

## MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EMPLEANDO LA METODOLOGÍA DMAIC

### PRODUCTIVITY IMPROVEMENT USING THE DMAIC METHODOLOGY

 Franklin Augusto Guimarey López<sup>1</sup>  
 Leydy Luz Hernández Monsalve<sup>2</sup>  
 Manuel Humberto Vasquez Coronado<sup>3</sup>

Fecha de recepción : 30/06/2021

Fecha de aprobación : 31/08/2021

#### Resumen

La investigación tiene como fin elevar la productividad de una empresa textil, enfocándose en el proceso operativo por ser el más crítico, específicamente en el área de "Corte", identificándose problemas como desperdicios excesivos de materia prima y fallas en la simetría de las piezas cortadas de tela, ocasionando productos defectuosos; para ello, se diseñó un plan de mejora de procesos empleando la metodología DMAIC. Primero se definieron a profundidad los problemas críticos de dicha área y se identificaron las fallas más frecuentes a través de herramientas como los diagramas: de Procesos, SIPOC y de Pareto; luego se procedió a Medir la variable independiente (Productividad) a través de la elaboración de gráficos de control, cálculo del índice de Capacidad del proceso ( $C_p$ ), índice de capacidad Real ( $C_{pk}$ ), y nivel Sigma. Después, se analizaron los datos y buscaron las causas raíces de las fallas de asimetría a través de un diagrama de Ishikawa y Análisis Modal Falla Efecto (AMFE); posteriormente, en la etapa de Mejora, se emplearon herramientas como: las 5'S, Estandarización de procesos, plan de mantenimiento preventivo y plan de capacitaciones. Los resultados en cuanto a productividad fueron de 1.93 unid/h-h a 2.17 unid/h-h, de 452 unid/ope. a 508.68 unid/ope., 4.4 unid/kg a 4.85 unid/kg y de 0.142 unid/sol a 0.189 unid/sol. Finalmente se calculó el beneficio costo de la propuesta y se obtuvo 1.85. En conclusión, se logró incrementar la productividad de la empresa en un 12% con relación a las horas hombre y en 25% en lo referente al costo de materia prima e insumos.

**Palabras clave:** AMFE, DMAIC, Proceso, Producción, Productividad.

#### Abstract

The purpose of the research is to increase the productivity of a textile company, focusing on the operating process as it is the most critical, specifically in the "Cutting" area, identifying problems such as excessive waste of raw material and faults in the symmetry of the cut pieces. of cloth, causing defective products; For this, a process improvement plan was designed using the DMAIC methodology. First, the critical problems of said area were defined in depth and the most frequent failures were identified through tools such as diagrams: Process, SIPOC and Pareto; Then we proceeded to Measure the independent variable (Productivity) through the elaboration of control charts, calculation of the process Capacity index ( $C_p$ ), Real capacity index ( $C_{pk}$ ), and Sigma level. Afterwards, the data were analyzed and the root causes of the asymmetry failures were searched through an Ishikawa diagram and Failure Effect Modal Analysis (FMEA); Later, in the Improvement stage, tools such as: 5's, Standardization of processes, preventive maintenance plan and training plan were used. The results in terms of productivity were from 1.93 units / h-h to 2.17 units / h-h, from 452 units / ope. to 508.68 units / ope., 4.4 units / kg to 4.85 units / kg and from 0.142 units / sol to 0.189 units / sol. Finally, the cost benefit of the proposal was calculated and 1.85 was obtained. In conclusion, it was possible to increase the productivity of the company by 12% in relation to man hours and by 25% in relation to the cost of raw materials and supplies.

**Keywords:** DMAIC, AMFE, Process, Production, Productivity.

<sup>1</sup> Bachiller en Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, [glopezfrankliau@crece.uss.edu.pe](mailto:glopezfrankliau@crece.uss.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0002-2616-6653>

<sup>2</sup> Bachiller en Ingeniería Industrial. Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, [hmonsalveleydy1@crece.uss.edu.pe](mailto:hmonsalveleydy1@crece.uss.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0002-6766-4261>

<sup>3</sup> Doctor en Educación. Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Chiclayo, Perú, [mhumbertovc@crece.uss.edu.pe](mailto:mhumbertovc@crece.uss.edu.pe), <https://orcid.org/0000-0003-4573-3868>

## 1. Introducción

Las empresas industriales hoy en día tienen que enfrentar un mercado muy exigente, donde no solo prima la enorme competencia y el precio, sino que también existe la necesidad de ofrecer un producto o servicio de calidad a los clientes; motivo suficiente por el cual las empresas indispensablemente necesitan gestionar sus procesos claves y el talento humano que apoya el trabajo. Por lo tanto, las empresas deben mejorar sus métodos de trabajo, eliminar tiempos muertos, utilizar eficientemente sus recursos, mejorar sus tiempos de entrega e invertir en formación y capacitación de sus colaboradores, todo ello, con el fin de ser una empresa más rentable y competente en el mercado.

Kreutzfeld (2020) considera que muchos problemas que se presentan en las industrias de confecciones se deben a que los empresarios tratan de competir buscando equivocadamente bajar sus precios, es desmedro de la calidad de los productos. Opina además, que otro de los problemas de mayor frecuencia en el sector textil es la presencia de cuellos de botella que no son adecuadamente identificados y que afectan mucho el rendimiento de los procesos productivos, lo que perjudica la rentabilidad de las empresas. Por otro lado, explica que un número importante de problemas se originan antes de que los materiales e insumos ingresen a las líneas de producción, como sucede con el descuido en el control de la calidad de los mismos, produciendo desperdicios, elevados costos y pérdidas en la producción al obtenerse productos con deficiencias. Ante esta situación, recomienda realizar un control de calidad eficiente, así como la realización de un entrenamiento y monitoreo constante del trabajo que realiza el personal.

Hernández, Camargo y Martínez (2014), en un artículo de investigación, manifiestan que las 5s es una metodología muy efectiva para incrementar la productividad de las Empresas, especialmente si se trata de una pequeña o mediana- tamaño uno (pymes). Explican que en un estudio realizado en Colombia con un grupo importante de empresas tuvo resultados con mucho impacto positivo, sobre todo porque se logró reducir desperdicios, costos y tiempos innecesarios, así como un buen desempeño de los operadores, situación que tuvo un impacto directo en el aumento de productividad de las empresas que participaron en dicho proyecto.

En el ámbito nacional, en la revista la Cámara de Comercio (2018), el Instituto de Economía y desarrollo Empresarial (IEDEP) afirma que la productividad laboral en el Perú a lo largo del 2017 solo progresó 0,5%; además se menciona que en el año 2017, la productividad laboral solo aumentó en 3 actividades productivas de las 7: construcción con 6.5 %, agropecuario con 3,6 % y pesca con 1.8 %; mientras que las caídas más lamentables se determinaron en el sector de comercio, minería con -1,9 %, servicios con -0,2 % y con -3,7 %, manufactura con -0,9%, sector al que pertenece la empresa objeto de estudio.

Para enfrentar los problemas que se presentan con la productividad en las empresas, diferentes autores plantean la utilización de la ingeniería de métodos (Vásquez, 2017), otros como (Cabrejos, 2016) recomiendan el empleo de la metodología PHVA, considerándola muy importante para poner en práctica la mejora continua. También, se propone como alternativa la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing como (Aznar, 2017). Bernal (2019), sin embargo, considera que aplicando la metodología DMAIC se logra importantes resultados en la mejora de la productividad y en la eficiencia, como lo demostró al realizar el análisis de la significancia estadística de la información de la producción luego de poner en práctica una propuesta utilizando esta metodología, logrando el incremento de la eficiencia en 1.93% y de la eficacia en un 2.13%.

La utilización de la metodología DMAIC, asociada a la teoría de Lean Six Sigma, en los procesos de producción permite agregar valor a los procesos, uniformizarlos, reducir desperdicios, minimizar defectos, entre otros beneficios. Y por su versatilidad es aplicable a empresas productoras de bienes o servicios de diferente tipo. (Pérez y León).

La empresa textil en estudio, presenta como problemática actual, la existencia de productos defectuosos que se generan en el área de corte, desperdicios considerables de tela, falta de orden y limpieza en el área y, trabajo empírico por la falta de un procedimiento estandarizado de trabajo, lo cual trae como consecuencia malas prácticas de manufactura por parte del operario, reprocesos de las prendas, retrasos en producción e insatisfacción del cliente por retrasos en los tiempos de entregas; problemas que generan en gran medida baja productividad en la empresa. Del análisis de la problemática de la empresa los autores de este trabajo consideran como una interesante y eficiente alternativa la

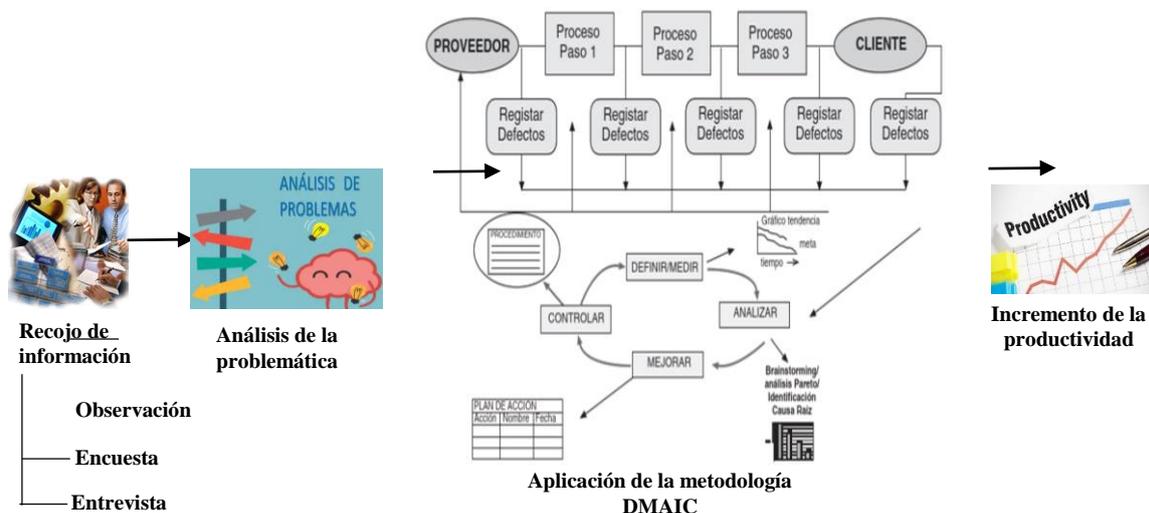
aplicación de la Metodología DMAIC, que es una manifestación del método Six Sigma, constituido por cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar, controlar, que contribuirá a la mejora de los procesos y con ello en el incremento de la productividad. Se planteó como objetivo diseñar un plan de mejora de los procesos empleando la metodología DMAIC para incrementar la productividad en una empresa textil.

## 2. Materiales y métodos

Esta investigación es de tipo descriptiva con un enfoque cuantitativo ya que la información obtenida de la realidad de la empresa fue procesada mediante fórmulas matemáticas para obtener resultados numéricos en cuanto a la productividad. Por otro lado, el estudio tuvo un diseño no experimental-transversal. Como población y muestra se tomó en cuenta al personal en general de la empresa tanto los ejecutivos (Gerente general, Sub gerente, y Jefe de planta), y el total de operarios del área de producción que laboran en la empresa textil. El muestreo fue de tipo probabilístico por conveniencia o intencional. Se validó el cuestionario de encuesta mediante el juicio de expertos y se determinó su confiabilidad mediante el Alfa de Cronbach que arrojó 0.80. Para el recojo de información, se utilizaron técnicas como la observación directa. El procedimiento que se siguió para analizar la información fue organizar una base de datos y tabular la información a través del análisis estadístico, tomando como herramienta de ayuda el software Excel; lo cual permitió sistematizar y ordenar los resultados en figuras, tablas, FODA, diagrama de Pareto y diagrama de Ishikawa.

Se definió como variable independiente la “Mejora de procesos aplicando la metodología DMAIC” teniendo en cuenta las 5 etapas que la conforman, tales como definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Por otro lado, como variable dependiente se definió la “Productividad” tanto de la materia prima como de la mano de obra, factores que, por la situación actual, necesitaban un tratamiento especial e inmediato, por incidir de forma negativa y significativamente sobre los resultados de la empresa.

Para el desarrollo de la investigación se siguió el proceso indicado en la figura 1



**Figura 1.** Etapas del desarrollo de la investigación

Fuente: Elaboración propia

## 3. Resultados

Del análisis de la problemática se identificó que el proceso más crítico es el de corte. Por lo que, primero se determinaron los problemas que se presentan con mayor frecuencia en el área de corte relacionados con la confección de polos y pantalones de algodón básicos, que previamente mediante un diagrama de Pareto se identificaron como los productos que presentan mayor valor de venta para la

empresa. Posteriormente se procedió a medir el proceso, analizar los resultados de dicha medición, proponer mejoras y finalmente elaboraron herramientas de control para la propuesta de mejora.

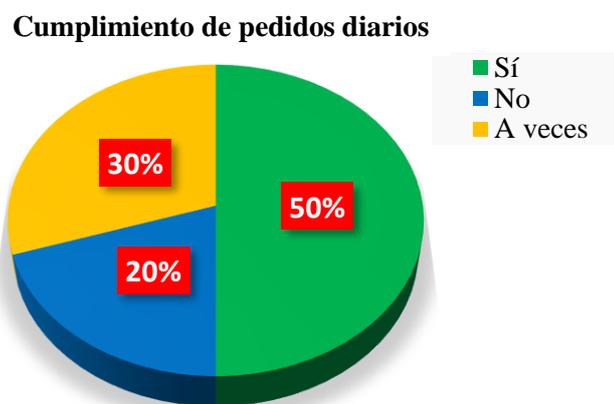
De la encuesta que se aplicó a los trabajadores de la empresa, se obtuvieron los resultados más resaltantes que se muestran en las tablas 1 y 2 y en la figura 2.

**Tabla 1**  
Temas de capacitación que requieren los operarios

Rubro	Calidad	Producción	Seguridad	Total
Operarios	5	4	1	10
Porcentaje	50%	40%	10%	100%

Fuente: Elaboración propia, con datos de encuesta a trabajadores

En la tabla 1 se observa que, del total de encuestados, el 50% indica que necesitan ser capacitados en temas de Calidad de los productos, porque al final del proceso se encuentran productos defectuosos; por otro lado, el 40% considera que las capacitaciones deberían ser sobre sus respectivas actividades operativas en el proceso de producción, ya que tienen cierto desconocimiento del procedimiento que se debe seguir. Y sólo el 10% manifiesta su deseo de ser capacitado en temas concernientes a seguridad. Esto demuestra que existen problemas que se centran en producción y calidad, por lo que los operarios de dicha área exigen capacitación en esos temas.



**Figura 2.** Cumplimiento de pedidos  
Fuente: Encuesta a trabajadores

En la figura 2, se puede apreciar que el 50% de los encuestados indica que se logra cumplir con los pedidos del día, mientras que el otro 50% manifiesta que a veces se logra o no este cumplimiento; esto se debe a que existen retrasos en la producción por el tiempo que demanda reprocesar los productos defectuosos, lo que origina problemas con las entregas a tiempo de los pedidos.

En la tabla 2, se observa que el 70% de los operarios indica que el área de corte necesita ser mejorada con urgencia, ya que es el área donde existe más problemas y retrasos, por fallas en las medidas y fallas en cortes de las telas. Por otro lado, el 20% alega que el área de acabado necesita una mejora porque a veces no se colocan las etiquetas en el lugar adecuado o se realizan 2 o 3 perforaciones en la prenda. Finalmente, solo un 10% menciona que el área que necesita ser mejorada es el área de confecciones. Con estos resultados se definió el área crítica en la cual se basa el estudio.

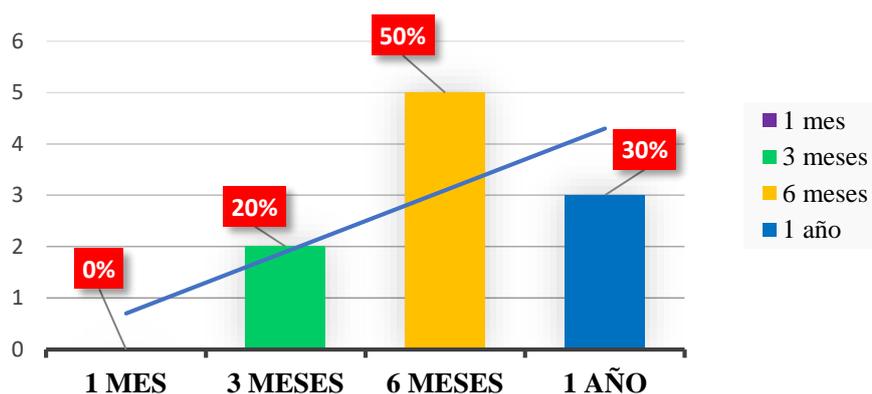
**Tabla 2**

Área de producción que necesita ser mejorada

Áreas de producción	Área de corte	Área de confecciones	Bordado o estampado	Acabado	Dibujo de trazos	Total
Operarios	7	1	0	2	0	10
Porcentaje	70%	10%	0%	20%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, con datos de cuesta a trabajadores

En la figura 3 se puede apreciar que el 50% de los colaboradores expresaron haber recibido capacitación hace 6 meses y que sólo fueron capacitados en temas de seguridad. Así mismo, el 30% indicó que fueron capacitados hace 1 año, sobre temas relacionados a producción y seguridad, y solo el 20% afirmó que fueron capacitados hace 3 meses, pero también en temas concernientes a seguridad. Con estos resultados se puede concluir que los trabajadores no cuentan con capacitaciones activas y alineadas a sus responsabilidades.



**Figura 3.** Capacitación a los trabajadores

Fuente: Encuesta

### Productividad actual

Con la información proporcionada por la empresa en estudio se realizaron los cálculos de la productividad promedio de agosto 2019 a enero 2020, así como la productividad promedio para dicho periodo, en relación a los factores mano de obra y materia prima. Estos cálculos se hicieron teniendo en cuenta los polos y pantalones de algodón, que previamente mediante un diagrama de Pareto se determinaron que son los productos que aportan más valor de venta a la empresa. Para el efecto se utilizaron las siguientes fórmulas:

#### a) Productividad de la mano de obra

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Horas - hombre} = \frac{4520\ unid.}{2340\ H - h} = 1.93 \frac{unid.}{H - h}$$

Lo que significa que se está produciendo 1.93 unidades en cada hora de trabajo de la mano de obra. Este indicador permite conocer el ritmo de trabajo en el área de producción de la empresa.

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{No.\ de\ trabajadores} = \frac{4520\ unid.}{10\ trabaj.} = 452 \frac{unid.}{trabaj.}$$

Este indicador permite conocer la capacidad de producción mensual por cada operario.

### b) Productividad de la materia prima

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Kilos\ de\ tela} = \frac{4520\ unid.}{1024.27\ kg.} = 4.4\ \frac{unid.}{kg.}$$

El indicador de la productividad promedio actual de la materia prima con respecto al rendimiento de la cantidad de tela utilizada servirá para conocer si existen desperdicios en el uso de la tela.

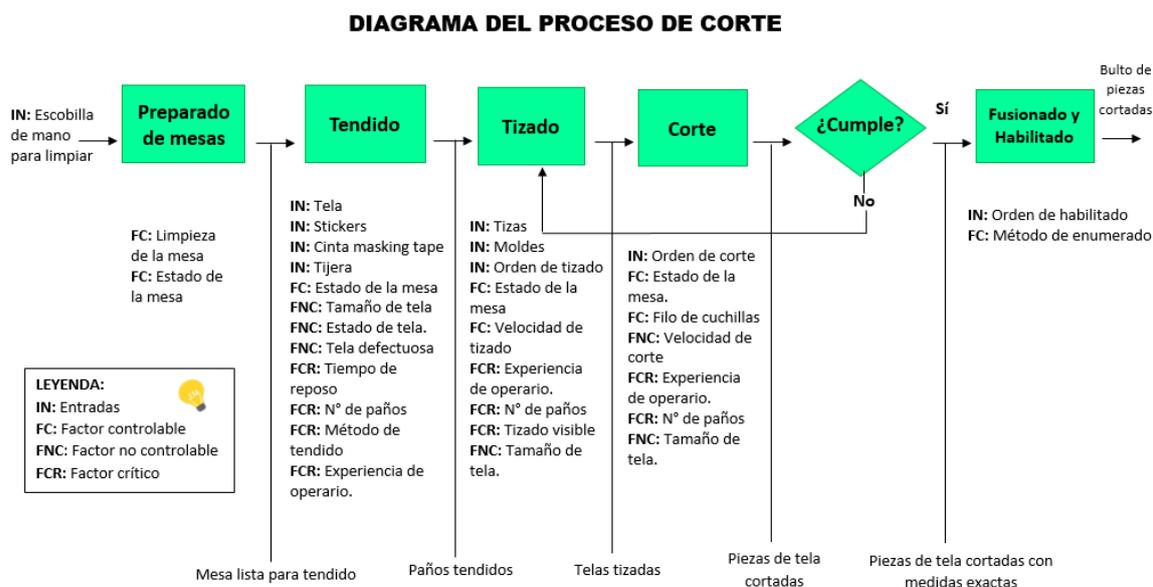
$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Costo\ mat.prima+insumos} = \frac{4520\ unid.}{S/.26354.23} = 0.17\ \frac{unidades}{sol}$$

El indicador de la productividad promedio actual de la materia prima con respecto al costo de la materia prima y los insumos ayudará a conocer la inversión que se está realizando en materiales e insumos para la producción de los principales productos de la empresa.

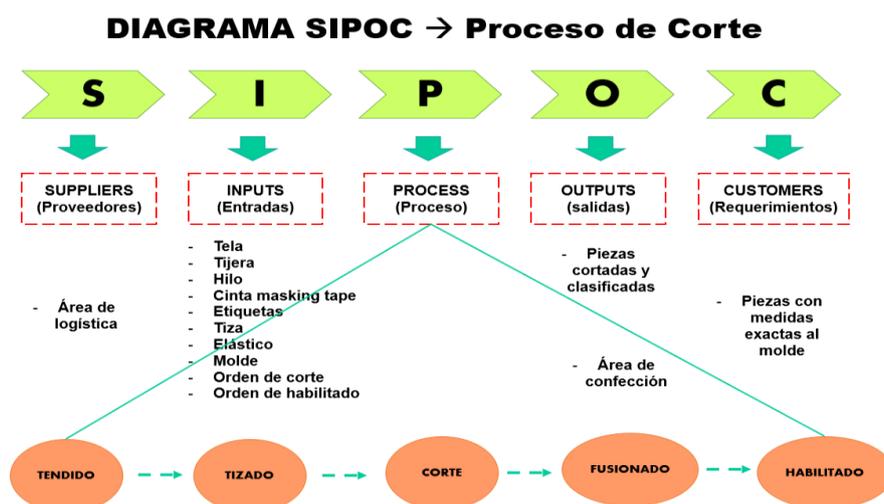
### Propuestas de mejora

La Propuesta fue desarrollada con la finalidad de incrementar la productividad de una empresa textil empleando la metodología DMAIC, desarrollando las 5 etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

En la etapa *Definir*, se identificó y analizó el proceso crítico de la empresa, a través de las técnicas de recolección de información: entrevista, encuesta y de herramientas de diagnóstico tales como DAFO e Ishikawa. Una vez identificado el proceso crítico, se describió de forma global el proceso de corte a través de Diagrama SIPOC identificando todos los elementos que participan en la cadena, desde sus proveedores hasta su cliente interno (área de confección). Además, se elaboró un diagrama de procesos con el fin de conocer a mayor detalle el proceso en cuanto a sus entradas, sus parámetros controlables, no controlables y críticos, determinando también las operaciones principales en las que incurre el proceso de corte. Finalmente, mediante la aplicación del diagrama de Pareto se determinaron como fallas más frecuentes del proceso de corte: Fallas de asimetría, falla de medidas, perforaciones, manchas, materia prima despintada, encogida, picada y otros; siendo las dos primeras los principales problemas de esta área.



**Figura 4.** Diagrama del proceso de corte en la empresa textil  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura 5.** Diagrama SIPOC del proceso de corte  
Fuente: Elaboración propia

En la etapa de *Medir*, se procedió a medir el proceso de corte actual y para ello primero se tomó en cuenta la productividad de la mano de obra del periodo en estudio, obteniéndose una productividad de pantalones y polos de algodón de 1.93 unidades por cada hora hombre empleada, y 452 unidades por cada operario, ya que en ese periodo se detectó un índice más elevado de defectos en el área de corte. También se calculó la productividad en relación al factor materia prima y se obtuvo 4.4 unidades por kilo de tela utilizada y 0.17 unidades de producto por sol invertido en materia prima e insumos.

Posteriormente se recolectaron las muestras para poder calcular el rango (R) y la media ( $\bar{x}$ ) y, con estas elaborar los gráficos de control correspondientes, con el fin de conocer el estado actual del proceso de corte. Con respecto a la media se observó un proceso fuera de control que no cumple con los niveles mínimos de calidad establecidos. Y en relación al Rango se pudo conocer que el proceso de corte también se encuentra fuera de control ya que no cumple con los límites máximos establecidos de variabilidad, por tal motivo es urgente proponer las correcciones necesarias para mejorar el proceso. Finalmente, en esta etapa se calculó la Capacidad del proceso ( $C_p$ ) teniendo como resultado 0.5 y la Capacidad real del proceso ( $C_{pk}$ ), obteniendo el resultado de 0.5. Se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Cálculo de la Media y Rango -Control de piezas cortadas*

MUESTRAS	OBS. 1	OBS. 2	OBS. 3	OBS. 4	MEDIA	RANGO
1	42	35	38	38	38.3	7
2	29	27	24	28	27.0	5
3	38	42	62	32	43.5	30
4	45	47	43	40	43.8	7
PROMEDIO					38.1	12.3

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por la empresa

**Cálculo del índice de capacidad del proceso ( $C_p$ )**

$$\sigma = \text{Promedio } R/D2$$

$$\sigma = \frac{12.3}{2.059} = 5.95$$

$$Cp = \frac{(LCS - LCI)}{6S}$$

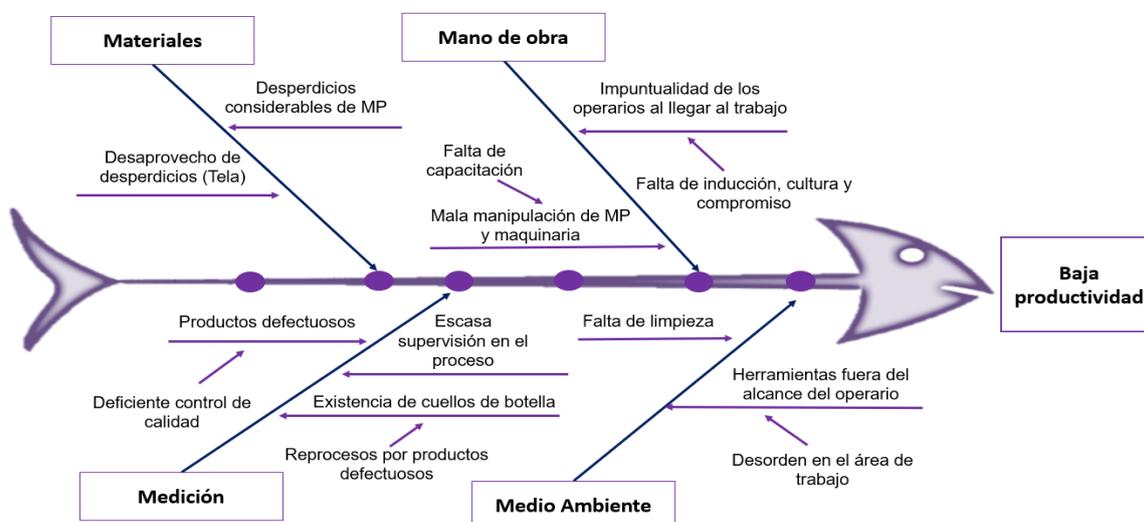
$$Cp = \frac{47.055 - 29.195}{6 * 5.95} = 0.5$$

### Cálculo del índice de capacidad real (Cpk)

$$Cpk = \text{Min}\left[\frac{\bar{x} - LCI}{3S}; \frac{LCS - \bar{x}}{3S}\right]$$

$$Cpk = \text{Min}\left[\frac{38.1 - 29.195}{3(5.95)}; \frac{47.055 - 38.1}{3(5.95)}\right] = 0.5$$

En la etapa **Analizar**, se examinaron las causas que originan los productos defectuosos respecto a las fallas en asimetría. Para ello se utilizó un diagrama de Ishikawa, con el cual se determinaron problemas como la falta de métodos y procedimientos estandarizados de trabajo, falta de capacitación, inducción y formación, falta de control de calidad, falta de precisión en las medidas, filo de cuchillas desgastadas de las máquinas debido a la falta de mantenimiento, falta de orden y limpieza, trabajo bajo presión y bajo estado de ánimo. Concluyendo esta etapa, se realizó un Análisis Modal Falla Efecto (AMFE) en dicha área para poder conocer los modos en que falla cada sub proceso y por consiguiente plantear las posibles acciones correctivas, como: La implementación de un procedimiento adecuado de tendido, mantenimiento de cuchillas y capacitación de personal sobre su uso, cambio de tipo de moldes, verificación y limpieza de la mesa antes del tendido y mayor supervisión de las actividades.



**Figura 6.** Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia en base a la aplicación de técnicas de recojo de información

**Tabla 4**  
Análisis Modal Falla Efecto del área de corte de la empresa textil en estudio

Nombre	Función	Modo de fallo	Efecto de fallo	Gravedad (S)	Causas de fallo	Probabilidad de Ocurrencia (O)	Control	Probabilidad de no detección (D)	NPR (S*O*D)	Acción correctiva
Paños de tela	Tendido	Paños tendidos incorrectamente	Asimetría	10	Exceso de paños incorrectos	7	Visual	7	490	Implementación de un procedimiento adecuado de tendido
Piezas cortadas	Corte	No se detecta la falta de filo en la máquina de corte	Asimetría	10	Mala manipulación de la máquina de corte	7	Muestreo de piezas cortadas	7	490	Dar mantenimiento a la cuchilla de la máquina y capacitar al personal sobre su uso
Tizado	Tendido	Mala posición de la tiza y moldes	Asimetría	9	Mala manipulación del operario al coger la tiza	5	Visual	5	225	Cambio de tipo de moldes, capacitación al personal y mayor supervisión
Preparado de mesa	Tendido	Paños tendidos en superficie desnivelada	Asimetría	7	Falta de limpieza de desperdicios en la mesa de trabajo	4	Visual	4	112	Verificación y limpieza de la mesa antes del tendido

Nombre	Función	Modo de fallo	Efecto de fallo	Gravedad (S)	Causas de fallo	Probabilidad de Ocurrencia (O)	Control	Probabilidad de no detección (D)	NPR (S*O*D)	Acción correctiva
Paños de tela	Tendido	Paños tendidos incorrectamente	Asimetría	10	Exceso de paños incorrectos	7	Visual	7	490	Implementación de un procedimiento adecuado de tendido
Piezas cortadas	Corte	No se detecta la falta de filo en la máquina de corte	Asimetría	10	Mala manipulación de la máquina de corte	7	Muestreo de piezas cortadas	7	490	Dar mantenimiento a la cuchilla de la máquina y capacitar al personal sobre su uso
Tizado	Tendido	Mala posición de la tiza y moldes	Asimetría	9	Mala manipulación del operario al coger la tiza	5	Visual	5	225	Cambio de tipo de moldes, capacitación al personal y mayor supervisión
Preparado de mesa	Tendido	Paños tendidos en superficie desnivelada	Asimetría	7	Falta de limpieza de desperdicios en la mesa de trabajo	4	Visual	4	112	Verificación y limpieza de la mesa antes del tendido

Fuente: Elaboración propia





**Tabla 7**  
*Incremento de la productividad*

Recursos Empleados		Situación actual	Unidades	Propuesta	Unidades	Incremento de la productividad
Mano de Obra	Horas - Hombre	1.93	Unid/H-H	2.17	Unid/H-H	12%
	No. Operarios	452	Unid/Oper	508.68	Unid/Oper	12.5%
Materia Prima	Kg de tela	4.4	Unid/Kg	4.85	Unid/Kg	10%
	Costo de MP e Insumos	0.142	Unid/Sol	0.189	Unid/Sol	25%

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo del Beneficio Costo**

Para el cálculo de este indicador se tomó en cuenta los beneficios que obtendría la empresa al ejecutar las mejoras propuestas, así como los costos que demandaría éstas. Se obtuvo un B/C de 1.85 soles, esto quiere decir que por cada sol que se invertiría en la ejecución de la propuesta se obtendría una ganancia de 0.85 soles. (ver tablas 8, 9 y 10).

**Tabla 8**  
*Diferencia de unidades producidas antes y después de la mejora (beneficio)*

PRODUCCIÓN	MESES	PANTALONES	POLOS
Antes	Octubre y noviembre 2019	2500 unid.	6920 unid.
Después	Octubre y noviembre 2020	2700 unid.	7474 unid.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9**  
*Costos de la implementación de las 5S*

<b>Costo de la implementación de la herramienta 5'S</b>			
Materiales	Cantidad	Costo	Total
Capacitador de herramienta Lean 5S	1	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00
Tarjetas (rojo, verde, naranja y azul)	40	S/ 2.50	S/ 100.00
Herramientas de limpieza (Tacho de residuos, escoba, escobilla de mano, mascarillas para el polvo)	1	S/ 70.00	S/ 70.00
Repisa	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Estantes	2	S/ 390.00	S/ 780.00
Cintas para señalizar delimitaciones de áreas y tránsito	2	S/ 40.00	S/ 80.00
Cajas para selección de retazos y desperdicios	2	S/ 15.00	S/ 30.00
Cesto para ropa	2	S/ 30.00	S/ 60.00
Moldes de triplay	2	S/ 10.00	S/ 20.00
Recursos visuales informativos	13	S/ 5.00	S/ 65.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 4,755.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10**  
*Otros costos de mejora*

<b>Actividad</b>	<b>Costo</b>
Costo Plan de capacitación	S/.1600.00
Costo Estandarización de procesos	S/. 500.00
Costo Plan de mantenimiento	S/.1500.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.3600.00</b>

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Costo de la propuesta} = 4755 + 3600 = 8355$$

$$\text{Beneficio pantalón} = 2700 - 2500 = 200 * 33 = 6600$$

$$\text{Beneficio polo} = 7474 - 6920 = 554 * 16 = 8857.6$$

$$\text{Beneficio total} = 6600 + 8857.6 = 15457.6$$

$$\frac{B}{C} = \frac{15457.6}{8355} = 1.85 \text{ soles}$$

#### 4. Discusión

En función al objetivo principal diseñar un plan de mejora de los procesos empleando la metodología DMAIC para elevar la productividad en una empresa de rubro textil, después de la propuesta se obtuvo productividades promedio de la mano de obra de 2.21 unidades/h-h y 518.1 unidades/operario. Además, al calcularse la productividad promedio de la materia prima se obtuvo como resultado 4.94 unidades/kg y 0.192 unidades/sol. Los diferentes tipos de productividad se calcularon utilizando fórmulas matemáticas consideradas en el marco teórico de la investigación. Resultados que al ser contrastados con los de Fernández y Rimapa (2018) son muy buenos, puesto que los investigadores sostienen que alcanzaron elevar la productividad en 1.378, confirmando una vez más, que Six Sigma es una metodología con la cual se puede lograr cambios positivos en cuanto a la productividad y rentabilidad de una empresa y puede ser aplicada sin ningún problema en cualquier área de la organización, centrándose mayormente en disminuir las fallas existentes y la mejora continua (Loayza, 2016).

En cuanto a las causas de la baja productividad en la empresa en estudio, que se muestran en el diagrama de Ishikawa, se tiene que con la propuesta se reduce los desperdicios de telas porque se propone procedimientos más adecuados de trabajo; así mismo se propone un programa de capacitación con lo que se mejoran las técnicas en el trabajo, consecuentemente la calidad, y se logra un mayor compromiso de los trabajadores con la empresa. Se reducen los cuellos de botella al disminuir los reprocesos.

En lo referente al objetivo de elaborar la propuesta de mejora utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), es importante mencionar que específicamente en la etapa “Mejorar” se plantearon utilizar métodos que permitieran el cumplimiento de todo lo planteado en las etapas anteriores, aplicándose la metodología 5s, estandarización de procesos, plan de mantenimiento preventivo y plan de capacitaciones. Mientras que, Mercado (2017) en su investigación denominada “Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad del proceso de fabricación de pinturas en la empresa PERUPAINT SAC, Villa el Salvador - Lima, - 2017” expresa que en dicha etapa aplicaron solo dos herramientas: AMFE, que le permitió identificar los modos de fallo y a la vez proponer acciones correctivas, y las hojas de verificación para controlar el proceso, logrando de esta manera la reducción de sus costos, y el incremento de la productividad de la empresa.

Con la ejecución de las propuestas es posible lograr una productividad promedio de 1.93 unid/h-h, y 542 unid/operario, resultados que al ser comparados con los de Orozco (2015) en su investigación, se evidenció que la situación actual de dicha empresa fue de 1.97 unid/h-h, y 555.5 unid/operario, por ende, se puede afirmar que la productividad de la empresa estudiada en la presente investigación se encuentra baja a comparación de la productividad determinada por Orozco antes de la mejora propuesta. El programa de Servicios de Desarrollo Empresarial (SDE, 2015) manifiesta que es fundamental precisar los índices de productividad de una empresa, porque permitirán controlar el desempeño de la misma, pues facilitan detectar el problema para posteriormente buscar una solución inmediata de corrección, cambio o mejora.

## 5. Conclusiones

Mediante el diagnóstico de la situación actual de los procesos operativos de la organización, previo a la propuesta de mejora, utilizando las técnicas de la observación directa, encuestas a los trabajadores de la empresa y entrevistas al personal ejecutivo, así como con el empleo de herramientas de diagnóstico como el FODA, e Ishikawa, se detectaron problemas de falta de orden y limpieza en el área de trabajo, productos defectuosos, desperdicios considerables de tela, impuntualidad de los operarios y retrasos en la producción por los reprocesos de productos defectuosos. Al realizar el análisis detallado de la problemática de los procesos, se concluye que el más crítico radica en el área de corte.

Con la ejecución de la propuesta de investigación empleando la metodología DMAIC, dentro de la etapa “Mejorar” las 5’S se conseguirá mejorar el estado de pulcritud y orden en el área crítica; mediante la estandarización de procesos se logrará evitar errores por improvisación de los trabajadores; con la puesta en marcha de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina de corte se reducirán las fallas en el corte de tela, y con la implementación de un plan de capacitaciones a todo el personal de la compañía se logrará mejorar el clima laboral y mejor desempeño en el cumplimiento de sus funciones.

Con la implementación de la propuesta se lograría incrementar la productividad promedio del recurso humano de 1.93 unid/h-h a 2.17 unid/h-h, 452 unid./ope. a 508.68 unid/ope., así mismo, se podría elevar la productividad promedio de la materia prima de 4.4 unid/ kg a 4.85 unid/kg y de 0.142 unid/sol a 0.189 unid/sol; demás, se obtendría un beneficio costo de 1.85 soles.

## 6. Referencias

- Arrunategui. (2015). *Ocho de cada diez trabajadores lambayecanos sufre de estrés laboral*. Rpp: Recuperado de: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/ocho-de-cada-diez-trabajadores-lambayecanos-sufre-de-estres-laboral-noticia-912514?ref=rpp>.
- Aznar, I. (2017). *Análisis y mejora de procesos mediante la aplicación de herramientas de mejora continua y Lean Manufacturing en una empresa del sector de la iluminación*. (Tesis de Pregrado), Universidad Politécnica de Valencia, Madrid, España.
- Balestrini, S. [Sollange], Balestrini, S. [Sara], Meleán, Rodríguez, G. Rodríguez, B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. *Venezuela*: 8(1). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/280/28080109.pdf>.
- Barahona. (2018). *Propuesta de mejora para la línea de impresión comercial aplicando la metodología Six Sigma en grupo El Comercio*. (Tesis de Pregrado). Universidad de las Américas, Ecuador.
- Ben, A. (2020). *El método Seis Sigma*. Madrid, España: Editorial Titivillus.
- Bernal, C. (2019). *Metodología DMAIC y productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- Bernardo, K., & Paredes, J. (2016). *Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula, en la Universidad Autónoma del Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Perú: Lima, Perú.
- Breyfogle, F. (2003). *Implementing SIX SIGMA Smarter Solutions Using Statistical Methods*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- Cabrejos, y Mejía. (2016). *Mejora de productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C. mediante la aplicación de la metodología PHVA*. (Tesis de Pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima - Perú.
- Cámara de Comercio del Perú. (2018). *Productividad laboral a paso lento*. Recuperado de: [https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/edicion817/edicion\\_817.pdf](https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/edicion817/edicion_817.pdf).
- Jaime, L., & Rojas, M. (2015). Una mirada a la productividad laboral para las pymes de confecciones. *ITECKNE*, 12(2).
- Krajewski, Ritzman, & Malhotra. (2008). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Education.
- Kreutzfeld. (2020). *Problemas comunes en la confección*. Recuperado de: <https://www.deltaequipamentos.ind.br/es/confeccion-textil/problemas-comunes-en-la-confeccion/>. Obtenido de <https://www.deltaequipamentos.ind.br/es/confeccion-textil/problemas-comunes-en-la-confeccion/>
- Loayza. (2016). La productividad como clave del crecimiento y el desarrollo en el Perú y el mundo. *Revista Estudios Económicos*: 31(9-18). Recuperado de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/31/ree-31-loayza.pdf>.
- Rajadell, M y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. España, Madrid: Díaz Santos.
- Medina, Montalvo, & Vásquez. (2017). Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en lean six sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera Nuevo Perú S.A.C, 2017. *Revista Ingeniería*: Recuperado de: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/863/743>.
- Membrado. (2013). *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora. Planificación Estratégica, BSC/ Autoevaluación EFQM/ Seis Sigma.... Un sencillo enfoque integrado para las PYMES (Con sentido común)*. Madrid, España: Ediciones Díaz Santos S.A.
- Mercado (2017). *Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad del proceso de fabricación de pinturas en la empresa PERUPAINT SAC, Villa el Salvador - Lima, - 2017* (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima - Perú.
- Montgomery, D. (2006). *Control Estadístico de la Calidad*. México: Limusa Wiley.
- Ocampo, & Pavón. (2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim*. Honduras.
- Ordóñez, W., & Torres, J. (2014). *Análisis y Mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú: Lima, Perú.
- Pérez, M. y León, L. (2017). DMAIC como estrategia para control de dureza en la fabricación de galletas. *Reaxion Ciencia y Tecnología Universitaria*, 4, 2.
- Vásquez, E. (2017). *Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.