

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Posgrados**

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN: CASO DE ESTUDIO EN  
UNA EMPRESA TEXTIL SIGUIENDO UNA METODOLOGÍA DMAIC**

**Karen Alejandra Benavides Flores**

**Pablo Burneo MSc.  
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito  
para la obtención del título de Magister en Ingeniería Industrial, Mención Calidad y  
Productividad

Quito, 16 de diciembre de 2019

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**COLEGIO DE POSGRADOS**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Aplicación de herramientas lean: caso de estudio en una empresa textil  
siguiendo una metodología DMAIC**

**Karen Alejandra Benavides Flores**

Firmas

Pablo Burneo, MSc.

Director del Trabajo de Titulación

---

Carlos Suarez, PH.D.

Director del Programa de Maestría en  
Ingeniería Industrial

---

Cesar Zambrano, Ph.D.

Decano del Colegio de Ciencias e  
Ingenierías

---

Hugo Burgos, Ph.D

Decano del Colegio de Posgrados

---

**Quito, 16 de diciembre 2019**

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:	_____
Nombre:	Karen Alejandra Benavides Flores _____
Código de estudiante:	00204210 _____
C. I.:	100359751-3 _____
Lugar, Fecha	Quito, 16 de diciembre de 2019 _____

## **DEDICATORIA**

A mis padres,

Con mucho amor dedico mi esfuerzo y sacrificio a lo largo de esta maestría,  
Ya que con su cariño y preocupación he podido culminar una meta más en mi vida

A mis hermanos,

Por sus consejos y paciencia a lo largo de este camino,  
Me han dado fuerzas para superar este reto

**Karen Alejandra Benavides Flores**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por la realización de este proyecto de titulación, porque a lo largo de este tiempo me llenó de bendiciones, dándome fuerza en mi debilidad, energía en mi agotamiento y fe ante mis dudas, permitiéndome alcanzar este sueño.

Agradecer a la Universidad San Francisco de Quito por permitirme formar profesionalmente, también a mi tutor y guía, Pablo Burneo, quien con su dedicación, esmero y conocimientos aportó al desarrollo de este trabajo de investigación. De igual manera deseo agradecer a los profesores quienes formaron parte de mi tribunal: Sonia, Gaby y Carlos quienes con sus aportes permitieron que este trabajo sea de calidad.

También quiero agradecer a la empresa “ModArte” por darme la apertura de realizar este proyecto, escuchando las propuestas e implementándolas de manera inmediata, además a todo el personal de la organización quienes formaron parte de estos cambios con su colaboración.

Gracias a mi familia que cada día supo brindarme todo el apoyo para nunca rendirme y seguir adelante, también por su paciencia y consejos que me ayudaron a la finalización de una etapa importante en mi vida. En fin, gracias a todas las personas que estuvieron en este camino, que de alguna manera supieron aportar con su granito de arena.

## RESUMEN

Este proyecto tiene el propósito de mejorar la calidad y productividad en la elaboración de camisas formal manga corta talla L, donde se aplica la metodología DMAIC con herramientas Lean, para ello, se recolectó 120 camisas mediante un muestreo sistemático en dos lotes de producción de la empresa textil “ModArte” con el fin de conocer la estabilidad del proceso mediante gráficas de control, examinar los índices de capacidad para saber si se están entregando productos dentro de especificación. Se realizó diferentes mejoras de las cuáles se puede destacar la estandarización del proceso de corte, reducción del número de capas, parte de la metodología de las 5s, Poka Yokes para mejorar el método de tendido-corte y así reducir la variabilidad de tallas y la devolución de productos defectuosos a la empresa. Los resultados evidencian que se redujo la devolución de productos no conformes en 6 puntos porcentuales, actualmente se entregan la mayoría de productos dentro de especificación y finalmente se obtuvo un ahorro de tela de 1.12m/camisa a 0.98m/camisa, generando un ahorro de 0.53\$/camisa. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de la metodología DMAIC tiene un impacto positivo al mejorar la productividad y aumentar el nivel de satisfacción del cliente.

**Palabras Claves:** Metodología DMAIC, Lean Six Sigma, empresa textil, productos defectuosos, variabilidad, satisfacción del cliente.

## ABSTRACT

This project has the purpose of improving the quality and productivity in the elaboration of formal shirts short sleeve size L, where the DMAIC methodology with Lean tools is applied, for this, 120 shirts were collected by systematic sampling in two production batches of the Textile company “ModArte” to know the stability of the process through control charts, examine the indexes of capacity to know if products are being delivered within specification. Different improvements were made of which the standardization of the cutting process, reduction of the number of layers, part of the 5s methodology, Poka Yokes can be highlighted to improve the laying-cutting method and thus reduce the variability of sizes and return of defective products to the company. The results show that the return of non-compliant products was reduced by 6 percentage points, currently most products are delivered within specification and finally a fabric saving of 1.12m / shirt to 0.98m / shirt was obtained, generating savings of \$ 0.53 / shirt. Therefore, it is concluded that the application of the DMAIC methodology has a positive impact by improving productivity and increasing the level of customer satisfaction.

**Keywords:** DMAIC methodology, Lean Six Sigma, textile company, SMEs, cost effectiveness, customer satisfaction.

## TABLA DE CONTENIDO

PORTADA .....	1
HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN .....	2
© DERECHOS DE AUTOR.....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTOS .....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
TABLA DE CONTENIDO .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
GRÁFICOS.....	13
CUADROS.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
Empresa.....	16
Objetivos:.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos: .....	18
REVISIÓN LITERARIA .....	19
METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
Definir (D) .....	22
Medir (M).....	23
Analizar (A) .....	23
Mejorar (I).....	23
Controlar (C).....	24



DESARROLLO .....	25
Fase definir.....	25
1. Selección de producto estrella. ....	25
2. Diagrama SIPOC. ....	26
3. Voz del Cliente .....	28
3.1. <i>Cliente Externo</i> .....	28
3.2. <i>Cliente Interno</i> .....	31
4. Voz del Negocio. ....	31
4.1. <i>Análisis de Rendimiento de Materia Prima</i> . ....	31
4.2. <i>Rendimientos de cada subproceso</i> . ....	33
4.3. <i>Pérdidas por desperdicio</i> . ....	33
4.4. <i>Tallaje de ModArte</i> .....	34
5. Project Charter .....	36
Fase medir.....	37
1. Diagramas de Flujo .....	37
2. Plan de Mediciones .....	38
3. Análisis del Sistema de Medición. Estudio R&R .....	38
4. Plan de Muestreo.....	40
5. Recolección de Datos.....	40
6. Medición de la Estabilidad del proceso .....	41
Fase analizar.....	47
1. AMEF .....	47
2. Determinación de la capacidad del proceso.....	49
3. Análisis de problemas de corte .....	50
4. Diagrama de causa y efecto (ISHIKAWA) .....	52
Fase mejorar.....	53
1. Mejora en el sistema de medición.....	53

	10
2. Aplicación de las 5S.....	54
3. Andon: pizarrón de tiza líquida.....	55
4. Orden de Requisición de Insumos .....	56
5. Adquisición de cortadora semi-industrial .....	56
6. Poka yoke.....	57
6.1. Colocación de Adhesivos. ....	57
6.2. Límites para corte. ....	58
7. Orden de producción.....	58
8. Estandarización del proceso.....	59
9. Reducción del número de capas.....	60
Análisis Económico .....	61
1. Detalle de la inversión en mejoras realizadas .....	61
2. Mejoras propuestas a mediano o largo plazo .....	63
Fase controlar.....	65
3. Procedimiento para realizar un corte de tela correcto.....	65
4. Check list de Verificación.....	65
5. Capacidad del proceso después de las mejoras implementadas.....	68
CONCLUSIONES .....	70
RECOMENDACIONES.....	71
LIMITACIONES .....	72
REFERENCIAS .....	73
ANEXOS.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Rendimiento de materia prima .....	32
Tabla N° 2 Gastos adicionales de materia prima .....	32
Tabla N° 3 Rendimiento de cada subproceso .....	33
Tabla N° 4 Tallaje de ModArte .....	34
Tabla N° 5 Variabilidad en tallas.....	35
Tabla N° 6 Carta De Definición .....	36
Tabla N° 7 Inversión de las mejoras .....	62
Tabla N° 8 Diferencia económica después de la reducción de capas .....	62
Tabla N° 9 Costo por mala calidad.....	63
Tabla N° 10 Ahorro Total de las mejoras realizadas .....	63
Tabla N° 11 Tiempo de recuperación de la inversión .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Productos vs. Venta Mensual de la empresa "ModArte" .....	16
Figura N° 2: venta mensual de camisas por talla año 2018 .....	25
Figura N° 3 Diagrama SIPOC .....	27
Figura N° 4: Dimensiones de control de medidas .....	35
Figura N° 5: Flujograma del subproceso de tendido y corte .....	37
Figura N° 6 Cintas métricas .....	53
Figura N° 7 Área de corte .....	55
Figura N° 8 Pizarra de tiza líquida.....	55
Figura N° 9 Cortadora industrial manual.....	57
Figura N° 10 Adhesivos para afilar cuchillas .....	57
Figura N° 11 Límites de corte.....	58
Figura N° 12 Ficha de producción.....	59
Figura N° 13 estandarización del proceso .....	60
Figura N° 14 Rendimiento tela (antes) .....	61
Figura N° 15 Rendimiento tela (después).....	61
Figura N° 16 Tendedora de Tela.....	64
Figura N° 17 Diagrama de flujo actualizado .....	65
Figura N° 18 Capacidad del proceso de corte de longitud de pecho .....	68
Figura N° 19 Capacidad del proceso de corte de longitud de cintura.....	68
Figura N° 20 Capacidad del proceso de corte de longitud de altura.....	69

## GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Variabilidad de Tallas .....	28
Gráfico N° 2 Tiempo de entrega.....	29
Gráfico N° 3 Forma del cuello.....	29
Gráfico N° 4 Burbujas en cuello.....	29
Gráfico N° 5 Empaque.....	30
Gráfico N° 6 Tamaño de Escote .....	30
Gráfico N° 7 Seguridad en Botón .....	30
Gráfico N° 8 Gráfica de Control para contorno de Pecho .....	42
Gráfico N° 9 Gráfica de Control para contorno de Cintura.....	42
Gráfico N° 10 Gráfica de Control para Altura.....	42
Gráfico N° 11 Gráfica de Control para Pecho Lote 2.....	43
Gráfico N° 12 Gráfica de Control para Atura Lote 2 .....	44
Gráfico N° 13 Gráfica de Control para Cintura Lote 2.....	44
Gráfico N° 14 Herramienta de control para la medición de longitud de pecho.....	45
Gráfico N° 15 Herramienta de control para la medición de longitud de cintura .....	46
Gráfico N° 16 Herramienta de control para la medición de longitud de altura .....	46
Gráfico N° 17 Capacidad del proceso de corte en relación a la longitud de pecho.....	49
Gráfico N° 18 Capacidad del proceso de corte en relación a la longitud de cintura .....	50
Gráfico N° 19 Capacidad del proceso de longitud de altura.....	50

## CUADROS

Cuadro N° 1 Plan de recolección de datos.....	38
Cuadro N° 2 Análisis del Modo y Efectos de Falla.....	48
Cuadro N° 3 Tipos de Corte en la Empresa ModArte.....	51
Cuadro N° 4 Orden de requisición.....	56
Cuadro N° 5 Check list de Verificación de Octubre.....	66

## INTRODUCCIÓN

El mundo día a día está sujeto a cambios y las organizaciones son víctimas de esto (González, 2011). Para la organización es complejo adaptarse a cambios de manera rápida, ya sea por miedo, dificultad o resistencia (Fernández, 2014). La competencia organizacional crece cada día y las exigencias del cliente son aún mayores (Cadalso, Becerra, Albojaire, & López, 2016). Los cambios repentinos han cerrado empresas de gran tamaño y suficiente estabilidad (Puerto, 2010), sin embargo, las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), se encuentran intentando sobrevivir a esta cadena de transición y mantenerse dentro del mercado, generando competencia y especialmente satisfacción al cliente (Valdés & Sánchez, 2012). Cabe recalcar que las pymes juegan un papel muy importante para la economía mundial y sin ellas grandes empresas no lograrían éxito total (Delfín & Acosta, 2016).

En el mundo, las pymes representan más del 90% del total de las empresas y son las mayores generadoras de empleo entre un 60% y 70% (ONU, 2018).

En Ecuador en el año 2016 se contabilizaron 843.745 empresas, de las cuales el 90.5% son microempresas, seguidas con el 7.5% de pequeñas empresas (INEC, 2017). Sin embargo, 7641 empresas ecuatorianas fueron disueltas el mismo año, debido al déficit económico (Alarcón, 2017) y otras podrían ser al mal manejo operativo o administrativo (León, 2017).

Ante esta situación, agravada por la feroz competencia en los mercados, unido a las exigencias cada vez mayores de los clientes, el sector empresarial debe implantar estrategias, con premura, que mitiguen el estrechamiento económico actual que amenaza, sobre todo, a la micro y pequeña empresa (Socconini & Reato, 2019).

En el presente proyecto, se tiene la expectativa de poder recabar, procesar y analizar información útil para determinar fuentes de variación que potencialmente puedan estar afectando la producción de productos conformes, en una empresa manufacturera del sector pymes.

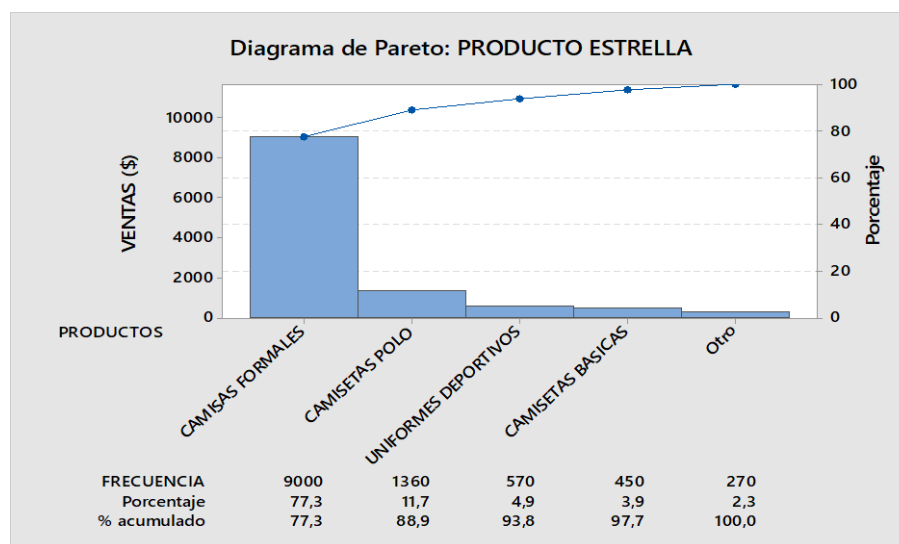
## Empresa

La Gerencia de ModArte, ha decidido hacer adecuaciones a fin de permanecer en el mercado para suministrar prendas laborales. “ModArte perteneciente al sector textil de la pyme y localizada en Ibarra, fue creada en el año 2016 con el objetivo de elaborar uniformes de trabajo requeridos por las empresas industriales y comerciales”. (Vásquez, S, comunicación personal, 27 de mayo del 2019).

Actualmente, la empresa cuenta con un personal de 8 trabajadores y posee una planta física de producción en línea en donde se desarrolla los subprocesos de: mercadeo y compra, diseño y digitalización de las prendas, patronaje, corte, confección, pulido, empaque, almacenamiento y despacho (Vásquez, S, comunicación personal, 27 de mayo del 2019).

A la fecha, el volumen de la totalidad de los productos elaborados por ModArte, en correspondencia a las solicitudes de las órdenes de compra por lote, asciende a 500 prendas promedio por mes; esta producción incluye una amplia gama de productos, entre los cuales sobresale por su recurrente demanda las camisas formales. (Alferes, D, comunicación personal, 27 de mayo del 2019). (Ver figura 1).

**Figura N° 1: Productos vs. Venta Mensual de la empresa "ModArte"**



**Elaborado por:** Karen Benavides.

**Fuente:** (Vásquez, 2019; Paredes, 2019)



Los principales clientes de ModArte son las empresas de transporte de pasajero del Norte del país, entre los cuales se puede destacar: “Coop. Atahualpa”, “Coop. Los Pupos”, “Tax Gacela”, “Expreso Turismo”, “Expreso Tulcán”, “Sindicato de Choferes de Imbabura” “Graficolor”, entre otras (Vásquez, 2019); y participa en un mercado textil donde concurren competidores de origen local, nacional e internacional, siendo el más consolidado confecciones EDWARDS de origen colombiano, seguido en orden de importancia por Textil Rodal en la localidad de Atuntaqui (Segovia, Revelo, & López, 2019).

Desde sus inicios, la Alta Dirección se ha fijado como objetivo estratégico incrementar a razón de no menos del 20% de la producción del año anterior, definiendo políticas que permitan desarrollar capacidades competitivas frente a su competencia (calidad, costos y tiempo de entrega). (Vásquez, S, comunicación personal, 27 de mayo del 2019). Especial importancia se le viene dando a la calidad de los productos y la satisfacción de los clientes, lo cual ha resultado en incrementos de hasta el 15% en su demanda, lo que ha ocasionado una alteración en el incremento del volumen de las operaciones (incremento porcentual por año de volumen de producción en bruto). (Alferes, D, comunicación personal, 27 de mayo del 2019). “Actualmente, sin embargo, se han registrado devoluciones sobre el 9% y reclamos de clientes del 12% en el año 2018, dentro de las cuales se destaca la variabilidad de tallas que presentan las prendas elaboradas, que obliga a la reposición de los productos no conformes (fábrica oculta); lógicamente esta situación afecta los niveles de productividad y la rentabilidad del negocio ya que se han registrado pérdidas atribuibles de \$16.000 USD anuales aproximadamente por cuestión a productos y partes no conformes”. ). (Vásquez, S, comunicación personal, 27 de mayo del 2019).

La organización considera que la solución a estos problemas, debe hacerse con un enfoque sistémico y no mediante acciones remediales puntuales. Dentro de las distintas opciones, los planteamientos del sistema de gestión de calidad, incluyendo el enfoque DMAIC, se considera lo más apropiado para abordar dicha situación. A tal efecto se ha propuesto realizar un análisis exhaustivo de su línea de producción, a fin de caracterizar los factores adversos e introducir mejoras que incidan en el aumento de la producción, satisfaciendo así los requerimientos de su importante clientela y con la perspectiva de poder atender las demandas potenciales presentes a nivel nacional.

## **Objetivos:**

### **Objetivo General**

Mejorar la calidad y productividad de una empresa textil, en la confección de camisas, mediante la aplicación de la metodología Lean Seis Sigma, con el fin de establecer procedimientos y controles adecuados para evitar reprocesos y conseguir la satisfacción del cliente.

### **Objetivos Específicos:**

- Definir con claridad los requerimientos, expectativas del cliente y las especificaciones técnicas del producto, que permitirán encontrar inconformidades que serán el objeto de la actividad de mejoramiento.
- Recopilar la información necesaria para medir el desempeño del proceso y evaluar las condiciones actuales de la empresa.
- Analizar la situación real de la empresa y determinar fuentes de variación.
- Implementar acciones correctivas enfocadas a los problemas de calidad para conseguir la satisfacción del cliente, determinando los índices financieros que permitan conocer la utilidad empresarial y sus beneficios.
- Elaborar un plan de control para el mejoramiento de la calidad el cual permita establecer parámetros, métodos y estándares de calidad que debe cumplir la empresa para obtener un producto no defectuoso.

## REVISIÓN LITERARIA

Aplicar la metodología Lean Seis Sigma cambia completamente no solo a las organizaciones, sino también al pensamiento de los trabajadores, las empresas son flexibles a los cambios rápidos que existen en el mercado y se adaptan a las exigencias de los clientes (Oláh & Popp, 2016). No solo se aplica una metodología Seis Sigma, sino también una metodología Lean (Chugani, Kumar, Garza, Rocha, & Upadhyay, 2017).

Por un lado, la metodología Lean hace más eficiente a los procesos en la industria, ya que reduce actividades que no aportan valor (Tourón, 2016), tales como, inventarios excesivos, reprocesos, transportes, inspección; así como también tiempos asociados a actividades burocráticas, tiempos muertos, de cambio o puesta a punto e incluso lo referente al layout de planta que a su vez guarda relación con movimientos secuenciales del proceso productivo. (Menéndez, 2014). La metodología Lean identifica el flujo de valor del producto y elimina desperdicios del proceso (Cuatrecasas, 2010), además, usa técnicas de gestión pull dentro de las líneas de producción (Berenguer, 2015), es decir, Lean manufacturing desarrolla una mejora continua, identificando el valor del proceso desde la perspectiva del cliente hasta llegar a la perfección (Tejeda, 2011).

Por otro lado, se encuentra la metodología Seis Sigma que permite realizar una mejora continua a todo el proceso a través de la medición y descripción del mismo, en donde identifica la causa raíz del problema basada en datos estadísticos, para alcanzar la excelencia organizacional y la satisfacción del cliente (Garza, González, Rodríguez, & Hernández, 2016). Su principal objetivo es la mejora de un producto existente, así como también lograr objetivos financieros y con ello dar valor a la organización, para ello se le da principal importancia al estudio de las fuentes de variación y la implementación de estrategias para su efectiva reducción. (San Gabriel, Temblador, & De la Rosa, 2017). La estrategia de la metodología Seis Sigma se sintetiza en el acrónimo DMAIC, el cual se traduce en la realización de 5 macro actividades, cada una correspondiente a una letra del acrónimo cuyo significado son: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar (Nilakantasrinivasan & Nair, 2005).

El conjunto de estas dos metodologías representa una gran oportunidad para que las organizaciones incrementen significativamente mejoras tanto en la calidad de sus productos

como de sus procesos para mayor satisfacción del cliente, elevando su capacidad competitiva (Reyes, 2002; Jordan, Kuzar , Rihar , & Berlec, 2019).

Para ello, Kankariya & Valase (2017) investigan la mejora del rendimiento en una gran industria de prendas de vestir mediante la reducción de defectos utilizando metodología seis sigma, lo cual destacaron que hoy en día, la globalización y el aumento de empresas en el sector textil industrial es mucho más competitivo y esto ha generado preocupación; por lo que es necesario aumentar la calidad en las prendas de vestir. Al finalizar el estudio, reportaron un porcentaje de reducción de defectos a 4,34%, por lo que recomiendan aplicar la metodología Seis Sigma en otras industrias ya que es una iniciativa estratégica para aumentar la rentabilidad, aumentar la participación del mercado y mejorar la satisfacción del cliente. Desafortunadamente los autores no reportaron el beneficio financiero.

Grupta (2013) realizó una aplicación de la metodología DMAIC para aumentar la calidad del hilo en una planta de producción textil, concluye que aplicar dicha metodología aumentó el valor sigma en la planta textil, disminuyendo las fallas en la ruptura del hilo final, siendo un éxito aplicar este tipo de metodología en grandes industrias, mecanismo que no se aplica en las pymes.

Además, Felizzola y Luna (2014) mencionan que la implementación de la metodología seis sigma en grandes empresas manufactureras y de servicio a nivel mundial, ha sido un éxito, mientras que la implementación a pequeñas y medianas empresas evidencian dificultades y pocas personas se enfrentan a esto, debido a muchos factores como poca información, limitación de recursos financieros, talento humano, falta de liderazgo, resistencia al cambio, entre otras. Aplicar la metodología seis sigma proporciona estrategias para cambiar a las organizaciones, produciendo ahorros significativos en grandes empresas y que dicha metodología es más eficiente que la aplicación de otras. Sin embargo, se recalca que no se identifica la aplicación de dicha metodología en pymes, aun sabiendo que las pequeñas y medianas empresas son la sangre vital de las economías modernas y que las mismas actúan como proveedores de grandes organizaciones (Jiju, Maneesh, & Madu, 2005).

Las pequeñas y medianas empresas desempeñan un papel muy importante en toda la economía, sin embargo, para las mismas no es fácil aplicar la metodología seis sigma, especialmente a las

pymes de Ecuador, debido a que desconocen por completo las herramientas estadísticas (Terán & Alvarado, 2016).

De acuerdo a la información detallada por INEC (2018), en la investigación del índice de producción en la industria manufacturera, se concluye que del año 2017 al 2018 existió una reducción de la producción manufacturera en el país, entre ellos se destaca el sector textil que presentó una variación mensual y acumulada de -9.53% con respecto al año 2017 (INEC, 2018).

De acuerdo a la información recabada, se evidencia el potencial de la aplicación de la metodología Lean Seis Sigma en el sector grande de la industria textil, de ahí, se presenta un reto para las pequeñas y medianas empresas que aspiren a un crecimiento y mantenimiento del negocio en la fabricación textil implantando entre otros aspectos, la aplicación de avances tecnológicos incluyendo entre ellos la tecnología seis sigma, por tal razón se convierte una necesidad el aplicar esta metodología en una pyme.

# METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La opción de la metodología Lean Seis Sigma es adaptable en empresas manufactureras, sobre todo en aquellas con alto componente de trabajo artesanal (Tolamatl, Gallardo, Varela, & Flores, 2011), esta metodología, suministran herramientas y métodos para implantar cómo se ha de alcanzar los niveles de calidad de las organizaciones (Barrera, Cambra, & González, 2017). Así, Seis Sigma presenta métricas que permiten medir el desempeño de los procesos, se fundamenta en el mejoramiento continuo y se concentra en el objetivo de obtener una categoría internacional al solo producir 3,4 defectos por millón de oportunidades (Anrango & Ángel, 2012). Finalmente, Lean Seis Sigma se apoya en herramientas estadísticas y administrativas en el mejoramiento del desempeño de los procesos y productos (Arias, Portilla, & Cataño, 2008). A continuación, se describe las cinco etapas de la Metodología Seis Sigma.

## **Definir (D)**

En esta fase se identifica el problema principal que afecta a la organización y los objetivos del proyecto (Tong, Tsung, & Yen, 2004). Los objetivos de esta fase son:

- Reconocer el proceso actual de la empresa (Pimsakul, Somsuk, Junboon, & Laosirihongthong, 2013).
- Conocer la voz del cliente interno y externo (CTQs) (Gutierrez & de la Vara, 2013), para identificar las Características Críticas para la calidad.
- Establecer las características críticas del proceso.
- Planificar y documentar el proyecto. (Socconini, 2016).

Es importante reconocer los procesos de la empresa y para ello es necesario emprender una investigación “gemba” (Ingrande, 2015), es decir, ir al lugar de trabajo y entender todo el sistema (Felizzola & Luna, 2014). Reconocer el proceso de estudio exponiéndolo lo más claro posible mediante un diagrama de Pareto (Jin & Khanduja, 2015) y visualizar a todo el proceso de forma general mediante un diagrama SIPOC (Pacheco, 2019).

Para el crecimiento de la organización, es necesario entender los requerimientos del cliente y sus necesidades, mediante la aplicación de encuestas (Muguira, 2019). Esto mantendrá a la empresa en alerta para cualquier cambio que se genere en el medio (Estévez, 2015).

La experiencia de los trabajadores es indispensable para determinar donde acontecen los problemas críticos (Galvano, 1995), ya sea con entrevistas estructuradas (Miranda, Chamorro, & Rubio, 2007), o por medio del brainstorming (García I. , 2017).

Como resultado de esta fase se obtendrá: las Características Críticas para la calidad (CTQs) y características críticas para el producto (CTP) (Socconini, 2016), la definición cuantitativa del problema (Graves, 2014), definición de la meta, la carta del proyecto, cronograma del proyecto, para de ésta manera estandarizar el proceso de estudio en cuanto a la fabricación de camisas. (Gómez, Cervantes, & González, 2012).

### **Medir (M)**

Es necesaria la descripción del proceso con el apoyo de diagramas de flujo (Manene, 2011; Pacheco, 2019; Raffino , 2018). Además, se obtienen datos del proceso de producción mediante estrategias de muestreo estadístico (García, Fernández, & Brenis, 2013), que serán procesados en la fase de análisis.

Se procede a la evaluación del sistema de medición que permita identificar el grado de precisión del mismo, realizando un estudio R&R (Socconini, 2016; Ordorica Villalvazo, y otros, 2010).

### **Analizar (A)**

En esta fase se determinan las principales fuentes de variación o de ruido, partiendo de los datos recopilados en la fase medir (Valenzuela & Palacios, 2010), a través del análisis causa raíz para conocer las principales causas del problema (Bermúdez, Betancurt, & Muñoz, 2016). Se evalúa la capacidad del proceso para establecer el nivel cuantitativo del desempeño actual (Gutierrez & de la Vara, 2013) y se perfila la estrategia a desarrollar en la fase de mejora.

### **Mejorar (I)**

Diseñar y desarrollar proyectos de mejoras significativas, eliminando causas de variación especial y reduciendo las Mudas (Murray, 2018). En este sentido resulta provechoso promover iniciativas de innovación, rediseño y reingeniería, mediante el uso de herramientas tales como: Análisis Sistémico, Diseño de Experimentos, Ingeniería de Calidad Robusta, Benchmarking, Sistemas Poka Yoke (Ortega, 2016). También, es necesario introducir elementos de

organización y orden con la aplicación de técnicas como las 5 S` y el uso de Controles Visuales (Sussman, 2017).

### **Controlar (C)**

El establecimiento y mantenimiento de la cultura de mejoras van a depender del seguimiento y control que se logre establecer al nuevo estado del proceso. En esta etapa, es necesario haber concientizado a toda la organización sobre la nueva realidad y lo vital en materializar la estandarización y sostenimiento de las mejoras alcanzadas, dando cabida al seguimiento del nivel de desempeño obtenido, su preservación y mejora permanente. El papel del liderazgo Organizacional es transversal al modelo DMAIC siendo clave en el establecimiento de directrices establecidas con apoyo de: la estandarización de procesos como la norma ISO 9001, gráficos de control, hojas de verificación (Check List) y procedimientos e instrucciones de trabajo debidamente documentadas.



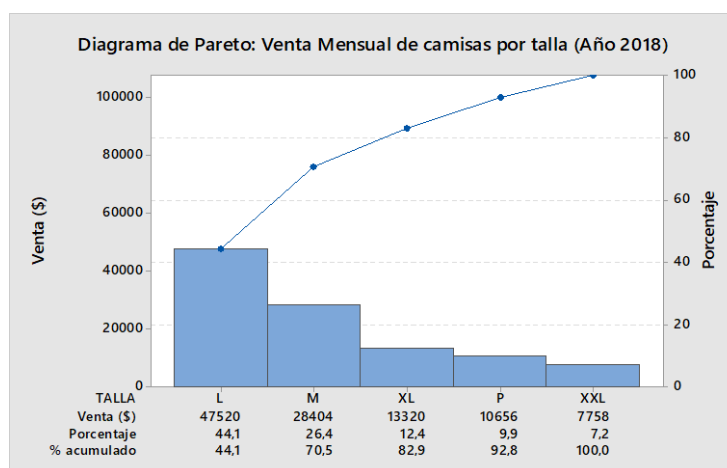
# DESARROLLO

## Fase definir

### 1. Selección de producto estrella.

Mediante el análisis de las ventas, mostradas en el diagrama Pareto de la figura 1, se identificó el producto estrella de la empresa “ModArte”. Del volumen total de ventas se evidencia que, el 77.25% son camisas y representa en promedio \$9000 mensuales en ventas. Por lo tanto, es fácil dilucidar que las camisas son el producto más vendido que genera utilidad a la empresa. Segmentando la venta de camisas es posible evidenciar que el 74% son camisas de manga corta.

**Figura N° 2: venta mensual de camisas por talla año 2018**



**Elaborado por:** Karen Benavides.

En la figura 3 se observa que las tallas más solicitadas mensualmente son L y M por los clientes. Sin embargo, se analizará la talla L por generar mayor ingreso y ser la más requerida. Cabe recalcar que como las mejoras son del proceso, beneficiarán a las demás tallas. La data fue sacada del año 2018 de la empresa ModArte.

Este proyecto se enfocará en el producto más vendido y con el mayor porcentaje de unidades defectuosas, históricamente obtenidas, con el fin de generar mayor utilidad en la eliminación de desperdicios y elevar el grado de satisfacción del cliente, reconociendo y reduciendo la fuente de variación que pueda impactar la calidad del producto. Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que el proyecto se enfocará en la camisa manga corta, talla L.

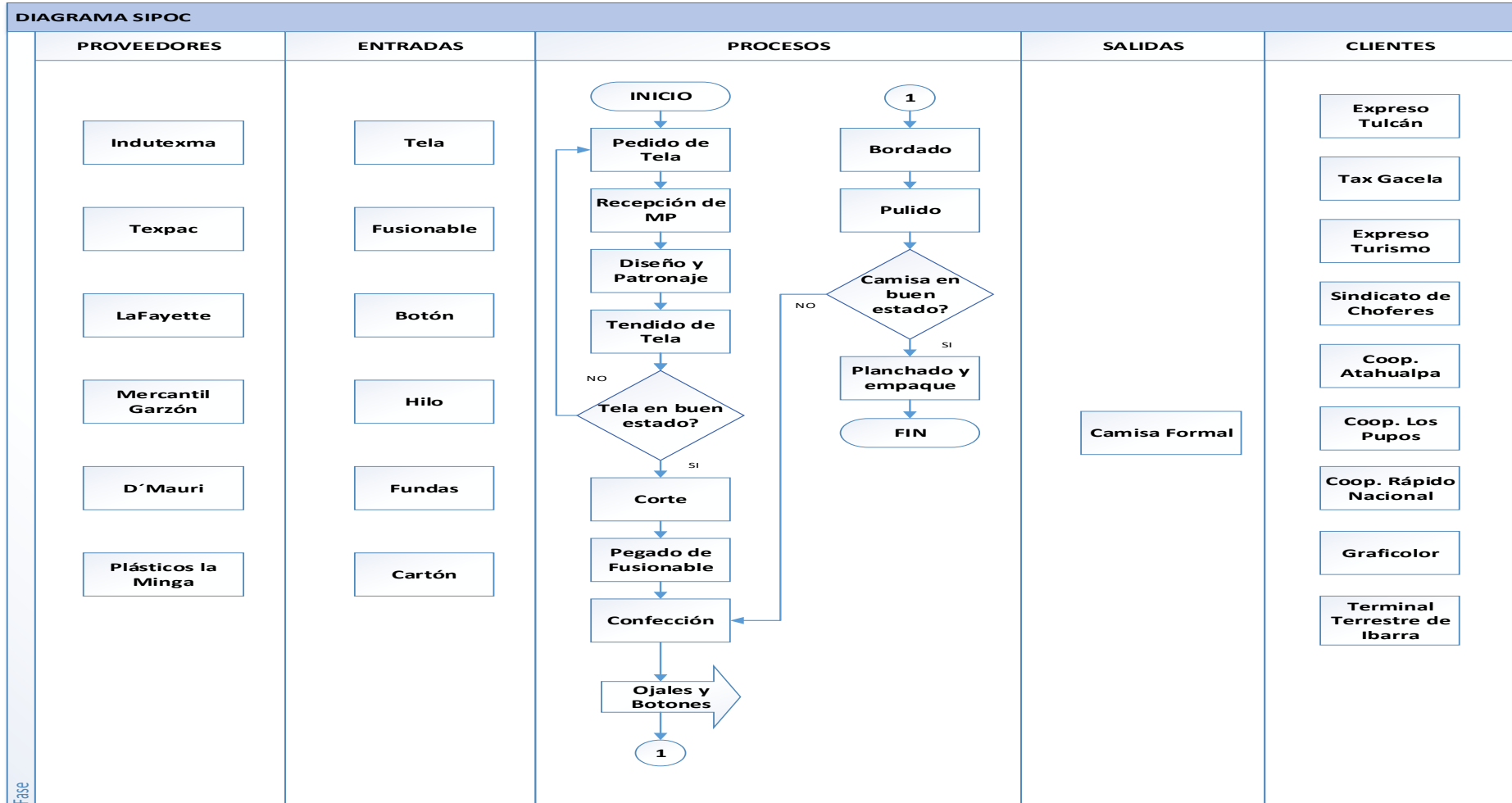
## **2. Diagrama SIPOC.**

Con la finalidad de entender la interacción entre clientes y proveedores y construir el SIPOC se realizaron las siguientes actividades:

1. Revisión de la estructura organizacional de la empresa ModArte a fin de determinar el funcionamiento tanto administrativo, como operacional de la empresa.
2. Se determinó el origen de la demanda (mercado) que atiende la empresa con el objetivo de conocer el alcance del mercado objeto.
3. Se realizó un seguimiento de todo el proceso (elaboración de camisas) y se reconocieron las entradas y salidas de cada subproceso.
4. Se identificó a los proveedores de insumos y materia prima.
5. Se identificó los requerimientos de clientes externos e internos.
6. Se cotejó en planta, la información suministrada por la gerencia general con las actividades realizadas en cada uno de los subprocesos.

Con base a esta información, se logró conformar el siguiente diagrama SIPOC:

Figura N° 3 Diagrama SIPOC



Elaborado por: Karen Benavides.

### 3. Voz del Cliente

En este apartado se desarrolla la metodología empleada para recabar, analizar y precisar los deseos del cliente externo e interno, ya que toda organización debe conocer las necesidades y requerimientos de sus clientes para mantener un mercado competitivo.

#### 3.1. Cliente Externo.

Para determinar la voz del cliente externo, se realizó una encuesta (Ver Anexo 1) cuyo objetivo fue recabar la percepción del cliente sobre las características de calidad del producto (CTQs). El instrumento de recolección de información con los clientes se estructuró utilizando como reactivos íconos que representan los niveles de satisfacción del cliente desde estar totalmente en desacuerdo, hasta estar totalmente de acuerdo. Se tomó en cuenta la opinión de todos los clientes de ModArte, que demandan la camisa formal.

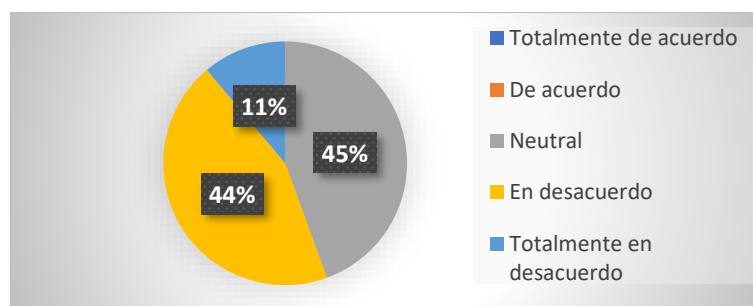
Se planificó y programó reuniones con los clientes para evaluar la encuesta.

La encuesta utilizó la escala de Likert en el rango de 1 a 5 como herramienta para cuantificar la percepción del cliente, siendo 1= Totalmente en desacuerdo y 5=Totalmente de acuerdo (Llauradó, 2014). Después se analizó los valores ordinales como un puntaje representativo del grado de satisfacción por cada característica crítica (CTQ) según la percepción de los clientes (Matas, 2018), un atributo que tenga un valor superior a 4 indica elevada satisfacción del cliente, mientras que un atributo que tenga un valor de 1, corresponde al caso de clientes insatisfechos (Bejarano, 2018). Estos atributos serán objetos de propuestas a considerar en la fase de mejora.

#### Pregunta 1:

**¿Existe variabilidad de tallas en las camisas?**

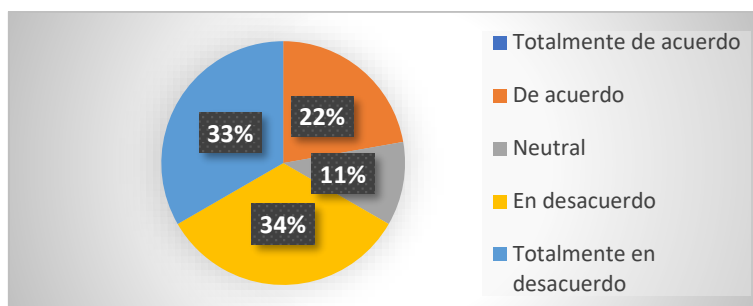
**Gráfico N° 1 Variabilidad de Tallas**



**Pregunta 2:**

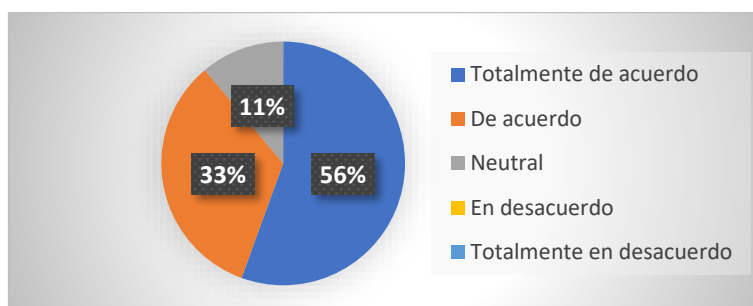
**¿El tiempo de entrega es el que usted solicita?**

**Gráfico N° 2 Tiempo de entrega**

**Pregunta 3:**

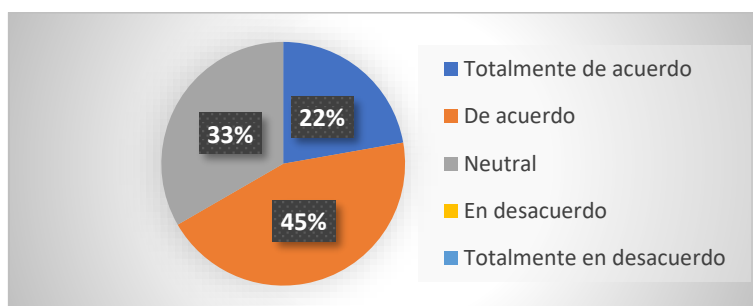
**¿La forma del cuello de la camisa es de su agrado?**

**Gráfico N° 3 Forma del cuello**

**Pregunta 4:**

**¿El cuello de las camisas presenta burbujas?**

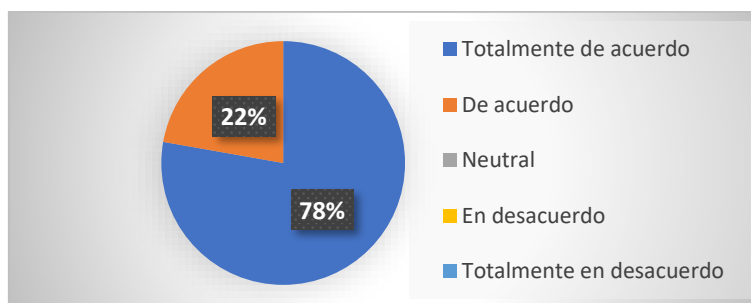
**Gráfico N° 4 Burbujas en cuello**



**Pregunta 5:**

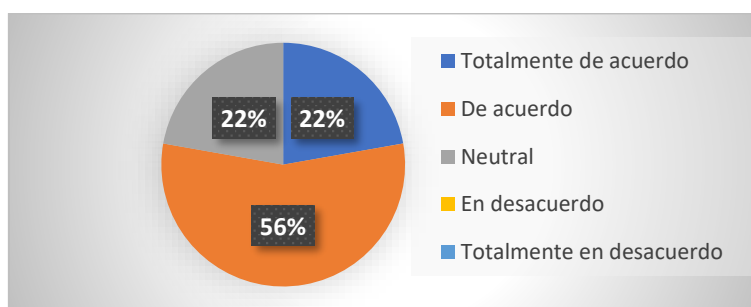
**¿Se encuentra satisfecho con la presentación del empaque al momento de la entrega de las camisas?**

**Gráfico N° 5 Empaque**

**Pregunta 6:**

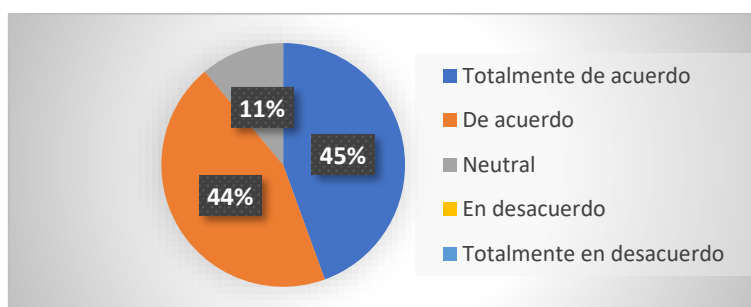
**¿El tamaño del escote de la camisa es el adecuado para su uso?**

**Gráfico N° 6 Tamaño de Escote**

**Pregunta 7:**

**¿Está de acuerdo con la seguridad que presentan los botones?**

**Gráfico N° 7 Seguridad en Botón**



De acuerdo a la encuesta realizada, los atributos: forma del cuello, empaque, tamaño de escote y la seguridad en el botón, el cliente tiene un elevado nivel de satisfacción; sin embargo, la variabilidad de tallas, retrasos en la entrega y burbujas en el cuello presentan problemas, siendo, por tanto, los atributos de calidad que están requiriendo ser evaluados con detalle para determinar su mejoramiento.

### ***3.2. Cliente Interno***

Para entender las necesidades de los diferentes clientes internos en las diferentes fases del proceso, se convocó a todo el personal y se desarrolló un proceso de Brainstorming. Luego de la lluvia de ideas y una reflexión silenciosa se identificaron los problemas críticos, siendo los más relevantes asociados al subproceso de corte

## **4. Voz del Negocio.**

La gerencia de ModArte, ha venido observando desviaciones entre las cuotas de producción planificada y las que realmente se ha obtenido bajo un conjunto de especificaciones, a su juicio, una de las especificaciones de gran importancia y que probablemente puede tener mayor incidencia en las desviaciones, está relacionada con el parámetro de rendimiento de materia prima.

### ***4.1. Análisis de Rendimiento de Materia Prima.***

En ModArte, la planificación de la producción de un lote se inicia en la fase de diseño, donde a través del programa Audaces Tizada se calcula de acuerdo al número de unidades de camisas por producir, la cantidad en metros de materia prima. Esta información es la referencia básica para la compra de materia prima, la cual es suministrada por los diferentes proveedores con base al parámetro de rendimiento en unidades de metros por cada kg de tela y el ancho de la tela.

La siguiente tabla muestra las pérdidas dentro del período mayo-agosto 2019 ocasionadas por el desperdicio de materia prima generada en la empresa ModArte.

Es necesario destacar que esta información no permite inferir sobre el total de pérdidas ocurridas en ModArte, por cuanto no se tienen registros anteriores de las compras adicionales.

**Tabla N° 1 Rendimiento de materia prima**

<b>Fecha de Facturación</b>	<b>Factura N°</b>	<b>Metros según Diseño</b>	<b>Unidades Esperadas</b>	<b>Unidades Producidas</b>	<b>Déficit en unidades (camisas)</b>	<b>Déficit en metros</b>	<b>Déficit en kilogramos</b>
29/04/2019	001-008-000016298	291,2	260	233	27	30,24	4,53
27/05/2019	001-008-000017471	184,8	165	153	12	13,44	2,01
01/07/2019	001-008-000017972	260,96	233	215	18	20,16	3,02

**Elaborado por:** Karen Benavides.

El rendimiento de la tela se ha obtenido de la ficha técnica proporcionada por el proveedor, de acuerdo al anexo N°2 el cual establece que cada kg de tela tiene aproximadamente 6,67 metros, para la elaboración de una camisa en talla L se emplea 1,12 metros ver Figura 16.

Cada vez que ocurre un déficit en el número de unidades producidas, es necesario comprar materia prima adicional ocasionando una pérdida como se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla N° 2 Gastos adicionales de materia prima**

<b>Fecha</b>	<b>Factura N°</b>	<b>Kg adicionales</b>	<b>valor en dólares por kg</b>	<b>Pérdida en dólares</b>
<b>08/05/2019</b>	001-007-000014839	5	25,03	125,13
<b>07/06/2019</b>	001-007-000015557	3	25,03	75,08
<b>05/07/2019</b>	001-007-000015979	4	25,03	100,10
<b>TOTAL</b>				<b>300,31</b>

**Elaborado por:** Karen Benavides.

De acuerdo con la tabla 1 y 2 ModArte está teniendo pérdidas económicas ocasionadas por problemas en el rendimiento de la materia prima, por lo cual es necesario aplicar el proyecto de mejora para eliminar la diferencia entre las unidades producidas y las



unidades previstas con la planificación de la producción; de lograrlo, se evita la compra de materia prima adicional.

#### **4.2. Rendimientos de cada subproceso.**

Para evaluar el rendimiento de cada subproceso, se implantó un monitoreo de las entregas del producto entre subprocesos que agregan valor, durante el mes de julio. Este monitoreo permitió determinar los niveles de rechazo de unidades y con ello obtener el porcentaje de no conformidad en la cadena. Los resultados en la siguiente tabla, indican que el mayor porcentaje de unidades defectuosa están ocurriendo en el subproceso de corte.

**Tabla N° 3 Rendimiento de cada subproceso**

<b>En un pedido de 233 camisas talla L</b>			
<b>Proceso</b>	<b>Entregables</b>	<b>Unidades defectuosas por proceso</b>	<b>Porcentaje de Unidades defectuosas</b>
<b>Tendido y Corte</b>	Partes de Camisa	60	26%
<b>Confección</b>	Prenda terminada	8	3%
<b>Pulido</b>	Prenda sin hilos	15	6%
<b>Planchado y Empaque</b>	Prenda empacada	0	0%

**Elaborado por:** Karen Benavides.

Se pudo corroborar, lo levantado con los operarios de la empresa, que el subproceso de tendido y corte es donde radica los inconvenientes para que se obtenga un producto final que satisfaga las necesidades del cliente.

#### **4.3. Pérdidas por desperdicio.**

ModArte en la relación con sus clientes ofrece una garantía en términos de devoluciones de productos no conformes a juicio del cliente, para lo cual dispone de 15 días a partir de la fecha de entrega del producto. En caso de que el reclamo del cliente sea procedente, ModArte se compromete a la entrega de un nuevo producto a satisfacción del cliente.

Durante los tres primeros meses de evaluación, se pudieron registrar devoluciones de productos. En total se contabilizaron 90 unidades devueltas por el cliente argumentando diferentes causas, entre ellas: mal pegado de botón (3), camisas sucias (2), burbujas en cuello (7), cuellos deformes (5) y variabilidad en tallas (73). Las devoluciones por esta última causa, representa un desperdicio para la empresa ya que la misma no admiten reprocesos ni reclasificación. En consecuencia, se contabiliza por este concepto, una pérdida de \$860.67. Dado que, el costo de producción promedio por unidad es de \$11.79 (Ver Anexo 3).

Debido a que el mayor porcentaje de devoluciones se concentra en la variabilidad de tallas es necesario conocer el tallaje de ModArte.

#### 4.4. Tallaje de ModArte.

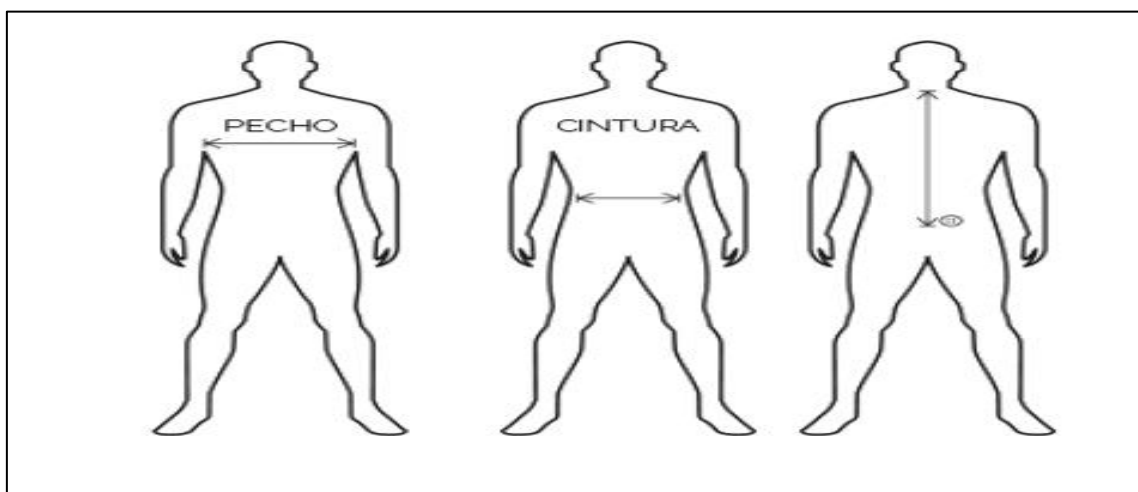
De acuerdo a la experiencia que ha tenido ModArte con su clientela, se ha logrado conformar una moldería representativa de los sectores que ha venido atendiendo. Dicha moldería contempla unidades, elaboradas con especificaciones en el área de diseño y patronaje, que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla N° 4 Tallaje de ModArte**

Partes de la camisa	TALLAS (cm)				
	S	M	L	XL	XXL
<b>Pecho</b>	56 ± 0,5	58 ± 0,5	60 ± 0,5	62 ± 0,5	64 ± 0,5
<b>Cintura</b>	56 ± 0,5	58 ± 0,5	60 ± 0,5	62 ± 0,5	64 ± 0,5
<b>Cadera</b>	56 ± 0,5	58 ± 0,5	60 ± 0,5	62 ± 0,5	64 ± 0,5
<b>Long. manga</b>	33±1	35±1	37±1	39±1	39±1
<b>Ancho manga</b>	35±0,5	37±0,5	39 ± 0,5	41 ± 0,5	43 ± 0,5
<b>Escote</b>	41±0,3	43 ± 0,3	45 ± 0,3	47 ± 0,3	49 ± 0,3
<b>Long. Cuello</b>	38 ± 0,3	40±0,3	42±0,3	44±0,3	46 ± 0,3
<b>Ancho Cuello</b>	6±0,3	6±0,3	6±0,3	6±0,3	6±0,3
<b>Altura Total</b>	74± 1	77± 1	80± 1	83± 1	86± 1

Elaborado por: Karen Benavides.

De acuerdo con la norma NTE INEN 1873 en la confección de prendas con tela plana, “las dimensiones de control deben ser las siguientes: contorno de pecho, contorno de cintura y altura.” (Norma Técnica Ecuatoriana, 2016).

**Figura N° 4: Dimensiones de control de medidas**

**Fuente:** (Norma Técnica Ecuatoriana, 2016)

Debido al porcentaje de devolución registrado del cliente final a la empresa por efectos de variabilidad en las tallas, se decidió hacer un estudio piloto, para recabar información acerca de las características de calidad referidas a las dimensiones propuestas por la norma. A tal efecto, en el proceso de corte, se tomó una muestra de 30 unidades de producto, la cual se fraccionó 3 grupos de 10 para medir las capas superiores, centrales e inferiores; obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla N° 5 Variabilidad en tallas**

Parte	Promedio	Desviación estándar	Intervalo de Confianza al 95%
			$\bar{x} \pm z_{\alpha} \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right)$
Longitud de pecho	59,4	1,1	(59,0; 59,8)
Longitud de cintura	59,5	1,4	(58,9; 60,0)
Altura	80,1	0,54	(80,2; 80,5)

**Elaborado por:** Karen Benavides

En el proceso de corte con respecto a la longitud de pecho y longitud de cintura, está descentrado hacia la izquierda, lo cual puede ocasionar la elaboración de camisas no conformes con una talla inferior y con respecto a la longitud de altura, se están obteniendo longitudes mayores a lo especificado al valor nominal y cuya distribución está desplazada a la derecha, generando camisas que, en relación a esta longitud, supera a lo requerido en la talla de estudio.

## 5. Project Charter

**Tabla N° 6 Carta De Definición**

**CARTA DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO LEAN SEIS SIGMA**

<b>Nombre del Producto:</b>	Camisa Formal Manga Corta Talla L	<b>Fecha de Inicio</b>	06-05-2019
<b>Documento N°:</b>	MA 001-001	<b>Fecha esperada Fin:</b>	15-11-2019
<b>Responsable:</b>	Karen Benavides		
<b>Empresa:</b>	ModArte		

### CASO DEL NEGOCIO

ModArte viene observando un persistente incremento en el porcentaje de devolución de productos terminados. Esta cifra es considerablemente alta y está ocasionando una pérdida anual aproximada de \$3772.8. Esta situación se le atribuye potencialmente al proceso de corte por variaciones en las características de calidad de dicho proceso, relacionadas con las especificaciones de talla de pecho, altura y cintura de las camisas.

### CTQ A SER MEJORADAS

A partir de la voz del cliente, se consideró los siguientes CTQ's:  
 La talla de la camisa: longitud de pecho, la altura y longitud de cintura.  
 La conformidad del producto terminado.

### ALCANCE DEL PROYECTO:

Este proyecto se enfocará en el área de tendido y corte.

### LÍNEA BASE

CTQ's	INDICADOR	LÍNEA BASE	OBJETIVO
Producto no conforme	Porcentaje del producto no conforme del cliente final	11%	6%
Tallas	Longitud de pecho	59,4 ± 0,4	60 ± 0,5
	Longitud de cintura	59,5 ± 0,5	60 ± 0,5
	Longitud de atura	80,1 ± 0,2	80 ± 1,0

**Elaborado por:** Karen Benavides.

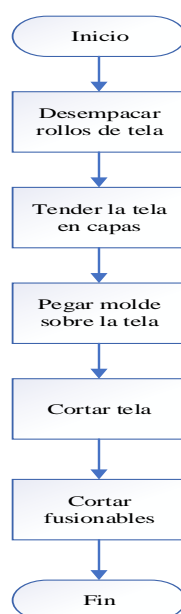
## Fase medir

### 1. Diagramas de Flujo

El Diagrama de flujo permite comprender en detalle, las diferentes actividades y toma de decisión de los procesos.

A continuación, se realiza un diagrama de flujo actual, enfocado al subproceso de tendido y corte, donde se ha focalizado, según la fase definir, los principales problemas que afectan la salida final del producto.

**Figura N° 5: Flujograma del subproceso de tendido y corte**



Se puede concluir que el proceso de corte realiza básicamente operaciones cuyo resultado no son verificados mediante estrategias de control de calidad. Es necesario introducir modificaciones donde se toman en cuenta puntos de decisión sobre la aceptación de las partes y la optimización de entregas en la fase siguiente del proceso. También en esta última actividad conviene que, a la entrega de las partes obtenidas a confección, sean debidamente inspeccionadas para su aceptación, tomando en cuenta los requerimientos y exigencias de dicha sección.

## 2. Plan de Mediciones

Es necesario contar con un plan de recolección de datos, que permita de manera eficiente identificar que variables medir, el tipo de variable, recabar características de datos y estrategias de recolección que tengan en cuenta las metas y especificaciones, los formularios de recolección y el esquema de muestreo cuando corresponda.

**Cuadro N° 1 Plan de recolección de datos**

<b>Variables</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Tamaño de la muestra</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Estrategia de Medición</b>
<b>Longitud de pecho</b>	Continua	Mediciones R&R	10 partes	2 mediciones, 2 operadores. Por lote	Asignación aleatoria de partes por operador
<b>Longitud de pecho</b>	Continua	Longitud de la dimensión	60 camisas	Por lote	Muestreo sistemático
<b>Longitud de cintura</b>	Continua	Longitud de la dimensión		Por lote	
<b>Altura</b>	Continua	Longitud de la dimensión		Por lote	

**Elaborado por:** Karen Benavides.

## 3. Análisis del Sistema de Medición. Estudio R&R

Un hecho que llama la atención es que, al realizar consultas sobre el sistema de medición utilizados por empresas a fines en la región, se encontró un uso generalizado de equipos básicos donde destaca la cinta métrica, percibiendo, además, poco conocimiento sobre lo crucial de contar con medios que garanticen el aislamiento de fuentes de variación atribuibles a dichos equipos de medición y con ello elevar la confianza de las mediciones que se hagan.

El estudio se planificó y ejecutó con la participación de dos operadores a mediados del mes de julio, de los cuales hizo 10 mediciones (contorno de pecho) sobre diez partes (prendas) distintas, elegidas al azar, con dos replicas por parte. Los datos o mediciones obtenidos se registraron en un archivo de datos de Minitab.

Se procede a realizar el estudio de R&R teniendo en cuenta que se trata de un estudio cruzado al permitir que los dos operadores realicen la medición sobre las mismas partes. Utilizando el método de Anova, se obtuvo:

### **R&R del sistema de medición.**

Fuente	%Contribución	
	CompVar	(de CompVar)
Gage R&R total	0,0233448	42,82
Repetibilidad	0,0203103	37,25
Reproducibilidad	0,0030345	5,57
Operadores	0,0030345	5,57
Parte a parte	0,0311724	57,18
Variación total	0,0545172	100,00

El porcentaje de contribución a la medición atribuible a la Repetibilidad y Reproducibilidad es del 42,82% indicando que el sistema de medición es inaceptable. Con base a estos hallazgos, se sugirió a la gerencia de ModArte cambiar el sistema de medición, mediante la realización de las siguientes actividades: Adquirir un equipo de medición debidamente calibrado y dar capacitación a los operadores sobre el nuevo proceso de medición.

Cabe destacar, que esta sugerencia fue acogida positivamente por la organización al adquirir el sistema de medición: “cinta métrica Humval” (Zacarías , 2014) y se capacitó al operador con el equipo adquirido. Luego se repitieron las operaciones de medición, se hicieron los correspondientes cálculos y se logró obtener una disminución del aporte de variación del Gage R&R del 25,11% como se muestra a continuación:

### **R&R del sistema de medición**

Fuente	%Contribución	
	CompVar	(de CompVar)
Gage R&R total	0,0117328	25,11
Repetibilidad	0,0110345	23,62

Reproducibilidad	0,0006983	1,49
Operadores	0,0006983	1,49
Parte a parte	0,0349914	74,89
Variación total	0,0467241	100,00

Como puede observarse, el sistema de medición mejoró, aunque no sustancialmente ya que el nuevo valor alcanzado del componente de variación R&R está en el rango del 10% al 30% que caracteriza a los sistemas de medición marginal, es decir, que se debe continuar el proceso de mejora entrenando a los operadores, estandarizando el proceso de medición e incorporando en un futuro próximo un nuevo equipo de medición.

#### 4. Plan de Muestreo

Una vez que hemos mejorado el sistema de medición y se considera aceptable es necesario planificar el levantamiento de información. Como variable de respuesta se tiene: Longitud de pecho, longitud de cintura y longitud de altura y para garantizar una validez estadística se determinó el tamaño adecuado de mediciones a realizar.

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

$$n = \frac{(220)(1,96)^2 1^2}{0,5^2(220-1) + (1,96)^2 1^2}$$

$$n = 14$$

Sin embargo, existió la oportunidad de tomar una muestra de 60.

#### 5. Recolección de Datos

Se planificó la recolección de la información en función de la secuencia de actividades que se realizan en el subproceso de corte. Para tomar las mediciones, se diseñó la siguiente estrategia de muestreo:

Fue definido como subgrupo racional de muestreo la selección de 3 capas consecutivas, tomando en cuenta lo que caracteriza conceptualmente a un subgrupo.



La selección de las capas se hizo utilizando el esquema del muestreo sistemático. A tal efecto, se determinó el salto sistemático teniendo en cuenta el número de capas del tejido, dado que  $N=220$  capas (220 camisas), 20 subgrupos con  $n_i=3$  ( $n=60$ , observaciones).

La primera capa fue elegida generando un número aleatorio entre 1 y 11 y las siguientes capas se seleccionaron en saltos igual al número aleatorio obtenido, más 11, repitiendo este proceso hasta completar los 20 subgrupos, en cada capa se hicieron las correspondientes mediciones de las dimensiones (características de calidad) mencionadas.

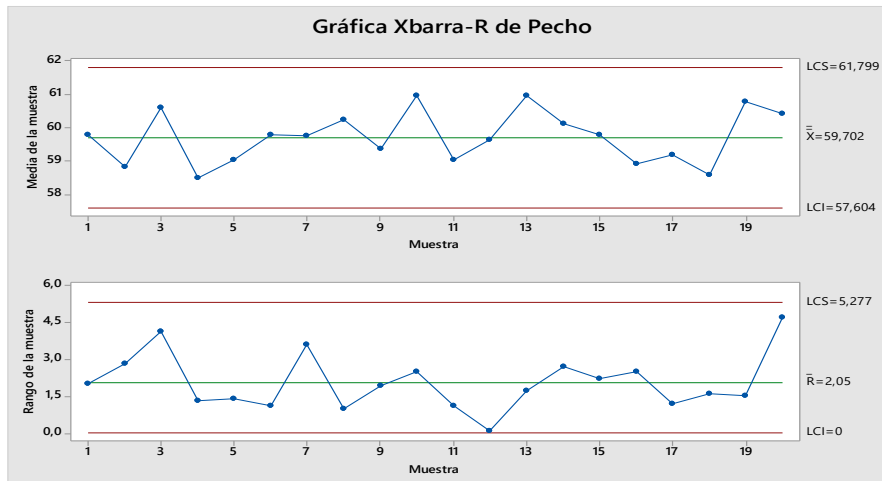
El sistema productivo de ModArte es de tipo pull (Supply Chain, 2018), es decir, la cadena productiva se da con cada demanda que originen sus clientes, esto a su vez implica que la demanda es discreta (por pedido), dándose en ocasiones las circunstancias que la línea de producción necesariamente tiene que ser detenida ante la inexistencia de demandas en curso.

## **6. Medición de la Estabilidad del proceso**

Un aspecto importante en cualquier proceso es la estabilidad. Si un proceso no es estable, se dice que está fuera de control estadístico y que probablemente existe una causa especial. Por lo tanto, es importante evaluar el grado de estabilidad presente en el proceso de corte atendiendo las tres características de calidad: Contorno de pecho, contorno de cintura y altura.

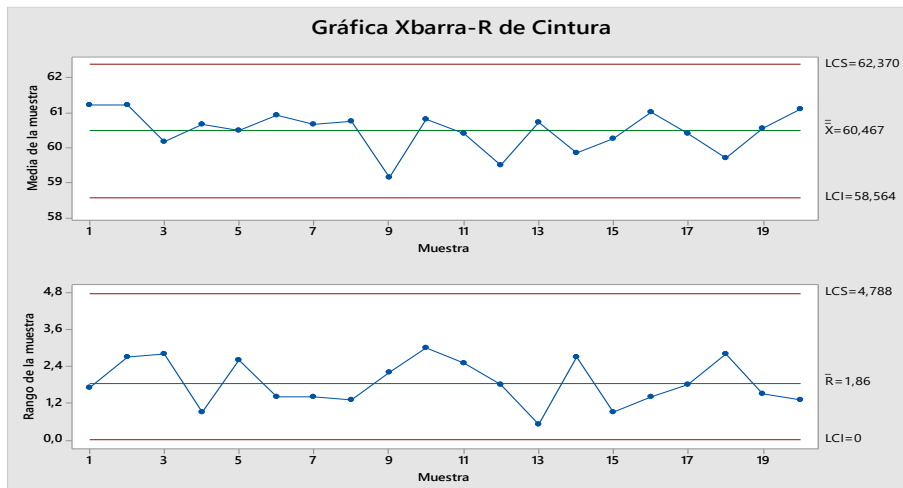
Se hicieron pruebas para validar el supuesto de normalidad, obteniendo que las características longitud de pecho, cintura y altura, conduce a que las observaciones muestrales siguen una distribución normal, con un nivel de confianza del 95%.

**Gráfico N° 8 Gráfica de Control para contorno de Pecho**



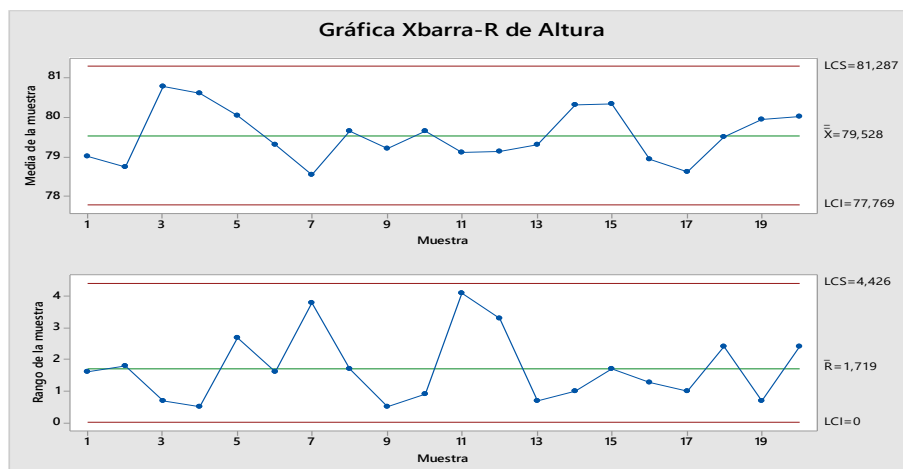
Elaborado por: Karen Benavides

**Gráfico N° 9 Gráfica de Control para contorno de Cintura**



Elaborado por: Karen Benavides

**Gráfico N° 10 Gráfica de Control para Altura**



Elaborado por: Karen Benavides

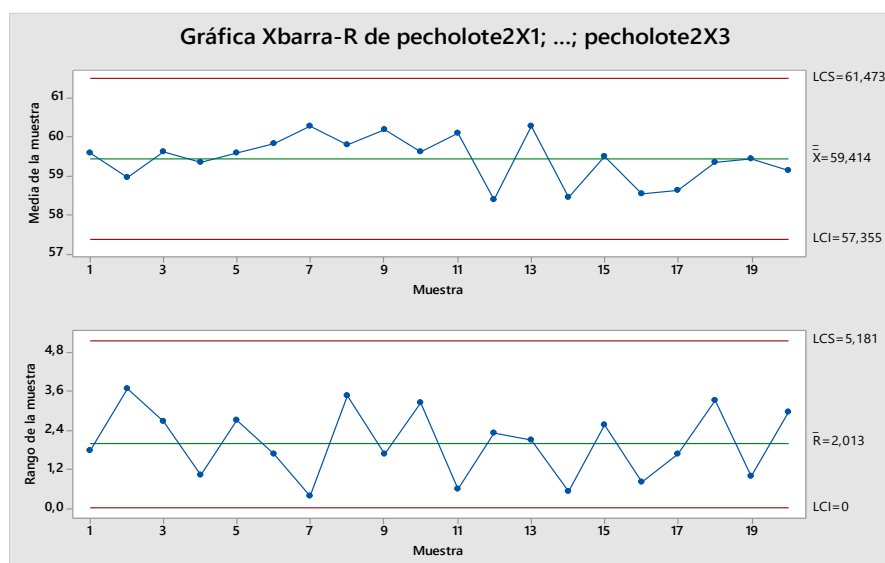
Con respecto a la estabilidad del proceso de corte considerando longitud de pecho, cintura y altura, se puede observar que no se encuentran elementos asignables y se considera al proceso en estado estable.

A mediados de agosto, en ocasión de una nueva demanda de camisas, se inició la planificación y ejecución de un segundo lote de 200 prendas. En la planificación se incluyó la toma de nuevas mediciones para examinar la consistencia de los resultados y hallazgos, en términos de mediciones obtenidas con el proceso productivo anterior y así reexaminar el grado de estabilidad del proceso.

Se siguió la misma planificación que fue ejecutada para la toma de datos del lote uno, considerando al corte en sus tres dimensiones de calidad en la fabricación de camisas.

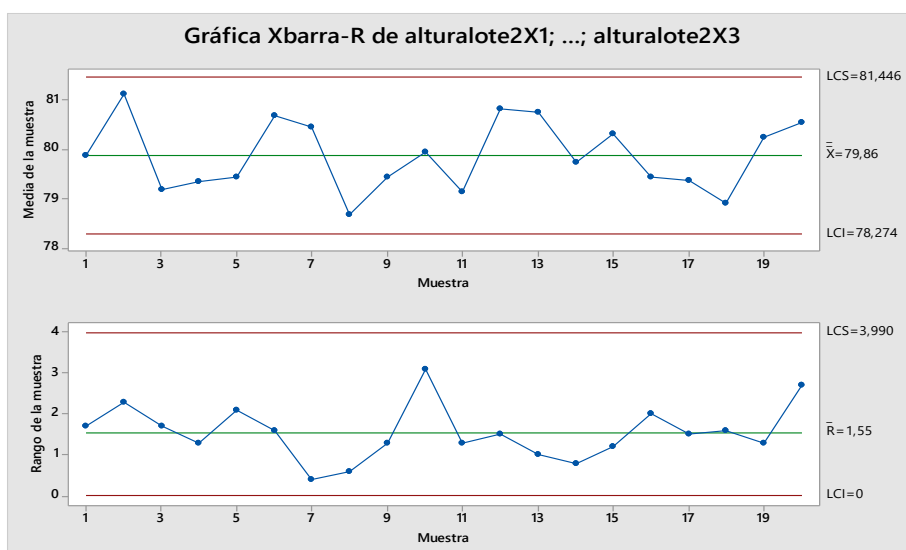
Al igual que con el primer lote, se validaron los supuestos de normalidad para las mediciones realizadas y una vez comprobados se probó la estabilidad del proceso.

**Gráfico N° 11 Gráfica de Control para Pecho Lote 2**



**Elaborado por:** Karen Benavides

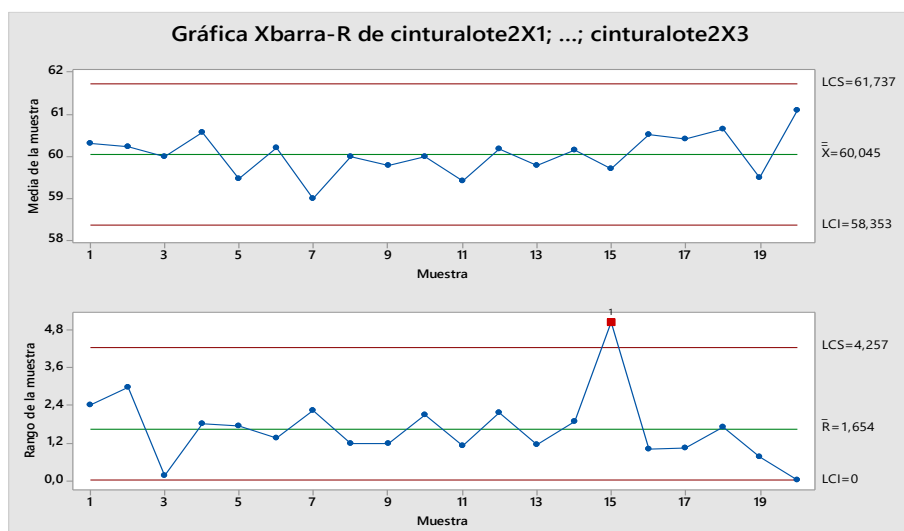
**Gráfico N° 12 Gráfica de Control para Atura Lote 2**



Elaborado por: Karen Benavides

Para este lote, las dimensiones de altura y contorno de pecho se mantienen en control estadístico, pero, como se muestra en el gráfico 13, la carta de control de rangos (variabilidad) destaca el subgrupo 15 fuera del límite de control superior. Estas observaciones impulsaron acciones de revisión de las mediciones de estos subgrupos.

**Gráfico N° 13 Gráfica de Control para Cintura Lote 2**

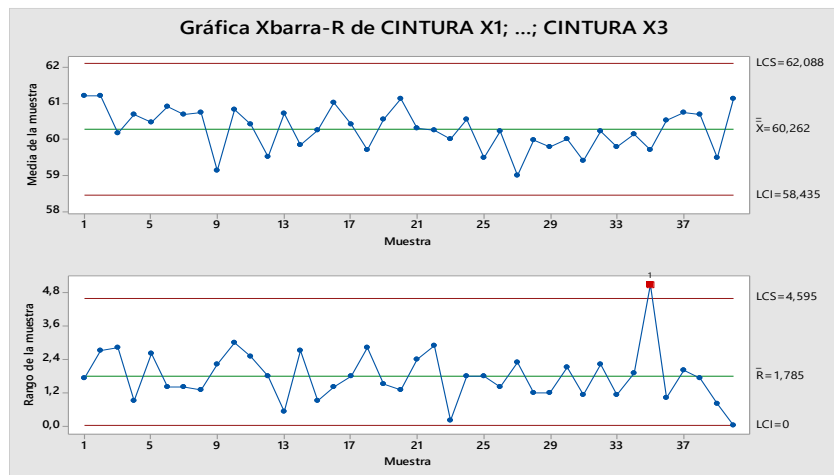


Elaborado por: Karen Benavides

Para entender la causa de esta variabilidad excesiva se revisó la información documental de las compras para validar su origen. Se pudo comprobar que la materia prima fue entregada en 5 rollos de acuerdo a condiciones acordadas con el proveedor, de acuerdo al

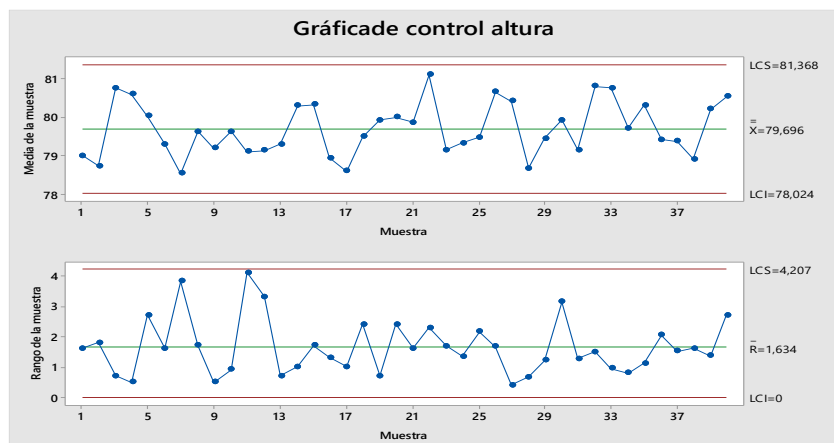


**Gráfico N° 15 Herramienta de control para la medición de longitud de cintura**



Elaborado por: Karen Benavides

**Gráfico N° 16 Herramienta de control para la medición de longitud de altura**



Elaborado por: Karen Benavides

## **Fase analizar**

Esta fase se sustenta en la información generada de las dos fases anteriores y tiene por objetivo central la determinación de las fuentes de variación que potencialmente inciden y afectan las CTQs tanto del producto como del proceso. Se trata entonces, del uso de herramientas de calidad que nos permita comprender las causas raíces que podrían afectar sustancialmente el rendimiento del proceso.

### **1. AMEF**

Con el fin de identificar fallas en el proceso de manera objetiva, se dialogó con el operario del proceso de corte, para que a través de su experiencia pueda detectar las posibles consecuencias de cada una de las fallas suscitadas en su área, luego se procedió a determinar la magnitud de la severidad de cada una de las fallas, su causa, la probabilidad de ocurrencia y que tan probable es detectarla, para finalmente encontrar un método de solución o acción correctiva.

En consecuencia, se debe entrar en la fase de análisis a determinar los principales problemas del porqué está ocurriendo este modo de falla. No obstante, lo anterior, la gerencia de ModArte considera que es factible establecer un programa de mejoras que contemple acciones correctivas y mejoras que abarca todos los modos de falla.

**Cuadro N° 2 Análisis del Modo y Efectos de Falla**

<b>N°</b>	<b>Función del Proceso</b>	<b>Modo de Falla</b>	<b>Efecto de Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Causas de Falla</b>	<b>Probabilidad de Ocurrencia</b>	<b>Control</b>	<b>Probabilidad de detección</b>	<b>NPR</b>	<b>Acciones Correctivas</b>
1	Corte	No se tiende la tela de manera uniforme	Largos de capas diferentes	7	Número de capas	10	Control visual	8	560	Buscar el número adecuado de capas a tender
2	Corte	Cortar las piezas menor a lo especificado	Prendas muy pequeñas	10	Baja experticia del operador/ cuchilla con desgaste	3	Guía de Patrón en papel; inspección visual	9	270	Control de inspección de desgaste de la cuchilla. Tener un inventario de cuchillas.
3	Corte	Déficit del número de partes	Uso adicional de materia prima y reproceso	3	Falta de organización en el área de corte	8	No existe un control	10	240	Sistemas de inventarios.
4	Corte	Cortar las piezas mayor a lo especificado	Pérdida de materia prima	7	Baja experticia del operador/ cuchilla con desgaste	3	Guía de Patrón en papel; inspección visual	9	189	Control de inspección de desgaste de la cuchilla. Tener un inventario de cuchillas.
5	Corte	Manchar la tela de aceite del equipo de corte	Pérdida de materia prima	9	Falta de mantenimiento de la maquinaria	2	Inspección visual	4	72	Plan de mantenimiento preventivo al equipo de corte

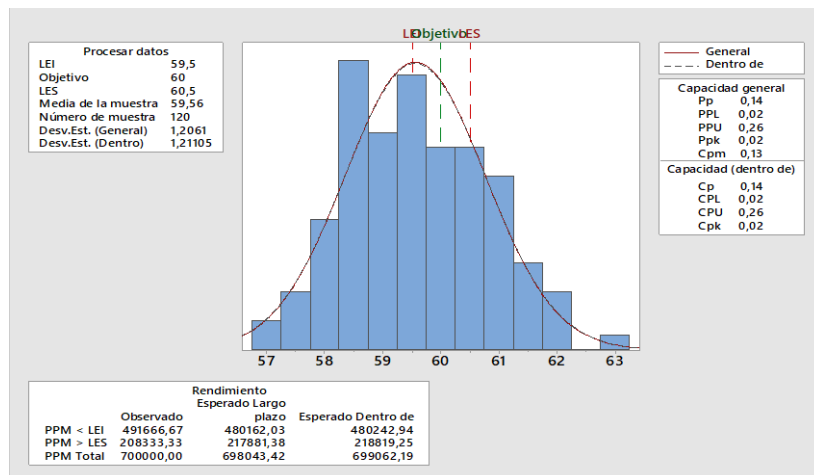
**Elaborado por:** Karen Benavides.



## 2. Determinación de la capacidad del proceso

Es importante conocer la variación natural existente y su relación con las especificaciones por diseño.

### Gráfico N° 17 Capacidad del proceso de corte en relación a la longitud de pecho

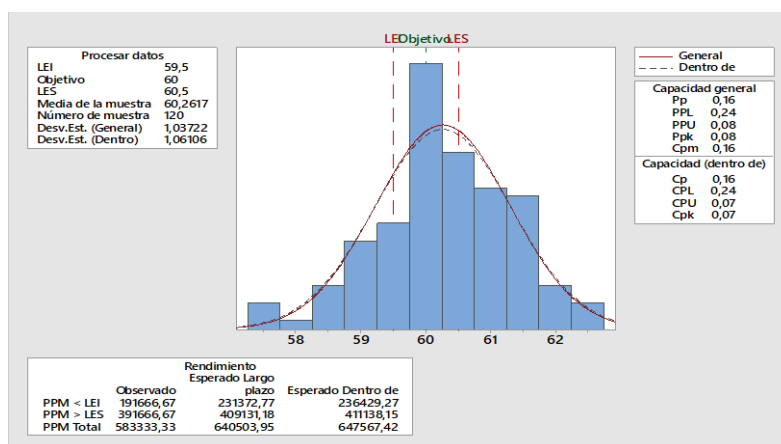


Elaborado por: Karen Benavides.

En la gráfica N°17 se ilustra la distribución de las mediciones de longitud de pecho y se puede apreciar un histograma simétrico, pero con un amplio rango de variación. Además, se capta en el mismo como una alta proporción de mediciones quedan fuera del rango de variación tolerada por especificación, evidenciando un proceso no capaz, en efecto, los índices y métricas que contiene la figura así lo corroboran. El proceso en estas condiciones tiene una capacidad potencial  $CP = 0.14$  y una capacidad real  $Cpk = 0.02$  lo que evidencia que además de la alta variabilidad el proceso no se encuentra centrado, todo esto permite concluir que se tiene un proceso no capaz de generar productos dentro de especificaciones en la longitud de pecho

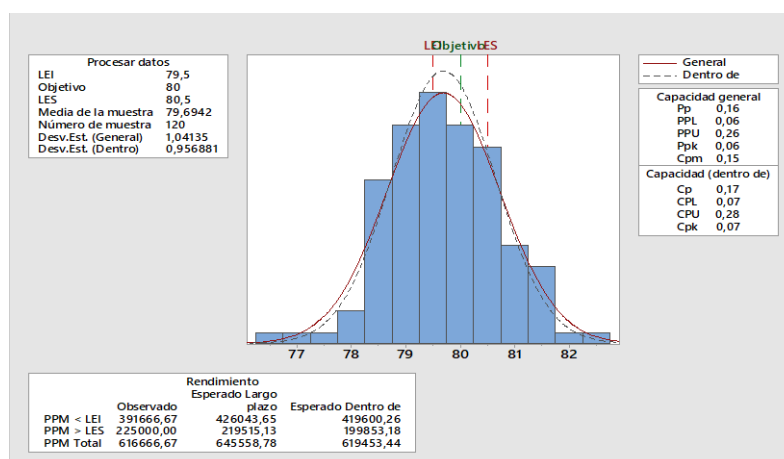
Este mismo problema se evidencia en la capacidad del proceso de cumplir con las especificaciones existentes para la longitud de cintura y altura, donde tenemos  $Cp=0,16$   $Cpk=0,07$  y  $Cp=0,17$   $Cpk=0,02$  respectivamente. Esto se muestra en los gráficos 13 y 14.

**Gráfico N° 18 Capacidad del proceso de corte en relación a la longitud de cintura**



Elaborado por: Karen Benavides.

**Gráfico N° 19 Capacidad del proceso de longitud de altura**




Elaborado por: Karen Benavides.

En síntesis, los cálculos realizados sobre la capacidad del proceso están demostrando una muy pobre capacidad para alcanzar los valores establecidos por diseño. Se precisó la necesidad de investigar las causas fundamentales que podrían afectar esta situación y con ello establecer acciones preventivas y correctivas para elevar dicha capacidad.

### 3. Análisis de problemas de corte

Para identificar y ahondar más sobre el proceso de corte se realizó un análisis exhaustivo del proceso en toda la producción del mes de septiembre, monitoreando y registrando las causales de lo que se considera un mal corte, obteniendo los datos que se presentan a continuación:

Cuadro N° 3 Tipos de Corte en la Empresa ModArte

DATOS DE LA EMPRESA			
VASQUEZ POZO SEBASTIAN			
<b>MODARTE</b>			
<b>Dirección Matriz:</b> Imbabura / Ibarra / Sagrario / Puerto Rico Y Juan Martinez De Orbe			
<b>OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD:</b> NO			
<b>FECHA DE OBSERVACIÓN:</b> Mes de septiembre			
C.	ESTILO DE CORTE	TALLA	OBSERVACIONES
14	Corte irregular en el borde	P	Máquina de corte muy grande
	Zigzag		Falta de precaución en afilar la cuchilla antes del corte
30	Corte irregular en el borde	M	Desconcentración del operario al cortar
28	Corte menor al área especificada	L	Operador giro antes de lo especificado
41	Sin novedad	L	Ninguna
16	Corte interno central	XL	Falta de limpieza en el área de trabajo
34	Corte irregular en el borde	P	Falta de limpieza en el área de trabajo
	Corte mayor al área especificada		Operador giro después de lo especificado
110	Zigzag	M	Cuchilla desgastada, falta de precaución en afilar la cuchilla antes del corte
	Corte diagonal superior		Al vibrar la máquina las capas de tela se desfasan y hacen que el corte no sea perfecto
	Corte menor al área especificada		Operador giro después de lo especificado
	Corte interno central		Al vibrar la máquina las capas de tela se desfasan y hace que el corte no sea perfecto
205	Corte diagonal total	L	Número de capas muy grande, el operador aplica mucha fuerza al momento de cortar
	Corte menor al área especificada		Tensión en tela después del tendido
	Zigzag		Operador giro antes de lo especificado
	Corte interno central		Cuchilla desgastada, falta de precaución en afilar la cuchilla antes del corte
55	Ninguna	XL	Las capas de tela se desfasan y hace que el corte no sea perfecto
55	Ninguna	XL	Ninguna

Como se muestra en el cuadro anterior, la presencia de cualquiera de estos problemas genera un producto no conforme por lo que se consideran a todos prioridad de control

#### **4. Diagrama de causa y efecto (ISHIKAWA)**

En vista a lo anterior se decidió realizar dinámicas de grupo con la participación de 8 trabajadores, para sistematizar la fuente de información que permitió identificar el conjunto de causas que llevan a tener alta variabilidad en el proceso de corte.

Identificadas estas causas, se procedió a agruparlas, tomando en cuenta la similitud entre algunas de ellas, los eventos históricos, su experiencia, vivencia y conocimiento que el personal ha tenido durante sus años de servicio en ModArte, por consenso se obtuvo la siguiente lista de causas potenciales de variación de las CTQ's:

1. No hay suficientes insumos
2. No hay aseo en el lugar
3. Vibración de capas
4. El papel no se adhiere bien (aire)
5. Cortadora con cuchillas desgastadas
6. Falta de capacitación al operario
7. Confusión en el conteo de capas
8. Falta de uniformidad en el tendido de tela
9. Tiempo de reposo en el tendido de tela
10. Desconocimiento del número de capas óptimo

En conclusión, según lo expresado por el grupo, ModArte debe desarrollar estrategias que conduzcan gerencialmente a la introducción de mejoras que permitan atenuar las causas señaladas.

## Fase mejorar

Para el desarrollo de esta etapa, se establecerá nuevas condiciones operacionales en el proceso de corte, el cual permitirá obtener beneficios asociados con la solución propuesta, para lo cual es necesario la aprobación del gerente de ModArte, junto con el apoyo y predisposición del equipo de trabajo.

A continuación, se presenta con detalle, cada una de las propuestas implementadas en la organización.

### 1. Mejora en el sistema de medición

Como se detalló en la fase de Medir, de acuerdo a las medidas tomadas en la longitud de pecho, se estableció un sistema de calibración donde el patrón fue una cinta metálica de marca “Stanley”, haciendo una comparación entre la cinta tradicional, lo cual estaba descalibrada, con una cinta marca “Humval” la misma que fue adquirida por la empresa, debido a la precisión de sus medidas.

**Figura N° 6 Cintas métricas**

**Cinta tradicional descalibrada**



**Cinta calibrada**



Adicional a la inclusión de la nueva cinta fue necesario capacitar al personal en cuanto a los cambios efectuados y la correcta forma de realizar un proceso de medición, donde el operador debe tomar en cuenta las siguientes sugerencias:

- Verificar que la mesa de corte sea llana y no tenga residuos de cortes anteriores, que afecte a las características naturales de la pieza.

- Extender la pieza en un área cómoda y no estirla dejándola caer por inercia propia.
- Verificar que el instrumento de medición no presente daños, ruptura o arrugas en su superficie.
- Asegurar que la parte inicial del instrumento de medición se encuentre en el borde extremo de la prenda llegando hacia el otro límite.
- Asegurarse de que el instrumento de medida siga una trayectoria uniforme y recta.

Con esto, se logró obtener una disminución del aporte de variación del Gauge R&R del 42,82% al 25,11% observando una mejora.

De acuerdo a la ficha técnica de la cinta métrica detalla que su tiempo de vida útil es de aproximadamente 3 meses, luego de ese tiempo el material plástico del que está compuesto empieza a deteriorarse, al finalizar este tiempo se debe realizar una calibración de la cinta métrica o a su vez obtener un nuevo instrumento de medición. (Medición, 2019)

## **2. Aplicación de las 5S**

Durante la primera semana de octubre, comprendida desde 01 hasta el 04 del año 2019, con la autorización y disposición del gerente, se tomó un tiempo de 2 horas antes de finalizar la jornada laboral con el operario de corte para realizar paulatinamente una limpieza y ordenamiento del área de trabajo. Para lo cual se realizó las siguientes acciones:

- Dar ubicaciones adecuadas a rollos
- Retirar residuos y limpieza profunda de toda el área.
- Establecer una rutina de limpieza
- Adquisición de nuevos puntos eléctricos para facilitar el trabajo
- Disponer de nuevos puntos de recolección de residuos.
- Destinar área para colocar implementos.

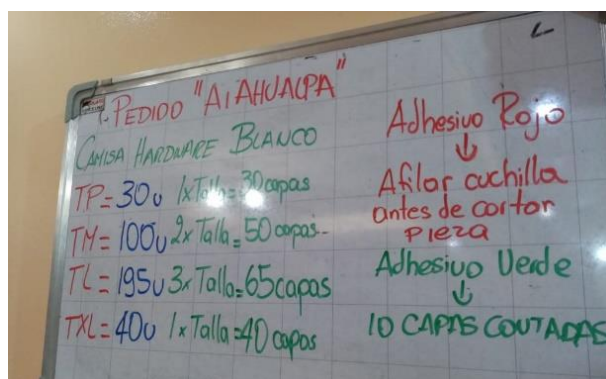
Figura N° 7 Área de corte



### 3. Andon: pizarrón de tiza líquida

Con la finalidad de dar a conocer y llamar la atención del operario del área de corte, se colocó una pizarra de tiza líquida en la pared con la orden de producción que contiene la cantidad de prendas a cortar, número de capas a tender, identificación del significado de cada color.


Figura N° 8 Pizarra de tiza líquida



#### 4. Orden de Requisición de Insumos

Para mantener un orden y stock adecuado de los insumos, se ha considerado elaborar una ficha en la que se detalla los valores mínimos existentes de cada uno, para tener un inventario de seguridad y así evitar contratiempos al momento de la producción.

**Cuadro N° 4 Orden de requisición**

DATOS DE LA EMPRESA			
VASQUEZ POZO SEBASTIAN			
MODARTE			
Dirección Matriz: IMBABURA / IBARRA / SAGRARIO / PUERTO RICO Y JUAN MARTINEZ DE ORBE			
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD:		NO	
FECHA DE OBSERVACIÓN: Mes de			
ORDEN DE REQUISICIÓN			
DETALLE	CANTIDAD MÍNIMA EXISTENTE	CANTIDAD SOLICITADA	OBSERVACIONES
CUCHILLAS			
ADHESIVOS PARA CONTEO DE CAPAS (ROJOS)			
ADHESIVOS PARA AFILAR CUCHILLAS (VERDES)			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	
APROBADO POR:		FECHA DE REQUISICIÓN:	
<p>Nota: El stock mínimo paara solicitar requisición de cuchillas debe ser de dos. El stokc mínimo de seguridad para la requisición de adhesivos debe ser de 20.</p>			

#### 5. Adquisición de cortadora semi-industrial

Debido a que algunos pedidos presentan un número mínimo de prendas en determinada talla, la cortadora industrial provoca cortes irregulares, ya que la misma está destinada a cortar capas mayores a 20, por lo tanto, se ve la necesidad de asegurar la calidad en corte de esos pedidos y se ha procedido con la gerencia a realizar la adquisición de una cortadora semi-industrial. Esta cortadora tiene la facilidad de trabajar con pequeños números de capas y se adapta fácilmente a la mano del operario, siendo fácil de manejar, adicional a eso, este equipo será destinado para el corte de fusionable de cuellos y puños, lo cual se lo realizaba con tijera anteriormente, retrasando el proceso y dificultando la actividad del operador.



**Figura N° 9 Cortadora industrial manual**

## 6. Poka yoke

### 6.1. Colocación de Adhesivos.

El operario de corte debe realizar un conteo repetitivo de las capas de telas tendidas, durante el proceso, con la finalidad de conocer cuántas capas ha tendido y cumplir con la orden de producción. Se ha visto la opción de colocar un adhesivo de color verde cada 10 capas tendidas, esto ayudará para evitar la pérdida de tiempo en el recuento innecesario de capas.

Para asegurar un corte perfecto, previo a esto es necesario afilar de manera adecuada la cuchilla antes de cada corte de pieza de la camisa, por lo tanto, se estableció la pega de un adhesivo color rojo intenso en cada uno de los centros de las piezas, con la finalidad de recordar constantemente al operario que debe realizar el proceso de afilamiento como se lo dispuso.

Para ello, es necesario que recuerden el significado de cada color, dispuesto en la pizarra que se detalló anteriormente.

**Figura N° 10 Adhesivos para afilar cuchillas**

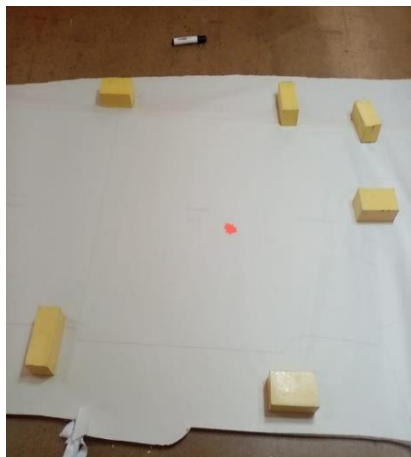
### **6.2. Límites para corte.**

Para estabilizar la tela, evitar movimientos de la misma y mejorar la técnica de corte, se adquirió seis bloques de metal, los cuales se ubicarán en las esquinas de cada pieza de la camisa y que tienen dos funciones principales:

Mantener el bloque de capas sujeto a través de este peso, con la finalidad de evitar el desplazamiento diagonal de las capas de tela y evitar desperfectos debido a la vibración de la máquina y el empuje del operario.

Establecer una alerta para que cuando la cortadora haga contacto con este bloque genere un sonido y delimite la zona de corte, es decir, cuando emita este sonido, el cortador tiene que cambiar de dirección. Esto asegurará que el equipo de corte pase por los límites de la pieza establecidos, evitando así, cortes fuera o dentro del área especificada.

**Figura N° 11 Límites de corte**




## **7. Orden de producción**

Con esta orden se pretende optimizar la cantidad de tela a utilizar, conocer el detalle del pedido y llevar un registro de cuántas piezas reales obtuvo en el corte, así como también conocer el tiempo que se demora en cada uno de los procesos de confección de la camisa. Esto también ayudará a tener un mejor control de la cantidad de piezas en buen estado entregadas, desde el corte hacia la confección, evitando extravíos o pérdidas.

Junto con esto, se conocerá los insumos necesarios para dar los acabados a la confección de la camisa.






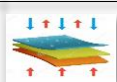








**Figura N° 12 Ficha de producción**

FICHA DE PRODUCCIÓN										
FECHA EMISIÓN:		CLIENTE:								
FECHA DE ENTREGA:		CONDICIONES:								
MODELO:		ORDEN DE PRODUCCION				N°				
NÚMERO DE PRENDAS A CONFECCIONAR		TIPO DE TELA								
TALLAS		P	M	L	XL	XXL	TOTAL	ENTREGA	RECIBE	OBSERVACIONES
CORTE	CANTIDAD REQUERIDA POR TALLA									
	CANTIDAD CORTADA REAL									
CONFECCIÓN	CANTIDAD REQUERIDA POR TALLA									
	CONFECCIÓN									
ESTAMPADO	CANTIDAD REQUERIDA POR TALLA									
	ESTAMPADO									
EMPAQUE	CANTIDAD REQUERIDA POR TALLA									
	EMPAQUE									
MATERIALES E INSUMOS										
CODIGO	DESCRIPCIÓN	COLOR	UNIDAD	REQUERIMIENTO	DESPACHADO	DEVOLUCIÓN	CONSUMO	DESPERDICIO	OBSERVACIONES	
ELABORADO POR:			REVISADO POR:				APROBADO POR:			

## 8. Estandarización del proceso

Además de la capacitación realizada al operario, se colocó en la pared del área de corte una impresión en material acrílico resistente al ambiente, con la finalidad de que el operario tenga siempre un recordatorio de los pasos a seguir en el proceso de tendido y corte, el cual incluye gráficos para facilitar su visualización, como se muestra a continuación.

Figura N° 13 estandarización del proceso

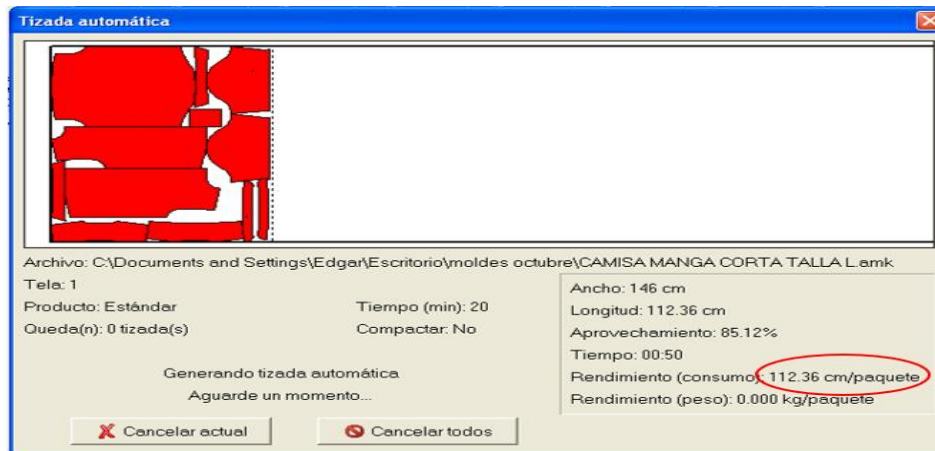
ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE TENDIDO Y CORTE		
N°	DETALLE	IMAGEN
1	Recibir el trazo de corte	
2	Desenfundar el rollo de tela	
3	Establecer tolerancia para tendido de la tela	
4	Revisar la orden de pedido en la pizarra	
5	Tender la tela dentro de los límites establecidos	
6	Colocar cada 10 capas tendidas un adhesivo de color rojo	
7	Agitar energéticamente el aerosol antes de sus uso	
8	La tela y el papel deben estar limpios y secos	
9	Rosear generosamente y uniformemente en el área del reverso del papel del trazo	
10	Unir la tela y el papel	
11	Una vez acentado el papel con la regla de madera, realizar un recorrido por toda el área para asegurar una mejor adhesión a la tela.	
12	Proceder al corte de cada pieza	
13	Tomar en cuenta que cada adhesivo entre las piezas, recuerda al cortador que tiene que realizar un afilamiento de las cuchillas	
14	Clasificar las piezas en el recipiente designado	

### 9. Reducción del número de capas

Debido a la presión que ejerce el operario al momento del corte y al mal corte que se produce por la vibración, se decidió disminuir el número de capas, extendiendo las capas, optimizando el espacio y reduciendo el tiempo de tendido.

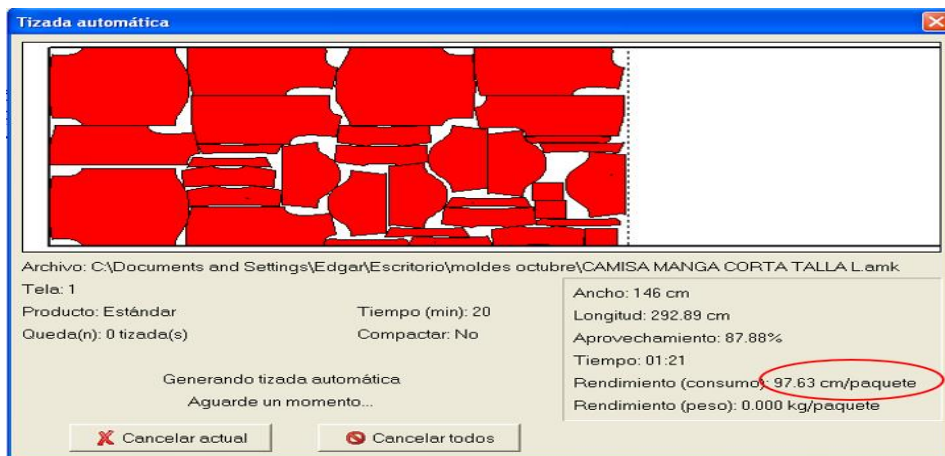
✓ Antes

**Figura N° 14 Rendimiento tela (antes)**



✓ Después

**Figura N° 15 Rendimiento tela (después)**



- **Análisis Económico**

1. **Detalle de la inversión en mejoras realizadas**

Como se detalló anteriormente, fue necesario la adquisición de implementos que permiten mejorar la organización del área de corte, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla N° 7 Inversión de las mejoras**

Ítem	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Cinta métrica metálica Stanley 8mts	Unidad	1	22,00	22,0
Cinta métrica plástica mexicana "Humval" 1,50mtrs	Unidad	6	1,50	9,0
Regla de madera 1,50 mtrs	Unidad	1	10,00	10,0
Cortadora semi-industrial marca singer	Unidad	1	150,00	150,0
Adhesivos color rojo	Paquete	10	1,00	10,0
Adhesivos color verde	Paquete	10	0,40	4,0
Topes metálicos	Unidad	6	25,00	150,00
Cartones	Unidad	4	0,65	2,6
Pizarra de Tiza Líquida 60*40	Unidad	1	15,00	15,0
Repisa para implementos	Unidad	1	5,00	5,0
Marcadores	Unidad	8	1,00	8,0
Repuesto de cuchilla para cortadora vertical	Unidad	4	15,00	60,0
Repuesto de cuchilla para cortadora circular	Unidad	4	12,00	48,0
Impresión en acrílico de estandarización del proceso	Unidad	1	5,00	5,0
			<b>Total</b>	<b>498,6</b>

Esta es la inversión total que debe ser realizada en la empresa ModArte para producir cambios mejorando el proceso de corte y reduciendo el porcentaje de productos no conformes en el cliente final. Estos cambios han producido un ahorro para la empresa de \$0,71 por camisa.

**Tabla N° 8 Diferencia económica después de la reducción de capas**

	ANTES	DESPUES
<b>CAMISAS A PRODUCIR</b>	210 unidades	210 unidades
<b>CANTIDA DE TELA REQUERIDA</b>	235.20 mts	205.08 mts
<b>COSTO DEL METRO</b>	3.75 \$/mts	3.75\$/mts
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 882.62	\$772,29

DIFERENCIA ECONÓMICA POR LOTE (\$)	\$110,33
DIFERENCIA ECONÓMICA POR CAMISA (\$)	\$0.53

La reducción del número de capas permitió reducir el consumo de tela por camisa a 0.98 mts/camisa, lo cual genera un ahorro para ModArte de 0.53 \$/camisa, ingreso que le permitirá obtener mayor rentabilidad.

**Tabla N° 9 Costo por mala calidad**

	<b>ANTES</b>	<b>DESPUES</b>
<b>PORCENTAJE DE DEVOLUCIÓN</b>	11 %	5.1%
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	11.79 \$/camisa	11.79 \$/camisa
<b>COSTO ADICIONAL POR CAMISA POR MALA CALIDAD</b>	1.31 \$/camisa	0.60 \$/camisa
<b>COSTO TOTAL CON DEVOLUCIONES</b>	13,10 \$/camisa	12,39 \$/camisa

El costo de producir una camisa es de \$11,79, debido al porcentaje de devolución que existe en cada lote de producción, este costo es incrementado en 1,31/camisa. Después de haber implementado las mejoras, el porcentaje de devoluciones disminuyó y, por lo tanto, el incremento redujo a 0,60 \$/camisa, reducción que permitirá a la organización obtener un mejor nivel competitivo.

**Tabla N° 10 Ahorro Total de las mejoras realizadas**

<b>DETALLE</b>	<b>AHORRO GENERADO (\$/CAMISA)</b>
<b>Reducción del número de capas</b>	0,53
<b>Otras mejoras</b>	0,71
<b>Ahorro Total</b>	<b>1,24</b>

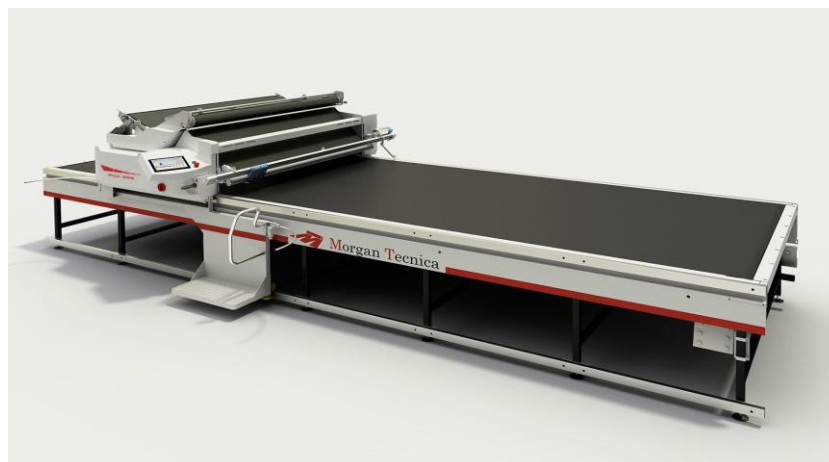
Después de la aplicación de las mejoras, se tuvo una inversión total de \$498,60 y considerando el ahorro total de 1,24\$/camisa, se puede afirmar que la inversión se recuperará después de la producción de 402 camisas talla L. Es decir, para recuperar este monto se requieren de 2 lotes de producción o 2 meses.

## **2. Mejoras propuestas a mediano o largo plazo**

Para que la empresa pueda tener mejores resultados en el futuro, se ha propuesto que adquieran un equipo moderno que además de optimizar y reducir el tiempo, facilite el

tendido de tela, evita el desperdicio de materia prima y el estiramiento de la misma, haciendo que la tela caiga con inercia propia y dentro de los límites establecidos. Se ha sugerido la adquisición de una mesa extendidora de tela, como se muestra a continuación (Ver anexo 8).

**Figura N° 16 Tendedora de Tela**



**Fuente:** (COSMOTEX, 2019)

La inversión que debería hacer la empresa para adquirir esta máquina es de \$9142, dicha inversión se la podría recuperar en una producción de 1472 camisas o un tiempo aproximado de 3 meses de acuerdo a la utilidad que se obtiene por camisa, como se muestra a continuación:

**Tabla N° 11 Tiempo de recuperación de la inversión**

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO</b>	<b>UTILIDAD</b>	<b>PRECIO DE LA MÁQUINA</b>	<b>PRENDAS A PRODUCIR (unidad)</b>	<b>TIEMPO DE RECUPERACIÓN (meses)</b>
\$11,79	\$18,00	\$6,21	\$9.142,00	1472	8

Una vez presentada esta propuesta a la gerencia de ModArte, se obtuvo una respuesta positiva para la implementación de esta máquina. Uno de los limitantes es no disponer de los recursos financieros en este momento, pero el gerente supo establecer un compromiso de ahorro mensual del 10% generado a partir de la utilidad hasta llegar a completar el monto requerido para la adquisición de la maquinaria.



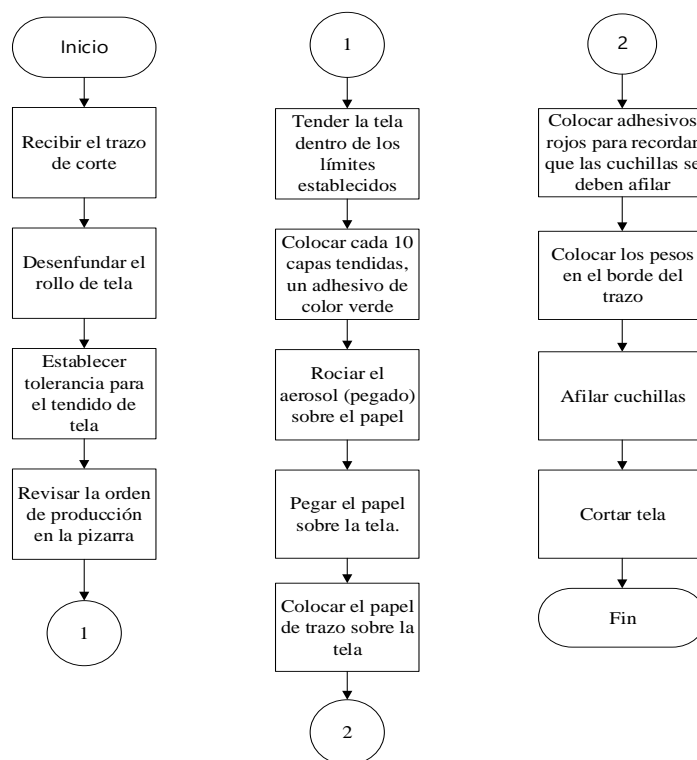
## Fase controlar

Para el desarrollo de esta fase, se expondrán componentes de control para las mejoras propuestas, con la finalidad de que las mejoras se mantengan en el tiempo y con ello detectar cambios en el proceso manteniéndolos bajo control. Se propone usar un check list de verificación.

### 3. Procedimiento para realizar un corte de tela correcto

Se debe controlar que el corte de tela sea el adecuado para evitar la variabilidad en tallas y con ello reducir la devolución del producto (camisa) del cliente final.

**Figura N° 17 Diagrama de flujo actualizado**













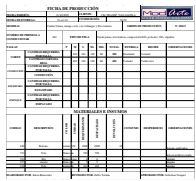


### 4. Check list de Verificación

Para controlar de mejor manera las propuestas implementadas en la fábrica, se empleará una hoja de control denominada check list en la que se detalla el cumplimiento de los pasos para obtener un proceso de corte adecuado. El encargado de ejecutar estas funciones es el responsable de corte.

Se presenta a continuación la ficha de control con el formato acordado:

Cuadro N° 5 Check list de Verificación de Octubre

						
FICHA DE CONTROL						
<b>FASE:</b>	CONTROLAR					
<b>OBJETIVO:</b>	MONITOREAR LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS, ASEGURAR QUE SE MANTENGAN EN EL TIEMPO					
<b>FECHA:</b>	14/10/2019					
<b>PRODUCTO:</b>	CAMISA FORMAL MANGA CORTA					
<b>SECCIÓN:</b>	CORTE					
<b>LÍNEA:</b>	FORMAL					
<b>REQUISITOS:</b>	60+/- 0,5					
SUBPROCESO	CONDICIONES ACTUALES		CUMPLE		OBSERVACIONES	
	ACTIVIDAD	DETALLE	SI	NO		
CORTE	Calibrar la cinta métrica	Cada 3 meses se debe comparar la cintra métrica con la cinta metálica que tiene el patrón de calibración.	X			
	Aplicación 5S	Mantener el área de trabajo limpia y ordenada. Al finalizar la jornada el responsable debe realizar la limpieza	X			
	ANDON	Escribir cada orden de producción en la pizarra	X			
Orden de requisición de insumos	Detalla insumos necesarios para la producción	X				

	Adquisición de cortadora semiindustrial	Instrumento para cortar pocas cantidades de tela	X	
	POKAYOKE: Colocación de adhesivos	Colocar adhesivos rojos sobre el molde, para recordar que se debe afilar cuchillas	X	
		Colocar adhesivos verdes cada 10 capas de tela, para llevar el numero correcto de las capas de tela	X	
	POKAYOKE: Límites para el corte	Colocar los límites para el corte en las esquinas de cada pieza de la camisa	X	
	Orden de producción	Conocer con detalle el pedido, y llevar un registro de las piezas en el corte	X	
	Estandarización del proceso	Verificar que se siga la secuencia del proceso de corte	X	
	Reducción del número de capas	Verificar que el tendido de tela sea más largo y que por cada capa alcancen 3 camisas.	X	
Aprobado por:	Sebastián Vásquez	Realizado por:	Karen Benavides	
Revisado por:	Pablo Yalamá	Observaciones:	Ninguna	

### 5. Capacidad del proceso después de las mejoras implementadas

Para analizar la capacidad del proceso después de haber implementado las mejoras, se tomó datos de 2 lotes de producción y se obtuvo:

Figura N° 18 Capacidad del proceso de corte de longitud de pecho

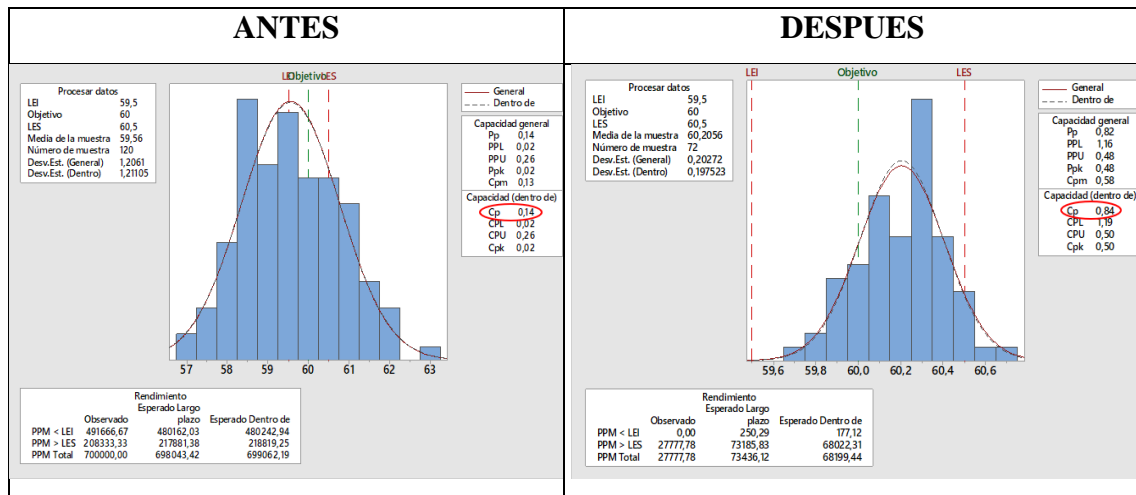
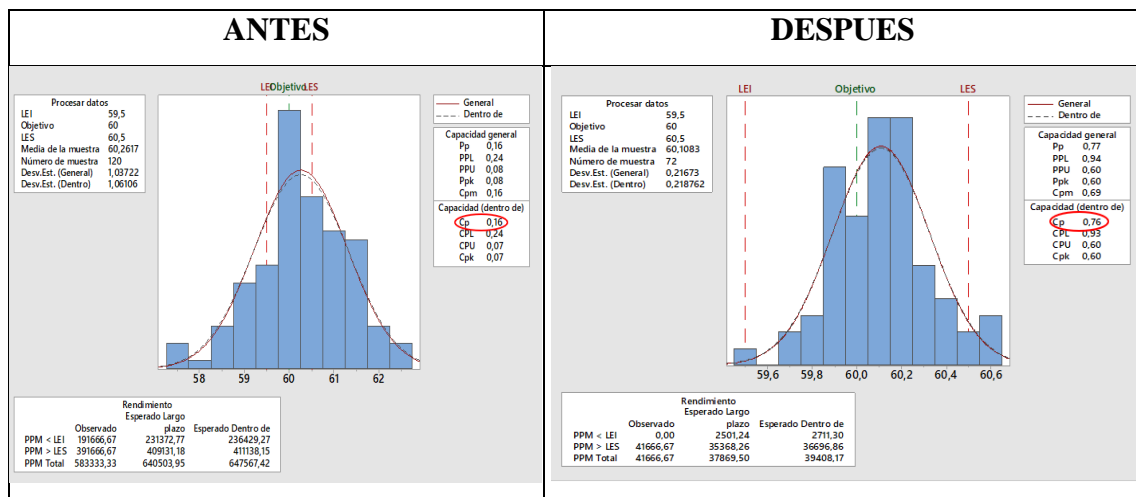
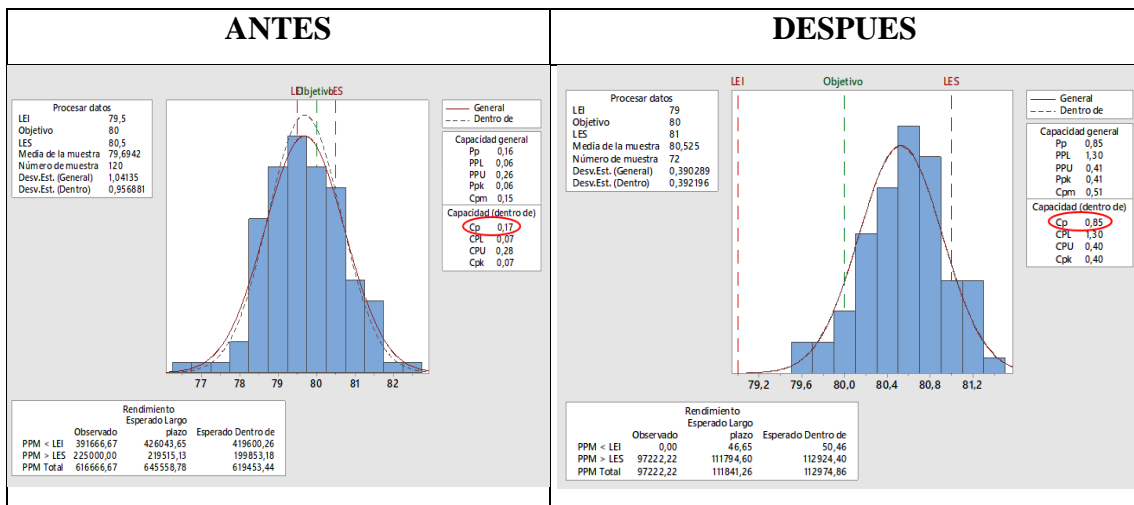


Figura N° 19 Capacidad del proceso de corte de longitud de cintura



**Figura N° 20 Capacidad del proceso de corte de longitud de altura**



Se observa que el proceso mejoró significativamente, debido a que el Cp y Cpk del proceso de corte respecto a la longitud de pecho, cintura y altura se elevó dando como resultado, más productos dentro de especificación y mejorando la satisfacción del cliente.

## CONCLUSIONES

ModArte no posee un control y seguimiento en la producción interna, por lo que su producción se basa en los años de experiencia que tienen los trabajadores, confiando en sus conocimientos y habilidades.

Las dificultades que la empresa “ModArte” enfrentaba, permitió aplicar una metodología de mejora LSS, la cual fue una herramienta útil y efectiva por su flexibilidad de hacer cambios rápidos en el proceso pero que generan un gran impacto, permitiendo elevar la satisfacción del cliente

Se identificó las necesidades y expectativas del cliente final de la empresa “ModArte” a través de la realización de una encuesta, así como los requerimientos de la empresa para enfocar el proyecto en mejoras que generen un impacto positivo en la calidad del producto final.

Al observar los índices de capacidad del proceso se identificó que se están entregando productos fuera de los límites de especificación con alta variabilidad, lo que afecta directamente a la calidad del producto, haciendo que la empresa ModArte tenga una alta devolución de camisas por inconformidad.

La aplicación de las herramientas Lean requiere la participación y disposición del personal por lo que pudo ser aplicada satisfactoriamente y a través de esto mejorar las condiciones de trabajo y elevar la calidad de producto final.

Después de la implementación de las mejoras, los trabajadores adquirieron una mentalidad positiva y el deseo de seguir mejorando en la organización, ya que las mismas sirvieron como motivación para tomar como base y darles usos diferentes en beneficio del proceso.

Después de haber implementado nuevas condiciones de trabajo y haberlas controlado, se puede observar que la mayoría de productos se encuentran dentro de los límites de especificación. Se concluye que las mejoras implementadas han sido efectivas y han podido elevar la calidad del producto.

## RECOMENDACIONES

Es necesario realizar más proyectos LSS con la finalidad de mejorar las características críticas de calidad que no pudieron ser estudiadas en este trabajo de investigación.

Sería conveniente controlar constantemente que la aplicación de las mejoras en el proceso de corte se mantenga a lo largo del tiempo y sea examinado con frecuencia por la gerencia de la empresa, monitoreando la estabilidad del proceso mediante el uso de cartas de control para identificar puntos fuera de los límites y observar la causa que lo generó e inmediatamente tomar acciones sobre esto.

Se recomienda cada tres meses realizar la calibración del equipo de medición con la finalidad de mantener un sistema seguro y confiable que asegure la calidad en el producto final. También, se debe realizar una rutina de limpieza cada día, después de finalizar la jornada laboral, para mantener una mejor organización en el área de trabajo.

Se debe dedicar tiempo por lo menos una vez al mes para capacitar al personal de la empresa, con la finalidad de concientizar al operario acerca de un trabajo bien hecho obteniendo un producto de calidad y dar a conocer la importancia de evitar la devolución del producto.

La gerencia debería recibir constantemente opiniones y sugerencias por parte de todo el personal de la empresa que permitan mejorar cada uno de los procesos productivos y saber las necesidades que tiene la planta, haciendo notar la importancia que tiene la opinión de los trabajadores en la organización y con esto motivarles.

Se debería replicar este proyecto de mejora en las diferentes tallas de camisa que ofrece la empresa “ModArte”, así como también en los demás productos, con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la organización, mantenerse en el mercado y ser más competitivo.

Con el impacto positivo de este trabajo de investigación la empresa debería continuar con la apertura a estudiantes universitarios que propongan proyectos innovadores para mejorar la organización.

## LIMITACIONES

En el país existen pocos proyectos LSS enfocados al área textil, por lo que no existe mucha información de la aplicación de la metodología DMAIC, este proyecto puede ser tomado como base para las pequeñas y medianas empresas que deseen mejorar en sus procesos productivos.

Este trabajo de investigación se realizó únicamente en el producto y talla mas vendida de la organización, esto debido a la falta de tiempo y recursos económicos que presenta la empresa al pertenecer al grupo de las PYMES, pero esto se puede replicar en los demás productos y tallas.

El conocimiento empírico manejado por los operarios generaba algunas inconformidades al momento de cambios realizados en la implementación de mejoras, esto se pudo superar a lo largo de cada una de las capacitaciones que se brindó al personal y también al observar los resultados positivos que causaron estas mejoras.

Por el tiempo disponible, se trabajó en la reducción de la variabilidad de tallas en las camisas para evitar devolución por parte del cliente final, pero aún existen más características de calidad que podrían ser mejoradas.

La organización y limpieza constante del área de trabajo en tendido y corte refleja una parte de la aplicación de las 5s esto debido a la falta de tiempo pero sería beneficioso elaborar un proyecto donde se pueda ejecutar la metodología completa.



## REFERENCIAS

- Alarcón, P. (15 de Marzo de 2017). 7 mil empresas ecuatorianas cerraron sus puertas en 2016. (Ecuavisa, Entrevistador)
- Alferes, D. (29 de Mayo de 2019). Producción en ModArte. (K. Benavides, Entrevistador)
- Anrango Martínez , D. M., & Ángel Álvarez, B. E. (2012). Plan de implementación de six Sigma en el proceso de admisiones de una institución de educación superior. *redalyc*, 13-20.
- Arias, M. L., Portilla, L., & Cataño, B. J. (2008). APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN LAS ORGANIZACIONES. *redalyc*, 265-270.
- Barrera, G. A., Cambra, D. A., & González, G. J. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA GESTIÓN DE LAS MEDICIONES. *Scielo*, 8-16.
- Bejarano, D. C. (20 de 05 de 2018). *Instrumento de Medición: Escala Likert*. Obtenido de file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/Actividad%203%20-Ejemplo%20escala%20Likert.pdf
- Berenguer , J. (04 de 06 de 2015). *¿Qué es el modelo Lean o de Producción Ajustada*. Obtenido de <http://prevenblog.com/que-es-el-modelo-lean-o-de-produccion-ajustada/>
- Bermúdez Hernández, J., Betancurt Lopera, L. M., & Muñoz Carreño, J. C. (2016). Six Sigma como Herramienta de Mejoramiento Continuo: Caso de Estudio. *Revista Espacios* .
- Cadalzo Díaz , Y., Becerra Alonso , M., Albojaira Santamaría , M., & López Díaz , R. (2016). Determinación de las competencias organizacionales y de procesos en un centro del sector biofarmacéutico. *Vaccimonitor*.
- Chugani, N., Kumar , V., Garza Reyes, J. A., Rocha Lona , L., & Upadhyay, A. (2017). Investigating the green impact of Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7-32.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia* . Barcelona: Bresca.
- Delfín Pozos, F. L., & Acosta Márquez, M. P. (2016). Importancia y análisis del desarrollo empresarial. *Revista Científica, Pensamiento y Gestión*.
- Estévez, C. (20 de 04 de 2015). *¿Sabes realmente que opinan tus clientes?* Obtenido de <https://menudasempresas.com/sabes-realmente-que-opinan-tus-clientes/>
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya , C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Revista Chilena de Ingeniería*.
- Galgano, A. (1995). *Los 7 instrumentos de la calidad total*. Madrid: Diaz de Santos.
- García, S. L., Fernández, L. G., & Brenis, D. A. (2013). Mejora del Sistema de Medición: Un caso aplicado a la Industria Automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 41-46.

- Garza Ríos, R., González Sánchez , C., Rodríguez González , E., & Hernández Asco, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 19-35.
- Gómez, F. M., Cervantes, O. J., & González, P. P. (2012). *Administración de Proyectos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- González Téllez, M. (2011). LOS CAMBIOS EN LAS ORGANIZACIONES. *Contribuciones a la Economía*.
- Graves, A. (13 de 08 de 2014). *Six Sigma Fundamentals: What is DMAIC?* Obtenido de <https://www.sixsigmadaily.com/six-sigma-fundamentals-dmaic/>
- Gupta, N. (2013). An Application of DMAIC Methodology for Increasing the Yarn Quality in Textile Industry. *Mechanical and Civil Engineering* , 50-64.
- Gutierrez, P. H., & de la Vara, S. R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: McGRAW-HILL.
- INEC. (2017). *Ecuador registró 843.745 empresas en 2016*. Ecuador: Telegram.
- INEC. (2018). Índice de producción en la Industria Manufacturera. *Boletín Técnico*, 1-9.
- Ingrande, T. (19 de Marzo de 2015). *GEMBA WALK. Mira, escucha, pregunta y aprenderás*. Obtenido de <http://kailean.es/gemba-lugar-de-trabajo/>
- Jiju, A., Maneesh, K., & Madu, C. (2005). Six sigma in small- and medium sized UK manufacturing enterprises. *Emerald*, 860-872.
- Jin, S. B., & Khanduja, D. (2015). *Wrap the scrap with DMAIC*. Hamburg: Anchor Academic.
- Jordan, E., Kuzar , J., Rihar , L., & Berlec, T. (2019). Portfolio analysis of a Lean Six Sigma production process. *Central European Journal of Operations Research*, 797-813.
- Kankariya, P., & Valase , K. (2017). Performance improvement in Garment industries by reducing defects using six sigma methodologies . *Scientific Research Engineering & Technology*, 228-235.
- León, S. (15 de Marzo de 2017). 7 mil empresas ecuatorianas cerraron sus puertas en 2016. (Ecuavisa, Entrevistador)
- Llauradó, O. (12 de 12 de 2014). *La escala de Likert: qué es y cómo utilizarla*. Obtenido de <https://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>
- Manene, L. M. (28 de 07 de 2011). *DIAGRAMAS DE FLUJO: SU DEFINICIÓN, OBJETIVO, VENTAJAS, ELABORACIÓN, FASES, REGLAS Y EJEMPLOS DE APLICACIONES*. Obtenido de <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *redie: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 39-47.
- Medición. (2019). *Flexometro y cinta métrica*. Obtenido de <http://www.faherma.com/media/catalog/MEDICION.pdf>

- Menéndez, G. (13 de 02 de 2014). *Los 7 mudas: ¿Sabes cuáles son los 7 desperdicios de las empresas?* Obtenido de <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>
- Miranda, G. F., Chamorro, M. A., & Rubio, L. S. (2007). *Introducción a la Gestión de la Calidad*. Madrid: Delta.
- Muguira, A. (22 de 01 de 2019). *Importancia de la opinión del cliente para el éxito de tu negocio*. Obtenido de <https://magentaig.com/importancia-opinion-cliente-exito-negocio/>
- Murray, M. (16 de 12 de 2018). *Conceptos de Six Sigma: El método de resolución de problemas DMAIC*. Obtenido de <https://www.thebalancesmb.com/six-sigma-concepts-the-dmaic-problem-solving-method-2221186>
- Nilakantasrinivasan, N., & Nair, A. (2005). DMAIC Failure Modes. *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, 30-35.
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2016). Designación de tallas para prendas de vestir. Ropa exterior para hombres y niños. *INEN*, 1-5.
- Oláh, J., & Popp, J. (2016). Lean Management, Six Sigma and Lean Six Sigma: Possible Connections. *Obuda University e-Bulletin*, 25-31.
- ONU. (01 de 07 de 2018). *La ONU considera que las pymes son la espina dorsal de la economía y las mayores empleadoras del mundo*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/3382959/0/pymes-microempresas-onu-economia-empleo/>
- Ordorica Villalvazo, J., Camargo Wilson, C., Olguín Tiznado, J., Limón Romero, J., De la Vega Bustillos, E., López Bonilla, O., & Amaya Parra, G. (2010). R&R APLICADO A LA TERMOGRAFÍA SENSORIAL PARA LA DETECCIÓN DE DESORDENES DE TRAUMA ACUMULADOS (DTA's). *Instituto Tecnológico de Hermosillo*, 24-32.
- Ortega, M. (2016). Ventajas del análisis sistémico aplicado a los espacios locales. *redalyc*.
- Pacheco, J. (19 de 03 de 2019). *¿Qué es un Diagrama de Flujo y cómo se hace?* Obtenido de <https://www.webyempresas.com/diagrama-de-flujo/>
- Paredes, R. A. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *scielo*, 262-277.
- Paredes, S. (02 de 07 de 2019). Empresa ModArte. (K. A. Benavides Flores, Entrevistador)
- Pimsakul, S., Somsuk, N., Junboon, W., & Laosirihongthong, T. (2013). Production Process Improvement Using the Six Sigma DMAIC Methodology: A Case Study of a Laser Computer Mouse Production Process. *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 133-146.
- Puerto Becerra, D. P. (2010). La globalización y el crecimiento empresarial a través de estrategias de internacionalización. *Revista científica, Pensamiento y Gestión*.
- Raffino, M. E. (22 de 12 de 2018). *Concepto de Diagrama de Flujo*. Obtenido de <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>
- Reyes Aguilar, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Contaduría y Administración*, 51-68.

- Segovia, M., Revelo, P., & López, E. (3 de Junio de 2019). Competencia de Camisas. (K. Benavides, Entrevistador)
- Socconini, L. (2016). *Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Socconini, L., & Reato, C. (2019). *Lean Six Sigma: Sistema de Gestión para liderar empresas*. Barcelona: Marge Books.
- Supply Chain. (25 de 01 de 2018). *EAE Business School*. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/las-diferencias-existentes-entre-el-sistema-pull-y-push/>
- Sussman, J. (19 de 04 de 2017). *An Overview of DMAIC for Beginners*. Obtenido de <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/six-sigma/dmaic/the-complete-beginners-guide-to-dmaic>
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, 276-310.
- Terán, P., & Alvarado, A. (2016). Mejoramiento de la competitividad en empresas PYMES del Ecuador aplicando Lean Six Sigma: estudio de un caso. *USM*, 5-19.
- Tolamatl, M. J., Gallardo, G. ,, Varela, L. ,, & Flores, Á. E. (2011). Aplicación de Seis Sigma en una Microempresa del Ramo Automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 11-18.
- Tong, J., Tsung, F., & Yen, B. (2004). A DMAIC approach to printed circuit board quality improvement. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 523-531.
- Tourón, J. (26 de 09 de 2016). *Lean Manufacturing*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>
- Valdés Díaz de Villegas, J. A., & Sánchez Soto, G. (2012). Las mipymes en el contexto mundial: Sus Particularidades en México. *Iberóforum*, 126-156.
- Valdiviezo, C. E., Valdivieso, R., & Valdivieso, O. A. (2011). DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL MEDIANTE EL USO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN. *UPB*, 148-175.
- Valenzuela Corral, J., & Palacios Valerio, J. (2010). REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACION UTILIZANDO EL SISTEMA SMED EN UNA MAQUINA DE PRODUCCION POR MEDIO DE LA METODOLOGIA DMAIC. *Instituto de Ingeniería y Tecnología*, 16-24.
- Vásquez, S. (27 de Mayo de 2019). modArte. (K. Benavides, Entrevistador) Recuperado el 27 de Mayo de 2019
- Zacarías, C. (28 de enero de 2014). *Medición Industrial*. Obtenido de <http://medicionindustrial.blogspot.com/2014/01/calibrar-cintas-metricas.html>

# ANEXOS

## Anexo N° 1 Encuesta






### NIVEL DE ACEPTACIÓN DE CAMISERÍA

**OBJETIVO:** Conocer el nivel de satisfacción del producto “camisa”, elaborado en la empresa “ModArte”, mediante la formulación y análisis de una encuesta realizada a sus clientes.






**INSTRUCCIONES:** Lea detenidamente cada pregunta y marque con una “X” la opción que más se acerque a su opinión. La última pregunta es de libre expresión.

Recuerde que es de gran importancia su sinceridad a la hora de responder cada pregunta.






#### 1. ¿Hay variabilidad de tallas en las camisas?

				
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo






#### 2. ¿El tiempo de entrega es el que usted solicita?

				
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo






#### 3. ¿La forma del cuello de la camisa es de su agrado?

				
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo






**4. ¿El cuello de las camisas presenta burbujas?**

 Totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Neutral	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
---	--	--	---	--






**5. ¿Se encuentra satisfecho con la presentación del empaque al momento de la entrega de las camisas?**

 Totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Neutral	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
---	--	--	---	--

**6. ¿El tamaño del escote de la camisa es el adecuado para su uso?**

 Totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Neutral	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
---	--	--	---	--

**7. ¿Está de acuerdo con la seguridad que presentan los botones?**

 Totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Neutral	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
---	--	--	---	--

**8. Observaciones finales:**

.....

.....

.....

.....

.....

## Anexo N° 2 Ficha técnica proveedor



LA CALIDAD NO PASA DE MODA

## TELA BIANCA

## • CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

TIPO TEJIDO:	TAFETÁN LISTADO	RENDIMIENTO:	6,67 m/ kg
COMPOSICIÓN:	70% POLIÉSTER + 30% ALGODÓN	CAMBIO DIMENSIONAL:	
GRAMAJE:	100 g/m <sup>2</sup> ± 5%	URDIMBRE:	≤ 2,0%
ANCHO ÚTIL:	1,50 m	TRAMA:	≤ 1,5%

## • SUGERENCIAS PARA LAVADO Y CUIDADO DOMÉSTICO



TEMPERATURA MÁXIMA DE LAVADO 30°C.  
PROCESO NORMAL



NO ES PERMITIDO UTILIZAR PRODUCTOS DE  
BLANQUEO.



ES POSIBLE SECAR LAS PRENDAS EN  
SECADORA A TEMPERATURA BAJA.



TEMPERATURA MÁXIMA DE LA BASE DE LA  
PLANCHA 150 °C.



NO LIMPIAR A SECO.

## • ACABADOS INTELIGENTES



**COOL CONFORT** - propiedad de la tela para transportar rápidamente la humedad y el vapor de agua de la superficie interior de la prenda hasta su superficie exterior, dando una sensación de confort.



**ANTIBACTERIAL** - evita la transferencia de bacterias del medio ambiente a la piel y su reproducción en las prendas.



**FILTRO UV** - solución especial que otorga a los textiles propiedades de protección frente a los nocivos rayos solares.

## Anexo N° 3 Costo De Producción Por Camisa

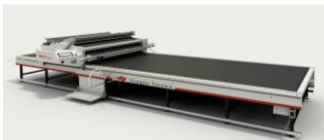
GASTOS			MANO DE OBRA		PRECIOS KG		
INSUMOS	COSTO-BASE		MES	3152	TALLAS	S. IVA	C. IVA
PRUEBA	\$ 0,05	\$ 0,05	DIAS LABORABLES	22	S	\$ 9,63	\$ 10,79
APROBACION	\$ 0,05	\$ 0,05	HORAS DIARIAS	8 \$ 143,27	M	\$ 10,08	\$ 11,29
TELA PLANA	\$ 4,50	\$ 4,50	HORA/MINUTOS	60 \$ 17,91	L	\$ 10,52	\$ 11,79
ETIQUETA	\$ 0,02	\$ 0,02	TIEMPO PRENDAS MINUTOS	7,5	XL	\$ 10,97	\$ 12,29
BOTONES	\$ 0,16	\$ 0,16	TOTAL MANO DE OBRA	\$ 2,24			
HILO	\$ 0,04	\$ 0,04	TOTAL PRENDAS/HORA	8			
FUNDAS	\$ 0,01	\$ 0,01					
AGUJAS	\$ 0,01	\$ 0,01					
LIJAS DE AFILAR	\$ 0,02	\$ 0,02					
CARTÓN PARA EMPAQUE	\$ 0,04	\$ 0,04					
IMPRESIÓN PLOTTER	\$ 0,01	\$ 0,01					
CINTA SCOSH	\$ 0,30	\$ 0,30					
SPRAY ADHESIVO	\$ 0,03	\$ 0,03					
CORTA HILO	\$ 0,05	\$ 0,05					
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 0,66	\$ 0,66					
DEPRECIACION	\$ 0,15	\$ 0,15					
<b>GASTO TOTAL</b>		<b>\$ 6,10</b>					



## Anexo N° 4 Rollos de tela del mismo del mismo lote

COD. PRINCIPAL		COD. AUXILIAR		CANT.	DESCRIPCIÓN	DETALLE ADICIONAL
01.172.0 04		01.172.0 04		50.00	CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO	Detalle adicional 1: CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO;
01.172.0 04		01.172.0 04		21.00	CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO	Detalle adicional 1: CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO;
01.172.0 04		01.172.0 04		50.00	CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO	Detalle adicional 1: CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO;
01.172.0 04		01.172.0 04		21.00	CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO	Detalle adicional 1: CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO;
01.172.0 04		01.172.0 04		49.00	CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO	Detalle adicional 1: CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO;
01.172.0 04		01.172.0 04		50.00	CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO	Detalle adicional 1: CASUAL HARVARD PLOMO BLANCO;
				241.00		

## Anexo N° 5 Ficha técnica Tenedora de Tela

<b>TENEDORA DE TELA AUTOMÁTICA</b>			
<b>Especificaciones Técnicas</b>			
<b>Características</b>			
<p>Diseñado para la producción resistente, con endechas regulares e incluso diversos tipos de telas, de gracias a la posibilidad para poner y para manejar varios perfiles de extensión en el ordenador a bordo. Se ha reforzado la estructura, aunque siguiera siendo compacta y diseñado seguía siendo agradable y moderno. Cada detalle se ha diseñado cuidadosamente para hacer que el operador sienta cómodo: El diseño es moderno y ergonómicos y la máquina es fáciles de utilizar, los gracias al tacto interactivo del ordenador con el OS de Windows y un software desarrollado ad hoc, según la mayoría de las técnicas modernas. La torrecilla de la cuna se hace con la correa de PVC sólida doble (rayas no paralelas), que garantiza perfecto e incluso el apretón en la anchura de la tela. “Barra electrónicamente controlada del bailarín” y codificador para la “tensión” que se separa libremente y sin los fin-colectores.</p> <p>Un dispositivo electrónico comprueba y elimina en tiempo real la tensión de la tela, de verdad extensión tensión-libre. Todos los movimientos están electrónicamente y de control digital, con la disposición multifuncional posible, de modo que cada usuario puedan crear y almacenar realmente diversos perfiles, modificada para requisitos particulares para las necesidades individuales y los tipos materiales. El tacto de la PC con el OS de Windows y la conexión de Wifi permite la actualización remota y el servicio de asistencia. Las palabras claves para este nuevo producto son: confiabilidad de alta tecnología, máxima, funcionamientos llanos superiores.</p>			
<b>Velocidad Máxima</b>	100 m/min	<b>Anchura</b>	180 cm
<b>Capacidad Máxima</b>	200 kilogram	<b>Diámetro</b>	80 cm del rollo
<b>Voltaje</b>	Voltaje 400V 3Ph 50/60 herzios.		