

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA
SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD
DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TAPAS DE
PLÁSTICO EN LA EMPRESA ASAPLAST E.I.R.L”

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar al título
profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Kendra Yasmin Avila Valdez

Sara Elvira Castro Balboa

Asesor:

Ing. Teodoro Julian Riega Zapata

<https://orcid.org/0000-0002-0492-437X>

Lima - Perú

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y haberme permitido llegar hasta aquí, a mis queridos padres, que son el motivo de mi superación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por concederme la vida, perseverancia y fortaleza. A los docentes por la generosidad de compartir sus conocimientos y consejos para fortalecer el éxito culminado

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN EJECUTIVO	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	35
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	75
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	83
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Histórico de pedidos producto Tapón Chupón Vs % de ventas por pedidos entregados – año 2021	38
Tabla 2	Histórico de pedidos producto Tapón Alcohol Vs % de ventas por pedidos entregados – año 2021	39
Tabla 3	Productividad tapa chupón primer trimestre del año 2022	40
Tabla 4	Productividad tapa alcohol primer trimestre del año 2022	40
Tabla 5	Tabla de observaciones registradas de las causas de baja productividad.	43
Tabla 6	Priorización de las causas de la baja productividad	44
Tabla 7	Causa raíz de la baja productividad	47
Tabla 8	Alternativas de solución de mejora	49
Tabla 9	Criterios para valoración de SMED	51
Tabla 10	Rangos de clasificación de evaluación	51
Tabla 11	Plan de mejora de la productividad	53
Tabla 12	Presupuesto de implementación de la mejora	54
Tabla 13	Equipo de implementación de mejora	56
Tabla 14	Programa de capacitación SMED	57
Tabla 15	Reducción de tiempos mensuales en actividades de preparación y cambios	70
Tabla 16	Productividad con SMED de fabricación Tapas Chupón	75
Tabla 17	Productividad con SMED de fabricación Tapas Alcohol	76
Tabla 18	Eficacia con SMED de fabricación Tapas Chupón	77
Tabla 19	Eficacia con SMED de fabricación Tapas Alcohol	78
Tabla 20	Eficiencia con SMED de fabricación Tapas Chupón	79
Tabla 21	Eficiencia con SMED de fabricación Tapas Alcohol	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la empresa	11
Figura 2 Organigrama de la empresa ASAPLAST	13
Figura 3 Etapas de implementación SMED	28
Figura 4 Identificación de actividades internas y externas	29
Figura 5 Diseño de la investigación	35
Figura 6 Diagrama de Ishikawa para las causas de la baja productividad	42
Figura 7 Diagrama de las causas de Pareto de la baja productividad	45
Figura 8 Evaluación de gestión SMED	52
Figura 9 Implementación de mejora de la productividad	55
Figura 10 DAP de preparación y cambio de molde para fabricación de Tapa Chupón por turno Sin Smed	58
Figura 11 DAP de preparación para fabricación Tapa Alcohol por turno Sin Smed	59
Figura 12 Clasificación de actividad preparación y cambio de molde fabricación de Tapa Chupón	61
Figura 13 Clasificación de actividad preparación máquina y materiales para fabricación de Tapa Alcohol Fuente: Elaboración propia	62
Figura 14 Propuesta de situación ideal en preparación y cambio de molde para fabricación de Tapa Chupón	64
Figura 15 Propuesta de situación ideal en actividad de preparación para fabricación de Tapa Alcohol	65
Figura 16 Tiempos con SMED de preparación para fabricación de Tapa Chupón por turno	66
Figura 17 Tiempos con SMED de preparación y cambios para la fabricación de Tapas Chupón	67
Figura 18 Reducción por turno de tiempos de preparación y cambios para la fabricación de Tapas Alcohol	68

Figura 19 Reducción de tiempos de preparación para fabricación de Tapa Alcohol	69
Figura 20 DAP de preparación y cambio de molde para fabricación Tapa Chupón con SMED	71
Figura 21 Mejoras de la estandarización en actividades de preparación y cambios de fabricación Tapa Chupón	72
Figura 22 DAP de preparación para fabricación Tapa Alcohol con SMED	73
Figura 23 Mejoras de la estandarización en actividades de preparación para fabricación de Tapa Alcohol	74
Figura 24 Comparación de Productividad en fabricación Tapas Chupón	75
Figura 25 Comparación de Productividad en fabricación Tapas Alcohol	76
Figura 26 Comparación de Eficacia en fabricación Tapas Chupón	77
Figura 27 Comparación de Eficacia en fabricación Tapas Alcohol	78
Figura 28 Comparación de Eficiencia en fabricación Tapas Chupón	79
Figura 29 Comparación de Eficiencia en fabricación Tapas Alcohol	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Productividad	33
Ecuación 2 Eficacia	33
Ecuación 3 Eficiencia	33

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del presente trabajo de suficiencia profesional se centró en demostrar cómo la implementación de la metodología SMED mejora la productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico en la Empresa ASAPLAST, E.I.R.L. Para el estudio se consideraron las actividades de fabricación de tapas tipo chupón y tapas tipo alcohol, desarrollándose la experiencia de implementación de metodología SMED en dos apartados. En el primer apartado se realizó el diagnóstico de la situación actual, selección y diseño de la propuesta, y una capacitación al personal seleccionado para participar en la mejora. En el segundo apartado, se realizó la implementación de la metodología SMED, la cual constó de cuatro etapas: observación, clasificación de actividades, reducción de tiempos y estandarización. Los resultados de la investigación permitieron demostrar que la metodología SMED mejoró la productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico en la Empresa ASAPLAST, E.I.R.L en un 20% y un 13% para las tapas cupón y tapas alcohol respectivamente; dichas mejoras se debieron al incremento de las unidades producidas y de las horas reales de producción mensuales, lo que permitió incrementar a su vez la eficacia y eficiencia en ambos procesos de fabricación.

PALABRAS CLAVES: SMED, Productividad, eficacia, eficiencia, Set -Up.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Información General

La empresa en estudio, se fundó en el año 2002 a consecuencia del incremento del sector plástico y metalmecánico, a fin de dar respuesta a la necesidad de las empresas que fabrican envases de plástico por la obtención de moldes de metal para la producción de sus productos. Con el transcurrir del tiempo la empresa adquirió nuevos equipos con el fin de aumentar la rapidez y optimización de trabajo. Desde el año 2014 la empresa diversificó sus actividades incorporando el proceso de soplado e inyección para la fabricación de tapas de plástico para alcohol y envases similares. Debido al aumento de su capacidad de trabajo se trasladó a un nuevo local, el cual está localizado estratégicamente con sus clientes y proveedores.

1.1.1. Misión

Brindar un servicio de calidad en matricería y derivados desarrollándonos con efectividad comprometidos e involucrándonos con nuestros clientes en la solución de sus problemas; con nuestros servicios, productos y trato diferenciado y personalizado

1.1.2. Visión

Llegar a ser una empresa de prestigio con una propia línea de producción sobre un producto final.

1.1.3. Valores organizacionales

En ASAPLAST existe un alto compromiso con los valores corporativos.

- **Excelencia:** Hacemos las cosas correctas de la mejor manera, mientras buscamos el mejoramiento continuo.
- **Integridad:** Nos identificamos con un código de conducta que produce consistentemente un comportamiento ético.
- **Puntualidad.** El tiempo de entrega es en la fecha pactada inicialmente con el cliente.

1.1.4. Ubicación

La empresa su ubica en la Av. Héroes del Alto Cenepa (ex Trapiche) N° 667 Distrito de Comas.

Figura 1

Ubicación de la empresa



Fuente: Google Map

1.1.5. Principales actividades

La empresa ASAPLAST realiza actividades de producción y servicio tal y como se aprecia a continuación:

Productos:

- ✓ Moldes de soplado
- ✓ Moldes de inyección
- ✓ Accesorios de máquinas
- ✓ Repuestos en general
- ✓ Tapas chupón, tapas de alcohol y chupón.

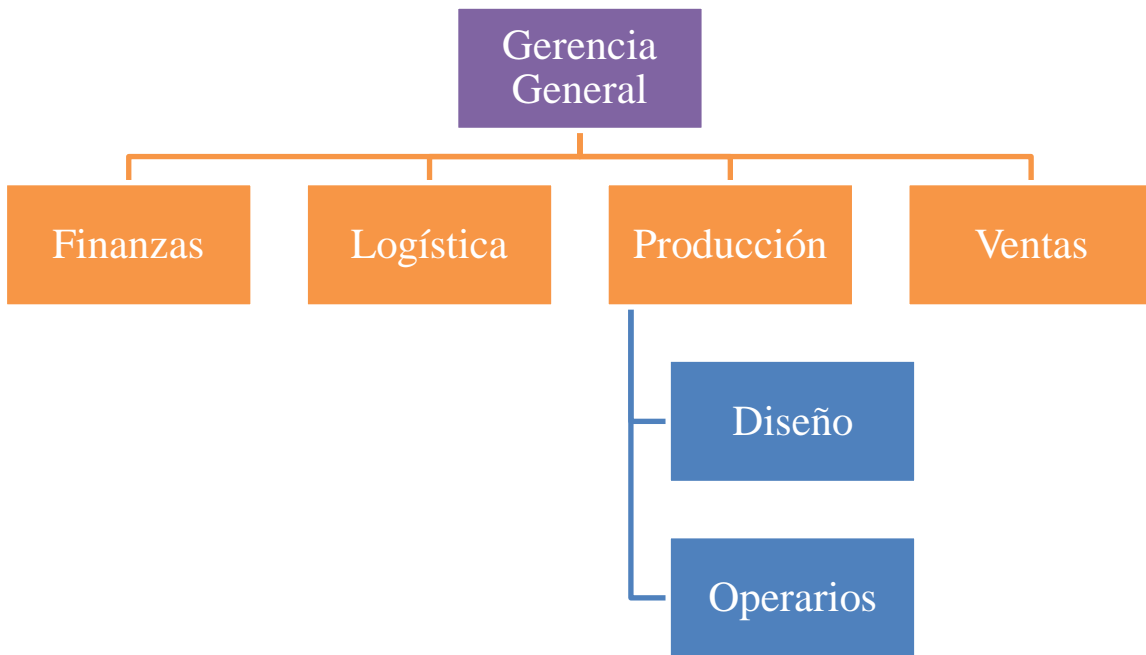
Servicios:

- ✓ Proceso de servicio de acondicionamiento de moldes
- ✓ Servicio de soplado e inyección de moldes.
- ✓ Reparación y mantenimiento de Moldes de inyección o soplado.
- ✓ Reparación y mantenimiento de máquinas periféricas

1.1.6. Organigrama

Figura 2

Organigrama de la empresa ASAPLAST



Fuente: Elaboración propia

1.2. Realidad problemática

La productividad es considerada en la actualidad un indicador imprescindible en la rentabilidad de las organizaciones, y economía de los países, lo cual ha conducido a que cada vez un mayor número de empresas establezcan como objetivo central la mejora de sus procesos productivos (Hinojosa y Cabrera, 2022). En tanto, se considera que la productividad, eficacia y eficiencia son indicadores prioritarios que cualquier organización aspirante a la competitividad debe medir y mejorar, puesto que orienta los procesos hacia el logro de los mejores resultados con la menor cantidad de recursos, a partir una mejor administración del tiempo, esfuerzo, calidad e inversión (Pareek y Singh, 2021).

Los países industrializados que actualmente lideran el mercado mundial como el caso de Estados Unidos, países asiáticos y europeos; han incrementado su productividad con la adecuación de metodologías de Lean Manufacturing, lo cual ha sido determinante en su crecimiento económico (Dresch et al., 2018). Caso contrario se encuentra en los países de Latinoamérica, donde se prevé un descenso en el crecimiento económico de los países, siendo la baja productividad de las organizaciones uno de los factores de mayor preocupación (El Diario.es, 2019). En tal sentido, se considera que enfocarse en mejorar la productividad es incuestionable para la expansión económica en las Américas, siendo necesaria la adecuación de los procesos de producción de bienes y servicios centrada en la mejora de los sistemas productivos y en la calidad, debido a que este tipo de acciones dirige a las organizaciones hacia resultados basados en la excelencia, incrementando su rentabilidad y haciéndolas más competitivas (Banco Mundial, 2021).

La industria plástica peruana se ubica entre los primeros lugares de la economía nacional, aportando así en el 2019 un 3.5% al PIB industrial, y generando unos 200 mil empleos de los cuales 60 mil son directos, lo que se espera que continúe incrementándose en los próximos años por la creciente demanda de productos plásticos (IEES, 2021). Ante este escenario, se requiere que las empresas involucradas en el rubro manejen altos niveles de productividad; sin embargo, se observa que en especial las medianas y pequeñas empresas (MYPES) presentan una serie de debilidades en este indicador, las cuales demandan solución dado que ponen en riesgo el cumplimiento de dichas proyecciones (Vegas, 2017).

En el contexto nacional, de manera general, la baja productividad de las pequeñas empresas peruanas obedece a una inadecuada gestión del conocimiento por parte de sus dueños, debido a que se empeñan en ejercer una dirección basada en sus experiencias laborales, desestimando el valor de los sistemas de trabajo enfocados en la productividad;

caso contrario de las grandes empresa que constantemente se están actualizando en la forma de realizar sus procesos, lo que les permite sacar ventaja en la competitividad (Mauricio et al., 2021).

A nivel local se presenta el caso de la empresa objeto de estudio, la cual se dedica a la elaboración de Tapas Plásticas y Tapones de Tubos mediante máquinas de inyección de plástico. Durante el año 2021 las estadísticas, arrojaron una notable disminución de las unidades producidas de 55%, 34% y 10% respectivamente en los productos Chupón, Tapón Alcohol y Tapón Chupón; las cuales impactaron en los ingresos con un descenso de 41.23%. Así mismo, se detectaron retrasos en los tiempos de entrega, siendo estos de 11%, 17% y 15% respectivamente para los productos Tapa Chupón, Chupón y Tapón Alcohol; encontrándose una productividad promedio de 88.09%.

De acuerdo con estudios realizados en Colombia, la falta de competitividad de las empresas del sector plástico y del caucho se deriva principalmente de factores como el bajo nivel de productividad, lo que está relacionado con actividades que no generan valor a las operaciones y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Mayorga & Porras, 2015). El estudio realizado particularmente para conocer la productividad de las PYMES del sector caucho y plástico de Bogotá, da a entender que se requiere desarrollar una moderna gestión empresarial que se adapte al contexto actual de la economía global, donde se considere la educación de emprendedores y la formación de una cultura organizacional que imite el de empresas exitosas por su modelo de gestión de procesos (Mayorga & Porras, 2015). Para Vargas et al. (2016), Lean Manufacturing es un herramienta que ha demostrado su eficacia en resolver problemas de productividad asociados con los despilfarros o desperdicios, llegando a mejorar considerablemente los procesos productivos al disminuir entre el 20% y el 50% de lead time, incluso costos de producción.

Como parte de Lean , la metodología Single-Minute Exchange of Dies (SMED) ha sido implementada con mayor presencia en distintos sectores de la economía como en el sector industrial, sector de procesos, sistemas eléctricos, sector automotriz y alimenticio; arrojando resultados exitosos en la mejora de tiempos de cambios de piezas de producción con una reducción del 56%, incrementando la productividad en un 15% y llevando el tiempo de cumplimiento de entrega de 72% a 95% (González et al., 2017). Existen evidencias que demuestran los impactos positivos de SMED al generar grandes beneficios en los sistemas productivos donde ha sido implementada, tal es el caso de la reducción de los tiempos de Set-Up, los cuales inciden en el ajuste de la producción al lograr una aproximación de cero inventarios, que permiten aumentar la flexibilidad de la planta (Añaguari & Soler, 2016).

En tal sentido, la presente investigación tiene como objetivo general, demostrar cómo la implementación de la metodología SMED mejora la productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico en la Empresa ASAPLAST, E.I.R.L.; y como objetivos específicos; comprobar cómo la implementación la metodología SMED mejora la eficacia del proceso de fabricación de tapas de plástico en la Empresa ASAPLAST, E.I.R.L., y comprobar cómo la implementación la metodología SMED mejora la eficiencia del proceso de fabricación de tapas de plástico en la Empresa ASAPLAST, E.I.R.L

Los beneficios de esta investigación, a nivel social, se centran en mejorar la productividad de la empresa objeto de estudio, lo cual impacta positiva y directamente en la economía nacional. A nivel académico, es un referente bibliográfico en la implementación de la herramienta de manufactura esbelta como el caso de la metodología SMED; así mismo, impacta con positivos resultados que apoyan el cumplimiento de los indicadores en organizaciones del sector plástico, puesto que con la reducción de los tiempos de Set-Up se mejorará la capacidad y la eficiencia de los procesos productivos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Arias Morán (2021) realizó un estudio titulado “Aplicación de SMED en el cambio de artículo para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una textil en el 2021”, siendo el objetivo del estudio realizar mejoras en la productividad del área de tejeduría circular a través de la aplicación de un sistema SMED. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, alcance descriptivo y diseño no experimental transversal, siendo la muestra en estudio las máquinas circulares que mayor tiempo de cambio siendo en total 5; se empleó como instrumentos el guion de entrevista y la ficha de observación. Los resultados obtenidos muestran que con la implementación del SMED se logró una reducción del tiempo de cambio de articulo en un 14.24% al pasar de 9.52 horas a 8:32 horas, de esta manera se logró un incremento de la productividad del 14.71% al pasar de 68% a 78%, de la eficacia en un 15.49% al pasar de 71% a 82% y la eficiencia en un 27.5% al pasar de 40% a 51% .

Gonzalo y Jurado (2020) llevaron a cabo un estudio que se titula “Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en la fabricación de bridas en la empresa tornos ISMAEL E.I.R.L Ate Vitarte, 2020”, siendo el objetivo propuesto determinar la mejora de la productividad a partir de la aplicación de la técnica SMED en la fabricación de bridas en la empresa tornos ISMAEL E.I.R.L. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, alcance explicativo y diseño preexperimental, siendo la muestra de estudio la totalidad de bridas fabricadas 15 semanas antes de la implementación de la herramienta y 15 semanas posteriores, utilizando como instrumento la ficha de observación. Los resultados evidenciaron que al implementar

el SMED se logró incrementar la productividad en un 22% al pasar de 59.93% a 81.87%, así mismo, se logró un incremento de la eficacia de un 10% al pasar de 76.40% a 92.67%, y la eficiencia en un 16% al pasar de 78.27% a 88.67%.

Chávez y Mamani (2019) ejecutaron una investigación titulada “La metodología SMED para la mejora de la productividad en una empresa metalmecánica”, planteándose como objetivo determinar como la aplicación de la metodología SMED mejora la productividad de una empresa metalmecánica. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, alcance explicativo y diseño cuasiexperimental, siendo la muestra de estudio 4 productos bandera fabricados por la empresa ya que representan el 68% de las ventas, el instrumento utilizado fue la ficha de observación. Los resultados señalaron que con la implementación del SMED se logró optimizar las actividades y tiempos en el cambio de molde, lográndose más de una hora de reducción de tiempo en cada en cada cambio de formato impactando de manera positiva en la productividad, al pasar de 64% al 76% con un 18.75% de mejora, en la eficacia al pasar de 80% a 87% con un 8.75% de mejora y en la eficiencia al pasar de 80% a 87% con un 8.75% de mejora.

Arroyo Chunga (2018) desarrolló una investigación que tiene por título “Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018”, siendo el objetivo propuesto determinar la mejora de la productividad de la máquina prensa de la empresa INDELAT EVA SAC por medio de la aplicación del SMED. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, alcance explicativo y diseño cuasiexperimental, siendo la muestra de estudio 44 cambios de turnos realizado en 12 horas durante un mes, se empleó como instrumento la ficha de observación. Los

resultados señalaron que al implementarse el SMED se logró una reducción del tiempo de cambio de molde pasando de 98 minutos a 90 minutos en promedio, lo que incidió en un incremento de la productividad de un 75.71% al pasar de 1.77 a 3.11, así mismo se logró incrementar la eficacia en un 75.63% al pasar de 102.46 a 179.95 y la eficiencia en 75.18% al pasar de 96.30 a 168.70.

Marrujo Alvarez (2017) realizaron una investigación titulada “Aplicación del SMED para mejorar la productividad de la máquina inyectora, plásticos A S.A- Los Olivos 2017” siendo el objetivo propuesto determinar la mejora la productividad de la máquina inyectora con la aplicación del SMED. Investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, alcance explicativo y diseño cuasiexperimental, siendo la muestra de estudio las ordenes de producción durante 48 días antes y después de la implementación del SMED, se empleó como instrumento la ficha de observación. Los resultados evidenciaron que con la implementación del SMED se alcanzó un incremento de la productividad de un 12% al pasar de 77% a 86%, en el resultado de la máquina de un 6% al pasar de 88% a 93% y en el uso de los recursos de un 7% al pasar de 87% a 93%.

2.1.2. Internacionales

González e Idrovo (2022) desarrollaron un estudio titulado “Implementación de la metodología SMED y detección de cuellos de botella del proceso de reenvasado para la mejora de la productividad de una empresa comercializadora de productos agroindustriales”, siendo el objetivo propuesto implementar la metodología SMED en el proceso de reenvasado a efecto de alcanzar mejoras en la productividad de una empresa que comercializa productos agroindustriales. Investigación de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, siendo la muestra en estudio la producción de 4 de los

envases más demandados en la empresa, utilizando como instrumento la ficha de observación. Los resultados evidenciaron que al implementar el SMED hubo una reducción del tiempo en el cambio de presentación de reenvasado de 27 minutos a 10 minutos, logrando una mejora de la productividad del 63%.

Bastidas y Villalva (2020) realizaron una investigación que lleva por título “Mejorar la productividad de una línea reduciendo los tiempos de preparación”, planteándose como objetivo alcanzar una reducción del tiempo de set up por cambio de producto dentro de la línea de producción N°12 para lograr un incremento del indicador de OEE en 4,41 %. Investigación de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, en la que la muestra estuvo constituida por los registros de la línea de producción n° 12, empleándose como instrumento la ficha de observación. Los resultados señalaron que al implementarse el SMED se logró una mejora en el set up por cambio de producto de un 42% al pasar de 4.10 horas a 2.34 horas, impactando de forma positiva al alcanzar el 75% de la meta propuesta en relación a la eficiencia de la línea de producción en estudio.

Domínguez et al. (2020) ejecutaron un estudio titulado “Aplicación de la metodología SMED en proceso de cambio de matrices en la industria metalmecánica: Caso Ecuador”, proponiendo como objetivo implementar de la metodología SMED en las máquinas prensa hidráulica y troqueladora dentro de los procesos de conformado de una empresa metalmecánica con el fin de reducir el tiempo de preparación de máquinas y aumentar la capacidad de producción. Investigación de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, en la que la muestra estuvo conformada por los registros de los procesos de conformado de la prensa hidráulica y la troqueladora, utilizando como instrumento la ficha de observación. Los resultados demostraron que al

implementar la metodología SMED se logró una mejora en el tiempo de preparación promedio de un 66.29%, lo que propició un incremento promedio de la productividad de un 29.81%.

Guerrero y Zuñiga (2019) realizaron una investigación titulada “Reducción del tiempo de preparación de una línea de envasado implementando la técnica Single Minute Exchange of Die (SMED)”, planteándose como objetivo reducir el tiempo de preparación de una línea de envasado a partir de la técnica SMED. Investigación de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, en la que la muestra estuvo conformada por los registros de la línea de envasado de la empresa en estudio, empleando como instrumento la ficha de observación. Los resultados evidenciaron que al implementarse la técnica SMED se alcanzó una reducción del tiempo de preparación de la línea de envasado en un 27%, logrando incrementar la productividad de la misma en un 5%.

Martínez et al. (2019) llevaron a cabo una investigación titulada “Reducción de tiempos de espera en el cambio de modelo mediante la aplicación de la herramienta SMED, un caso de estudio”, proponiendo como objetivo la reducción del tiempo de preparación y montaje de los herramientales en función de cambios de modelo solicitados por medio de la aplicación del SMED con el fin de aumentar la capacidad de producción. Investigación de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, siendo la muestra de estudio los registros de tiempo de preparación y productividad por el periodo de un mes, empleando como instrumento la ficha de observación. Los resultados señalaron que al implementar el SMED se logró una mejora del 61.12% en el tiempo de preparación y montaje de los herramientales al pasar de 70.99 min a 27.6 min, de esta manera se alcanzó un incremento de la productividad del 26.47% al pasar de 68% a 86%.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing representa en la actualidad una de las mejores vías de adaptación para cualquier tipo de organización en el mercado competitivo, dado que es una herramienta versátil y de fácil implementación (Sarria et al., 2017). Para (Alkhoraif et al., 2019), Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta como también se le conoce, es una filosofía de trabajo conformada por herramientas que permiten gestionar la producción de manera continua en la búsqueda de la excelencia, mediante la reducción o eliminación de actividades que no generan valor en los procesos.

Alkhoraif et al. (2019), sostuvieron que, se requiere necesariamente una revisión exhaustiva en las organizaciones de manufactura ya que sólo el 5% de sus actividades generan valor, el 60% no agregan casi ningún valor y desperdician cerca del 70% sus recursos; en ese sentido aseveran que Lean Manufacturing es método que permite revertir tales defectos porque conduce a las empresas hacia la rentabilidad y compatibilidad a través de la mejora en sus procesos.

Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, tiene sus inicios en países como Alemania y Japón a finales de la segunda guerra mundial, época en la que principalmente estos países enfrentaban la debacle económica de la postguerra, logrando mejores resultados en líneas de producción y puestos de trabajo; siendo el grupo Toyota el escenario del surgimiento del pensamiento Lean, de la mano de su fundador, Sakichi Toyoda (Vargas et al., 2016).

Para Mantilla y Sánchez (2012), esta filosofía comenzó a ser gestada luego de la devastación de la Segunda Guerra Mundial, donde países como Japón y Alemania sufrieron los embates económicos de la posguerra; es así como el Sr. Toyoda desarrolló

un método en el cual automatizó el trabajo manual en la corporación Toyota al diseñar un dispositivo que alertaba a los operarios al detectar fallas, deteniendo la producción por defectos en el producto, permitiendo además que un solo operador pudiera controlar varias máquinas simultáneamente, logrando incrementos en la productividad, naciendo así el método Just- in -Time (JIT).

Con la implementación del método JIT se estableció el Sistema de Producción Toyota (SPT), según el cual la producción se basaba en los requerimientos de cantidades y tiempos del cliente; siendo mejorado con la implementación del sistema SMED y otras técnicas que permitieron reducir los tiempos de cambios de herramientas en las máquinas (Bortolotti et al., 2017).

El éxito del sistema JIT o SPT, fue fomentado por el gobierno japonés a finales de los años 70 para desarrollar la competitividad de las empresas japonesas que se encontraban con grandes pérdidas económicas como consecuencia de la petrolera; extendiéndose hasta el occidente en los años 90, dando a conocerse como un sistema de producción que combina la flexibilidad, eficiencia y flexibilidad (Ohno, 1991).

A la fecha, la metodología Lean no sólo es aplicada en distintos tipos de empresas manufactureras, sino que además se ha diversificado, extendiéndose al sistema de la construcción mediante el Lean Construction, sistema de la salud con el método Lean Health, servicios logísticos a través de Lean Logistics; y en procesos administrativos de organizaciones con la metodología Lean Office; teniendo como punto de convergencia la optimización del trabajo a partir de la instauración de los principios de la calidad para alcanzar y mantener la mejora continua (Cuggia et al., 2020).

Para los autores (Cuggia et al., 2020), la metodología de Lean Manufacturing tiene como propósito es eliminar desperdicios cuenta con más de 35 herramientas, entre las que se mencionan con mayor uso:

- ✓ Value Stream Mapping (Mapeo de la cadena de valor): Es una herramienta que permite, a partir de una representación gráfica de los elementos del proceso de producción, conocer tanto el estado actual como el estado futuro de dicho proceso, su utilización permite solucionar aquellos problemas que generan retrabajos, reprocesos, cuellos de botella, entre otros, para garantizar que la empresa posea procesos ágiles aumentando su productividad y utilidad (Navarrete et al., 2016)
- ✓ 5S`s: Es una técnica que se emplea para alcanzar mejoras en las áreas de trabajo de cualquier organización por medio de una organización, orden y limpieza excelente (Hernández y Vizán, 2013).
- ✓ Mantenimiento Productivo Total (TPM): Es la realización de una serie de acciones de mantenimiento con la finalidad de eliminar las pérdidas derivadas de las paradas no programadas de máquinas y equipos (Hernández y Vizán, 2013).
- ✓ Kanban: Es una metodología para gestionar el flujo de trabajo por medio de la visualización, garantizando así la optimización de la entrega de trabajo empleando múltiples equipos, de esta manera se logra la maximización de la eficiencia (Dimitar, 2021).
- ✓ Takt Time: Es una métrica que indica la velocidad en la cual se debe realizar un proceso con el fin de satisfacer la demanda del cliente (Dimitar, 2020)

- ✓ Gemba: Las Caminatas Gemba tiene como fin comprender la secuencia de valor de un proceso y los problemas que se asican a este. Se emplea con el propósito de buscar la mejora continua (Ahuja Sánchez, 2014)
- ✓ Poka – Yoke: Método que se utiliza en las organizaciones con el fin de prevenir y de disminuir errores dentro de los procesos, de esta manera se garantiza mejores productos o una mejor prestación del servicio, ya que incide en la calidad de estos, así como evita los riesgos, impactando de manera positiva en la productividad y en los costos de la organización (Hernández y Vizán, 2013).

2.2.2. Single Minute Exchange of Die (SMED)

Single Minute Exchange of Die, o SMED por sus siglas en inglés, es una de las herramientas de la filosofía de trabajo Lean Manufacturing que consiste en realizar actividades de preparación y ajuste de una máquina o línea de producción en un tiempo menor a 10 minutos cuando está en funcionamiento o detenida; teniendo como propósito la continuidad de las operaciones y la reducción de los tiempos a partir del estudio, observación y análisis de la producción e indicadores involucrados en el desarrollo de los procesos que se ejecutan (Ospina et al., 2021).

Según Ospina et al., (2021), esta metodología creada por el japonés Shigeo Shingo en 1950 para realizar el cambio de utillaje en el sector de la automoción, considera que se realizan dos tipos de actividades: interna y externa; siendo la interna la que se realiza cuando la máquina o línea de producción está parada como es el caso del montaje y desmontaje; y la externa, la tarea que se realiza con la máquina en funcionamiento, como el mantenimiento, alistamiento y preparación de la herramienta.

La importancia de la implementación de esta metodología, es que permite reducir el tiempo de cambio de formato, con la finalidad de mejorar la efectividad del

proceso productivo pues todo estará programado de tal manera que se pierda la menor cantidad de tiempo en cada cambio (Rajadell y Sánchez, 2012).

Para TCM (2021) la implementación del SMED trae beneficios para la empresa y para los trabajadores, siendo estos:

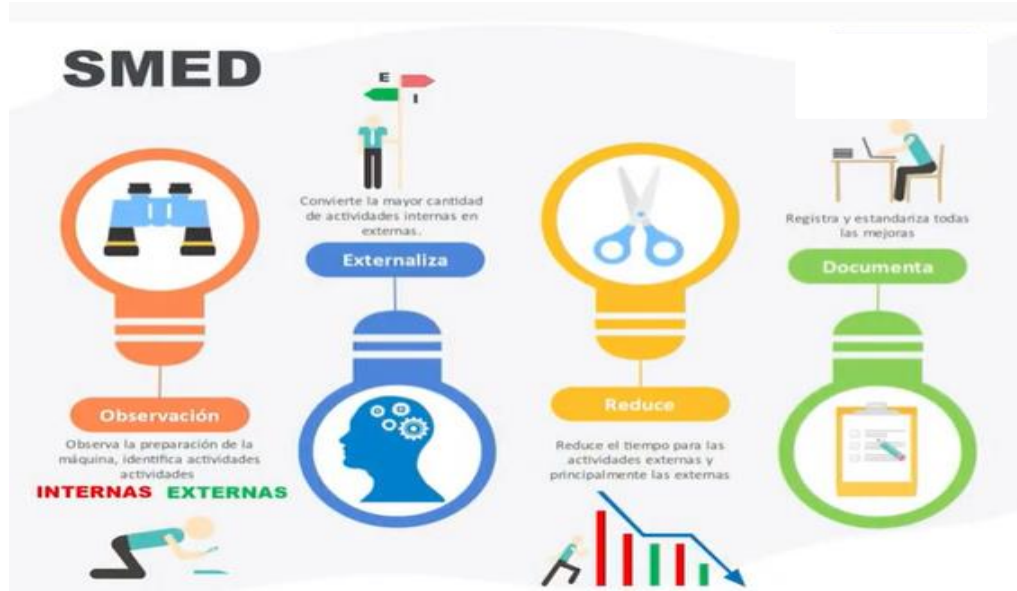
- **Empresa:** Permite que se dé un cambio en la idea de que los cambios deben realizarse en largos periodos de tiempo, cuando se ha evidenciado que estos pueden realizarse de rápidamente y tantos como sean necesario. Así mismo, permite que las empresa puedan realizar lotes de producción pequeños trayendo como ventajas:
 - ✓ **Flexibilidad:** Se puede satisfacer las necesidades cambiantes manifestadas por los clientes evitando así el costo del exceso de los inventarios.
 - ✓ **Entregas rápidas:** Al producir en lotes pequeños, implica inversión de menos tiempo para la entrega y se reduce el tiempo de espera del cliente.
 - ✓ **Mejor calidad:** Al tener menos inventarios de producto terminado, implica que habrá menos defectos relacionados con el almacenaje. Así mismo, se minimizan los defectos cuando se reduce el error de configuración y cuando se elimina la fabricación de prueba de los nuevos productos.
 - ✓ **Mayor productividad:** Al tener cambios cortos se minimiza el de inactividad de las máquinas y equipos, lo que contribuye a incrementar la productividad de los mismos.

- **Trabajadores:** Al realizar preparaciones de los equipos con mayor rapidez, se aporta mayor seguridad en los trabajadores pues se incrementa el nivel de competitividad de la organización. En este sentido, al realizarse cambios rápidos hace que el trabajo diario del área de producción sea más fluido debido a:
 - ✓ Que al existir preparaciones más sencillas impacta en la minimización del estrés y menor riesgo de accidentarse los trabajadores.
 - ✓ Al existir menos inventario se propicia menor desorden de los puestos de trabajo, en este sentido, la producción es más sencilla y por ende más segura.
 - ✓ Existe estandarización y combinación de las herramientas necesarias para la preparación, lo que implica un menor número de herramientas a ser gestionadas.

Ahmad y Soberi (2018), plantearon que la implementación de SMED como mejoras piloto o seccionadas, dividida esencialmente en 4 etapas:

Figura 3

Etapas de implementación SMED

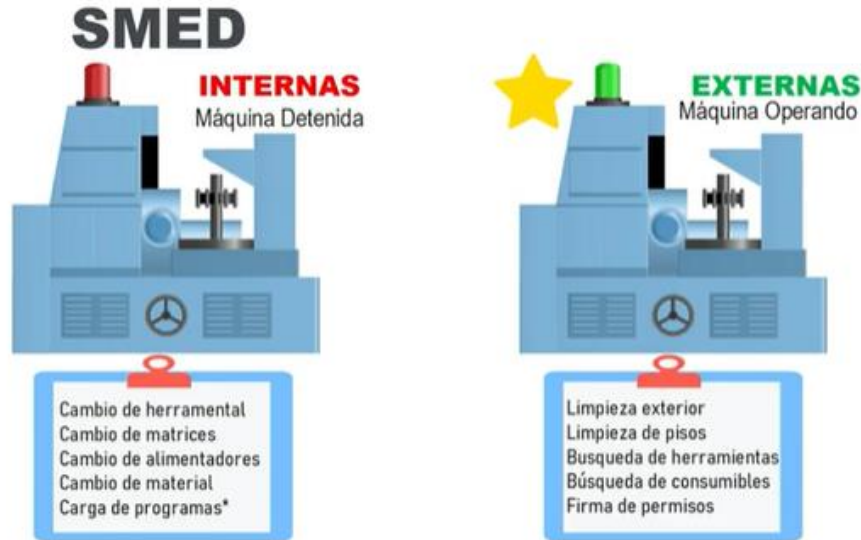


Fuente: Ahmad y Soberi (2018)

Etapa 1. Observar: En esta etapa se realiza un análisis exhaustivo de las operaciones y de los tiempos que cada uno consume, teniéndose especial cuidado en cada una de las fases del proceso a fin de identificar qué se ha realizado de manera incorrecta y cuáles actividades se ejecutan correctamente. Así mismo, se identifican todos los procesos involucrados, sus responsables y la manera de realizarlos; y se clasifican las actividades internas y externas. Esta fase requiere del uso de herramientas de la calidad que permitan el análisis de actividades o problemas, y del cronómetro o equipos de filmación para estudiar los tiempos y movimientos.

Figura 4

Identificación de actividades internas y externas



Fuente: Ahmad y Soberi (2018)

Etap 2. Convertir actividades internas en externas: Debido a que la máquina o línea de producción cuando está detenida genera pérdidas de la producción, en esta etapa se identifican las actividades internas y se procura convertir el mayor número posible en externas.

Etap 3. Reducir tiempos: A fin de reducir los tiempos de las operaciones o proceso, se implementan mejoras tanto en las actividades internas como en las actividades externas, enfocándose principalmente en las actividades internas debido a que son las que detienen la máquina o línea de producción.

Paso 4. Estandarizar: En esta fase se documentan las mejoras y se mantiene la mejora continua.

De acuerdo con Ahmad y Soberi (2018), SMED es útil cuando se requieren reducir los tiempos de cambios de modelos o set up, haciendo el mejor uso posible del

tiempo para producir, empelando menos tiempo para el cambio de herramientas; por lo que su uso en los procesos productivos genera beneficios como los siguientes:

- ✓ Reduce los tiempos no productivos
- ✓ Incrementa la productividad al disminuir los tiempos totales productivos
- ✓ Permite la producción con un tamaño de menor lote
- ✓ Reduce el tamaño del stock
- ✓ Incrementa la flexibilidad de la producción.

2.2.3. Productividad

El concepto de productividad aparece inicialmente en el sistema teórico económico fisiocrático, en el siglo VVIII, para hacer referencia exclusivamente a la productividad de la tierra, dado su capacidad de generar un producto neto, es decir a su capacidad de genera mayor cantidad de bienes a los empleados como materia prima, recuperación de capital de producción y como pago de mano operativa (Sáez, 2020). Para este autor, entre los años 1.800 y 1.900, se incluyó el termino productividad donde lo analizaban en función de las casusas y consecuencias con respecto a la carga de trabajo, características de los trabajadores, el uso de la tecnología y la innovación; señalando específicamente que la división del trabajo impacta positivamente en la productividad puesto que facilita el desarrollo de las destrezas de los trabajadores, ahorra tiempo de operaciones de máquinas y en consecuencia minimiza la cantidad de trabajo; así mismo, consideraron que la productividad está absolutamente relacionada con la competitividad de los países en el contexto internacional

Luego, la productividad apareció con una interpretación muy distinta a la manera clásica que se seguía, en este caso de la mano de Karl Marx, quien difiere de la estrecha relación entre productividad e intensidad laboral, pasando a definirla como

el incremento de la producción a partir del desarrollo de la capacidad productiva del trabajo sin modificar el empleo de la fuerza este; considerando que el aumento de la productividad parte del incremento del tiempo efectivo, es decir con la reducción de los tiempos muertos o aumento de la jornada laboral (Sáez, 2020).

Ya para finales del siglo XIX comenzó a profundizarse el estudio de la productividad y su medición, siendo Early quien la definiera como la relación entre lo producido y los medios empleados para lograr dicha producción; sin embargo, es al finalizar la segunda guerra mundial que se encuentran mayor variedad de estudios entre los que resalta Tinbergen al definir la productividad total como la relación entre el producto obtenido y el uso real de los recursos; y la definición de La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que plantea la productividad como el resultado de dividir la producción obtenida entre los factores que intervienen en el proceso (Gutiérrez y Taracón, 2017).

Autores como Kendrick y Creamer, centraron sus estudios en la medición de la productividad a nivel de los sectores agrícolas, manufacturero, comercial, financiero y de servicios, en distintos escenarios económicos de los Estados Unidos, estableciendo así índices de productividad a nivel de organizaciones; llegando a analizar índices para la productividad parcial y productividad total a fin de obtener resultados más eficientes en las empresas (Schuh et al., 2018).

Desde su aparición, el concepto de productividad ha continuado siendo objeto de estudio extendiéndose a una diversidad de organizaciones, lo que dificulta una definición precisa de ese concepto; en tanto la OCDE plantea que la productividad es unívoca, es decir, que tiene una naturaleza variable, en tal sentido, puede hacer referencia a una empresa determinada, un seleccionado sector o actividad, e incluso a

un indicador económico; que además puede basarse en un factor único (capital, trabajo, etc.) o determinarse en función a todos los factores o recursos que participan en la producción; siendo posible la elección del concepto en base al objetivo que se persiga en el estudio (Singh et al., 2018)

Para Jaimes et al. (2018), la productividad es un indicador que mide la forma de uso de los factores que participan en los procesos necesarios para la elaboración de un servicio o producto en bien de satisfacer las necesidades de una población objetivo. En tanto, estos autores plantean que la productividad es impactada por factores externos e internos, donde los internos dependen exclusivamente de la gerencia (la calidad, participación laboral, logística, precio del producto y capacidad); y los externos, aquéllos que no pueden ser controlados por la organización (impuestos, mercado, clima, etc).

Es un hecho demostrado que la productividad impacta significativamente en el desarrollo económico y de la sociedad, además de que está estrechamente relacionada con la competitividad de las naciones; pudiendo incrementarse a través de la mejora de los proceso y condiciones de trabajo en las que son de gran aporte la capacitación del personal, la inclusión tecnológica, optimización de los recursos, y esencialmente importante, la adopción de metodologías de mejora continua (Vertakova y Maltseva, 2020). Es así que estos autores plantean que la mejora de la productividad se da cuando la organización es flexible, es decir, que asume nuevos retos, motica constantemente a su capital humano y emplea de la mejor manera sus recursos y las metodologías de mejora continua.

Lindner et al. (2018), miden la productividad global o parcialmente; considerando la productividad global como la suma de todos los factores utilizados en

la producción, la cual se consigue dividiendo las salidas entre el total de todos los factores utilizados. De igual manera aseveran que la productividad parcial, factorial o directa mide el uso de los factores utilizados en un área o proceso en particular; y que se calcula como resultado de dividir las salidas entre las entradas para la producción de un bien o servicio.

$$\text{Productividad} = \text{Eficacia} \times \text{Eficiencia} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Si bien la productividad puede ser medida desde la dimensión humana y la dimensión procesos, las cuales a su vez están compuestas por subdimensiones (Lindner et al., 2018) para Gutiérrez (2014), la productividad se obtiene en base a la participación de dos factores que son eficacia y eficiencia; donde la eficacia mide el uso de los recursos que participan en los objetivos logrados tal y como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades programadas}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Por su parte la eficiencia mide el tiempo utilizado en los objetivos concretados, tal y como se aprecia en la siguiente ecuación

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo planificado}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

2.3. Definición de términos básicos

Actividades internas: Son las actividades de ajustes, preparación, montaje y desmontaje que se realizan cuando la máquina o línea de producción está detenida (Ahmad y Soberi, 2018).

Actividades externas: Son las actividades de ajustes, preparación, montaje y desmontaje que se realizan cuando la máquina o línea de producción está funcionando (Ahmad y Soberi, 2018).

Eficacia: La eficiencia mide el rendimiento de los recursos empleados en el logro de los objetivos, operación o actividad u organización; en otras palabras (Gutiérrez, 2014).

Eficiencia: La eficacia indica el logro de los objetivos propuestos de un sistema, operación o actividad u organización; en otras palabras, se refiere al cumplimiento de los objetivos según lo planificado (Gutiérrez, 2014)

Productividad: La productividad es un indicador que mide la capacidad de producción de un sistema productivo, operación o actividad u organización, en términos de los factores eficacia y eficiencia (Gutiérrez, 2014).

Set – Up: Es el tiempo empleado en el ajuste o de una máquina o línea de producción antes de iniciar operaciones (Cuggia et al., 2020).

Imperfección: Son aquellos errores que se encuentran presentes dentro de un proceso productivo trayendo como consecuencia un producto fallado o que está fuera de los márgenes de calidad (Marrujo Álvarez, 2017)

Muda: Hace referencia a los recursos y a las actividades que no generan valor alguno al proceso o a un producto (Marrujo Álvarez, 2017)

Operación: Hace referencia a cualquier acto que realiza un trabajador, una máquina o un equipo en la materia prima en la ejecución del proceso productivo (Marrujo Álvarez, 2017)

Tiempo estándar: Es aquel tiempo es requerido para la fabricación de un producto dentro de un puesto de trabajo o línea de producción (Marrujo Álvarez, 2017)

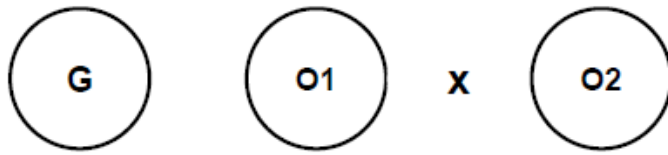
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Metodología

La investigación se sustentó en el enfoque cualitativo, pues se parte de la observación de diferentes objetos que están presentes en objeto de estudio donde se da la investigación para comprender su comportamiento y analizar en el mismo lugar aquellas características que se encuentran presentes para de esta manera dar respuesta a los objetivos planteados (Katayama Omura, 2014). En relación al alcance, la investigación fue explicativa, pues la investigación no se limitó solamente a realizar la descripción del objeto en estudio o conocer la relación entre las variables, el propósito es conocer las causas del mismo a efecto de explicar el porqué de su ocurrencia y en las condiciones en las que se da (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Finalmente, el diseño del estudio fue preexperimental, pues se contó con una sola unidad de análisis en donde hubo intervención de las investigadoras para modificar y solucionar el problema en estudio (Arias Odón, 2016), así mismo se soportó en un diseño transaccional, ya que tanto recolección como el análisis de los datos se realizó en una sola oportunidad (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Figura 5

Diseño de la investigación



Donde:

G: Grupo experimental

X: Implementación de la metodología SMED

O1: Productividad inicial

O2: Productividad posterior

La población se define como la totalidad de elementos o de unidades analizadas y que se encuentran dentro del espacio del fenómeno estudiado (Carrasco Díaz, 2019), en este sentido, la población estuvo conformada por el proceso de producción de tapas de plástico en la empresa ASAPLASTS E.I.R.L. La muestra, se define como un subgrupo de la población de la que se puede recabar la información y datos requeridos para una investigación, debiendo ser representativa para de esta manera poder llegar a generalizar los resultados del estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). En los casos en donde la totalidad de elementos que conforman la población se emplean para ser estudiados, se define como muestra censal (Soto, 2018). En el presente estudio, la muestra estuvo conformada por el proceso de producción de tapas chupón y tapas alcohol de plástico que desarrolla la empresa ASAPLASTS E.I.R.L., realizado en dos periodos el primero de ellos antes de la implementación de la herramienta (meses enero, febrero y marzo del año 2022) y el segundo de ellos posterior a la implementación de la herramienta (julio, agosto y septiembre del año 2022).

La técnica utilizada para la recolección de información fue la observación, que no es otra cosa que observar atentamente el objeto, caso o fenómeno en estudio y registrar la información que está asociada a este para su posterior análisis (Palomino et al., 2017), lo que

permitió recabar información relacionada a las actividades realizadas en el proceso productivo de tapas de plásticos de la empresa ASAPLASTS E.I.R.L. El instrumento empleado durante el desarrollo de estudio fue la guía de observación o ficha de registro de observación, la cual se emplea para identificar los aspectos del fenómeno u objeto evaluado: Características, comportamientos, funcionamiento, entre otros (Arias y Convinos, 2021).

Todo el análisis de datos se ejecutó a través del empleo de hojas de cálculo de Microsoft Excel en las que se procesó los datos asociados a la eficacia, eficiencia y productividad del del proceso de producción de tapa chupón y tapa alcohol realizado por la empresa, lo que permitió realizar el respectivo análisis descriptivo por medio del empleo del estadístico de la media. Toda la información que se obtuvo del respectivo análisis fue presentada en tablas y gráficos, lo que permitió desarrollar la interpretación de los resultados.

3.2. Diagnóstico de la problemática

Pese al incremento anual de la capacidad productiva y al consumo de las empresas del sector plástico, éstas enfrentan una serie de circunstancias que de no atenderse oportuna y correctamente interrumpen su posicionamiento en el mercado nacional o internacional, disminuyendo en consecuencia sus ingresos. Es así como en el actual contexto de mercado, las organizaciones están forzadas a mejorar cada vez más los índices de competitividad, lo que les exige innovar en sus procesos contantemente para producir con la mejor eficacia y eficiencia posible.

En este panorama se ubicó la empresa ASAPLAST, la cual de acuerdo a la información de la Gerencia de Producción durante el año 2021 presentó en el producto Tapa Chupón el 11% sobre el total de las ventas por retraso en las entregas de los pedidos, debido a la diferencia entre los pedidos requeridos y los pedidos entregados.

Tabla 1

Histórico de pedidos producto Tapón Chupón Vs % de ventas por pedidos entregados – año 2021

MES	Pedidos Requeridos (Und)	Pedidos Entregados (Und)	Pedidos Retrasados (Und)	% de pérdidas en ventas por pedidos retrasado
ENERO	925000	901600	23400	2.50%
FEBRERO	934400	929600	4800	1%
MARZO	935000	885600	49400	5.30%
ABRIL	914400	887000	27400	3.00%
MAYO	928570	869900	58670	6.30%
JUNIO	942600	891600	51000	5.40%
JULIO	942600	914600	28000	3.00%
AGOSTO	944400	920500	23900	2.50%
SETIEMBRE	931500	911600	19900	2.10%
OCTUBRE	923580	897500	26080	2.80%
NOVIEMBRE	913580	900800	12780	1.40%
DICIEMBRE	951600	915590	36010	3.80%
TOTAL	11187230	10825890	361340	11%

Fuente: ASAPLAST, 2021

Así mismo, con respecto al producto tapa Alcohol, el porcentaje de pérdidas en ventas por pedidos retrasados durante el 2021 fue de 15%.

Tabla 2

Histórico de pedidos producto tapa Alcohol Vs % de ventas por pedidos entregados – año 2021

MES	Pedidos Requeridos (Und)	Pedidos Entregados (Und)	Pedidos Retrasados (Und)	% de pérdidas en ventas por pedidos retrasado
ENERO	985000	985263	0	0.00%
FEBRERO	971400	967000	4400	1%
MARZO	935000	925799	9201	1.00%
ABRIL	924400	905600	18800	2.00%
MAYO	928570	915799	12771	1.40%
JUNIO	942600	925000	17600	1.90%
JULIO	944600	929900	14700	1.60%
AGOSTO	913400	898000	15400	1.60%
SETIEMBRE	930500	903400	27100	1.00%
OCTUBRE	923580	918990	4590	1.00%
NOVIEMBRE	923580	911780	11800	1.30%
DICIEMBRE	941600	928800	12800	1.40%
TOTAL	11264230	11115331	149162	15%

Fuente: ASAPLAST, 2021

Ver anexo 1 para el cálculo de los valores de Pedidos Retrasados (Und) y % de pérdidas en ventas por pedidos retrasado, mostrados en los históricos de las tablas 1 y 2.

De acuerdo los datos de Gerencia de Producción, actualmente la empresa ASAPLAST, está presentando una baja productividad en la fabricación de los productos Tapa Chupón y Tapa Alcohol, tal y como se aprecia en las tablas 3 y 4 respectivamente.

Tabla 3

Productividad tapa chupón primer trimestre del año 2022

MES	Semana	Tiempo programado (Hrs)	Tiempo Real	Eficiencia	Unidades programadas	Unds Producidas	Eficacia	Productividad
ENERO	1	120	88.16	73.47%	1380000	201500	87.61%	64.36%
	2	120	88.90	74.08%	1380000	202450	88.02%	65.21%
	3	120	88.00	73.33%	1380000	199850	86.89%	63.72%
	4	120	88.10	73.42%	1380000	198750	86.41%	63.44%
FEBRERO	1	120	87.00	72.50%	1380000	195250	84.89%	61.55%
	2	120	87.90	73.25%	1380000	200650	87.24%	63.90%
	3	120	89.20	74.33%	1380000	203635	88.54%	65.81%
	4	120	88.00	73.33%	1380000	199950	86.93%	63.75%
MARZO	1	120	89.10	74.25%	1380000	203450	88.46%	65.68%
	2	120	87.60	73.00%	1380000	200750	87.28%	63.72%
	3	120	88.16	73.47%	1380000	201950	87.80%	64.51%
	4	120	87.00	72.50%	1380000	199900	86.91%	63.01%
Promedio				73.41%			87.25%	64.06%

Fuente: ASAPLAST, 2022

Tabla 4

Productividad tapa alcohol primer trimestre del año 2022

MES	Semana	Tiempo programado (Hrs)	Hrs de Maquina Real	Eficiencia	Unidades programadas	Unds Producidas	Eficacia	Productividad
ENERO	1	120	92.30	76.92%	1380000	198750	86.41%	66.47%
	2	120	92.90	77.42%	1380000	200450	87.15%	67.47%
	3	120	92.50	77.08%	1380000	198350	86.24%	66.48%
	4	120	93.00	77.50%	1380000	201200	87.48%	67.80%
FEBRERO	1	120	92.50	77.08%	1380000	199150	86.59%	66.74%
	2	120	92.90	77.42%	1380000	199950	86.93%	67.30%
	3	120	93.00	77.50%	1380000	201135	87.45%	67.77%

	4	120	92.90	77.42%	1380000	200850	87.33%	67.60%
MARZO	1	120	92.60	77.17%	1380000	198975	86.51%	66.76%
	2	120	93.00	77.50%	1380000	201300	87.52%	67.83%
	3	120	92.90	77.42%	1380000	200975	87.38%	67.65%
	4	120	92.60	77.17%	1380000	199895	86.91%	67.07%
	Promedio				77.30%			86.99%

Fuente: ASAPLAST, 2022

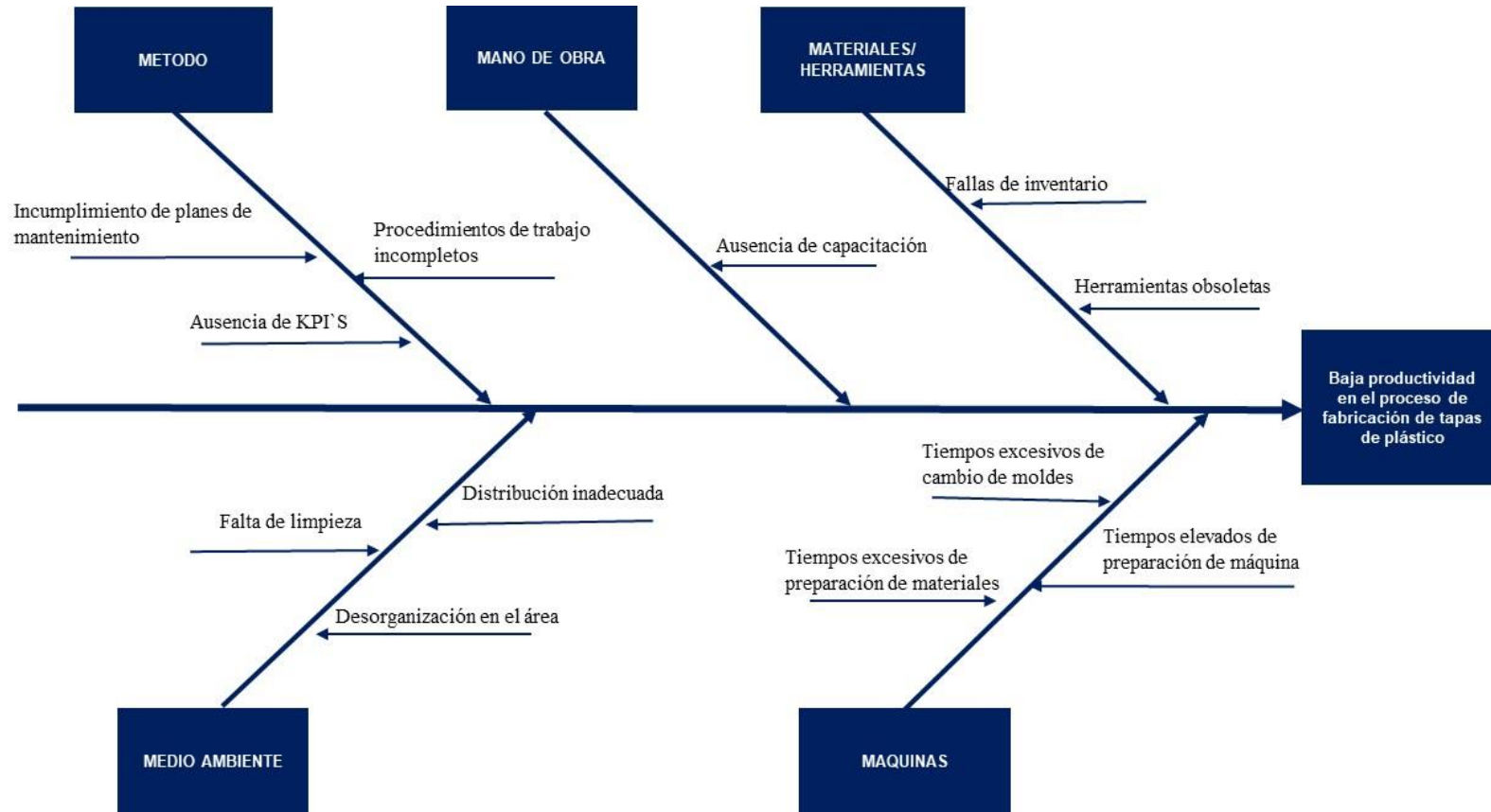
Los cálculos de productividad, eficacia y eficiencia se obtuvieron a partir de las fórmulas 1, 2 y 3 respectivamente, descritas en las bases teóricas.

3.2.1. Identificación de las causas de la baja productividad

A partir de una lluvia de ideas que se logró como resultado de mesas de trabajo realizadas con el personal involucrado en la producción (ver anexo 2), se identificaron las causas relacionadas con la baja productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico, quedando organizadas en un diagrama de Ishikawa como se muestra en la figura 6.

Figura 6

Diagrama de Ishikawa para las causas de la baja productividad



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Priorización de las causas de la baja productividad

Para determinar la priorización de las causas, se realizaron observaciones de ocurrencia de las doce causas identificadas en la incidencia de la baja productividad. Dichas ocurrencias se registraron se realizaron durante el periodo de mes, contabilizando en total 193 observaciones, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Tabla de observaciones registradas de las causas de baja productividad.

Nro.	Causa	Observaciones
C1	Fallas de inventario de herramientas	5
C2	Herramientas obsoletas	4
C3	Ausencia de capacitación personal	1
C4	Incumplimiento en planes de mantenimiento	2
C5	Procedimientos de trabajo incompletos	2
C6	Ausencia de KPI'S	1
C7	Desorganización en el área	3
C8	Falta de limpieza	9
C9	Incorrecta distribución	5
C10	Tiempo elevado de preparación de máquina	60
C11	Tiempos excesivos en preparación de materiales	56
C12	Tiempos excesivos en cambio de moldes	45
TOTAL		193

Fuente: Elaboración propia

Las observaciones registradas fueron ordenadas en forma ascendente en una tabla de Excel para calcular el valor de frecuencia acumulada y porcentaje de frecuencia acumulada. La frecuencia acumulada se obtuvo como resultado de la suma del total de observaciones de la causa anterior y de la causa actual. Así mismo, el porcentaje de frecuencia acumulada se consiguió como resultado de dividir la

frecuencia entre el total de observaciones realizadas. En la tabla 6 se muestra la priorización de las causas.

Tabla 6

Priorización de las causas de la baja productividad

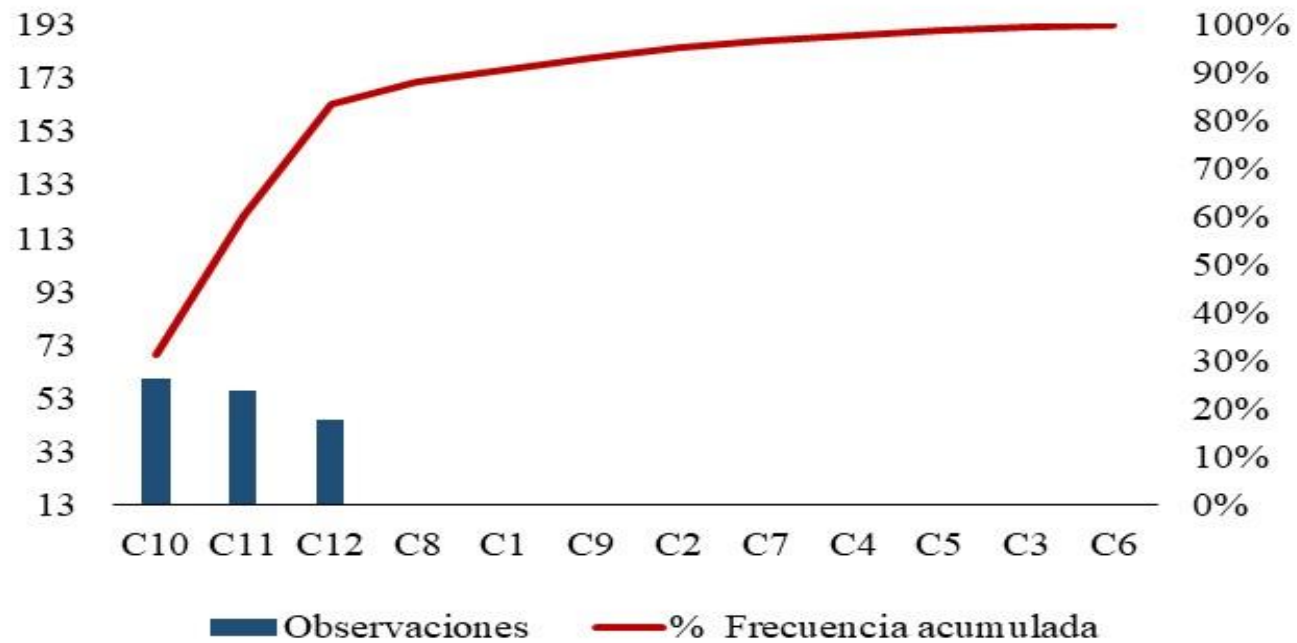
Nro.	Causa	Total	Frecuencia	%	% Frecuencia Acumulado
C10	Tiempo elevado de preparación de máquina	60	60	31%	31%
C11	Tiempos excesivos en preparación de materiales	56	116	29%	60%
C12	Tiempos excesivos en cambio de moldes	45	161	23%	83%
C8	Falta de limpieza	9	170	5%	88%
C1	Fallas de inventario de herramientas	5	175	3%	91%
C9	Incorrecta distribución	5	180	3%	93%
C2	Herramientas obsoletas	4	184	2%	95%
C7	Desorganización en el área	3	187	2%	97%
C4	Incumplimiento en planes de mantenimiento	2	189	1%	98%
C5	Procedimientos de trabajo incompletos	2	191	1%	99%
C3	Ausencia de capacitación personal	1	192	1%	99%
C6	Ausencia de KPI'S	1	193	1%	100%
TOTAL		193		100%	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las causas ordenadas se graficaron en función del valor de frecuencia acumulada en orden ascendente, como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Diagrama de las causas de Pareto de la baja productividad



Fuente: Elaboración propia

En la tabla de priorización de las causas y en el Diagrama de Pareto se observa que el 80% de las causas de la baja productividad en el proceso de fabricación de tapas de plástico se concentran en tres causas que son: tiempos elevados de preparación de máquina, tiempos excesivos de preparación de materiales y tiempos excesivos en cambios de moldes. Este análisis permitió orientar los esfuerzos para mejorar específicamente esas tres causas.

3.2.3. Identificación de la causa raíz de la baja productividad

Para conocer la causa raíz de la baja productividad en la fabricación de tapas de plástico, se realizó un análisis en una mesa de trabajo donde se utilizó la técnica de los 5 por qué. En una tabla de Word se detallaron 5 niveles del por qué se produjo la causa, y finalmente para cada causa se extrajo un análisis de falla, así como se aprecia en la tabla 7.

Tabla

Causa raíz de la baja productividad

PROBLEMA	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	RESULTADO DE ANÁLISIS
Baja productividad en el proceso de fabricación de tapas de plásticos	Tiempo elevado de preparación de máquina	Porque las herramientas/ insumos de trabajo están lejos del área	Porque las herramientas/insumos siempre han estado en el almacén	Porque no se ha organizado que podamos resguardar las herramientas/insumos en el área de trabajo	Es el método de trabajo de producción	Debilidades en el proceso fabricación
	Tiempos excesivos en preparación de materiales	Porque los operarios realizan las tareas según su propia experiencia	Porque no se ha estandarizado la forma correcta de realizar las tareas	Porque no se ha hecho un estudio para mejorar la forma más adecuada de hacer las tareas	Deficiente supervisión	Debilidades en el proceso fabricación
	Tiempos excesivos en cambio de moldes	Porque el personal de mantenimiento pierde tiempo en buscar las herramientas y materiales para hacer el cambio	Porque no hay una organización del trabajo	Porque no se ha estandarizado el trabajo	Deficiente supervisión	Debilidades en el proceso fabricación

Fuente: Elaboración propia

Mediante el empleo de la técnica de los 5 por qué, se identificó que la causa raíz de la baja productividad es debilidad en el proceso de fabricación.

3.2.4. Selección de la alternativa de mejora

A partir de la identificación de la causa raíz de la baja productividad en la fabricación de tapas de plásticos, se seleccionó la herramienta más adecuada a utilizar para la mejora, considerando 4 alternativas de selección: TPM, Kanban, SMED y JIT. Para esta selección la Gerencia de Producción estableció que la mejor alternativa cumpla con los criterios siguientes:

- ✓ Alta efectividad
- ✓ Bajo costo
- ✓ Corto tiempo de implementación

Donde:

Efectividad: Corresponde la capacidad que posee la herramienta para solucionar problemas relacionados con debilidades en los procesos que incurren en tiempos muerto o de tiempos improductivos. Se consideraron tres niveles de efectividad: alta, media y baja.

Costo: Se refiere al costo de inversión de la mejora. Se consideraron tres rangos de costos: alto, moderado y bajo.

Tiempo de implementación: Se refiere al periodo de tiempo que se requiere para la implementación de la mejora y evidenciar resultados, considerando que el largo plazo es mayor o igual a 1 año, el mediano plazo es mayor o igual a 6 meses; y el corto plazo es menor o igual a 6 meses.

Tabla 8

Alternativas de solución de mejora

	DESCRIPCIÓN	EFFECTIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN
TPM	Es una metodología que mejora la productividad al eliminar tiempos improductivos. Especialmente útil cuando las causas están relacionadas con la incidencia de averías, defectos de producción e índices de accidentes.	Baja	Bajo - Medio	Mediano - Largo
KANBAN	Es una metodología que mejora la productividad al eliminar tiempos improductivos, cuando las causas están principalmente vinculadas con las fallas en los flujos de las operaciones.	Baja	Bajo - Medio	Corto - Mediano
SMED	Es una metodología que mejora la productividad al eliminar tiempos improductivos. Es de gran efectividad cuando las causas están principalmente vinculadas los tiempos de set up de los sistemas productivos o máquinas.	Alta	Bajo	Corto - Mediano
JIT	Es una metodología que mejora la productividad al eliminar tiempos improductivos, cuando las causas están principalmente vinculadas con las en almacenes, niveles de stock, tiempos de almacenaje	Baja	Bajo - Mediano	Corto - Mediano

Fuente: Elaboración propia

El análisis cualitativo mostrado en la tabla 8 permitió concluir que la metodología más adecuada para eliminar las causas de la baja productividad en la fabricación de tapas de plásticos, es la metodología SMED; que, así como lo plantea Ospina et al. (2021), en su investigación científica titulada “Aplicación del SMED en la industria: Revisión sistemática de la literatura a través de VOSviewer”, SMED es una metodología del Lean Manufacturing o manufactura esbelta que mejora la productividad al eliminar los tiempos improductivos por deficiencia de los productos, ineficacia en los procesos productivos, ineficiencias de la dirección, o por pérdidas imputables al operario.

3.2.5. Evaluación SMED de la empresa ASAPLAST

Ya conociendo las causas de la problemática de la baja productividad en el proceso de fabricación de tapas de plástico para la empresa ASAPLAST, y teniendo identificada la herramienta de mejora más adecuada, se realizó una evaluación con el propósito de evaluar a la organización en la gestión de SMED como herramienta de mejora en problemas asociados a los tiempos de set up.

La evaluación se realizó con un cuestionario donde se consideraron cuatro aspectos que incluyeron política, planeamiento, implementación y evaluación; y 14 ítems. Se establecieron como criterios de valoración cuatro niveles para cada ítem:

Tabla 9*Criteria para valoración de SMED*

Criterio de valoración	Valor
Totalmente implementado	15
Parcialmente implementado	8
Parcialmente diseñado	5
No diseñado	0

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se asignaron tres rangos de clasificación para la valoración:

Tabla 10*Rangos de clasificación de evaluación*

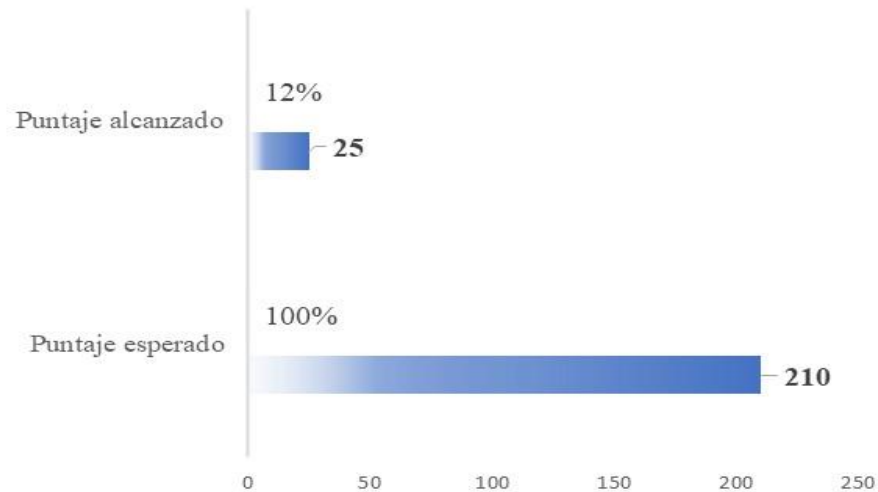
Criterio de clasificación	Valor
Escaso nivel	70
Bajo nivel	140
Alto nivel	210

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la evaluación arrojaron que la empresa ASAPLAST alcanzó 25 puntos, equivalentes al 12%, lo que la ubicó en un nivel bajo de gestión de herramienta SMED y otras empresas de mejora continua (Ver anexo 1).

Figura 8

Evaluación de gestión SMED



Fuente: Elaboración propia

3.3. Propuesta de mejora de la productividad

3.3.1. Plan de mejora de la productividad

A fin de informar a la Gerencia de Producción sobre el planteamiento de la mejora para la productividad, se le presentó un plan de trabajo el cual se estructuró en 4 actividades principales, así como se visualiza en la tabla 11.

Tabla 11

Plan de mejora de la productividad

Actividad	Objetivo	Fecha
Análisis de la situación actual	Identificar la actual situación de la productividad del proceso de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol Seleccionar la alternativa adecuada para mejorar la productividad del proceso de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol Evaluar la gestión de la organización en la implementación de SMED u otras herramientas de mejora en el proceso de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol	Marzo
Implementación SMED	Estudiar la forma actual de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol Clasificar las actividades en internas y externas según la actual forma de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol Implementar las acciones necesarias para reducir los tiempos de las actividades de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol Estandarizar el proceso de fabricación de Tapas tipo Chupón y Tipo Alcohol e implementar	Abril, Mayo, Junio
Evaluación de la productividad	Medir la productividad y sus indicadores	Julio, Agosto

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Presupuesto de implementación SMED

Se elaboró el presupuesto de implementación de la mejora para presentarlo a la Gerencia de Producción, como parte de la presentación de la propuesta. Dicho presupuesto contempló tres conceptos: el recurso humano necesario para realizar la implementación, un curso de capacitación SMED y los materiales empleados. En la tabla 10 se muestra el desglose y el monto total de la inversión.

Tabla 12

Presupuesto de implementación de la mejora

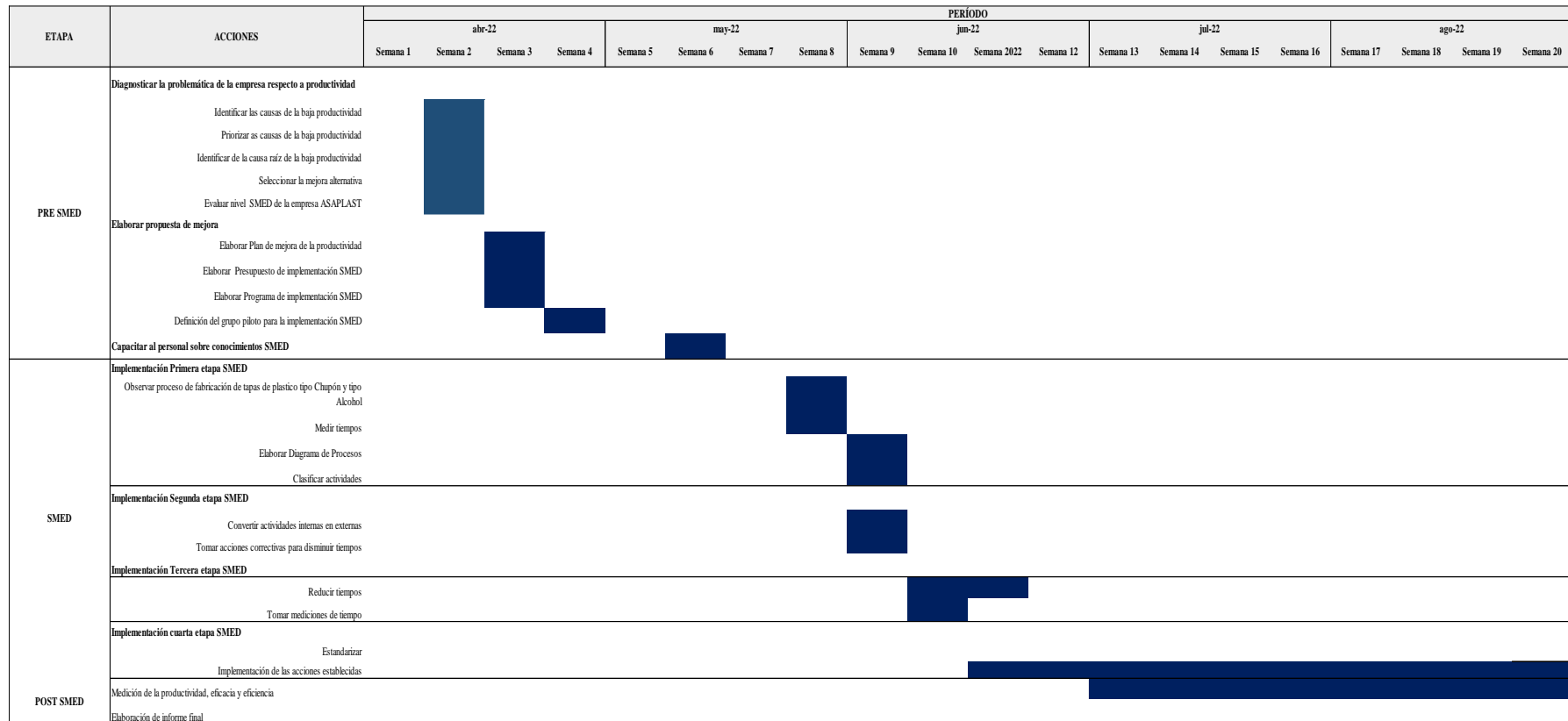
Descripción	Cantidad	Horas	Costo-Hora	Total
Recurso Humano				
Técnico de Mantenimiento	1	133	S/ 10.00	S/ 1,333
Operador de Producción	2	133	S/ 10.00	S/ 2,667
Supervisor de Producción	1	133	S/ 13.00	S/ 1,733
Analista de Mejora	2	133	S/ 13.00	S/ 3,467
Total Recurso Humano				S/ 9,200
Formación				
Descripción	Cantidad	Costo-Hora	Total	
Curso de Capacitación SMED	1	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00	
Refrigerio	12	S/ 12.00	S/ 144.00	
Total Recurso Humano			S/ 3,644.00	
Materiales y Equipos				
Descripción	Cantidad	Costo	Total	
Laptop	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	
Impresora	1	S/ 750.00	S/ 750.00	
Papel Resma	1	S/ 12.00	S/ 12.00	
Cartucho de impresión	1	S/ 130.00	S/ 130.00	
Total Materiales y Equipos			S/ 3,392.00	
Total costos de inversión			S/ 16,236.00	

Fuente: Elaboración propia

3.1. Programa de implementación SMED

Figura 9

Implementación de mejora de la productividad



Fuente: Elaboración propia

3.2. Definición del equipo para la implementación SMED

Con la participación del Supervisor de Producción se estableció el equipo responsable de realizar la implementación de la mejora, quedando conformado de la manera siguiente:

Tabla 13

Equipo de implementación de mejora

Nombre	Área	Cargo	Posición en la mejora
Víctor Ochoa	Producción	Operador de Producción	Apoyo
Julio Velásquez	Producción	Operador de Producción	Apoyo
Cristián Pachamoro	Mantenimiento	Operador de Producción	Apoyo
Carlos Rojo	Producción	Jefe Producción	Líder de equipo
Sara Castro	Producción	Asistente de producción	Coordinador
Kendra Ávila	Producción	Asistente de producción	Coordinador

Fuente: Elaboración propia

3.3. Programa de capacitación SMED

Se elaboró un programa de capacitación con los tópicos necesarios para sensibilizar al personal en la implementación de SMED, el cual contiene comprende la información detallada en la tabla 14.

Tabla 14

Programa de capacitación SMED

Programa de capacitación SMED

Propósito general de la capacitación: Mejorar la productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico tipo Chupón y tipo Alcohol

Propósito específico de la capacitación:

Tema de capacitación: SMED y mejora de la productividad

Responsable: Gerencia de HHRR

Impartido por: Empresa externa

Dirigido a: Equipo de implementación SMED

Tópicos	Tiempo (Hr.)
1. SMED y su impacto en la mejora de la productividad	2
2. ¿Cómo ser más productivo en la empresa?	1
3. Etapas de implementación SMED	3
4. Ejercicios de implementación	8

Recursos: Laptop, proyector de pantalla, salón de reuniones, lápices, hojas blancas
Refrigerios, agua.

Fuente: Elaboración propia

4.1. Implementación de la mejora

3.3.1. Etapa 1. Observar

En las observaciones realizadas con la ayuda de una cámara de seguridad de la empresa, se pudo identificar que, durante las actividades de preparación y cambio de moldes de la máquina de tapa chupón que el operario realizaba 14

actividades, invirtiendo un tiempo promedio total en cada jornada de 159.2 minutos, dicha actividad se detalló en tareas, tal como se muestra en el Diagrama de Análisis de actividades (DAP), figura 10.

Figura 10

DAP de preparación y cambio de molde para fabricación de Tapa Chupón por turno Sin Smed

DIAGRAMA DE ANALISIS DE ACTIVIDADES							
Proceso: Preparación de máquina, materiales y cambio de moldes para Tapas Chupón						Fecha: 23/05/2022	
Objetivo: Observar situación actual						Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro	
It.	Actividad	Tiempo (min)	●	D	→	▲	Descripción
1	Trasladarse al almacén	5			●		El operario se traslada desde la máquina hasta el almacén para retirar herramientas e implementos
2	Retirar herramientas e implementos de trabajo	7		●			El operario solicita en almacén herramientas e implementos de trabajo
3	Trasladarse al puesto de trabajo	5			●		El operario se traslada desde el almacén con las herramientas e implementos hasta la máquina
4	Retirar moldes de máquina	15		●			El operario retira moldes y los lleva al almacén
5	Trasladar molde al almacén de producción	6			●		El operario traslada moldes al almacén de producción
6	Retirar molde y soplete de aire	22		●			El operario solicita y retira los moldes y el soplete
7	Limpiar máquina	8	●				El operario limpia el polvo de la máquina con el soplete
8	Colocar moldes	12	●				El operario coloca los moldes una vez limpia la máquina
9	Encender máquina	5.2	●				El operario enciende la máquina manualmente
10	Buscar materiales e insumos (polietileno/colorante)	9			●		El operario se traslada desde la máquina hacia el almacén de producción
11	Retirar materiales e insumos	20		●			El operario solicita y retira los materiales e insumos
12	Trasladar al puesto de máquina materiales e insumos	7			●		El operario solicita y retira los materiales e insumos
13	Colocar insumos/materiales en máquina	28	●				El operario coloca en máquina los insumos/ materia prima
14	Programar máquina	10	●				El operario acciona los botones para dar marcha a la máquina
TOTAL		159.2	5	4	5	0	0

Fuente: Elaboración propia

Conociendo que la empresa tiene dos turnos de trabajo de 12 horas y que se labora de lunes a sábado, se promedió que, del total de horas planificadas para la fabricadora de Tapas Chupón mensualmente, al menos 7.641 minutos que equivalen a 127 horas, se estaban destinando a actividades de preparación y cambios.

Respecto a la fabricación de Tapas Alcohol, durante cada jornada laboral, se observó que el operario invertía en promedio unos 138.5 minutos, en los cuales realizó 10 tareas, tal como se visualiza en la figura 11.

Figura 11

DAP de preparación para fabricación Tapa Alcohol por turno Sin Smed

DIAGRAMA DE ANALISIS DE ACTIVIDADES								
Proceso:	Preparación de máquina y materiales para Tapas Alcohol					Fecha: 23/05/2022		
Objetivo:	Observar situación actual					Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro		
It.	Actividad	Tiempo (min)	●	◐	→	◑	▲	Descripción
1	Trasladarse al almacén	5			●			El operario se traslada desde la máquina hasta el almacén para retirar herramientas e implementos
2	Retirar soplete de aire	12		●				El operario solicita en almacén herramientas e implementos de trabajo
3	Trasladar soplete a máquina	7			●			El operario se traslada desde el almacén con las herramientas e implementos hasta la máquina
4	Limpiar máquina	8	●					El operario limpia el polvo de la máquina con el soplete
5	Encender máquina	5.5	●					El operario enciende la máquina manualmente
6	Buscar polietileno	32			●			El operario se traslada desde la máquina hacia el almacén de producción
7	Retirar polietileno	18		●				El operario solicita y retira los materiales e insumos
8	Trasladar al puesto de máquina polietileno	7			●			El operario solicita y retira los materiales e insumos
9	Colocar polietileno en máquina	38	●					El operario coloca en máquina los insumos/ materia prima
10	Programar máquina	6	●					El operario acciona los botones para dar marcha a la máquina
TOTAL		138.5	4	2	4	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Esos 138.5 minutos por turno, representaban en promedio, mensualmente 6.648 minutos, lo que equivalen a 110 horas mensuales dedicadas solamente a realizar actividades de preparación de la fabricadora de Tapas Alcohol.

3.3.2. Convertir actividades internas en externas

Durante esta etapa de implementación SMED se analizaron las actividades de preparación y cambio de molde para la máquina fabricadora de Tapa Chupón y Tapa Alcohol, a finde en encontrar actividades que puedan ser eliminadas, convertidas o mejoradas en cuanto al tiempo de ejecución.

Figura 12

Clasificación de actividad preparación y cambio de molde fabricación de Tapa Chupón

FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN SMED					
Proceso: Preparación de máquina, materiales y cambio de moldes para Tapas Chupón		Fecha: 26/05/2022			
Objetivo: Clasificar actividades		Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro			
It.	Actividad	Situación actual		Situación ideal	
		Act. Interna	Act. Externa	Act. Interna	Act. Externa
1	Trasladarse al almacén	X			
2	Retirar herramientas e implementos de trabajo	X			
3	Trasladarse al puesto de trabajo	X			
4	Retirar moldes de máquina	X			
5	Trasladar molde al almacén de producción	X			
6	Retirar molde y soplete de aire	X			
7	Limpiar máquina	X			
8	Colocar moldes	X			
9	Encender máquina	X			
10	Buscar materiales e insumos (polietileno/colorante)		X		
11	Retirar materiales e insumos		X		
12	Trasladar al puesto de máquina materiales e insumos		X		
13	Colocar insumos/materiales en máquina		X		
14	Programar máquina		X		
TOTAL		9	5		

Fuente: Elaboración propia

Se identificó que de las 14 tareas que realiza el operario en las actividades de preparación actividad preparación y cambio de molde de Tapa Chupón, 9 actividades son internas y 5 son de tipo externas, así como se visualiza en la figura 12.

Así mismo, se observó que, de las 10 tareas correspondientes a la preparación de la máquina para fabricar Tapas Alcohol, todas, son de tipo internas, como se detalla en la figura 13.

Figura 13

Clasificación de actividad preparación máquina y materiales para fabricación de Tapa Alcohol

FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN SMED					
Proceso: Preparación de máquina y materiales y para Tapas Alcohol		Fecha: 26/05/2022			
Objetivo: Clasificar actividades		Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro			
It.	Actividad	Situación actual		Situación ideal	
		Act. Interna	Act. Externa	Act. Interna	Act. Externa
1	Trasladarse al almacén	X			
2	Retirar soplete de aire	X			
3	Trasladar soplete a máquina	X			
4	Limpia máquina	X			
5	Encender máquina	X			
6	Buscar polietileno	X			
7	Retirar polietileno	X			
8	Trasladar al puesto de máquina polietileno	X			
9	Colocar polietileno en máquina	X			
10	Programar máquina	X			
TOTAL		10	0		

Fuente: Elaboración propia

Al hacer el análisis de las actividades de preparación y cambio de molde para la fabricación de Tapa Chupón, se encontró que, si bien no puedo realizarse la conversión de actividades internas a externas, debido a la naturaleza de la actividad, se lograron establecer acciones para reducir los tiempos de preparación, a partir de la adecuación de acciones que permitieron eliminar tareas y reducir tiempos en otras. En el caso de la actividad de preparación y cambio de molde para fabricación de Tapa Chupón, se propuso eliminar 4 tareas y disminuir tiempos en dos tareas, como se refleja en la figura 14.

Figura 14

Propuesta de situación ideal en preparación y cambio de molde para fabricación de Tapa Chupón

FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN SMED					
Proceso: Preparación de máquina, materiales y cambio de moldes para Tapas Chupón					Fecha: 28/05/2022
Objetivo: Eliminar actividades, disminuir tiempos					Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro
It.	Actividad	Situación ideal		Propuesta	
		Act. Interna	Act. Externa		
1	Trasladarse al almacén	X		Eliminar	El operario gira a un lado de la máquina donde está asignado un cajón de herramientas con llave asignada
2	Retirar herramientas e implementos de trabajo	X		Eliminar	El operario agarra del cajón las herramientas e implementos
3	Trasladarse al puesto de trabajo	X		Disminuir	El operario se mueve alrededor de la máquina con las herramientas
4	Retirar moldes de máquina	X		Disminuir	El operario retira moldes de la máquina
5	Trasladar molde al almacén de producción	X		Eliminar	El operario se mueve alrededor de la máquina y coloca en el cajón el molde retirado
6	Retirar molde y soplete de aire	X		Eliminar	El operario agarra el molde y soplete del cajón de herramientas
7	Limpia máquina	X			El operario limpia la máquina
8	Colocar moldes	X			El operario coloca los moldes
9	Encender máquina	X			El operario enciende máquina
10	Buscar materiales e insumos (polietileno/colorante)		X		El operario se traslada al almacén para retirar materiales e insumos
11	Retirar materiales e insumos		X	Disminuir	El operario se traslada al almacén para buscar polietileno
12	Trasladar al puesto de máquina materiales e insumos		X		El operario llega y retira materiales ya preparados por una orden de producción enviada al almacén al inicio del turno
13	Colocar insumos/materiales en máquina		X		El operario coloca los insumos y materiales en máquina
14	Programar máquina		X		El operario programa y arranca máquina
TOTAL		9	5		

Fuente: Elaboración propia

Similarmente ocurrió con la actividad de preparación para fabricación de Tapa Alcohol, en cuyo análisis se propuso eliminar dos tareas y reducir los tiempos de ejecución de dos de estas, con la aplicación de medidas correctivas, así como se visualiza en la figura 15.

Figura 15

Propuesta de situación ideal en actividad de preparación para fabricación de Tapa Alcohol

FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN SMED					
Proceso: Preparación de máquin y materiales para Tapas Alcohol					Fecha: 28/05/2022
Objetivo: Eliminar actividades, disminuir tiempos					Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro
It.	Actividad	Situación ideal		Propuesta	
		Act. Interna	Act. Externa		
1	Trasladarse al almacén	X		Eliminar	Se asignó un cajón con llaves asignadas al operario, dispuesto al lado de la máquina para guardad el soplete, herramintas
2	Retirar soplete de aire	X		Eliminar	Se asignó un cajón con llaves asignadas al operario, dispuesto al lado de la máquina para guardad el soplete, herramintas
3	Trasladar soplete a máquina	X		Disminuir	El operario gira a un lado de la máquina donde está asignado un cajón de herramientas con llave asignada
4	Limpiar máquina	X			El operario limpia la máquina con el soplete
5	Encender máquina	X			El oprario acciona botón y enciende máquina
6	Buscar polietileno	X			El operario se traslada al almacén para buscar polietileno
7	Retirar polietileno	X		Disminuir	El operario llega y retira materiales ya preparados por una orden de producción enviada al almacén al inicio del turno
8	Trasladar al puesto de máquina polietileno	X			El operario llega y retira materiales ya preparados por una orden de producción enviada al almacén al inicio del turno
9	Colocar polietileno en máquina	X			El operario coloca los insunos y materiales en máquina
10	Programar máquina	X			El operario programa y arranca máquina
TOTAL		10	0		

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Reducir tiempos

Con las acciones correctivas que se implementaron para la fabricación de Tapa Chupón, los tiempos de preparación y cambios fueron de 97.2 minutos por turno o ciclo de trabajo, tal como se evidencia en la figura 16.

Figura 16

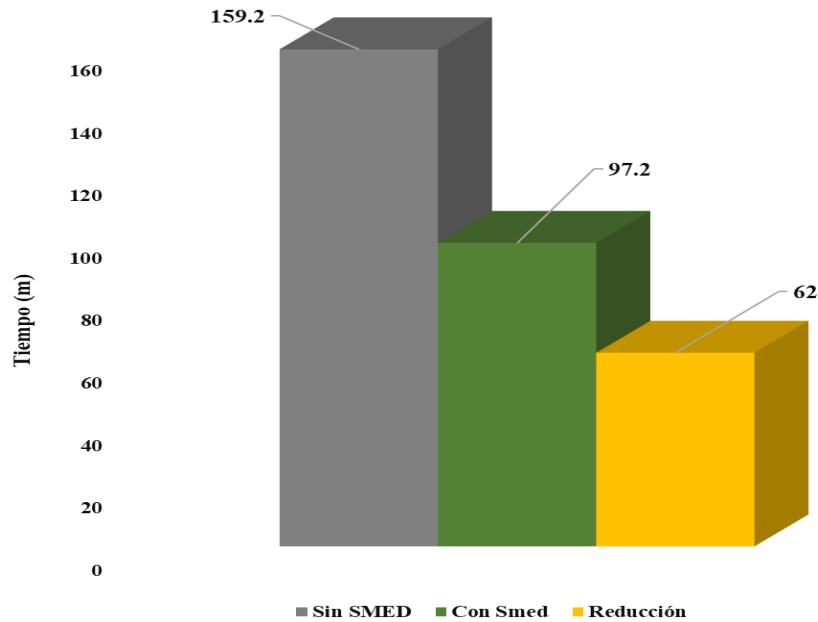
Tiempos con SMED de preparación para fabricación de Tapa Chupón por turno

FORMATO DE REDUCCIÓN SMED			
Proceso: Preparación de máquina, materiales y cambio de moldes para Tapas Chupón		Fecha: 23/05/2022	
Objetivo: Reducción de tiempo		Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro	
It.	Actividad	Tiempo (min)	Descripción
1	Trasladarse alrededor del puesto de trabajo	5	El operario se moviliza alrededor de la máquina para alcanzar sus herramientas de trabajo en el cajón de herramientas asignado
2	Retirar molde de máquina	6	El operario retira moldes de la máquina
3	Limpiar máquina	8	El operario toma el soplete ubicado en el cajón de herramientas al lado de la máquina y limpia la máquina
4	Colocar moldes	12	El operario coloca los moldes
5	Encender máquina	5.2	El operario enciende máquina
6	Buscar materiales e insumos (polietileno/colorante)	9	El operario se traslada al almacén para retirar materiales e insumos
7	Retirar materiales e insumos	12	El operario se traslada al almacén para buscar polietileno
8	Trasladar al puesto de máquina materiales e insumos	7	El operario llega y retira materiales ya preparados por una orden de producción
9	Colocar insumos/materiales en máquina	28	El operario coloca los insumos y materiales en máquina
10	Programar máquina	10	El operario programa y arranca máquina
TOTAL		97.2	

Los nuevos tiempos de preparación de preparación en la actividad de preparación para fabricar Tapas Chupón, representaron una reducción de 62 minutos por turno laboral.

Figura 17

Tiempos con SMED de preparación y cambios para la fabricación de Tapas Chupón



Fuente: Elaboración propia

Referente a las actividades de preparación para la fabricación de Tapas Alcohol, se obtuvo que los nuevos tiempos por turno fueron de 112.5 minutos, como se detalla en la figura 18.

Figura 18

Reducción por turno de tiempos de preparación y cambios para la fabricación de Tapas Alcohol

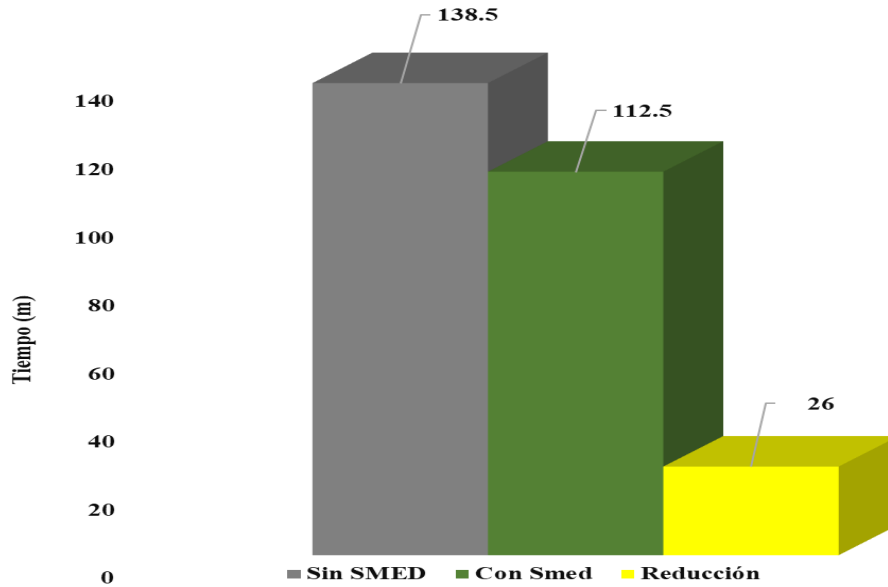
FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN SMED			
Proceso: Preparación de máquina y materiales para Tapas Alcohol			Fecha: 23/05/2022
Objetivo: Reducción de tiempo			Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro
It.	Actividad	Tiempo (min)	Descripción
1	Trasladar soplete a máquina	4	El operario se moviliza alrededor de la máquina donde está ubicado el cajón de herramientas que contiene el soplete asignado
2	Limpiar máquina	8	El operario limpia la máquina con el soplete
3	Encender máquina	5.5	El operario se traslada desde el almacén con las herramientas e implementos hasta la máquina
4	Buscar polietileno	32	El operario limpia el polvo de la máquina con el soplete
5	Retirar polietileno	12	El operario acciona botón y enciende máquina
6	Trasladar al puesto de máquina polietileno	7	El operario se traslada al almacén para buscar polietileno
7	Colocar polietileno en máquina	38	El operario solicita y retira los materiales e insumos
8	Programar máquina	6	El operario solicita y retira los materiales e insumos
TOTAL		112.5	El operario coloca en máquina los insumos/ materia prima

Fuente: Elaboración propia

La reducción de tiempo de preparación para fabricación de Tapas Alcohol fue de 26 minutos por turno, como se muestra en la figura 19.

Figura 19

Reducción de tiempos de preparación para fabricación de Tapa Alcohol



Fuente: Elaboración propia

Con las acciones correctivas que se implementaron, se redujeron 81.2 horas mensuales en los tiempos de preparación y cambio de moldes para fabricar Tapa Chupón, y 48.5 horas mensuales en los tiempos de preparación para fabricar Tapas Alcohol, como se detalla en la tabla 15.

Tabla 15

Reducción de tiempos mensuales en actividades de preparación y cambios

Actividad	Sin SMED		Con SMED		Reducción (H/mes)
	Tiempos de preparación (min/ turno)	Tiempos de preparación (H/ mes)	Tiempos de preparación (min/ turno)	Tiempos de preparación (H/ mes)	
Preparación y cambio de moldes para fabricar Tapa Chupón	159.2	127.4	97.2	78	81.2
Preparación para fabricar Tapas Alcohol	138.5	111	112.5	90	48.5

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Estandarizar

Luego de las medidas correctivas que se implementaron, se midieron nuevamente las actividades para conocer los nuevos de tiempos de preparación y cambio de molde. Las medidas de los tiempos se realizaron haciendo uso de las cámaras de seguridad de la empresa que permitieron la revisión exhaustiva de las actividades y el registro de las mismas en el formato de DAP.

Finalmente, se estandarizó la actividad preparación y cambio de molde para la fabricación Tapas Chupón con un total de 97.2 minutos por turno y 10 tareas, como se muestra en la figura 20.

Figura 20

DAP de preparación y cambio de molde para fabricación Tapa Chupón con SMED

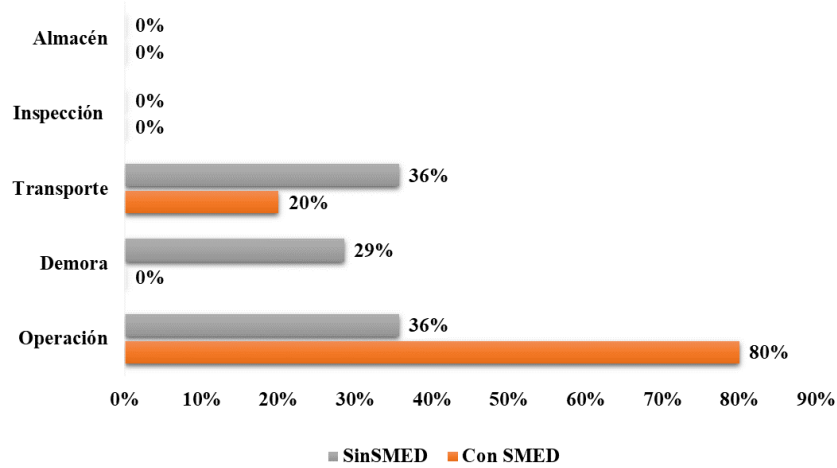
DIAGRAMA DE ANALISIS DE ACTIVIDADES								
Proceso: Preparación de máquina, materiales y cambio de moldes para Tapas Chupón						Fecha: 23/05/2022		
Objetivo: Estandarización preparación de máquina, materiales y cambio de moldes para Tapas Chupón						Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro		
It.	Actividad	Tiempo (min)	●	○	→	■	▲	Descripción
1	Trasladarse alrededor del puesto de trabajo	5	●					El operario se moviliza alrededor de la máquina para alcanzar sus herramientas de trabajo en el cajón de herramientas asignado
2	Retirar molde de máquina	6	●					El operario retira moldes de la máquina
3	Limpiar máquina	8	●					El operario toma el splete ubicado en el cajón de herramientas al lado de la máquina y limpia la máquina
4	Colocar moldes	12	●					El operario coloca los moldes
5	Encender máquina	5.2	●					El operario enciende máquina
6	Buscar materiales e insumos (polietileno/colorante)	9			●			El operario se traslada al almacén para retirar materiales e insumos
7	Retirar materiales e insumos	12			●			El operario se traslada al almacén para buscar polietileno
8	Trasladar al puesto de máquina materiales e insumos	7			●			El operario llega y retira materiales ya preparados por una orden de producción
9	Colocar insumos/materiales en máquina	28	●					El operario coloca los insumos y materiales en máquina
10	Programar máquina	10	●					El operario programa y arranca máquina
TOTAL		97.2	8	0	2	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Con la estandarización se logró incrementar el número de operaciones, eliminar las demoras y reducir los transportes, como se aprecia en la figura 21.

Figura 21

Mejoras de la estandarización en actividades de preparación y cambios de fabricación Tapa Chupón



Fuente: Elaboración propia

Referente a la actividad de preparación para fabricación de Tapas Alcohol, la estandarización resultó con un tiempo de 112 minutos por turno y un total de y 8 tareas, tal como quedó evidenciado en los diagramas de actividades, mostrados en la figura 22.

Figura 22

DAP de preparación para fabricación Tapa Alcohol con SMED

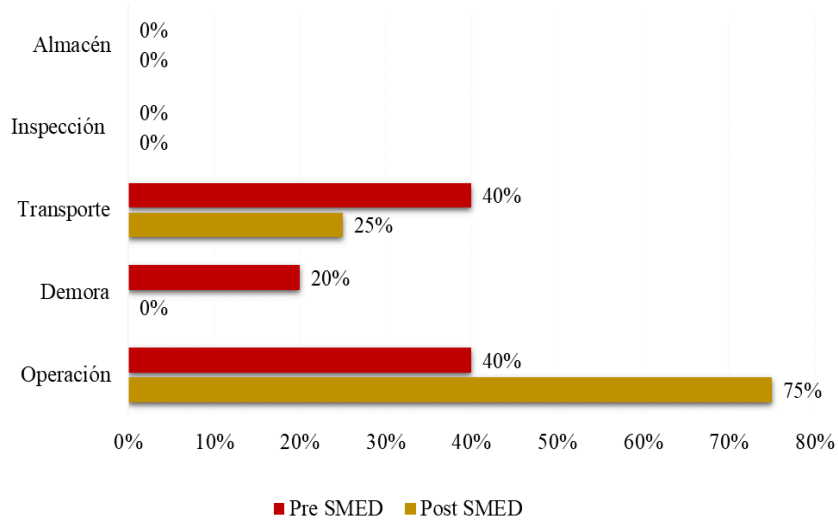
DIAGRAMA DE ANALISIS DE ACTIVIDADES							
Proceso: Preparación de máquina y materiales para Tapas Alcohol						Fecha: 23/05/2022	
Objetivo: Estandarización de preparación de máquina y materiales para Tapas Alcohol						Elaborado por: Kendra Avila Sara Castro	
It.	Actividad	Tiempo (min)	●	D	→	▲	Descripción
1	Trasladar soplete a máquina	4	●				El operario se moviliza alrededor de la máquina donde está ubicado el cajón de herramientas que contiene el soplete asignado
2	Limpiar máquina	8	●				El operario limpia la máquina con el soplete
3	Encender máquina	5.5	●				El operario se traslada desde el almacén con las herramientas e implementos hasta la máquina
4	Buscar polietileno	32			●		El operario limpia el polvo de la máquina con el soplete
5	Retirar polietileno	12	●				El operario acciona botón y enciende máquina
6	Trasladar al puesto de máquina polietileno	7			●		El operario se traslada al almacén para buscar polietileno
7	Colocar polietileno en máquina	38	●				El operario solicita y retira los materiales e insumos
8	Programar máquina	6	●				El operario solicita y retira los materiales e insumos
TOTAL		112.5	6	0	2	0	El operario coloca en máquina los insumos/ materia prima

Fuente: Elaboración propia

Con la estandarización se logró incrementar el número de operaciones, eliminar las demoras y reducir los transportes, como se aprecia en la figura 23.

Figura 23

Mejoras de la estandarización en actividades de preparación para fabricación de Tapa Alcohol



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Productividad

4.1.1. Fabricación de Tapas Chupón

Tabla 16

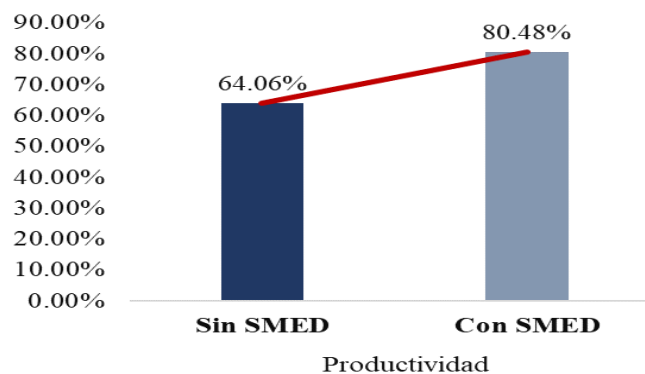
Productividad con SMED de fabricación Tapas Chupón

MES	Semana	Eficiencia	Eficacia	Productividad
JULIO	1	83.80%	96.37%	80.76%
	2	84.21%	96.82%	81.53%
	3	83.38%	95.58%	79.69%
	4	83.33%	95.05%	79.21%
AGOSTO	1	82.92%	93.38%	77.43%
	2	83.71%	95.96%	80.33%
	3	84.92%	97.39%	82.70%
	4	83.71%	95.63%	80.05%
SETIEMBRE	1	84.92%	97.30%	82.63%
	2	83.71%	96.01%	80.37%
	3	83.92%	96.58%	81.05%
	4	83.71%	95.60%	80.03%
Promedio/mes		83.85%	95.97	80.48%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Comparación de Productividad en fabricación Tapas Chupón



Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

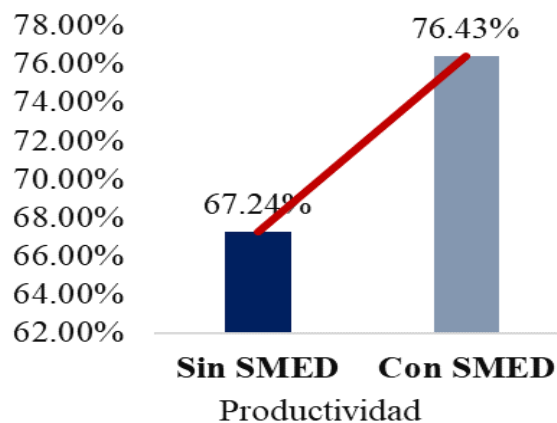
Productividad con SMED de fabricación Tapas Alcohol

MES	Semana	Eficiencia	Eficacia	Productividad
JULIO	1	81.25%	93.33%	75.83%
	2	81.33%	94.12%	76.55%
	3	81.25%	93.14%	75.67%
	4	81.42%	94.48%	76.92%
AGOSTO	1	81.54%	93.51%	76.25%
	2	81.33%	93.89%	76.36%
	3	81.42%	94.45%	76.89%
	4	81.33%	94.31%	76.71%
SETIEMBRE	1	81.33%	93.43%	75.99%
	2	81.42%	94.52%	76.96%
	3	81.33%	94.37%	76.75%
	4	81.25%	93.86%	76.26%
Promedio/mes		83.85%	93.95%	76.43%

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Comparación de Productividad en fabricación Tapas Alcohol



Fuente: Elaboración propia

4.2. Eficacia

Tabla 18

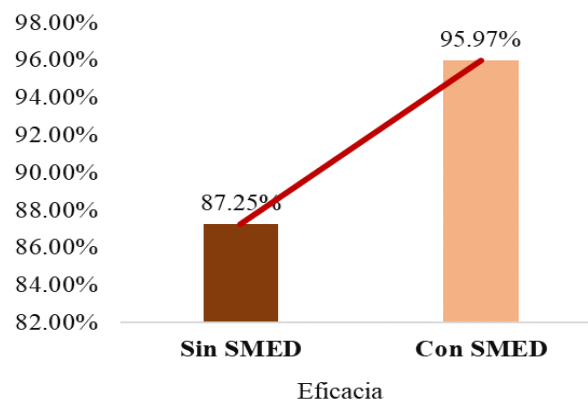
Eficacia con SMED de fabricación Tapas Chupón

MES	Semana	Unid. Programadas	Unid. Producidas	Eficacia
JULIO	1	1380000	201500	96.37%
	2	1380000	202450	96.82%
	3	1380000	199850	95.58%
	4	1380000	198750	95.05%
AGOSTO	1	1380000	195250	93.38%
	2	1380000	200650	95.96%
	3	1380000	203635	97.39%
	4	1380000	199950	95.63%
SETIEMBRE	1	1380000	203450	97.30%
	2	1380000	200750	96.01%
	3	1380000	201950	96.58%
	4	1380000	199900	95.60%
Promedio/mes		1380000	1324446.75	95.97%

Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Comparación de Eficacia en fabricación Tapas Chupón



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

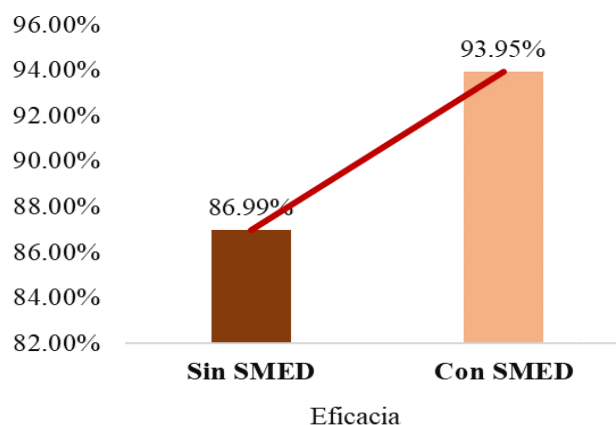
Eficacia con SMED de fabricación Tapas Alcohol

MES	Semana	Unidades programadas	Unds Producidas	Eficacia
JULIO	1	1380000	1287900	93.33%
	2	1380000	1298916	94.12%
	3	1380000	1285308	93.14%
	4	1380000	1303776	94.48%
AGOSTO	1	1380000	1290492	93.51%
	2	1380000	1295676	93.89%
	3	1380000	1303355	94.45%
	4	1380000	1301508	94.31%
SETIEMBRE	1	1380000	1289358	93.43%
	2	1380000	1304424	94.52%
	3	1380000	1302318	94.37%
	4	1380000	1295320	93.86%
Promedio/mes		1380000	1296529.2	93.95%

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Comparación de Eficacia en fabricación Tapas Alcohol



Fuente: Elaboración propia

4.3. Eficiencia

Tabla 20

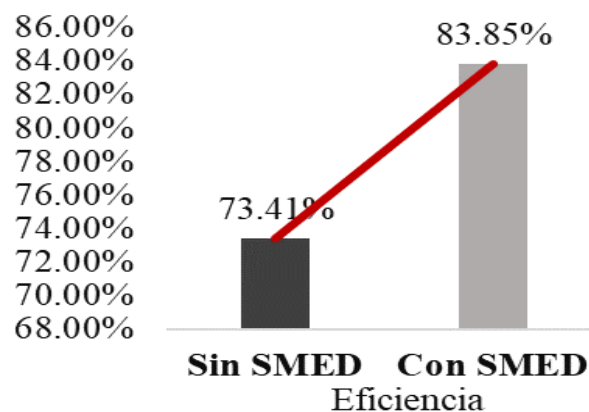
Eficiencia con SMED de fabricación Tapas Chupón

MES	Semana	Tiempo programado (Hrs)	Hrs de Maquina Real	Eficiencia
JULIO	1	120	100.56	83.80%
	2	120	101.05	84.21%
	3	120	100.05	83.38%
	4	120	100.00	83.33%
AGOSTO	1	120	99.50	82.92%
	2	120	100.45	83.71%
	3	120	101.90	84.92%
	4	120	100.45	83.71%
SETIEMBRE	1	120	101.90	84.92%
	2	120	100.45	83.71%
	3	120	100.70	83.92%
	4	120	100.45	83.71%
Promedio		120	100.62	83.85%

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Comparación de Eficiencia en fabricación Tapas Chupón



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

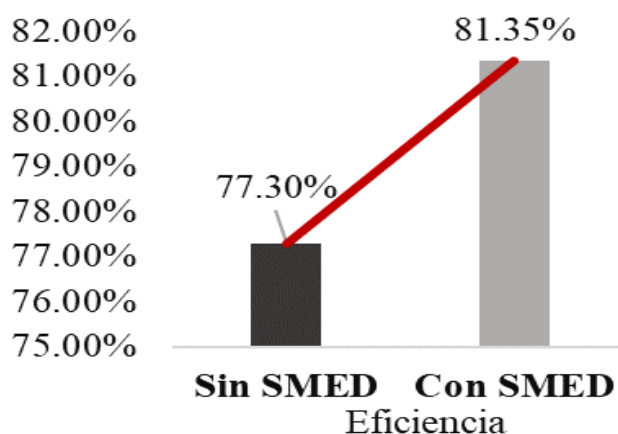
Eficiencia con SMED de fabricación Tapas Alcohol

MES	Semana	Tiempo programado (Hrs)	Hrs de Maquina Real	Eficiencia
JULIO	1	120	97.50	81.25%
	2	120	97.60	81.33%
	3	120	97.50	81.25%
	4	120	97.70	81.42%
AGOSTO	1	120	97.85	81.54%
	2	120	97.60	81.33%
	3	120	97.70	81.42%
	4	120	97.60	81.33%
SETIEMBRE	1	120	97.60	81.33%
	2	120	97.70	81.42%
	3	120	97.60	81.33%
	4	120	97.50	81.25%
Promedio		120	97.62	81.35%

Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Comparación de Eficiencia en fabricación Tapas Alcohol



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El presente trabajo de suficiencia profesional realizado en una empresa de producción del sector plástico, estableció como objetivo implementar la metodología SMED para mejorar la productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico tipo chupón y tipo alcohol a partir de los datos históricos obtenidos durante el año 2021. Referente a los objetivos planteados, se concluye lo siguiente:

La implementación de la metodología SMED mejoró la productividad del proceso de fabricación de tapas tipo chupón un 20% al pasar de 64.06% a 80.48% en promedio mensual; y la productividad de fabricación de tapas tipo alcohol un 13% al pasar de 67.24% a 76.43%. El incremento de la productividad se debió a que incrementaron los valores de la eficacia y de la eficiencia.

La implementación de la metodología SMED mejoró la eficacia del proceso de fabricación de tapas tipo chupón un 9.99% al pasar de 87.25% a 95.97% en promedio mensual; y la eficacia de fabricación de tapas tipo alcohol un 8.00% al pasar de 86.99% a 93.95%. El incremento de la eficacia se debió a que aumentaron en promedio por mes a 1123773 las unidades producidas de las tapas tipo chupón al pasar de 200673.75 a 1324446.75; y a 1096447.533 unidades de tapas alcohol en promedio por mes, al pasar de 200081.6667 a 1296529.2 unidades.

La implementación la metodología SMED mejoró la eficiencia del proceso de fabricación de tapas tipo chupón un 14.22% al pasar de 73.14% a 83.85% en promedio mensual; y la eficiencia de fabricación de tapas tipo alcohol un 5.23% al pasar de 77.30% a 81.35%. El incremento de la eficiencia obedeció a que el tiempo de

fabricación de tapa chupón aumentó en promedio a 12.53 horas mensual al pasar de 88.09 a 100.62; y el tiempo de fabricación de tapa alcohol aumentó en promedio a 4.86 horas mensual al pasar de 92.76 a 97.62.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere a la empresa monitorear durante un tiempo prudente (dos años en adelante) los indicadores de productividad a fin de validar los resultados de la implementación de la metodología SMED.

Se recomienda a la empresa, realizar un seguimiento en el área de producción con el propósito de evaluar la gestión de SMED en función de los nuevos conocimientos y experiencias adquiridas.

Se sugiere a la empresa, divulgar la estandarización de las actividades de cambio de preparación y cambio en la fabricación de tapas tipo chupón y tapas alcohol, como una manera de reforzar la capacitación en el personal sobre la mejora implementada.

Se sugiere para próximas investigaciones, realizar la implementación de la metodología SMED por etapas de la organización, dado que el tiempo de implementación y de práctica de la herramienta requieren de tiempo prudencial.

Finalmente, se recomienda la implementación de la metodología SMED en empresas del sector plástico donde se identifiquen problemas de baja productividad relacionados con los tiempos de preparación y cambios en máquinas de producción.

REFERENCIAS

- Ahmad, R., & Soberi, M. (2018). Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: An improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1), 433-450. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0827-7>
- Ahuja Sánchez, L. (2014, marzo 15). Caminatas Gemba (Gemba Walks) ¿Qué tienen de diferente? *Recorrer juntos el Gemba....*
<https://lahuja.wordpress.com/2014/03/15/caminatas-gemba-gemba-walks-que-tienen-de-diferente/>
- Alkhoraif, A., Rashid, H., & McLaughlin, P. (2019). Lean implementation in small and medium enterprises: Literature review. *Operations Research Perspectives*, 6, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.100089>
- Añaguari, M., & Soler, V. (2016). *Lean Manufacturing como herramienta de competitividad en las PYMES españolas*. 5(3), 20-29.
- Arias, J., & Convinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enforques Consulting EIRL.
- Arias Morán, J. (2021). *Aplicación de SMED en el cambio de artículo para mejorar la productividad en el área de tejeduría de un textil en el 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4686>
- Arias Odón, F. (2016). *El proyecto de investigación* (7ma ed.). Episteme.

- Arroyo Chunga, C. (2018). *Aplicación del SMED para mejorar la productividad en el proceso de prensado de microporoso en la empresa INDELAT EVA SAC, Independencia, Lima 2017-2018* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22904>
- Banco Mundial. (2021, abril 26). *Mejorar la productividad, clave para desatar el crecimiento sostenible en América Central*. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2021/04/26/mejorar-la-productividad-clave-para-desatar-el-crecimiento-sostenible-en-america-central>
- Bastidas, L., & Villalva, K. (2020). *Mejorar la productividad de una línea reduciendo los tiempos de preparación* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51805>
- Bortolotti, T., Boscarri, S., & Danese, P. (2017). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, 1-47. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>
- Carrasco Díaz, S. (2019). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos EIRL.
- Chávez, M., & Mamani, R. (2019). *La metodología SMED para la mejora de la productividad en una empresa metalmecánica* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65094>
- Cuggia, C., Orozco, E., & Mendoza, D. (2020). Manufactura esbelta: Una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información tecnológica*, 31(5), 163-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>

- Dimitar, K. (2020). *¿Qué es el Takt Time?* Kanban Software for Agile Project Management. <https://kanbanize.com/es/gestion-lean/flujo-continuo/que-es-takt-time>
- Dimitar, K. (2021). *¿Qué es Kanban? Principales características y funciones.* Kanban Software for Agile Project Management. <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>
- Domínguez, A., Ortiz, Naranjo, I., & Lluga, J. (2020). Aplicación de la metodología SMED en proceso de cambio de matrices en la industria metalmecánica: Caso Ecuador - ProQuest. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, E37*, 140-152. <https://www.proquest.com/docview/2472669151?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Dresch, A., Veit, D. R., Lima, P. N. de, Lacerda, D. P., & Collatto, D. C. (2018). Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 69-87. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2017-0248>
- El Diario.es. (2019, octubre 9). *La productividad mundial se mantiene estancada en medio de la incertidumbre.* El País. https://www.elespanol.com/invertia/economia/20191009/productividad-mundial-mantiene-estancada-medio-incertidumbre/435457923_0.html
- González, D., & Idrovo, D. (2022). *Implementación de la metodología SMED y detección de cuellos de botella del proceso de reenvasado para la mejora de la productividad de una empresa comercializadora de productos agroindustriales*

[Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22789>

González, E., Beltrán, L., Cano, A., & Valenzuela, A. (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 Región Sur de Sonora*. 04(12), 16-29.

Gonzalo, M., & Jurado, H. (2020). *Aplicación de la técnica SMED para mejorar la productividad en la fabricación de bridas en la empresa tornos ISMAEL E.I.R.L Ate Vitarte, 2020* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56654>

Guerrero, E., & Zuñiga, G. (2019). Reducción del tiempo de preparación de una línea de envasado implementando la técnica Single Minute Exchange of Die (SMED). *Revista de la Escuela de Estudios de Postgrado*, 10(1), Art. 1. <http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/reep/article/view/1389>

Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y Productividad* (4.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Gutiérrez, M., & Taracón, M. (2017). Evaluación del nivel de eficiencia productiva de los países de la UE: Un enfoque intersectorial. *Revista de economía mundial*, 45, 101-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5984377>

Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. EOI.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V.

Hinojosa, C., & Cabrera, R. (2022). *Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad de las Microempresas de Guayaquil | E-IDEA Journal of Engineering Science*. 4(9), 1-13.

Instituto de Estudios Económicos y Sociales, & Singh, V. (2021). *Aumente la productividad del molino de rodillos verticales utilizando siete herramientas de control de calidad—IOPscience*. IEES.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1017/1/012035>

Jaimes, L., Luzardo, M., Rojas, M. D., Jaimes, L., Luzardo, M., & Rojas, M. D. (2018). Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información tecnológica*, 29(5), 175-186. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500175>

Katayama Omura, R. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Fondo Editorial de la UIGV.

Lindner, M. D., Torralba, K. D., & Khan, N. A. (2018). Scientific productivity: An exploratory study of metrics and incentives. *PLOS ONE*, 13(4), e0195321.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195321>

Marrujo Álvarez, C. (2017). *Aplicación del Smed para mejorar la productividad de la máquina inyectora, plásticos A S.A- Los Olivos 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20869>

Martínez, J., Cruz, E., Garrido, R., & Santiago, A. (2019). Reducción de tiempos de espera en el cambio de modelo mediante la aplicación de la herramienta SMED,

- un caso de estudio. *Revista de Ingeniería Industrial*, 3(8), 21-29.
https://web.archive.org/web/20210409101250id_/http://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol3num8/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V3_N8_4.pdf
- Mauricio, R., García, D., Merma, N., & Villamares, E. (2021). *Gestión del conocimiento y productividad de una empresa constructora del Perú: Knowledge and productivity management of a construction company in Peru* (N.º 4). 2(4), Art. 4.
- Mayorga, J., & Porras, J. (2015). *Resumen de Productividad de las pymes, sector caucho y plástico de Bogotá D.C - Dialnet*. 36(2), 95-111.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6634697&info=resumen>
- Navarrete, R., Martín, E., & Parra, F. (2016). El mapeo de la cadena de valor como instrumento para la detección de alternativas de desarrollo y crecimiento en la industria del calzado de Ticul, Yucatán. *21º Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*, 1-20. <http://ru.iiec.unam.mx/3419/1/088-Navarrete-Martin-Parra.pdf>
- Ohno, T. (1991). *El Sistema de Producción Toyota*.
https://www.academia.edu/41968884/EL_SISTEMA_DE_PRODUCCION_T_OYOTA_M%C3%A1s_all%C3%A1_de_la_producci%C3%B3n_a_gran_escala
- Ospina, D., Mateus, T., & Castiblanco, A. (2021). Aplicación del SMED en la industria: Revisión sistemática de la literatura a través de VOSviewer. *Respuestas*, 26(1), 7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8331944>

- Palomino, J., Peña, J., Zevallos, G., & Orizano, L. (2017). *Metodología de la investigación. Guía para elaborar un proyecto en salud y educación* (2da ed.). San marcos EIRL.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2012). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Diaz de Santos.
- Sáez, M. (2020). *La evolución de la productividad, 2000-2019*. [Tesis de Grado, Universidad de Valladolid].
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/46184/TFG-E-1095.pdf?sequence=1>
- Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 83, 51-71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- Schuh, G., Riesener, R., Mattern, C., Linnartzu, M., & Basse, F. (2018). Evaluación de la productividad de la colaboración en el desarrollo interdisciplinario de productos. *Procedia CIRP*, 70. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118300891>
- Singh, G., Gupta, A., & Juneja, C. (2018). Productivity Measurement of Manufacturing System. *Materials Today: Proceedings*, 5(1), 1483-1489. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.237>
- Soto, E. (2018, agosto 29). Muestreo y tamaño de muestra para una tesis. *TesisCiencia*. <https://tesisciencia.com/2018/08/29/muestreo-muestra-tesis/>
- TCM. (2021, octubre 19). *Qué es el Método SMED y por qué es importante*. <https://www.tcmetrologia.com/blog/que-es-smed/>

Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 9(17), 153-174.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011>

Vertakova, Y., & Maltseva, I. (2020). Labor productivity: Analysis of the current level and identification of opportunities for its growth. *Revista Espacios*, 41(27), 1-9.
<https://www.revistaespacios.com/a20v41n27/a20v41n27p01.pdf>

ANEXOS

ANEXO n° 1. Fórmulas de cálculo utilizados en datos históricos (Tabla 1 y 2)

Pedidos Retrasados (Und) = Pedidos Requeridos (Und) – Pedidos Entregados (Und)

% de pérdidas en ventas por pedido retrasado = Pedidos Retrasados X 100%

ANEXO nº 2. Lluvia de ideas

Objetivo: Desarrollar una lluvia de ideas para encontrar las posibles causas de la baja productividad		Elaborado por: Kendra Ávila Sara Castro	
Forma: Lluvia grupal guiada		Facilitador: Kendra Ávila	
Duración: 01 hora		Participantes: Equipo de mejora	
Todos los participantes deben cumplir las siguientes normas:			
1. Evitar las distracciones y opiniones mientras se realice la junta de trabajo.			
2. Todas las ideas son bienvenidas, no subestimes ninguna. No es correcto criticar ninguna idea de otras personas.			
3. Tomar el bastón sobre la mesa para anunciar su idea.			
4. Finalmente se consideraran las ideas con 3 y 4 votos.			
PROCEDIMIENTO:			
1. Apuntar las ideas en orden de participación:			
Fallas de inventario de herramientas	Tiempos excesivos en cambio de piezas		
Tiempos excesivos en procesos de ajuste	Incorrecta distribución		
Falta de supervisión	Materia prima insuficiente		
No hay organización en las actividades	Tiempo elevado de preparación de máquina		
Falla de las máquinas	Ausencia de KPI's		
Falta stop de materia prima	Falta orden en el almacén		
Herramientas obsoletas	Desorganización en el área		
Tiempos de entrega de almacén muy altos	Altos tiempos de espera por materia prima		
Altos tiempos de procesamiento de compras	Mucha incidencia de mantenimiento correctivo de las máquinas		
Incumplimiento en planes de mantenimiento	Falta de limpieza		
Falta de EPP	No se realiza el mantenimiento preventivo		
Ausencia de capacitación personal	Procedimientos de trabajo incompletos		
2. Unificar ideas y contabilizar			
Fallas de inventario de herramientas	Tiempos excesivos en cambio de piezas		
Tiempos excesivos en procesos de ajuste	Incorrecta distribución		
Falta de supervisión	Tiempos elevados de preparación de máquina		
Falta mantenimiento preventivo	Ausencia de KPI's		
Falta stop de materia prima	Desorganización en el área		
Herramientas obsoletas	Falta de limpieza		
Incumplimiento en planes de mantenimiento	Procedimientos de trabajo incompletos		
Falta EPP			
Ausencia de capacitación personal			
		TOTAL IDEAS CONTABILIZADAS	16
3. Votación del equipo para elegir las ideas más populares			
Ideas	Votos	Ideas	Votos
Fallas de inventario de herramientas	4	Tiempos excesivos en cambio de piezas	3
Tiempos excesivos en procesos de ajuste	3	Incorrecta distribución	4
Falta de supervisión	2	Tiempos elevados de preparación de máquina	4
Falta mantenimiento preventivo	1	Ausencia de KPI's	3
Falta stop de materia prima	2	Desorganización en el área	3
Herramientas obsoletas	3	Falta de limpieza	4
Incumplimiento en planes de mantenimiento	3	Procedimientos de trabajo incompletos	3
Falta EPP	2		
Ausencia de capacitación personal	3		
		TOTAL IDEAS > 2 VOTOS	12
4. Seleccionat ideas			

