos Eduardo Mohina Cortaza**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Carlos Eduardo Mohina Cortaza
C.C. # 0931408348



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Ángel Avemañay Morocho**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Carlos Eduardo Mohina Cortaza**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “Propuesta de implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción en el micro taller metal mecánico El Maestro de la ciudad de Quevedo”, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Industrial**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Ángel Avemañay Morocho
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

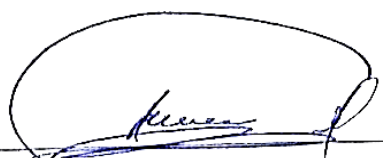


CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. Ángel Moisés Avemañay Morocho, director del análisis de caso titulado “Propuesta de implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción en el micro taller metal mecánico El Maestro de la ciudad de Quevedo”, me permito manifestar a usted y por intermedio del Consejo Directivo de Facultad lo siguiente:

Que, el estudiante Carlos Eduardo Mohina Cortaza, egresado de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, ha cumplido con las correcciones, e ingresado su Análisis de Caso al Sistema URKUND, certifico la siguiente información sobre el informe del sistema antiplagio con un porcentaje de 3%.

URKUND	
Documento	CARLOS MOHINA TESIS TERMINADA.docx (D159816591)
Presentado	2023-03-01 12:54 (-05:00)
Presentado por	aavemanaym@uteq.edu.ec
Recibido	aavemanaym.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Revisión plagio tests Mostrar el mensaje completo 3% de estas 51 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes.


Ing. Ángel Avemañay Morocho
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

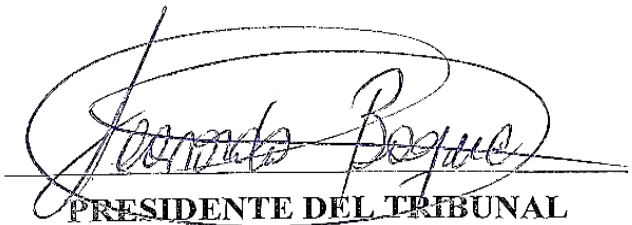
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Propuesta de implementación del SMED para incrementar la productividad de la línea de producción en el micro taller metal mecánico El Maestro de la ciudad de Quevedo”

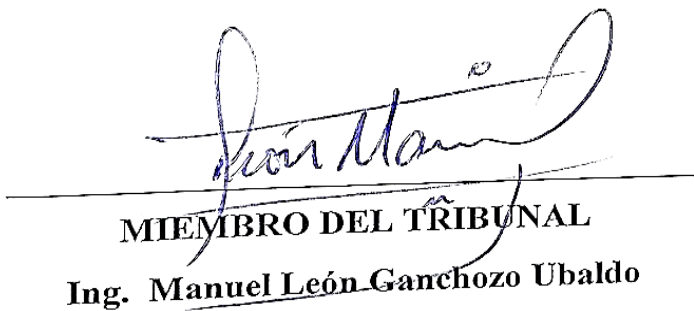
Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

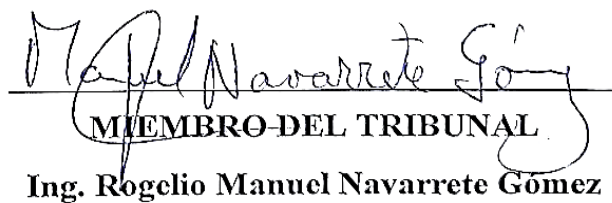


PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Leonardo Arturo Baque Mite



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Manuel León Ganchozo Ubaldo



MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Rogelio Manuel Navarrete Gómez

QUEVEDO-LOS RÍOS-ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Estimados,

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por ser quien ha creado y dado sentido a mi vida. También, quisiera agradecer sinceramente a la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en particular a la Carrera de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de obtener una educación profesional y contribuir como persona útil a la sociedad.

Doy las gracias al Ing. Ángel Avemañay, mi director de tesis, y al tribunal correspondiente, compuesto por el Ing. Leonardo Baque, el Ing. León Ganchozo y el Ing. Manuel Navarrete, por su valiosa orientación y enseñanzas que han sido esenciales en la realización de este trabajo. Aprecio profundamente su guía y conocimientos compartidos durante todo el proceso.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, por haberme esforzado, superado obstáculos y por haber llegado hasta aquí.

Carlos Mohina Cortaza

DEDICATORIA

Agradezco a mi Padre celestial, Dios, quien ha sido mi soporte y guía en momentos de dificultad y ha impulsado mis éxitos y logros.

Dedico mi tesis a aquellos que me han brindado un apoyo incondicional en este camino, en particular a mis dos abuelas, a la Lcda. Elva Alvarez, a la Sra. Libertad Morante y a mi padre Carlos Mohina. Agradezco su amor, paciencia y motivación constante, y valoro profundamente que hayan creído en mí y me hayan enseñado valores que me guían en la actualidad.

De manera especial dedico este trabajo de tesis a mi novia Jessenia Jaramillo, quien ha sido mi apoyo constante durante todo este proceso. Gracias por tu paciencia, comprensión y motivación en los momentos difíciles. Tu amor y apoyo incondicional me han impulsado a seguir adelante y a completar este importante proyecto académico. Eres mi inspiración para alcanzar nuevas metas en la vida.

También dedico mi tesis a mis hermanos Darío, Maitte, Nayeli y Keyla, por ser mi fuerza en momentos de debilidad y por su apoyo en todo momento. A mis amigos, por haberme acompañado en esta etapa y por su amistad sincera.

¡Gracias a todos por formar parte de esta etapa en mi vida!

Carlos Mohina Cortaza

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad las empresas enfrentan con mayores intensidades al reto de asimilar los constantes y fuertes cambios en su entorno, los cuales se conforman de diferentes aspectos como es el tecnológico, comercial, el ambiente social, el económico y el cultural. La presente investigación se llevó a cabo en el taller metalmecánico “El Maestro” que está ubicado en las calles Jaime Roldós y 34 ava, barrio Viva Alfaro del cantón Quevedo y que se dedica al mantenimiento y fabricación de piezas metal mecánicas, problemáticas sobre todo en base al tiempo de producción, de preparación de una máquina y su limpieza. La investigación está basada en la técnica SMED, la que se basa en la disminución de los tiempos perdidos por preparación es la metodología SMED (Single Minute Exchange Die - Cambio de matriz en un solo dígito de minuto). El diagnóstico de la investigación permitió reconocer que existía un problema en el uso del tiempo en los procesos industriales en la empresa lo que impedía un buen desarrollo de las actividades y además influía en otros aspectos dentro de la misma lo cual el efecto de esto genera una baja productividad. Para desarrollar el tema se usó un tipo de metodología cuantitativa por su enfoque objetivo y numérico, de tipo no experimental y basada en el análisis y estudio de fenómenos. Después del análisis de resultados y las conclusiones recomendó que la empresa debe establecer planes adecuados para aprovechar los cambios, estrategias para superar su rendimiento y productividad, formar un equipo de mejora continua que supervise el proceso, realizar revisiones periódicas de los procesos , capacitación del personal en la metodología SMED y fomentar una cultura de mejora continua con la intención de mejorar la calidad de los procesos industriales dentro del taller metalmecánico, y así dar un mejor producto y servicio al cliente. En conclusión, se logró mejorar la productividad real en un 22% al producir un módulo en un tiempo de 5.48 horas. Si se hubiera utilizado las 8 horas de trabajo por cada modular, la productividad supuesta habría sido del 46%.

Palabras claves: Implementación, SMED, productividad, línea de producción, taller, metal mecánico.

ABSTRACT

Currently, companies face the challenge of assimilating constant and strong changes in their environment, which consist of different aspects such as technology, commerce, social environment, economy, and culture. This research was carried out at the metalmechanic workshop "El Maestro," located on Jaime Roldós and 34th Street in Viva Alfaro neighborhood in the Quevedo Canton, which is dedicated to the maintenance and manufacturing of metal-mechanic pieces, with problems mainly based on production time, machine preparation, and cleaning. The research is based on the SMED technique, which is based on reducing lost time for preparation through the Single Minute Exchange Die (SMED) methodology. The diagnosis of the research recognized a problem in the use of time in industrial processes in the company, which hindered good activity development and affected other aspects within the company, ultimately leading to low productivity. To develop the topic, a quantitative methodology was used due to its objective and numerical approach, of a non-experimental type and based on the analysis and study of phenomena. After analyzing the results and conclusions, it was recommended that the company should establish appropriate plans to take advantage of the changes, strategies to improve its performance and productivity, form a continuous improvement team to supervise the process, conduct periodic reviews of the processes, train staff in the SMED methodology, and foster a culture of continuous improvement with the intention of improving the quality of industrial processes within the metalworking shop, and thus provide a better product and service to the customer. In conclusion, actual productivity was improved by 22% by producing a module in 5.48 hours. If the full 8 hours of work had been utilized, hypothetical productivity would have been 46%, resulting in the production of one and a half modules.

Keywords: Implementation, SMED, productivity, production line, workshop, metal-mechanic.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICO	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Problema de Estudio.....	3
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	3
1.1.1.1. <i>Diagnóstico</i>	3
1.1.1.2. <i>Pronóstico</i>	4
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	4
1.1.3. <i>Sistematización del problema /Supuestos</i>	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	5

1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.3 Justificación	6
CAPITULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.1.1. <i>Productividad</i>	8
2.1.2. <i>SMED</i>	8
2.1.3. <i>Procesos</i>	8
2.1.4. <i>Tiempo</i>	8
2.1.5. <i>Metalmecánica</i>	9
2.1.6. <i>Layout</i>	9
2.1.7. <i>Diagrama Pareto</i>	9
2.1.8. <i>Diagrama de Flujo de proceso</i>	9
2.1.9. <i>Diagrama de Gantt</i>	9
2.1.10. <i>Árbol de problemas</i>	10
2.1.11. <i>Cursograma</i>	10
2.1.12. <i>Check LIST</i>	10
2.2. Marco referencial	10
2.3. Marco teórico	14
2.3.1. <i>Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación</i>	14
2.3.1.1. <i>Origen de la técnica SMED.</i>	14
2.3.1.2. <i>Descripción de la técnica SMED.</i>	15
2.3.1.3. <i>Objetivos de las técnicas SMED.</i>	18
2.3.1.4. <i>Tipo de cambio en las técnicas SMED.</i>	18
2.3.1.5. <i>Preparación general previa a la fabricación.</i>	20
2.3.1.6. <i>Consecuencias de tiempos de cambio largos.</i>	21
2.3.1.7. <i>¿Cómo funciona el SMED?</i>	23

2.3.1.8. <i>SMED: una metodología para acortar los set-ups, pasos.</i>	24
2.3.1.9. <i>El tamaño y el cambio de lote.</i>	28
2.3.1.10. <i>Problemas de la fabricación en lotes grandes.</i>	29
2.3.1.11. <i>La fabricación en lotes grandes tiene diversos inconvenientes:</i>	29
2.3.1.12. <i>Beneficios de la técnica SMED.</i>	29
2.3.1.13. <i>Beneficios del Método SMED para la empresa.</i>	30
CAPITULO III	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1. Localización.....	33
3.2. Tipos de investigación.....	34
3.2.1. <i>Investigación descriptiva</i>	34
3.2.1. <i>Investigación exploratoria</i>	34
3.2.2. <i>Investigación aplicada</i>	34
3.2.3. <i>Investigación de campo</i>	34
3.2.4. <i>Investigación bibliográfica</i>	34
3.2.4.1. <i>¿Cómo y dónde se aplicó?</i>	34
3.3. Tipo de investigación del estudio.....	35
3.4. Instrumentos o herramientas aplicados en la investigación	35
3.5. Materiales utilizados en la investigación.....	36
3.5.1. <i>Materiales de Campo</i>	36
3.5.2. <i>Equipos y otros</i>	36
CAPITULO IV	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Resultados.....	39
4.1.1. <i>Análisis de la situación actual de los procesos que se desarrollan en el taller metal mecánico “El Maestro”</i>	39
4.1.1.1. <i>Árbol de problemas.</i>	39
4.1.1.2. <i>Diagrama de Pareto.</i>	40

4.1.1.3. Diagrama de flujo de proceso.....	42
4.1.1.4. Layout del taller industrial “El Maestro”.....	45
4.1.1.5. Cursograma.	47
4.2. Resultado del objetivo 2	53
4.2.1. Desarrollo de las estrategias SMED para el taller metal mecánico el maestro.	53
4.2.1.1. Separar actividades internas, externas.	53
4.2.1.2. Convertir actividades internas en externas.	55
4.2.1.3. Actividades que pasaron de lo interno a externo son:	58
4.2.1.4. Reducción de las actividades internas y externas.	58
4.3. Resultado del objetivo 3	70
4.3.1. Evaluar los resultados obtenidos en el desarrollo de la metodología SMED	70
4.3.1.1. Antes y después de la implementación del SMED para el tiempo de fabricación de los módulos.	71
4.3.1.2. Mejora en las actividades antes y después de la implementación del SMED.	71
4.3.1.3. Reducción de actividades y mejoras en los tiempos antes y después de la implementación del SMED.	73
4.3.1.4. Mejora en la productividad.	76
4.4. Discusión.....	81
CAPITULO V.....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1. Conclusión	84
5.2. Recomendación.....	85
CAPITULO VI.....	87
BIBLIOGRAFÍA... ..	87
6.1 Bibliografía	88
CAPITULO VII.....	93
ANEXOS.....	93
7.1. Anexos.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conceptos que repercuten en el tiempo de cambio	19
Tabla 2. Descripción de Localización.....	33
Tabla 3. Identificación de las actividades	40
Tabla 4. Símbolos y descripción para el desarrollo de un diagrama de flujo	42
Tabla 5. Cursograma	48
Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos del cursograma	52
Tabla 7. Separación de actividades internas y externas	54
Tabla 8. Resumen de la separación de actividades internas a externas	55
Tabla 9. Convertir actividades internas a externas	56
Tabla 10. Resumen de la separación de actividades internas a externas	57
Tabla 11. Descripción del cambio de actividades internas a externas	58
Tabla 12. Cursograma optimizado	59
Tabla 13. Resumen de los resultados obtenidos del cursograma optimizado	62
Tabla 14. costo- beneficio de la carretilla	65
Tabla 15. Recuperación de lo invertido en la utilización de la carretilla	66
Tabla 16. Resumen del tiempo de traslado con la carretilla.....	67
Tabla 17. Check list para el control continuo de los procesos	69
Tabla 18. Mejora en las actividades antes y después de la implementación del SMED	71
Tabla 19. Resumen de la reducción y mejora en las actividades antes y después del SMED.....	74
Tabla 20. Mejora de la productividad	76
Tabla 21. Productividad actual y propuesta	77
Tabla 22. Productividad Real y Supuesta.....	78
Tabla 23. Resumen de resultados de la productividad	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Tiempo de cambio de lote y nivel de servicio	14
Ilustración 2. Etapas de la técnica SMED	17
Ilustración 3. Preparación general previa a la fabricación	20
Ilustración 4. Tiempo de cambio	21
Ilustración 5. Tiempo de cambio	22
Ilustración 6. Tiempo de cambio	22
Ilustración 7. Estrategias SMED	23
Ilustración 8. Análisis detallado o análisis del previo estudio	24
Ilustración 9. Separación de tareas internas, externas y no necesarias	25
Ilustración 10. Convertir tareas internas en externas	26
Ilustración 11. Perfeccionar tareas internas y externas con SMED	27
Ilustración 12. Localización del taller metal mecánico “El Maestro”	33
Ilustración 13. Diagrama de árbol de problemas del taller “El Maestro”.	39
Ilustración 14. Diagrama de Flujo en el taller “El Maestro”	44
Ilustración 15. Layout del taller	46
Ilustración 16. Tol negro	47
Ilustración 17. Propuesta de carretilla	64

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Diagrama de Gantt para el proceso de elaboración del proyecto.....	37
Gráfico 2. Diagrama de Pareto	41
Gráfico 3. Resultados en el tiempo de antes y después de la implementación de la carretilla.....	67
Gráfico 4. Resultados obtenidos antes y después de la implementación del SMED.....	71
Gráfico 5. Actividades antes de la implementación del SMED	73
Gráfico 6. Actividades después de la implementación del SMED	73
Gráfico 7. Resultados de la productividad	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cortado, perforado y doblado del modulo.....	94
Anexo 2. Enrolado de la lamina.....	94
Anexo 3. Doblado de la lamina	95
Anexo 4. Soldado de la brida al modulo	95
Anexo 5. Pintado del módulo	96
Anexo 6. Producto final.....	96

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Propuesta de implementación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción en el micro taller metal mecánico El Maestro de la ciudad de Quevedo”					
Autor:	Carlos Eduardo Mohina Cortaza					
Palabras clave:	Implementación	SMED	Productividad	Línea de producción	Taller	Metal mecánico
Fecha de publicación:	2023					
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2023.					
Resumen:	Resumen.-La investigación realizada en el taller metalmecánico "El Maestro", que se dedica al mantenimiento y fabricación de piezas metal mecánicas. La metodología SMED (Single Minute Exchange Die) para disminuir los tiempos perdidos por preparación en los procesos industriales de la empresa y mejorar su productividad. El diagnóstico de la investigación encontró que había un problema en el uso del tiempo en los procesos industriales, lo que afectaba el desarrollo de las actividades y generaba una baja productividad. Después del análisis de los resultados, se recomienda que la empresa establezca planes adecuados para aprovechar los cambios, estrategias para mejorar el rendimiento y la productividad. (...)					
Abstract:	Abstract.-The investigation carried out in the metal-mechanic workshop "El Maestro", dedicated to the maintenance and manufacturing of metal-mechanical parts. The SMED methodology (Single Minute Exchange Die) to decrease the time lost in preparation in the industrial processes of the company and improve its productivity. The investigation's diagnosis found that there was a problem in the use of time in industrial processes, which affected the development of activities and generated low productivity. After the analysis of the results, it is recommended that the company establish adequate plans to take advantage of changes, strategies to improve performance and productivity (...).					
Descripción:	112 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROOM					
URI:						

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas enfrentan con mayores intensidades al reto de asimilar los constantes y fuertes cambios en su entorno, los cuales se conforman de diferentes aspectos como es el tecnológico, comercial, el ambiente social, el económico y el cultural. Para ello se debe tomar decisiones que le permitan acoplarse a tal mundo cambiante, esto ha motivado la elaboración de este estudio (Ipyc, s.f.).

La presente investigación se llevó a cabo en el taller metalmecánico “El Maestro” que está ubicado en las calles Jaime Roldós y 34 ava barrio Viva Alfaro del cantón Quevedo y que se dedica al mantenimiento y fabricación de piezas metal mecánicas, problemáticas sobre todo en base al tiempo de producción, de preparación de una máquina y su limpieza.

La investigación está basada en la técnica SMED, la que se basa en la disminución de los tiempos perdidos por preparación es la metodología SMED (Single Minute Exchange Die - Cambio de matriz en un solo dígito de minuto). La metodología creada por Shigeo Shingo, que fue aplicada por primera vez en la década de los setenta para la empresa Toyota, tiene su origen en Japón. Se busca reducir los tiempos de la empresa, con el fin de aumentar la productividad actual. Se pretende aplicar la metodología, describir cada una de las etapas que la componen y evaluar los resultados más importantes de su aplicación y uso en la empresa.

En la investigación mediante la realización del diagnóstico se identificaron el problema en el uso del tiempo en los procesos industriales en el taller lo que impedía un buen desarrollo de las actividades y además influía en otros aspectos dentro de la misma.

Para desarrollar el tema se usó un tipo de metodología cuantitativa por su enfoque objetivo y numérico, de tipo no experimental y basada en el análisis y estudio de fenómenos.

Todo esto con la intención de mejorar la calidad de los procesos industriales dentro del taller metalmecánico, y así dar un mejor producto y servicio al cliente.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Estudio

1.1.1. *Planteamiento del problema*

Actualmente uno de los problemas más grandes en las industrias se encuentra en los tiempos de alistamientos de las máquinas de fabricación, el ciclo de alistamiento estándar determinado por una empresa es alto y genera sobre coste al producto. En esta fase el operador reporta las horas estándar así haya invertido menos tiempo en el alistamiento tomando delantera de la posición para no ejecutar el arranque de la máquina en el tiempo requerido. Este ciclo incorrectamente invertido ocasiona retrasos en las entregas de los productos a los clientes y por esta fuente se pueden derrochar los contratos, generando pérdidas significativas en la economía de la empresa (Rodríguez, 2018).

Este problema ha sido identificado en el taller metalmecánico “El Maestro” de la ciudad de Quevedo. Esta tienda es conocida en la zona por la calidad de su trabajo y los servicios que brinda; está enfocada al mantenimiento y producción de piezas metalmecánicas, por lo que la investigación y el proyecto deben realizarse allí.

Este lugar trabaja mediante la creación de productos y da servicio de fabricación, mantenimiento e instalación de esos productos que ellos elaboran, entre los productos que crean están módulos y compuertas. Este trabajo estará enfocado en los módulos que el taller genera, la empresa hace 1 modulo al día ese es la duración de estos módulos de transporte de granos las empresas que adquieren módulos pues lo solicitan, además el taller también se encarga de su instalación.

1.1.1.1. *Diagnóstico.*

El taller metalmecánico "El Maestro", que se encuentra en la ciudad de Quevedo, se especializa en la producción de elementos y partes de metal para diversos campos de la industria. A pesar de ello, la línea de ensamblaje de la compañía experimenta un bajo rendimiento en la productividad debido a las pausas, operaciones, actividades repetitivas que ocurren durante el proceso.

1.1.1.2. *Pronóstico.*

La falta de un sistema que ayude en los procesos productivos puede ocasionar pérdidas de tiempos e incluso recursos económicos, esto se vería reflejado en las ventas del producto final. En la actualidad los talleres metalmecánicos que pertenecen al sector productivo han modificado sus estilos de operar en la búsqueda de tendencias que favorezcan su productividad. Para ello, han implementado planes, metodologías, herramientas y técnicas para ajustar sus procesos de producción con el fin de optimizar recursos para aumentar dicha productividad.

1.1.2. *Formulación del problema*

¿Cómo reducir los tiempos para el aumento de la productividad del taller metal mecánico “El Maestro” de la ciudad de Quevedo?

1.1.3. *Sistematización del problema /Supuestos*

- ¿Cómo determinar la situación actual de los procesos que se desarrollan en el taller metalmecánico El Maestro?
- ¿Qué estrategia aplicar en el taller metalmecánico El Maestro?
- ¿Cómo evaluar los resultados de la metodología SMED?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

- Implementar la metodología SMED como herramienta de reducción de tiempos para el aumento de la productividad del taller metalmecánico “El Maestro” de la ciudad de Quevedo.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Analizar la situación actual de los procesos que se desarrollan en el taller metalmecánico “El Maestro”.
- Desarrollar las estrategias SMED para el taller metalmecánico “El Maestro”.
- Evaluar los resultados obtenidos en el desarrollo de la metodología SMED.

1.3 Justificación

Hoy en día las empresas necesitan ser parte de un proceso de mejoramiento continuo que les permita reconocer las dificultades existentes dentro de las mismas, por ello es importante incorporar métodos y metodologías que permitan su mejor desarrollo y desempeño, eso así como después de un breve análisis y de reconocer ciertas dificultades dentro del taller metalmecánico “El Maestro” de la ciudad de Quevedo, un taller reconocido en la ciudad por la calidad de su trabajo y el servicio que ofrece, que se dedica al mantenimiento y fabricación y de piezas metal mecánicas y muestra la necesidad de mejorar sus procesos de desempeño industrial, se ha visto en la necesidad de generar un estudio que le permita mejorar en su área de desempeño.

Esta investigación es importante porque busca aportar a la mejora del taller y esto hará que la empresa pueda tener un mejor desempeño además de permitir evitar otros problemas adyacentes como entregas tardías de los productos, dificultades en la ejecución de las tareas, destrucción de la maquinaria, así como lesiones en los empleados además de optimizar la forma en cómo se realizan las actividades mediante la implementación de la metodología SMED.

Según estudios previos el método es significativo porque logra incrementar la disponibilidad de la maquinaria generando más horas productivas, la eficiencia operativa y disminución de coste de mantenimiento, para un mejor de estos dentro de los procesos industriales lo que ayudara a optimizar los procesos y minimizara los desperdicios, generando ahorros y un mejor nivel de desempeño de la empresa.

De esta forma y mediante la aplicación de esta metodología se busca ayudar a la empresa a mejorar en las diferentes aristas que puedan intervenir dentro de sus desempeño empresarial e industrial y de esta manera generar mejores procesos y a partir de estos un mejor servicio a sus clientes, así como un mejor uso de recursos y cuidado de la maquinaria y del talento humano de la empresa además de poder expandirse a otros mercados.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Productividad*

La medida de la productividad representa un indicador que establece la cantidad de bienes o servicios producidos con los recursos empleados en su creación, tales como el trabajo, el tiempo y el capital, en un período específico (México, 2023).

2.1.2. *SMED*

SMED (Single-Minute Exchange of Die) es una metodología con un conjunto de técnicas que hace posible realizar la preparación del equipamiento y las operaciones de cambio por debajo de 10 minutos (en el rango de un simple dígito) (Tcm, 2021).

2.1.3. *Procesos*

Los procesos empresariales representan el cimiento de cualquier organización. Un proceso de negocio se compone de una serie de actividades que se repiten y que tienen como objetivo la consecución de un resultado específico, tal como la entrega de un producto o servicio al cliente (Exact, 2021).

2.1.4. *Tiempo*

La gestión del tiempo es fundamental para la productividad y la eficacia en los negocios, ya que implica la planificación de las horas con el fin de mejorar el rendimiento y la eficiencia en las tareas. Esta práctica se relaciona directamente con valores como el rendimiento y la productividad (Spain, 2023).

2.1.5. *Metalmecánica*

El Taller Metalmecánico es una industria activa y en constante movimiento que se dedica a proporcionar maquinaria, bienes de consumo y herramientas personalizadas de carácter metálico a otros eslabones de la cadena productiva (Ipm, 2023).

2.1.6. *Layout*

Se trata de una estrategia que tiene como objetivo asignar una ubicación definida a los diferentes espacios que conforman una empresa o lugar de producción (Higo.io Glosario, 2022).

2.1.7. *Diagrama Pareto*

El diagrama de Pareto es una representación gráfica que ordena los valores en barras de mayor a menor, de izquierda a derecha. Esta herramienta es útil para establecer una jerarquía de prioridades al momento de tomar decisiones en una organización, identificando así los problemas más críticos que deben abordarse en primer lugar (Souza, 2019).

2.1.8. *Diagrama de Flujo de proceso*

Un Diagrama de Flujo es una representación visual que ilustra gráficamente un algoritmo, mostrando los diferentes pasos o procesos necesarios para alcanzar la solución de un problema (Uv.Mx, s.f.).

2.1.9. *Diagrama de Gantt*

El diagrama de Gantt es una herramienta de gestión que se utiliza para la planificación y programación de tareas a lo largo de un período específico (Pérez, 2021).

2.1.10. *Árbol de problemas*

El árbol de problemas es una herramienta que proporciona una visión simplificada, ordenada y concreta de cada causa de un problema (representada por cada raíz del árbol), así como su impacto (cada rama del árbol) y su peso en el problema en general (visualizando cuál raíz o rama es más importante, con más ramificaciones y cuyos efectos son decisivos) (UNC, s.f.).

2.1.11. *Cursograma*

Los cursogramas son una herramienta visual que nos permite representar los procedimientos de una organización, lo que facilita el análisis, la detección de errores, repeticiones y demoras innecesarias (Educativa, 2021).

2.1.12. *Check LIST*

Una lista de verificación o checklist es una herramienta que proporciona un seguimiento ordenado y cuidadoso de las tareas o acciones fundamentales para completar un proyecto o cumplir con una lista de requisitos (Iso Tools, 2018).

2.2. Marco referencial

Antecedentes investigativos

A nivel macro

La investigación generada en la Universito Politécnica de Catalunya (España) en el año 2010 sobre Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura, esta investigación se basa en el análisis de los tiempos de ejecución dentro del marco de análisis de los procesos industriales de la fábrica (Ruiz, 2010).

La investigación generada en la Universidad Politécnica de Valencia (España) en el periodo 2020 / 2021 sobre proyecto de mejora de la productividad de una línea de producción en una empresa del sector químico se basa en mejorar la productividad global de la planta de producción en la que ha sido realizado. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio preliminar con el fin de detectar cual es la línea de producción que repercute en mayor medida en los resultados negativos de la empresa, de modo que, mejorando la misma, se obtendrá una mejora directa en los resultados (Martínez, 2020/2021).

A nivel meso

La investigación generada en el Instituto Tecnológico de Sonora (Bolivia) en el año 2017 sobre SMED: Reducción de tiempos de cambio de la línea de producción maíz en el área de empaque de una empresa elaboradora de botanas en la Región Sur de Sonora se basa en la búsqueda de la reducción del tiempo de cambio en el área de empaque en la línea de producción de maíz haciendo uso del método SMED para incrementar la disponibilidad de la línea paso de 3.5h a 1.78h y de esta forma dar una respuesta más rápida a los clientes (González-Valenzuela, 2017).

La investigación generada en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD (Colombia) en el año 2018 sobre Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla se busca minimizar los desperdicios de tiempos muertos en los procesos de alistamientos de la maquina encapsuladora de una empresa farmacéutica en Barranquilla, la operación de alistamiento para cambio de producto tiene tiempos estándar actual de 240 minutos, se pretende reducir este tiempo a 150 minutos para aumentar la disponibilidad de la máquina y poder programarle una producción más alta a partir de la aplicación de la metodología SMED (Rodríguez, 2018).

La investigación generada en facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo (Perú) en el año 2019 sobre propuesta de implementación de la metodología SMED en el área de inyección de accesorios de pvc, para incrementar la disponibilidad de los equipos de la empresa Mexichem Perú, el agustino-2019 se basa en incrementar la disponibilidad de la máquina de la línea 12 del proceso de cambio de molde de inyección de accesorios de PVC, en la empresa Mexichem

Perú S.A., período 2020. Para lo cual, se empleó el tipo de investigación aplicada, en la muestra de 13 tomas de tiempo de las operaciones de cambio de molde. Según los hallazgos, el uso de la técnica SMED puede disminuir el tiempo necesario para cambiar los moldes en un 44.81%, lo que aumentaría el tiempo de uso de las máquinas en un 0.55%. Esto también llevaría a un aumento en la disponibilidad de la máquina, pasando del 93.43% al 93.98%, lo que favorecería aún más el aumento de la disponibilidad de la máquina (Taípe, 2019).

La investigación generada en la Universidad Nacional Mayor De San Marcos Universidad del Perú, Decana de América (Perú) en el año 2021 sobre Propuesta de mejora mediante Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de carpintería de una empresa mobiliaria se basa en incrementar la productividad del área de carpintería de una empresa del sector mobiliario CIU 3610 y se desarrolla con la intención de resolver el problema principal (García, 2021).

A nivel micro

La investigación generada en la Universidad técnica de Ambato (Ecuador) en el año 2017 sobre “modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED)” se orienta hacia una producción más limpia en la manufactura de calzado de cuero; para lo cual, se realiza la propuesta de aplicación de la metodología SMED del Lean Manufacturing para optimizar un recurso esencial como el tiempo, en este caso se busca la disminución de tiempos de preparación o de cambio.

El estudio se realiza en el proceso de montaje tradicional, debido a que aquí se busca disminuir los tiempos de preparación para lotes de producción y de máquinas a fin de permitir la flexibilización en la producción (Endara., 2017).

La investigación generada en la Universidad del Azuay (Ecuador) en el año 2019 sobre “Propuesta de reestructuración del proceso productivo mediante uso de herramientas de Lean Manufacturing” se basa en una propuesta de restauración de un proceso productivo donde se pudo reducir el tiempo de transporte de la reubicación de los materiales a la bodega dentro del taller paso de 75min a 3.52min y el tiempo de ciclo del proceso productivo se reduce de

287.546h a 282.426h mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing (metodología SMED) (Cabrera, 2019).

La investigación generada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador) en el año 2021 sobre Implementación de SMED para disminuir los tiempos de recambio y calibración en una máquina que elabora sobres de papel [Tesis de maestría] se basa en la disminución del promedio del tiempo estandarizado de un cambio de formato en un 20% mediante la aplicación de la metodología SMED. La aplicación de las herramientas SMED fue mediante 5 etapas y se analizaron los resultados (Campos, 2021).

La gran mayoría de las investigaciones investigadas muestran lo positivo de la aplicación de la metodología SMED para mejorar los procesos industriales sobre todo en el área de disminución de tiempo en la ejecución de tareas.

Contexto

Con el fin de aportar a la mejora continua la siguiente investigación busca trabajar en los tiempos muertos causados por varios factores en ciertas empresas, con el fin de contribuir mejoras continuas para conseguir la disminución de estos tiempos a partir del progreso y la concentración de una técnica SMED que ayudara a optimizar los procesos y minimizara los desperdicios, generando ahorros y aumentando el nivel de desempeño del taller. Este plan es significativo ya que con su implementación se logra el incremento de la disponibilidad de la maquinaria generando más horas productivas, y el aumento de la producción aumentando la eficiencia operativa y disminución de coste de mantenimiento.

Por ello esto ha de aplicarse en el taller metal mecánico “El Maestro” de la ciudad de Quevedo, un taller reconocido en la ciudad por la calidad de su trabajo y el servicio que ofrece, que se dedica al mantenimiento y fabricación de piezas metalmecánicas, como lo son los módulos de transporte para granos que el taller genera y en los que se enfoca este estudio, la empresa hace un módulo al día, el taller también se encarga de su instalación, es así como la base de este trabajo es ayudar en la mejora de sus procesos de desempeño industrial en cada área de trabajo.

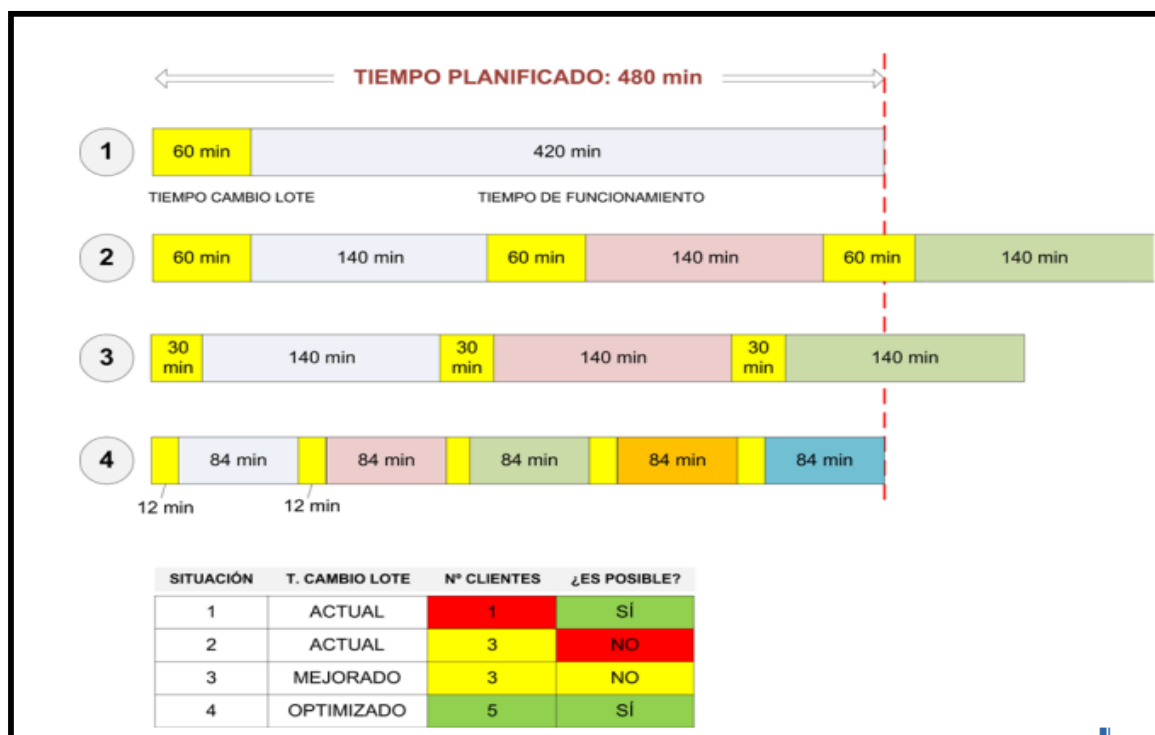
2.3. Marco teórico

2.3.1. Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación

2.3.1.1. Origen de la técnica SMED.

En la década de los 50, el ingeniero japonés Shigeo Shingo enfrentó un problema en la producción que posteriormente resolvió a través de una solución innovadora. Aunque Taiichi Ohno es considerado como el creador de los conceptos y las ideas que sustentan el modelo de producción de Toyota, a Shingo se le atribuye la capacidad de convertir estos planteamientos en técnicas y herramientas concretas. Shingo es conocido por desarrollar la técnica SMED, que permite cambiar rápidamente de un lote a otro en menos de 10 minutos, lo que permite responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y reducir los plazos de fabricación. Además, Shingo sentó las bases del ZQC (Zero Quality Control) y utilizó los poka-yokes para eliminar la no-calidad en el origen. Shingo es considerado una eminencia en el mundo de la calidad y la producción flexible.

Ilustración 1. Tiempo de cambio de lote y nivel de servicio.



FUENTE: (Carbonel, 2013).

En el primer punto se expone la situación inicial en la que se ha planificado un tiempo total de 480 minutos, de los cuales 60 minutos se emplean en realizar un solo cambio de lote. El resto del tiempo se invierte en fabricar a un coste razonable. El segundo punto presenta una modificación que tiene como objetivo mejorar el nivel de atención al cliente.

En concreto se plantea la fabricación de 3 lotes de producto distinto para 3 clientes distintos. Como el tiempo de cambio de formato sigue siendo de 60 minutos y hay que hacer 3 cambios, el tiempo disponible resulta ser insuficiente. En el punto 3 se muestra una reducción de los tiempos de cambio hasta 30 minutos. En este caso se ha producido una mejora del nivel de servicio y un mejor aprovechamiento del tiempo de funcionamiento. Sin embargo, sigue sin ser suficiente.

En la fase 4 se observa una reducción importante del tiempo de cambio hasta los 12 minutos. La consecuencia es que ha sido posible mejorar el servicio. En esta situación somos capaces de satisfacer a 5 clientes con 5 productos distintos y ello se puede llevar a cabo en el tiempo previsto, manteniendo las condiciones de productividad. Por tanto, será la reducción drástica del tiempo invertido en el cambio de lote, la herramienta clave con la que deberemos trabajar para mejorar la competitividad de nuestra empresa (Carbonel, 2013).

2.3.1.2. Descripción de la técnica SMED.

Conozcamos con un poco más de profundidad en qué consiste la técnica. La técnica SMED sigue los siguientes pasos:

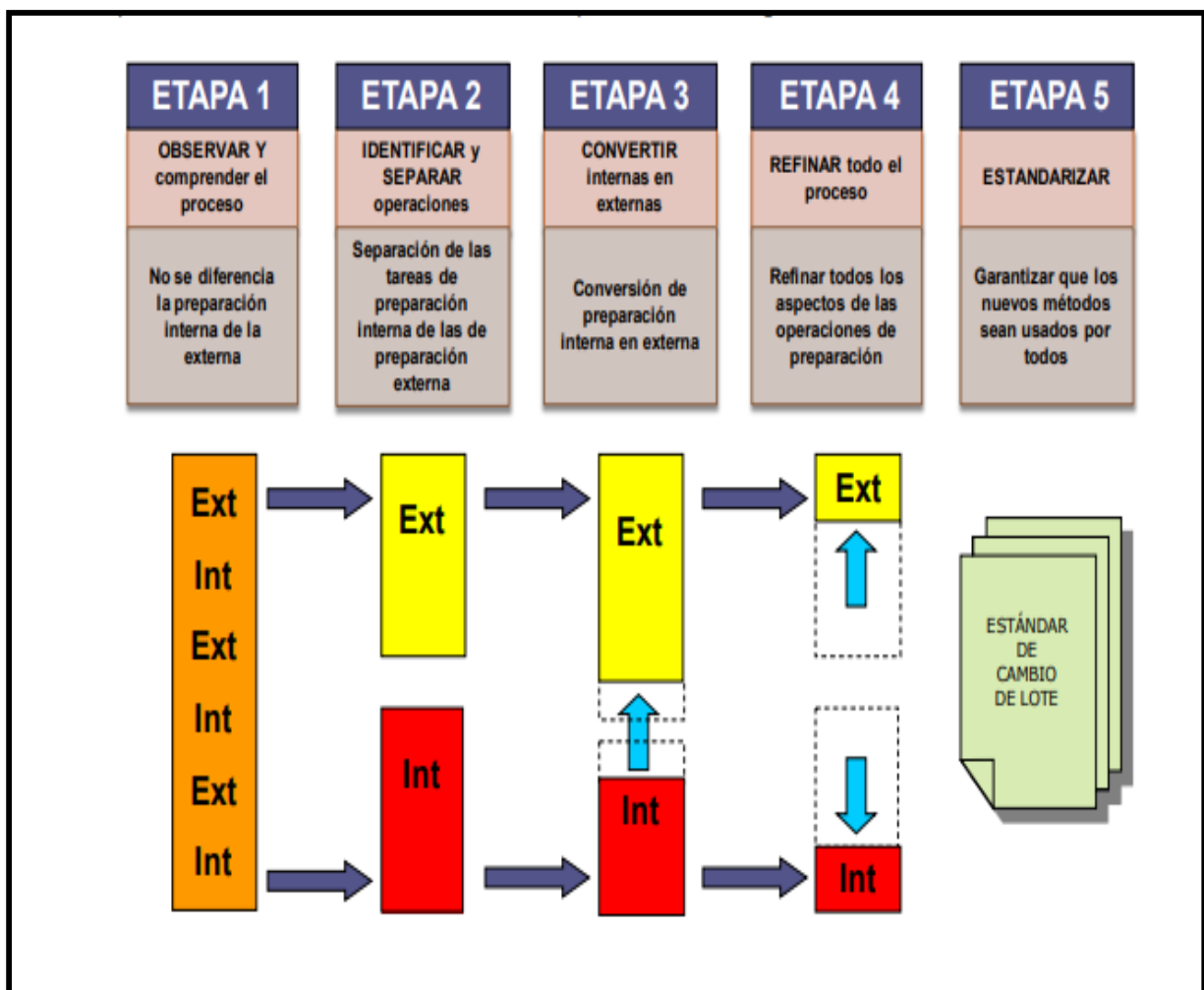
- ✓ Observar y entender el proceso de cambio de lote: Este proceso se inicia desde la última pieza correcta del lote anterior y finaliza en la primera pieza correcta del lote siguiente. En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo éste y conocer el tiempo invertido.
- ✓ Filmación completa de la operación de preparación. Se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. Si el proceso de cambio de lote es realizado por más de una persona, todas ellas deben ser registradas simultáneamente.

- ✓ En la fase de creación del equipo de trabajo multidisciplinario, se debe incluir a los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, entre otros. Durante esta etapa, se resuelven dudas y se recopilan ideas.
- ✓ Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.
- ✓ Se debe distinguir entre las operaciones internas y externas del proceso. Las operaciones internas son aquellas que requieren que la máquina se detenga, mientras que las operaciones externas se pueden realizar mientras la máquina sigue funcionando. En la mayoría de los casos, estas dos operaciones están combinadas y se llevan a cabo como si fueran internas, por lo que es importante separarlas y distinguirlas. Por ejemplo, transportar el molde para el próximo lote es una operación externa que no requiere la detención de la máquina, mientras que limpiar el tamiz en un molino de pintura debe hacerse con la máquina detenida, por lo que se considera una operación interna. Además, se debe identificar y separar todas las operaciones internas y externas para una mejor comprensión del proceso. Se recomienda crear un equipo de trabajo multidisciplinario con personal de producción, encargados, personal de mantenimiento y calidad para discutir y aclarar cualquier duda e intercambiar ideas.
- ✓ En esta etapa, se busca cambiar las operaciones internas por externas, lo que permite realizarlas fuera del tiempo de cambio, reduciendo así el tiempo total invertido en el cambio de lote (Carbonel, 2013). Por ejemplo, si previamente al cambio de lote se traslada el molde hasta la prensa, se reducirá el tiempo de cambio al haberse convertido una operación interna en externa.
- ✓ En esta etapa, se pretende mejorar todas las fases de preparación con el fin de minimizar el tiempo utilizado, tanto en las operaciones internas como en las externas. Para reducir el tiempo empleado en las operaciones externas, se busca

mejorar la organización, identificación y ubicación de herramientas, dispositivos y otros elementos necesarios para el cambio. Para disminuir el tiempo de las operaciones internas, se realizan tareas simultáneas, se buscan formas rápidas de sujetar las piezas y se eliminan ajustes innecesarios.

- ✓ La etapa final tiene como objetivo la estandarización del nuevo proceso. Se trata de documentar la metodología desarrollada para mantenerla en el tiempo. Esto puede incluir la elaboración de documentos escritos, diagramas o nuevas grabaciones de video (Carbonel, 2013).

Ilustración 2. Etapas de la técnica SMED.



FUENTE: (Carbonel, 2013).

2.3.1.3. *Objetivos de las técnicas SMED.*

Las técnicas SMED (single minute Exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). El tiempo de cambio se refiere al intervalo de tiempo que transcurre desde la fabricación de la última pieza del producto "A" hasta la producción de la primera pieza del producto "B" que cumple con las especificaciones establecidas.

Reducir el tiempo de cambio y mejorar la moral de los trabajadores gracias al SMED, puede ayudar a los operarios a enfrentar con éxito desafíos similares en otras áreas de la planta, lo que representa una ventaja secundaria importante (Ingeniería de Calidad, 2018).

2.3.1.4. *Tipo de cambio en las técnicas SMED.*

En el mercado actual, es necesario contar con sistemas flexibles que puedan adaptarse a los cambios constantes, lo que ha llevado a que las pequeñas series cobren cada vez más importancia. Además, estas series contribuyen a la reducción de los niveles de inventario tanto en el producto terminado como en el material en proceso, lo que resulta crucial para la competitividad.

La minimización de las existencias, la producción orientada a los pedidos de encargo, y una rápida adaptabilidad a las variaciones de la demanda, son las ventajas más importantes de un tiempo de preparación inferior a 10 minutos. La aplicación de sistemas de cambio de serie rápidos es esencial para lograr este objetivo, y el SMED se presenta como una herramienta muy valiosa en este proceso (Ingeniería de Calidad, 2018).

En lugar de ser impulsada por el personal de organización de la gestión de la producción, en las empresas japonesas la reducción del tiempo de preparación es liderada por los propios operarios, quienes trabajan en pequeños equipos.

La aplicación de esta técnica exige la consideración de tres ideas fundamentales:

- Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta casi eliminarlos completamente.
- No se trata únicamente de una cuestión técnica, sino que también implica aspectos organizativos.
- Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados a menor coste.

Tabla 1. *Conceptos que repercuten en el tiempo de cambio.*

Procedimientos De Tiempo De Cambio	Descripción De Los Procedimientos De Cambio
Cambiar Utillajes Y Herramientas	Estos procedimientos son comunes en talleres mecánicos, donde los trabajadores deben colocar y quitar moldes, sierras, fresas y otros equipos similares.
Cambiar Parámetros Estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros estándares usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar Piezas A Ensamblar U Otros Materiales	

FUENTE: (Ingeniería de Calidad, 2018).

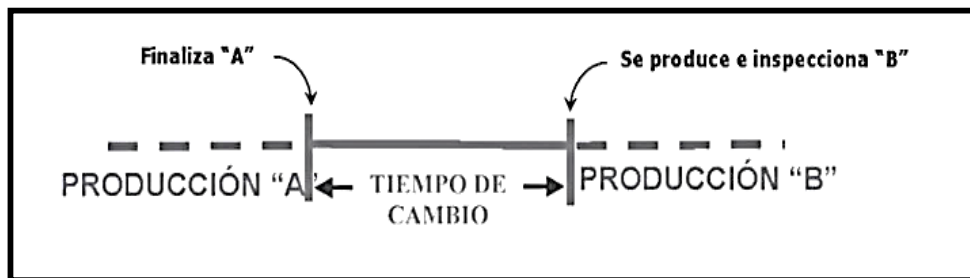
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

En cada cambio de modelo de producto en una línea de producción, se reciben piezas y otros materiales que se deben incorporar al nuevo modelo, lo que implica realizar la preparación correspondiente, incluyendo el cambio de utillajes.

2.3.1.5. Preparación general previa a la fabricación.

Dentro de este tipo de preparación se llevan a cabo diversas actividades para asegurarse de que el material, útiles, herramientas y accesorios estén en óptimas condiciones, tales como reparar equipos, realizar pruebas del proceso y hacer ajustes, limpiar toda el área, asignar tareas a los trabajadores, revisar planos, entre otras etc.

Ilustración 3. Preparación general previa a la fabricación.



FUENTE: (Ingeniería de Calidad, 2018).

El tiempo de cambio debe ser conocido de tal manera que a la pregunta ¿cuánto es el tiempo necesario para llevar a cabo una operación de cambio? La respuesta nunca puede ser del estilo: depende, quizás, probablemente, al menos, no es seguro, aproximadamente, etc.

Desde una óptica tradicional, si se conoce el tiempo de cambio “s”, se puede calcular el tiempo por unidad:

s = se refiere al tiempo de cambio que se mantiene constante según una perspectiva clásica.

a = tiempo para producir una unidad, pieza o artículo

n = número de piezas.

Tiempo por Unidad = $(s + n \cdot a) / n$.

Por ejemplo: si “s” es 60 minutos, “a” es 1 minuto y “n” es 1 pieza.

Tiempo por unidad = $(60 + (1) \cdot (1)) / 1 = 61$ minutos.

Si suponemos que “s” (considerado constante) sigue siendo de 60 minutos y que “a” es igual a 1 minuto, al aumentar “n” a 100 piezas.

Tiempo por Unidad = $(60 + (100) \cdot (1)) / 100 = 1,6$ minutos.

Con el enfoque tradicional, se puede deducir rápidamente que a medida que aumenta el número

de piezas producidas por cada cambio de tiempo, se requiere menos tiempo para fabricar cada unidad. Es evidente que al aumentar el valor de "n", el tiempo por unidad se reduce según las expresiones matemáticas anteriores. Sin embargo, este enfoque no es beneficioso ya que resulta en un flujo por lotes, que genera desperdicios como el aumento de los niveles de inventario, la sobreproducción, así como problemas de calidad y de proceso que se vuelven menos evidentes (Ingeniería de Calidad, 2018).

En el contexto del Lean Manufacturing, es necesario reducir los tiempos de cambio para lograr una amplia variedad y una baja demanda de volumen, así como un flujo de piezas a piezas. A medida que "s" tiende a cero, o se elimina por completo el tiempo de cambio, el tiempo por unidad se reduce a "a" después de simplificar el numerador y el denominador. Esto es beneficioso, ya que permite un flujo de una sola unidad. En contraste, el análisis tradicional sugiere que producir más piezas por cada tiempo de cambio resulta en un menor tiempo por unidad, pero esto lleva a desperdicio en forma de aumento de inventarios, sobreproducción, y problemas ocultos de calidad y proceso (Ingeniería de Calidad, 2018).

Ilustración 4. *Tiempo de cambio.*



FUENTE: (Ingeniería de Calidad, 2018).

2.3.1.6. Consecuencias de tiempos de cambio largos.

Los tiempos de cambio largos son antieconómicos porque:

El tiempo necesario para realizar un cambio de serie no se considera productivo y esto disminuye tanto la capacidad como la productividad de la máquina. Las operaciones internas requieren que la maquinaria esté parada y además durante las operaciones de ajuste los productos tienen defectos de calidad.

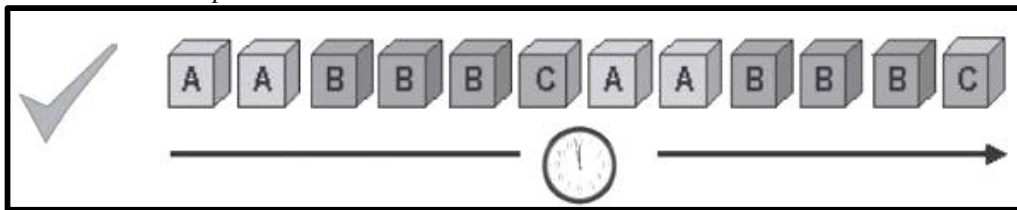
Cuando se considera que los cambios de serie son costosos debido al tiempo y la pérdida de capacidad que requieren, la tendencia natural es reducir su frecuencia y realizar los cambios mínimos necesarios. Como resultado, el tamaño de los lotes aumenta (ya que solo se justificaría

la preparación cuando haya suficiente trabajo), lo que conduce a un aumento en el stock promedio y una disminución en la rotación de existencias. El tamaño del lote económico de compra se calcula a partir de diversos factores, incluido el costo de lanzamiento. Por lo tanto, reducir el tamaño del lote resulta en un aumento en los costos de lanzamiento.

El SMED busca reducir el costo de lanzamiento para lograr un tamaño de lote unitario. La producción en grandes lotes va en contra del objetivo de producir en función de la demanda real y limita la flexibilidad al impedir la producción mezclada. La producción flexible se define como la capacidad de producir una amplia variedad de productos sin perder productividad, mientras que la producción mezclada se refiere a la capacidad de producir unidades diferentes en un mismo lote.

La capacidad de adaptarse al mercado de manera más rápida y efectiva es posible gracias a una mayor flexibilidad en el proceso productivo. Cuando el tiempo de cambio de serie es reducido al mínimo, se puede producir la cantidad y el tipo de unidades que la demanda requiere.

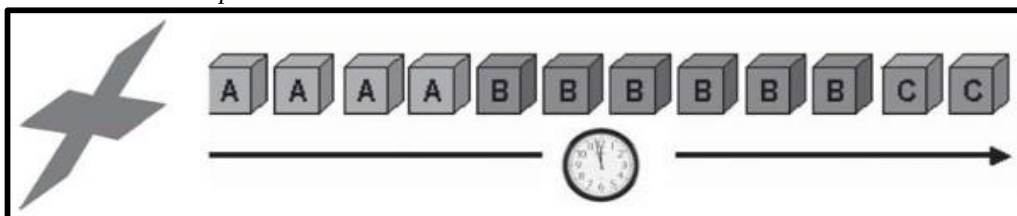
Ilustración 5. *Tiempo de cambio.*



FUENTE: (Ingeniería de Calidad, 2018).

La producción en pequeños lotes genera la misma cantidad de unidades si el tiempo de cambio de serie es mínimo, y permite aumentar la flexibilidad para alcanzar la demanda real del cliente.

Ilustración 6. *Tiempo de cambio.*



FUENTE: (Ingeniería de Calidad, 2018).

Si se realizan pocos cambios de serie aumenta el riesgo de obsolescencia de los productos y se dificulta la implantación de un sistema pull de producción. Se puede decir que producir bajo un tamaño de lote fijo puede generar unidades innecesarias o difíciles de vender. Por lo tanto,

mejorar el tiempo dedicado a los cambios de serie es esencial para la producción ajustada. En resumen, se puede concluir que la reducción del tiempo de preparación es un objetivo clave en la producción ajustada. Esta mejora se invertirá en aumentar la flexibilidad, es decir, en una mayor frecuencia de cambio y una reducción de stocks. No debería caerse en el error de invertir el tiempo ganado para aumentar la capacidad de producción (Ingeniería de Calidad, 2018).

2.3.1.7. ¿Cómo funciona el SMED?

Ilustración 7. Estrategias SMED.



FUENTE: (Lean, Progressa, 2014).

En 1969 el padre del SMED, el Dr. Shigeo Shingo, definió sus fundamentos al conseguir reducir el tiempo de cambio de una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos, de ahí surgió lo de “menos de 10 minutos”. Aunque en la definición de SMED se hable de reducir los tiempos de preparación en menos de 10 minutos, esto no siempre será posible (Lean, Progressa, 2014).

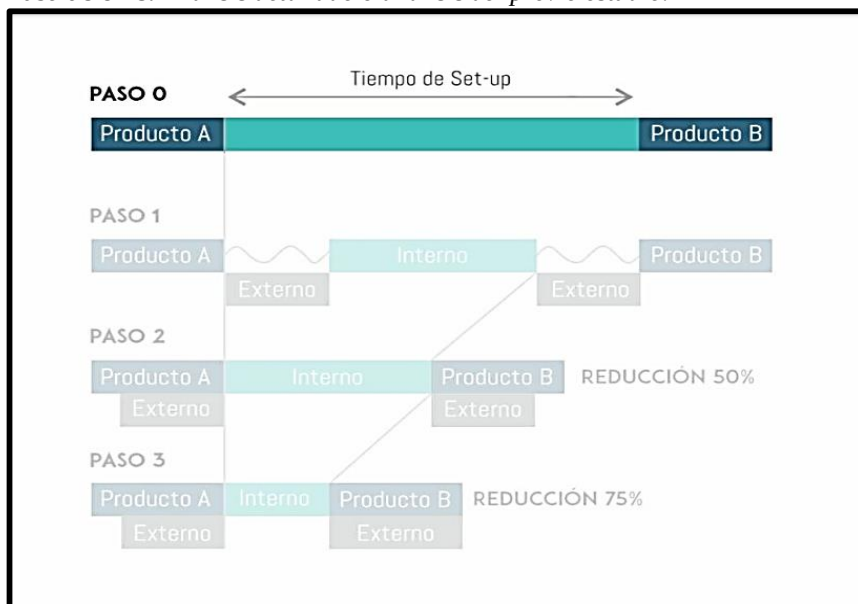
La realización del SMED sigue 7 pasos:

1. Preparación Previa.
2. Evaluar la tarea que será objeto de atención en el taller de SMED.
3. Separar lo interno de lo externo.
4. Organizar actividades externas.
5. Convertir lo interno en externo.
6. Reducir los tiempos de actividades internas.
7. Realizar el seguimiento.

2.3.1.8. SMED: una metodología para acortar los set-ups, pasos.

Etapa 0: análisis detallado

Ilustración 8. Análisis detallado o análisis del previo estudio.



FUENTE: (Atlas, 2021).

El punto de partida para aplicar SMED consiste en identificar el equipo y operación general de set-up a analizar. Luego, se procederá a subdividir el proceso en etapas y tareas individuales hasta lograr un nivel de granularidad adecuado (Atlas, 2021).

Este relevamiento puede hacerse tanto en campo con el uso de cronómetro/planillas o través de una grabación del proceso, con los cuales se registrará el tiempo de cada acción puntual. De

ser posible, se relevarán múltiples repeticiones para detectar variaciones que puedan llegar a existir entre distintos productos y/o personas.

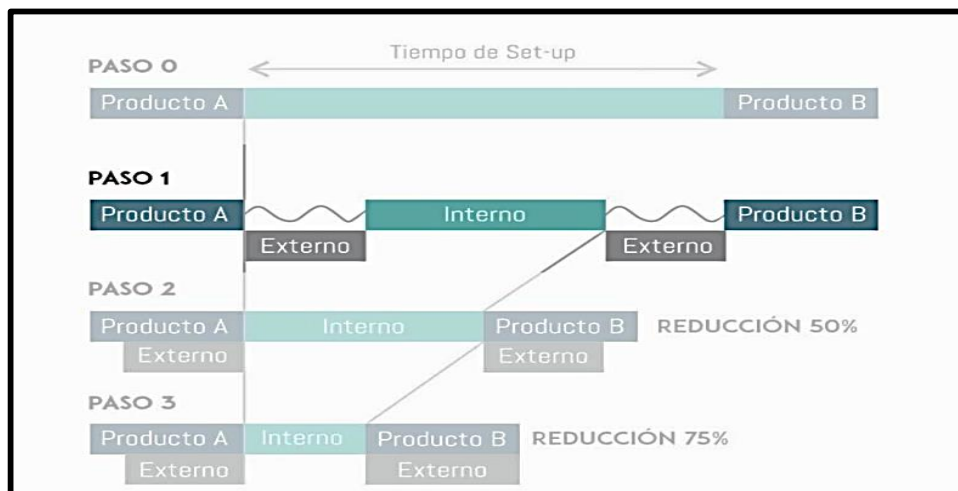
A su vez, nos podremos asistir de otras herramientas complementarias, tales como diagramas de Gantt, diagramas hombre-máquina y/o histogramas de tiempos.

Dentro de los problemas típicos a los que deberemos prestar particular atención se encuentran:

- Variaciones debido a procedimientos y técnicas que difieren de persona a persona.
- Tiempos muertos innecesarios por el manejo inadecuado del equipo.
- Tareas que podrían hacerse con el equipo funcionando, pero que se realizan con el equipo parado.

Etapas 1: separar tareas internas, externas y no necesarias

Ilustración 9. Separación de tareas internas, externas y no necesarias.



FUENTE: (Atlas, 2021).

Una vez relevados los tiempos, clasificaremos las tareas en 3 categorías definidas de forma unívoca:

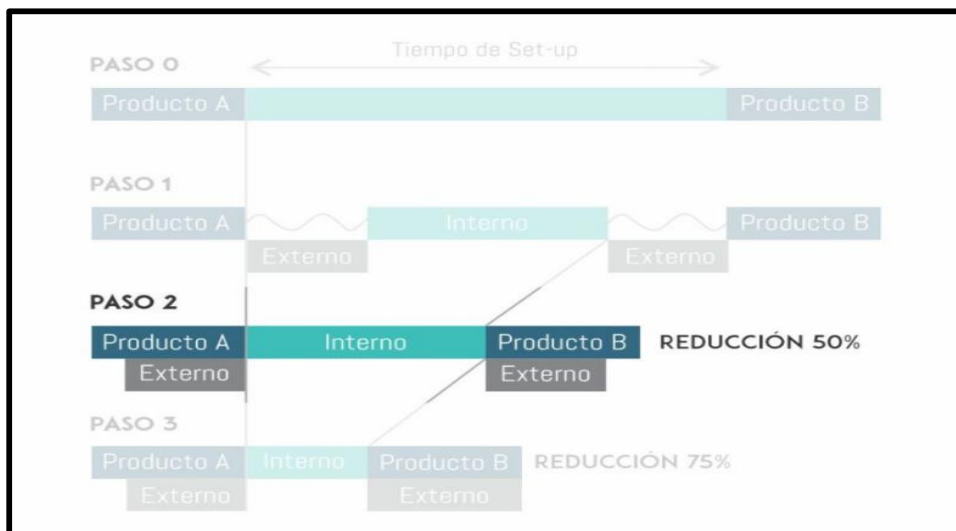
- Internas: son tareas relacionadas con el montaje que se deben realizar con el equipo detenido o en funcionamiento a baja velocidad.

- Externas: tareas asociadas al set-up que se realizan con el equipo en movimiento (produciendo a velocidad normal), antes o después del cambio.
- Innecesarias: tareas que no tienen que ver con el proceso de set-up.

Aunque a priori pareciera obvio, muchas veces esta clasificación permite identificar oportunidades de *quick-wins* (cambios fáciles de implementar, que tienen impacto moderado o alto) (Atlas, 2021).

Etapla 2: convertir tareas internas en externas

Ilustración 10. Convertir tareas internas en externas.



FUENTE: (Atlas, 2021).

Después de clasificar las tareas, es necesario realizar un análisis más detallado de las actividades internas. En este punto, se debe determinar qué tareas se pueden llevar a cabo mientras el proceso está en funcionamiento normal, ya sea antes o después del montaje (Atlas, 2021).

Ejemplos típicos de este tipo de oportunidades son:

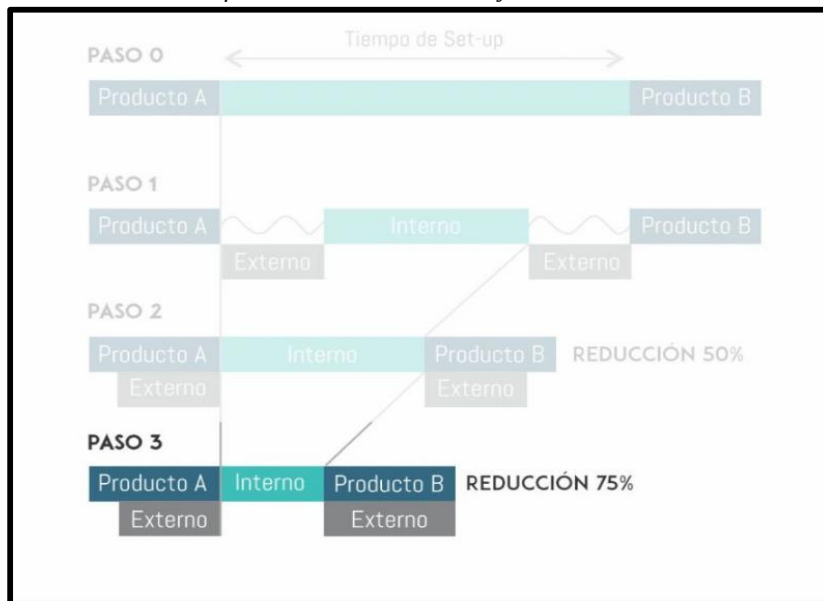
- Herramientas que se transportan hacia/desde el equipo cuando está parado.
- Insumos o materias primas se abastecen con la máquina parada.
- Ajustes o cambios que se realizan con una mayor frecuencia a la necesario y/o sin un

criterio claro en cuanto a su frecuencia.

- Se podrían realizar tareas de pre acondicionamiento en las matrices, cuchillas o herramientas mientras la máquina está en funcionamiento.
- Recursos (herramientas, piezas, insumos, personas) que no se encuentran disponibles. al momento en que la máquina se detiene.

Etapas 3: perfeccionar tareas internas y externas con SMED

Ilustración 11. *Perfeccionar tareas internas y externas con SMED.*



FUENTE: (Atlas, 2021).

La tercera etapa consiste en analizar en detalle las actividades, buscando dividir las operaciones elementales (es decir: tan pequeñas/simples como sea posible), y luego optimizarlas (Atlas, 2021).

Esta etapa requerirá generalmente de un esfuerzo mayor que las anteriores en función de la profundidad del análisis. En los casos de procesos muy complejos y/o de gran cantidad de actividades, una buena regla es priorizar la optimización de acuerdo a un análisis ABC basado en los tiempos de ejecución actuales.

Finalmente, deberemos validar si los resultados alcanzados fueron los esperados para poder replicar las mejoras a máquinas similares o en caso contrario plantear un nuevo punto de partida para nuevas mejoras, atendiendo a la parte de estandarización de nuestro ciclo PDCA.

2.3.1.9. El tamaño y el cambio de lote.

Primero que nada, debemos recordar algunos conceptos relacionados con la Producción. En los procesos productivos, se denomina tiempo planificado, al tiempo que se prevé utilizar la máquina para fabricar. El tiempo planificado se divide en dos. En la empresa existe un tiempo de funcionamiento en el que se produce el producto y un tiempo de parada de la máquina debido a averías, descansos o preparación para la fabricación de un nuevo lote de producto, que se conoce como tiempo de cambio de lote o tiempo de preparación. Son ejemplos de cambio de lote:

- La sustitución de la matriz en una prensa, que se utilizará para producir componentes diferentes.
- La tarea de limpieza necesaria en una línea de fabricación de pintura antes de cambiar el color a producir, con el objetivo de prevenir la contaminación.
- La configuración de la línea de envasado se va a modificar para adaptarse al cambio en el tamaño del envase que debe ser embotellado. Para la explicación siguiente vamos a suponer que el tiempo planificado sólo está compuesto de tiempo de funcionamiento y de cambio de lote. Es evidente que cuanto más tiempo la empresa dedique a la elaboración de productos en comparación con el tiempo empleado en el cambio de lote, mayor será el tiempo en que se generará producto, lo que incrementará la productividad y, en consecuencia, disminuirá los costes.

Las empresas siempre han tratado de minimizar los cambios de lote en su planificación de producción, ya que es obvio que cuanto menor sea el tiempo dedicado a los cambios de lote, mayor será el tiempo de funcionamiento de la empresa, lo que aumenta la productividad y reduce los costos. Por esta razón, las empresas han buscado constantemente las economías de escala derivadas de la producción de grandes lotes. Para mantener grandes lotes de producción, se han utilizado diferentes mecanismos, que van desde ofrecer un catálogo con un número limitado de productos hasta ofrecer grandes descuentos para fomentar la compra de cantidades mayores de producto. En la época que nos encontramos ahora, el mercado pide gran variedad de producto, en cantidades muy reducidas y con plazos de entrega casi inmediatos. Y estos

requisitos son incompatibles con el planteamiento anterior, si se pretenden mantener los costes productivos. En resumen, ¿puede la empresa satisfacer las demandas del mercado sin incurrir en pérdidas financieras? (Carbonel, 2013).

2.3.1.10. Problemas de la fabricación en lotes grandes.

Muchas empresas fabrican productos en lotes grandes, debido simplemente a que los largos tiempos de cambio hacen demasiado costoso cambiar frecuentemente de producto.

2.3.1.11. La fabricación en lotes grandes tiene diversos inconvenientes:

Desperdicio de inventario: almacenar lo que no se vende cuesta dinero e inmoviliza los recursos de la empresa sin añadir valor al producto.

Retrasos: los clientes deben esperar a que la empresa fabrique los lotes completos en lugar de las cantidades que el cliente necesita.

Reducir la calidad: mantener un inventario no vendido aumenta la probabilidad de que deba ser desechado o procesado nuevamente, lo que implica un costo adicional para el producto (TCMetrologia, 2021).

2.3.1.12. Beneficios de la técnica SMED.

Para concluir, podemos hacer mención a los principales beneficios que se obtienen tras la aplicación de esta técnica, que se resumen en:

1. Se transforma tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta.

2. Se puede optar por disminuir el tamaño del lote de producción, lo que resulta en una mayor flexibilidad de la planta ante los cambios en la demanda, una disminución del tiempo de entrega, una reducción del inventario en proceso y la liberación de espacio en la planta de producción.
3. Se busca la estandarización de los procedimientos de cambio de lote, mediante la implementación de métodos de trabajo seguros y cómodos, con el objetivo de reducir el producto rechazado durante los ajustes, ofrecer procesos de aprendizaje simples y asegurar la competitividad a largo plazo de la empresa. Un ejemplo concreto de aplicación de SMED es el proceso de repostaje en las carreras de Fórmula 1.

¿Cuánto valen los segundos perdidos en una carrera de fórmula 1?

Se requiere una cantidad adecuada de personal altamente capacitado y herramientas de trabajo de calidad para manejar eficientemente la entrada a boxes, lo cual puede involucrar a cerca de 20 personas (Carbonel, 2013).

2.3.1.13. Beneficios del Método SMED para la empresa.

El enfoque del Método SMED transforma la concepción de que los cambios deben tener una duración prolongada. Cuando éstos pueden hacerse rápidamente, se pueden hacer tantos como sea necesario. Esto significa que las empresas pueden fabricar en cantidades pequeñas, lo cual tiene algunas ventajas:

Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer las necesidades cambiantes de los clientes sin el coste del exceso de inventario.

Entregas más rápidas: la producción de lotes pequeños significa menos tiempo de entrega y menos tiempo de espera por parte del cliente.

Mejor calidad: Al reducir el almacenamiento de inventario se disminuyen los defectos asociados al almacenamiento.

El Método SMED contribuye a la disminución de los defectos al disminuir los errores en la configuración y evitar la necesidad de fabricar pruebas del nuevo producto.

Mayor productividad: cambios más cortos reducen el tiempo de inactividad, lo que significa una mayor productividad del equipamiento (TCMetrologia, 2021).

Beneficios del Método SMED para los trabajadores

Preparaciones más rápidas aportan una mayor seguridad en el empleo, al fortalecer la competitividad de la empresa. La implementación del Método SMED y la consecuente realización de cambios más rápidos hacen que el trabajo diario de producción fluya con mayor facilidad porque:

- Realizar configuraciones más simples disminuye la probabilidad de accidentes y reduce la tensión asociada a estas tareas.
- La disminución del inventario se traduce en una reducción del caos en el lugar de trabajo, lo que a su vez resulta en una producción más segura y fácil de llevar a cabo.
- Las herramientas de la preparación están estandarizadas y combinadas, lo que supone un menor número de herramientas a gestionar (TCMetrologia, 2021).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente análisis de caso se llevará a cabo en el taller metal mecánico “El Maestro”, ubicado en la Avenida Jaime Roldós y 34 ava barrio Viva Alfaro, Quevedo.

Tabla 2. Descripción de Localización.

Datos de localización del taller: “El Maestro”	
Razón Social	Taller metal mecánico “El Maestro”
Dirección	Jaime Roldós y 34 ava barrio Viva Alfaro
Provincia	Los Ríos
Cantón	Quevedo
Representante legal	Ing. Carlos Ibarra
Actividad Empresarial	Fabricación y servicios de compuertas y módulos
Calificación	Metalmecánico

FUENTE: TALLER “EL MAESTRO”.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Ilustración 12. Localización del taller metal mecánico “El Maestro”



FUENTE: GOOGLE MAPS.

3.2. Tipos de investigación

3.2.1. Investigación descriptiva

Esta investigación se la utilizo para describir cada uno de los procesos, equipamientos y funciones ejecutados en el taller, durante el proceso de alistamiento.

3.2.1. Investigación exploratoria

Se empleo esta investigación para caracteriza y conocer la situación de las problemáticas que tiene el taller.

3.2.2. Investigación aplicada

Mediante el uso de la investigación aplicada se identificaron todo lo que afecta a la productividad con la finalidad de disminuir o eliminar estos problemas.

3.2.3. Investigación de campo

Para llevar a cabo la investigación de campo, se examinará cada actividad y tarea mientras se lleva a cabo, lo que permitirá la extracción directa de datos e información posteriormente.

3.2.4. Investigación bibliográfica

Este tipo de investigación se aplicó en la recopilación de información bibliográfica o documental proveniente de artículos científicos, con respecto al tema caso de estudio.

3.2.4.1. ¿Cómo y dónde se aplicó?

Como se aplicó mediante la exploración, investigación de campo, descripción y fundamentos

bibliográfico del fenómeno a estudiar, esto se lo ha hecho en el desarrollo de la investigación, mediante la observación y con el uso de instrumentos en el campo de trabajo.

3.3. Tipo de investigación del estudio

A base de la investigación cuantitativa ya que los planteamientos a investigar son específicos y objetivos, además de que la recolección y análisis de datos se fundamenta en la medición y análisis numéricos se podría utilizar la metodología cuantitativa para analizar la relación entre la implementación del SMED y el aumento de la productividad.

De tipo no experimental para analizar y describir el proceso actual de producción y cómo podría ser mejorado mediante la implementación del SMED.

Este método deductivo se aplicó en los análisis de todos los factores que impactan negativamente en el proceso y que generan como consecuencia una disminución en la productividad.

3.4. Instrumentos o herramientas aplicados en la investigación

Los instrumentos empleados para llevar a cabo el proyecto de investigación son:

- Layout
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama de árbol de problemas
- Cursograma

3.5. Materiales utilizados en la investigación

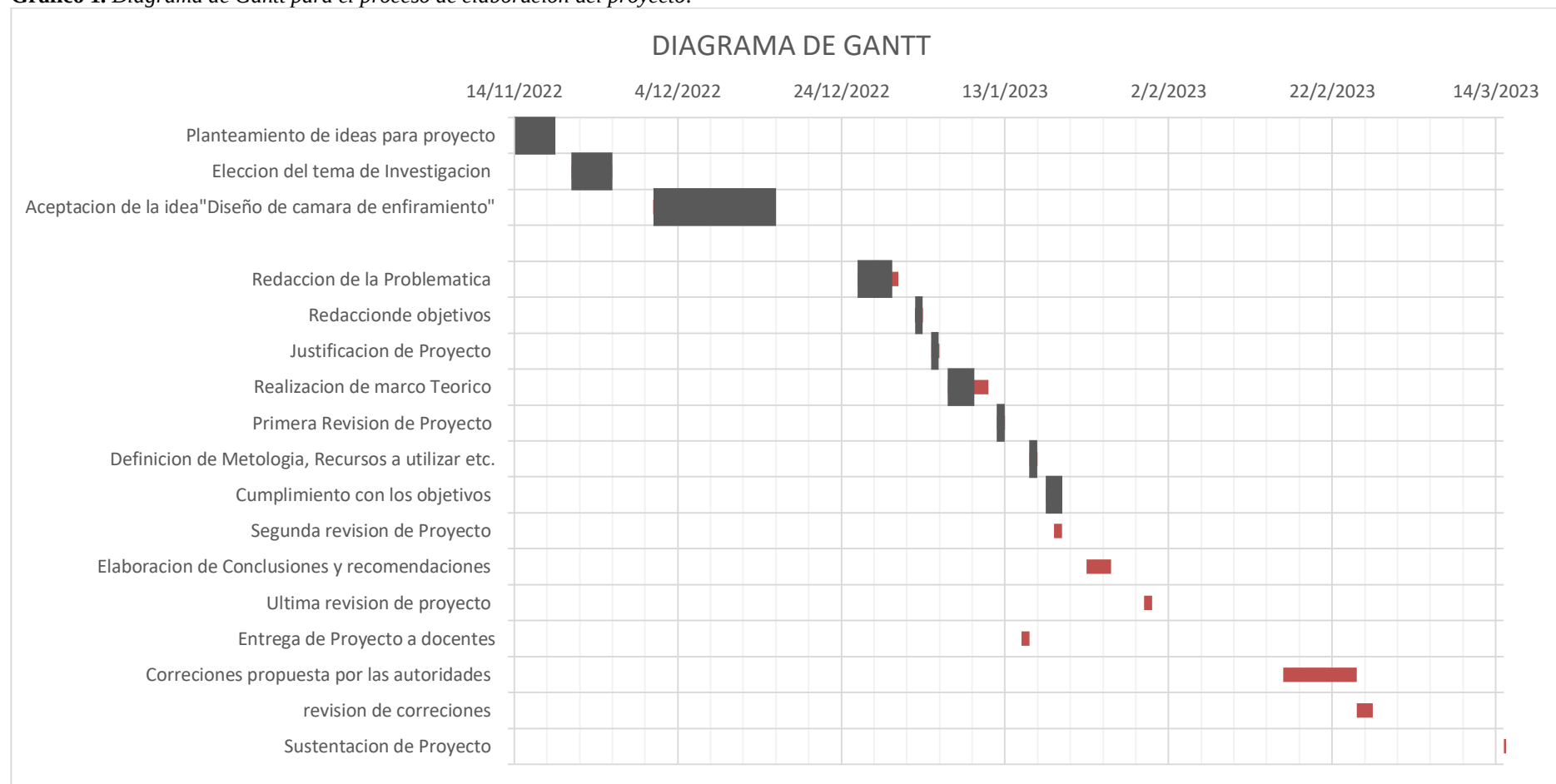
3.5.1. *Materiales de Campo*

- Cronómetro
- Lápiz y esferos
- Cuaderno

3.5.2. *Equipos y otros*

- Internet
- Computadora

Gráfico 1. Diagrama de Gantt para el proceso de elaboración del proyecto.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

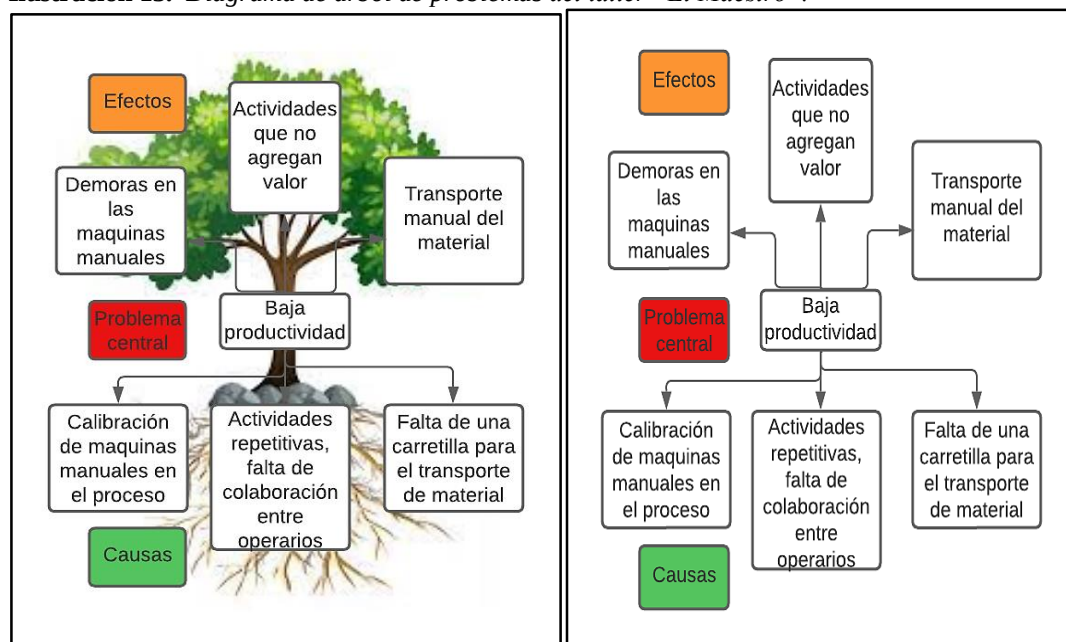
4.1.1. Análisis de la situación actual de los procesos que se desarrollan en el taller metal mecánico “El Maestro”

Para analizar las situaciones actuales de los procesos de producción y conocer cómo se llevan a cabo cada uno de ellos los procesos de producción, de tal forma que se conozca en que áreas, se aplicó la técnica SMED.

4.1.1.1. Árbol de problemas.

Mediante un árbol de problemas se pudo analizar cuáles son efectos – causas del problema de la baja productividad en el taller metal mecánico “El Maestro”.

Ilustración 13. Diagrama de árbol de problemas del taller “El Maestro”.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación:

Se observa en el árbol de problemas que el problema central es la baja productividad.

Tenemos 3 efectos los cuales son:

- Demoras en máquinas manuales.
- Actividades que no agregan valor.
- Transporte manual del material.

Las 3 causas de estos efectos son:

- Calibración de máquinas manuales en el proceso.
- Actividades repetitivas, falta de colaboración entre operarios.
- Falta de una carretilla para el transporte del material.

4.1.1.2. Diagrama de Pareto.

Mediante el diagrama de Pareto se pudo identificar problemas o desviaciones en el taller metal mecánico “El Maestro”, a establecer prioridades para abordararlos y mejorar resultados.

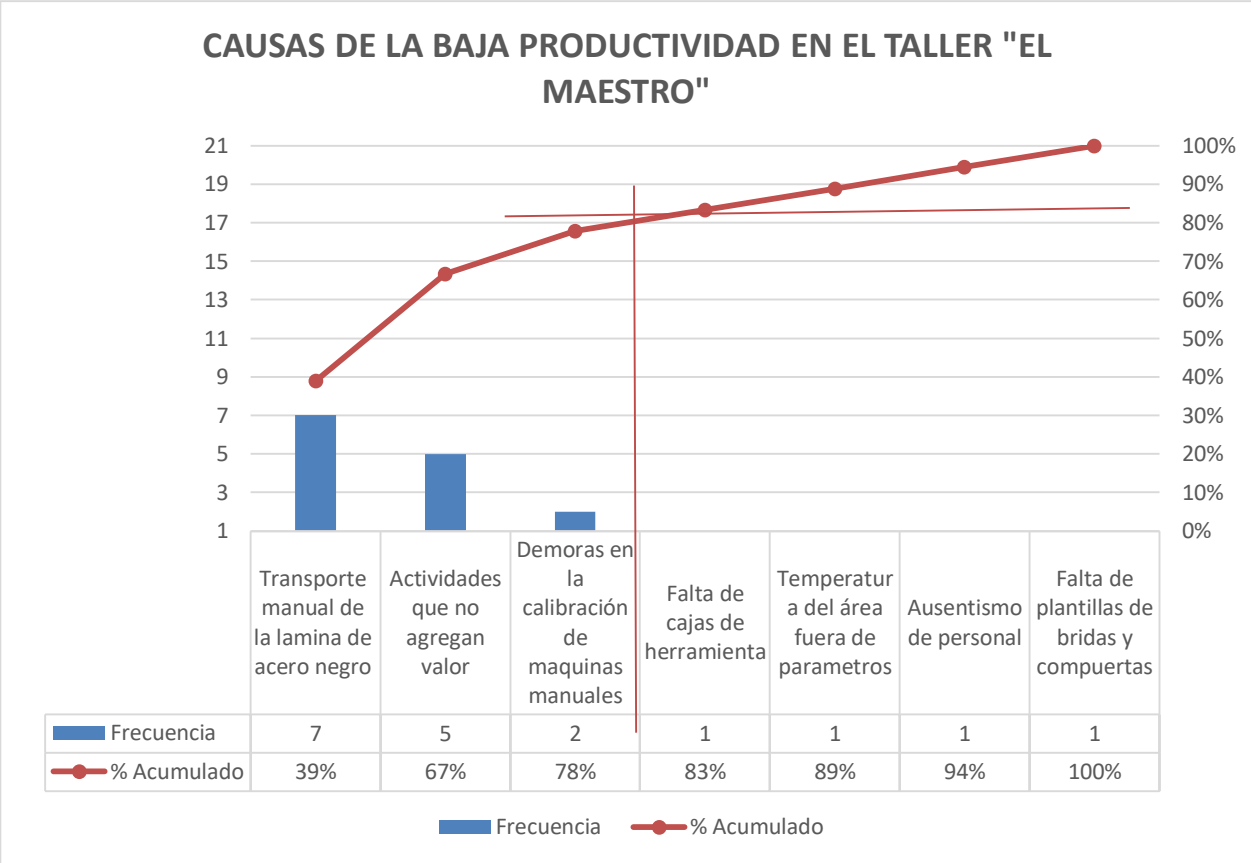
Tabla 3. Identificación de las actividades.

Problemática	Frecuencia	% Porcentaje	% Acumulado	Frecuencia acumulada
Transporte manual de la lámina de acero negro	7	39%	39%	7
Actividades que no agregan valor	5	28%	67%	12
Demoras en la calibración de máquinas manuales	2	11%	78%	14
Falta de cajas de herramienta	1	5.5%	83%	15
Temperatura del área fuera de parámetros	1	5.5%	89%	16
Ausentismo de personal	1	5.5%	94%	17

Falta de plantillas de bridas y compuertas	1	5.5%	100%	18
	18	100%		

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
 ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Gráfico 2. Diagrama de Pareto.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
 ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación:

El 20% de una baja productividad es provoca por el 80% de las causas que se encuentran en el proceso de fabricación de módulos en el taller “El Maestro” la cuales son:

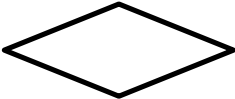
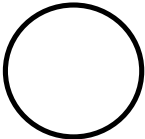
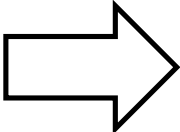
- 7 actividades en el transporte manual de la lámina de acero negro equivalen al 39% de la causa.
- 5 actividades que no agregan valor que es el 28%.
- 2 actividades en demoras de la Calibración de máquinas manuales que es del 11%.

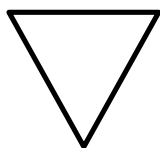
Estas actividades hay que darles mayor prioridad para mejorar en los procesos de la fabricación de los módulos del taller metal mecánico.

4.1.1.3. Diagrama de flujo de proceso.

Mediante un diagrama de flujo se observará y comprenderá los procesos, identificar áreas de mejora en el taller “El Maestro” para la fabricación de módulos de transporte de granos(maíz).

Tabla 4. Símbolos y descripción para el desarrollo de un diagrama de flujo.

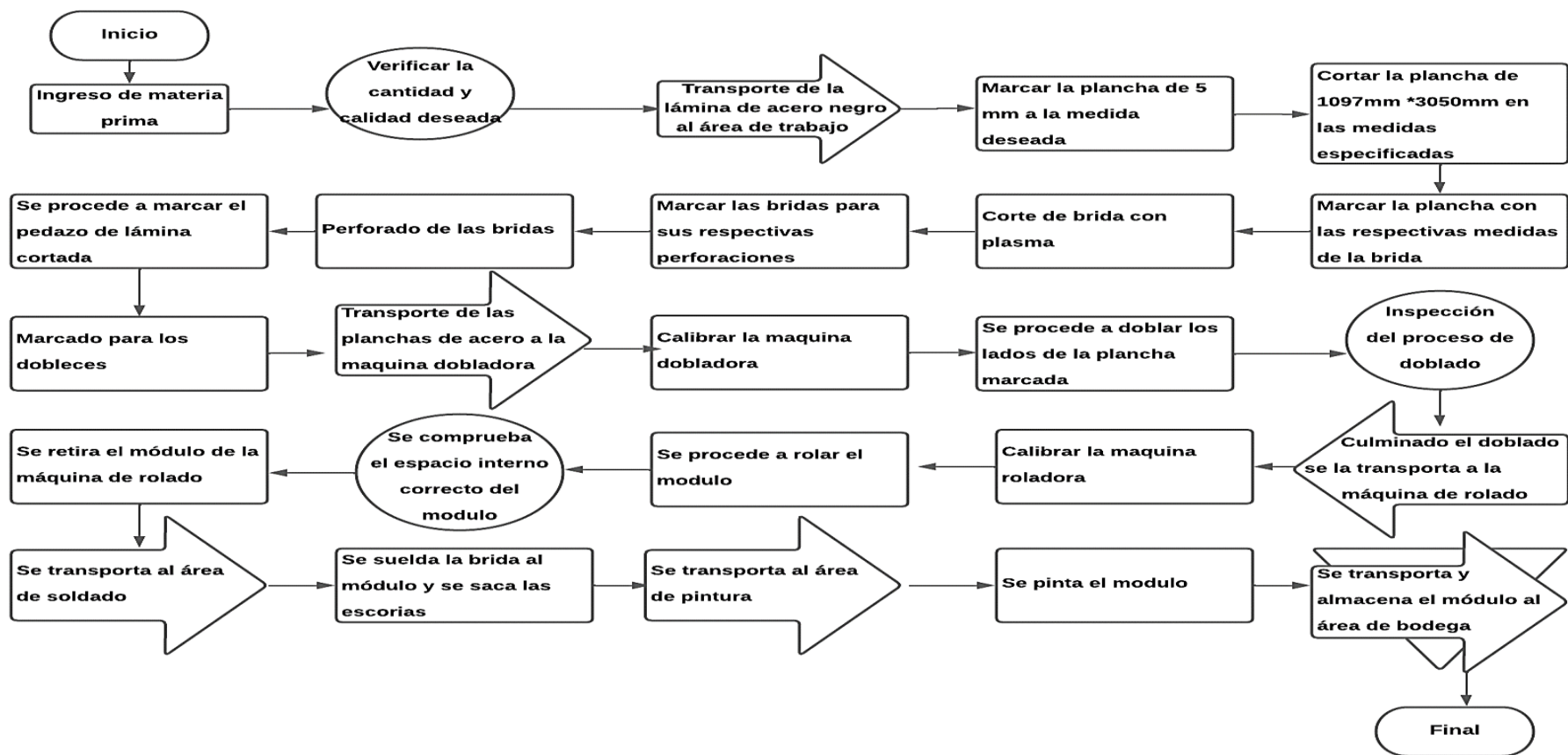
Símbolos	Descripción
	Inicio o término de un proceso
	Proceso. Describe actividades
	Indica una decisión
	Señala el momento en el que un proceso debe ser respaldado con un documento
	Apunta hacia dónde va el flujo del proceso
	Marca una inspección en espera de autorización
	Indica transporte



Señala el almacenamiento de archivos o documentos

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Ilustración 14. Diagrama de Flujo en el taller “El Maestro”.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: El diagrama representa el proceso de fabricación de módulos para el transporte de granos (maíz).

¿Cuál es el problema?

Se pudo visualizar en el diagrama de flujo que hay actividades repetitivas que no agregan valor generando así un proceso más largo para la fabricación de los módulos.

Son 4 actividades las cuales son:

Marcado de la plancha.

Marcado de las bridas para sus respectivas perforaciones.

Marcado del pedazo de lámina cortada.

Marcado para los dobleces.

4.1.1.4. *Layout del taller industrial “El Maestro”.*

Se constató la situación actual del taller, identificando cuáles son las máquinas, equipos y herramientas que se encuentran dentro del área de producción de la empresa y las actividades que realizan.

Con la elaboración del Layout se analizó la distribución de la planta, cada uno de los elementos productivos de la empresa, las áreas que conforman; incluido las dimensiones de las áreas, superficie y altura.

The floor plan shows a rectangular workshop layout with the following dimensions and functional areas:

- Overall Dimensions:** 30M (width) x 5.70M (depth).
- Top Section (Left to Right):**
 - RECEPCIÓN DE MATERIALES (2.65M x 2.25M)
 - PRENSA HIDRÁULICA (1.67M x 2.25M)
 - ÁREA DE SOLDADO (1.5M x 2.25M)
 - ESMERIL (0.60M x 2.25M)
 - ÁREA DE SOLDADO (1.5M x 2.25M)
 - MESA DE TRABAJO (1.5M x 2.25M)
 - ÁREA DE DOBLAJE DE TUBOS (2.23M x 2.25M)
 - DEPOSITO DE MATERIAL A RECICLAR (1.53M x 2.25M)
- Bottom Section (Left to Right):**
 - CASILLEROS (3.36M x 2.25M)
 - TORNO (2.88M x 2.25M)
 - ÁREA DE SOLDADO (1.45M x 2.25M)
 - MESA DE TRABAJO (0.97M x 2.25M)
 - ÁREA DE SOLDADO (1.42M x 2.25M)
 - BAÑO (1.42M x 2.25M)
 - ANaqueL DE PINTURAS (1.42M x 2.25M)
- Right Section:**
 - PASILLO DE BODEGA (5.70M x 2.25M)
 - BODEGA (3.54M x 2.25M) with ALMACÉN DE REPUESTOS and ARCHIVADOR.
 - OFICINA (3.30M x 2.25M)
 - BAÑO (2.22M x 2.25M)
- Flow Path (Red Line):**
 - Starts at the entrance (left).
 - Moves right through the RECEPCIÓN DE MATERIALES.
 - Turns down the left side, passing the TORNO.
 - Turns right, passing the MESA DE TRABAJO and ÁREA DE SOLDADO.
 - Turns right again, passing the BAÑO and ANaqueL DE PINTURAS.
 - Turns right, passing the OFICINA.
 - Ends at the PASILLO DE BODEGA.

Interpretación: El plano representa la distribución de las diferentes áreas de trabajo o procesos en el taller metal mecánico “El maestro”.

Ilustración 16. Tol negro.

TABLA: TOL NEGRO

1.22 x 2.44 mtrs		1.22 x 2.44 mtrs	
Tol frío Denominación	Peso (kg)	Tol caliente Denominación	Peso (kg)
* 1/40	10.52	1.9mm	43.58
* 1/32	18.36	2mm	48.74
* 1/25	21.03	2.5mm	58.42
* 1/20	25.71	3mm	70.11
* 1/16	32.72	4mm	93.48
		5mm	116.85
		6mm	140.22
		8mm	188.98
		10mm	233.70
		12mm	280.44
		15mm	350.55
Tol perforado			
Denominación (mm)	Peso (kg)		
e=0.7 x Ø 6	7.68		
Formato: 2.00 x 1.00m			

* Medidas disponible en tol de segunda

NORMA: NTE INEN 115

NORMA: NTE INEN 115

* Medidas disponible en tol de segunda

FUENTE: (Nano, 2018).

¿Cuál es el problema?

Problema: La imagen nos permite observar que la plancha de acero negro que se utiliza en el taller es de 5 mm y este tiene un equivalente en su peso de 116.85 kg, el problema consiste en que los operarios al momento de la llegada de las láminas de aceros tienen que cargar una plancha y media, estos no tienen una herramienta para transportar dicho material lo cual les cuesta trasladar por área de proceso ya que lo hacen manualmente 2 operarios que se encargan del proceso de fabricación de módulos estos piden la ayuda de 2 operarios más para el traslado del material, pausando el trabajo de estos operarios y atrasando otros trabajos ya planificados por lo tanto genera costo adicional, el peso de las láminas también podría influir negativamente en la parte ergonómica o la salud profesional y les costara llegar a la distancia que queda en cada área de trabajo para el debido proceso de fabricación de los módulos lo cual esto interviene negativamente en el tiempo de proceso.

4.1.1.5. Cursograma.

Los procedimientos del taller podrán ser mostrados gráficamente a través de esta herramienta, permitiendo su análisis y la detección de errores, repeticiones o retrasos innecesarios.

Tabla 5. Cursograma.

TALLER INDUSTRIAL “EL MAESTRO”									
CURSOGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MÓDULOS DE TRANSPORTES PARA GRANOS									
Ubicación: Taller Industrial “EL MAESTRO”			Operario / Material / Equipo						
			Resumen:						
Operador:			Evento						
Actividad: Proceso de fabricación de módulos de transportes para granos. 			Operación ○						
			Transporte ➡						
			Espera. D						
			Inspección □						
			Almacenaje. ▽						
			Distancia (m)		61 m				
Tiempo (minutos)		402 min							
DESCRIPCIÓN		Símbolos					Tiempo o (min)	Dist (m)	Observaciones
		○	➡	D	□	▽			
Ingreso de materia prima			●				5min	2m	Los 2 operarios encargados del proceso de los módulos piden la ayuda de 2 operarios más para descargar el material estos la ingresan al área de producción manualmente.

Tabla 5. *A continuación.*

Verificar la cantidad y calidad deseada						2min		
Transporte de la lámina de acero negro al área de trabajo						2min	10m	Los 2 operarios a cargo del proceso de fabricación del módulo piden la ayuda de 2 operarios más para cargar las láminas hacia la siguiente área.
Marcar la plancha de 5 mm a la medida deseada						5 min		
Cortar la plancha de 1097mm *3050 mm en las medidas especificadas						15min		
Marcar la plancha con las respectivas medidas de la brida						20min		Repiten proceso de marcado, no agrega valor.
Corte de brida con plasma						35min		
Marcar las bridas para sus respectivas perforaciones						5min		Repiten proceso de marcado, no agrega valor.
Perforado de las bridas						5min		

Tabla 5. A continuación.

Se procede a marcar el pedazo de lámina cortada	●					4min		Repiten proceso de marcado, no agrega valor y se pierde tiempo.
Marcado para los dobleces	●					5min		Repiten proceso de marcado se pierde tiempo, no agrega valor.
Transporte de las planchas de acero a la máquina dobladora		●				3min	5m	Trasladan manualmente los 4 operarios las planchas de acero esto genera pausas en las actividades que realizan los otros operarios.
Calibrar la máquina dobladora			●			4min		Esta actividad no agrega valor ya que el proceso queda en espera mientras se calibra la máquina.
Se procede a doblar los lados de la plancha marcada	●					20min		
Inspección del proceso de doblado				●		3min		
Culminado el doblado se la transporta a la máquina de rolado		●				5min	8m	La transporta los operarios a la siguiente área siguen utilizando la ayuda de 2 operarios más.
Calibrar la máquina roladora			●			4min		Esta actividad no agrega valor ya que el proceso queda en espera mientras se calibra la máquina.
Se procede a rolar el módulo	●					60min		

Tabla 5. A continuación.

Se comprueba el espacio interno correcto del módulo						10min		
Se retira el módulo de la máquina de rolado						5min	6m	
Se transporte al área de soldado						5min	6m	La transporta los operarios a la siguiente área siguen utilizando la ayuda de 2 operarios más.
Se suelda la brida al módulo y se saca las escorias						9min		Se lleva mucho tiempo en esta operación, ya que la realiza un solo operario y el otro operario realiza actividades que no agregan valor.
Se transporta al área de pintura						5min	10m	Se sigue utilizando la ayuda de 2 operarios más para el transporte del producto.
Se pinta el modulo						30min		
Se transporta y almacena el módulo al área de bodega						5min	14m	También la transporta entre 4 operarios y a la vez interfiriendo en las actividades de esos operarios que colaboran en el proceso.
Total	13	7	2	3	1	407min	61m	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos del cursograma.

ACTIVIDADES		
Número de actividades y su símbolo	Observaciones	Tiempo
○ = 13	a. Actividades repetitivas en el marcado y corte de la plancha de acero negro. b. Operario #1 suelda el módulo a la brida y saca las escorias mientras tanto el otro operario hace actividades que no agregan valor o no ayuda en esta actividad que lleva mayor tiempo.	349 min
⇒ = 7	a. Operarios descargan y trasladan material o producto manualmente. b. Operarios interrumpe las actividades de los otros operarios para el traslado de material o producto manualmente.	30 min
D = 2	a. Se lleva tiempo en la calibración de las máquinas roladora y dobladora estas actividades dejan en espera el proceso para la fabricación de módulo	8 min
□ = 3	-Sin novedad-	12 min
▽ = 1	a. Operarios interrumpe las actividades de los otros operarios para el traslado del producto manualmente a la bodega.	3 min
Tiempo total=		402 min

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: El tiempo total del proceso para la realización de los módulos de transporte para granos actualmente es de 402 min (6.7 h) mediante la herramienta aplicada se obtuvo un problema en particular lo cual es:

- El transporte de materiales causa retrasos para los trabajadores al tener que mover láminas de acero a través de las áreas del proceso, lo que puede tener consecuencias negativas en la ergonomía y salud del trabajador a largo plazo. Los operarios #1 y #2 encargados del proceso de fabricación de módulos interrumpen el trabajo de los operarios #3 y #4, lo que significa que el dueño

debe pagar por los 30 minutos que estos últimos emplean en pausar sus actividades y retrasar otros trabajos planificados. Esto genera un costo adicional para la empresa, ya que el pago diario para los trabajadores del taller es de \$25, lo que se traduce en \$50 para ambos operarios. Por hora, el costo es de \$3.12. Los operarios #3 y #4 emplean 30 minutos en trasladar el material, lo que significa que el dueño debe pagar \$1.56 a cada uno por el tiempo que dedican a esta tarea. Sin embargo, el retraso en la finalización del trabajo de los operarios #3 y #4 significa que el contratista tendrá que pagar \$50 por otro día de trabajo, lo que tendrá un impacto negativo a largo plazo en la empresa.

4.2. Resultado del objetivo 2

4.2.1. *Desarrollo de las estrategias SMED para el taller metal mecánico el maestro.*

Una vez realizado el análisis del estado actual e identificar los problemas que se han encontrado se dio paso al resultado 2 donde se desarrolló las estrategias del SMED las cuáles son las siguientes:

4.2.1.1. *Separar actividades internas, externas.*

Se clasificará las tareas en dos categorías que se definen consistentemente:

Internas: tareas relacionadas con la máquina mientras está parado (o a velocidad reducida).

Externas: Tareas relacionadas con la máquina cuando está en movimiento (produciendo velocidad regular).

Tabla 7. Separación de actividades internas y externas.

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DE MÁQUINAS				
Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)	CATEGORÍA	
			Interna	Externa
1	Ingreso de materia prima	5 min	X	
2	Verificar la cantidad y calidad deseada	2 min	X	
3	Transporte de la lámina de acero negro	2 min	X	
4	Marcar la plancha de 5 mm a la medida deseada	5 min	X	
5	Cortar la plancha de 1097mm*3050 mm	15 min		X
6	Marcar la plancha con las respectivas medidas para las bridas	20 min	X	
7	Corte de brida con plasma	35 min		X
8	Marcar las bridas para sus respectivas perforaciones	15 min	X	
9	Perforado de las bridas	45 min		X
10	Se procede a marcar el pedazo de lámina cortada	4 min	X	
11	Marcado para las bridas	5 min	X	
12	Transporte de las planchas de acero a la máquina dobladora	3 min	X	
13	Calibrar la máquina dobladora	4 min	X	
14	Se procede a doblar los lados de la plancha marcada	20 min	X	
15	Inspección del proceso de doblado	3 min	X	
16	Culminado el doblado se la transporta a la máquina de rolado	5 min	X	
17	Calibrar la maquina roladora	4 min	X	
18	Se procede a rolar el módulo	60 min	X	
19	Se comprueba el espacio interno correcto del modulo	10 min	X	
20	Se retira el módulo de la máquina de rolado	5 min	X	

Tabla 7. *A continuación.*

21	Se transporta al área de soldado	5 min	X	
22	Se suelda la brida al módulo y se saca las escorias	90 min		X
23	Se transporta al área de pintura	5 min	X	
24	Se pinta el módulo	30 min		X
25	Se almacena el módulo al área de bodega	5 min	X	
TIEMPO TOTAL:		402 min	187 min	215 min

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Tabla 8. *Resumen de la separación de actividades internas a externas.*

Resumen de la separación de actividades internas a externas			
Actividades	Número de actividades	Tiempo (min)	Tiempo (h)
Internas	20	187 min	3.10 h
Externas	5	215 min	3.58 h
Total	25	402 min	6.7 h

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Se obtuvieron un total de 20 actividades internas y el tiempo total es de 187 minutos mientras que en las actividades externas es de 5 actividades y el tiempo total es de 215 min lo cual sumando estos dos tiempos obtenemos 402 minutos.

4.2.1.2. Convertir actividades internas en externas.

Las tareas fueron clasificadas; ahora se necesita analizar las actividades internas más a fondo.

La cuestión es:

¿Estas tareas internas se pueden completar mientras el proceso aún se ejecuta normalmente?

Tabla 9. Convertir actividades internas a externas.

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DE MÁQUINAS				
Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)	CATEGORÍA	
			Interna	Externa
1	Ingreso de materia prima	5 min	X	
2	Verificar la cantidad y calidad deseada	2 min	X	
3	Transporte de la lámina de acero negro	2 min		X
4	Marcar la plancha de 5 mm a la medida deseada	5 min		X
5	Cortar la plancha de 1097mm*3050 mm	15 min		X
6	Marcar la plancha con las respectivas medidas para las bridas	20 min		X
7	Corte de brida con plasma	35 min		X
8	Marcar las bridas para sus respectivas perforaciones	15 min		X
9	Perforado de las bridas	45 min		X
10	Se procede a marcar el pedazo de lámina cortada	4 min	X	
11	Marcado para las bridas	5 min	X	
12	Transporte de las planchas de acero a la máquina dobladora	3 min	X	
13	Calibrar la máquina dobladora	4 min	X	
14	Se procede a doblar los lados de la plancha marcada	20 min	X	
15	Inspección del proceso de doblado	3 min	X	
16	Culminado el doblado se la transporta a la máquina de rolado	5 min	X	
17	Calibrar la máquina roladora	4 min	X	
18	Se procede a rolar el módulo	60 min	X	
19	Se comprueba el espacio interno correcto del modulo	10 min	X	
20	Se retira el módulo de la máquina de rolado	5 min	X	

Tabla 9. *A continuación.*

21	Se transporta al área de soldado	5 min		X
22	Se suelda la brida al módulo y se saca las escorias	90 min		X
23	Se transporta al área de pintura	5 min	X	
24	Se pinta el módulo	30 min		X
25	Se almacena el módulo al área de bodega	5 min	X	
TIEMPO TOTAL:		402 min	140 min	262 min

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Tabla 10. *Resumen de convertir actividades internas a externas.*

Resumen de Convertir las actividades internas a externas			
Actividades	Número de actividades	Tiempo (min)	Tiempo (h)
Internas	15	140 min	2.33 h
Externas	10	262 min	4.36 h
Total	25	402 min	6.7 h

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Anteriormente en la separación de actividades internas y externas las actividades internas se obtuvo una cantidad de 20 actividades con un tiempo total de 187 min, mientras que en las actividades externas se obtuvo 5 actividades con un tiempo total de 215 min, con la siguiente estrategia que es convertir actividades internas a externas se obtuvieron 15 actividades internas ya que se redujeron 5 actividades y el tiempo total disminuyó a 140 min mientras que en las actividades externas anteriormente eran 5 actividades y con la conversión de actividades paso a 10 actividades con un tiempo total de 262 min esto aumento y el total sería de 402 min.

4.2.1.3. Actividades que pasaron de lo interno a externo son:

Tabla 11. Descripción del cambio de actividades internas a externas.

Actividades internas que pasaron a externa	¿Por qué?
Transporte de la lámina de acero negro.	Porque al momento de transportar el material se puede mantener la cortadora encendida para no perder tiempo y pasar a la siguiente operación.
Marcar la plancha de 5 mm a la medida deseada.	Al dejar la máquina encendida mientras el operario termina de marcar puede pasar directamente a la maquina y realizar el corte de la lámina de acero sin tener que esperar a encenderlo.
Marcar la plancha con las respectivas medidas para las bridas.	Como la explicación anterior esta actividad de marcado mientras tengo la máquina encendida me permite realizar directamente la operación de corte en este caso la máquina de plasma.
Marcar las bridas para sus respectivas perforaciones.	Se repite el proceso como las actividades anteriores mientras tengo la máquina encendida me permite realizar directamente la operación de perforar las bridas en este caso con la máquina de taladro pedestal.
Se transporta al área de soldado.	Se mantiene la máquina soldadora encendida para no perder tiempo y poder soldar la brida al módulo.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

4.2.1.4. Reducción de las actividades internas y externas.

Las actividades se examinan minuciosamente con el objetivo de dividir las en operaciones básicas (es decir, hacerlas lo más pequeñas y sencillas posible) y luego optimizarlas. Se Aplico nuevamente un cursograma para ver los resultados de la reducción de actividades tanto internas como externas en que punto ha mejorado las operaciones para la realización del módulo de grano para maíz.

Tabla 12. Cursograma optimizado.

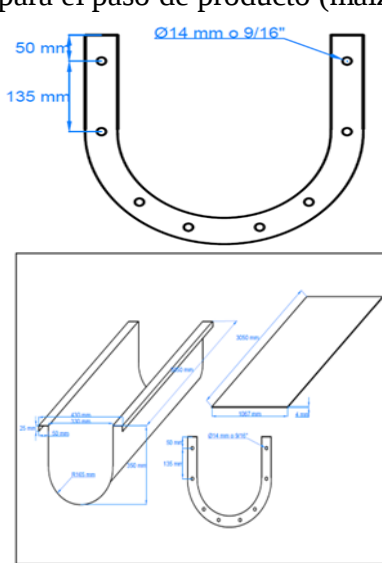
Taller Industrial “El Maestro”						
Diagrama De Recorrido Del Proceso De Construcción De Módulos Para El Paso De Producto (Maíz)						
Ubicación: Taller Industrial “El Maestro”		Operario / Material / Equipo				
Operador:		Resum en: Evento				
Actividad: Proceso de construcción de módulos para el paso de producto (maíz) 		Operación: ○ Transporte: ➡ Espera: D Inspección: □ Almacenaje: ▽				
		Distancia (m)	55 m			
		Tiempo (min)	287 min			
Actividades	Símbolo					Observación
	○	➡	D	□	▽	
Ingreso de materia prima		●				Se descarga el material y traslada área de proceso con la ayuda de la carretilla de carga ya no necesitan 2 operarios más para realizar esta actividad y se reduce el tiempo de operación.
Verificación de cantidad y calidad de materia prima				●		
Transporte de la plancha de acero		●				

Tabla 12. *A continuación.*

Marcado de la plancha de acero	●					17min		Realizan un solo marcado a la plancha con las medidas a cortar de 1097 x 3050 mm y marcado de bordes donde van los dobleces en los extremos para ahorrar tiempo.
Corte de plancha de acero	●					15min		
Corte de brida con plasma	●					35min		
Perforación de las bridas	●					45min		
Transporte de la plancha a la maquina dobladora	●					1min	5m	Transporta la plancha cortada a la maquina dobladora con la ayuda de la carretilla de carga no necesitan la ayuda de 2 operarios más se reduce el tiempo.
Doblado de la plancha de acero	●					20min		Se dejó calibrado la maquina dobladora un día antes para seguir con el proceso de doblado de la plancha de acero se mejoró el tiempo.
Inspección del proceso de doblado					●	3min		
Transporte de lámina doblada a máquina roladora					●	1min	8m	Se Transporta la plancha ya doblada a la maquina dobladora con la ayuda de la carretilla de carga no se necesita la ayuda de 2 operarios más se reduce el tiempo.

Tabla 12. *A continuación.*

Rolado de la plancha	●					60min		Se dejó calibrado la maquina roladora un día antes para seguir con el proceso de manera óptima en el rolado de la plancha.
Se comprueba el espacio interno correcto del modulo				●		10min		
Se retira el módulo de la máquina de rolado	●					5min		
Transporte del módulo al área de soldado		●				1min	6m	Se transporta el módulo al área de soldadura para seguir con el proceso de fabricación no se necesita la ayuda de 2 operarios más.
Soldado de bridas al módulo y sacado de escoria	●					75min		El operador 1 suelda la brida en un extremo del módulo a pasar a soldar el segundo módulo en el otro extremo el operador 2 sigue sacando las pequeñas escorias se reduce tiempo en esta actividad.
Transporte de modulo al área de pintura		●				1min	10m	Se transporta el módulo ya fabricado al área de pintura con la ayuda de la carretilla de carga no se necesita la ayuda de 2 operarios más.
Proceso de fondeado y pintura	●					30min		

Tabla 12. *A continuación.*

Transporte de modulo a bodega			1min	14m	Se transporta el módulo ya pintado al área de bodega con la ayuda de la carretilla de carga no se necesita la ayuda de 2 operarios más.			
Total	9	7	0	3	1	329min	55m	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Tabla 13. *Resumen de los resultados obtenidos del cursograma optimizado.*

ACTIVIDADES		
Número de actividades y su símbolo	Observaciones	Tiempo
 = 9	a) Se redujo la repetición de actividades que no agregaban valor como el marcado del material para corte, perforado y dobleces ya que este marcado se repetía 4 veces y se llevaba un tiempo total de 49 min, para mejorarla se hizo un solo marcado para no repetir esta acción y realizar un solo corte, perforado y doblado esto se redujo de 49 min a 17 min. b) Se añadió al operario #2 que no agregaba valor para que colabore o trabaje en conjunto en la actividad del operario #1 mientras el operario #1 suelda el módulo a la brida el operario #2 saca las escorias, realizando esto redujo el tiempo de 90 min a 75 min se ahorró 15 min.	302 min

Tabla 13. *A continuación.*

 = 7	a) Se propuso una herramienta carretilla para el transporte de material o producto y así no necesitar la ayuda de 2 operarios más ahorrando costos a la vez que esta herramienta de la carretilla ayudaría positivamente en la mejora de tiempo y salud ergonómica de los trabajadores por el peso de la lámina de acero negro o el módulo finalizado antes de la utilización de la carretilla tenía un tiempo de 30 min ahora con la utilización de la carretilla se obtuvo 9 min ha mejorado considerablemente.	9 min
 = 0	a) Se dejó calibrado un día antes del proceso las máquinas manuales que son la roladora y la dobladora ya que al calibrarla al momento de seguir con el proceso estas 2 máquinas se demoran 4 minutos cada una lo cual son 8 minutos, eliminando estas actividades se redujo el tiempo en el proceso de fabricación.	0
 = 3	Sin novedad	15 min
 = 1	Sin novedad	1 min
Tiempo total =		329 min

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Hubo cambios en los procesos se redujeron y mejoraron actividades, se propuso una nueva herramienta para el transporte de las láminas de acero negro a las diferentes áreas que es una carretilla y como resultado a estos cambios se pudo optimizar considerablemente el proceso y mejoro el tiempo de 402 min (6.7h) a 329 min (5.48 h) se ha ahorrado 73 min (1.21 h) en el proceso de fabricación de módulos para granos.

Cambios en las actividades.

Ciertas actividades se les dio énfasis para mejorar el tiempo de producción las cuales son:

1. En el descargue y el transporte material en las diferentes áreas ya que este material que es la lámina de acero negro es de 5 mm con un peso de 116.85 kg y los operarios #1 y #2 encargados en la realización del proceso de construcción de módulos para el paso del maíz tiene que pedir ayuda a los operarios #3 y #4 para poder llevarlo generando costos adicionales en el tiempo que se los está ocupando y atrasando sus actividades y trabajos planificados lo cual el contratista tendría que pagar otro día más de trabajo.

¿Qué se hizo para optimizar?

Se hizo una propuesta de mejora en la obtención de una carretilla, esta permite tanto llevar el material y herramientas de trabajo lo cual esta carretilla sería de gran utilidad en el taller ya que optimizaría el tiempo de manera beneficiosa en la realización de los módulos u otras actividades, no habría mayores esfuerzos y daños ergonómicos en los colaboradores a la vez que también no se necesitaría el apoyo de otros operarios para transportar el material o el producto finalizado ahorrando así gastos y no pausando sus actividades.

Ilustración 17. *Propuesta de carretilla.*



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Tabla 14. *Costo- beneficio de la carretilla.*

Costo	Beneficio	Ganancias
La carretilla tiene un precio de \$165.99.	- Ahorrar tiempo en el transporte del material en el debido proceso por cada área de trabajo. - Evita lesiones ergonómicas o profesionales. - Evita pagar más mano de obra - Evita horas extras. - Cumplir el proceso en menos tiempo y dejar en orden y limpieza el área de trabajo. - El taller metalmecánico realiza trabajos de mantenimiento y construcción en diferentes áreas, y recibe encargos de varias industrias privadas. Si cumplen con sus tareas de manera eficiente y rápida, se les asignarán más trabajos, lo que aumentará la demanda laboral y los ingresos monetarios del taller. Además, podrán diversificar su presencia en el mercado y atraer a más clientes potenciales.	- Ganancia monetaria por entrega de producto en menos tiempo. - Se ahorra en gastos médicos por lesiones en horas de trabajos. - Se trabaja por horas de trabajo ya que los operarios ganan \$3.12 la hora, entre menos horas de trabajo hagan el dueño o contratista paga menos mano obra y obtiene más ganancia.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

¿Cómo podría recuperarse lo invertido?

En este proceso de fabricación de módulos la empresa se demora aproximadamente un día de trabajo 402 min (6.7h).

Se logró optimizar el proceso de fabricación de módulos, reduciendo el tiempo requerido a 329 minutos (5.48 horas). Debido a esta mejora, el contratista no tendría que pagar por las 2.52 horas restantes de trabajo, lo que se traduciría en un ahorro de \$15.6 para los dos operarios involucrados. Como los operarios ganan \$3.12 por hora, el contratista no tendría que pagar \$7.86 por cada operario por las 2.52 horas que no se utilizarían. En este caso, como hay dos operarios, el ahorro total sería de \$15.6.

Tabla 15. *Recuperación de lo invertido en la utilización de la carretilla.*

Recuperación a corto plazo por la inversión de la carretilla

Si se realizan 1 modulo al día entonces la recuperación será:

Números de módulos*ahorro mano de obra = $5 * \$15.6 = \78 para la primera semana

En 3 semanas serian 15 módulos = $15 * \$15.6 = \234

La inversión de la carretilla es de \$165.99

Entonces:

Se recuperaría a la 3 semana con 15 módulos

$\$234 - \$165.99 = 68.01\$$ el tiempo de retorno de inversión seria a partir de la 3 semana.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

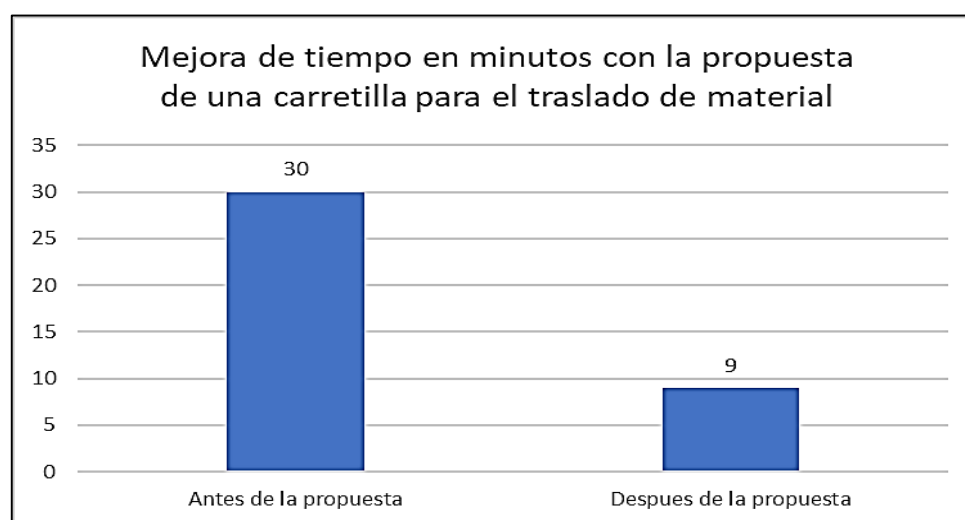
Tabla 16. Resumen del tiempo de traslado con la carretilla.

Mejora en el tiempo con la propuesta de implementación de la carretilla		
Actividades	Antes de la utilización de la carretilla	Después de la utilización de la carretilla
Ingreso de la materia prima	5 min	3 min
Transporte de la lámina de acero negro al área de trabajo	2 min	1 min
Transporte de las planchas de acero a la maquina dobladora	3 min	1 min
Transporte de lámina doblada a máquina roladora	5 min	1 min
Se transporte al área de soldado	5 min	1 min
Se transporta al área de pintura	5 min	1 min
Se transporta y almacena el módulo al área de bodega	5 min	1 min
Total	30 min	9 min

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Gráfico 3. Resultados en el tiempo de antes y después de la implementación de la carretilla.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Mejoró considerablemente el tiempo de transporte del material con la carretilla propuesta.

2. Se traslada el material al área de trabajo se procedía marcar la plancha de acero negro para cortarla luego de cortarla se marcaba las medidas de los extremos para los dobleces o doblados, también se marcaban para las bridas y el marcado para las perforaciones y así se repetía este proceso la cual se perdía tiempo en esta actividad y se llevaba a cabo 49 minutos en esta operación.

¿Qué se hizo para optimizar?

Se hizo un solo marcado en la lámina de acero negro haciendo esto se redujo a 17 minutos la operación. Se unificó el proceso de marcado 4 en 1 para optimizar el tiempo productivo las cuales son:

- Marcado de la plancha.
- Marcado de las bridas para sus respectivas perforaciones.
- Marcado del pedazo de lámina cortada.
- Marcado para los dobleces.

3. Calibraban las máquinas manuales el mismo día de proceso lo cual se llevaba un tiempo de 4 minutos en esa actividad tanto en el calibrado de la máquina roladora como en la maquina dobladora lo cual era un tiempo de 8 minutos entre las 2.

¿Qué se hizo para optimizar?

Se dejó calibrado un día antes para no calibrar en el día que se va a procesar la lámina de acero en la fabricación de módulos y así eliminar estas actividades mejorando en el proceso del producto.

4. Otra actividad es que, en el proceso del desarrollo del módulo, el operario uno al momento de soldar también se encarga de seguir sacando las pequeñas escorias lo cual se demora más en esa actividad y el tiempo que se demoraba era de 90 min mientras suelda y saca las escorias, el segundo operario realiza actividades que no agregaban valor como pasar materiales o barrer.

¿Qué se hizo para optimizar?

El segundo operario se lo adiciono a la actividad del operario uno el cual mientras el suelda la primera brida en ese lapso de tiempo el segundo operario saca las escorias, entonces el primer operario puede terminar de soldar la segunda brida y ahorrarse 15 minutos en la actividad con la ayuda del segundo operario, esto se redujo el tiempo a 75 min.

4.2.1.5. Check list.

Mediante este Check list se dará seguimiento si se cumple o no los parámetros establecidos y controlar el cumplimiento de los procesos en el taller metal mecánico “EL MAESTRO”.

Lista de chequeo:

En la fabricación de módulos para el transporte de granos (maíz)

Tabla 17. Check list para el control continuo de los procesos.

Ítem/s inspeccionado/s:	Fecha:
Puntos chequeados: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Inspector:
1. Componentes usados	
¿Se hizo la utilización de la carretilla?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se poseen los registros de recepción y verificación del material?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Observaciones:	
2. Actividades realizadas	
¿Se siguieron los procedimientos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se usaron las revisiones vigentes de los procedimientos?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Se utilizó más operarios de lo indicado?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
3. Incidencias	
¿Producto final conforme?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Existe alguna incidencia relacionada?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Observaciones:	

Tabla 17. *A continuación.*

4. Tiempos de producción	
¿Existieron retrasos en la fabricación?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Hubo máquinas indisponibles?	☐ SI ☐ NO ☐ N/P
5. Entrega y logística	
¿Producto correctamente identificado?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
¿Producto conforme a las especificaciones del cliente?	☐ SI ☐ NO ☐ N/A
Observaciones	

NOTA: N/A = No aplicable. N/P = No presenciado.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Se aplicó un Check list para de esta forma continuar con el proceso de mejoramiento a través de un control continuo de los procesos y así asegurarse que las muchas tareas, actividades, comportamientos que deben seguirse para lograr los resultados de manera sistemática o satisfactoria.

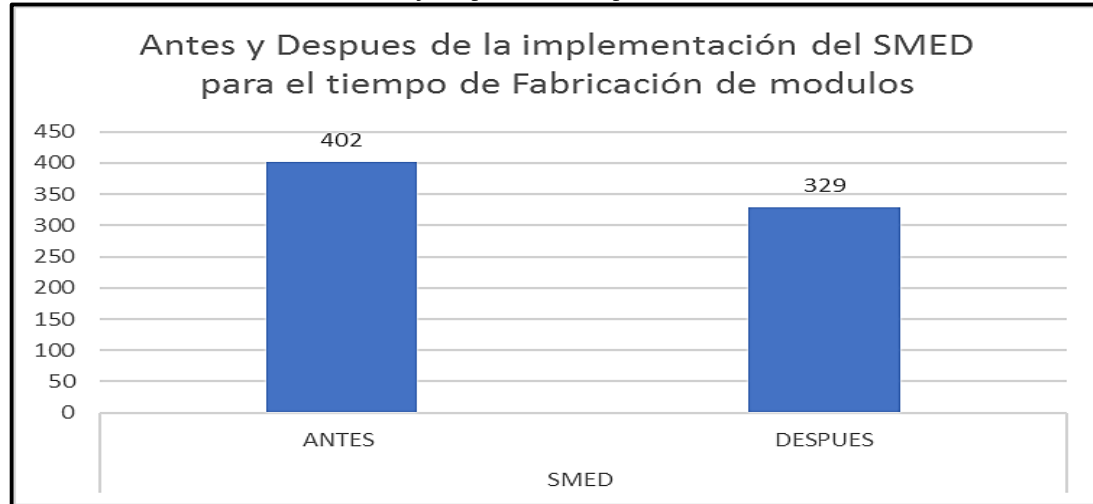
4.3. Resultado del objetivo 3

4.3.1. *Evaluar los resultados obtenidos en el desarrollo de la metodología SMED*

Se pudo evaluar los resultados obtenidos en el desarrollo de la metodología SMED mediante las estrategias y la aplicación de herramientas de ingeniería para la reducción de tiempos y mejora en la productividad.

4.3.1.1. Antes y después de la implementación del SMED para el tiempo de fabricación de los módulos.

Gráfico 4. Resultados obtenidos antes y después de la implementación del SMED.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Antes de la implementación del SMED en 402 min (6.7h) se realizaba un módulo de transporte para granos(maíz) ahora con la implementación del SMED en 329 min (5.48 h) se realiza un módulo de transporte para granos(maíz) se ahorró 73 min (1.21 h) en el proceso de fabricación de módulos.

4.3.1.2. Mejora en las actividades antes y después de la implementación del SMED.

Tabla 18. Mejora en las actividades antes y después de la implementación del SMED.

ACTIVIDADES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SMED	
ANTES	DESPUÉS
1.- El transporte de materiales causa retrasos para los trabajadores al tener que mover láminas de acero a través de las áreas del proceso, lo que puede tener consecuencias negativas en la ergonomía y salud del trabajador a largo plazo. Los operarios #1 y #2 encargados del proceso de fabricación de módulos interrumpen el trabajo de los	1.- Se propuso una carretilla para el transporte del material o producto esta mejora se optimizo en los procesos, tampoco tienen que interferir otros operarios se ahorra gastos y a la vez se cuida la salud de los trabajadores, el

operarios #3 y #4, lo que significa que el dueño debe pagar por los 30 minutos que estos últimos emplean en pausar sus actividades y retrasar otros trabajos planificados. Esto genera un costo adicional para la empresa, ya que el pago diario para los trabajadores del taller es de \$25, lo que se traduce en \$50 para ambos operarios. Por hora, el costo es de \$3.12. Los operarios #3 y #4 emplean 30 minutos en trasladar el material, lo que significa que el dueño debe pagar \$1.56 a cada uno por el tiempo que dedican a esta tarea. Sin embargo, el retraso en la finalización del trabajo de los operarios #3 y #4 significa que el contratista tendrá que pagar \$50 por otro día de trabajo, lo que tendrá un impacto negativo a largo plazo en la empresa.

2.-Realizaban muchas tareas repetitivas en la marcación, corte y perforación de la lámina esto también influía negativamente en el tiempo del proceso de fabricación de los módulos, el tiempo total era de 49 min en estas operaciones.

3.- Calibraban las maquinas manuales en el momento de procesar las láminas de acero, la roladora y la dobladora para su respectivo doblaje o rolado estas actividades se llevaban a cabo en un tiempo de 8 min.

4.- El operador #1 antes realizaba dos actividades, soldar las bridas al módulo y sacar las escorias esto le tomaba un tiempo de 90 minutos mientras que el operario #2 no agregaba valor realizaba otra actividad había una falta de colaboración.

tiempo se redujo considerablemente a un total de 9 minutos.

2.- Se realizo un solo marcado en la lámina de acero negro haciendo esto se redujo a 17 minutos la operación.

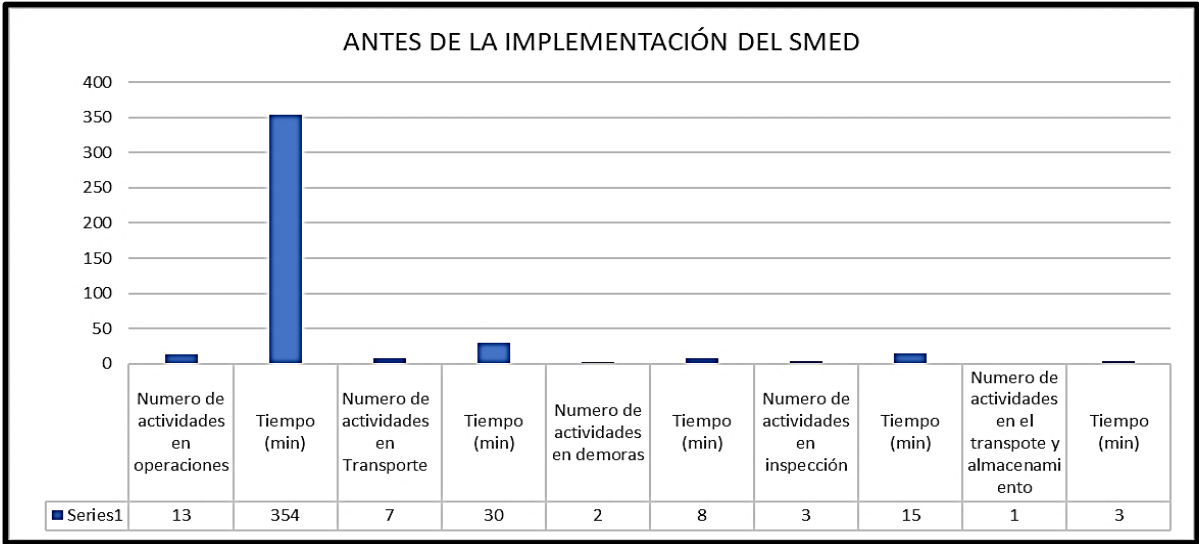
3.- Se dejó calibrando las máquinas manuales, roladora y dobladora un día antes del proceso para optimizar tiempo.

4.- Ahora el operador #2 trabaja conjuntamente con el operador #1 mientras que el operador #1 suelda el operador #2 saca las escorias se redujo el tiempo a 75 min.

Interpretación: Se mejoraron los procesos hubo reducción y mejoras en las actividades, mejoro los tiempos de fabricación de los módulos.

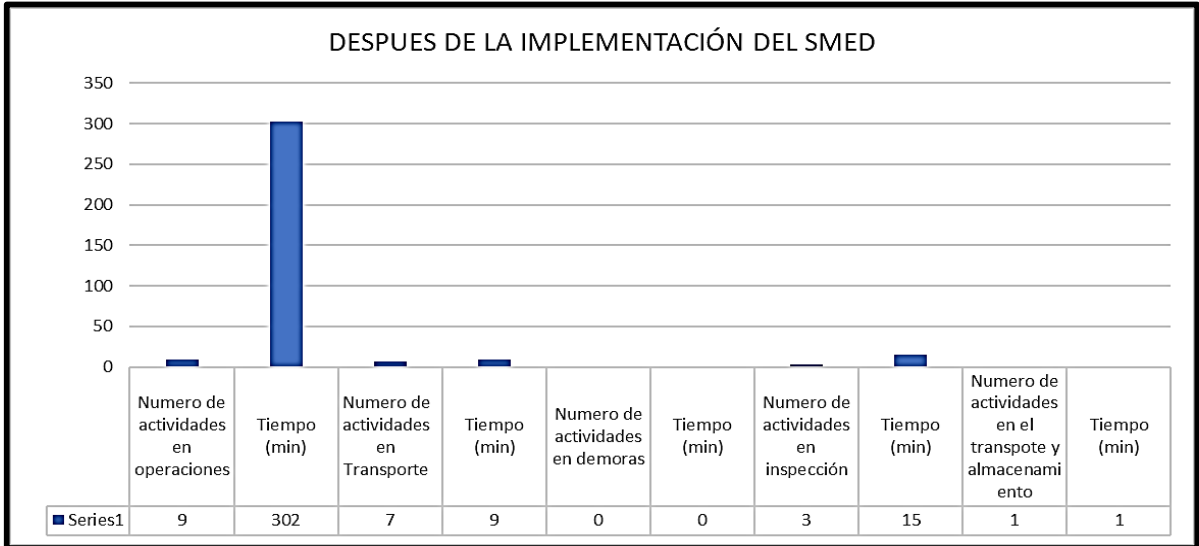
4.3.1.3. Reducción de actividades y mejoras en los tiempos antes y después de la implementación del SMED.

Gráfico 5. Actividades antes de la implementación del SMED.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Gráfico 6. Actividades después de la implementación del SMED.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

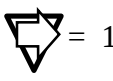
Interpretación: Se mejoró y redujo considerablemente actividades en la implementación del SMED.

A continuación, se presenta una tabla donde se describe de manera sistemática los resultados obtenidos:

Tabla 19. *Resumen de la reducción y mejora en las actividades antes y después del SMED.*

REDUCCIÓN Y MEJORA EN LAS ACTIVIDADES CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED				
Número de actividades y su símbolo, antes de la implementación del SMED	Tiempo	Número de actividades y su símbolo, después de la implementación del SMED	Tiempo	Observaciones
 = 13	354 min	 = 9	302 min	a) Se dio énfasis a actividades que no agregan valor, mejorándolas en el trayecto de la investigación, reduciendo así considerablemente las operaciones y el tiempo.
 = 7	30 min	 = 7	9 min	a) Se propuso la implementación de una carretilla para el transporte de material optimizando los tiempos de traslado y reduciendo la intervención de operarios.

Tabla 19. A continuación.

 = 2	8 min	 = 0	0	a) Se dejó calibrado las maquinas manuales, la roladora y dobladora un día antes de proceso para mejorar el proceso de producción en la elaboración de los módulos.
 = 3	12 min	 = 3	15 min	a) Estas actividades de inspección no se dio énfasis por su importancia en el proceso ya que si agregan valor.
 = 1	3 min	 = 1	1 min	a) El almacenaje del producto final se redujo el tiempo por el transporte con la carretilla.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Se simplificaron las tareas y se logró una reducción en el tiempo de producción de los componentes.

4.3.1.4. Mejora en la productividad.

Se utilizará las siguientes fórmulas que nos permitirá evaluar la productividad del taller “EL MAESTRO” en la fabricación de módulos para el transporte de granos de maíz estas fórmulas son:

Tabla 20. Mejora de la productividad.

FORMULA	¿QUÉ NOS PERMITE?
Productividad $\text{Product\%} = \frac{\text{cantidad de productos}}{\text{horas de trabajo}} \times 100$	Mediante la fórmula de productividad mediremos el porcentaje actual y propuesto del Taller “El Maestro”.
Productividad de un solo factor $\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{horas-hombre requeridas}}$	La fórmula de productividad de un solo factor nos permite medir la eficiencia del uso de un solo factor de producción en un proceso productivo determinado.
Variación porcentual $\Delta\% = \frac{P.p - P.a}{P.a} \times 100$	La fórmula de variación porcentual es una herramienta que nos permite calcular el porcentaje de cambio entre dos valores o cifras.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Mediante la utilización de estas fórmulas podemos evaluar la productividad del taller con el fin de poder obtener nuestros resultados y comparar el antes y después de la implementación del SMED.

4.3.1.5. Productividad actual y propuesta.

Con la aplicación de la fórmula de productividad mediremos resultados antes y después de la implementación del SMED si ha mejorado o no la productividad.

Tabla 21. Productividad actual y propuesta..

PRODUCTIVIDAD ACTUAL	PRODUCTIVIDAD PROPUESTA
La productividad actual era de 1 módulo cada 402 minutos que son 6.7 horas de labor entonces $= \frac{1}{6.7} \times 100 = 0,1492 \text{ mod/h} = 14,92\%$	La productividad mejorada es de 1 módulo cada 329 minutos que son 5.48 horas de labor entonces $= \frac{1}{5.48} \times 100 = 0,1821 \text{ mod/h} = 18,21\%$

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: La productividad actual con un porcentaje del 14,92% paso a un 18,21% este aumento a 3,29% en la productividad propuesta.

4.3.1.6. Productividad real y supuesta.

Se medirá la productividad real y supuesta en base a los resultados obtenidos de la tabla 21 mediante la fórmula de variación porcentual que nos indicará un aumento o disminución en porcentaje entre estos dos valores o cifras obtenidas y consigo el resultado de la productividad real en la productividad supuesta se utilizará la fórmula de la productividad 1 solo factor para medir la eficiencia y considerar un aumento de productividad si se llega a utilizar las 8h laborables.

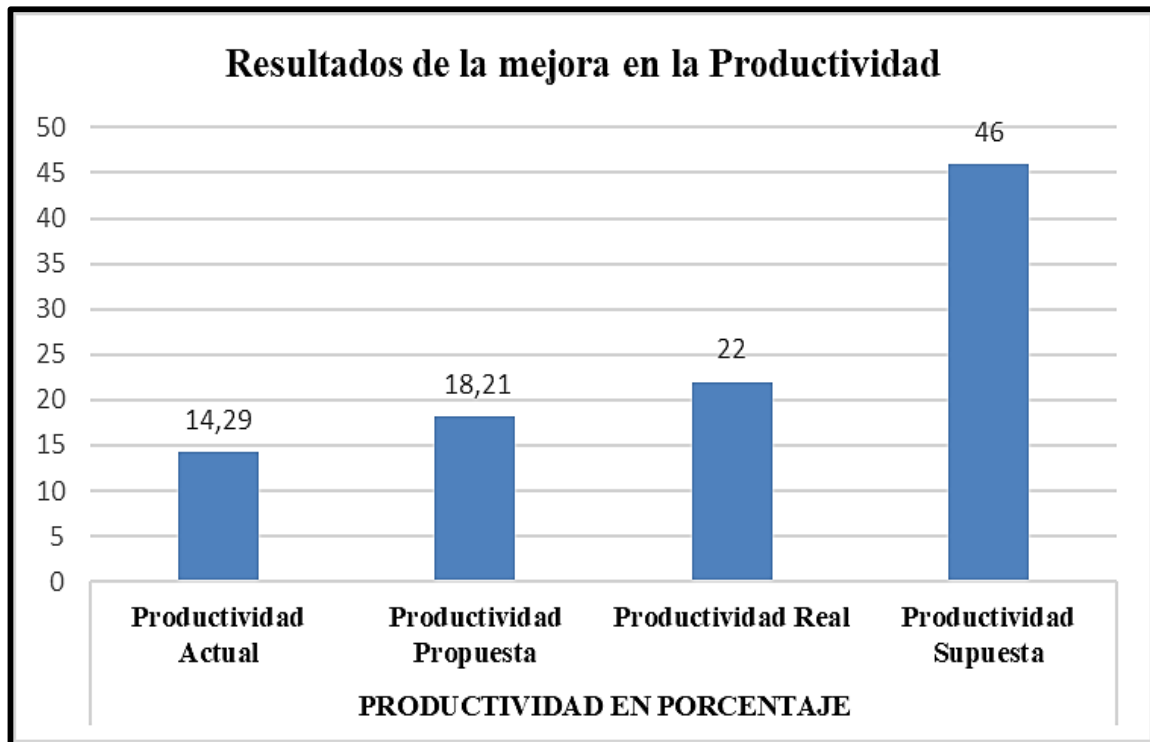
Tabla 22. Productividad Real y Supuesta.

PRODUCTIVIDAD REAL Y SUPUESTA	
P. Real	P. Supuesta
Product% = $\frac{\text{cantidad de productos}}{\text{horas de trabajo}} \times 100$ Product% = $\frac{1}{6.7} \times 100 = 0,1492 \text{ mod/h} = 14,92\%$ Product% = $\frac{1}{5.48} \times 100 = 0,1821 \text{ mod/h} = 18,21\%$ Variación porcentual $\Delta\% = \frac{0,1821 - 0,1492}{0,1492} \times 100 = 22\% \text{ un módulo al día}$	Productividad de un solo factor Utilizando las 8h de trabajo Productividad actual = $\frac{1 \text{ modulo}}{8 \text{ horas} \times 2 \text{ hombre}} = 0.06225 \frac{\text{modulos}}{h-h}$ Productividad propuesta = $\frac{1 \text{ modulo}}{5.48 \text{ horas} \times 2 \text{ hombres}} = 0,09124 \frac{\text{modulos}}{h-h}$ Variación porcentual $\Delta\% = \frac{0,09124 - 0,0625}{0,0625} \times 100 = 46\%$

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: Con la aplicación de las fórmulas se pudo obtener la productividad real en un 22% produciendo un módulo en un nuevo tiempo establecido del 5.48h, en cambio en la productividad supuesta si se llegara a utilizar las 8 horas de trabajo se puede producir 1 módulo y medio, la productividad seria en un 46%.

Gráfico 7. Resultados de la productividad.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Interpretación: La productividad actual es del 14,29% mientras que la propuesta es del 18,21%, el aumento considerable es del 22% por cada modular. La productividad supuesta si se aplica las 8h laborables se obtendrá un porcentaje del 46% produciendo 1 módulo y medio.

A continuación, se presenta una tabla donde se describe de manera sistemática los resultados obtenidos:

Tabla 23. *Resumen de resultados de la productividad.*

Productividad	Descripción
Productividad Actual 14,92%	La productividad inicial antes de la implementación del SMED utilizando la fórmula de la productividad en las 6.7h para la producción de un módulo.
Productividad propuesta 18,21%	La productividad propuesta después de la implementación del SMED utilizando la fórmula de la productividad en las 5.48h para la producción de un módulo.
Productividad Real 22%	La productividad real utilizando los resultados obtenidos de la P. actual y la P. propuesta con el uso de la fórmula de la variación porcentual logrando un aumento en la productividad y siendo este el resultado final.
Productividad Supuesta 46%	La productividad supuesta puede aumentar significativamente si se utilizan las 8 horas laborables de forma eficiente, utilizando la fórmula de productividad basada en un solo factor y la fórmula de variación porcentual. Si se aplica este enfoque, puede lograrse un aumento considerable en la productividad, lo que resultaría en el aumento de la producción de un módulo y medio.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

4.4. Discusión

Es así como mediante la investigación generada en el Instituto Tecnológico de Sonora (Bolivia) en el año 2017 en base a la aplicación de la metodología SMED en la reducción de tiempos de cambio de la línea de producción maíz en el área de empaque de una empresa elaboradora de botanas en la Región Sur de Sonora ha logrado la incrementación de la disponibilidad de la línea paso de 3.5h a 1.78h y de esta forma dar una respuesta más rápida a los clientes (González-Valenzuela, 2017), coincidiendo así con los resultados obtenidos en la presente investigación después de la aplicación del SMED en el proceso de generación de los módulos del taller metalmecánico “El Maestro”, que ha permitido una generación más rápida del producto paso de 6.7h a 5.48h pero más allá de eso ha permitido la disponibilidad de más tiempo para generación de otras actividades productivas para la empresa.

Así mismo la investigación generada en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD (Colombia) en el año 2018 sobre Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla que buscaba minimizar los desperdicios de tiempos muertos en los procesos de alistamientos de la maquina encapsuladora para reducir el tiempo actual de 240 minutos a 150 minutos y de esa forma aumentar la disponibilidad de la máquina y así generar una producción más alta (Rodríguez, 2018), coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio en la cual mediante la implementación de la misma metodología sobre todo en las estrategias SMED donde intervienen estas actividades internas a externas ha sido posible lograr que antes el tiempo actual de 402 minutos en la fabricación de un módulo ahora con la implementación se pudo reducir a 329 minutos y con lo cual se pudo obtener un ahorro del tiempo de 73 minutos, lo que ha podido lograrse la reducción de tiempos y de esta forma una más alta producción de los módulos.

Así también, la investigación generada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador) en el año 2021 sobre Implementación del SMED para disminuir los tiempos de recambio y calibración en una máquina que elabora sobres de papel y que se basa en la disminución del promedio del tiempo estandarizado de un cambio de formato en un 20% (Campos, 2021), esto coincide con el presente estudio en la importancia de la calibración anticipada de las máquinas que han de usarse en los proceso industriales en la generación de productos ya que antes la calibración de las maquinas roladora y dobladora se llevaba un tiempo de 8 minutos que en

porcentaje sería un 13.33% esto generaban paros o demoras en el proceso , tomando en cuenta que en el caso del taller “El Maestro” esto es llevado a cabo de forma mecánica por los trabajadores del lugar y que hacerlo de forma anticipada (un día antes de proceso) permitió la reducción de tiempo significativo e importante en la producción.

Por último, La investigación generada en la Universidad del Azuay (Ecuador) en el año 2019 sobre “Propuesta de reestructuración del proceso productivo mediante uso de herramientas de Lean Manufacturing” y que se basa en una propuesta de restauración de un proceso productivo mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing (metodología SMED) (Cabrera, 2019), se pudo reducir el tiempo de transporte de la reubicación de los materiales a la bodega dentro del taller paso de 75min a 3.52min y el tiempo de ciclo del proceso productivo se reduce de 287.546h a 282.426h a pesar de que tiene coincidencias con el estudio actual generado en el taller “El Maestro” mediante la implementación de la metodología SMED, también marca un punto de diferencia ya que esta investigación se basa en una reestructuración completa del proceso productivo, mientras que el estudio actual se basa en el mejoramiento del proceso apuntando tan solo a la modificación de las partes vulnerables del mismo, sin cambiar los puntos fuertes encontrados en él y de esta forma manteniendo las bases aun así se pudo mejorar el tiempo de transporte del material a las diferentes áreas de proceso paso de 30min a 9min y el tiempo de ciclo del proceso productivo se reduce de 6.7h a 5.48h.

Las primeras investigaciones usadas en la presente discusión han permitido descubrir la diversidad de usos que se pueden dar de las diferentes etapas de las que se compone la metodología SMED aplicadas en los procesos industriales mediante la coincidencia de sus resultados el presente estudio, así como respaldar el análisis, los resultados y las conclusiones del mismo.

Por otro lado, la última investigación usada en la presente discusión ha permitido descubrir un uso diferente que se le pueden dar a la metodología SMED para el mejoramiento de los procesos industriales a través de la diferencia de los resultados con el presente estudio, y de esta forma aportar un poco más al conocimiento sobre esta metodología y su aplicación a nivel industrial.

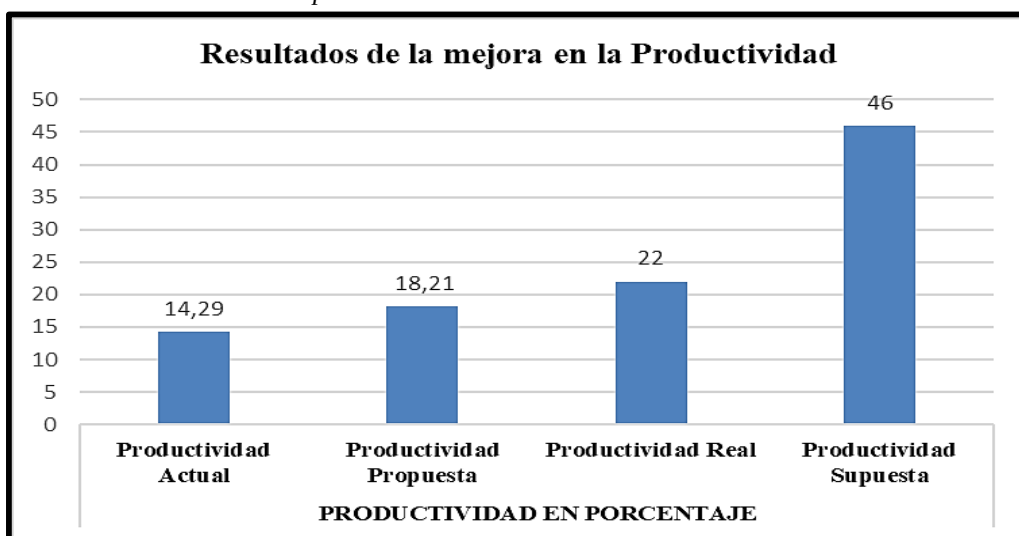
CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión

En el análisis de la situación actual del taller metalmecánico "El Maestro", se identificó que el 20% de la baja productividad es causada por el 80% de las causas, las cuales incluyen principalmente las 7 actividades relacionadas con el transporte manual de la lámina de acero negro, que equivale al 39% de la causa el tiempo actual de este es de 30min. Esto ocasiona que los operarios #1 y #2 soliciten la ayuda de los operarios #3 y #4, lo que retrasa sus actividades y provoca costos adicionales al contratista. Además, el transporte manual de la lámina de acero negro de 116.85kg afecta negativamente la ergonomía y salud profesional de los colaboradores. Las 5 actividades que no agregan valor representan el 28% de la causa 4 son actividades repetitivas en el marcado de la lámina de acero y 1 actividad es por falta de colaboración el tiempo actual es de 302 min. Finalmente, se identificaron dos actividades que corresponden al 11% de la causa y están relacionadas con las demoras en la calibración de las máquinas manuales el tiempo actual de este es de 4 min el tiempo actual del proceso de fabricación de módulos es de 402min(6,7h).

En el taller de fabricación de metal "El Maestro", se utilizaron técnicas de SMED para mejorar la eficiencia de los procesos de producción, reduciendo la cantidad de actividades internas necesarias. Una de las estrategias empleadas fue separar las actividades internas y externas, identificando 20 actividades internas que tomaban 187 minutos (3.10 horas) y 5 actividades externas que se estimaban en 215 minutos (3.58 horas). Posteriormente, algunas actividades internas se convirtieron en externas, lo que disminuyó el número de actividades internas a 15, reduciendo el tiempo total a 140 minutos (2.33 horas), y aumentando el número de actividades externas a 10, lo que aumentó el tiempo total a 262 minutos (4.36 horas). Además, se enfatizaron las actividades que presentaban problemas en el taller, lo que llevó a reducir tanto las actividades internas como externas, y mejorar así el tiempo de fabricación de módulos a 329 minutos (5.48 horas). Por último, se implementó una estrategia de seguimiento de la mejora continua a través de un check list.

Gráfico 8. Resultados de la productividad.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

ELABORADO POR: MOHINA CARLOS (2023).

Luego de evaluar los resultados de la aplicación de la metodología SMED, se pudo concluir que el tiempo de producción en el taller metalmecánico "El Maestro" mejoró significativamente. Antes de la implementación, el tiempo de producción era de 402 (6.7h) minutos, pero después de la aplicación del SMED, se redujo a 329 minutos (5.48h), lo que representa un ahorro de 73 minutos (1.21h). Además, se logró optimizar el proceso de fabricación de los módulos al disminuir operaciones, reducir el tiempo de traslado de materiales y eliminar demoras en la calibración de las máquinas manuales. La productividad aumentó del 14,92% actual a un 18,21% en el plan propuesto, pero la productividad real, se registró en un aumento del 22%. Si se utilizan las 8 horas de trabajo, la productividad aumentaría al 46% y produciría un módulo y medio.

5.2. Recomendación

Para mejorar la productividad en el taller metalmecánico "El Maestro" podría ser la implementación de una carretilla de transporte para la lámina de acero negro. Esto reduciría el tiempo y esfuerzo que los operarios gastan en el transporte manual, mejorando la ergonomía y salud de los colaboradores, reduciendo la necesidad de solicitar ayuda a otros operarios y disminuyendo los costos adicionales para el contratista. Además, se podrían reorganizar y optimizar las actividades que no agregan valor para reducir su tiempo y aumentar el tiempo dedicado a actividades productivas. Finalmente, se podría establecer un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas manuales, para reducir el tiempo de demora en la calibración y mejorar su eficiencia en el proceso de fabricación de módulos.

Seguir implementando estrategias de mejora continua y revisar regularmente los procesos para identificar posibles áreas de mejora. También sería útil mantener un registro detallado del tiempo y las actividades realizadas en cada proceso para identificar patrones y oportunidades de mejora adicionales. Además, sería importante involucrar a los colaboradores en el proceso de mejora continua para obtener una retroalimentación valiosa y fomentar un ambiente de colaboración y trabajo en equipo.

La reducción del tiempo de producción en un 18,21% en el plan propuesto y un aumento del 22% en la productividad real son indicadores positivos de mejora en la eficiencia y eficacia del proceso productivo. Además, se puede destacar cómo la reducción del tiempo de traslado de materiales, actividades que no agregan valor y la eliminación de demoras en la calibración de las máquinas manuales contribuyen a una disminución en el tiempo total de producción y aumentan la productividad de la empresa. Además, es importante resaltar cómo la mejora en la productividad del taller metalmecánico "El Maestro" podría tener un impacto significativo en los resultados financieros de la empresa. Por ejemplo, el aumento de la producción de un módulo y medio al utilizar las 8 horas de trabajo podría significar un aumento en los ingresos de la empresa y una reducción en los costos de producción por unidad. Por lo tanto, se destaca la importancia de seguir implementando estrategias de mejora continua en el taller metalmecánico "El Maestro" para seguir optimizando el proceso de fabricación y alcanzar mayores niveles de productividad y eficiencia.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

ASM. (2020). ASM. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://ASM.ES/SMED-APLICACION-DE-TECNICAS-LEAN-DE-CAMBIO-RAPIDO-DE-UTILES-DENTRO-DEL-ENTORNO-DE-LA-INDUSTRIA-4-0/](https://asm.es/smed-aplicacion-de-tecnicas-lean-de-cambio-rapido-de-utiles-dentro-del-entorno-de-la-industria-4-0/)

ATLAS, C. (12 DE MARZO DE 2021). *SMED: UNA METODOLOGÍA PARA ACORTAR LOS SET-UPS*. OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.ATLASCONSULTORA.COM/SMED/](https://www.atlasconsultora.com/smed/)

BEETRACK. (24 DE 11 DE 2021). *BEETRACK*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.BEETRACK.COM/ES/BLOG/EJEMPLO-DE-SMED](https://www.beetrack.com/es/blog/ejemplo-de-smed)

CABONELL, F. E. (25 DE 03 DE 2013). *3CIENCIAS*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.3CIENCIAS.COM/WP-CONTENT/UPLOADS/2013/05/TECNICA-SMED.PDF](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/tecnica-smed.pdf)

CABRERA, P. Y. (2019). PROPUESTA DE REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO MEDIANTE USO DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING. *UNIVERSIDAD DE AZUAY*, 95.

CAMPOS, A. M. (2021). IMPLEMENTACIÓN DE SMED PARA DISMINUIR LOS TIEMPOS DE RECAMBIO Y CALIBRACIÓN EN UNA MÁQUINA QUE ELABORA SOBRES DE PAPEL. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL*, 76.

CARBONEL, F. E. (2013). TÉCNICA SMED. REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PREPARACION. *ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L*, 11.

CEUPE, B. D. (19 DE 06 DE 2022). *CEUPE*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.CEUPE.COM/BLOG/QUE-ES-EL-SMED.HTML?DT=1655661220190](https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-smed.html?DT=1655661220190)

CULTURE, S. (28 DE 04 DE 2022). *SAFETY CULTURE*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://SAFETYCULTURE.COM/ES/TEMAS/QUE-ES-SMED/](https://safetyculture.com/es/temas/que-es-smed/)

DELSOL. (05 DE 10 DE 2010). *DELSOL*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.SDELSOL.COM/GLOSARIO/PRODUCTIVIDAD/](https://www.sdelisol.com/glosario/productividad/)

EDITORIAL, E. (23 DE 10 DE 2010). *LIDEFER*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.LIFEDER.COM/INVESTIGACION-BIBLIOGRAFICA/](https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/)

EDUCATIVA, D. D. (4 DE JUNIO DE 2021). OBTENIDO DE [HTTPS://CONTINUEMOSESTUDIANDO.ABC.GOB.AR/CONTENIDO/RECURSOS/4-EL-PROCESO-PRODUCTIVO/#:~:TEXT=LOS%20CURSOSGRAMAS%20SON%20HERRAMIENTAS%20QUE,REPETICIONES%20O%20DE%20DEMORAS%20INNECESARIAS](https://continuemosestudiando.abc.gob.ar/contenido/recursos/4-el-proceso-productivo/#:~:text=LOS%20CURSOSGRAMAS%20SON%20HERRAMIENTAS%20QUE,REPETICIONES%20O%20DE%20DEMORAS%20INNECESARIAS).

ENDARA., W. I. (2017). “MODELO DE GESTIÓN EN EL PROCESO DE MONTAJE DE LAS INDUSTRIAS DE MANUFACTURA DE CALZADO DE CUERO A TRAVEZ DE LA METODOLOGIA DE CAMBIO RAPIDO DE HERRAMIENTAS SMED. *UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO*, 311.

ESAN, C. (01 DE 06 DE 2021). *ESAN*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.ESAN.EDU.PE/CONEXION-ESAN/TECNICA-SMED-COMO-AYUDA-A-INCREMENTAR-LA-PRODUCTIVIDAD](https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/tecnica-smed-como-ayuda-a-incrementar-la-productividad)

ETECÉ, E. (05 DE 05 DE 2022). *CONCEPTO.DE*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://CONCEPTO.DE/TECNICAS-DE-INVESTIGACION/](https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/)

EXACT. (4 DE MAYO DE 2021). OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.EXACT.COM/ES/BLOG/QUE-SON-LOS-PROCESOS-EMPRESARIALES-Y-COMO-SE-PUEDEN-MEJORAR/#:~:TEXT=LOS%20PROCESOS%20EMPRESARIALES%20SON%20LA,PRODUCTO%20O%20SERVICIO%20AL%20CLIENTE](https://www.exact.com/es/blog/que-son-los-procesos-empresariales-y-como-se-pueden-mejorar/#:~:text=LOS%20PROCESOS%20EMPRESARIALES%20SON%20LA,PRODUCTO%20O%20SERVICIO%20AL%20CLIENTE).

FERNANDEZ, H. (2021). *ECONOMIA TIC*. RECUPERADO EL 06 DE 2022

GARCIA, L. V. (2021). PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DE CARPINTERIA DE UNA EMPRESA MOBILIARIA. *UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, UNIVERSIDAD DEL PERU, DECANA DE AMERICA*, 109.

GONZÁLEZ-VALENZUELA, E. B.-E.-C. (2017). SMED: REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE CAMBIO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN MAÍZ EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE UNA EMPRESA ELABORADORA DE BOTANAS EN LA REGION SUR DE SONORA. *INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA*, 14.

HERNÁNDEZ, R. (18 DE 06 DE 2019). *PREDICITIVA*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE

[HTTPS://PREDICTIVA21.COM/SMED-ESTRATEGIA-QUE-CONTRIBUYE-AL-EXITO-EN-LABORES-DE-MANTENIMIENTO/](https://predictiva21.com/smed-estrategia-que-contribuye-al-exito-en-labores-de-mantenimiento/)

HERRERA, T. F. (06 DE 2018). *SCIELO*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTP://WWW.SCIELO.ORG.CO/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S1692-85632018000100047](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632018000100047)

HIGO. (2022). OBTENIDO DE [HTTPS://HIGO.IO/GLOSARIO-CONTABLE/L/LAYOUT-EN-EMPRESA-QUE-ES-Y-PARA-QUE-SIRVE/](https://higo.io/glosario-contable/l/layout-en-empresa-que-es-y-para-que-sirve/)

HIGO.IO GLOSARIO. (2022). *LAYOUT EN EMPRESA*. OBTENIDO DE [HTTPS://HIGO.IO/GLOSARIO-CONTABLE/L/LAYOUT-EN-EMPRESA-QUE-ES-Y-PARA-QUE-SIRVE/](https://higo.io/glosario-contable/l/layout-en-empresa-que-es-y-para-que-sirve/)

INGENIERIA DE CALIDAD. (2018). OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.INGENIERIADECALIDAD.COM/2018/10/QUE-ES-SMED.HTML](https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/que-es-smed.html)

INGENIEROS, M. (2021). *MTM INGENIEROS*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTP://MTMINGENIEROS.COM/KNOWLEDGE/QUE-ES-SMED/](http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/)

IPEA. (2017 DE 02 DE 14). *IPEA*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.IPEAFORMACION.COM/PRODUCTIVIDAD/LAS-TECNICAS-SMED/](https://www.ipeaformacion.com/productividad/las-tecnicas-smed/)

IPM. (2023). OBTENIDO DE [HTTP://IPMSADECV.COM/QUE-ES-METALMECANICA/](http://ipmsadecv.com/que-es-metalmecanica/)

IPYC. (S.F.). *LEAN MANUFACTURING*. OBTENIDO DE [HTTPS://IPYC.NET/ORGANIZACION-Y-LEAN/LEAN-MANUFACTURING/SMED.HTML](https://ipyc.net/organizacion-y-lean/lean-manufacturing/smed.html)

ISO TOOLS. (21 DE AGOSTO DE 2018). *¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LOS CHECKLIST EN UNA EMPRESA?* OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.ISOTOOLS.ORG/2018/08/21/IMPORTANCIA-DE-CHECKLIST-EN-UNA-EMPRESA/](https://www.isotools.org/2018/08/21/importancia-de-checklist-en-una-empresa/)

LATINOAMÉRICA, S. (9 DE FEBRERO DE 2022). OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.SALESFORCE.COM/MX/BLOG/2022/01/DIAGRAMA-DE-ISHIKAWA-QUE-ES.HTML](https://www.salesforce.com/mx/blog/2022/01/diagrama-de-ishikawa-que-es.html)

LEAN, P. (15 DE 04 DE 2014). *PROGRESSA LEAN*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.PROGRESSALEAN.COM/QUE-ES-](https://www.progressalean.com/que-es-)

SMED/#:~:TEXT=HERRAMIENTA%20DE%20LA%20MEJORA%20CONTINUA,EN%20MENOS%20DE%2010%20MINUTOS%E2%80%9D.

LEAN, P. (15 DE ABRIL DE 2014). *PROGRESSA LEAN*. OBTENIDO DE <HTTPS://WWW.PROGRESSALEAN.COM/QUE-ES-SMED/>

LEAN, P. (2021). *PROGRESSA LEAN*. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE <HTTPS://WWW.PROGRESSALEAN.COM/QUE-ES-SMED/>

LEAN, P. (2015 DE 04 DE 22). *PROGRESSA LEAN*. OBTENIDO DE <HTTPS://WWW.PROGRESSALEAN.COM/QUE-ES-SMED/#:~:TEXT=HERRAMIENTA%20DE%20LA%20MEJORA%20CONTINUA,EN%20MENOS%20DE%2010%20MINUTOS%E2%80%9D>.

MARTÍNEZ, C. E. (2020/2021). PROYECTO DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA LINEA DE PRODUCCION EN UNA EMPRESA DEL SECTOR QUIMICO . *UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA*, 119.

MÉXICO, B. (2023). OBTENIDO DE <HTTPS://WWW.BBVA.MX/EDUCACION-FINANCIERA/BLOG/QUE-ES-LA-PRODUCTIVIDAD-EN-UNA-EMPRESA.HTML#:~:TEXT=LA%20PRODUCTIVIDAD%20CORRESPONDE%20A%20UN,DENTRO%20DE%20UN%20PLAZO%20DETERMINADO>.

PÉREZ, A. (25 DE ABRIL DE 2021). *¿QUÉ ES UN DIAGRAMA DE GANTT Y PARA QUÉ SIRVE?* OBTENIDO DE <HTTPS://WWW.OBSBUSINESS.SCHOOL/BLOG/QUE-ES-UN-DIAGRAMA-DE-GANTT-Y-PARA-QUE-SIRVE>

RODRÍGUEZ, A. J. (2018). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA (SMED) PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE. *UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA*, 68.

RODRIGUEZ, A. J. (2018). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA (SMED) PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS. 9-10.

RUIZ, L. E. (2010). APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS. *UNIVERSIDAD DE CATALUÑA*, 51.

SAMPIERI, R. H. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION SEXTA EDICION*. OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.UCA.AC.CR/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/10/INVESTIGACION.PDF](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/investigacion.pdf)

SOUZA, I. (20 DE JULIO DE 2019). *¿QUÉ ES EL DIAGRAMA DE PARETO?* OBTENIDO DE [HTTPS://ROCKCONTENT.COM/ES/BLOG/DIAGRAMA-DE-PARETO/](https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/)

SPAIN, U. (2023). OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.UP-SPAIN.COM/BLOG/GESTION-DEL-TIEMPO-EN-EL-TRABAJO/](https://www.up-spain.com/blog/gestion-del-tiempo-en-el-trabajo/)

TAIPE, E. O. (2019). PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED EN EL AREA DE INYECCION DE ACCESORIOS DE PVC, PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA MEXICHEM PERU, EL AGUSTINO 2019. *UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN*, 145.

TCM. (19 DE OCTUBRE DE 2021). OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.TCMETROLOGIA.COM/BLOG/QUE-ES-SMED/](https://www.tcmetrologia.com/blog/que-es-smed/)

TCM. (19 DE 10 DE 21). TCM. RECUPERADO EL 06 DE 2022, DE [HTTPS://WWW.TCMETROLOGIA.COM/BLOG/QUE-ES-SMED/#:~:TEXT=SMED%20\(SINGLE%20MINUTE%20EXCHANGE%20OF,RANGO%20DE%20UN%20SIMPLE%20DIGITO\).](https://www.tcmetrologia.com/blog/que-es-smed/#:~:TEXT=SMED%20(SINGLE%20MINUTE%20EXCHANGE%20OF,RANGO%20DE%20UN%20SIMPLE%20DIGITO).)

TCMETROLOGIA. (19 DE OCTUBRE DE 2021). *QUÉ ES EL MÉTODO SMED Y POR QUÉ ES IMPORTANTE*. OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.TCMETROLOGIA.COM/BLOG/QUE-ES-SMED/#:~:TEXT=SMED%20\(SINGLE%20MINUTE%20EXCHANGE%20OF,RANGO%20DE%20UN%20SIMPLE%20DIGITO\).](https://www.tcmetrologia.com/blog/que-es-smed/#:~:TEXT=SMED%20(SINGLE%20MINUTE%20EXCHANGE%20OF,RANGO%20DE%20UN%20SIMPLE%20DIGITO).)

UNC. (S.F.). *ÁRBOL DE PROBLEMAS*. OBTENIDO DE [HTTPS://PATGU.ECO.CATEDRAS.UNC.EDU.AR/UNIDAD-3/HERRAMIENTAS/ARBOL-DE-PROBLEMAS/](https://patgu.eco.catedras.unc.edu.ar/unidad-3/herramientas/arbol-de-problemas/)

UV.MX. (S.F.). *DIAGRAMA DE FLUJO*. OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.UV.MX/PERSONAL/AHERRERA/FILES/2020/05/DIAGRAMAS-DE-FLUJO.PDF](https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2020/05/diagramas-de-flujo.pdf)

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Procesos realizados de la construcción de módulos para el paso de producto (Maíz).

Anexo 1. Cortado, perforado y doblado del modulo



Anexo 2. Enrolado de la lamina



Anexo 3. *Doblado de la lamina*



Anexo 4. *Soldado de la brida al modulo*



Anexo 5. Pintado del módulo



Anexo 6. Producto final

