

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



ISSN: 2709-4502

Alpha Centauri

Vol. 02 Nro. 03 | 2021



Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil



Six Sigma process improvement strategy applied to the textile



Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil


<https://doi.org/10.47422/ac.v2i3.45>


Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil

Six Sigma process improvement strategy applied to the textile


Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil


 MALPARTIDA GUTIERREZ, Jorge Nelson
Universidad César Vallejo

 OLMOS SALDIVAR, David
Universidad César Vallejo

 QUIÑONES CHUMACERO, Susana Milagros
Universidad César Vallejo

 LEDESMA CUADROS, Mildred Jénica
Universidad César Vallejo

 GARCIA CURO, Gianmarco
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja
Daniel Hernández Morillo

 DIAZ DUMONT, Jorge Rafael
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja
Daniel Hernández Morillo

RESUMEN

El Six Sigma inicialmente inventado como un indicador para medir defectos y mejorar la calidad fue implementado por Motorola en el año 1986, posteriormente evolucionó para convertirse en una metodología que alinea los procesos de una empresa según los requerimientos de los clientes. La implementación de esta metodología, como una filosofía gerencial, permite alcanzar mejores niveles de productividad y competitividad empresarial, la cual está basada en la desviación estándar; siendo su fin reducir la variabilidad y/o defectos en los productos y servicios a un nivel de 3,4 defectos por millón de oportunidades. Esta investigación tuvo como objetivo el analizar la importancia del Six Sigma en el sector empresarial textil. El estudio corresponde a un enfoque cualitativo, diseño sistemático, cuya técnica fue el análisis documental. Entre sus principales conclusiones se tuvo que: El Six Sigma proporciona a las empresas una herramienta orientada a mejorar la capacidad de sus procesos, aumentando el rendimiento y disminuyendo la variación, con el propósito de reducir los defectos y aumentar la calidad del producto.

Palabras clave: Six Sigma, productividad, calidad, empresa.

ABSTRACT

Six Sigma, initially invented as an indicator to measure defects and improve quality, was implemented by Motorola in 1986 and later evolved to become a methodology that aligns the processes of a company according to customer requirements. The implementation of this methodology, as a management philosophy, allows achieving better levels of productivity and business competitiveness, which is based on standard deviation; its purpose is to reduce variability and/or defects in products and services to a level of 3.4 defects per million opportunities. The objective of this research was to analyze the importance of Six Sigma in the textile business sector. The study corresponds to a qualitative approach, systematic design, whose technique was documentary analysis. Among its main conclusions were that: Six Sigma provides companies with a tool oriented to improve the capacity of their processes, increasing performance and decreasing variation, with the purpose of reducing defects and increasing product quality.

Keywords: Six Sigma, productivity, quality, company.

RESUMO

Inicialmente inventado como um indicador para medir defeitos e melhorar a qualidade, Six Sigma foi implementado pela Motorola em 1986, e mais tarde evoluiu para se tornar uma metodologia que alinha os processos de uma empresa com os requisitos do cliente. A implementação desta metodologia, como filosofia de gestão, permite alcançar melhores níveis de produtividade e competitividade empresarial, que se baseia no desvio padrão; o seu objectivo é reduzir a variabilidade e/ou defeitos em produtos e serviços a um nível de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. O objectivo desta investigação era analisar a importância do Seis Sigma no sector do comércio têxtil. O estudo corresponde a uma abordagem qualitativa, concepção sistemática, cuja técnica foi a análise documental. Entre as suas principais conclusões, destacam-se as seguintes: Six Sigma fornece às empresas uma ferramenta destinada a melhorar a capacidade dos seus processos, aumentando o desempenho e diminuindo a variação, com o objectivo de reduzir os defeitos e aumentar a qualidade do produto.

Palavras-chave: Seis Sigma, produtividade, qualidade, negocios.



INTRODUCCIÓN

El sector textil, se encuentra en el sector top de las 5 de industrias con mayor actividad económica. Es la tercera actividad con mayor contribución al PBI manufacturero; es decir, tiene del 6,4% de participación, superada por las industrias de productos no metálicos y refinación petrolera, que generan aproximadamente 400 mil empleos anuales y representa el 26,2% de la población manufacturera, el cual equivale al 2,3% a nivel nacional. Otro aspecto importante de este sector, es que, por estar entrelazado con otros sectores como el agrícola, ganadero, químicos, plásticos y fibras manufacturadas genera 900 mil puestos de trabajo de forma indirecta (Sociedad Nacional de Industrias, 2021).

Según un estudio realizado por la Sociedad Nacional de Industrias, la producción de textiles ha disminuido en los últimos diez años, en un valor del 1,5% cada año; es decir, S/ 548 millones menos, por el contrario, el PBI Nacional ha crecido 3,6% anual, es decir S/ 345 692 millones más y curiosamente el PBI Manufacturero ha tenido una variación favorable de 1,7%, lo que se traduce a S/ 34 284 millones más (SNI, 2021). Se considera que este fenómeno es consecuencia de una menor actividad productiva, que lo ha diferenciado de la tendencia del sector manufacturero y de la economía nacional. La industria textil representa el 30,6% del tejido empresarial manufacturero, esta es la actividad industrial de mayor participación. Para acercarnos aún más a la problemática, solo en el año 2020 la producción del sector textil cayó 32,1% como consecuencia del retroceso que

experimentó el subsector confecciones, con una variación negativa del 35,9% y el subsector textil, con 25,7% menos. Tomando como referencia el año 2012, cuyo nivel de producción fue 100, al año 2019 se estaría hablando de un nivel de producción de 77.6 (SNI, 2021).

La crisis sanitaria generada por la COVID-19, también ha sido un factor que ha generado una reducción importante en el sector textil, por el cierre repentino de las plantas de producción, pero una vez implementado los protocolos sanitarios y la reactivación paulatina de las actividades, en el subsector textil se ha observado una lenta recuperación después de su caída de 93.3% en el año 2020. En diciembre del mismo año, el subsector reportó un crecimiento después de haber permanecido casi 30 meses seguidos presentando cifras negativas. Cabe destacar que para el año 2020, las exportaciones registraron una contracción de 27% esto debido a la paralización de actividades y dificultades en las logísticas de aduanas por la emergencia sanitaria, pero en los últimos cinco años antes de la pandemia, el déficit en la balanza comercial del sector textil, se había visto afectado debido a las importaciones cada día mayores (SNI, 2021).

Para lograr revertir esta tendencia negativa en la productividad de la industria textil, es necesario realizar un estudio de los factores que inciden en este fenómeno, que seguramente aparte de apuntar a los problemas económicos característicos del país, también incluye los aspectos específicos y técnicos del proceso productivo textil (Yepez-Moreira, et al, 2019). Por lo que, es de suma importancia que desde ya, los



directivos busquen metodologías de éxito probado, que permitan mejorar la calidad, como el Six Sigma que proporciona a las empresas una herramienta orientada a mejorar la capacidad de sus procesos aumentando el rendimiento y disminuyendo la variación con el propósito de reducir los defectos y aumentar la calidad del producto (Felizzola, & Luna, 2014). La aplicación de esta metodología no solo conlleva a las empresas a alcanzar un beneficio económico a través del aumento de su productividad y la disminución de varios costos como mano de obra y costos de producción (Barrera, 2017); sino también, se evita el reproceso y se disminuye el desperdicio de material, de manera que contribuye con el ambiente, al elevar el uso eficiente de los mismos y a su vez ayuda a reducir las pérdidas de energía derivada de la producción de residuos (Herrera, 2017; Pyzdek, 2014).

Six Sigma en la Industria Textil

En los años ochenta se inicia la productividad en serie de los componentes electrónicos y a su vez la importación hacia América de Japón, los cuales presentaban alta calidad a bajo costo, estos hechos obligaron a las empresas a mejorar la calidad de los productos que ofrecían; para ello, se introdujeron una gama de decisiones buscando la mejora de la calidad; siendo el Six Sigma una de ellas, la cual es una herramienta que fue introducida por Motorola, a comienzo de esta década, que consiste en buscar la disminución de los desperfectos a 3,4 partes por millón para los productos y los procesos claves que realizan las organizaciones (Martínez-Calderón,

2019). Para lograr esta compleja tarea se requiere implementar de forma eficaz principios estadísticos y otras herramientas para determinar la realidad empresarial y sus problemas de calidad (Navarro et al, 2017).

El Dr. W. Edwards Deming (1900-1993) señaló en sus trabajos, que la variación es la causa principal que afecta la calidad y afirmó que es en este punto donde se debe concentrar todo el mayor esfuerzo en busca de alcanzar la mejora continua. La letra Sigma es una letra del alfabeto griego que permite estadísticamente medir la variabilidad en los procesos; por lo que, el Six Sigma busca reducir la variación de los productos, siendo la desviación estándar, su parámetro de medida base. El Six Sigma constituye un índice de capacidad de proceso; es decir, imaginando que un proceso se comporta como una distribución normal, entre los límites debe haber seis desviaciones estándar. El valor de Six Sigma es un parámetro de comparación entre empresas. Es así, como la escala Six Sigma equivale a 3,4 DPMO (defectos por millón de oportunidades) (Navarro et al, 2017).

Siendo la empresa del sector textil una organización donde los procesos son cada día más complejos y extensos, la aplicación del Six Sigma en la industria textil, ayudaría a aumentar la calidad, incrementar la productividad, disminuir costos; a través de la mejora de los procesos, estableciendo un sistema que busque en todo momento alcanzar la calidad y con la capacidad de medir, analizar, mejorar y controlar el rendimiento, con la meta de satisfacer al cliente.

Descripción del Problema

Durante el proceso productivo de las empresas del sector textil se generan fallas y desperdicios que afectan los costos de producción y la calidad; por lo cual, es importante enfocarse en las áreas donde se producen errores e identificarlas para aplicar las correcciones.

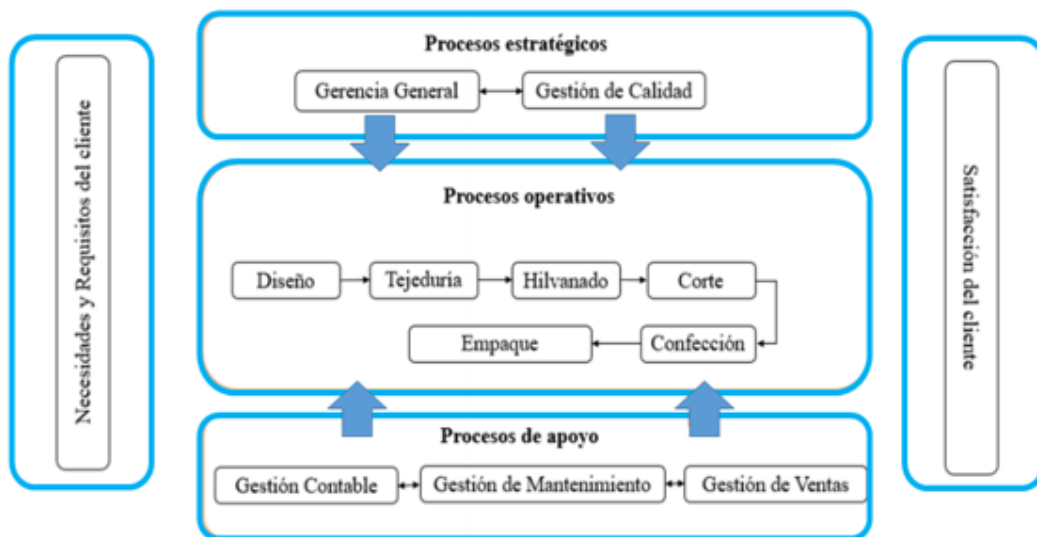
Los talleres de las empresas textiles, la maquinaria, la cadena de suministro y el desarrollo del producto son las principales áreas que se deben observar. Es de suma importancia el desarrollo de un producto textil con valor añadido en su calidad. En el producto textil, generalmente los principales errores o variaciones que se presentan en las telas, suelen ser: un degradé, sucios de color, tonos

diferentes o contaminados, distintos hilos, fallos en aguja, densidad distinta y arrugas. Para alcanzar un producto de calidad estas variaciones deben eliminarse. Estos errores o variaciones, son generados por fallas en los procesos, cuellos de botella, falta de mantenimiento de máquinas, materia prima defectuosa, inadecuados controles en los procesos de tintorería, entre otros (Climent, 2015).

De manera general la figura 1 ilustra un mapa de procesos de una empresa del sector textil, donde se puede apreciar los procesos estratégicos, operativos y de apoyo, dentro de un enfoque de gestión de la calidad.

Figura 1

Mapa de Procesos de una empresa textil



Nota: Mapa de Procesos de una empresa textil, adaptado (Benalcazar, 2021)

Con la finalidad de realizar un análisis de los pasos del proceso en el que se podría reducir su ciclo de tiempo y aumentar la calidad, se detalla cada uno de ellos:

- Procesos estratégicos: o llamados también procesos de gestión, donde se da la toma de decisiones, la planificación y dirección de las actividades que se ejecutan dentro de la empresa.
- Procesos operativos: tienen contacto directo con el cliente, a partir de estos el cliente percibe la calidad del producto: diseño, tejeduría, hilvanado, corte, confección, empacado.
- Procesos de apoyo: son los que proveen a la organización de los recursos que necesita la empresa para realizar sus actividades, como: gestión contable, mantenimiento, ventas, entre otras.

Para llevar a cabo un plan orientado al progreso de la productividad de una empresa, aplicando la metodología Six Sigma, se debe enfocar en los procesos operativos, donde se lleva a cabo el desarrollo del producto.

Al aplicar el diagrama SIPOC, el cual es una herramienta que facilita la visualización de un proceso de forma sencilla, reconociendo a las partes implicadas, señalando la secuencia que sigue cada una de las etapas e incorporando los puntos de control (Kerri, 2021), se pudo observar los siguientes procesos:

- Diseño
- Tejeduría
- Hilvanado
- Corte
- Confección
- Empacado

Para cada uno de estos procesos es necesario hacer un diagrama del proceso que permita visualizar las distancias y tiempos entre cada una de las actividades, así como el número de ellas. Por ejemplo, dentro del proceso de tejeduría las actividades son siete, donde seis son de operación y una de transporte. La actividad que demanda mayor tiempo es tejer, ya que se realiza dependiendo de un diseño.

El proceso de hilvanado, tiene siete actividades, cinco son de operación y dos de transporte. La actividad que demanda mayor tiempo es el planchado. Luego el proceso de corte tiene ocho actividades donde siete son de operación y una de transporte. La actividad que demanda mayor tiempo es cortar.

Siguiendo con el proceso de confección que encierra once actividades, donde nueve son de operación y dos de transporte y la actividad que demanda mayor tiempo es cerrado del saco. Y por último el proceso de empacado que tiene cuatro actividades, de las cuales tres son de operación, una de transporte y la actividad que demanda mayor tiempo es empacar (Benalcazar, 2021).

En los procesos de productividad de una empresa textil generalmente las situaciones problemáticas se dan en las siguientes áreas:

Proceso de Corte:

- Mala colocación del trazo.
- Defecto por trazo mal realizado.
- Mala colocación de las piezas de tejido.
- Fallas de tejido.
- Falla en corte.

Proceso de confección:

- Variabilidad de tallas.
- Fallas al unir cuellos.
- Defectos de costura en ensamble del saco.

Posteriormente se utiliza una matriz de priorización, la cual conduce a establecer la prioridad entre varias alternativas planteadas, a través de puntajes de criterios de valoración (Socconini & Escobedo, 2021).

Tabla 1

Criterios de valoración para la matriz de priorización

Descripción	Valor
No existe relación	1
Muy poca relación	2
Relación moderada	3
Alto grado de relación	4

Nota: Criterios de valoración, adaptado (Socconini & Escobedo, 2021).

Una vez aplicada la matriz de valorización, aquellas actividades donde se encuentra el valor más alto; es donde están los puntos más críticos; por ende, es donde se enfocará la aplicación de la metodología Six Sigma.

Para esta actividad también se puede utilizar otras herramientas como el Diagrama de Pareto, que también permite evaluar qué aspectos a estudiar son más relevantes o el Diagrama de Árbol o CT flodown que es una herramienta también usada para identificar características críticas (Socconini & Escobedo, 2021).

Metodología DMAIC

DMAIC, son siglas de los verbos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (Pérez, & Plata, 2013). Este proceso es la base del desarrollo del Six Sigma. Está basado íntegramente en el desarrollo del DMAIC:

- Definir
- Medir
- Analizar
- Mejorar
- Controlar

Definir: En esta etapa se busca tener una visión clara del problema y su importancia tomando en cuenta la necesidad del cliente.

Medir: esta etapa es indispensable en el desarrollo del Six Sigma ya que ayuda al equipo a refinar el problema y buscar su raíz.

Analizar: Esta etapa tiene por objetivo hacer un análisis y encontrar la causa y fuentes de variación, priorizarlas y entender cómo se generan para posteriormente validarlas con datos.

Mejorar: En esta etapa ya existe una solución confirmada, la cual se alcanzó



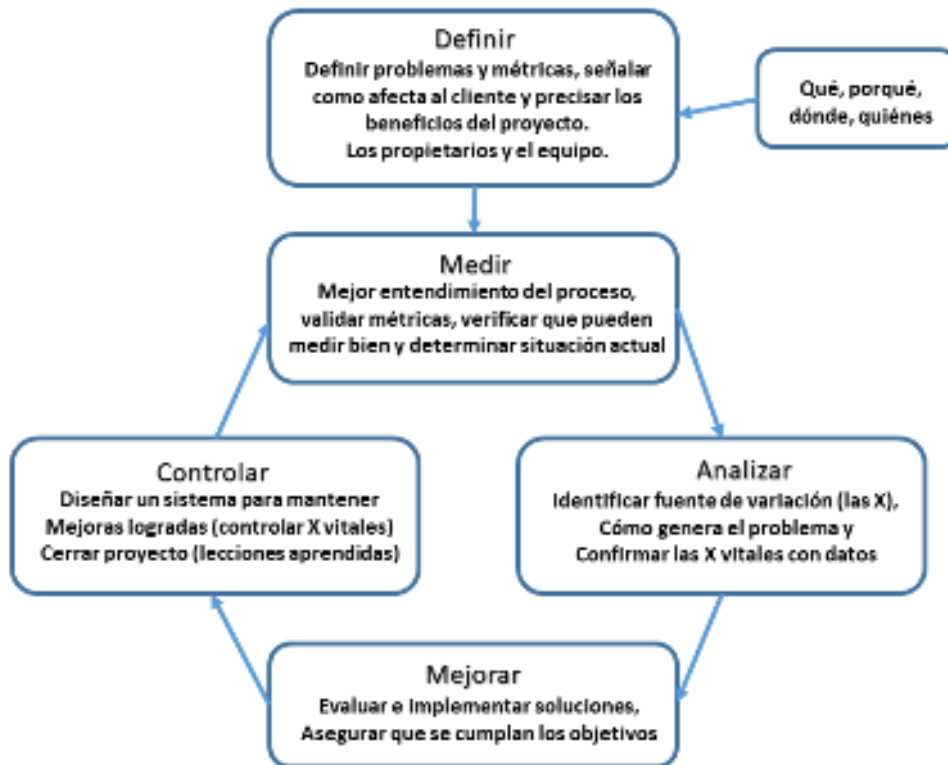
identificando las variables de mayor impacto y ajustándolas a un punto óptimo.

Controlar: Esta etapa se alcanza una vez que las mejoras han sido implementadas y los

resultados han sido documentados (Socconini & Escobedo, 2021).

Figura 2

Etapas del proceso DMAIC



Nota: Etapas del proceso DMAIC (Socconini & Escobedo, 2021)

Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en una propuesta de aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la eficiencia de los procesos productivos de las empresas del sector textil en Lima.

Como bien se ha descrito en el problema, las empresas que pertenecen a este sector, han sido afectadas por una baja productividad. A través de la aplicación de la metodología Six Sigma se espera analizar sus procesos, determinar las fallas y mejorar la calidad de los productos con la finalidad

que de obtener una mayor competitividad en el mercado.

Objetivo del Proyecto

Mejorar la eficiencia del proceso productivo de las empresas del sector textil en Lima, aplicando la metodología Six Sigma para reducir los defectos y fallas y satisfacer las expectativas y necesidades del cliente.

Aplicación de la Metodología DMAIC en una empresa del Sector textil

Fase definir:

En la etapa definir, se realiza una investigación de campo, con el objetivo de crear el Project Charter o acta de constitución de la investigación.

Tabla 2

Acta de constitución del proyecto

Acta de constitución del proyecto			
Proyecto:			
Equipo de trabajo		Partes interesadas	
Rol	Nombre	Rol	Nombre
Gerente General		Jefe de Área 1	
Gerente de Operaciones		Jefe de Área 2	
Problema			
Objetivo			
Alcance			
Plan del Proyecto			
Etapas	Inicio		Fin
Definir			
Medir			
Analizar			
Mejorar			
Controlar			

Nota: Acta de constitución del proyecto (Benalcazar, 2021).

La tabla 2, es un ejemplo de cómo se puede delimitar el proyecto, con la asignación de equipos de trabajo y las partes interesadas, descripción del

problema principal, su objetivo y su alcance. En esta etapa ya se ha definido como se hará el proyecto de implementación del Six Sigma.



Fase Medir

Utilizando la matriz de priorización, aplicándola a los procesos de una empresa textil se puede obtener resultados como los que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Matriz de priorización de los procesos críticos en una empresa textil

Nº	Descripción	Proceso	Criterios				Puntaje total
			Producción	Calidad	Tiempo de entrega	Costo	
1	Mala colocación del trazo	Corte	3	1	2	3	2,25
2	Defecto por trazo mal realizado	Corte	3	1	1	2	1,75
3	Mala colocación del tejido	Corte	4	3	3	3	3,25
4	Fallas de tejido	Corte	4	3	2	2	2,75
5	Variabilidad de tallas	Confección	4	2	3	3	3
6	Fallas de corte	Confección	4	3	3	3	3,25
7	Fallas al unir cuellos	Confección	3	2	3	3	2,75
8	Defectos de costura en ensamble del saco	Confección	4	4	3	3	3,5

Nota: Matriz de priorización de los procesos críticos, adaptado (Benalcazar, 2021)

En general, en una empresa textil los cuellos de botella se presentan en los procesos de corte y confección, como bien se puede evidenciar en la tabla 3.

A través de un diagrama SIPOC, se puede visualizar ampliamente las actividades y los subprocesos que pueden existir.








Un ejemplo de un diagrama de SIPOC en los procesos de corte y confección, se puede visualizar en la tabla 4 y 5. Donde se describen cada una de las actividades que se llevan a cabo en el proceso.

Para determinar de manera eficiente las actividades, es aconsejable verificar el manual de calidad de la empresa y cotejar las actividades in situ, haciendo una investigación exploratoria en las plantas o talleres de la empresa de las actividades que se llevan a cabo.

En el caso de los procesos donde se ven con más frecuencia las fallas, en el caso de las empresas textiles, ya se mencionó que son los procesos de corte y confección, entonces es necesario evaluar las actividades de estos procesos.

Tabla 4






Diagrama de proceso de corte

Diagrama de procesos en función de las actividades de corte								
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recepción del trazo y corte	10	0,35					
2	Tendido de papel en la mesa		0,23					
3	Tendido de las piezas		0,4					
4	Pegar el trazo sobre la pieza		0,29					
5	Cortar Piezas		35,45					
6	Clasificar y amarrar las piezas		10,8					
7	Limpieza de área de corte	2,3	1,23					
8	Transporte de piezas a confección	8	0,45					
Total		20,3	49,2	7	1	0	0	0

Nota: Diagrama de proceso de corte, adaptado (Benalcazar, 2021).

Tabla 5

Diagrama de análisis de proceso de confección

Diagrama de procesos en función de las actividades de confección								
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recepción de órdenes de producción	5	0,2					
2	Transporte de insumos de confección	3	0,38					
3	Unir hombros		1,5					
4	Pegado de mangas		2,8					
5	Cerrado del saco		4,5					
6	Pegado del cuello		0,87					
7	Atracado de cadenas		0,65					
8	Pegado de botones		2,3					
9	Rematado de hebras		0,7					
10	Colocación de etiqueta		0,34					
11	Transportar a empaque	4	0,56					
Total		12	14,7	9	2	0	0	0

Nota: DAP, adaptado (Benalcazar, 2021)

En cada una de las tablas, se puede apreciar las diversas actividades que se realizan en cada proceso, en cual se analizan o se miden dos variables: distancia y tiempo. Esto se realiza con el objetivo de verificar donde se encuentran las probables fallas y cuáles son las actividades de esos procesos donde hay aspectos críticos que deben ser evaluados en las posteriores etapas.

Una vez determinado esto, se procede a tomar una muestra representativa de los productos. El análisis debe delimitarse por producto, ya que cada uno tiene sus propias características. En un taller textil se pueden realizar diversos tipos de productos textiles.

Para calcular la muestra de productos que van a ser observados se utiliza la siguiente fórmula estadística:

Figura 3

Fórmula para el cálculo de muestra

$$n = \frac{N\sigma^2 z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 z^2}$$

Fuente: (De la Vara & Gutiérrez, 2013)

Es importante destacar que la formula debe aplicarse para hallar la muestra de cada línea de producto que se fabrican en la empresa. En la muestra determinada, debe medirse cada una de las variables críticas establecidas a través de la matriz de priorización. Se calcula la media de variabilidad de la muestra y su promedio de rango, para posteriormente hallar su índice de estabilidad y capacidad del proceso.

A través, de una gráfica de control $\bar{X}-R$ se puede demostrar el comportamiento de las medias y de los rangos y así determinar si el proceso está dentro de control o no.

En la Figura 5, se muestra una gráfica de control $\bar{X}-R$ de una variable estudiada en una empresa textil. En este caso, la variable en estudio se encuentra bajo control estadístico, debido a que ninguno de los valores cotejados de la muestra sobrepasa los límites de control establecidos sin arrojar valores atípicos.

Sin embargo, luego se procede a analizar la capacidad del proceso para verificar con un resultado más preciso y así realizar los planes de mejora. Para ello, se calcula la variación estándar,

utilizando la fórmula estadística presentada en la figura 4:

Figura 4

Fórmula de la desviación estándar

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Fuente: (De la Vara & Gutiérrez, 2013)

La determinación de la variable d_2 se establece mediante la tabla de factores para la construcción de las cartas de control. Estos valores predeterminados se encuentran en los libros de estadísticas especializados, lo que se presenta en la tabla 3.

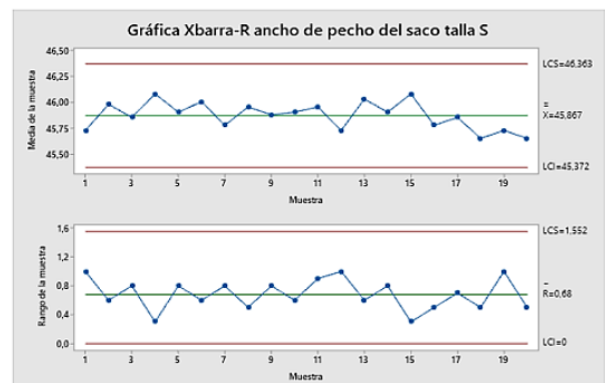
Posteriormente se procede a calcular la capacidad del proceso mediante esta fórmula:

Capacidad del proceso (De la Vara & Gutiérrez, 2013)

$$C_p = \frac{LES-LEI}{6\sigma}$$

Figura 5

Gráfica de control



Fuente: Gráfica de control, adaptado (Benalcazar, 2021)

Tabla 3

Estimación del Sigma

Tamaño de muestra, n	Carta \bar{X} A_2	Carta R			Carta S c_4	Estimación de σ d_2
		d_3	D_3	D_4		
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.860	0.0000	2.2822	0.9213	2.059
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.326
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.534
7	0.419	0.833	0.0758	1.9242	0.9594	2.704
8	0.373	0.820	0.1359	1.8641	0.9650	2.847
9	0.337	0.808	0.1838	1.8162	0.9693	2.970
10	0.308	0.797	0.2232	1.7768	0.9727	3.078
11	0.285	0.787	0.2559	1.7441	0.9754	3.173
12	0.266	0.778	0.2836	1.7164	0.9776	3.258
13	0.249	0.770	0.3076	1.6924	0.9794	3.336
14	0.235	0.763	0.3281	1.6719	0.9810	3.407
15	0.223	0.756	0.3468	1.6532	0.9823	3.472
16	0.212	0.750	0.3630	1.6370	0.9835	3.532
17	0.203	0.744	0.3779	1.6221	0.9845	3.588
18	0.194	0.739	0.3909	1.6091	0.9854	3.640
19	0.187	0.734	0.4031	1.5969	0.9862	3.689
20	0.180	0.729	0.4145	1.5855	0.9869	3.735
21	0.173	0.724	0.4251	1.5749	0.9876	3.778
22	0.167	0.720	0.4344	1.5656	0.9882	3.819
23	0.162	0.716	0.4432	1.5568	0.9887	3.858
24	0.157	0.712	0.4516	1.5484	0.9892	3.898
25	0.153	0.708	0.4597	1.5403	0.9896	3.931

Fuente: Estimación del Sisma adaptado (De la Vara & Gutiérrez, 2013)

Para el cálculo de la capacidad del proceso mediante la fórmula, se debe verificar las cartas de elaboración de los productos textiles, para establecer los límites inferiores y superiores y su tolerancia. Esta información es manejada por el departamento de confección y seguramente en una empresa donde se ha establecido o se está estableciendo una política de calidad; asimismo, en los manuales de los procedimientos deben estar establecidos.

El valor que arroja la fórmula se coteja con la interpretación de valores Cp, para lo cual se ha establecido lo siguiente:

- Para un valor $Cp \geq 2$, la categoría del proceso es Clase Mundial, la decisión se tiene Calidad Six Sigma.
- Para un valor $Cp > 1.33$, la categoría del proceso es 1 y su decisión es Adecuado.
- Para un valor $1 < Cp < 1.33$, la categoría es 2 y la decisión es Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
- Para un valor $0.67 < Cp < 1$, la categoría es 3, y su decisión es No adecuado para el trabajo. Se requiere de un análisis del proceso para lograr la calidad.
- Para un valor $Cp < 0.67$, la categoría del proceso es 4 y la decisión es No adecuado para



el trabajo, para ello se necesita de cambios considerables (De la Vara & Gutiérrez, 2013).

Índices de la capacidad del proceso de corte de las variables de un producto textil

Para el cálculo de estos índices se puede acudir al uso de algún software estadístico, como por ejemplo el Minitab 19 (Minitab, 2021).

Mediante esta aplicación se pueden obtener resultados confiables e inmediatos cuando son varias las variables en estudio. Tomando en cuenta que los productos textiles pueden ser diversos y pueden alcanzar una amplia gama de líneas.

En la figura 5 se observa un ejemplo de cálculo de capacidad para un proceso textil, utilizando el software Minitab 19.

Donde se evalúan la capacidad a corto y a largo plazo del proceso tomando en cuenta diferentes índices y valores por cada producto. A continuación, se detallan:

- **Pp:1,03.** Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base en la dispersión del proceso e indica el rendimiento real del proceso
- **PPL:0,95.** Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación inferior.
- **PPU: 1,11.** Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación superior.
- **Ppk: 0,95.** Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso.

- **Cpm: 1,01.** Este índice está orientado a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal y no sólo para cumplir con especificaciones del proceso (De la Vara & Gutiérrez, 2013).

Fase Analizar

En esta fase se pueden aplicar diversas herramientas que permitan de manera gráfica poder analizar la información obtenida por las fases anteriores, uno de los más usados es el diagrama de Pareto.

Figura 5

Capacidad del proceso del largo total talla S.



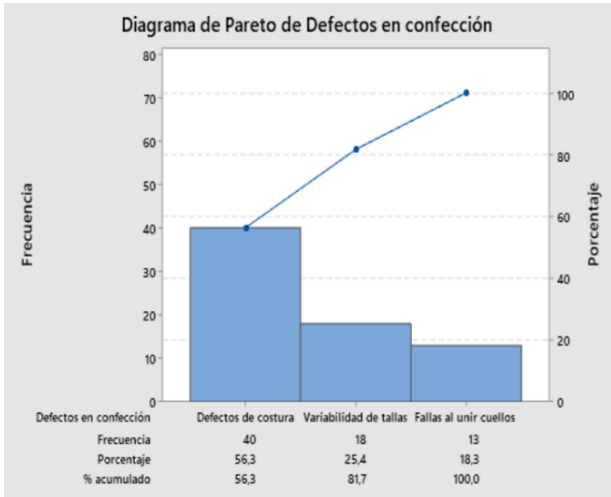
Nota: Capacidad del proceso del largo total talla S. Adaptado (Benalcazar, 2021).

Posteriormente se puede proceder a aplicar el diagrama de Ishikawa con el objetivo de identificar la causa principal del problema.

Ejemplo de un diagrama de Pareto.

Figura 6

Diagrama de Pareto

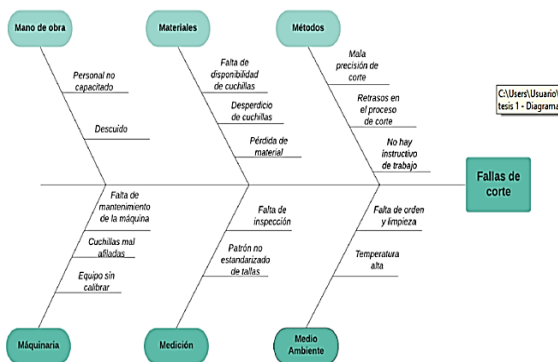


Fuente: Diagrama de Pareto, adaptado (Benalcazar, 2021)

Ejemplo de un diagrama de Ishikawa, aplicado al proceso.

Figura 7

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Diagrama de Ishikawa, adaptado (Benalcazar, 2021)

Utilizando el método de las 6M, a través del diagrama de Ishikawa, donde se pueden analizar las categorías: mano de obra, método, maquinaria,

materiales, medición y medio ambiente. Solo se toma aquellas categorías o categorías en las que se haya identificado algún problema que se debe corregir.

Fase Mejorar

Una vez analizada toda la información obtenida en la fase anterior, la cual ha permitido entender mejor los procesos de fabricación textil, en la fase mejorar, se desarrolla un plan de acción para corregir los problemas detectados y subsanar los procesos.

En esta fase la toma de decisiones es importante, ya que es el momento de aplicar estrategias, las cuales pueden variar dependiendo de los ajustes que se deban realizar.

Como las empresas de la industria textil, pertenecen al sector manufactura, un plan de acción de mejora que se puede aplicar son las herramientas de Lean Manufacturing.

Las herramientas de Lean Manufacturing más importantes, son las siguientes: 5s, SMD, Kanban, Hoshin Kanri, Andon, TPM, Heijunka, Takt time, Gemba y Poka-Yoke.

Siendo la herramienta 5S, una de las principales. El método 5s es una de las herramientas de Lean Manufacturing que se utiliza generalmente para optimizar las condiciones en cada estación de trabajo, aplicando para ello, la limpieza, el orden y la organización.

Su uso permite eliminar todo lo que el operario no necesita en su estación de trabajo, evitando así pérdidas de tiempo a la hora de buscar herramientas.

El plan de mejora va a depender de los valores arrojados en la fase de medición y la fase de análisis. Dependiendo de estos valores se aplicará el plan de mejora adecuado a cada caso.

Fase Controlar

Esta última etapa consiste en establecer procedimientos y verificar de manera constante que se cumplan las mejoras propuestas en la fase anterior, con la finalidad de que los cambios establecidos para la mejora se mantengan en el transcurso del tiempo.

Se debe mantener actualizado el cambio que se realicen en la empresa para que no afecte las mejoras realizadas.

Los mecanismos de control que se pueden establecer podrían ser los siguientes:

- El uso de las gráficas de control con la ayuda del software Minitab19.
- Aplicar modelos de auditorías periódicas, aplicando listas de verificación, hoja de control de defectos, entre otros.
- Plan de capacitación del personal para brindar más conocimientos y habilidades para la realización de un trabajo más eficiente.

METODOLOGÍA

El estudio corresponde a un enfoque cualitativo y un diseño sistemático (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), cuya técnica fue el análisis documental, la cual consistió en revisar literatura

existente (Tamayo, 2003) sobre el tema abordado en esta investigación.

Este estudio considera la autoría de los estudios previos tomados en cuenta para su elaboración. Al respecto, Díaz (2018) afirmó la importancia que tiene considerar la propiedad intelectual escrita y los derechos de autor en las producciones.

CONCLUSIONES

El Six Sigma proporciona a las empresas una herramienta orientada a mejorar la capacidad de sus procesos, aumentando el rendimiento y disminuyendo la variación, con el propósito de reducir los defectos y aumentar la calidad del producto. La aplicación de esta metodología no solo conlleva a las empresas a alcanzar un beneficio económico aumentando su productividad, sino disminuyendo costos, como mano de obra y costos de producción, al disminuir el desperdicio de material. Además, contribuye con el ambiente al elevar el uso eficiente de los recursos y reduce las pérdidas de energía.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera, A.I, Cambra, A. & González, J. A. (2017). Implementación de la metodología seis sigma en la gestión de las mediciones. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 8-17. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_art



- text&pid=S2218-36202017000200001&lng=es&tlng=es.
- Benalcazar, A. (2021). *Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la empresa Tejidos Parwall*. (Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte. Ecuador) <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11057/4/04%20IND%20297%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Climent, H. (2015). *Industria textil, hogar España. Cadena de valor y gestión de calidad*. <https://1library.co/document/q5e7617q-industria-textil-hogar-espana-cadena-valor-gestion-calidad.html>
- De la Vara, R., & Gutiérrez, H. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Mc. (3^{ra} ed.). Mexico: Graw Hills. https://www.academia.edu/16455512/Control_Estad%C3%ADstico_de_la_Calidad_y_Seis_Sigma_3ed
- Díaz, J. (2018). Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. Una escala de medición para educación superior del Perú. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(81), 88-105. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/23470/23679>
- Felizzola, H., & Luna, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta*. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Herrera, V. G., Perez, Y., Venecia, E. (2017). Enfoque Seis Sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo. *Revista Venezolana de gerencia*. 22 (80), 609-633. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055967005>
- Kerri, S. (2021). *SIPOC Diagram*. <https://www.isixsigma.com/tools-templates/sipoc-copis/sipoc-diagram/>
- Martínez-Calderón, J. R., García-Pérez, E., & Carlos-Ornelas, C.E. (2019). Efecto de Seis Sigma en el Almacén de una Empresa Manufacturera. *Con Ciencia Tecnológica*, 58, 32-39. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94461547005/94461547005.pdf>
- Minitab (2021). *Minitab 19. Software estadístico*. <https://www.minitab.com/es-mx/support/downloads/>
- Navarro, E., Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Metodología e implementación de Six. 3C Empresa: *Investigación y pensamiento crítico*, <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.73-80/>
- Pérez, M. G., & Plata, L. J. (2013). *Diseño de un modelo para el mejoramiento de la productividad y competitividad de la línea de comedor Houston en la empresa Arte &*

Estilo basado en la metodología lean seis sigma. (Tesis de Grado. Universidad de la Coata CUC. Colombia)
<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/4633>

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532019000400001&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532019000400001&lng=es&tlng=es)

Pyzdek, T. (2014). *El manual de Six Sigma: una guía completa para cinturones verdes, cinturones negros y gerentes en todos los niveles.* Mexico: Mc Graw Hills.
<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Six-Sigma-handbook-%3A-a-complete-guide-for-green-Pyzdek/ab031df5cde1931710a3b01f0e4b4876fde12558>

CORRESPONDENCIA:

Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez
jmalpartida@ucv.edu.pe

Sociedad Nacional de Industrias (2021). *Industria Textil y Confecciones. Obtenido de Sociedad Nacional de Industrias.*
<https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>

Socconini, L., & Escobedo, E. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso.*
https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica.* <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Yépez-Moreira, R.I., Muyulema-Allaica, J.C., Ormaza-Morejón, F.M., & Sánchez-Macías, R.A. (2019). Instrumento de diagnóstico para el análisis y mejora de las operaciones de confección. *RIIT. Revista internacional de investigación e innovación tecnológica*, 7(39), 1-24.

