

Increased Productivity in the Garment Manufacturing Process using the SMED Methodology of Lean Manufacturing

Shantall Fuentes, B.Sc.¹, Katherine Torres, B.Sc.¹, Carlos Cespedes, MSc.¹, Carlos Torres-Sifuentes, MSc.¹, Mercedes Cano, MSc¹., Carlos Raymundo, Dr.¹ and Francisco Dominguez, Dr.²

¹Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Peru, u201717708@upc.edu.pe, u20161b964@upc.edu.pe, pcincces@upc.edu.pe, carlos.torres@upc.pe, pcgemcan@upc.edu.pe, Carlos.raymundo@upc.edu.pe

²Universidad Rey Juan Carlos, España, francisco.dominguez@urjc.es

Resumen—Increasing productivity in companies improves operational efficiency and quality. An OEE level below 65% represents low effectiveness and high downtime in the production line. The objective of this article is to increase productivity levels in a Peruvian microenterprise in the textile and garment sector, which achieved an OEE of 31% in its last period compared to an international standard of 75%. Previous studies applied various solutions to increase productivity levels. The main tools used were Single Minute Exchange of Die (SMED), 5S, and Six Sigma from Lean Manufacturing. They managed to increase the productivity index from 0.38 to 1.16 and reduced the defect processes from 13.12% to 4.23%. They decreased downtime that caused significant delays by transforming them into parallel activities, increasing the production capacity from 4 units per day. However, these solutions were implemented in micro-garment manufacturing companies. The motivation was to implement these tools in the production of hand luggage for the armed forces. The SMED tool was applied to eliminate downtime and increase productivity, reducing production costs using minimal resources. The validation was confirmed through a case study, which resulted in a 51% increase in productivity and an OEE of 86%. It was concluded that the implementation of the SMED tool reduces downtime during the garment manufacturing process.

Keywords— SMED, productivity, OEE, textile, microenterprise, garment manufacturing.

Incremento de la productividad en el proceso de confección bajo la metodología SMED de Lean Manufacturing

Shantall Fuentes, B.Sc.¹, Katherine Torres, B.Sc.¹, Carlos Cespedes, MSc.¹, Carlos Torres-Sifuentes, MSc.¹, Mercedes Cano, MSc.¹, Carlos Raymundo, Dr.¹ and Francisco Dominguez, Dr.²

¹Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Peru, u201717708@upc.edu.pe, u20161b964@upc.edu.pe, pcincces@upc.edu.pe, carlos.torres@upc.pe, pcgemcan@upc.edu.pe, Carlos.raymundo@upc.edu.pe

²Universidad Rey Juan Carlos, España, francisco.dominguez@urjc.es

Resumen– La productividad en las empresas permite mejorar la eficiencia operativa y de calidad. Un nivel de OEE por debajo del 65% representa una baja efectividad y altos tiempos de inactividad en la línea de producción. El objetivo del artículo es incrementar los niveles de productividad de una microempresa peruana del sector textil y confecciones, el cual en su último periodo obtuvo un OEE de 31% frente a un 75% a nivel de estándares internacionales. Estudios anteriores aplicaron diversas soluciones para incrementar los niveles de productividad. Las principales herramientas utilizadas fueron Single Minute Exchange of Die (SMED), 5'S y Six sigma de Lean Manufacturing. Lograron incrementar el índice de productividad de 0.38 a 1.16 y redujeron los procesos por defecto de 13.12% a 4.23%. Disminuyeron los tiempos de inactividad que generaban mayores retrasos, transformándolos en actividades paralelas, incrementando la capacidad de producción de 4 unidades al día. Sin embargo, estas soluciones se llevaron a cabo en microempresas de fabricación de prendas de vestir. La motivación fue poder llevar a cabo la implementación de estas herramientas en la producción de equipajes de mano para las fuerzas armadas. Para ello se aplicó la herramienta SMED con el fin de eliminar los tiempos de inactividad e incrementar el nivel productividad que logre reducir los costos de producción utilizando la menor cantidad de recursos. Se comprobó la validación mediante el siguiente caso de estudio el cual obtuvo como principal resultado un aumento en la productividad de 51% y un OEE de 86%. Se concluye que la implementación de la herramienta SMED disminuye los tiempos de inactividad durante el proceso de confección.

Keywords– SMED, productividad, OEE, textil, microempresa, confección.

I. INTRODUCCIÓN

El sector textil fue una de las principales actividades económicas afectadas por la crisis sanitaria del COVID-19, en consecuencia, se generaron los cierres de fábricas, tiendas, cancelaciones de pedidos, entre otros. La industria textil genera empleo a más 4 mil millones de personas en los puestos laborales formales e informales a nivel nacional. Además, en el 2021, representó 6.23% del PBI manufacturero (textil, 2.6% y confecciones 3.6%). Las industrias de textil y confecciones están compuestas en 96.65 % de microempresas, las cuales incrementaron su nivel de competitividad en el último año al disminuir los precios en el mercado, pues el ofrecer un bajo costo de producto atrae una mayor demanda

[3]. Sin embargo, para lograr esto se requiere un alto nivel de productividad, con un nivel mínimo de eficiencia general de los equipos (OEE) de 65%. La empresa en estudio presenta un nivel de OEE de 31% a causa del alto índice de tiempos de inactividad presentados durante el proceso de confección, los cuales impiden que la empresa pueda incrementar su nivel de capacidad de producción y la competitividad en el mercado público.

Los tiempos de inactividad son causados principalmente por las constantes interrupciones durante el proceso de costura, ya sean por la falta de material o el cambio de piezas. Los puestos de confección paralizados durante el proceso de corte y los envíos erróneos de materia prima en la tercerización retrasan el proceso de confección de las mochilas tácticas militares, incumpliendo con la fecha estimada de entrega acordada e incrementando los costos innecesarios de producción.

Esta investigación es importante porque permitirá a la empresa incrementar su nivel de rentabilidad aumentando la utilidad neta de las inversiones gestionadas para la fabricación de productos en el taller de confección. A sí mismo, permitirá a futuras investigaciones, tener un modelo de gestión en el cual se prioriza la reducción de los tiempos de inactividad con el objetivo de incrementar la productividad.

En base a diferentes investigaciones, para reducir el tiempo de corte, se aplicó las herramientas de SMED y VSM con el objetivo de eliminar cuatro desperdicios de la empresa textil a cargo de la producción de polos, en el cual redujo en 8.89% los defectos del proceso en un periodo de implementación de 39 días, obteniendo un incremento en el índice de productividad de corte en 3.51% [4]. Propusieron una fórmula para determinar del tiempo estándar de corte que debe mantener una empresa de confección textil. Además, para lograr el su objetivo propuesto, se utilizó la herramienta de cronograma de trabajo y la estandarización de procesos [5]. A través de un modelo basado en SMED y TPM, se proponía reducir las paradas no planificadas por fallas y averías en las maquinas. A si mismo, reducir los tiempos de preparación a través de la estandarización de procesos [6].

Este trabajo de investigación propone implementar herramientas eficientes validadas en otros proyectos, teniendo como factor de diferenciación el proceso de fabricación, ya que en el 92% de investigaciones las herramientas se aplican

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

en ropa o calzado, mientras que en este proyecto será implementado en equipajes de mano utilizados por las fuerzas armadas a nivel nacional e internacional, las cuales requieren ser confeccionadas a través de procesos complejo y con recursos especiales resistentes a la abrasión.

Luego de haber mencionado la introducción de artículo, a continuación, se presentará el estado del arte en el cual se llevó a cabo una exhausta investigación para determinar las herramientas que mejor se adecuaban a la solución del problema. Continuando con el aporte implementado a la empresa en estudio y finalizando con la validación de los resultados esperados, la discusión y las conclusiones para futuras investigaciones.

II. ESTADO DEL ARTE

La herramienta SMED indica una metodología ideada con la intención de reducir el tiempo de cambio de una prensa [7]. También, se relaciona con un enfoque de mejora, que se tiene que llevar en el tiempo, para que cuando se tenga que realizar el cambio de artículo no haya ningún temor, ya que, todo estará perfectamente programado, entrenado (sin ningún tipo de fallo), y se podrá parar sin el riesgo a perder tiempo en el cambio de artículo.

La herramienta SMED permite reducir los tiempos de cambio, el nivel de stock, el tiempo de respuesta y aumentando la productividad [8].

"El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED" [9]

Entre los principales problemas que representan prolongados tiempos de inactividad en los talleres de confección peruanos, según las investigaciones realizadas son:

A. Cambio de Materiales sin Pausas

Uno de los mayores peligros para empresas que cuentan con almacenes de insumos, son los tiempos de inactividad para encontrar los materiales necesarios para que el proceso siga su curso [10]. Una planificación y prevención adecuadas ayudan a que su almacén reduzca los tiempos de inactividad anuales y brindan a sus operaciones generales una mayor eficiencia [11].

De acuerdo con otras investigaciones relacionadas a mejorar la productividad, en una fábrica de envasado de desodorantes, se concluyó que tras la aplicación del SMED, se redujo el tiempo de cambio de formato en 9.12 minutos por lote, equivalente a 12 41.09 horas anuales, valorizado en S/. 26,628.98 [12]

B. Procesos Manuales Estandarizados

Los procesos manuales no solo requieren mucho tiempo, sino que son susceptibles al error humano y tiempos de inactividad entre cada parada dentro de un proceso de confección [13]. Para minimizar el efecto del tiempo perdido

entre cambio y cambio, la herramienta SMED ha sido muy efectiva en su aplicación y fin [14]. Según Shingo, creador y promotor de esta herramienta, esto se logra mediante la simplificación de las actividades realizadas durante los cambios, involucrando al factor humano, de tal forma que se pueda trabajar de una manera más inteligente con el menor esfuerzo posible [15].

Los procedimientos de preparación son usualmente de una gran variedad, dependiendo del tipo de operación y el tipo de equipo en el que es usado. Para el caso de empresas con varios procesos, es necesario analizar todos los procedimientos desde un punto de vista diferente y establecer una serie de pasos, tal y como la metodología lo propone [16].

C. Envíos de Materia Prima en el Proceso de Tercerización

Durante el proceso de confección en un taller textil, muchas MYPES optan por tercerizar la fabricación de accesorios [17]. No obstante, dicha herramienta para la gestión empresarial [18] se relacionan con problemas logísticos y la demora en los tiempos de producción [19]. Según el Instituto de Productividad Empresarial Aplicada, la aplicación de la herramienta SMED sirve también para mejorar la gestión de efectiva de almacenes [20]. Al reducir los tiempos de cambio, el tiempo ahorrado ha pasado a ser tiempo productivo, aumentando por tanto la productividad de la empresa en ese sentido, se reduce el stock en almacenes, y mejora el dinamismo [21].

Si los operarios no logran tener claro el concepto de sus funciones, los objetivos no serán considerados realistas, a lo cual la empresa no podrá ejecutar un proceso de mejora continua, formando un ambiente de desorden.

III. APORTE

En base a lo analizado en los diferentes artículos leídos, la presentación del aporte se divide en tres bloques, el cual da inició con la selección de herramientas a través de cuadros comparativos, posteriormente se pasará a la descripción e implementación de esta.

A. Selección de herramientas

Para la selección de herramientas, se han escogido los criterios más adecuados con relación a cada una de las causas.

Respecto al tamaño de la empresa, se valora la similitud entre el tipo de empresa de la fuente seleccionada con la del caso en estudio. El rubro de la empresa se enfoca en el tipo de comercio al que empresa de las fuentes de investigación pertenece. El nivel de factibilidad es el nivel de sencillez con el que se pudo llevar a cabo el proyecto. Por último, se espera un porcentaje conveniente en el resultado obtenido.

1) *Métodos para disminuir las pausas en los cambios de materiales:* La empresa en estudio presenta constantes pausas entre los cambios de piezas de la mochila, esto se debe a que algunas partes requieren de cambios en la materia prima o en la maquinaria. De acuerdo con las investigaciones realizadas, estas demoras entre los cambios de productos se presentan en

diferentes rubros empresariales, a los cuales se ha optado por seleccionar la mejor solución factible y adecuada al tipo de empresa.

TABLE I
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MEJOR PROPUESTA PARA DISMINUIR LAS PAUSAS ENTRE LOS CAMBIOS DE MATERIALES

Criterio/Autor	A1	A2	A3	A4	A5
Tamaño de la empresa	5	4	4	5	4
Rubro de la empresa	2	1	1	5	5
Nivel de factibilidad	4	5	3	2	1
Resultado obtenido	4	5	5	1	4
Total	15	15	13	13	14

Nota: Los autores de los artículos de investigación son representados en los siguientes puntos A1: Minshull [22]. A2: Singh [23]. A3: Ribeiro [24]. A4: Sá-Soares [25]. A5: Abbes [26]

La fuente de investigación con mejores resultados fue propuesta por Singh [23] con la técnica de Single minute Exchange of die y por Minshull con la técnica de las 5'S.

2) *Métodos para la estandarización de procesos:* El proceso de confección de mochilas no lleva a cabo un sistema estandarizado en el cual cada proceso este bien definido de acuerdo con lo que se está produciendo o la situación que se está presentando. Es por ello por lo que constantemente los operarios no tienen una función definida de trabajo, generando tiempos muertos que retrasan la entrega de pedidos.

TABLE II
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MEJOR PROPUESTA PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

Criterio/Autor	A6	A7	A8	A9	A10
Tamaño de la empresa	5	5	2	4	4
Rubro de la empresa	5	5	5	5	4
Nivel de factibilidad	5	5	5	5	5
Resultado obtenido	5	4	4	5	4
Total	20	19	16	19	17

Nota: Los autores de los artículos de investigación son representados en los siguientes puntos. A6: Reategui [27]. A7: Luque [28]. A8: Carrillo [29]. A9: Alanya [30]. A10: Neves [31]

La fuente con los criterios completos se basa en la investigación de Reategui [27] en la cual utiliza la herramienta TPM y SMED con el objetivo de reducir las paradas no planificadas.

3) *Casos de éxito de envíos de materia prima a un proveedor:* Los constantes envíos erróneos de materia prima a los talleres de confección tercerizados retrasan el proceso de confección, pues se debe volver a contabilizar la materia prima faltante y distribuirlas.

TABLE III

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MEJOR PROPUESTA PARA LOS ENVÍOS DE MATERIA PRIMA A LOS PROVEEDORES

Criterio/Autor	A11	A12	A13	A14	A15
Tamaño de la empresa	2	3	4	4	3
Rubro de la empresa	2	1	2	4	1
Nivel de factibilidad	2	4	4	3	5
Resultado obtenido	5	4	5	3	5
Total	11	12	15	14	14

Nota: Los autores de los artículos de investigación son representados en los siguientes puntos. A11: Chen [32]. A12: Zhang [33]. A13: Sharma [34]. A14: Caristi [35]. A15: Mahmoudi [36].

La fuente que obtuvo mejores resultados en la tabla de criterios fue llevada a cabo por Sharma [34] la cual propone implementar una evaluación de costo, calidad y servicio para la selección de proveedores.

B. Implementación de la metodología SMED

El modelo propuesto ha sido elaborado en relación con las necesidades identificadas a través del análisis de las causas. En ese sentido, en la siguiente figura, se presenta el modelo diseñado y la interrelación entre todos sus componentes.

La propuesta de la implementación del modelo involucra a la herramienta SMED mencionada anteriormente en la investigación, pero también a otras herramientas que complementan y mejoran los indicadores de productividad tales como la herramienta 5s [33]

Las herramientas mencionadas en el anterior párrafo requieren de plantillas y formatos que servirán para la toma de datos y revisión del comportamiento de los indicadores.

TABLE IV
TARJETA ROJA, 5S

Tarjeta Roja			
Fecha de Registro:		N° de Tarjeta	
Responsable:		Área de Trabajo:	
Descripción del Objetivo:			
Categoría			
Materiales	Check	Cantidad	
Materia Prima			
Maquinaria			
Accesorios			
Herramientas			
Instrumento de medición			
Producto terminado			
Equipo de Oficina			
Limpieza			
Otros			
Motivos			
Razón	Check	Razón	Check
No se utiliza		Dañado o Contaminado	
No se necesita		Desperdicio	
No sirve		Otros	
Observación			
Autorizado por:		Destino final	

TABLA V
CHECK LIST

CHECK LIST DE EVALUACIÓN		CALIFICACIÓN
Seleccionar		
01	El mobiliario se encuentra en condiciones de uso	
02	Existe circulación entre los pasillos	
03	Los materiales se encuentran en un lugar indicado	
04	Tiempo de Entrega de Material	
Ordenar		
05	Las áreas de trabajo se encuentran identificados	
06	Los estantes se encuentran clasificados según material	
06	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	
07	Las mermas de material se encuentran separadas del área de producción	
Limpiar		
08	Áreas de trabajo limpias y libres	
09	Almacén de materiales limpios	
10	El piso está libre de polvo, basura y desperdicios y manchas	
11	Existen planes de limpieza que se realizan en la fecha establecida	
Estandarizar		
12	Todos los estantes cumplen con el requerimiento de la operación	
13	La capacitación está estandarizada para el personal de cada área	
14	Traslado de materiales según requerimiento de cada proceso	

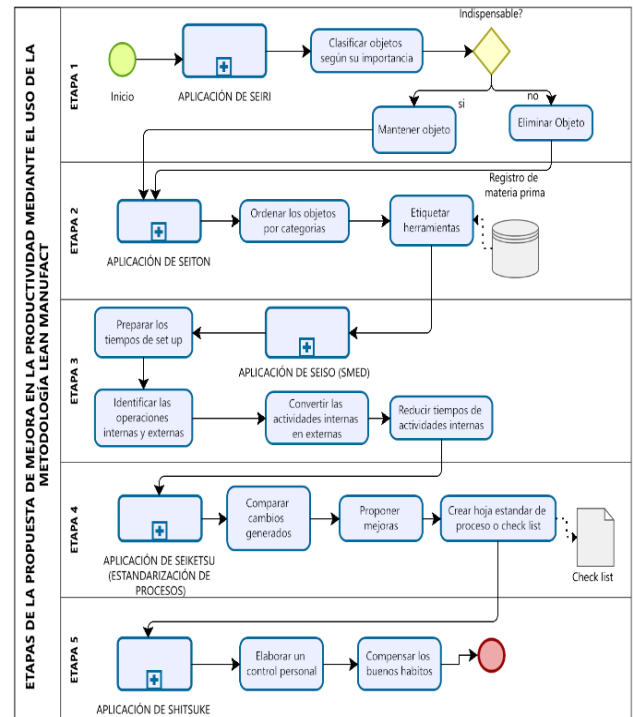


Fig. 2 Diagrama de flujo de la implementación de las etapas de la propuesta

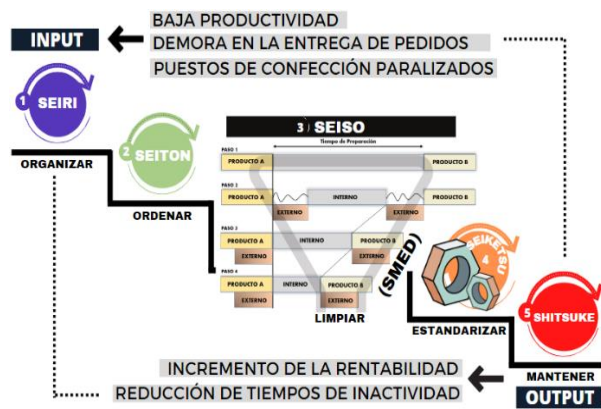


Fig. 1 Modelo de propuesta de mejora de la productividad mediante el uso de la metodología lean manufacturing de una mype del sector textil

C. Descripción de la implementación del modelo

Luego de presentar el modelo de gestión propuesto, se señala en los siguientes párrafos las etapas de la implementación.

Pasos para la Implementación

1) *Etapa 1: Estudio del proceso actual:* En el análisis del proceso actual, la preparación en el cambio de pieza se llevó a cabo a través del desglose de cada actividad. Se tuvo como meta la medición de las actividades en las diferentes unidades que permitieron cuantificar y medir el proceso. A la par, se planteó utilizar el principio la herramienta japonesa 5'S para ordenar las áreas de producción de la empresa, así como su almacén de materiales. En ese sentido, se aplicó la primera "S" Seiri (organizar), en el cual se clasificaron los objetos que están agregando valor al proceso de aquellas que requieren ser eliminadas y son consideradas desechos.

La primera S se sugiere ser llevada a cabo cada fin treinta días para evitar acumular desperdicios dentro del taller de confección que impidan el pase de los operarios o que generen desorden y suciedad.

2) *Etapa 2: Separar operaciones internas y operaciones externas:* Se aplica la segunda "S" Seiton (ordenar), en el cual se organizaron, clasificaron y registraron todos los recursos con los que cuenta el taller de confección, para que los operarios tengan mayor facilidad de encontrarlos y utilizarlos durante el proceso de confección.

TABLA VI
CLASIFICACIÓN DE MATERIALES POR TIPO DE USO ENCONTRADOS EN EL
TALLER DE CONFECCIÓN

Appearance					
Tela	Accesorios	Bordados	Cintas	Herramientas	Accesorios de la Máquina
Nylon	Tip top	Logo de la empresa	Cinta	Destornillador	Carrete
Cordura	Escaleras	Logo de la policia nacional	Cierre	Pinza	Bobina
Lona	Rectángulos	Logo de las fuerzas armadas	Velcro	Cutter	Aguja
Polipropileno	Broches	Logo de cursos de la escuela militar		Llave allen	Prensatela
Poliester	Botones	Personalizados		Llave inglesa	Aceite

Luego de clasificar los recursos por tipo de uso proceden a ser colocados en los anaqueles adquiridos por la empresa dentro del almacén, cada uno con su respectivo código y cantidad.

Debido a los constantes movimiento de materia prima en el almacén, por cada entrada o salida, el operario encargado deberá registrarlo dentro del archivo de cardex de movimientos.

3) *Etapa 3: Convertir operaciones internas a externas.*: En esta etapa aplicamos la herramienta SMED en la cual dividimos las actividades internas y externas del proceso de corte y confección. Previo a ello, se analizan los tiempos de duración de cada estación de trabajo y se identifican los tiempos de inactividad presentados.

TABLA VII
TABLA DE ANÁLISIS DE CONFIGURACIÓN PARA LA HERRAMIENTA SMED

Tabla de análisis de configuración			Maquina:	Recta	Cod:
			De (A):	Asas (Espaldar)	Hacia (B):
Nº	Elemento de cambio	Tiempo (min)	Interno	Externo	Desperdicio
1	Conteo de accesorios de la siguiente pieza	164.22	164.22		
2	Limpieza de máquinas	126.68	126.68		
3	Búsqueda de herramientas y materia prima	96.77	96.77		
4	Cambio de prensatela, aguja y tensionador de hilo	51.32		51.32	
5	Cambio de aceite de la máquina	48.95	48.95		
6	Programación y/o configuración de la máquina	44.97		44.97	
7	Revisión de calidad de las piezas terminadas	44.58	44.58		
Total		577.49	48.12	96.29	

Se debe identificar y priorizar aquellas que generan mayores costos para desarrollar estrategias que logren optimizar los tiempos de duración de cada actividad.

Entre las actividades principales seleccionadas están el cambio de prensatela, aguja o tensionador de hilo que se le realiza a la maquina luego de pasar de una pieza “A” a una pieza “B”. A si como también, la búsqueda de accesorios para colocarlas en las piezas que se están confeccionando.

4) *Etapa 4: Reducir la duración de las operaciones internas.*: Se busca perfeccionar las acciones disminuyendo el tiempo en el que se elaboraran, en este caso como poder realizar una acción si la maquina está en marcha y planear la reducción de tiempos.

El objetivo, es preparar las siguientes actividades antes de que el operario pase de la pieza “A” a la pieza “B” de esta forma el tiempo de inactividad que se lleve a cabo será menor.

5) *Etapa 5: Reducir la duración de las operaciones externas.*: Se busca perfeccionar las acciones disminuyendo el tiempo en el que se elaboraran. En este caso, realizar una acción mientras la maquina está detenida y planear la reducción de tiempos.

Finalmente, se aplican las dos últimas “S”, Seiketsu (estandarizar), para dar cumplimiento a las nuevas actividades que deberán realizar los operarios para cumplir con los objetivos y poder notar el cambio que ayude a la empresa a incrementar su productividad. Y Shitsuke (mantener), en la cual se espera adquirir un hábito que gestione y mejore el orden en el ambiente laborar en donde cada operario deberá formar parte.

D. Indicadores para la medición de los objetivos

Según estándares internacionales, la eficiencia general de los quipos (OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad) debería ser mayor al 75% para ser considerado aceptable y garantizar la productividad en las organizaciones [21].

La frecuencia de medición para cada uno de estos indicadores será de cada quince días, ya que es cuando los operarios están a la mitad de la entrega de un pedido. De esta forma se podrá evaluar desde el proceso inicial de corte hasta que este es trasladado y entregado al cliente.

La disponibilidad se midió a través del tiempo de uso que se le está dando a las máquinas de confección comparándolas con las horas de trabajo. El rendimiento se mide como la producción rentable que se espera que se obtenga luego de un pedido finalizado y la calidad fue la entrega del pedido sin fallas, defectos o quejas presentadas.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de actividad}}{\text{Tiempo productivo planeado}} \quad (1)$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} \quad (2)$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Productos Conformes}}{\text{Productos Producidos}} \quad (3)$$

IV. VALIDACIÓN

Se llevo a cabo la implementación del modelo propuesto, en la sección de validación, en la cual se optó por aplicar y desarrollar las herramientas seleccionadas en la microempresa textil en estudio. Para ello se utilizaron las herramientas 5'S y SMED.

A. Diagnóstico inicial

La empresa en estudio, se dedicada a la comercialización y confección de artículos militares como prendas de vestir, implementos de equipaje, entre otros. Esta, genera altos ingresos a la empresa por cada licitación pública aprobada. Sin embargo, su productividad en el taller de confección ha ido disminuyendo a lo largo de los años, teniendo como efecto la pérdida de clientes y el incremento de costos innecesarios.

En primer lugar, se identificaron los productos que se confeccionaban en el taller de confección, a la cual la mochila táctica portacasco presentaba una demanda de 27.48%, e ingreso en 34% respecto al total de ventas. Luego, se llevó a cabo un estudio de tiempos de todo el proceso de corte y confección, determinando aquellas estaciones en donde se generaban mayores retrasos. En base a las ecuaciones utilizadas, se obtuvo los siguientes porcentajes, en la cual el OEE de la empresa era de 31%, siendo el porcentaje promedio estándar un 75%.

TABLA VIII
INDICADORES INICIALES DEL OEE DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

Indicadores actuales	Porcentaje
Disponibilidad	86.58%
Rendimiento	40%
Calidad	90%

La estación de corte representa 58% de eficiencia con un tiempo de inactividad de 133 minutos. La estación de costura representa 87%, con tiempo de inactividad de 1200 minutos. Por ultimo la estación de outsourcing, proceso en donde se alistan los productos que serán enviados a los talleres de confección externos presentan un nivel de eficiencia de 58%, con un tiempo de inactividad de 121 minutos sin contar el tiempo que se toma realizar el envío de los materiales. Estas 3 estaciones representaban menores porcentajes de eficiencia respecto a las demás. Obteniendo un total de 88% en tiempos de inactividad de todo el proceso lo cual equivale a 1454 minutos o más de 24 horas de trabajo.

A continuación, se explicará la razón principal identificada que causa los tiempos de inactividad por cada estación de trabajo anteriormente mencionado.

1) *Proceso de corte:* Durante el proceso de corte, las maquinas se encuentran apagas, pues los operarios de las maquinas esperan a que las piezas estén cortadas para iniciar con el proceso de confección. Además, al contar con una maquinaria antigua y de uso manual el proceso de corte suele ser lento. Debido a que la maquina suele apagarse constantemente durante el proceso de corte, retrasando aún más la producción. Para llevar a cabo este corte se requiere de uno que utilice la máquina de cortar y de otro que coloque las piezas en orden, panel sobre panel agilizar el proceso. El tiempo que esta toma es de 319 minutos, de los cuales 133 fueron identificados como tiempos de inactividad.

2) *Proceso de confección:* Las maquinas suelen apagarse durante varias pausas, las cuales son ocasionadas durante el proceso de cambio de piezas. Cuando un operario finaliza la pieza “A” de la mochila para proceder a pasar a la pieza “B”, debe apagar la maquina para llevar a cabo el cambio de accesorios de la máquina, ya que algunas piezas requieren de un numero de aguja diferente o de un pedal mas grueso para el tipo de tela que se esta utilizando. Otra pausa se genera cuando se llevan a cabo las limpiezas de hilos que se acumulan en los carretes de la máquina, pues estas deben ser eliminadas ya que pueden ocasionar que el hilo se rompa durante el proceso de confección. A si como también, se debe hacer un constante mantenimiento a las maquinas por el tiempo de vida que estas tienen. Durante el proceso de confección, algunas maquinas requieren de aceite para poder ejercer bien su función y no ocasionar atraques inesperados que perjudiquen la pieza que se esta confeccionando.

3) *Proceso de tercerización:* Debido a que la empresa no tiene la suficiente capacidad de producción esperada, esta terceriza el proceso de confección a otros pequeños talleres que brindan sus servicios y cobran por cada producto confeccionado sin incluir el material utilizado. El 80% de veces que se realizó el envío de la materia prima hacia estos talleres, se han cometido faltas graves de logística, pues las personas encargadas han contabilizado erróneamente los recursos, teniendo como efecto que los operarios dejen de realizar sus actividades para completar y enviar las piezas faltantes, con el objetivo que el otro taller no se retrase en el proceso.

B. Diseño de validación

Ante los tiempos inactivos presentados durante el proceso de corte se propone utilizar la metodología SMED dentro de los pasos de la herramienta 5’S.

1) *Proceso 1:* Al llegar al taller de confección, se evaluó el espacio que este tenía en uso, en el cual se identifique que de los 12 m2, solo se utilizaba 10m2, desaprovechando el espacio que podía ser utilizado para la implementación de anaqueles o maquinarias que la empresa utiliza para llevar a cabo el proceso de producción. Luego, se procedió a aplicar el proceso de “seiri”, el cual eliminó todo aquello considerado como desperdicio que no generaba ningún valor para la empresa y/o para el proceso de confección. En este proceso se eliminaron cables rotos, focos quemados, botellas de plástico, pedazos de vidrios, telas con hongos, cilindros viejos, entre otros.



Fig. 3 Elementos eliminados durante el proceso de “seiri”

En total se logró eliminar 17 kilos de basura que estaba acumulada dentro del almacén. También se eliminó una de las

ventanas que estaba tapada con ladrillos por el edificio de al lado, opacando la luz solar a la cual se podía acceder. En su lugar se reemplazaron por 20 focos led que alumbraban todo el taller de confección.

Se presento una lista de compras a las personas encargas del taller de confección para que se puedan adquirir algunos productos necesarios para implementar el cambio propuesto.

2) *Proceso 2:* Luego de haber eliminado los despedidos del taller de confección, se procedió a clasificar los recursos que se utilizaban en el taller de confección. Entre estos están los tipos de tela, los tipos de accesorios por tamaño, modelo y color, los bordados de la marca que son cocidos en los productos como identificación, los tipos de cintas, las herramientas que se utilizan para el mantenimiento respectivo de las maquinas, los accesorios de las maquinas, entre otros.

Se procedió a colocar cada recurso dentro del almacén, en el cual los anaqueles ya estaban etiquetados por códigos, de esta forma se agilizaría la búsqueda de implementos durante el proceso de confección, eliminando tiempos de inactividad de búsqueda. Al mismo tiempo, se realizo el conteo por cada tipo de material, a lo cual, para los accesorios, se procedió a contabilizar la cantidad por peso, a fin de que estos sean registrados en el software logístico implementado por la empresa.

Estas actividades van dentro de “seiton” en el cual el objetivo es organizar el almacén y el área de producción.



Fig. 4 Materia prima clasificada en los anaqueles correspondientes por tipo de código

Una vez registrado cada producto en el software, se mando el informe al área de compras para tomarlo en cuenta cuando se lleve a cabo la adquisición de materia prima para la producción de un pedido con el objetivo de reducir gastos utilizado los recursos disponibles.

3) *Proceso 3:* Este proceso involucra aplicar la herramienta SMED dentro de Seiso, los cuales tienen como relación búsqueda de fuentes de suciedad, defectos o daños que impiden que el proceso se lleve a cabo de la forma más eficiente.

En primer lugar, utilizando un cronometro se registraron los tiempos de duración de cada actividad del proceso de confección durante un periodo de dos semanas. En este se lograron identificar las actividades que retrasaban el proceso por cada estación de trabajo, consideradas como tiempos de inactividad.

Durante el proceso de corte, las maquinas permanecían apagadas hasta que el encargado entregue las piezas de la mochila cortada para dar inicio con el proceso de confección.

Cabe recalcar que para este proceso solo se necesitaban dos operarios ya que solo se contaban con una máquina de cortar, la cual presentaba constantes fallas que tenían como efecto que el proceso sea lento y pausado. Como sugerencia, se le menciona a la empresa de adquirir una maquina cortadora adicional, para poder duplicar la velocidad del proceso en la cual cuatro operarios realizarían la función de corte trabajando en paralelo. De esta forma la empresa logro reducir el tiempo de corte en 68%.

Durante el proceso de confección, se separaron aquellas actividades internas de las externas que generaban mayores tiempos de inactividad y mayores costos para la empresa.

Entre las principales está el conteo de accesorios que se implementan en cada una de las piezas de la mochila (S/. 3.73), la limpieza de la máquina que se da durante el intercambio de pieza (S/. 3.51) y la búsqueda de herramientas (S/. 3.34)

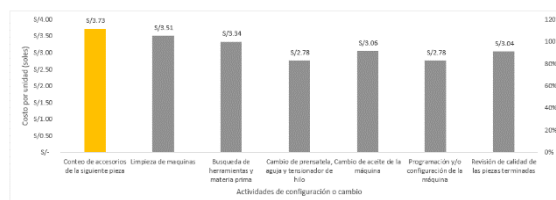


Fig. 5 Diagrama de barras de las principales actividades que generan mayores costos.

Aplicando el modelo de SMED el conteo de piezas se pasó a llevar a cabo antes del inicio del proceso de confección de la pieza que se estaba utilizando. Además, ahora solo se requería de la búsqueda por código y uso de la balanza para saber la cantidad que se estaba retirando del almacén.

Ante las constantes búsquedas de herramientas de las maquinas, se fabricó un tablero de herramientas con cada pieza necesaria para llevar a cabo la limpieza y el mantenimiento adecuado al instante. Este tablero fue colgado en uno de los muros con mayor visibilidad al alcance de todos los operarios.

El mantenimiento paso a ser realizado dos veces a la semana durante los periodos de descanso, en el cual se le asigno la actividad a uno de los operarios que tenía mayor experiencia con el uso de las máquinas de confección. La limpieza de hilos fue reducida a cero, ya que se adquirieron prensatelas especiales para la acumulación de hilos.

Por otro lado, en el proceso de outsourcing, las piezas enviadas a los pequeños talleres siempre solían faltar, lo cual retrasaba el proceso de confección del proveedor. Ante ello, se le asigno la función a uno de los operarios encargado de las entradas y salidas de materia prima del taller de confección. Pues tenía como responsabilidad principal realizar el conteo de accesorios por piezas con el uso de la balanza, a si como también el conteo exacto de las piezas cortadas que serían confeccionadas por el otro taller. Luego, su función era enviar los productos y entregarlos con una guía de remisión que especificaba la cantidad exacta de productos que se estaban entregando para que estos sean firmados y no se presenten inconvenientes de materiales durante el proceso de confección.

4) *Proceso 4:* Una vez implementado los cambios, “seiketsu” tiene el objetivo de estandarizarlos con el fin de que se conviertan en acciones que se puedan llevar a cabo cada vez que sea necesario a lo largo del tiempo de vida de la empresa, de esta forma obtener resultados efectivos.

Para ello, a cada operario se le asignaron las funciones correspondientes con el objetivo que estos permanezcan claros y accesibles. Se realizó una reunión con todos los involucrados para gestionar objetivos a los cuales se desea llegar al finalizar cada pedido.



Fig. 6 Diagrama de los procesos principales de la propuesta de implementación.

5) *Proceso 5:* Finalmente con “shitsuke” se realizó un seguimiento y control de los cambios implementados para proponer constantes mejoras que logren mejorar aun más la eficiencia y la productividad de la empresa. Por otro lado, se visualizaron si se están cumpliendo con los objetivos propuestos inicialmente.

TABLA IX
OBJETIVOS PROPUESTOS POR LOS OPERARIOS DE LA EMPRESA ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Objetivo propuesto	Antes	Después
Reducir el tiempo de búsqueda de los accesorios de 26 minutos a 8 minutos durante el proceso de confección.	26 a 30 minutos	6 minutos
Reducir la cantidad de pausas ocasionadas por los cortes de hilo de la máquina de coser de 6 veces al día a 1 o 0.	6 veces	1 veces
Incrementar la cantidad de paneles que se colocan en la mesa de corte de 10 a 15 durante el proceso de corte.	10 paneles	13 paneles

Para cada objetivo se le sugirió al equipo de producción realizar reuniones quincenales para proponer nuevas mejoras que incrementen la velocidad de producción con el fin de obtener mejores resultados en la entrega de pedidos y en la productividad ejecutada. Para ello se les comento sobre la herramienta ágil SCRUM, con la cual pueden agilizar sus reuniones compartiendo las ideas mas importantes y relevantes para mejorar el proceso.

C. Resultado

Luego de implementar las acciones de cambio en la empresa de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA X

TIEMPOS DE INACTIVIDAD POR CADA ESTACIÓN DE TRABAJO ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

Estaciones de trabajo	Tiempo de Inactividad Antes de la Mejora(min)	Tiempo de Inactividad Después de la Mejora(min)
Costura	720	227
Corte	133	82
Outsourcing	121	76
Remalle	43	32
Empaquetado	11	9
Quemado	11	9
Total	1039	435

Se logro reducir 58.13% los tiempos de inactividad de las diversas estaciones de trabajo.

El rendimiento de la empresa mejoro en 6.22%, la disponibilidad en 55% y la calidad en 8%, obteniendo como resultado un OEE de 86%, siendo mayor al porcentaje acceptable de 75%.

TABLA XI
TABLA DE COMPARATIVA DE PRODUCTIVIDAD

Descripción	Cantidad	Productividad Inicial	Cantidad	Productividad Inicial	% de Mejora
Producción mensual	130 unidades/mes		196 unidades/mes		51%
Materia Prima	60Kg/mes	2.16 Unidades/Kg	50 Kg/mes	3.92 Unidades/Kg	81%
Horas Hombre al mes por operario	206.84 H-H/mes	0.62 Unidades/H-H mes	180.41 H-H/mes	1.09 Unidades/H-Hmes	75%
Horas máquina al mes	120.35 H-Maq/mes	1.10 Unidades/H-maq. Mes	120.35 H-Maq/mes	1.62 Unidades/H-maq.mes	75%

El nivel de producción mensual paso de 130 unidades a 196 unidades, incrementando la capacidad adquisitiva para fabricar mayores cantidades de pedidos.

Las horas-hombre incrementaron por cada avance de la producción, el cual paso de 0.62 und/h a 1.09 und/h, agilizando la velocidad de producción.

Las horas maquinas incrementaron su porcentaje de uso en 75%.

V. DISCUSIÓN

Aplicar la herramienta SMED dentro de las 5’S comprobó su efectividad para reducir los tiempos de inactividad e incrementar la productividad en la mochila portacasco. Sin embargo, se quiso identificar si esta propuesta de mejora incrementaría también la productividad de los demás productos.

Luego de evaluar los productos que tenían un proceso similar al de la mochila, se escogieron los tres con mayor tiempo de inactividad para poder aplicar las herramientas utilizadas. Como resultado se obtuvo una disminución en los tiempos de inactividad, incremento el porcentaje de OEE de cada producto.

TABLA XII
TIEMPO DE INACTIVIDAD ANTES DEL MODELO DE IMPLEMENTACIÓN (MIN)

Estación de trabajo	Maletín de abordaje	Canguro porta arma	Chaleco táctico
---------------------	---------------------	--------------------	-----------------

Costura	860	510	590
Corte	257	96	110
Outsourcing	140	40	60
Remalle	58	25	54
Empaquetado	24	8	8
Quemado	26	10	15
Total	1365	689	837

TABLA XIII
TIEMPO DE INACTIVIDAD DESPUÉS DEL MODELO DE IMPLEMENTACIÓN (MIN)

Estación de trabajo	Maletín de abordaje	Canguro porta arma	Chaleco táctico
Costura	452	312	309
Corte	195	81	76
Outsourcing	98	26	42
Remalle	42	14	37
Empaquetado	18	6	6
Quemado	12	8	12
Total	817	447	482

Analizando ambos cuadros, se observa que los tiempos de inactividad se redujeron en 60.77% en promedio, lo cual significa el incremento de productividad que hubo en los procesos, incrementando el nivel de rendimiento y productividad.

A. Análisis de resultados

En la siguiente matriz se muestra los resultados de la técnica de validación independiente por cada producto. En este se pueden observar los 3 escenarios tomados como ejemplo y su respectivo análisis estadístico para futuras investigaciones.

TABLA XIV
TABLERO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS POR LOS TRES ESCENARIOS PROPUESTOS

		Indicador		
		1%	2%	3%
Escenario	0	0.31	0.38	0.61
	1	0.28	0.58	0.72
	2	0.42	0.53	0.86
	3	0.36	0.60	0.83
Análisis Estadístico	Promedio	0.34	0.52	0.76
	Varianza	0.004	0.010	0.013
	Desv. Estandar	0.06	0.10	0.11

El primer indicador representa el porcentaje de OEE del producto inicial evaluado.

El segundo indicador es el porcentaje de producción mensual luego de la implementación de la propuesta

El tercer indicador es el porcentaje de uso de la materia prima en cada proceso de confección.

Para cada uno de estos se incremento el porcentaje de mejora, el cual confirma la estrategia implementada para cada uno de los procesos que se llevan a cabo en los diferentes productos, ya que algunos requieren de actividades adicionales, mientras que otros de un menor tiempo de ejecución.

B. Trabajos futuros

En este trabajo de investigación, por el corto tiempo se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing en una empresa de producción de mochilas tácticas para las fuerzas armadas. Sin embargo, existen otras herramientas que requieren de dos a tres años poder implementarlas, con el objetivo de obtener mejoras en el nivel de productividad eliminando los tiempos de inactividad. Además, esta herramienta fue implementada en un pequeño taller de confección de una microempresa, la cual no cuenta de un gran fondo de inversión para mejorar sus procesos a diferencia de grandes empresas manufactureras, las cuales tienen mayor oportunidad de implementar nuevas maquinarias o mas mano de obra que acelere el proceso de producción.

Una vez finalizada la implementación de la propuesta, se espera que la empresa trabaje de forma autónoma con las recomendaciones y sugerencias mencionadas en las reuniones para seguir aplicando mejoras que logren incrementar su porcentaje de rentabilidad.

III. CONCLUSIONES

El trabajo de investigación tuvo como principal enfoque incrementar el nivel de producción de la microempresa para cumplir con la fecha de entrega de los pedidos y generar un historial en el cual los clientes puedan confiar.

Las herramientas 5's y SMED de Lean Manufacturing pueden aplicarse a cualquier tipo de empresa de manufactura, para ello primero se debe hacer un estudio de tiempos para detectar el cuello de botella que impide la agilización de la producción.

El nivel de producción mensual fue de 51%, un porcentaje que aun no se encuentra al nivel internacional pero que puede incrementar de acuerdo con los cambios que se realicen para mejorar los procesos y eliminar a cero los tiempos de inactividad.

Se pudo obtener una mayor producción reemplazando las maquinarias antiguas que carecían de las piezas de repuesto. Sin embargo, los fondos de inversión de la empresa aun no eran lo suficiente para poder llevar a cabo este cambio.

Se logro reducir los costos en accesorios en 14% debido a que se estaba utilizando aquellos encontrados en el almacén y se están adquiriendo las cantidades exactas para cada pedido generado.

REFERENCES

- [1] B. Alanya, K. Dextre, V. Nunez, and G. Alvarez, "Mejorando el proceso de corte a través de manufactura esbelta en una PYME textil peruana," Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, septiembre 2020.
- [2] H. Luque, and R. Polo, "Mejora en el proceso de confección de ropa deportiva usando herramientas de manufactura esbelta y optimización matemática" Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, noviembre 2021.
- [3] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). "Industria textil y confecciones," INEI. Lima, julio 2021.
- [4] O. Castilla, "Propuesta de optimización a través de simulación para aumentar la productividad del área de corte en una empresa textil," Universidad Tecnológica del Perú. Lima, noviembre 2020.

- [5] J. Cayllahui, "Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de corte en la empresa TEXTILES CAMONES S.A.," Universidad Cesar Vallejo. Lima, noviembre 2018.
- [6] P. Ondra, "The Impact of Single Minute Exchange of Die and Total Productive Maintenance on Overall Equipment Effectiveness," *Journal of Competitiveness*, 14(2), pp. 113–132, septiembre 2022 (<https://doi.org/10.7441/joc.2022.03.07>)
- [7] González-Valenzuela, Elizabeth, Beltrán-Esparza, Luz Elena, Cano-Carrasco, Adolfo Y Valenzuela-Muñoz, Alejandra. "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". *Revista Administración y Finanzas*. 2017.
- [8] G. Gil, A. Sanz, M. Benito, and M. Galindo, "Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED," *Técnica Industrial*, 2(298) pp.46-54, octubre 2015.
- [9] F. Carbonell, "Técnica SMED Reducción del tiempo preparación," vol.2, p. 2.
- [10] Mecalux, "Principales riesgos en almacenes: mantenlos bajo control", 2021.
- [11] Eagle, "Cómo reducir los tiempos de inactividad de su almacén", 2019.
- [12] Huerta Valentin, S. D. "Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED". (Tesis de pregrado). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2017.
- [13] Salas-Arias, K; Madriz-Quirós, C; Sánchez-Brenes, O; Sánchez-Brenes, M; Hernández-Granados, J. Factores que influyen en Errores Humanos en Procesos de Manufactura Moderna. *Tecnología en Marcha*. Vol. 31-1. Enero-Marzo 2018. Pág 22-34.
- [14] Progressa Lean, "Qué es SMED", 2014.
- [15] Perez Velasquez, J. "Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN". (Tesis de pregrado). Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. 2011.
- [16] CARRO, Roberto; GONZÁLEZ GÓMEZ, Daniel A. "Diseño y selección de procesos". 2012.
- [17] Bonilla Pastor, E. "La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil". *Ingeniería Industrial* n.º 33, enero-diciembre 2015, ISSN 1025-9929, pp. 37-50
- [18] Bonilla Pastor, E. "La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil". *Ingeniería Industrial* n.º 33, enero-diciembre 2015, ISSN 1025-9929, pp. 37-50
- [19] ESSAN Businnes, "Desafíos que enfrenta la logística en tiempos de pandemia", 2020.
- [20] Cruelles, J, "Productividad Industrial: Método de trabajo, tiempo y su aplicación en la planificación y la mejora continua España: Marcombo", 2014.830pp.
- [21] Giraldez Cárdenas, Graciela. "Aplicación del método SMED para incrementar la productividad en las líneas de extrusión en la empresa andina plast-2016". Tesis (Título profesional de Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2016.
- [22] L. Minshull, B. Dehe and K. Suntichai, "Exploring the impact of a sequential lean implementation within a micro-firm," *Journal of Business Research*, 151, pp. 156 – 169, octubre 2022 (doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.06.052).
- [23] G. Garcia, Y. Singh, S. Jagtap, "Optimising Changeover through Lean-Manufacturing Principles: A Case Study in a Food Factory," *Sustainability*. 14, 8279, septiembre 2022 (doi.org/10.3390/su14148279).
- [24] M. Ribeiro, A. Santos, G. Amorim, C. Olivera R. Silva and R. Netto, "Analysis of the Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology in an Agroindustry through Action Research," *Machines*, 10, 287, abril 2022 ([doi:10.3390/machines10050287](https://doi.org/10.3390/machines10050287)).
- [25] I. Fernandez, F. Sá-Soares and A. Tereso, "Modelling and Analysing Product Development Processes in the Textile and Clothing Industry," *10(2)*, 49-53, septiembre 2022 ([doi:10.1007/978-3-031-09360-9_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09360-9_19)).
- [26] N. Abbes, N. Seiri, J. Xu, "New Lean Six Sigma readiness assessment model using fuzzy logic: Case study within clothing industry," *London*, 61(11), pp. 9079-9094, septiembre 2022 ([doi:10.1016/j.aej.2022.02.047](https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.02.047)).
- [27] A. Reategui, V. Tapia and V. Master, "Increase the efficiency of the machine production process in textile companies through a model based on TPM and SMED"
- [28] B. Alanya, K. Dextre, V. Nunez, and G. Alvarez, "Mejorando el proceso de corte a través de manufactura esbelta en una PYME textil peruana," Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, septiembre 2020.
- [29] Y. Iano, O. Saotome, G. Mendes, and G. Olivera," Proceedings of the 6th Brazilian Technology Symposium (BTSym'20). Smart Innovation, Systems and Technologies," ([doi:10.1007/978-3-030-75680-2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75680-2)).
- [30] H. Luque, and R. Polo, "Mejora en el proceso de confección de ropa deportiva usando herramientas de manufactura esbelta y optimización matemática" Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, noviembre 2021.
- [31] P. Neves, F. Silva, L. Ferreira, T. Pereira, A. Gouveia, and C. Pimentel, "Implementing Lean Manufacturing Process of Trimmings Products". *Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. ([doi:10.1016/j.promfg.2018.10.119](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119))
- [32] C. Guangchong, Y. Zixuan, C. Jiayu, and B. Oiming, "Building information modeling (BIM) outsourcing decisions of contractors in the construction industry: Constructing and validating a conceptual model," *Developments in the Built Environment*, vol. 12, 100090 (<https://doi.org/10.1016/j.dibe.2022.100090>).
- [33] M. Zhang, J. Zhang, S. Yue, and T. Cheng, "How to outsource production considering quality management Turnkey or buy-sell?," *Omega*. 2022 ([doi: 10.1016/j.omega.2022.102707](https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102707)).
- [34] S. Rajiv, "Examining interaction among supplier selection strategies in an-outsourcing environment using ISM and fuzzy logic approach. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2022. ([doi: 10.1007/s13198-022-01624-2](https://doi.org/10.1007/s13198-022-01624-2))
- [35] G. Caristi, R. Boffardi, C. Ciliberto, R. Arbolino, and G. Ioppolo, "Multicriteria Approach for Supplier Selection: Evidence from a Case Study in the Fashion Industry". *Sustainability* vol 14, 8038, septiembre 2022. (doi.org/10.3390/su14138038)
- [36] M. Amin, and S. Javed, "Performance Evaluation of Construction Sub-contractors using Ordinal Priority Approach. *Evaluation and Program Planning*,". Octubre 2022. ([10.1016/j.evalprogplan.2021.102022](https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.102022))