

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Diseño de un modelo del proceso productivo de camisas aplicando herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Cielo Carolina Caballero Gamarra

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2022

INFORME TIB-CIELO CAROLINA CABALLERO GAMARRA

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Westmont College Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Introducción.....	5
Marco teórico.....	6
Materiales y métodos.....	9
Resultados y discusión	9
Diagnosticar la situación de la empresa textil	9
Propuestas de mejora	13
Costo beneficio de la propuesta.....	20
Conclusiones.....	20
Recomendaciones	21
Referencias	21
Anexos.....	23

Resumen

En el presente trabajo de investigación tiene como objetivo reducir los retrasos en las entregas de pedidos en una empresa textil haciendo uso de la simulación. Primero diagnosticamos el estado actual, identificando que en el proceso de fabricación cuenta con etapas de demora en la máquina de coser, generándose esperas y es donde la tela puede sufrir defectos, de la misma forma, fallas en etapa de corte, a causa de una ineficiente utilización del operario y dificultades para hacer puntadas directas. Asimismo, se identificó que el tiempo del proceso para obtener una camisa m/c color beige es de 61,75 min/camisa, y se obtuvo una producción de 16 camisas/día. Por estas razones se planteó una mejora en el proceso mediante la herramienta SMED y Poka Yoke, con la que se obtuvo un tiempo de producción de 41,19 min/camisa con una producción de 23 camisas/día.

Palabras clave: Defectos, Fallas, Operario, Simulación

Abstract

The objective of this research work is to reduce delays in order deliveries in a textile company using simulation. First, we diagnose the current state, identifying that in the manufacturing process there are stages of delay in the sewing machine, generating waits and this is where the fabric can suffer from defects, in the same way, failures in the cutting stage, due to an inefficient use of the operator and difficulties in making direct stitches. Likewise, it was identified that the process time to obtain a beige m/c shirt is 61.75 min/shirt, and a production of 16 shirts/day was obtained. For these reasons, an improvement in the process was proposed using the SMED and Poka Yoke tools, with which a production time of 41.19 min/shirt was obtained with a production of 23 shirts/day.

Keywords: Defects, Failures, Operator, Simulation

Introducción

La producción textil en Perú no solo impacta en los actores de la cadena de valor, sino que también permite el logro de objetivos de responsabilidad social y protección ambiental y contribuye a las políticas de desarrollo sostenible [1]. Sin embargo, la industria textil, pretende reactivarse, puesto que, hubo una caída en el 2020, asimismo los productores, que sufrieron una disminución mayor del 30% en el mismo período, ya habían tomado sus precauciones para poder recuperarse de la caída de producción [2]. En cuanto a, las exportaciones en la industria textil, moda y confección estuvieron en 1720 millones de dólares, sin embargo, se tiene como objetivo que para antes de 2024 se supere los 2300 millones de dólares en envíos [3].

Según ComexPerú, las exportaciones textiles crecieron un 31.1% en enero 2022 con un valor de US\$ 132.9 millones, asimismo, esta cifra de exportación en el inicio del año marca un resultado histórico en términos del valor exportado. Por consiguiente, los principales destinos de exportación fueron EE. UU con un 54.7% del monto total exportado, le sigue Chile con un 7.6%, Ecuador con 3.7%, Brasil con 3.6% y Canadá con 3.4%. Sin embargo, la competitividad del sector sigue en riesgo, puesto que, este sector del comercio no tradicional se ve en emergencia por medidas del estado, estas sin sustento técnico que solo conseguirían restar competitividad al sector y excluir a los productores de sus beneficios [4].

La empresa en estudio se ubica en la ciudad de Chiclayo, fabricante de ropa como camisas, polos, pantalones, chalecos, uniformes industriales, evidenciándose una gran variedad de productos, sin embargo, mediante el análisis ABC, el producto en estudio se tomó a la camisa beige m/c, que genera gran demanda para la empresa es la camisa color beige con una producción de 5850 unidades, la cual representó el 43% de su producción total y el 80% de sus ingresos y utilidades; de la misma forma, se identificó el cuello de botella en la fase de corte con 10.03 minutos. Por otro lado, su capacidad de planta es de 48 unidades/día y solo se emplea 16 unidades/día, es decir, solo utilizándose el 34% [5]. Ante esta problemática, se presenta la siguiente interrogante de investigación ¿Cómo influye en la productividad el diseño de un modelo del proceso productivo de camisas en la empresa textil?

Es por ello, el objetivo general simular el diseño de un modelo del proceso productivo de camisas aplicando herramientas Lean Manufacturing en la empresa textil y como objetivos específicos diagnosticar la situación actual del proceso productivo en una empresa textil, diseñar un modelo de simulación del proceso productivo de camisas para

aumentar la productividad y realizar un análisis económico financiero del diseño planteado. El diseño de un modelo del proceso productivo de camisas aumenta la productividad en la empresa textil.

Marco teórico

En 2020, Castilla [6] en su investigación Propuesta de optimización a través de simulación para aumentar la productividad del área de corte en una empresa textil, planteó objetivos de investigación para optimizar la productividad de las áreas de corte de empresas mediante simulación. Esto se debió a la escasez de recursos de mesas tendedoras, por lo que se convirtió en un proceso que tuvo que ser analizado, se utilizó un enfoque de modelo de simulación con el software Arena. Con esta modalidad se redujo el tiempo de espera en un 94,52%, y así mismo la carga de trabajo de los trabajadores se redujo en 118,8 rollos.

En 2020, Bustamante y Guimaray [7] en su investigación Propuesta de implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Tecnología & Tintura Textil S.A.C, Lima 2019; fijaron sus metas de investigación para incrementar la productividad en el laboratorio. Esto se debe al largo tiempo de cambio de tonos y la desorganización en el área estudiada, se utiliza el método de las 5S y el estudio de tiempo y movimiento. Utilizando el método estipulado, el tiempo de fabricación del tinte se redujo a 57,82 minutos y el tiempo de búsqueda de material se redujo a 4,03 minutos.

En 2020, Cabrejos y Gutierrez [8] en su investigación Efficiency improvement in a manufacturing textile company: a peruvian case; formuló como su objetivo de estudio asignar convenientemente las tareas en cada área de trabajo para que el tiempo improductivo de la maquinaria sea minimizado. A fin de determinar los métodos de trabajo ineficientes se utilizó la aplicación de la metodología para una MIPYME. Con la metodología utilizada permitió que la confeccionadora evaluada en Perú obtenga una mejora de 7,38% respecto a su eficiencia, de la misma forma, se pudo conocer la cantidad de personas necesarias y las actividades que realizará cada uno de ellos.

En 2019, Mejía y Rau [9] en su investigación Analysis of improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima; se diseñó como objetivo de su estudio desarrollar una propuesta para reducir los defectos en la fabricación de ropa íntima mediante herramientas de manufactura esbelta y quitar las dificultades presentadas en la empresa. Esto se debe a, los problemas de

demora en la entrega de la demanda de ropa interior, lo que genera desajustes y desperdicios en las líneas de producción de ropa interior de algodón (M003, M012 y M016); Se utilizó el método 5S, mantenimiento autónomo y SMED. Con el método utilizado fue posible aumentar la productividad de los productos evaluados en 7%, 14% y 8%, respectivamente, y reducir en un 50% los errores de costura y en un 100% las manchas en los tejidos.

En 2020, Cespedes, et al. [10] en su investigación *Lean production management model based on organizational culture to improve cutting process efficiency in a textile and clothing SME*, formularon como su objetivo de estudio integrar las herramientas Lean con la cultura organizacional en las PYME textiles y de confección. Para el estudio se seleccionó a una empresa ubicada en el Centro Comercial Gamarra y que se encarga a la elaboración de vestuario de mezclilla para dama. A causa de, la baja eficiencia del proceso de corte, teniendo equivocaciones en las operaciones de cada lote, una producción laboral y eficiencia del proceso productivo bajo; se utilizó la metodología Modelo Denison, 5S, Poka – Yoke Lean y Lean Estandarizada de Trabajo. Con la metodología utilizada permitió un crecimiento del 3% en la eficiencia productiva y una reducción de errores en 5%.

En 2021, Pirola, Michaela y Cimini [11] en su investigación *Applying simulation for production scheduling: a case study in the textile industry*, formularon como su objetivo de estudio establecer un enfoque basado en simulación en datos para mejorar las actividades de programación para incrementar la sostenibilidad del proceso de producción. Esto a causa de, que el proceso de acabado está relacionado con el tipo de fibras textiles y el sustrato necesario, lo que implica un tratamiento diferente para cada una de las diferentes tipologías de textura y esto conlleva a configurar las máquinas de acabado cada vez que se procesa una textura diferente, y esto requiere vaciar completamente y llenar el tanque de baños de la máquina e incide en un alto consumo de agua, identificándose altos cuello de botella; se utilizó el método de simulación para eventos discretos mediante el modelo Arena. Con la metodología utilizada el número de configuraciones se reduce en 18%, aumentando la productividad y reduciendo el desperdicio.

En 2021, Castillo y Shimabukuro [12] en su investigación *Mejora del área de producción en la empresa BERR Textil Perú S.A.C. aplicando la metodología de la 5S*, desarrollaron objetivos de investigación para identificar mejoras en el área de fabricación de la empresa BERR Textil Perú S.A.C. al aplicar el método 5S, sea factible técnica,

económica y socialmente. Esto se debe al alto nivel de caos y falta de limpieza en las dos áreas estudiadas, lo que afecta la calidad del resultado obtenido, aumentando la cifra de defectos en el proceso de estampación, se utiliza el método 5S en las áreas evaluadas. Utilizando el método propuesto, se obtuvo una disminución se redujeron en un 39,94% de metros estampados defectuosos.

En 2021, Rosero y Rubio [13] en su investigación Teoría de restricciones en el área de producción en industrias textiles para el aumento de la productividad, formuló como su objetivo de estudio implementar las restricciones en el área de fabricación para el aumento de su productividad. Esto a causa de, la presencia de limitaciones en el proceso, transportes y actividades manuales que no generan valor; se utilizó la metodología de un modelo de programación TOC. Con la metodología utilizada se obtuvo como resultado una productividad de 20,81 unidades/hora, con un crecimiento del 79% con respecto al método anterior.

En 2021, Mendoza, Trullo y Wielhorski [14] en su investigación Descriptive modeling of textiles using FE simulations and deep learning, formularon como su objetivo de estudio realizar la segmentación del hilo a partir de imágenes tomográficas, con el fin de bien proporcionar un modelado descriptivo completo de la tela. El tejido 3D estudiado en este trabajo es un enclavamiento angular de capa a capa, compuesto por 75 hilos de fibra de carbono: 39 urdimbres y 36 tramas, recalando que todos los hilos son del mismo tipo y tamaño; se utilizó la metodología de un modelo novedoso y totalmente automatizado para extraer las características geométricas del hilo en composites tejidos de forma que se para una parametrización directa. Con la metodología utilizada permitió la identificación individual de cada hilo, asimismo una parametrización de 10 puntos útil para construir un modelo textil, además se encontró que 10 puntos clave eran suficientes para la homogeneización elástica mecánica.

En 2019, Schuster, et al. [15] en su investigación Simulation based draping of dry carbon fibre textiles with cooperating robots, formularon como su objetivo de estudio convertir la simulación de drapeado en movimientos correctos y fáciles de configurar para robots cooperantes. Se llevó a cabo el drapeado para grandes piezas textiles usando a los robots cooperantes con pinzas remodelables, asimismo, en las bases pruebas se consiguió efectividad tanto para las preliminares y las de fábrica, sólo en 2D y pinzas reconfigurables en 3D respectivamente del tipo de pruebas mencionadas. Por medio de los resultados de la simulación sirvió para determinar los puntos de agarre, caída y las orientaciones para el módulo de pinzas utilizando una capa de ejecución de abstracción

de hardware para controlar los puntos de agarre y caída, de igual forma, como la transferencia. Con la metodología utilizada se concluye que un diseño de celda optimizado donde todas las piezas cortadas se pueden procesar en el menor tiempo posible, se pueden evitar piezas cortadas no procesables y de esta manera tener una producción automatizada y flexible.

Materiales y métodos

La obtención de los datos para la investigación se realizó mediante la revisión de la tesis de Rodrigo Mena [5], de la cual se tomó el tiempo del proceso productivo, el número de operarios, la cantidad de retrasos en entrega de pedidos, las inspecciones, las operaciones, las demoras y las actividades de almacenamiento, a partir de ello se realizó el diagnóstico de la situación actual.

Para elaborar la propuesta de mejora se enfatizó en la metodología de Lean Manufacturing y herramientas de simulación que tengan concordancia con la problemática planteada, después se realizó la simulación del proceso evaluado, y poder así comparar los indicadores actuales con los de la propuesta planteada.

Resultados y discusión

Diagnosticar la situación de la empresa textil

Se identificó el problema principal del sistema de producción de la empresa textil mediante el diagrama de Ishikawa (Ver anexo 1), de la misma forma, se identificó los factores que influyen de manera negativa en la baja productividad de la empresa (Ver anexo 2), del mismo modo, se identificó el mayor índice de causas mediante el diagrama de Pareto (Ver anexo 3), teniéndose que el factor que más predomina sea el de pedidos no entregados, causante de que exista una baja productividad en la empresa. Por otro lado, el detalle del proceso de fabricación de una camisa m/c color beige mediante un diagrama de operaciones. La empresa cuenta con 14 trabajadores para cumplir con la fabricación de 48 camisas por día.

Descripción del proceso

En la figura 1, se observa el proceso productivo de la empresa, se tiene un total de treinta y cinco operaciones, seis inspecciones, tres operaciones-inspecciones, también los tiempos por cada operación.

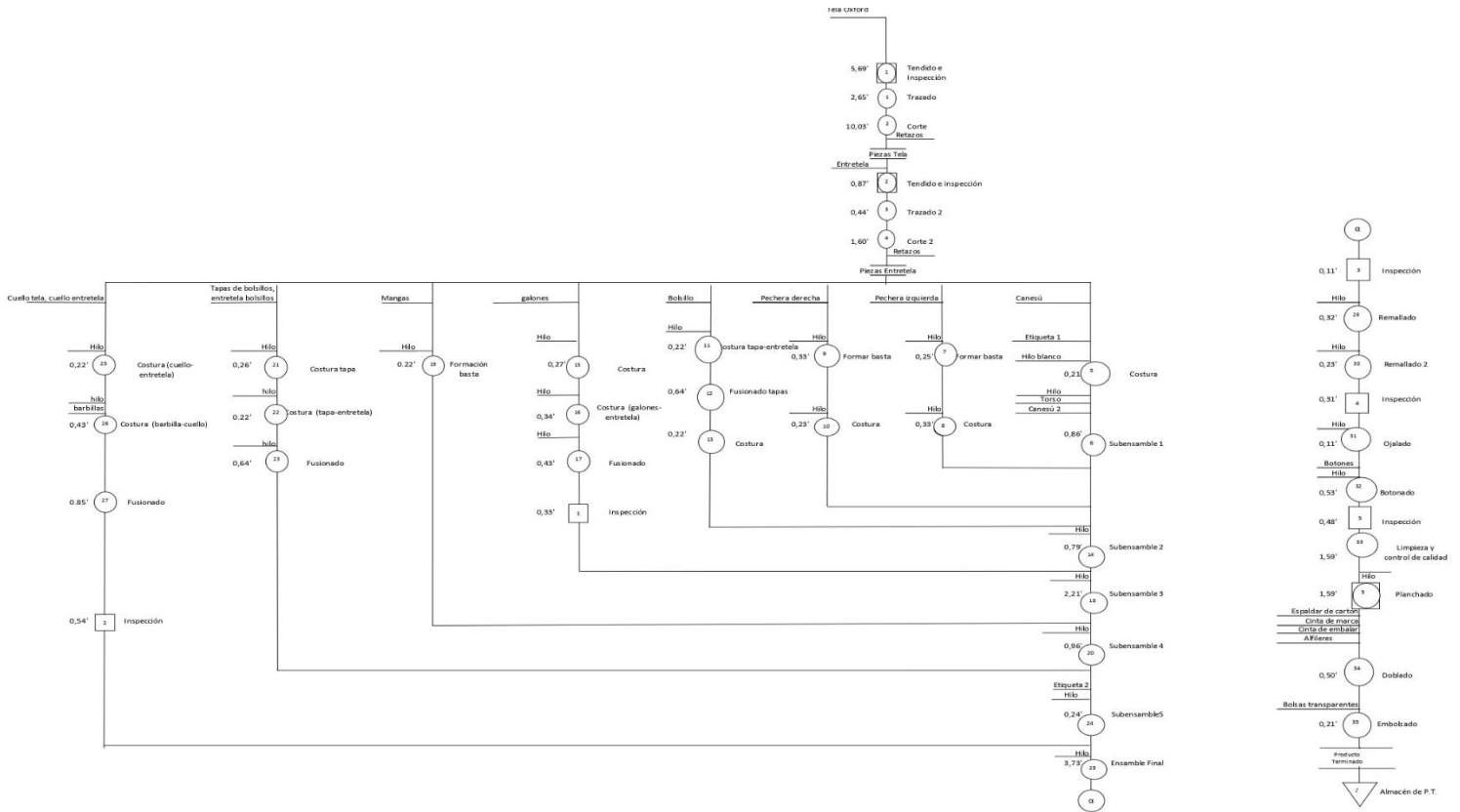


Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso productivo

Fuente: Tesis de Rodrigo Mena [5]

El proceso consta inicia en la entrada de materia prima al área de corte, continua hacia la costura y subensamble 1 y 2, para luego realizar el fusionado 1, sigue con subensamble 3 y 4 , luego la costura de la tapa y la entretela, le sigue el fusionado 2, para luego pasar al subensamble y costura, luego le sigue el fusionado 3, para pasar a la costura de cuello, después a la inspección de costura y unión de piezas, luego el ensamble final, sigue el ojalado y botonado, el remallado, después la limpieza y control , luego el planchado y doblado, finalmente el embolsado de las camisas para obtener una camisa embolsada. Asimismo, en la tabla 6, se muestra el resumen de las actividades del proceso. Del mismo modo, en el anexo 8, se observan los tiempos para del proceso actual.

1. Productividad

a) Productividad de materia prima

$$Productividad\ de\ materia\ prima = \frac{1\ unidad}{1,26\ metros\ de\ tela}$$

$$Productividad\ de\ materia\ prima = 0,79 \frac{camisas}{metro\ de\ tela}$$

b) Productividad de mano de obra

Para la productividad de mano de obra se ha considera la evaluación en el período enero-septiembre

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de mano de obra empleada}}$$

Tabla 1. Productividad de mano de obra

Año	Mes	Producción (unidades)	Productividad mano de obra (unidades/operario x mes)	Productividad mano de obra (unidades/operario x día)	Productividad total (unidad/sol)
2017	Enero	500	83.33333333	3.623188406	0.025
	Febrero	500	83.33333333	3.623188406	0.025
	Marzo	500	83.33333333	3.623188406	0.025
	Abril	500	83.33333333	3.623188406	0.025
	Mayo	400	66.66666667	2.898550725	0.02
	Junio	350	58.33333333	2.536231884	0.0175
	Julio	400	66.66666667	2.898550725	0.02
	Agosto	300	50	2.173913043	0.015
	Septiembre	50	8.333333333	0.362318841	0.0025
	Promedio	389	65	3	0.019

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se observa la productividad de mano de obra de acuerdo a la producción obtenida en el período enero-septiembre del año 2017.

2. Capacidad

a) Capacidad de diseño

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}}{10.03 \text{ minutos/unidad}}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 48 \text{ unidades/día}$$

b) Capacidad real

Tabla 2. Capacidad real actual

Año	Mes	Producción (unidades)	Producción por día (unidades)
2017	Enero	500	21
	Febrero	500	21
	Marzo	500	21
	Abril	500	21
	Mayo	400	17
	Junio	350	15
	Julio	400	17

	Agosto	300	13
	Setiembre	50	2
Promedio		389	16

Fuente: Tesis de Rodrigo Mena [5]

$$\text{Capacidad real} = 16 \text{ unidades/día}$$

c) Utilización

$$\text{Utilización} = \frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad diseñada}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{16 \text{ unidades/día}}{48 \text{ unidades/día}}$$

$$\text{Utilización} = 34\%$$

d) Capacidad ociosa

$$\text{Capacidad ociosa} = \text{capacidad diseñada} - \text{capacidad real}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = (48 - 16) \text{ unidades/día}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = 32 \text{ unidades/día}$$

Anteriormente, se identificó las causas que predominan que exista una baja productividad en la empresa, teniéndose que el factor que más influye y presenta la mayor frecuencia, sea el de pedidos no entregados. Es por ello, que a continuación, en tabla 3 se mencionen el problema, sus causas, sus sub-causas y las pérdidas económicas generadas por los pedidos no entregados.

Tabla 3. Problema evidenciado

Fecha de inicio de contrato	Producto	Cantidad (unidad)	Fecha esperada de entrega	Fecha de entrega	Días de retraso	Causas	Sub-causas	Penalización por día (S/.)	Pérdida por penalización (S/.)
02/05/2016	Camisa M/C beige	400	16/06/2016	25/06/2016	9	Baja productividad de mano de obra	Falta de métodos de trabajo	78,60	707,40
05/08/2016	Camisa M/C beige	950	19/09/2016	30/10/2016	41	Baja productividad de mano de obra	Falta de métodos de trabajo	78,60	3 222,60
10/11/2016	Camisa M/C beige	1000	25/12/2016	27/12/2016	2	Baja productividad de	Falta de métodos de trabajo	78,60	157,20

						mano de obra			
05/01/2017	Camisa M/C beige	1000	19/02/2017	28/02/2017	9	Falta de materia prima	Retrasos de entrega de materias primas	78,60	707,40
01/03/2017	Camisa M/C beige	1000	15/04/2017	30/04/2017	15	Baja productividad de mano de obra	Falta de métodos de trabajo	78,60	1 179,00
07/05/2017	Camisa M/C beige	1000	21/06/2017	20/07/2017	29	Baja productividad de mano de obra	Falta de métodos de trabajo	78,60	2 279,40
28/07/2017	Camisa M/C beige	500	11/09/2017	15/09/2017	4	Falta de materia prima	Retrasos de entrega de materias primas	78,60	314,4

Fuente: Elaboración propia, en base a [5]

Simulación del proceso actual

A continuación, se realiza la simulación del proceso actual en el ProModel (Ver anexo 4)

Asimismo, en la figura 2, se observa la producción actual del proceso, que es de 16 camisas/día.

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
TELA	0.00	0.00	0.00	0.00
BOLSA	0.00	0.00	0.00	0.00
CAMISA	16.00	74.75	43.51	0.00
BOLSA CON CAMISA	16.00	194.46	0.47	0.00

Figura 2. Resultados de las entidades en ProModel

Fuente: ProModel

Propuestas de mejora

A continuación, se emplearán herramientas de Lean Manufacturing, como propuestas de mejora en distintos escenarios, con la finalidad de aumentar la productividad en la empresa textil.

Propuesta de mejora 1

Para reducir los defectos en el proceso de confección de la camisa beige se aplicó la metodología SMED, este es un método de reducción de los desechos en el proceso de producción, con la finalidad de reducir las actividades innecesarias o bien las esperas en el cambio de las herramientas en las máquinas, como ocurre con la máquina de costura recta. A continuación, en la tabla 4 y 5 se muestra el % de la eficiencia y también el % de unidades rechazadas para el año 2017 y 2016 respectivamente, sin embargo, se consideró enfocar el estudio en el período enero-septiembre del 2017 ya que se encontraba una mayor variabilidad.

Tabla 4. Porcentajes de eficiencia del período enero-septiembre del 2017

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Producción real (unidades)	500	500	500	500	400	350	400	300	50
Producción esperada (unidades)	992	992	992	992	992	992	992	992	992
% de eficiencia	50%	50%	50%	50%	40%	35%	40%	30%	5%
% de unidades rechazadas	50%	50%	50%	50%	60%	65%	60%	70%	95%

Fuente: Elaboración propia







Tabla 5. Porcentajes de eficiencia del período marzo-diciembre del 2016

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producción real (unidades)	0	0	0	400	0	0	500	450	500	500
Producción esperada (unidades)	992	992	992	992	992	992	992	992	992	992
% de eficiencia	0%	0%	0%	40%	0%	0%	50%	45%	50%	50%
% de unidades rechazadas	100%	100%	100%	60%	100%	100%	50%	55%	50%	50%

Fuente: Elaboración propia

En la etapa preliminar se realizó un análisis de la situación actual, de las operaciones que son llevadas a cabo para la producción de una camisa m/c color beige, asimismo en la tabla 6 se muestra el resumen de las actividades del proceso.

Tabla 6. Actividades de proceso






Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		35	33.07
Inspección		6	2.4
Operación-Inspección		3	8.14
Transporte		15	10.6
Demora		1	7.54
Almacenamiento		2	0
Total		62	61.75

Fuente: Elaboración propia

Como primera etapa, es la identificación de las operaciones internas y externas

A continuación, en la tabla 7 se muestra las operaciones que se pueden realizar mientras la máquina está en su funcionamiento y que se puedan eliminar, puesto que, no aportan valor a la operación.

Tabla 7. Operaciones de la preparación interna


Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
	Traslado de Materia prima	3.21
	Espera	3.86
	Regular la máquina	7.16
	Espera	3.68
	Traslado de tela	0.23
Total		18.14




Fuente: Elaboración propia

Como segunda etapa es de la conversión de las operaciones internas en externas

En lo que respecta a las operaciones de preparación interna, que se muestra en la tabla 8 para que se realice en simultaneo cuando la máquina se encuentre en marcha.

Tabla 8. Nuevas actividades en el proceso

Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
	Operaciones	33.07

	Inspección	2.4
	Operación-Inspección	8.14
	Almacenamiento	0
Total		43.61

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, aplicando la mejora, se reduce el tiempo en:

$$\% \text{ de tiempo reducido} = \frac{(61.75 - 43.61)}{61.75} \times 100$$

$$\% \text{ de tiempo reducido} = 29,38\%$$

Como se puede observar, existe una reducción en el tiempo del proceso, teniendo antes de la aplicación de la metodología SMED, se tuvo un tiempo de 61,75 minutos, al aplicarse la mejora, se obtuvo un tiempo de 43,61 minutos. (Ver anexo 8).

Simulación del proceso aplicando la metodología SMED:

A continuación, se realiza la simulación con los resultados obtenidos mediante el método empleado. (Ver anexo 5)

En la figura 3, se evidencia el número de camisas diarias con la mejora 1

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
TELA	0.00	0.00	0.00	0.00
BOLSA	0.00	0.00	0.00	0.00
CAMISA	20.00	42.77	36.35	0.00
BOLSA CON CAMISA	20.00	156.81	0.47	0.00

Figura 3. Resultados de las entidades de la propuesta de mejora 1 en ProModel

Fuente: ProModel

Propuesta de mejora 2

La empresa textil presenta algunos defectos en los procesos de corte, ya que, desperdician gran cantidad de kilogramos de material y eso genera que se encuentren camisas con defectos y que tome más tiempo corregir aquellos inconvenientes en la etapa de limpieza y control de la calidad, es así, que se implementará la herramienta Poka Yoke para detectar los errores y evitarlos, esto indica que los errores son inevitables, pero se puede evitar los defectos. De la misma forma, se realizará un flujo productivo en donde el operario a cargo del área tendrá una mejor visión del modo correcto de trabajar, y así, garantizar que se lleve el proceso de una manera correcta y que este no presente fallas. Adicionalmente, la empresa cuenta con algún dispositivo en el área de corte que facilite al operario hacer un correcto proceso, sin embargo, esta presenta fallas en la máquina de costura recta cada mes y origina paros en el proceso y un mal uso del mismo operario.

A continuación, en la tabla 9, se identifica las fallas más frecuentes en el área de corte con la finalidad de cumplir los 6 pasos del Poka Yoke

Tabla 9. Errores identificados en el proceso

Fallas en el proceso de corte	Número de fallas	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia absoluta (%)
Exceso de material	9	33%	33%
Puntadas pérdidas	9	33%	67%
Corte no homogéneo	9	33%	100%
Total	27	1	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, ya habiéndose identificados las principales fallas, se procede hacer una descripción de cada falla. A continuación, siguiendo con el paso del Poka Yoke se describen las fallas en la tabla 10.

Tabla 10. Descripción de las fallas identificadas

Fallas en el proceso de corte	Descripción de la falla	Tipo de Poka Yoke
Exceso de material	Existe un exceso de material de tela, generándose varios desechos a causa de un corte mal realizado, no existe algún equipo controlador de generar los cortes precisos para cada camisa.	Prevención de falla y control
Puntadas pérdidas	Al generar una puntada pérdida, se tiene una aguja disforme con el hilo, ya que, la lanzadera no une bien el hilo superior y la puntada queda suelta.	
Corte no homogéneo	El corte se realiza a medias, ya que el hilo se enreda bajo la tela; el operario no cuenta con el equipo adecuado para generar tensión en el hilo de la aguja para jalar el hilo de la bobina.	

Fuente: Elaboración propia

Habiéndose identificados las fallas, se concluye que el problema más constante es el exceso de material, ya que, el operario realiza como primer paso el tendido, es donde se apilan varias capas de tela, recalando que es fundamental para que se lleve a cabo un buen corte de tela, pero en la mayoría de las veces se excede causando un desperdicio de material y en muchas ocasiones alterando el producto final. Otra falta consecutiva, es el corte no homogéneo, esto a causa de, que el operario una vez culminado el proceso de corte de la tela, ya que no tensa de manera correcta el hilo, teniendo que corregir insertando la máquina, después colocar la ranura del hilo cuidadosamente y asegurar que el hilo se encuentre del todo enganchado al mecanismo de tensión; y la falla de punta

pérdida es igual al segundo caso, solo que se genera por tener una aguja desproporcionada con el hilo.

Para el caso de, el exceso de material generado en el corte varios desechos, se implementará una cortadora de cuchilla recta de 10" modelo 627X-DS-10"-BRUTE, esta con la finalidad que, para el cortado de la entretela, lo realice otro operario, de manera que tanto que ambas materias se corten a la par, y así eliminar la demora.



Figura 4. Máquina cortadora de cuchilla recta

Por último, para el caso de un corte no homogéneo y el de las puntas pérdidas, se recomienda, utilizar un PETS (Procedimiento escrito de trabajo seguro) y unas capacitaciones para los trabajadores para el corte, con la finalidad de reducir las fallas y las pérdidas en el tiempo.

Con aplicación de la herramienta Poka Yoke, se tiene como resultado la implementación de una máquina cortadora de cuchilla recta de 10", con la finalidad de que tanto la tela y la entretela se corten a la misma vez, aplicando mencionada máquina, el tiempo en corte se reduce en un 38,38 % (Ver anexo 8).

Simulación del proceso aplicando la metodología Poka Yoke:

A continuación, se realiza la simulación con los resultados obtenidos mediante el método empleado. (Ver anexo 6)

En la figura 5, se evidencia el número de camisas diarias con la mejora 2

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
TELA	0.00	0.00	0.00	0.00
BOLSA	0.00	0.00	0.00	0.00
CAMISA	18.00	68.45	39.66	0.00
BOLSA CON CAMISA	18.00	173.46	0.47	0.00

Figura 5. Resultados de las entidades de la propuesta de mejora 2 en ProModel

Fuente: ProModel

Propuesta de mejora 3

Para la mejora 3, se plantea la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, para la causa raíz de inexistencia de procedimientos productivos y actividades innecesarias o bien las esperas en el cambio de las herramientas en las máquinas, se considera, desarrollar ambos escenarios mencionados anteriormente, con la finalidad de conocer el impacto que estas tendrían, se aplicará la herramienta SMED y Poka Yoke. (Ver anexo 8)

Simulación del proceso aplicando la metodología SMED y Poka Yoke:

A continuación, se realiza la simulación con los resultados obtenidos mediante el método empleado. (Ver anexo 7)

En la figura 6, se muestra el número de camisas diarias con la mejora 1

Cuadro de indicadores				
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
TELA	0.00	0.00	0.00	0.00
BOLSA	0.00	0.00	0.00	0.00
CAMISA	23.00	40.88	34.46	0.00
BOLSA CON CAMISA	23.00	145.84	0.47	0.00

Figura 6. Resultados de las entidades de la propuesta de mejora 3 en ProModel

Fuente: ProModel

Comparación entre las mejoras propuestas

Tabla 11. Comparación de las propuestas de mejora

	Mejora 1	Mejora 2	Mejora 3
Bolsa con camisa	20	18	23

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se observa la comparación de las mejoras propuestas, teniéndose como ganadora a la mejora 3 con 23 unidades/día con un aumento en 62,30% respecto a su productividad anterior.

Asimismo, en comparación con otros escenarios, se consideró la productividad total de las empresas de la misma industria de fabricación de camisas, en lo que respecta a la productividad según Orozco [16], es de 0,105; por otro lado, según Chávez e Inoñan [17], tiene su productividad de 0,085, y si lo confrontamos con Mena [5] que es de 0,019 unid/sol, teniéndose una productividad baja. De igual manera, según Muñoz [18], tiene como productividad laboral 2,07 camisas por hora hombre. Además, Aguirre [19], señala que tiene como índice de productividad 1,09 camisas por hora hombre. Si confrontamos la productividad actual de Mena [5] que es de 0,2462 camisas/hora-hombre, teniéndose

una productividad baja. Por otro lado, al comparar la productividad total en relación con lo encontrado, se tiene que para Castilla [6] con tres escenarios propuestos, en promedio una productividad de 38,2%, para Cabrejos y Gutiérrez [8] con un 94,33%, por lo que, al compararse con el primero se encuentra a 24,1% a favor de la empresa, lo cual no sucede, en el segundo caso con una diferencia de 32,03% menos.

Costo beneficio de la propuesta

En la tabla 16, se muestra la inversión del sistema del sistema para la mejora 3, que es la viable para la empresa, con la finalidad de aumentar la producción, con un total de S/. 8490.

Tabla 12. Costos de la propuesta

Requerimiento	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio total
Cortadora de cuchilla recta de 10'' modelo 627X-DS-10''-BRUTE	1	2360	2360
Operario en el cortado para entretela	1	1030	1030
Capacitaciones de uso de maquinaria	6	450	2700
Capacitaciones de mano de obra	4	400	1600
Elaboración del PETS	1	800	800
Total			8490

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de la fórmula de beneficio/costo, se obtiene S/. 1.62, es decir, que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 1.62, lo cual es aceptable, puesto que, el tiempo de recuperación según el flujo de caja es de 1 año.

Conclusiones

De acuerdo con, el diagnóstico de la actualidad de la empresa, en conjunto con el diagrama de operaciones elaborado en ProModel, demuestra que el proceso de fabricación es de 61,75 minutos y se obtiene una producción de 16 camisas/día, evidenciándose que no se utiliza al máximo la capacidad de producción de la empresa, teniendo una capacidad de 48 camisas/día aprovechándose solo el 34% de esta. De la misma forma, mediante el diagrama de Pareto, se logró identificar la causa más crítica que ocasiona una baja productividad, siendo esta, el retraso de los pedidos a entregar.

En lo que respecta a la propuesta, se aplicaron los métodos SMED y Poka Yoke, donde se identificó las operaciones internas y externas, de las que se pueden llevar a cabo de manera igual, eliminando estos tiempos y aumentando su elaboración, con la eliminación de las demoras; por otro lado, con el Poka Yoke se identificaron las fallas más frecuentes

y las causas que lo generaban, siendo así, considerar la implementación de una máquina de corte para la entretela, planes para la capacitación de los operarios, teniéndose una reducción en el tiempo de 61,75 a 41,19 minutos y aumentando su producción en 23 camisas/día y aumentando su productividad en un 62,30%.

Asimismo, al realizarse el costo beneficio del diseño propuesto, se concluye que la recuperación con la inversión propuesta es de un año, del mismo modo, por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 1.62, lo cual es un crecimiento en comparación con la ganancia actual que era de S/.1,43.

Recomendaciones

Se recomienda investigar en distintas investigaciones a nivel mundial sobre el control del desempeño de los operarios y obtener una óptima productividad laboral, asimismo, brindar asistencia técnica a las máquinas y brindar las capacitaciones necesarias para el correcto funcionamiento y uso de estas.

Referencias

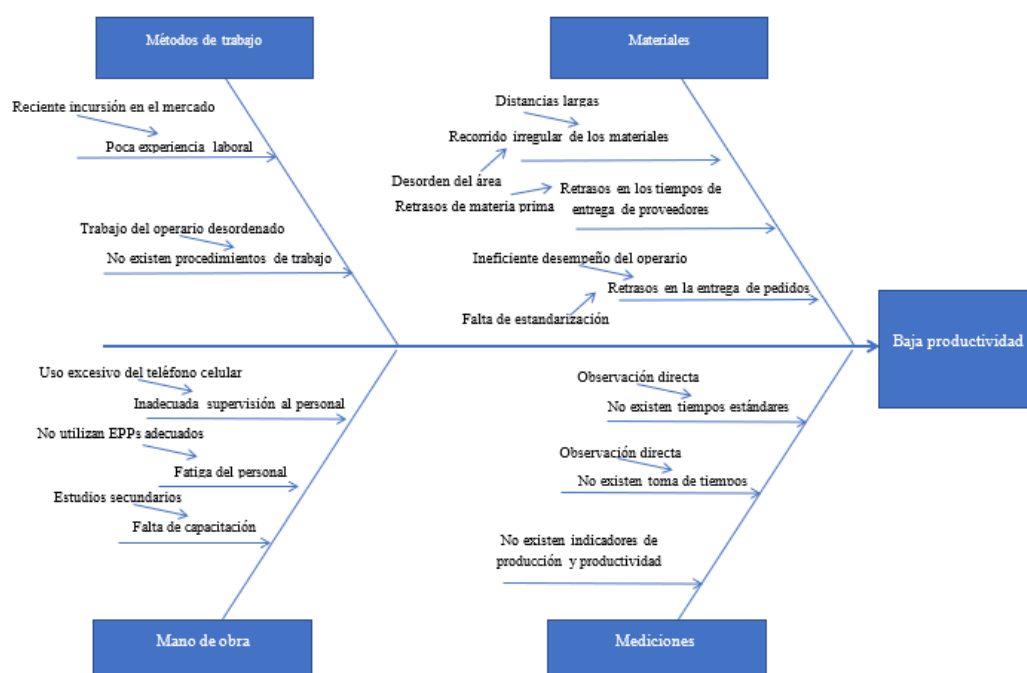
- [1] PerúMODA, «PerúMODA,» [En línea]. Available: <https://www.perumoda.com/es/textil>. [Último acceso: 12 06 2022].
- [2] Comunidad Textil, «Comunidad Textil,» 18 03 2022. [En línea]. Available: <http://comunidadtextil.com/wpnews/2022/03/la-industria-textil-peruana-pide-medidas-para-recuperarse-de-la-caida-de-la-produccion/>. [Último acceso: 12 06 2022].
- [3] T. Gonzalez Litman, «Fashion Network,» 18 02 2022. [En línea]. Available: <https://pe.fashionnetwork.com/news/Peru-pide-a-la-omc-la-validacion-para-lanzar-un-salvaguardias-a-la-industria-textil,1379472.html>. [Último acceso: 12 06 2022].
- [4] Sociedad de Comercio Exterior del Perú, «COMEXPERÚ,» 25 03 2022. [En línea]. Available: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-crecieron-un-311-en-enero-2022-pero-la-competitividad-del-sector-sigue-en-riesgo>. [Último acceso: 12 06 2022].

- [5] L. Y. Rodrigo Mena , «Propuesta de mejora del proceso productivo en la empresa Proyectos Ferretería Holgus E. I. R. L. para aumentar su productividad,» Chiclayo, 2019.
- [6] C. J. Castilla Ormeño, «Propuesta de optimización a través de simulación para aumentar la productividad del área de corte en una empresa textil,» Lima, 2020.
- [7] N. Bustamante Zulueta y J. Guimaray Gargurevich , «Propuesta de implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de laboratorio de la empresa Tecnología & Tintura Textil S.A.C, Lima 2019,» Lima, 2020.
- [8] K. A. Gutierrez Roman y M. R. Cabrejos Paredes, «Efficiency improvement in a manufacturing textile company: a peruvian case,» Lima, 2020.
- [9] S. Mejia Carrera y J. Rau Alvarez, «Analysis of improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima,» *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, And,* 2019.
- [10] R. Cespedes-Pino, J. Hurtado Laguna, I. Macassi Jaurequi, C. Raymundo Ibañez y F. Domínguez Mateos, «Lean production management model based on organizational culture to improve cutting process efficiency in a textile and clothing SME in Perú,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 796, n° 19, pp. 18-20, 2020.
- [11] F. Pirola, M. Zambetti y C. Cimini, «Applying simulation for sustainable production scheduling: a case study in the textile industry,» *ScienceDirect*, vol. 54, n° 1, pp. 373-378, 2021.
- [12] M. A. Castillo Valdez y A. H. Shimabukuro Makiyama, «7. Mejora del área de producción en la empresa berr textil Perú s.a.c. aplicando la metodología de la 5S,» Lima, 2021.
- [13] X. E. Rubio Tapia, «Teoría de restricciones en el área de producción en industrias textiles para el incremento de la productividad,» Ambato, 2021.
- [14] A. Mendoza, R. Trullo y Y. Wielhorski , «Descriptive modeling of textiles using FE simulations and deep learning,» *ScienceDirect*, vol. 213, 2021.
- [15] A. Schuster, C. Frommel, D. Deden, L. Brandt, M. Eckardt, R. Glück y L. Larsen, «Simulation based draping of dry carbon fibre textiles with cooperating robots,» *ScienceDirect*, vol. 28, pp. 505-512, 2019.

- [16] E. S. Orozco Cardozo , *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas Todo Sport*, Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2016.
- [17] L. T. Chávez Esteves y O. Inoñan Castillo, *Propuesta de mejora de los procesos operativos de la Empresa de Confecciones Diankris*, Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2014.
- [18] D. A. Muñoz Aliaga, *Elaboración de un estudio de tiempos y movimientos como herramienta de optimización en líneas de ensamble de camisas en una planta de confección*, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala , 2006.
- [19] M. O. Aguirre Gonzáles, *Sistema de mejoramiento continuo en una industria de confecciones*, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.

Anexos

Anexo 1: Diagrama de Ishikawa

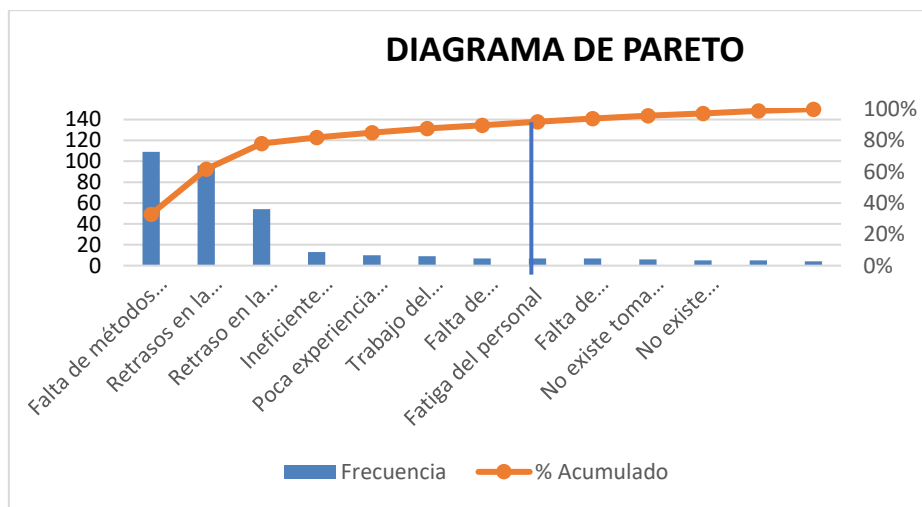


Anexo 2: Causas identificadas del problema encontrado

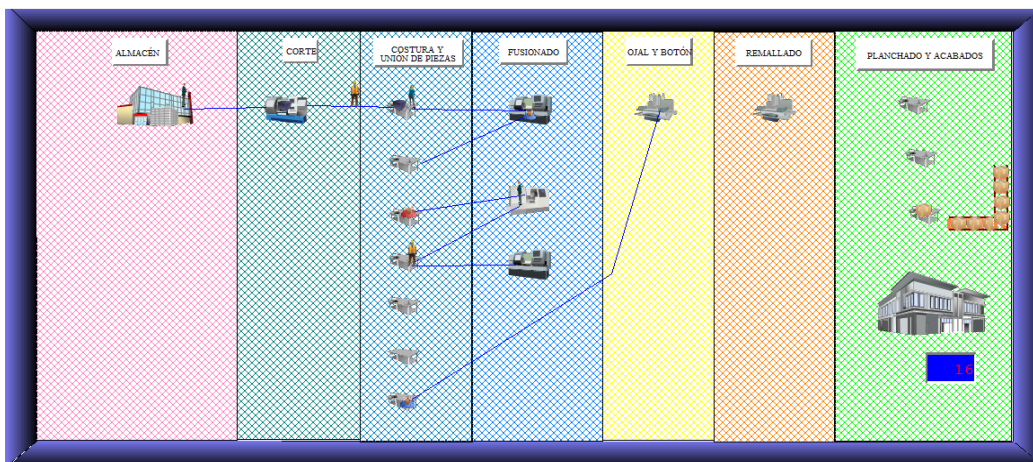
CAUSAS	Frecuencia	%	% Acumulado	80-20	NIVEL
Retrasos en la entrega de pedidos	109	33%	33%	0.8	A
Falta de métodos de trabajo	96	29%	62%	0.8	
Retrasos en la entrega de proveedores	54	16%	78%	0.8	

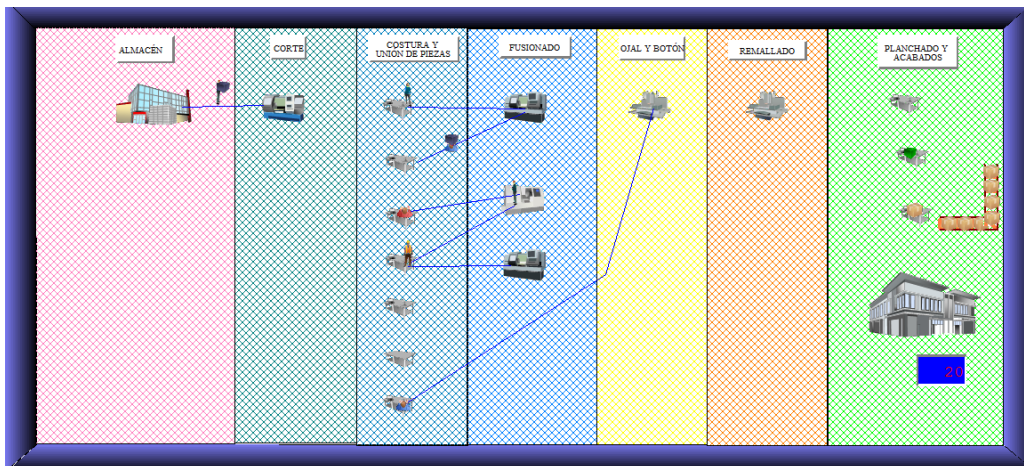
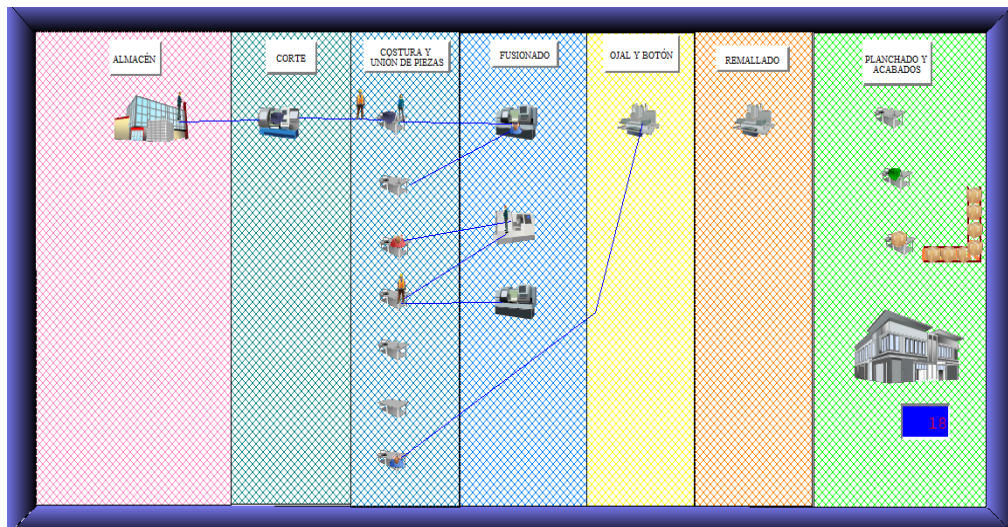
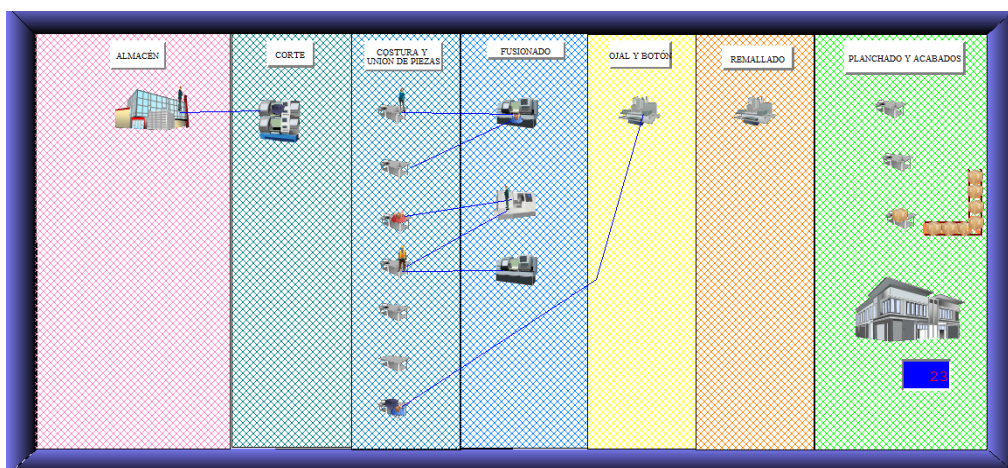
Retraso en la materia prima	13	4%	82%	0.8	B
Ineficiente desempeño del operario	10	3%	85%	0.8	
Poca experiencia laboral	9	3%	88%	0.8	
Trabajo del operario desordenado	7	2%	90%	0.8	
Falta de supervisión al personal	7	2%	92%	0.8	
Fatiga del personal	7	2%	94%	0.8	
Falta de capacitación	6	2%	96%	0.8	
No existe toma de tiempos	5	2%	97%	0.8	C
No existe tiempos estándares	5	2%	99%	0.8	
Recorrido irregular de materiales	4	1%	100%	0.8	
	332				

Anexo 3: Diagrama de Pareto de las causas identificadas



Anexo 4: Vista del modelo actual en el layout en ProModel



Anexo 5: Vista de la mejora 1 en el layout en ProModel**Anexo 6: Vista de la mejora 2 en el layout en ProModel****Anexo 7: Vista de la mejora 3 en el layout en ProModel**

Anexo 8: Tiempos del proceso productivo actual y mejoras

		Situación actual	Mejora 1	Mejora 2	Mejora 3
Actividad		Tiempos			
Almacén	Recepción de materia prima	--	--	--	--
	Transporte a corte	5.21	2	5.21	2
Corte	Tendido e inspección	5.69	4.03	5.69	4.03
	Trazado 1	2.48	2.48	2.48	2.48
	Corte	10.03	4.93	6.18	3.0376
	Tendido e inspección 2	0.87	0.87	0.87	0.87
	Trazado 2	0.44	0.44	0.44	0.44
	Corte 2	1.6	1.2	1.6	1.2
		Demora (Espera del corte entretela)	7.54	0	7.54
	Transporte a costura recta	0.23	0	0.23	0
Costura y unión de piezas	Costura de canesú 1	0.21	0.21	0.21	0.21
	Subensamble 1	0.86	0.86	0.86	0.86
	Formar baste de pechera izquierda	0.25	0.25	0.25	0.25
	Costura de pechera izquierda	0.33	0.33	0.33	0.33
	Formar baste de pechera derecha	0.33	0.33	0.33	0.33
	Costura de pechera derecha	0.23	0.23	0.23	0.23
	Costura de bolsillo	0.19	0.19	0.19	0.19
	Transporte hacia subensamblr 2	0.26	0.26	0.26	0.26
	Subensamble 2	0.79	0.79	0.79	0.79
	Costura de galoneras	0.27	0.27	0.27	0.27
	Costura (galonera-entretela)	0.34	0.34	0.34	0.34
	Transporte hacia fusionado	0.67	0.67	0.67	0.67
Fusionado	Fusionado galonera	0.43	0.43	0.43	0.43
	Inspección	0.33	0.33	0.33	0.33
	Transporte hacia subensamble 3	0.44	0.44	0.44	0.44
Costura y unión de piezas	Subensamble 3	2.21	2.21	2.21	2.21
	Formación basta mangas	0.22	0.22	0.22	0.22
	Transporte hacia subensamble 4	0.21	0.21	0.21	0.21
	Subensamble 4	0.96	0.96	0.96	0.96
Costura y unión	Costura tapa de bolsillo	0.26	0.26	0.26	0.26
	Costura (tapa-entretela)	0.22	0.22	0.22	0.22
	Transporte hacia fusionado	0.55	0.55	0.55	0.55
Fusionado	Fusionado de tapas	0.64	0.64	0.64	0.64
	Transporte hacia subensamble 5	0.55	0.55	0.55	0.55
	Subensamble 5	0.24	0.24	0.24	0.24
	Costura (cuello-entretela)	0.22	0.22	0.22	0.22

Costura y unión de piezas	Costura (barbilla-cuello)	0.43	0.43	0.43	0.43
	Transporte hacia fusionado	0.55	0.55	0.55	0.55
Fusionado	Fusionado cuello	0.85	0.85	0.85	0.85
Costura y unión de piezas	Costura cuello	0.55	0.55	0.55	0.55
	Inspección	0.54	0.54	0.54	0.54
	Transporte hacia ensamble final	0.65	0.65	0.65	0.65
Costura y unión de piezas	Ensamble final	3.73	3.73	3.73	3.73
	Inspección	0.16	0.16	0.16	0.16
	Transporte hacia remallado	0.17	0.17	0.17	0.17
Ojal y botón	Remallado	0.34	0.34	0.34	0.34
	Remallado 2	0.26	0.26	0.26	0.26
	Inspección	0.29	0.29	0.29	0.29
	Transporte hacia ojalado	0.3	0.3	0.3	0.3
Remallado	Ojalado	0.16	0.16	0.16	0.16
	Transporte hacia botonado	0.27	0.27	0.27	0.27
	Botonado	0.55	0.55	0.55	0.55
	Inspección	0.53	0.53	0.53	0.53
Planchado y acabado	Limpieza y control de calidad	1.58	1.58	1.58	1.58
	Transporte hacia planchado	0.54	0.54	0.54	0.54
Planchado y acabado	Planchado	1.61	1.61	1.61	1.61
	Doblado	0.55	0.55	0.55	0.55
Planchado y acabado	Embolsado	0.32	0.32	0.32	0.32
	Almacén	--	--	--	--

Anexo 9: Porcentaje de similitud del Turnitin

INFORME TIB-CIELO CAROLINA CABALLERO GAMARRA

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE