

Aplicación de la Metodología Seis Sigma para disminuir la variabilidad de la calidad en la producción de hilo para Tejeduría Plana

Application of the Six Sigma Methodology to reduce the variability of quality in the production of yarn for Flat Weaving

Sánchez, Edison; Banda, Lorena; Guerra, Katya; Moposita, Pamela



Edison Sánchez

esanchez@tecnologicosucre.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Sucre, Ecuador

Lorena Banda

lbanda@tecnologicosucre.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Sucre, Ecuador

Katya Guerra

kguerra@tecnologicosucre.edu.ec

Instituto Superior Tecnológico Sucre, Ecuador

Pamela Moposita

pamejoss0906-@hotmail.com

Instituto Superior Tecnológico Sucre, Ecuador

Ecuadorian Science Journal

GDEON, Ecuador

ISSN-e: 2602-8077

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. Esp.3, 2021

esj@gdeon.org

Recepción: 31 Agosto 2021

Aprobación: 24 Octubre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/606/6062738012/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.149>

Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra sus sitios web personales o en depósitos institucionales, después de su publicación en esta revista, siempre y cuando proporcionen información bibliográfica que acredite su publicación en esta revista. Licencia de Creative Commons Las obras están bajo una <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Como citar: Sánchez, E., Banda, L., Guerra, K., & Moposita, P. (2021). Aplicación de la Metodología Seis Sigma para disminuir la

Resumen: El área de Tejeduría es la encargada de entregar un tejido en perfectas condiciones de calidad y cumplir con el tiempo programado. Para ello las Eficiencias Real y Operativa con las que trabajan dentro del área son muy importantes y necesarias de cumplir, ya que esta sección es el cuello de botella de toda empresa, por el tiempo que se demora en tejer un artículo. Para realizar éste estudio nos centraremos en la producción de hilo con las siguientes características: Hilo de urdido: título 20Tex, 100% Co. Hilo de trama: título 23,5Tex, 100% Co. Se empezará con la descripción de la metodología Seis Sigma, que es el enfoque del problema, analizando las metas con las que se manejan en el área de Tejeduría contra la situación actual. A continuación se detallará la segunda parte del Seis Sigma, que es especificar el problema con el análisis histórico del proceso referente a las desviaciones de calidad y sus variables de afectación, se establecerá indicadores de producción y calidad. Estableceremos metas, definiendo métodos de control para disminuir variabilidad en el proceso, realizaremos pruebas de lotes definidos durante el tiempo de producción y su registro de resultados. Seguimiento a pruebas en planta, con su respectiva documentación de resultados. Finalmente, se detallará la última parte del Seis Sigma, que es monitorear resultados y procesos. Medir con indicadores los efectos encontrados en el proceso. Estableciendo métodos y procedimientos exitosos. Definiendo los puntos que requieren controles específicos y cálculos de los resultados obtenidos en eficiencia y calidad.

Palabras clave: Desviación, eficiencia, título, trama, urdido, variable.

Abstract: The Weaving area is in charge of obtaining a fabric in perfect quality conditions and complying with the scheduled time. For this, the Real and Operational Efficiencies with which they work within the area are very important and necessary to comply with, since this section is the bottleneck of any company, due to the time it takes to weave an article. To carry out this study we will focus on the production of yarn with the following characteristics: Warp yarn: 20Tex title, 100% Co. Weft yarn: 23.5Tex title, 100% Co. It will begin with the description of the Six Sigma methodology, which is the focus of the problem,

variabilidad de la calidad en la producción de hilo para Tejeduría Plana. Ecuadorian Science Journal, 5(3), 125-137. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.149>

analyzing the goals with which they are managed in the Weaving area against the situation currently. Next, the second part of Six Sigma will be detailed, which is to specify the problem with the historical analysis of the process regarding quality deviations and their impact variables, production and quality indicators will be established. We will establish goals, defining control methods to reduce variability in the process, we will carry out tests of defined batches during production time and record the results. Monitoring of plant tests, with their respective documentation of results. Finally, the last part of Six Sigma will be detailed, which is monitoring results and processes. Measure with indicators the effects found in the process. Establishing successful methods and procedures. Defining the points that require specific controls and calculations of the results obtained in efficiency and quality.

Keywords: Desviation, Efficiency, Title, Weft, Warp, Variable.

INTRODUCCIÓN

Una fibra textil es una estructura más o menos cilíndrica, que se caracteriza por su flexibilidad, por su pequeña sección transversal y una elevada relación longitud/grosor. (Carrera-Gallissá 2017).



FIG. 1
Fibras naturales: lana y algodón.
<https://issuu.com/emnavillan/docs/p2>

En función de su origen, las fibras se clasifican en: fibras naturales y fibras químicas.

Fibras naturales: Proviene del reino vegetal, animal y mineral.

Fibras químicas: Se obtienen a partir de la transformación de los polímeros que forman las fibras y se subdividen en orgánicas e inorgánicas. Si su origen es orgánico, los polímeros naturales son transformados por agentes químicos, conocidos como fibras artificiales y si son polímeros obtenidos por síntesis química conocidos como fibras sintéticas. Las fibras inorgánicas están constituidas por productos químicos inorgánicos. (Carrera-Gallissá 2017).

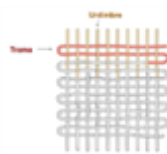


FIG. 4

Esquema de un tejido de calada. Fuente: Recuperado

<http://mildedales.com/wpcontent/uploads/2016/01/ligamento.jpg>

Los hilos de urdimbre se separan formando un espacio geométrico conocido como calada, el hilo de trama atraviesa la calada de un extremo a otro y es empujada por el peine hacia el tejido, posteriormente retrocede el peine, se forma nuevamente la calada con los lizos en distinto orden, pasa la trama y es empujada una vez más por el peine al tejido, este proceso es de constante repetición, a esta operación se le denomina tisaje. (Lockuán 2012)

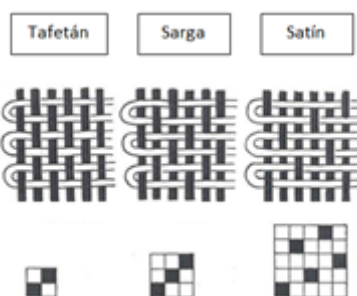


FIG. 5

Esquema de un telar.

Recuperado de <https://www.pinterest.es/pin/450289662719173024/>

Según (Lockuán 2012) “Ligamento es el modo ordenado como se entrecruzan los hilos y las pasadas”; tenemos ligamentos básicos como son el tafetán que se caracteriza por presentar caras iguales, con mayor cantidad de cruces y con altos coeficientes de ligadura; la sarga tiene pocos puntos de ligadura y en su cara principal se forman claramente unas diagonales que dependen directamente del título y de las densidades de la urdimbre y de la trama; por último y no menos importante tenemos el satín que tiene muy pocos puntos de ligadura formando tejidos lisos y brillantes por su cara principal.

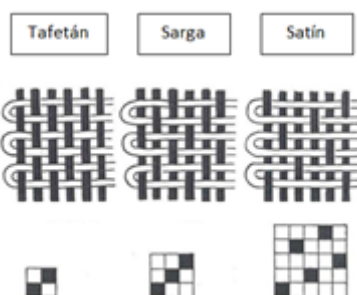


FIG. 6

Esquema de ligamentos básicos.

Recuperado <https://www.thedecoralist.com/dictionnaire/armure-2/>

En una tejeduría el mecanismo formador de calada influye en las roturas de urdimbre, hay varios factores que influyen en los paros de urdimbre como a continuación se describe:

1. Por tensión de urdimbre.

- A baja tensión de urdimbre se genera hilos de urdimbres flojas o saltadas conocidas como bucles.
- A alta tensión de urdimbre se produce roturas de hilo básicamente en hilos débiles a lo largo de su longitud y en materiales finos y débiles.

2. Por abertura de calada anterior.

- Durante la formación de la calada, en lo posible se debe trabajar con la altura y ángulo más bajos que permitan la inserción de la calada con una mínima elongación de los hilos de urdimbre, de tal forma que no haya fricción entre la capa inferior de la urdimbre y el recorrido del hilo de trama; en otras ocasiones evitar el roce de los perfiles de los marcos que contienen los lisos.

Por desfases cuando se tienen tejidos con urdimbres irregulares o preparación de hilos de tres o más hilos por diente.

- Lo ideal es desfazar la calada para mejorar la separación de los hilos, ese desfase se lo puede conseguir con altura de marcos, con abertura de marcos y con desfase de excéntricas, siendo este último la mejor opción ya que separa las capas de urdimbre durante todo el recorrido del marco.

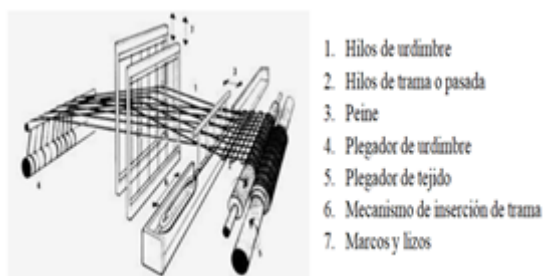


FIG. 7

Por desfases cuando se tienen tejidos

4. Por simetría de la calada posterior

- Por cobertura o tupidez del tejido, se puede producir roturas de urdimbre, esto está en función del título del hilo y la densidad tanto de urdimbre como de trama. Es decir si sólo se depende del título el factor de cobertura es menor y se considera un tejido liviano. Si por el contrario se trabaja un título fino y la densidad de urdimbre es alta, el factor de cobertura del tejido se considera alto y por lo tanto el tejido es pesado, siendo este último el que puede originar roturas por aumento de fricción durante el remate del tejido.

5. Por velocidad de la máquina

- Cuando se conoce que el material tiene problemas desde la preparación, una alternativa es reducir la velocidad de la máquina para evitar roturas durante la formación de la calada y el remate. Esta decisión afecta directamente en la productividad, por lo tanto se debe evaluar reducir la velocidad del telar y medir la mejora en la eficiencia y productividad. (Paredes Darío- Artículo Técnico 2019).

Uno de los objetivos de la tejeduría es trabajar por encima de la eficiencia mínima. La eficiencia es la relación porcentual de las pasadas tejidas y las pasadas posibles en una sala de tejeduría.

$$\text{Eficiencia Telares} = \frac{\text{Pasadas Tejidas}}{\text{Pasadas Posibles de Tejer}} \times 100$$

FIG. 8
Eficiencia de los Telares

Las pasadas tejidas son aquellas que operativamente se obtienen en un periodo de producción y que se concentran en el avance del tejido, esta información se obtiene mediante las diferencias entre los registros del contador de pasadas al inicio y al final del turno.

$$\text{Pasadas posibles de Tejer} = (\Sigma \text{ Telar} \times \text{rpm}) \times 60 \text{ min/h} \times 8 \text{ horas/turno}$$

FIG.9
Pasadas posibles de Tejer

Una revolución es considerada como una inserción

La diferencia entre las pasadas tejidas y las pasadas posibles de tejer se encuentran en los períodos improductivos de cada telar y que pueden denominarse pasadas perdidas. (Victor Arias – Artículo Técnico 2016)

$$\text{Pasadas perdidas} = \text{Pasadas posibles} - \text{pasadas tejidas}$$

FIG.10
Perdidas Pasadas

(Luis María Dicovski – 2016). Media aritmética, es una medida de tendencia central muy usada. La media es la suma de todos los valores de la muestra o población divididos para el total de ellos.

$$\bar{x} = \frac{\sum_1^n x_i}{n} \text{ Muestra}$$

FIG.11
La media

Desviación Estándar, es una medida de dispersión estable y ampliamente usada. La desviación estándar se trabaja con muestras y con poblaciones, su fórmula es:

$$S = \sqrt{\left(\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2\right) / (n-1)}$$

[Desviación Estándar]

(Lockuan 2012) El coeficiente de variación es una medida de dispersión conocida como CV, es un número puro independiente de la unidad de medición. Es el cociente entre la desviación estándar y la media de los datos. Se aplica la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

[El coeficiente de variación]

MÉTODOS Y MATERIALES

Seis Sigma

- El Seis Sigma es uno de los métodos esbeltos (Lean Manufacturing) más utilizado actualmente para mejorar la calidad, usando una base de datos para eliminar los problemas en los procesos de manufactura. El Seis Sigma nos ayuda a reconocer y eliminar el desperdicio (Mike George, 2004).

El Seis Sigma es un método ambicioso, que tiene por objetivo alcanzar una eficiencia de 99,99966%, lo que significa que solo 3.4 productos de cada 1'000.000 de unidades estarán defectuosos o fuera del estándar. Existen diferentes niveles del Seis sigma dependiendo del valor de DPMO (productos defectuosos por cada millón de unidades entregadas). (Luis Socconini, 2015).

NIVEL SIGMA DPMO	DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES	RENDIMIENTO (EFICIENCIA)
6	3	99,9997%
5	233	99,997%
4	6.210	99,379%
3	66.807	93,32%
2	308.537	69,2%
1	690.000	31%

FIG.12
productos defectuosos por cada millón de unidades entregadas
Luis Socconini 2014.

$$DPMO = \frac{1'000000 \times \text{Número de defectos}}{\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades por unidad}}$$

[Continuación, la fórmula para el cálculo del DPMO:]

Ejemplo: Si fabricamos un determinado hilo y tenemos un nivel de Sigma 3, significa que 66.807 de cada millón de metros de ese código de hilo que vendamos no llegan al cliente dentro de los estándares establecidos.

Filosofía de mejora continua PHVA.

- Partiendo del pensamiento del Estadístico estadounidense William Edwards Deming creador del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), quien dijo “Al mejorar la calidad, las empresas disminuirán los gastos, así como aumentarán la productividad y la cuota de mercado”. (Dr. W. Edwards Deming).

Para el presente proyecto, utilizaremos la filosofía PHVA para la aplicación del programa Six Sigma, por ser un ciclo para la mejora de la calidad. El PHVA es una guía lógica y racional de actuar en una gran variedad de situaciones, siendo la principal resolver problemas. (Luis Socconini, 2015).

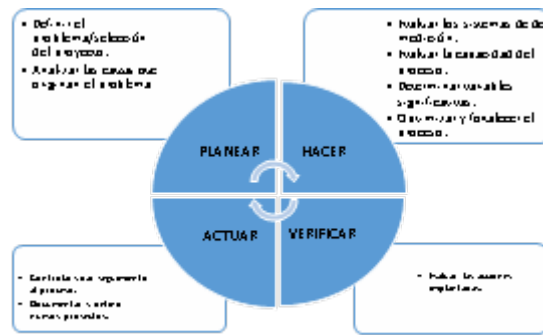


FIG.13
El PHVA
propia

En la primera fase planear, para el análisis de problemas, utilizaremos herramientas como: metodología A3, diagrama causa efecto y diagrama de control de proceso.

A3 para el Análisis de problemas.

- disminuir

Es una herramienta de comunicación para resolver problemas concretos de manufactura, con la aplicación de la Metodología de Deming PHVA, se llama A3 porque toda la información estará plasmada en una hoja formato A3 (297mm x 420mm), para estandarizar la manera de innovar, planificar y resolver problemas. El formato está constituido por los siguientes pasos (Shook, J. 2008):

Diagrama causa efecto (Diagrama de Ishikawa).

- Partiendo de que la variabilidad de una característica de calidad es un efecto de múltiples causas, el diagrama causa-efecto nos permite organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema, motivando al análisis y discusión de los equipos de trabajo, de tal manera que se pueda comprender el problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificando así las posibles soluciones, para la toma de decisiones y establecer los planes de acción. (George Eckes 1996).

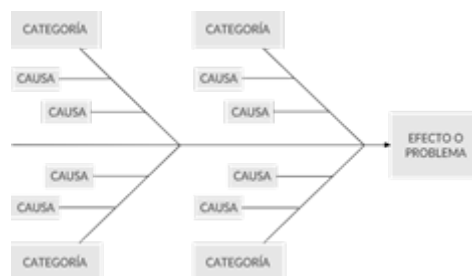


FIG.14
Diagrama de Ishikawa
Kanbantool 2009-2021

Diagrama de Control de Proceso

- Es la representación gráfica de los pasos u operaciones donde se realizará el plan de mejoramiento continuo, identificando los proveedores, insumos, nombre del proceso, productos y los clientes. (George Eckes 1996).

Con base en los planeamientos de W. Shewart y luego E. Deming con el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), tenemos la lógica básica de mejoramiento de procesos y con ello el DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar) del Seis Sigma.



FIG.15
Diagrama de Control de Proceso
P. Neuman y Cavanagh 2002

RESULTADOS

Los límites de especificación establecidos para los hilos de trama y de urdido con sus correspondientes valores superiores e inferiores para cada uno, se muestra en la siguiente tabla:

- Especificaciones para el título de hilo.

TABLA 1
Especificaciones para el título de hilo.

URDIDO (Especificaciones)		
Límite inferior	Estándar	Límite superior
19.70	20.00	20.30
Tex	Tex	Tex

TABLA 2
TRAMA

TRAMA (Especificaciones)		
Límite inferior	Estándar	Límite superior
23.20 Tex	23.50 Tex	23.80 Tex

- Límite de control para Coeficiente de Variación % (CV%) para urdido y trama determinándose el valor de 1.5%, de acuerdo al análisis de los históricos.

Corresponde a continuación presentar la toma de datos obtenidos en las pruebas de control de calidad de los hilos de trama y urdido, desde la semana 1 hasta la semana 24 del año, realizando 20 muestras por prueba de cada hila, luego obtendremos el promedio de cada prueba y su Coeficiente de Variación.

Para efectos de análisis y realización de gráficos, tomaremos los promedios semanales que se obtuvieron en las pruebas.

Títulos de Hila de Urdido 20 Tex.

TABLA 3
Títulos de Hila de Urdido 20 Tex.

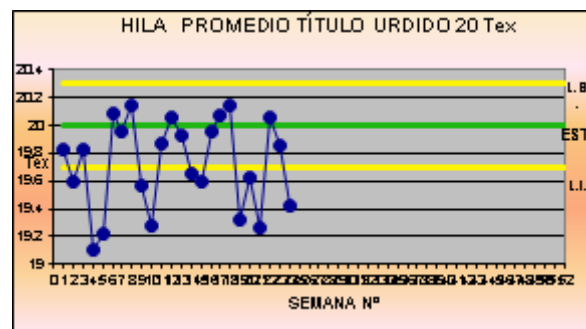


TABLA 4
Títulos de Hila de Trama 23.5 Tex.

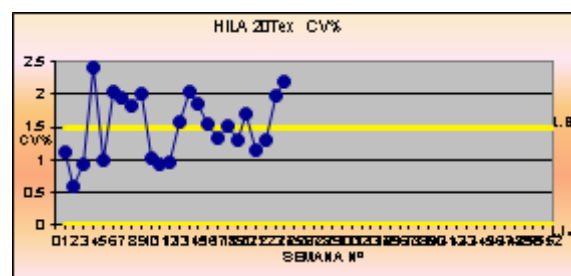


TABLA 6
Títulos de Hila de Trama 23.5 Tex.

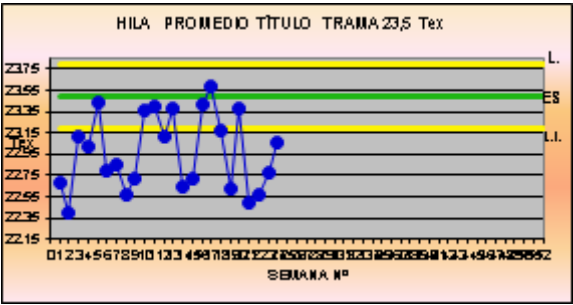
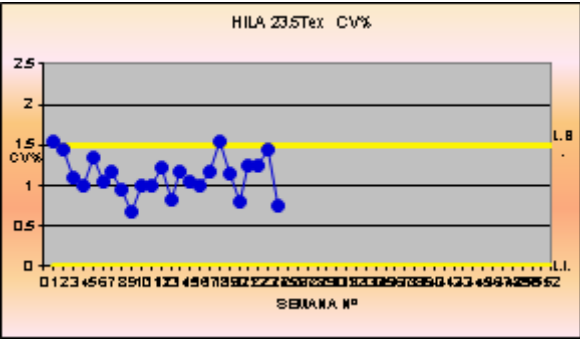


TABLA 7
CV% de la Hila 23.5Tex



Discusión

De acuerdo con los análisis realizados a las muestras, al hacer un comparativo de las gráficas de control de Títulos y CV% de cada hilo producido en un periodo de 24 semanas se determina que el material se encuentra con mucha variabilidad, los promedios de las pruebas se encuentran cerca al límite inferior de control, y muchas, fuera de éste. Lo que muestra que por lo menos el 50% de los valores individuales de cada prueba están fuera de control, y lo corroboramos con la gráfica del CV%.

En lo que se refiere al hilo de urdido, el cual en el proceso de tisaje es el que está sometido a mayor esfuerzo y tensión, los datos obtenidos son más contundentes, ya que los títulos nos muestran que de sus promedios, 11 mediciones se encuentran fuera del límite inferior, y al mirar la gráfica del CV%, en la cual 13 mediciones están fuera del límite de control establecido, nos llevan a asegurar que se debe realizar acciones correctivas en el proceso de esta hila.

Para el hilo de trama tenemos 17 mediciones que se encuentran fuera del límite inferior de especificación, aunque su variabilidad dada por el CV% la mayoría de mediciones se encuentran dentro de estándar, se tiene una tendencia a producir un hilo más delgado, de igual forma que con el hilo de urdido se debe tomar correctivos para ubicar sus mediciones más centrales posibles.

La variabilidad obtenida en las pruebas realizadas afectan a la calidad del tejido que está produciendo estos hilos, ya que la tela va a tener un peso menor que el especificado en su hoja técnica, lo que hace que cambie sus características finales por el título muy bajo y su CV% fuera de estándar.

Para la Tejeduría Plana se necesita que el hilo sea lo más regular posible, cuando tenemos mucha variabilidad se produce irregularidad en el tejido, lo que da un aspecto de sombras, además de paros continuos del proceso, por la rotura de los hilos, lo que provoca una baja Eficiencia en la sala.

A continuación se realiza un análisis de los paros en Tejeduría, mediante una gráfica de Ishikawa:

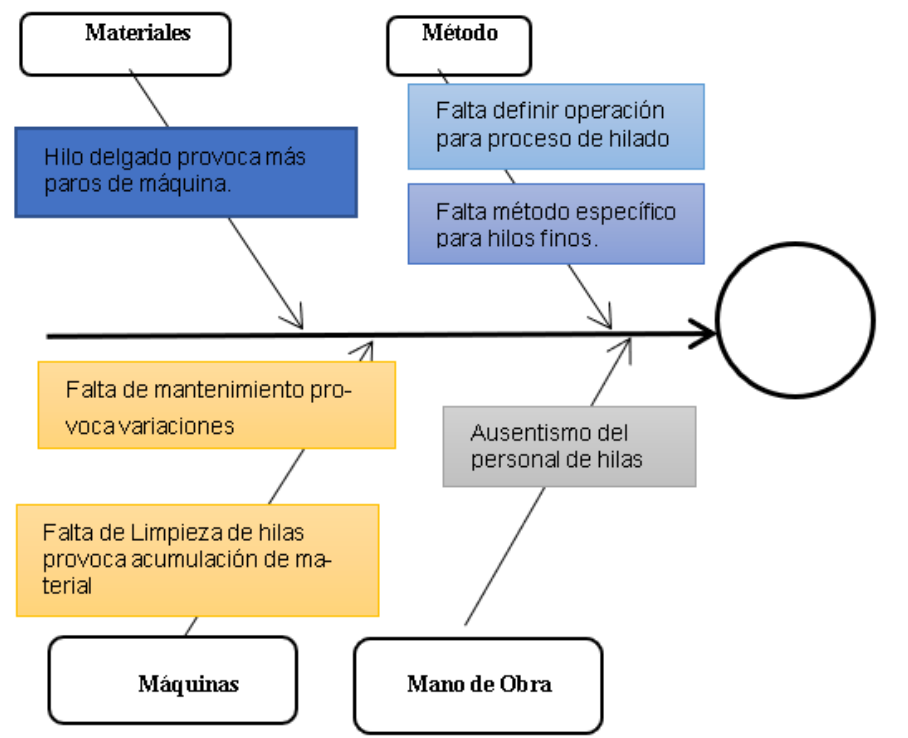


FIG.16
Diagrama de Ishikawa para Paros de Telar

En el análisis del diagrama de Ishikawa se determina diferentes causas para la presencia de los paros de telar por lo que se formarán grupos de trabajo multiseccional, que se encargarán de llegar a la causa raíz de cada uno de ellos y eliminarlos.

CONCLUSIONES

- Se debe continuar con los controles realizados en ésta investigación, para prevenir la variabilidad en el proceso de hilado, mediante las gráficas de control podemos tomar acciones antes que los títulos se salgan fuera de especificaciones.
- Implementar métodos operacionales estandarizados para mejorar el control en el proceso de hilatura, además de capacitaciones al personal sobre la ejecución de los nuevos métodos.
- Analizar los defectos de una manera holística y tomar en cuenta todas las interacciones que se llevan a cabo dentro del proceso textil.
- Revisar de una manera periódica los procedimientos operacionales, para que se pueda ir añadiendo nuevos cambios e ideas de los equipos de trabajo de las secciones de la planta.
- Utilizar siempre, de una manera eficiente, el método Seis Sigma en los procesos textiles, aplicando sus cinco pasos, Definir: identificamos la oportunidad de mejora; Medir: obtuvimos datos del proceso anterior al tejido; Analizar: identificamos las causas de la variación; Implementar: desarrollamos e implementamos soluciones; y Controlar: instalar controles para evitar futuros defectos.

BIBLIOGRAFÍA

Aruta, Francisco, (1980). Diccionario de la Industria Textil. España.

- Besterfield, Dale. (1994). Control de Calidad. Cuarta Edición. México.
- Carrera, Gallissá Enric, (2017). Física Textil: Propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles Universidad Politécnica de Catalunya, primera edición julio, Terrassa.
- Dicovski, Luis María. (2016). Estadística Básica para Ingenieros.
- George Eckes. (1996). El Six Sigma para todos. Norma Editorial. Bogotá.
- George, Mike. (2004) ¿Qué es el Six Sigma Esbelto? Panorama Editorial S.A. México.
- Giraldo, John Fabio. (2015). Manual Técnico Textil, cuarta edición, Medellín Colombia.
- Kanban tool. (2009-2021). Shore Labs. ¿Qué es el Análisis de Causa Raíz? Obtenido de: <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/analisis-de-causa-raiz>. 15 agosto 2021.
- Lockuán, Fidel Eduardo, (2013). La Industria Textil y su control de calidad: Fibras textiles, Versión 0.1, bajo licencia Creative Commons Atribucion-NoComercial-Compartirlgual 3.0 Unported. Basada en una obra en <http://fidel-lockuan.webs.com>.
- Lockuán, Fidel Eduardo. (2012). La Industria Textil y su control de calidad: Tejeduría, Segunda revisión, bajo licencia Creative Commons Atribucion-NoComercial-Compartirlgual 3.0 Unported. Basada en una obra en <http://fidel-lockuan.webs.com>.
- Lockyer, Keith. (1990). Control de Calidad y Producción Industrial. Tomo I. Ediciones Alfaomega.
- Pande, Neuman y Cavanagh. (2002). Las claves del Seis Sigma. McGraw-Hill. México.
- Socconini, Luis. (2014). Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la Excelencia en los Negocios. 1ª edición Marge Books Editorial. Barcelona.