

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA MICROEMPRESA TEXTIL
NELLYTEX APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA

AUTOR: NILO ALEXANDER CHILUISA ESCOBAR

DIRECTOR: ING. KAREN ALEJANDRA BENAVIDES FLORES MSC.

IBARRA – ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005045537		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chiluisa Escobar Nilo Alexander		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui, barrio San José, vía santa rosa, junto al gimnasio león.		
EMAIL:	nachiluisae@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	S/N	TELF. MOVIL	0990493712

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Mejora de los procesos de producción en la microempresa textil Nellytex aplicando la metodología Lean Six Sigma
AUTOR (ES):	Chiluisa Escobar Nilo Alexander
FECHA: AAAA/MM/DD	2024/07/25
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR:	Ing. Karen Benavides MSc.

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de julio de 2024

EL AUTOR:

Firma:

Nombre: Chiluisa Escobar Nilo Alexander

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 26 de julio de 2024

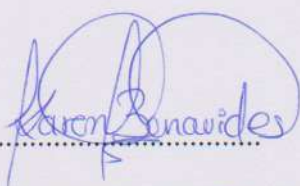
MSc. Karen Benavides Ing.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)



MSc. KAREN BENAVIDES ING.

C.C.:1003597513.....

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “Mejora de los procesos de producción en la microempresa textil Nellytex aplicando la metodología Lean Six Sigma” elaborado por Chiluisa Escobar Nilo Alexander, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....

MSc. Karen Benavides, Ing.

C.C.: 1003597513.....

(f):.....

MSc. Ramiro Saraguro, Ing.

C.C.: 1001128857.....

DEDICATORIA

Este trabajo de grado va dedicada a mis queridos padres, Magaly y Carlos, quienes me han enseñado el verdadero significado del esfuerzo y el sacrificio. El apoyo incondicional que me han brindado, sus palabras de aliento y su fe inquebrantable en mí han sido el motor que me ha impulsado a lo largo de este arduo camino. Les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado.

A mi hermana Karla, mi compañera de vida y mi mejor amiga. Gracias por estar siempre a mi lado, por tu paciencia y tus consejos tus enojos por todo lo bueno y lo malo. Tu presencia ha sido una fuente constante de fortaleza y alegría para mí.

A toda mi familia, por su cariño y por creer en mis sueños y esfuerzos. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera especial a este logro, y por eso les estoy muy agradecido.

A todos mis amigos de la universidad, con quienes he compartido risas, lágrimas, noches de estudio y momentos inolvidables. Gracias por su amistad y por hacer de esta etapa una experiencia extraordinaria. Juntos hemos superado desafíos y celebrado victorias incluso derrotas, no podría haber pedido mejores compañeros para este viaje.

Nilo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y mi fortaleza a lo largo de este camino. Su presencia en mi vida me ha dado la esperanza y el valor necesarios para enfrentar cada desafío.

Para Tejidos Nellytex, mi más sincero agradecimiento por su invaluable apoyo en la realización de este trabajo de grado. Su generosidad y colaboración han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Gracias por abrirme las puertas, por brindarme los recursos necesarios y por permitirme aprender y crecer en un entorno tan profesional y acogedor.

A mi tutora de tesis, la ingeniera Karen Benavides, le debo una enorme gratitud por su paciencia, y guía constante. Gracias por su apoyo incondicional, por sus valiosos consejos y por estar siempre dispuesta a ayudarme a superar los obstáculos que surgieron en el camino.

Al ingeniero Ramiro Saraguro, quiero agradecerle profundamente por sus enseñanzas y su apoyo continuo. Gracias por compartir su sabiduría y por motivarme a alcanzar niveles más altos.

A la Universidad Técnica del Norte y la carrera de Ingeniería Industrial, extendiendo mi más sincero agradecimiento por brindarme la oportunidad de formarme aquí. Gracias por los recursos, el conocimiento y el apoyo que he recibido a lo largo de estos años. A todos mis profesores y compañeros de clase, gracias por su compañerismo y por ser parte de esta experiencia inolvidable.

Nilo

RESUMEN

El trabajo de integración curricular tiene el propósito de generar alternativas de solución mediante el uso de la filosofía Lean Six Sigma para la reducción de los defectos en los procesos de producción de las blusas de lana denominadas “Ana” en su talla M, por medio de las diversas herramientas de las fases DMAIC y algunas herramientas Lean, además de la recolección de datos, reuniones, encuestas y la observación del proceso de producción. En la recolección de datos se utilizó el muestreo aleatorio simple, recolectando 140 datos de las blusas, que tuvieron que ser transformados a una distribución normal por el método Johnson. Los resultados obtenidos para el sistema de medición con respecto al ancho y alto de las blusas fueron de 24,53% y 22,90%, además los análisis evidenciaron que la capacidad del proceso con los datos normalizados para ambos casos fue de $C_p = 0,44$ y $C_p = 0,46$ por lo cual se pudo destacar que se requieren de modificaciones serias ya que existe una alta variabilidad en cuanto a las medidas objetivo de la talla M, por otro lado se destaca el análisis de la estabilidad del proceso de corte, que en sus resultados mostro que normalmente se encuentra bajo control estadístico, sin embargo algunos datos tienden a acercarse a los límites pero no los sobrepasan, estos datos pueden ser generados por las confusiones del operador que se encarga del proceso de corte, la herramienta de medición o la recolección de datos. Por lo expuesto se concluye que la aplicación de las mejoras propuestas con la metodología DMAIC tendrán un resultado positivo, corrigiendo la inestabilidad en el proceso y la variación en las tallas al implementarlas en la empresa, a su vez al mejorar se lograrán corregir y mejorar la calidad del resto de tallas de blusas Ana.

Palabras Clave: Filosofía Lean Six Sigma, metodología DMAIC, variabilidad, desperdicios, voz del cliente, capacidad del proceso, estabilidad del proceso.

ABSTRACT

The curricular integration work has the purpose of generating alternative solutions through the use of the Lean Six Sigma philosophy to reduce defects in the production processes of wool blouses called “Ana” in size M, through the various tools of the DMAIC phases and some Lean tools, in addition to data collection, meetings, surveys and observation of the production process. Simple random sampling was used in data collection, collecting 140 data from the blouses, which had to be transformed to a normal distribution by the Johnson method. The results obtained for the measurement system with respect to the width and height of the blouses were 24.53% and 22.90%, in addition the analyzes showed that the capacity of the process with the normalized data for both cases was $C_p = 0.44$ and $C_p = 0.46$, therefore it could be highlighted that serious modifications are required since there is a high variability in terms of the objective measurements of size M, on the other hand, the analysis of the stability of the process of cutting, which in its results showed that it is normally under statistical control, however some data tend to approach the limits but do not exceed them, these data can be generated by the confusion of the operator who is in charge of the cutting process, the tool measurement or data collection. From the above, it is concluded that the application of the proposed improvements with the DMAIC methodology will have a positive result, correcting the instability in the process and the variation in sizes when implemented in the company, in turn by improving it, it will be possible to correct and improve the quality of the rest of the sizes of Ana blouses.

Keywords: Lean Six Sigma Philosophy, DMAIC methodology, variability, waste, voice of the customer, process capability, process stability.

INDICE

RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
1.3. Alcance	17
1.4. Justificación	18
CAPÍTULO II	20
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes de Lean Six Sigma en la industria textil.....	20
2.2. Historia Lean Six Sigma	22
2.2.1. Lean Manufacturing	22
2.2.2. Six Sigma	22
2.3. Lean Six Sigma.....	23
2.4. Objetivos Lean Six Sigma	24
2.5. Los 7+1 desperdicios	25
2.6. La Variabilidad	25
2.7. La Metodología DMAIC	27

2.8.	Descripción de las fases DMAIC.....	27
2.8.1.	Definir	27
2.8.1.1.	Herramientas de la etapa Definir	28
2.8.2.	Medir	29
2.8.2.1.	Herramientas de la etapa Medir	29
2.8.3.	Analizar	33
2.8.3.1.	Herramientas de la etapa Analizar	33
2.8.4.	Mejorar	36
2.8.4.1.	Herramientas de la etapa Mejorar	37
2.8.5.	Controlar	38
2.8.5.1.	Herramientas de la etapa Controlar	39
CAPÍTULO III.....		40
3. MATERIALES Y MÉTODOS		40
3.1.	Tipo de investigación	40
3.2.	Método de Investigación.....	40
3.3.	Técnica de Investigación	41
3.4.	Instrumentos.....	41
CAPÍTULO IV		42
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		42
4.1.	Antecedentes de la empresa Nellytex	42
4.2.	Datos de la empresa Nellytex	42
4.2.1.	Ubicación geográfica	43
4.2.2.	Misión	43

4.2.3.	Visión	43
4.2.4.	Diagrama en planta de la empresa	44
4.3.	Productos que oferta la empresa	45
4.4.	Proveedores.....	46
4.5.	Maquinaria textil de Nellytex	46
4.6.	Metodología DMAIC.....	47
4.7.	Definir.....	47
4.7.1.	El producto estrella	47
4.7.2.	Los Clientes.....	50
4.7.3.	La voz del cliente (VOC)	50
4.7.3.1.	El cliente externo	50
4.7.3.2.	El cliente interno.....	56
4.7.4.	La voz del negocio	57
4.7.4.1.	El rendimiento de la materia prima	57
4.7.4.2.	Rendimiento de los subprocesos	59
4.7.4.3.	Las pérdidas por los desperdicios	60
4.7.4.4.	Tallaje de blusas de Nellytex	60
4.7.5.	Carta del proyecto	64
4.8.	Medir.....	65
4.8.1.	Diagrama de flujo del proceso de producción.....	65
4.8.2.	Diagrama SIPOC de Nellytex	66
4.8.3.	Plan para las mediciones	67
4.8.4.	Estudio R&R del sistema de medición	68
4.8.4.1.	R&R del sistema de medición (Busto).....	69
4.8.4.2.	R&R del sistema de medición (Alto).....	70

4.8.5.	Plan para el muestro de mediciones	71
4.8.6.	Explicación de la recolección de datos	71
4.9.	Analizar.....	72
4.9.1.	Prueba de normalidad de los datos recolectados.....	72
4.9.2.	Capacidad del proceso.....	75
4.9.3.	Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF).....	78
4.9.4.	Diagrama de Causa – Efecto	80
4.10.	Mejorar.....	82
4.10.1.	Flujo del proceso productivo propuesto	82
4.10.2.	Metodología 5’S.....	84
4.10.2.1.	Clasificar	84
4.10.2.2.	Ordenar	85
4.10.2.3.	Limpiar.....	87
4.10.2.4.	Estandarizar	88
4.10.3.	Checklist de verificación de cambios.....	89
4.10.4.	Compra de cortadora de tela VMA	90
4.10.5.	Agregación de adhesivos (Poka-Yoke).....	90
4.10.6.	Mantenimiento productivo total.....	91
4.11.	Controlar	94
4.11.1.	Estabilidad del proceso	94
4.11.2.	Costo de la implementación de la propuesta.....	97
4.12.	Discusión de resultados	98
	CONCLUSIONES.....	100

RECOMENDACIONES 101

BIBLIOGRAFÍA..... 102

ANEXOS..... 113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Las seis sigmas.....	24
Tabla 2 Información de la empresa.....	42
Tabla 3 Sacos ofertados	45
Tabla 4 Proveedores de la empresa.....	46
Tabla 5 Máquinas y herramientas textiles.....	46
Tabla 6 Rendimiento de la materia prima (Lana)	58
Tabla 7 Rendimiento de los subprocesos.....	59
Tabla 8 Tallas de blusas	61
Tabla 9 Variación en tallas M	63
Tabla 10 Diagrama SIPOC	66
Tabla 11 Plan de recolección de datos	67
Tabla 12 Evaluación del sistema de medición (Busto).....	69
Tabla 13 Evaluación del sistema de medición (Alto)	70
Tabla 14 Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)	79
Tabla 15 Hoja de verificación de defectos.....	83
Tabla 16 Checklist de seguimiento	89
Tabla 17 Cantidad de maquinas	92
Tabla 18 Tipo de mantenimiento recomendado.....	92
Tabla 19 Propuesta para el mantenimiento	93
Tabla 20 Costo de la propuesta	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Pareto	28
Figura 2 Diagrama de flujo con símbolos.....	30
Figura 3 Diagrama SIPOC.....	31
Figura 4 Tipos de variables.....	32
Figura 5 Diagrama de dispersión.....	34
Figura 6 Diagrama de causa-efecto	35
Figura 7 Capacidad del proceso.....	36
Figura 8 Ubicación de la empresa.....	43
Figura 9 Infraestructura de la empresa	44
Figura 10 Diagrama de Pareto del producto estrella.....	48
Figura 11 Diagrama de Pareto venta anual por talla Blusa Ana año 2023	49
Figura 12 Escala de Likert.....	51
Figura 13 Brainstorming del cliente interno	56
Figura 14 Dimensiones de control.....	62
Figura 15 Flujograma del proceso de elaboración de blusas Ana	65
Figura 16 Normalidad de las medidas del alto	73
Figura 17 Normalidad de las medidas del busto.....	73
Figura 18 Transformación de Johnson alto.....	74
Figura 19 Transformación de Johnson busto.....	75
Figura 20 Capacidad del proceso de corte según la altura.....	76
Figura 21 Capacidad del proceso de corte según la longitud de busto	76

Figura 22 Diagrama de pescado.....	80
Figura 23 Grafica de control para longitud del busto	95
Figura 24 Grafica de control para la altura	96

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de Pareto del producto estrella.....	113
Anexo 2. Encuesta escala de Likert.....	113
Anexo 3. Materia prima adquirida.....	117
Anexo 4. Cálculos del rendimiento de la materia prima	121
Anexo 5. Costo de elaboración de blusas Ana	121
Anexo 6. Cálculo de variabilidad en tallas	122
Anexo 7. Orden de corrida para estudio R&R.....	123
Anexo 8. Muestreo aleatorio simple datos en Excel.....	124
Anexo 9. Prueba de normalidad de los datos de busto y alto	126
Anexo 10. Medidas obtenidas de la transformación Johnson.....	129
Anexo 11. Datos utilizados para las gráficas de control.....	131

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el mundo de las industrias se llevan a cabo procesos de producción los cuales son poco o muy mecanizados, en los cuales se establecen parámetros específicos para que dichos procesos sean realizados por los trabajadores, cualquier falla que se dé a partir de esos límites, será considerado como un error humano, errores que pueden dañar seriamente los procesos de producción, esto se da porque no tienen arraigada en su organización la metodología Lean Six Sigma que reduce la variación de cualquier proceso [1].

Desde hace mucho tiempo, a nivel mundial las industrias han vivido una ardua batalla en búsqueda de la reducción de errores para mejorar la calidad, sin embargo, no se ha logrado porque no han adoptado el uso de la metodología Lean Six Sigma para controlar sus procesos, lograr una mejor calidad, eliminar desperdicios, reducir costos, riesgos y así de esta forma maximizar la productividad y la rentabilidad [2].

Las empresas en general, especialmente las MiPymes, tuvieron que atravesar un camino complicado, empezando desde sus procesos de constitución, hasta su supervivencia en los mercados, debido a que no poseían una implementación Lean Six Sigma, que mida su desempeño y permita mejoras [3].

En Ecuador se han intensificado aquellas problemáticas tales como el desempleo, las exportaciones, el precio del petróleo, el Covid-19, todo esto conllevaría a poner en riesgo la continuidad que tenían las MiPymes aumentando el impacto que provoca el cierre de empresas, en la economía y en el ámbito empresarial.

Grandes y pequeños negocios deben adoptar estrategias para lograr sobrevivir y prosperar en un mercado global que es cada vez más cambiante, bajo este contexto, acoplar la metodología Lean Six Sigma y sus herramientas, que reducen los desperdicios y aumentan la calidad, daría la suficiente resiliencia económica para lograr recuperarse y levantarse con éxito de los choques en la economía que desvía su trayectoria hacia el crecimiento [4].

En cuanto a la provincia de Imbabura, cuenta con industrias artesanales, textiles, alimenticias, de bebidas, entre otras, sin embargo, dentro de sus actividades económicas, las constantes variaciones en el ámbito económico y tecnológico se han presentado como la principal fuerza de cambio en el sector manufacturero.

Las necesidades del mercado son cada vez más exigentes, así como el desarrollo tecnológico y los sistemas flexibles de producción, por ello, es necesario que las empresas acojan nuevos retos para alcanzar y mantener los niveles de competitividad y la supervivencia en su entorno; siendo la metodología Lean Six Sigma una herramienta positiva para este mundo cambiante [5].

Por otra parte, Atuntaqui en el transcurso de los años, ha emergido como una ciudad dedicada a la confección de ropa y telas, la cual alberga una alta diversidad de fábricas productoras de prendas de vestir, las cuales están dirigidas a diferentes sectores del mercado. Tal impacto de este sector ha sido representativo para la economía municipal y departamental, en especialmente en las temporadas de fiestas. En días comunes y corrientes, no obtienen muchas ganancias, ya que las fábricas no se expanden más allá de unas cuantas ciudades, debido a que sus procesos de manufactura no están lo suficientemente estandarizados ni poseen la suficiente optimización en sus procesos para crecer y poder expandirse por todo el país [6].

Nellytex, por ejemplo, es una empresa, que ha logrado abrir puertas en la industria textil y se enfoca a la elaboración de sacos para todas las edades; sin embargo, tiene problemas en la entrega y producción de sus productos, ya que según el gerente propietario sus ventas han disminuido y ha existido pérdidas de clientes, al producir productos defectuosos. Por lo anteriormente expuesto, es necesario realizar un proyecto que reduzca las fallas en la producción de su producto final para que por medio de ello también se mejore su reputación y la satisfacción de sus clientes.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Generar alternativas de solución mediante el uso de la metodología Lean Six Sigma, para lograr reducir los defectos en los procesos del área de producción de la microempresa Nellytex.

1.2.2. Objetivos específicos

- Recopilar información sobre la metodología Lean Six Sigma de fuentes confiables, adjuntando lo más indispensable y necesario para la adecuada ejecución del proyecto de tesis.
- Evaluar la situación actual de la elaboración de sacos, mediante la identificación de diferentes problemas que se encuentran presentes en la empresa.
- Aplicar la metodología DMAIC mediante la recolección de datos, para la mejora de los procesos de confección de sacos de la microempresa textil Nellytex.

1.3. Alcance

La presente investigación, abarcara el uso de la metodología Lean Six Sigma para la reducción de errores y defectos en los procesos de producción en la microempresa textil Nellytex,

la cual en algunas ocasiones se ha visto afectada en la producción de sus sacos por dichos errores, por lo cual bajo una investigación a fondo de las fallas que dan como resultado estos errores, por medio del uso de las etapas DMAIC de la metodología Lean Six Sigma se pretenderá brindar alternativas de solución para la microempresa, las cuales permitan la reducción de los errores en el proceso de confección de sus sacos y como resultado aumente la eficiencia de la producción de su producto.

1.4. Justificación

Según lo consultado en la ley 76 del sistema ecuatoriano de la calidad artículo 2 numeral 4, se menciona lo siguiente: “Excelencia: Es obligación de las autoridades gubernamentales propiciar estándares de calidad, eficiencia técnica, eficacia, productividad y responsabilidad social” [7, p. 2].

Este proyecto se justifica con la ley 76 mencionada, con el objetivo de lograr mejorar la calidad y productividad en la elaboración de sacos de la empresa Nellytex, definiendo nuevas estrategias para optimizar su eficiencia, reduciendo la variabilidad en su producto y lograr la satisfacción del cliente, suprimiendo todos aquellos aspectos que puedan impedir que el producto final se acople a los deseos y requerimientos de este.

Una forma de solucionar los problemas del sector textil es aplicando la metodología Lean Six Sigma, la cual permite optimizar procesos, reducir los costos de producción, mejorar la productividad, aumentar la calidad, disminuir defectos, eliminar desperdicios, entre otros beneficios. DMAIC (Definir, Medir, Analiza, Mejorar, Controlar) es la metodología de la cual se guía Lean Six Sigma, dicha metodología consiste primero en definir el problema, medir, analizar los datos obtenidos, proponer mejoras y finalmente controlar los procesos que están involucrados para que no exista una resistencia al cambio dentro de una empresa.

A través de lo mencionado anteriormente, se logra resaltar la importancia del desarrollo de este trabajo de investigación a ejecutarse, ya que conlleva una gran contribución, la cual permite analizar de forma integral a la microempresa Nellytex y detectar oportunidades de mejora en la misma, por ende, podrá servir como un estudio de mayores escalas a futuro para promover la mejora continua a través de la metodología Lean Six Sigma en las empresas textiles.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Lean Six Sigma en la industria textil

Esta filosofía Lean Six Sigma se ha vuelto popular en muchas industrias diferentes debido a su énfasis en la mejora continua y la reducción de errores. En el caso del sector textil, donde hoy en día la competencia es feroz y los márgenes de beneficio ajustados, aplicar Lean Six Sigma se ha convertido en una estrategia clave para aumentar la eficiencia y la calidad [8].

El siguiente estado del arte analiza la literatura existente sobre la implementación de Lean Six Sigma en el sector textil.

Jorge Malpartida [9], en su revista publicada sobre la estrategia de mejora de procesos Six sigma aplicada dentro de industria textil, señaló que implementada como metodología y como filosofía de gestión, esta herramienta deja alcanzar mayores altitudes de productividad y competitividad ya que se basa en la desviación estándar que a su vez busca reducir la variabilidad o los defectos en productos y servicios a 3.4 DPMO. Su estudio busco poder analizar la importancia de Six Sigma dentro sector textil. Desde el enfoque cualitativo con un diseño sistemático, utilizando como técnica la documentación analítica. Entre sus hallazgos más importantes está que Six Sigma ofrece a las empresas una herramienta enfocada en mejorar las capacidades de los procesos, lo que luego conduce a un mayor rendimiento y al mismo tiempo frena la variación con miras a la mejorar la calidad del producto y reducción de defectos.

En otra investigación realizada por [10] en su trabajo de investigación aplicado a una empresa textil destaca lo siguiente: La primera visión obtenida del diagnóstico de la empresa profundiza en los aspectos organizativos, laborales y en los procesos, en diferentes escalas (macro-meso-micro) para detectar el principal fallo de la línea de suéteres. DMAIC lo envuelve con cinco

fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. En la fase de Definición: Se definen los detalles del proyecto junto con el equipo de trabajo y se obtienen las necesidades del cliente. La medición implica el uso de herramientas estadísticas para evaluar la estabilidad y capacidad del proceso. El análisis avanza hacia los diagramas de Ishikawa y AMEF para llegar a las raíces del problema. Para lograr una situación de mejora se proponen acciones como un plan de capacitación del personal o un plan de mantenimiento de maquinaria o el uso de un manual de procedimientos junto con las tarjetas Poka-Yoke y la implementación de 5'S, ya que las mejoras realizadas durante la producción deben monitorearse constantemente a través de inspecciones, que se implementan por trabajo y hojas para que cualquier desvío de los logros se detecte tan pronto como ocurran.

Otro trabajo de investigación interesante es el de [11], quien describe un estudio realizado en otra empresa textil que produce ropa deportiva y casual. Realizó un análisis preliminar que reveló el problema principal: los pedidos no se entregaban a tiempo a los clientes, lo que provocaba la insatisfacción de los clientes y la pérdida de lealtad. A través de su estudio, llegó a estas conclusiones como resultados: la mejora propuesta con técnicas de Lean Manufacturing como 5'S, Kaizen, Manufacturing Cell y TPM en esfuerzos por reducir el desperdicio o las actividades que no agregan valor, condujeron a reducir el tiempo del ciclo de fabricación de 1102.23 minutos hasta 947,24. Por otra parte las 5S mejoraron el clima laboral del 56% al 95%. De igual forma, se acercaron áreas, para mejorar el flujo de materiales y recursos entre ellas lo que ayudó a aumentar la capacidad de producción de 4.876 camisetas mensuales a 5.561 camisetas mensuales. Esto se logró maximizando el cumplimiento de las entregas a tiempo (del 79 % al 90 %) para satisfacer la demanda de los consumidores: los clientes ahora impulsan lo que producimos.

2.2. Historia Lean Six Sigma

Esta metodología o filosofía tuvo su conjunción entre Lean Manufacturing y Six Sigma, en la década de los años 1990 y 2000, si bien ambas metodologías se desarrollaron de forma independiente y en diferentes años, las empresas se dieron cuenta de que se podían beneficiar en gran medida al combinarlas, esta integración de Lean Six Sigma se popularizó por medio de libros y la adopción de la metodología en varias empresas [12].

2.2.1. *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing fue desarrollado en base a los conceptos que conforman el sistema de producción de Toyota, en la década de 1950, su desarrollo se atribuye a Taiichi Ohno, Shingeo Shingo y otros ingenieros de ese tiempo. Esta filosofía tuvo su origen después de la segunda guerra mundial, donde Toyota enfrentó limitaciones en sus recursos y con ello buscó maneras innovadoras de optimizar su producción, que más tarde se convirtieron en la base para el Lean Manufacturing [13].

2.2.2. *Six Sigma*

Inicialmente Six Sigma había sido inventado como un indicador que media los defectos y buscaba mejorar la calidad, implementado por primera vez por la compañía Motorola en el año de 1986, años después evolucionó para convertirse en una de las metodologías que estabiliza, mejora y optimiza los procesos en una empresa, según los requerimientos y necesidades de los clientes [9].

La filosofía Six Sigma tuvo su origen cuando el Ingeniero Mikel Harry de la empresa Motorola se dispuso a intentar que la organización estudie la variación en los procesos con la aplicación de los conceptos de Deming, a modo de mejorar los mismos, a estas variaciones se les

conoce como desviación estándar representada por la letra griega sigma (σ), con esta iniciativa se creó el punto focal para mejorar la calidad en Motorola [14].

2.3. Lean Six Sigma

Lean Six Sigma se compone de la fusión dos filosofías, la de Lean manufacturing y Six Sigma. Esta metodología combinada se estructuró para poder reducir la variación y detectar los defectos en los procesos de producción y la calidad de los productos. Combina los principios Lean que buscan mejorar la eficiencia y reducir o eliminar los desperdicios con el enfoque estadístico basado en datos de Six Sigma, para encontrar los defectos y mejorar los procesos [15].

También tiene sus propios significados por diferentes enfoques [16]:

Como filosofía de trabajo: El significado de Lean Six Sigma es la mejora continua de procesos y productos apoyados en la aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar). La metodología Incluye primordialmente el uso de herramientas estadísticas con otras de apoyo.

Como métrica: Lean Six Sigma, manifiesta una forma de medir el desempeño de un proceso, en lo que respecta al grado de calidad de los productos o servicios.

Seis Sigma permitirá indicar las escalas de variación a partir de un punto estándar, buscando la meta de reducir la cantidad de varianza.

Las empresas que implementan esta metodología tienen como objetivo alcanzar el nivel más alto el cual es el seis sigma.

Tabla 1*Las seis sigmas*

Nivel Sigma	Defectos por millón de oportunidades	Rendimiento
6	3,4	99,9997%
5	233	99.977%
4	6,210	99.379%
3	66,807	93.32%
2	308,537	69.2%
1	690,000	31%

Nota: Elaboración propia. Fuente: [16].

A partir de las referencias la empresa u organización será capaz de medir el rendimiento, logrando volar de forma precisa y numérica la aparición de fallos para lograr garantizar la mejora continua de los procesos.

Como meta: Aquel proceso que tenga un nivel de calidad Six Sigma da a entender estadísticamente que tiene un nivel de clase mundial al no crear productos ni servicios defectuosos.

2.4. Objetivos Lean Six Sigma

Como objetivo principal Lean Six Sigma busca conseguir clientes satisfechos con la calidad del producto o servicio que una empresa desarrolle, y esto se logra a través de la mejora continua, la cual en gran medida depende del análisis de los datos [17].

Lean Six Sigma pretende la estandarización de los procesos reduciendo su variabilidad, muchas organizaciones utilizan esta metodología o filosofía para aumentar la calidad de los productos y servicios que llegan al consumidor final, con la reducción de los fallos y en consecuencia la disminución de los costos del proceso de fabricación [18].

Otro de sus objetivos es el de eliminar los desperdicios o todos aquellos elementos que no agregan valor a los productos y los procesos, la metodología se enfoca más en la prevención, que, en la detección de los defectos, con la meta de evitar que estos se produzcan [8].

A su vez la metodología también busca alcanzar el nivel más alto de defectos por millón de oportunidades el seis sigma (3,4 DPMO), normalmente los procesos estándar se encuentran en un rango de tres sigmas que equivale a 67,000 defectos por millón de oportunidades (DPMO) que significa el 93.32% de nivel de calidad, frente a un nivel del 99.9997% de un verdadero proceso estandarizado por la metodología Lean Six Sigma [14].

2.5. Los 7+1 desperdicios

- La sobreproducción
- Las esperas y búsquedas
- Los transportes
- El sobre procesamiento
- El exceso de inventario
- Los movimientos innecesarios
- Los defectos
- Desperdicio del talento

2.6. La Variabilidad

La variabilidad en los procesos son los desequilibrios o fluctuaciones que se pueden generar en las operaciones que realiza una empresa y estos se dan por diversos factores tanto internos como externos, pueden generarse como variaciones, ya sea en la demanda o en la oferta [19].

Algunas de las causas de la variabilidad pueden ser identificables, por lo cual es posible controlarlas, sin embargo, muchas veces dentro de los procesos de producción pueden existir causas desconocidas a la variabilidad siendo estas incontrolables. Las consecuencias negativas de la variabilidad en los procesos pueden ocasionar la reducción en la productividad, aumentos en los tiempos de espera, reducción de la calidad de los productos o servicios y a su vez el incremento de los costos [20].

Es necesario e importante identificar la variabilidad, reconocer las causas que la generan y cuantificarla para poder establecer mejoras en los procesos, en ocasiones la variabilidad podrá ser eliminada o de por si ser reducida, con el uso de las herramientas y las técnicas de gestión de calidad que ofrece la metodología Lean Six Sigma [21].

En Lean Six Sigma la variabilidad es denominada de dos formas [22]:

La variabilidad a corto plazo: Hace referencia a la variabilidad natural del proceso, es decir, aquella variabilidad latente que se podrá conseguir después de erradicar las causas que dan origen a la variación en los procesos, es importante cuantificar este valor, se debe tener en cuenta que con el tiempo esta variabilidad natural del proceso se incrementara, ya sea por causas naturales como la reducción de la potencia de las maquinas, herramientas desgastadas o cambios en los métodos de trabajo y de medición, entre otros.

La variabilidad a largo plazo: Esta es la variabilidad que reciben los clientes, también es importante cuantificarla, ya que cuando se definen las especificaciones técnicas que representan los límites máximos y mínimos de un parámetro de calidad de un producto, estos deben estar sobre los valores máximos y mínimos naturales de cualquier proceso, caso contrario, donde los valores estén por debajo, implicaría crear un ajuste excesivo en el proceso, aumentando su variabilidad y la de los procesos posteriores.

2.7. La Metodología DMAIC

Lean Six Sigma se caracteriza por utilizar el método DMAIC, que consta de cinco etapas concretas, las cuales son definir, medir, analizar, mejorar y controlar, cada una de estas etapas lleva al investigador a un amplio proceso de investigación, medición y análisis dentro de una empresa, para implementar mejoras que mitiguen o eliminen, la aparición de la variabilidad y fallos en los procesos o productos, por medio diversos pasos y algunas herramientas por cada etapa, que pueden ser usadas de acuerdo con el tipo de empresa y proyecto a realizar [23].

Hay muchas herramientas de Lean Six Sigma las cuales están enfocadas en la mejora de la calidad y aumento de la productividad, así como para el análisis de datos cuantitativos, cualitativos, estadísticos, de control y de mejora continua de procesos. Para lograr entender mejor las herramientas que comúnmente se usan en el método DMAIC se las puede clasificar por cada una de sus respectivas fases [24].

2.8. Descripción de las fases DMAIC

2.8.1. Definir

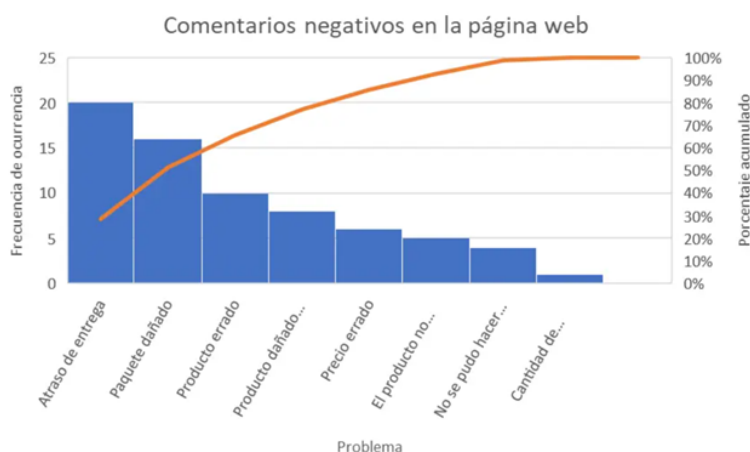
Es la primera fase, aquí son identificados los proyectos potenciales del Lean Six Sigma, se hace un análisis completo de la información de la empresa, lo cual incluye entradas y variables del proceso de producción que sean medibles, además de la definición de la voz del cliente, ya sea externo o interno y en algunos casos la voz del negocio, esta fase busca el definir correctamente el proyecto a desarrollarse, asegurando que el proyecto de mejora se alinee con la estrategia de la empresa, también el priorizar proyectos de mejora basados en datos evitando depender de las personas y la iniciativa de promover un sistema que permita identificar oportunidades continuas de mejoras para los procesos [14].

2.8.1.1. Herramientas de la etapa Definir

Diagrama de Pareto: Antiguamente conocido como análisis ABC este diagrama consiste en el ordenamiento de los elementos y factores que afectan a un proceso por su nivel de importancia con la misión de lidiar con cada uno de una forma distinta según su importancia [25].

Figura 1

Diagrama de Pareto



Nota. Fuente: [26].

Voz del cliente (VOC) [27]:

Cliente Externo: Es cualquier consumidor u organización con el potencial para realizar compras o celebrar contratos de servicios, representa no sólo una fuente de ingresos (de ahí la estabilidad económica) sino también el núcleo alrededor del cual orbita todo el trabajo, el progreso y el desarrollo dentro de una organización y su personal. Entre estos clientes externos hay algunos intermediarios que también tienen necesidades propias que deben ser satisfechas, como los distribuidores mayoristas o minoristas u otros individuos que actúan en nombre de los principales de alguna manera para promover sus servicios.

Cliente Interno: Es un individuo que satisface sus necesidades personales, de crecimiento, de autoestima y profesionales. Son todas aquellas personas que son elegidas y empleadas a través

del proceso de selección y reclutamiento de personal de las empresas para realizar una tarea específica en un trabajo designado. En el trabajo, tendrán un jefe a quien podrán entregar resultados y al mismo tiempo tendrán deberes y derechos como miembros activos de una organización que los contrató para el puesto.

Carta del proyecto

La acta de constitución del proyecto o más conocido como Project Charter, es una herramienta que permite la presentación resumida de los objetivos, el alcance, las responsabilidades, el equipo de trabajo, las fechas, las partes interesadas, inclusive las características críticas para la calidad (CTQs), en esta acta se debe brindar la justificación al proyecto a realizarse incluyendo de manera rápida y concisa una descripción concreta, con ello los superiores a cargo lo aprobarán y se dará marcha al proyecto [28].

2.8.2. Medir

Este es el siguiente paso en donde es necesario describir el proceso detalladamente, para poder comprender como es que este y sus operaciones funcionan, aparte de ello también busca el evaluar el sistema de medición que muestre aquellos posibles errores que estén asociados con las métricas, después de la obtención de datos estos deben clasificarse para realizar mediciones iniciales que permitan ver el desempeño del proceso, la estimación de la línea base para que así se facilite el análisis en las posteriores fases [14].

2.8.2.1. Herramientas de la etapa Medir

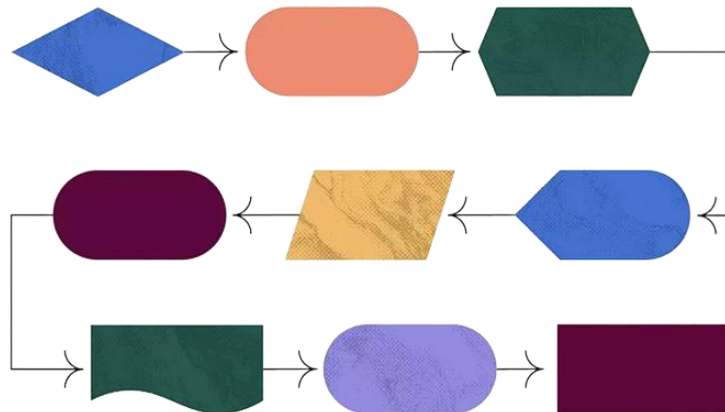
Flujograma

Permite representar de manera gráfica un proceso en forma secuencial o de flujo del trabajo, incluyendo aquellas tareas, actividades las cuales sean principales y necesarias para el cumplimiento de un objetivo en común, en este diagrama se utilizan diferentes símbolos tales como

flechas, rombos, rectángulos, triángulos entre otros para representar la sucesión de tareas y su relación entre ellas, realizarlo ayuda en la toma de decisiones [29].

Figura 2

Diagrama de flujo con símbolos



Nota. Fuente: [29].

Diagrama SIPOC

Es utilizado como una herramienta visual para la gestión de los procesos y en Lean Six Sigma se la usa para mapear los procesos de una empresa o negocio de una forma sutil y sencilla de entender, permitiendo visualizar de forma documentada los proveedores, las entradas, los procesos, las salidas y clientes, con el fin de ayudar a la futura toma de decisiones y generación de ideas para realizar mejoras [30].

Figura 3*Diagrama SIPOC*

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Nota. Fuente: [30].

Estudio del sistema de medición (R&R)

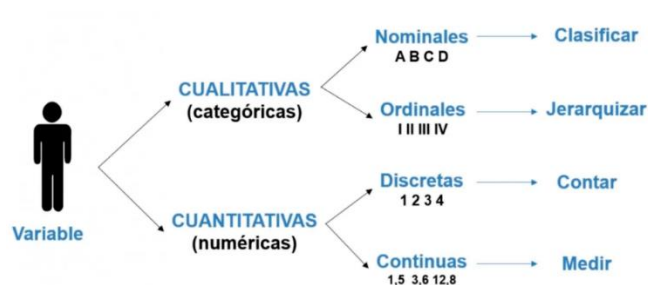
Por medio de los sistemas de medición una empresa puede observar el nivel de calidad de un producto, si este cumple o no cumple los requerimientos de especificación de alguno, los instrumentos que son utilizados para llevar a cabo las mediciones deben ser confiables, para que no se obtengan datos erróneos sobre el comportamiento de los procesos, el estudio R&R mide la variabilidad en dos aspectos: la repetibilidad y la reproducibilidad, en este estudio se dice que las mediciones son repetibles cuando un mismo operador realiza varias mediciones de una misma pieza, con el mismo instrumento obteniendo mediciones precisas y por otro lado son reproducibles cuando las mediciones son precisas al ser realizadas por varios trabajadores con la misma pieza y el mismo instrumento. Un sistema de medición es excelente cuando su contribución a la variación (Gage R&R) es menor o igual a 10%, es óptimo cuando esta de 10% a 30% y es inadecuado cuando es mayor al 30% [14].

Variables Continuas

Las variables continuas son todas aquellas las cuales pueden adquirir cualquier valor dentro de un determinado intervalo, el cual permite que exista valores intermedios entre dos puntos asignados, ejemplo: 79,5 – 79,54 a diferencia de una variable discreta la cual permite asumir valores específicos, de un conjunto limitado y sin valores intermedios, ejemplo 12, 24, 45, aun así las variables continuas no pueden ser medidas con total exactitud, ya que en este apartado los instrumentos que se utilizan para llevar a cabo las mediciones son quienes toman el protagonismo, los valores que se obtengan depende de cual se utilice, cabe recalcar que en la mayoría de ocasiones existen errores de medición porque es algo normal de los instrumentos [31].

Figura 4

Tipos de variables



Nota. Fuente: [31].

Muestreo aleatorio simple

Este tipo de muestreo es considerado una técnica de muestreo justa, consiste en seleccionar un subconjunto de una muestra de una población, en donde cada individuo o medición es elegida al azar con una igual probabilidad en cualquier etapa de un proceso, lo que lo diferencia del muestro sistemático, es un muestreo muy básico y puede ser parte de métodos de muestro más complejos, para hacer uso de este muestreo adecuadamente se espera que el tamaño de una muestra

pueda idealmente superar los cientos de datos o muestras, es sencillo de entender y a menudo su implementación en la práctica es un tema de debate porque puede llegar a ser complicado [32].

2.8.3. Analizar

En la metodología DMAIC esta etapa es decisiva, debido a que aquí son reconocidas aquellas causas que generan las principales fuentes de variación, además con ello se procede a determinar adecuadamente el rumbo a continuar para las siguientes etapas del proyecto Lean Six Sigma, se establecerán todas las variables significativas, las cuales serán contrarrestadas en la fase de mejora [14].

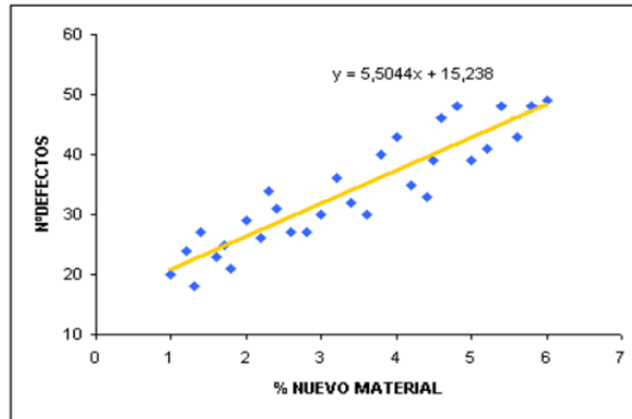
Con los datos recogidos se realiza su posterior análisis para determinar las razones por las que está fallando algún proceso y por ende qué acciones deben implantarse para poder corregir los problemas y mejorar los indicadores que se hallan dispuesto [33].

2.8.3.1. Herramientas de la etapa Analizar

Gráfico de correlación: Es una herramienta permite demostrar una relación entre 2 clases de datos para así cuantificar la intensidad de la relación, se lo utiliza para conocer si de manera efectiva existe una correlación entre 2 magnitudes o parámetros de algún problema y si es un caso positivo de qué tipo de es su [34].

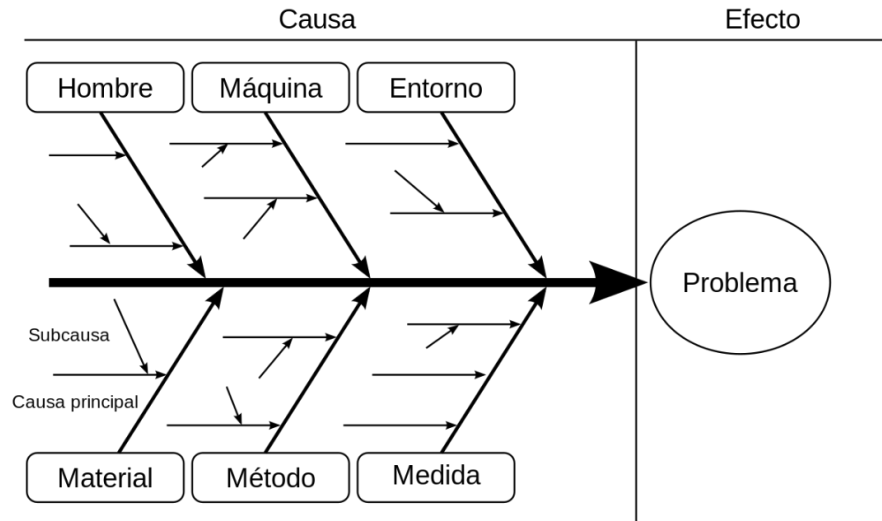
Figura 5

Diagrama de dispersión



Nota. Fuente: [34].

Diagrama de Ishikawa o de causa-efecto: O diagrama de pescado con él se identifican las posible causa raíz de un problema, a través del brainstorming, poniendo en juego la sabiduría para detectar las causas o los componentes del problema, desde diferentes visualizaciones, ilustrando cómo cada causa interactúa con las otras y mostrando de esa manera como cada posible causa se genera en medio del tiempo, a través de ello ayudando a tomar las medidas correctas y actuar de la mejor manera para resolver el el problema [35].

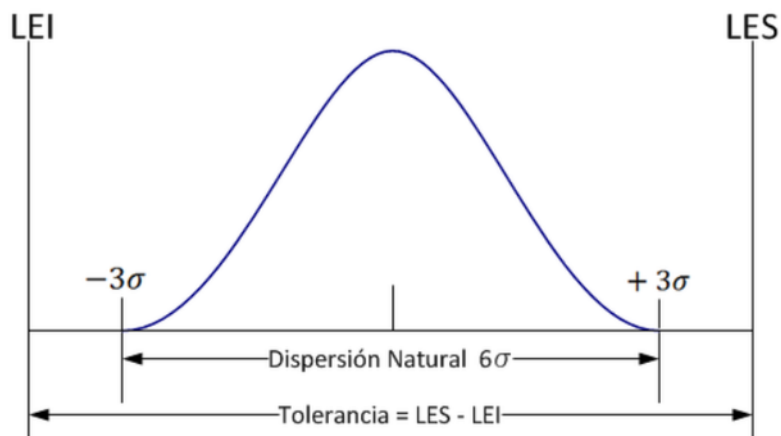
Figura 6*Diagrama de causa-efecto*

Nota. Fuente: [36]

Análisis de capacidad de procesos: Es comúnmente muy utilizados para los programas recién creados de control de calidad, evalúa si la característica de control de un producto o proceso será capaz de satisfacer los requerimientos de la empresa o cliente, busca encontrar cual es la variación natural que puede tener un proceso cuando se han reducido los efectos de todos los factores extraños que no contribuyen a dicho proceso [37].

Algunos de los principales índices de capacidad son [38]:

- **Índice Cp:** Enseña que tan potencial puede ser un proceso
- **Índice Cpk:** Es un ajuste del índice Cp para considerar el centrado de un proceso.
- **Índice Cpm:** También conocido como el índice de Taguchi, es parecido al Cpk, toma en cuenta el centrado y la variabilidad que tiene el proceso analizado.

Figura 7*Capacidad del proceso*

Nota. Fuente: [39].

Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)

El análisis de modo y efecto de fallas se reconoce como un procedimiento el cual permite la detección de riesgos a partir de los análisis de falla potenciales dentro de un proceso lo cual permite que simplemente acciones correctivas las cuales eviten que se generen esas fallas y se mejore la calidad, el análisis revisa detalle los elementos de un proceso o un sistema, el modo revisa la forma en que se genera una falla, el efecto viene a ser la consecuencia que genera la falla como la falla es el error o aquella imperfección generadora de un resultado no esperado, La pregunta que responde este análisis es el ¿cómo puede fallar mi proceso? y ¿qué ocurrirá después en mi proceso? [40].

2.8.4. Mejorar

Aquí se determina aquella relación causa efecto que es la relación matemática entre las variables de entrada y las de respuesta de interés para poder pronosticar, optimizar y mejorar cómo funcionan los procesos que se llevan a cabo. En esta parte de mejora se puede experimentar a

través de la prueba de la solución a pequeña escala en un ambiente real de negocios, aquí se puede optimizar el rendimiento del proceso haciendo uso de las técnicas tales como métodos de superficie de respuestas y operación evolutiva [25].

2.8.4.1. Herramientas de la etapa Mejorar

Método de las 5's [41]:

Esta metodología de las 5'S se enfoca a la mejora de la productividad y la calidad en las organizaciones y empresas viene a ser una herramienta muy conocida dentro de la gestión empresarial, también se la ve como una filosofía la cual promueve la eficiencia por medio de la organización dentro del entorno laboral.

- **Seiri (clasificación)**
- **Seiton (orden)**
- **Seiso (limpieza)**
- **Seiketsu (estandarización)**
- **Shitsuke (disciplina)**

Checklist: O lista de chequeo, es un formato el cual ayuda a llevar un control de tareas o acciones que se realizan en una empresa, tales como; actividades repetitivas, el control del cumplimiento de una lista de requerimientos o el recolectar datos de una manera ordenada. Es una herramienta muy útil para organizar el trabajo y realizar comprobaciones sistemáticas de actividades, para tener la seguridad de que no se está dejando desapercibido ningún paso importante [42].

Método Poka-Yoke

Es una técnica que permite evitar errores inadvertidos en los procesos, por ello es también conocido como prueba de errores, fue diseñada por Shigeo Shingo buscando la mejora continua,

con la eliminación de las deficiencias en los procesos. El poka-yoke previene los errores humanos para poder aumentar la calidad de los productos e incrementar los niveles de eficiencia promoviendo un mejor control de calidad en los procesos de manufactura haciendo uso de todo tipo de objetos, sistemas visuales, sensores, sistemas de detección entre otros [43].

El mantenimiento productivo total (TPM)

Con este sistema de mantenimiento que involucra a todo el personal y la maquinaria de una empresa, se puede evitar accidentes que afecten tanto a los trabajadores como al producto, reaccionando rápidamente ante daños o posibles averías en la maquinaria utilizada. Tradicionalmente el mantenimiento correctivo es el que más se utiliza en la empresa ya que este permite corregir daños conforme van apareciendo, por otro lado el mantenimiento preventivo permite adelantarse a detectar posibles averías antes de que estas sucedan, la estrategia del TPM forma parte de la filosofía Lean, involucrando a los trabajadores para que participen diariamente o en diferentes periodos de tiempo en el mantenimiento de los equipos [44].

2.8.5. Controlar

Por medio de los datos obtenidos en la etapa de mejora se requiere estudiar los datos estadísticos nuevos y compararlos con los obtenidos inicialmente en la etapa de la medición y si los resultados indican que hubo mejoras, será importante que el plan se preserve a largo plazo para posteriores mejoras repitiéndose así el ciclo, pero si por lo contrario se observa un declive será necesario tomar acciones ya sea corrigiendo el plan o replanteándolo reuniendo a todo el equipo de trabajo para que se detecte en qué punto del plan se empezó a fallar dependiendo si se consigue el éxito o no [45].

2.8.5.1. Herramientas de la etapa Controlar

Gráficos de control de variables: Se utilizan para controlar los procesos una vez que han sido mejorados y se han identificado a través de variables los valores que se han establecido para estos parámetros de control de procesos. Una vez que se decide en qué parte del proceso se van a realizar estas mediciones, luego se eliminan las causas especiales de variación. Estas graficas se emplean para características de calidad cuantitativas, lo que a su vez permitirá procedimientos de control más efectivos que faciliten el suministro de información adicional sobre el desempeño, la diferencia que tiene esta grafica con las de atributos es que este último simplemente indica el número de no conformidades [25].

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizará gracias a la ayuda del propietario y al actual personal de la microempresa textil “Nellytex”, estableciendo así la siguiente metodología para la correcta validación de la investigación:

3.1. Tipo de investigación

Investigación descriptiva: Se emplea para la recolección de información y descripción del evento de estudio, permitiendo obtener un repertorio preciso de aquellos hechos relacionados al tema de estudio.

Investigación documental: Este tipo de investigación es necesaria para el desarrollo del proyecto debido a que se obtiene información de diversas fuentes bibliográficas como libros, revistas, artículos, entre otros, con el objetivo de facilitar la estructuración del marco teórico y facilitar el entendimiento de la investigación.

Investigación de campo: Esta empleada para la recopilación de la información, la observación y la interacción de datos cualitativos y cuantitativos directamente en la microempresa textil Nellytex, permitiendo obtener un diagnóstico para su posterior proceso de mejora.

3.2. Método de Investigación

Método mixto: La investigación a ejecutarse tendrá un enfoque en los métodos mixtos, por lo cual se podrán encontrar integrados tanto el método cuantitativo como el cualitativo, con los cuales se logrará obtener una perspectiva más adecuada, amplia y profunda de los procesos que más debilitan la productividad de la empresa.

3.3. Técnica de Investigación

- **Encuestas:** Para obtener datos relevantes directamente con los trabajadores y el propietario de Nellytex.
- **Observación:** Para poder recopilar y almacenar la mayor cantidad de información que nos brinde la empresa para luego analizarla.
- **Entrevistas:** Se llevarán a cabo con las partes interesadas con el propósito de conocer los procesos y el funcionamiento de la confección de los sacos.

3.4. Instrumentos

Se aplicará cuestionarios, registros de observación como imágenes, además de entrevistas y las herramientas que sean necesarias de Lean Six Sigma.

Además, se hará uso de programas estadísticos y de diseño tales como: Excel, Minitab, Lucidchart, QuestionPro, Canva, Microsoft Visio. Instrumentos DMAIC: Pareto, Ishikawa, estudio R&R, Capacidad del proceso, Grafica de control.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Antecedentes de la empresa Nellytex

Nellytex ha mantenido una trayectoria en el ámbito textil de 16 años, desde sus inicios en el año 2007. Este negocio nació de la iniciativa de su propietario por tener su propio taller de sacos, debido a que trabajó en una fábrica de uno de sus parientes, en donde aprendió lo necesario en creación y confección de sacos, fue durante el transcurso de sus labores allí, que decidió ser su propio jefe y crear su empresa.

La empresa se dedica a la confección de prendas como: jerseys, sacos manga larga, manga corta, chalecos, camisetas y artículos de lana similares, inclusive sacos de uniformes escolares por temporadas, dispone de una amplia gama de diseños de suéteres según sea los pedidos de sus clientes, de donde se destaca su línea masculina de jerseys y las blusas Ana para mujer, estos productos son vendidos en Tulcán, Quito y Ambato.

4.2. Datos de la empresa Nellytex

Tabla 2

Información de la empresa

Nombre comercial	Tejidos “Nellytex”
Actividad principal	Confección y venta de productos textiles
Gerente	Sr. Manzano Gutiérrez Mauricio Ricardo
Provincia	Imbabura
Ciudad	Atuntaqui
Dirección	Maldonado 12-30 y rio amazonas
Contacto	062909359

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex

4.2.1. Ubicación geográfica

Figura 8

Ubicación de la empresa



Nota: Ubicación satelital de “Tejidos Nellytex”. Fuente: [46].

4.2.2. Misión

Ser una empresa que día a día supere las expectativas de nuestros clientes al ofrecer productos de alta calidad, que sean cómodos, elegantes y estén a la moda, a través de procesos de fabricación eficientes, que eleven nuestra competitividad a nuevas alturas, nuestro compromiso está en crear oportunidades de empleo y complacer al cliente en sus expectativas, además de promover las practicas responsables en toda nuestra cadena de suministro.

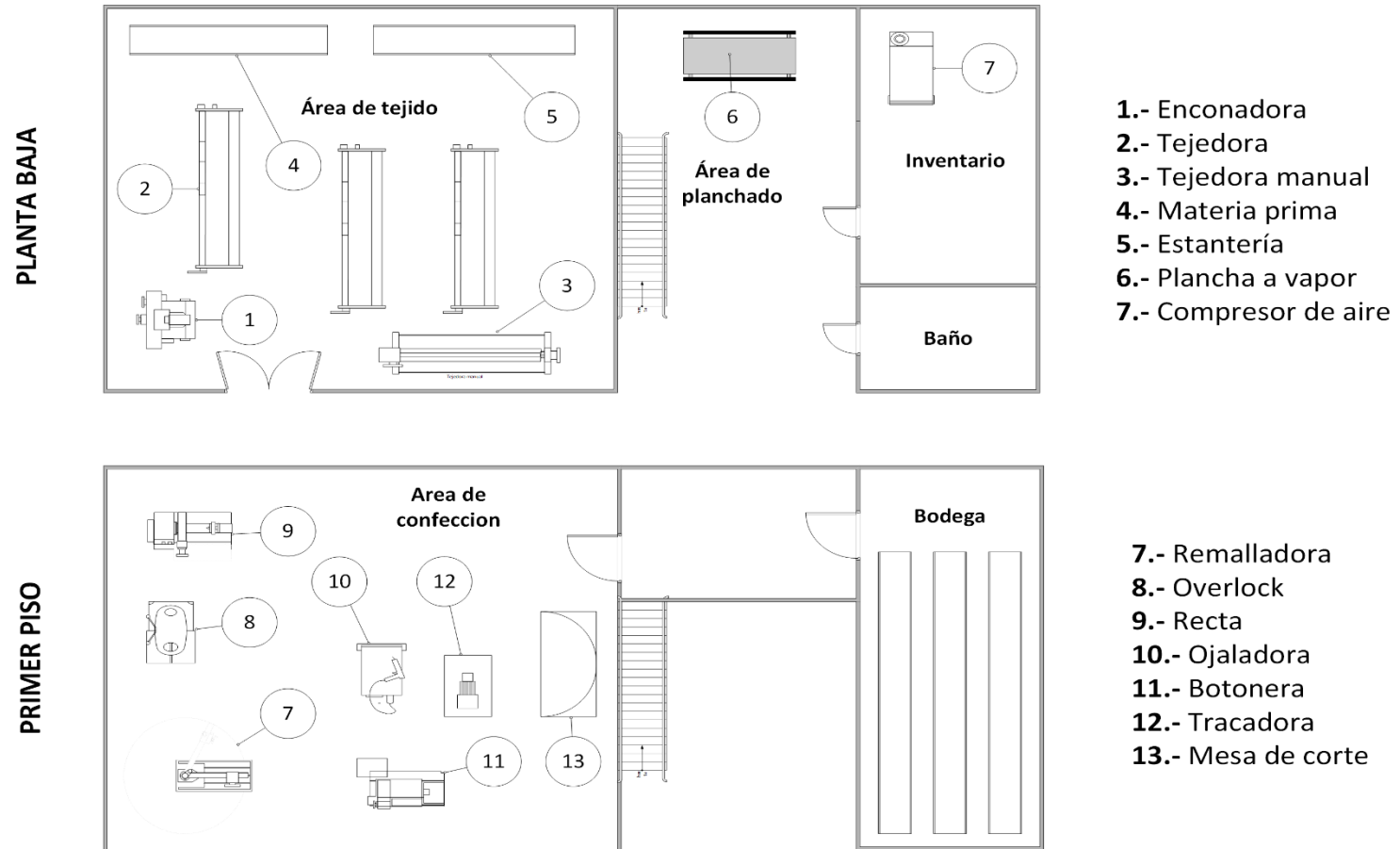
4.2.3. Visión

Crecer en la industria textil destacando nuestra calidad y compromiso con la sostenibilidad, contribuyendo al bienestar y confianza de nuestros clientes, al vestirlos con prendas que reflejen su estilo, sean cómodas y duraderas, al tiempo que mantenemos un impacto positivo en el ambiente laboral y psicosocial.

4.2.4. Diagrama en planta de la empresa

Figura 9

Infraestructura de la empresa



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

4.3. Productos que oferta la empresa

La empresa textil Nellytex normalmente oferta diversos modelos de suéteres y a su vez por temporadas previas al inicio de clases, uniformes escolares, sus diseños y tallas dependen en gran medida de los requerimientos de sus clientes ya que se producen por pedidos. Al completar un pedido, si queda material sobrante de este, se producen más suéteres y son vendidos al detal (venta al detalle).

Tabla 3

Sacos ofertados

Buzo jersey	Blusa Ana	Suéter manga larga
		
Jersey abierto	Suéter escolar	Suéter infantil
		

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

4.4. Proveedores

Los proveedores de la empresa son los siguientes:

Tabla 4

Proveedores de la empresa









Proveedor	Producto
Textiles Texsa	
Distribuidora Karen	Conos de lana
Distribuidora Casa	
Austrodiseti	Botones y etiquetas

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex

4.5. Maquinaria textil de Nellytex

Tabla 5

Máquinas y herramientas textiles

Enconadora	Rectilínea 0.8G	Rectilínea 0.12G	Tejedora manual
			
Remalladora	Overlock (cosedora)	Recta	Ojaladora
			
Botonera	Atracadora	Plancha a vapor	Compresor



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

4.6. Metodología DMAIC

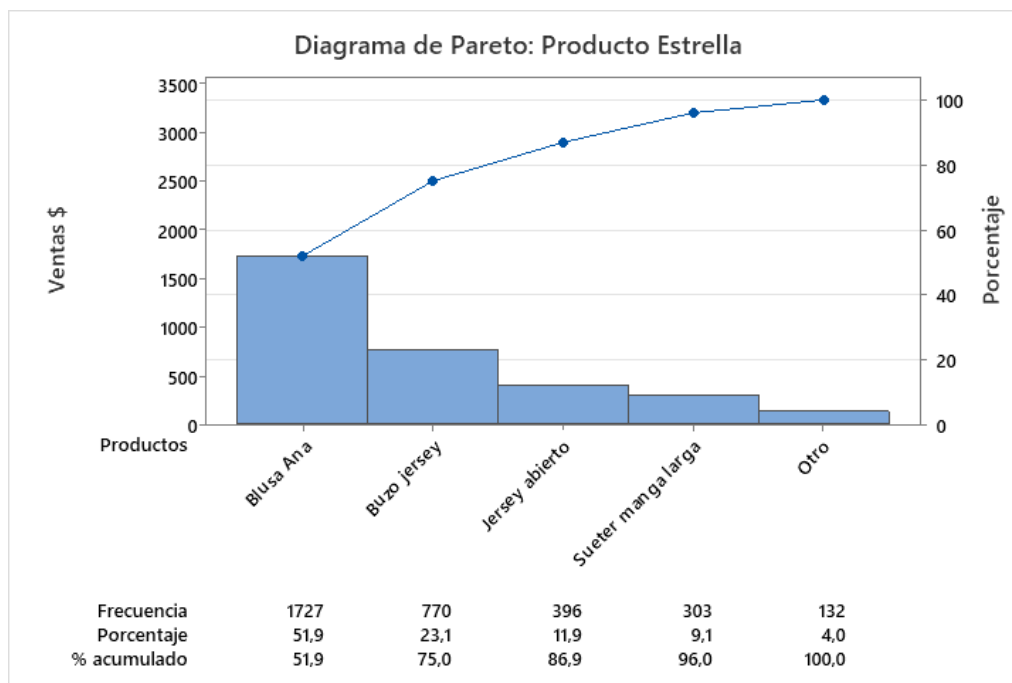
4.7. Definir

4.7.1. *El producto estrella*

De los pedidos que recibe la empresa Nellytex según lo manifestado por su propietario (Anexo 1), se ha evidenciado que sus ventas de suéteres llegan aproximadamente a las 600 prendas mensuales, es decir, la empresa está fabricando alrededor de 300 prendas de manera quincenal a un precio unitario de 6,50\$ de venta al detal (venta en ferias) y por pedido de lotes cada suéter a 5,50\$, gracias a que su producción abarca una amplia gama de modelos y diseños los cuales atraen mayormente a la clientela adulta, entre los productos que más destacan de su repertorio están las blusas Ana y los busos jersey.

Figura 10

Diagrama de Pareto del producto estrella

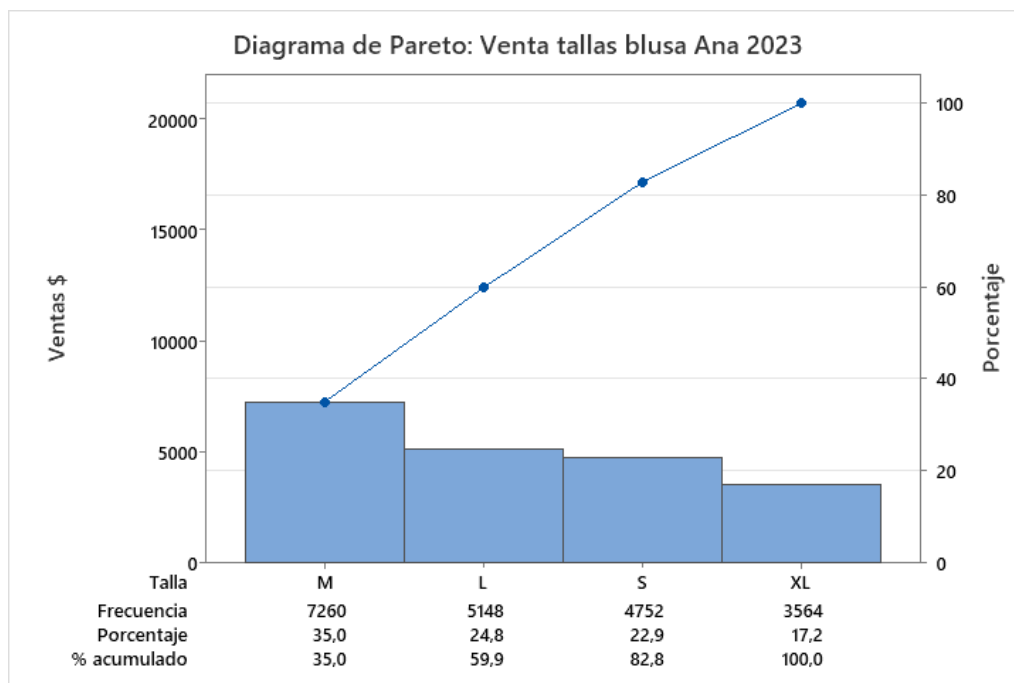


Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex 2024.

En la figura 14 obtenida del Anexo 1, se expone que el producto más aceptado y valorado por la clientela, es la Blusa Ana, de la cual su volumen total de ventas es del 52%, con una ganancia mensual de 1.727\$, por ende, es fácil deducir que es el producto que más utilidad le genera a la empresa.

Figura 11

Diagrama de Pareto venta anual por talla Blusa Ana año 2023



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Como podemos observar en la figura 15 también obtenida de los datos del Anexo 1, se muestra que las tallas más solicitadas por los clientes mensualmente son las M y L, sin embargo, se analizará la talla M porque genera más ingresos y tiene el mayor nivel de interés por los clientes. Al realizar las mejoras dentro del proceso de elaboración de esta talla de blusa, como consecuencia también se mejorarán las demás tallas y productos. Los datos presentados son de Nellytex de sus ventas del año 2023.

Tomando en cuenta los análisis realizados, este proyecto se centrará en el producto más vendido del cual su tasa de defectos también resulta ser el mayor, se buscará generar mayores ganancias mediante la eliminación de los defectos para aumentar la satisfacción del cliente, al identificar y eliminar las variaciones que pueden afectar la calidad del producto, Por este motivo,

el proyecto estará centrado en la fabricación de la Blusa Ana talla M las mejoras propuestas podrán ser replicadas a los demás productos.

4.7.2. *Los Clientes*

Nellytex cuenta con ocho clientes fijos los cuales son mayoristas, son ellos quienes a menudo hacen pedidos grandes de los productos de la empresa y una vez los adquieren, los revenden, por otro lado, la empresa también tiene clientes variados ya que sus productos son vendidos al detal, debido a que el propietario de Nellytex suele ofertarlos en ferias.

4.7.3. *La voz del cliente (VOC)*

Toda empresa o compañía debe conocer los deseos las necesidades y los requerimientos de los clientes para poder mantenerse firme dentro del mercado, ya que la competencia crece día a día y el detectar y analizar los deseos de los clientes tanto externos como internos es un plus para poder atraerlos y mantenerlos fieles a los productos que ofrezca una empresa. A continuación, se presenta la metodología usada para entender la voz del cliente.

4.7.3.1. El cliente externo

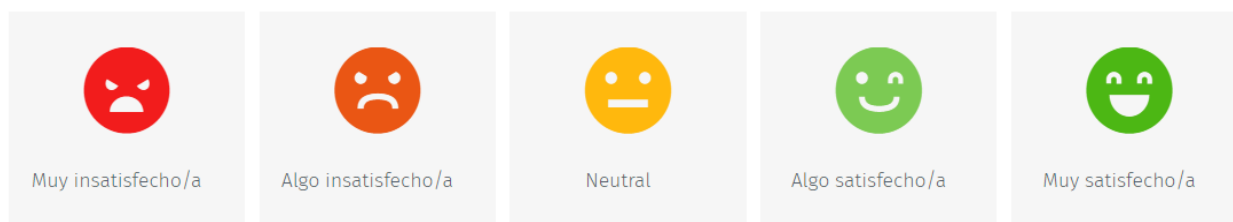
Con el objetivo de determinar la voz del cliente externo se decidió realizar una encuesta “De Satisfacción”, como representación de la percepción que tienen los clientes sobre el producto. Esto con el propósito de poder conocer la diversidad de opiniones que tienen los clientes con respecto a los parámetros críticos para la calidad del producto (CTQs) que ellos adquieren.

Para ello se tomó en cuenta las opiniones de los clientes fijos con los que cuenta la empresa, constituyendo así la encuesta basándose en la escala de Likert con un rango del 1 al 5 desde muy satisfecho hasta muy insatisfecho [47].

La encuesta se creó en una aplicación en línea del Anexo 2 y fue enviada a los clientes de la empresa para una asequible recolección de datos, debido a que los clientes principales de la empresa están ubicados en otras ciudades. Una vez obtenidas las respuestas, se procedió a analizarlas y hacer un conteo de estas, cabe recalcar que un atributo de 1 a 2 significa que los clientes están insatisfechos con alguna de las características críticas, 3 es neutral y si los valores son de 4 a 5 significa que los clientes tienen un alto grado de satisfacción con alguna de las características del producto.

Figura 12

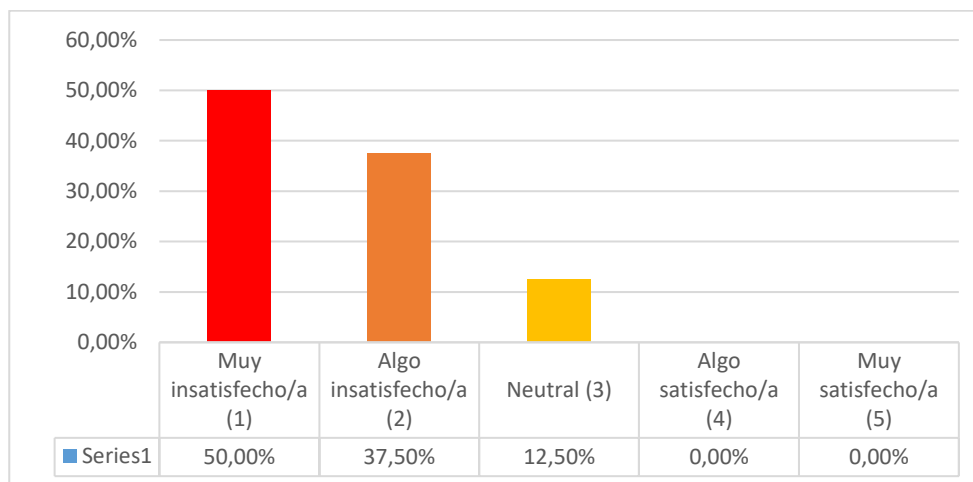
Escala de Likert



Nota: Elaboración propia. Fuente: [47].

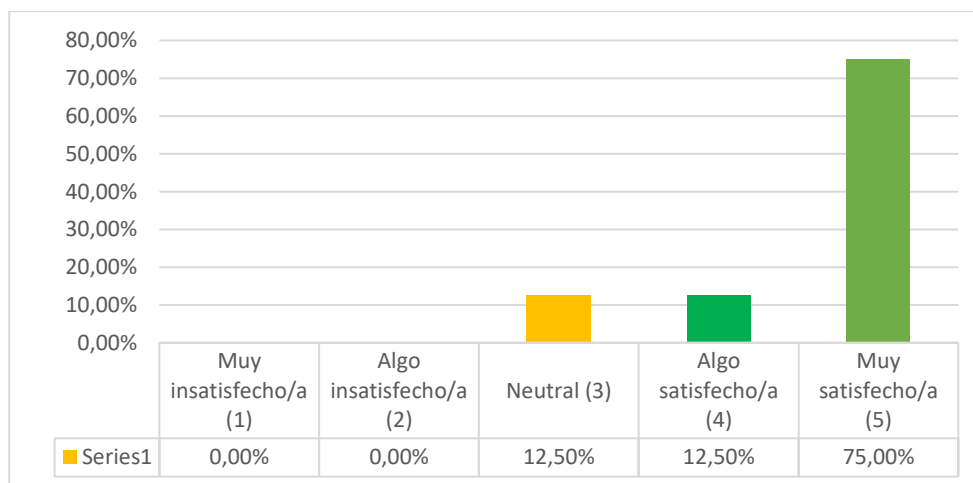
Para obtener un mejor entendimiento de los datos obtenidos en base a las encuestas realizadas a los clientes de la empresa, sobre las características críticas para la calidad del producto, se procedió a plasmar los resultados de cada pregunta en gráficos de barras, donde se puede observar el porcentaje y puntaje (1 a 5) por cada nivel de satisfacción.

1. ¿Está usted satisfecho con la variabilidad de medidas en la talla M de las blusas?



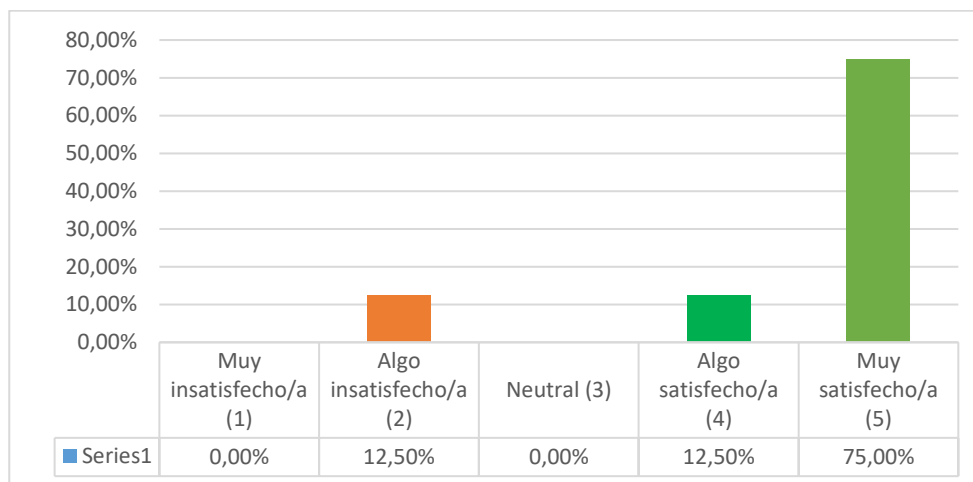
Como se puede observar de los clientes el 50% y 37,50% se encuentran insatisfechos sobre la variabilidad existente del tamaño de las blusas, el otro 12,50% muestra un pensamiento neutral sobre este CTQ, por ende, puede ser un atributo destacable para crear posibles mejoras.

2. ¿Le satisface la forma del cuello de la blusa?



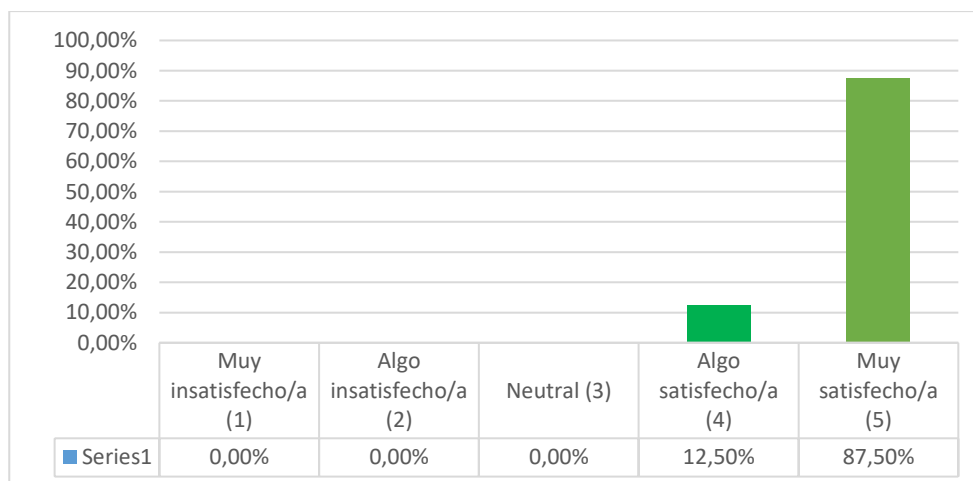
En esta CTQ los clientes se han mostrado satisfechos ya que el 75% y 12,50% representan a la mayoría de la cliente, el otro 12,50% permanecen neutrales, por ende, la crítica sobre este atributo del producto es positiva.

3. ¿Considera adecuado el tamaño del cuello?



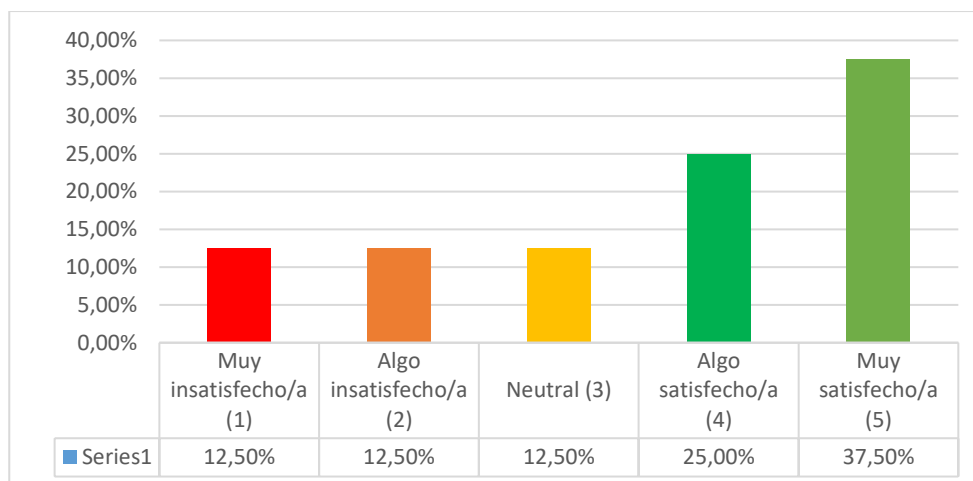
Esta CTQ muestra que el 87,50% de los clientes se encuentran satisfechos con el tamaño del cuello de las blusas, pero un 12,50% de ellos está algo insatisfecho con esta característica, para corregirlo se podría también considerar para las mejoras.

4. ¿Considera que el tamaño de las mangas es el adecuado?



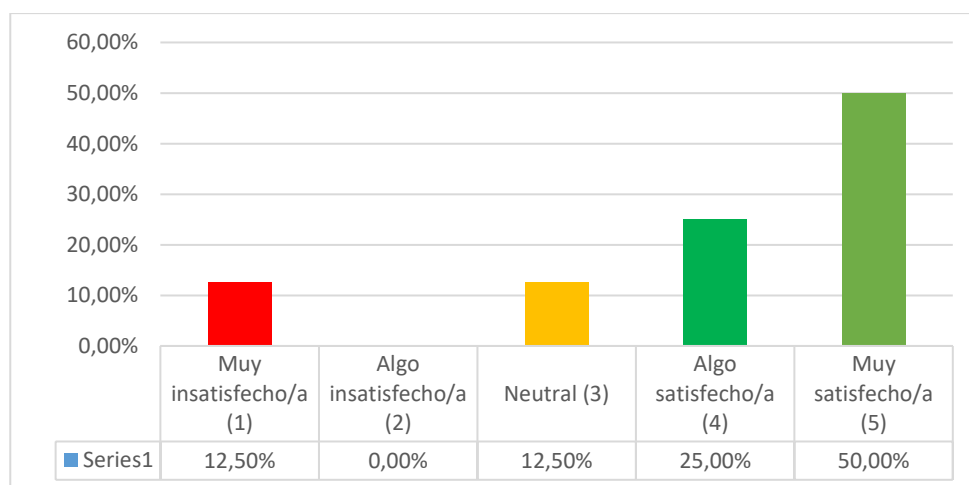
Para esta CTQ el grado de satisfacción del cliente es lo suficientemente alto como para considerarlo totalmente positivo y aceptado por los clientes, encontrándose el 100% de ellos satisfechos.

5. ¿Es de su agrado el diseño de trenzado de la blusa?



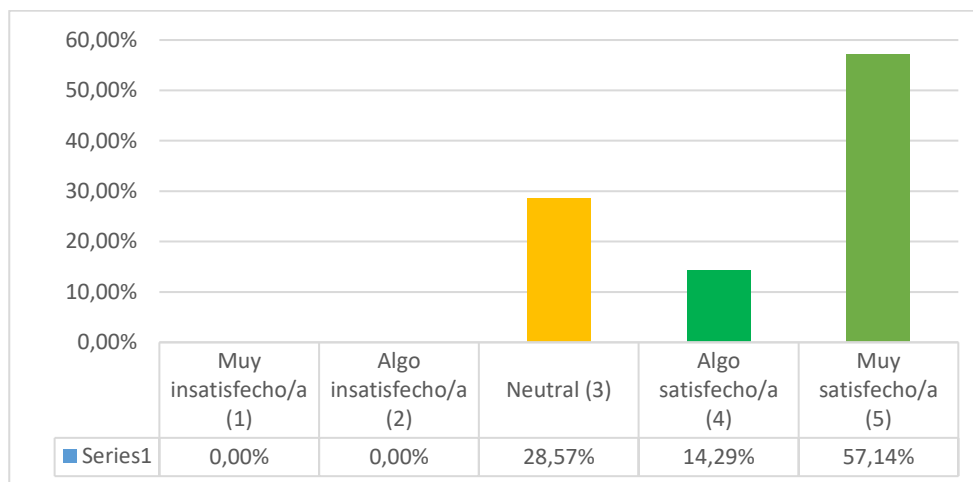
Esta característica tiene variedad de opinión de los clientes, el diseño de trenzado tiene al 62,50% de los clientes satisfechos, un 12,50% permanecen neutrales, pero un 25% de ellos no están satisfechos con esta característica, por lo cual es otra CTQ a considerarse para las posibles mejoras.

6. ¿Considera que los fillos abiertos de la blusa son adecuados para su uso?



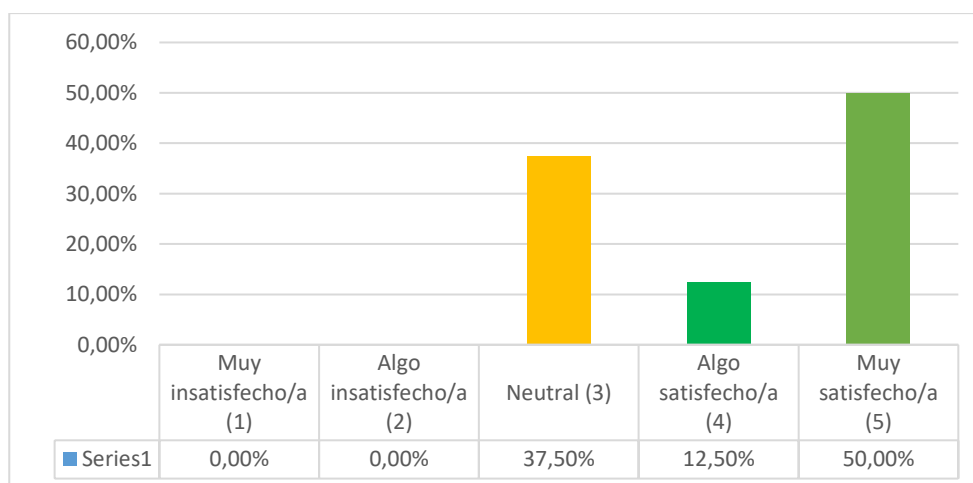
Esta CTQ muestra un alto grado de satisfacción, con un 87,50% de clientes mostrándose positivos, ante esta característica, sin embargo, un 12,50% de ellos se encuentran muy satisfechos con los fillos abiertos de los dos lados de las blusas, aunque la crítica sea positiva, es posible que se pueda realizar mejoras para reducir la disconformidad de ese porcentaje de clientes.

7. ¿Considera que el estiramiento del material es adecuado?



Esta característica crítica no presenta problemas, como se puede observar de los datos, la mayoría de la clientela siendo el 71,43% están satisfechos con ella el resto 28,57% esta neutral, pero se encuentran en el rango de un atributo que es percibido como positivo.

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



Este último CTQ nos muestra que tampoco existe alguna insatisfacción o disconformidad con lo que respecta a la entrega del producto en un cierto plazo establecido por lo cual la satisfacción de esta característica también es positiva.

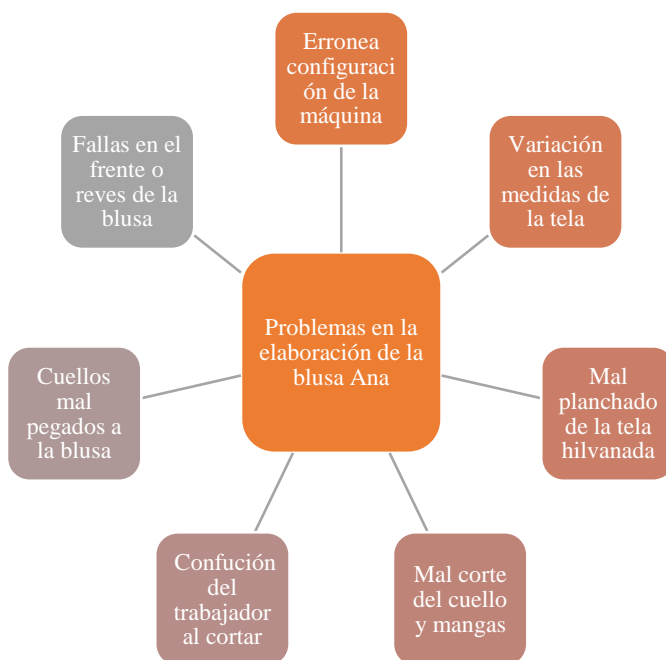
Con los datos obtenidos de la encuesta realizada a los clientes, se puede destacar que las características críticas como: la forma del cuello, el tamaño del cuello y mangas, elasticidad del material y entrega del producto, satisfacen al cliente, pero las demás características: filos abiertos, el diseño de trenzado y la variabilidad en las medidas de la talla de la blusa, presentan problemas, especialmente la variabilidad, por ello, estas CTQs deberán ser evaluadas para su posterior mejora.

4.7.3.2. El cliente interno

Con los trabajadores de Nellytex, se llevó a cabo diferentes reuniones debido a la diferencia de horarios de sus actividades, de estos encuentros se propuso realizar el desarrollo de una lluvia de ideas (Brainstorming), sobre los problemas que ellos consideraban existentes en los procesos que ejecuta la empresa para la elaboración de las blusas Ana.

Figura 13

Brainstorming del cliente interno



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Con el desarrollo de la lluvia de ideas se pudo destacar que el proceso de corte, al ser manual en ocasiones generaba daños en la blusa, esto debido a que el trabajador encargado de este proceso, solamente se regía en su capacidad y experiencia para la medición y corte del cuello y mangas de la blusa con el uso de una cinta métrica para tela, debido a esto se generaban cortes erróneos que daban como consecuencia el volver a confeccionar una nueva pieza, además de que el trabajador en ocasiones confunde el lado del frente y revés de la blusa al cortar.

4.7.4. La voz del negocio

Los trabajadores de Nellytex gracias a su experiencia de años de trabajo en la empresa conocen la capacidad de la materia prima que manejan, por ende, saben cuántas piezas de blusa pueden obtener por cada cono de lana, sin embargo, ha habido ocasiones donde ha faltado o ha sobrado material para la elaboración de las blusas, por ello se procederá a realizar el análisis de rendimiento de la materia prima utilizada.

4.7.4.1. El rendimiento de la materia prima

Para llevar a cabo la producción de un lote de suéteres o blusas en Nellytex, primero se empieza por la recepción del pedido, en donde el cliente detalla, el diseño del producto, la cantidad y las tallas que desea, luego en base a esa información el gerente y los trabajadores del área de tejido, calculan cuanto material de conos de lana serán necesarios para la ejecución del pedido, para este cálculo los trabajadores no disponen de ningún programa o aplicación que les permita saber cuánto material necesitan, ellos lo realizan en base a su experiencia de manejar el material de conos de lana y las configuraciones de las maquinas tejedoras que disponen. Una vez ya estimado la cantidad de conos de lana necesarios, proceden a adquirir el material de sus diferentes proveedores.

La materia prima es adquirida por cantidad de conos los proveedores de la empresa suelen venderlos en fundas de 9, 12 a 18 conos normalmente, pero si la empresa requiere más conos, puede añadirlos a su pedido así sea en una pequeña cantidad. Entre el tipo de material que es usado por Nellytex se encuentra la lana tipo hilacril, inter-fibra y texa, el producto estrella, el más vendido de la empresa, las blusas Ana están hechos de la lana tipo texa.

A continuación, se mostrará en una tabla los desperdicios de la materia prima, generadas en tres pedidos de 190, 220 y 167 blusas Ana, elaboradas un lote en el mes de octubre del 2023 y los otros dos lotes en enero del 2024, para más información ver Anexo 3.

Tabla 6

Rendimiento de la materia prima (Lana)

Fecha de emisión	Cantidad de conos	Blusas esperadas	Blusas producidas	Sobrante de blusas	Sobrante de conos	Sobrante en Kg
10/10/2023	72	190	190	0	2,0	2,08
3/1/2024	59	220	220	0	0,33	0,35
10/1/2024	60	167	187	20	5,08	5,29

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Es difícil estimar adecuadamente el rendimiento de los conos de lana, debido a que no se estima cuantos metros de lana puede contener un cono, normalmente un cono tiene un peso de 1 a 1,04 kilogramos, pero este peso puede variar, porque todos los conos tienen diferentes cantidades de lana, unos pueden contener más material, mientras que otros pueden tener inclusive una pequeña cantidad menor o mayor a estos, ver Anexo 4.

4.7.4.2. Rendimiento de los subprocesos

Con la finalidad de evaluar los subprocesos se llevó a cabo un monitoreo por medio de la observación, en cada una de las etapas por las que pasa el producto hasta su almacenamiento. El monitoreo se realizó en el mes de enero del 2024 junto al primero pedido de 220 blusas Ana.

Tabla 7

Rendimiento de los subprocesos

Rendimiento de los subprocesos lote 220			
Subproceso	Entrega	Unidades defectuosas por proceso	Unidades defectuosas %
Tejido	Torso, mangas, cuellos	12	5%
Hilvanado	Torso unido con puntadas	0	0%
Planchado 1	Prenda hilvanada planchada	0	0%
Corte	Prenda con orificios para cuello y mangas	26	12%
Cosido	Prenda con mangas cosidas	2	1%
Remallado	Prenda con mangas y cuellos	0	0%
Rematado	Prenda unificada	0	0%
Tracado	Prenda sin cadenas	0	0%
Cosido etiquetas	Prenda con etiquetas	0	0%
Planchado 2	Producto terminado y planchado	0	0%
Empaque	Prenda empacada	0	0%

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Los resultados obtenidos de la tabla 7 muestran que el mayor porcentaje de unidades defectuosas se dan en el subproceso de corte, según lo observado y por comentarios de los trabajadores del área de confección, esto es debido a que el trabajador que realiza esta actividad comete errores en las mediciones o en el corte de las mangas y cuellos de las blusas.

4.7.4.3. Las pérdidas por los desperdicios

Nellytex en el aspecto de las devoluciones no se ha visto muy afectada ya que de cada lote entregado normalmente el cliente está satisfecho, aunque en ciertas ocasiones pueden reenviar unas dos o cuatro blusas que estén defectuosas, ya sea por fallas en los cuellos, fallas en el frente o reverso de la blusa o por variabilidad en las tallas.

Estas devoluciones no generan grandes pérdidas a la empresa ya que cuando se trata de fallas en la blusa para sus trabajadores es sencillo corregir ese error y recuperar la calidad del producto, sin embargo, cuando se trata de la variabilidad de tallas el volver a rehacer una blusa cuesta aproximadamente 4,25\$, ya que la empresa se rige en los precios basados en sus costos tal como indica el Anexo 5.

Durante el periodo de evaluación de la empresa y en base a tres entregas de lotes de las blusas Ana se pudo contabilizar una devolución de 8 blusas las cuales constan de 2 con fallas, 1 con huecos y 5 por variabilidad en las tallas estas últimas generaron una pérdida de 21,25\$ por lo cual es necesario evaluar las tallas de las blusas.

4.7.4.4. Tallaje de blusas de Nellytex

En base a la experiencia previa que tuvo el propietario de la empresa durante el tiempo que trabajo en una empresa de un familiar, adquirió las medidas de las tallas para sus blusas, además, con el conocimiento de los trabajadores que han estado en la empresa a lo largo del tiempo, también

se adquirió de ellos referencias sobre las tallas para los diversos productos de la empresa estas, tallas se presentan en la siguiente tabla:

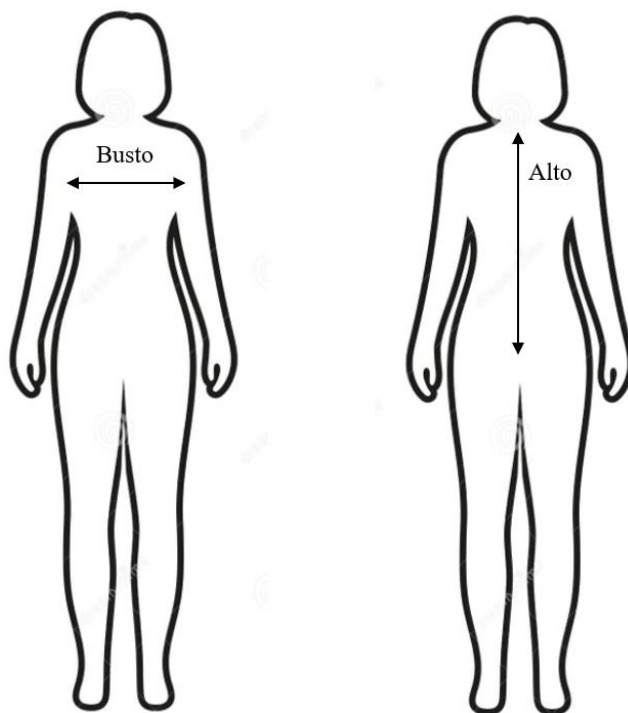
Tabla 8

Tallas de blusas

Tallas de blusas (Cm)				
Partes de blusa	S	M	L	XL
Largo	61 ± 1	65 ± 1	68 ± 1	72 ± 1
Pecho	46 ± 1	52 ± 1	54 ± 1	56 ± 1
Cintura	46 ± 1	52 ± 1	54 ± 1	56 ± 1
Largo manga	21 ± 1	22 ± 1	22 ± 1	24 ± 1
Ancho manga	18 ± 1	18 ± 1	18 ± 1	20 ± 1
Largo escote	11 ± 1	11 ± 1	11 ± 1	11 ± 1
Ancho escote	20 ± 1	20 ± 1	20 ± 1	20 ± 1
Largo cuello	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1
Ancho cuello	18 ± 1	18 ± 1	18 ± 1	18 ± 1

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Acorde a la normativa NTE INEN 257 las dimensiones de control, para la asignación de las tallas de prendas confeccionadas de punto, enfocadas en la mujer deben ser: Contorno de busto y altura [48].

Figura 14*Dimensiones de control*

Nota: Elaboración propia. Fuente: [48].

Por la variabilidad en las tallas descrita anteriormente se decidió hacer un estudio recabando información para analizar las características de calidad que la norma propone para las dimensiones de control de las tallas para vestimenta femenina, para ello se tomó una muestra de 20 unidades de blusas del proceso de corte como se muestra en el Anexo 6, dividida en dos grupos 10 mediciones para el contorno del busto y otras 10 mediciones para la altura a continuación se muestra los resultados:

Tabla 9*Variación en tallas M*

Variabilidad de tallas				
Designación	Promedio	Varianza	Desviación estándar	Nivel de confianza de 95%
Busto	49,65	1,50	1,23	50,4; 48,9
Altura	64,07	2,33	1,53	65,0; 63,1

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Es posible observar que el proceso mencionado con lo que respecta a las dimensiones de altura y busto, la longitud del busto se encuentra con una tendencia a desviarse hacia la derecha, por otro lado, la longitud de la altura está siendo inferior a la media, por ende, esta variabilidad puede causar que la calidad de las blusas se vea afectada, ya sea con un tamaño y ancho superior o inferior a lo que es realmente requerido por la empresa.

4.7.5. Carta del proyecto

CARTA DEL PROYECTO LEAN SIX SIGMA			
Nombre del proyecto	Propuesta de mejora para el proceso de corte y variabilidad de tallas	Fecha Inicio	20/11/2023
Nombre del producto	Blusa Ana talla M	Fecha Final	30/02/2024
Equipo del proyecto		Partes Interesadas	
Investigador	Nilo Chiluisa	Gerente	Ricardo Manzano
Ayudantes	Trabajadores de Nellytex	Clientes	Fijos y variados
Descripción del problema			
Nellytex ha venido observando una disminución en la venta de sus productos, esto debido a que existen problema en el proceso de corte cuyo resultado también influye en la entrega de su producto final. Los problemas en el proceso descrito generan fallas y variabilidad en las tallas de sus blusas generando una pérdida anual de 504\$ aproximadamente.			
Alcance del proyecto			
Este proyecto estará enfocado en el área de confección de las blusas Ana, buscando mejorar el proceso corte, que por consiguiente reducirá la variabilidad en las tallas.			
CTQ's a mejorar			
Producto	Talla M de la blusa: Longitud de busto y altura.		
Procesos a mejorar			
Proceso de corte			
Objetivo del proyecto			
Diseñar una propuesta de mejora mediante el análisis y la evaluación de datos haciendo uso de herramientas de Lean Six Sigma, para mejorar los procesos ejecutados en el área de confección y reducir la variabilidad en la talla M del producto final.			

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

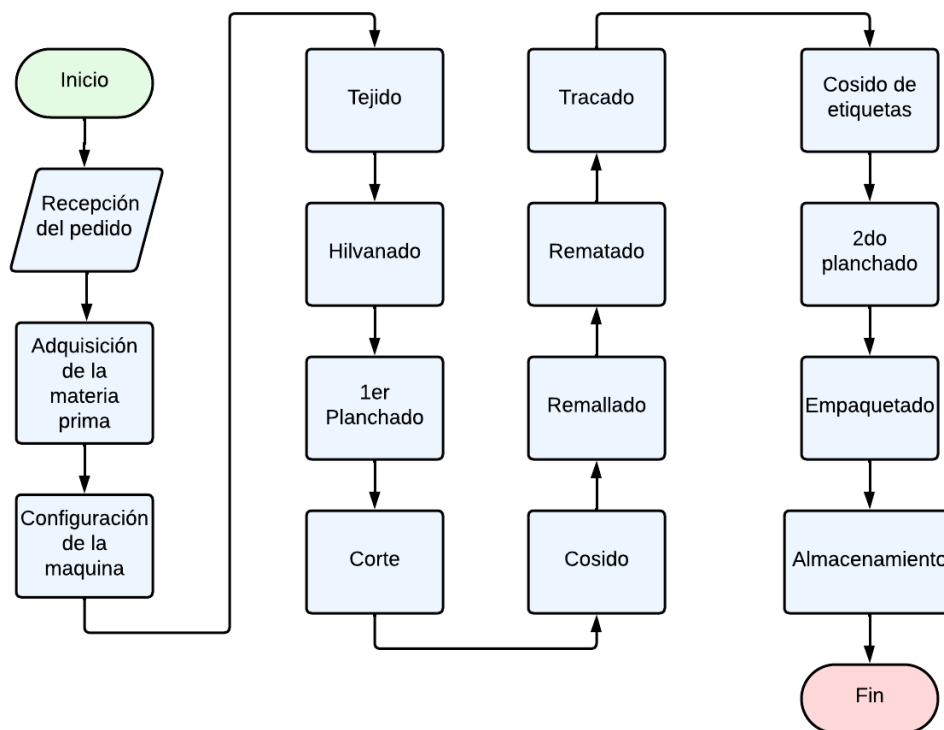
4.8. Medir

4.8.1. Diagrama de flujo del proceso de producción

Para un mejor entendimiento del proceso de fabricación de suéteres, se realiza el flujograma de procesos actual de la empresa, en donde se puede observar de una mejor manera el flujo del proceso de producción de las blusas Ana.

Figura 15

Flujograma del proceso de elaboración de blusas Ana



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Al observar el diagrama de flujo, se puede concluir con que el proceso de corte, que anteriormente fue expuesto como el generador de más fallas en la fase de definir, no tiene una verificación de control de calidad de su resultado, antes de que el producto avance hacia el siguiente proceso, inclusive los demás procesos no son verificados, por lo cual sería beneficioso y necesario introducir puntos de verificación de calidad, para ver si el producto resultante se

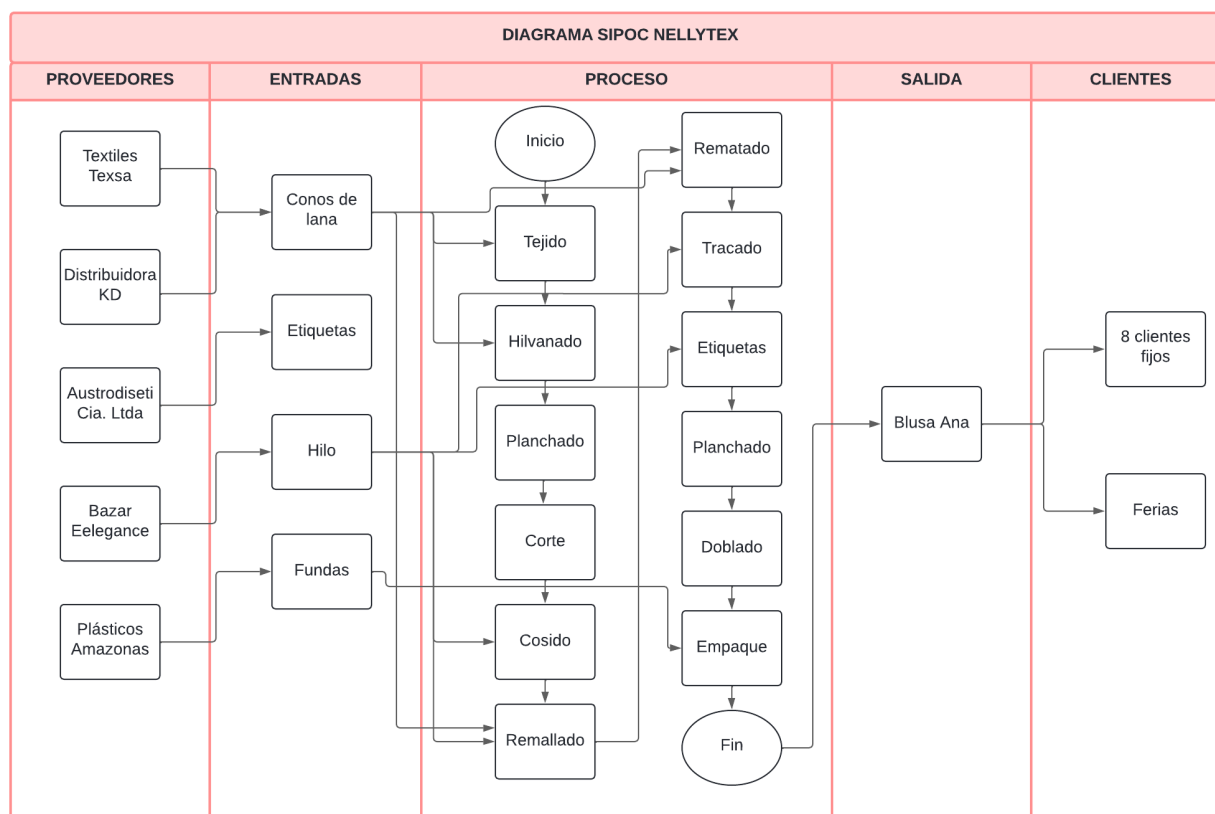
acepta y continua el proceso, o si se desapruueba, se desecha o vuelve a alguna de las anteriores etapas del proceso para su respectiva corrección.

4.8.2. Diagrama SIPOC de Nellytex

Para poder entender de una mejor manera aquellos pasos relevantes que tiene la elaboración de las blusas, se elabora el diagrama SIPOC, con su desarrollo se destacara la cuantificación de los insumos, quien los suministra a la empresa, cuáles son los procesos que se ejecutan para transformarlos en el producto final y quienes son los receptores de este producto.

Tabla 10

Diagrama SIPOC



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

La información necesaria para la realización del SIPOC comenzó con el análisis de la estructura organizacional de la empresa, se procedió a identificar quienes o que entidades son las que suministran la materia prima y que insumos se adquieren de ellas, además se hizo un seguimiento del proceso que se ejecuta para la transformación de dichos insumos en las salidas que es el producto de la empresa, por último, se identificó quienes son los acreedores o clientes del producto terminado.

4.8.3. Plan para las mediciones

Para poder identificar de manera eficiente las variables a medir, los tipos de variable, las características de los datos y las estrategias de recolección que consideran tanto las especificaciones como las metas, se vio en la necesidad de crear un plan para la recolección de los datos.

Tabla 11

Plan de recolección de datos

Plan para recolección de datos					
Variables	Tipo variable	Operación	Tamaño de muestra	Frecuencia	Estrategia para medición
Busto	Continua	Estudio R&R	10 partes	2 réplicas a 2 operadores	Asignación de partes aleatoria a operador
Altura	Continua	Estudio R&R	10 partes	2 réplicas a 2 operadores	
Busto	Continua	Graficas de control	70 piezas	14 muestras con 5 observaciones	Muestreo aleatorio simple
Altura	Continua				

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

4.8.4. Estudio R&R del sistema de medición

Las mediciones que realizan los trabajadores de la empresa se llevan a cabo utilizando una cinta métrica flexible, al usarla y gracias a su experiencia, logran hacer cortes precisos, sin embargo, esto no garantiza que no se generen fuentes de variación atribuibles a dicha herramienta de medición utilizada en el proceso de corte.

Para la recolección de las mediciones se tuvo la participación de dos trabajadores, el responsable del proceso de corte y el responsable del proceso de planchado, para ello se tomó 10 mediciones para el contorno de busto y otras 10 mediciones para la altura. Todo esto en 10 blusas diferentes elegidas al azar y con dos replicas por parte que son necesarias para el estudio R&R. Este estudio se realizó en el software Minitab, para un mejor entendimiento ver Anexo 7.

Se ejecuto el estudio R&R del sistema de medición (Cruzado), esto debía a que las mediciones son realizadas por dos operadores y también es posible que un mismo operador, pueda volver a ejecutar las mediciones en las mismas partes.

Tras ejecutar el estudio en Minitab por el método de análisis ANOVA se obtuvo lo siguiente:

4.8.4.1. R&R del sistema de medición (Busto)

Tabla 12

Evaluación del sistema de medición (Busto)

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0,197920	1,18752	24,53
Repetibilidad	0,196609	1,17966	24,37
Reproducibilidad	0,022743	0,13646	2,82
Operadores	0,022743	0,13646	2,82
Parte a parte	0,782200	4,69320	96,94
Variación total	0,806851	4,84111	100,00

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Como podemos observar en la evaluación del sistema de medición el Gage R&R su resultado es de 24,53%, por ende, el sistema de medición se encuentra en un estado optimo, ya que este valor está por debajo del 30% que es el valor mínimo de aceptación para que un sistema de medición sea lo suficientemente adecuado, por lo cual es aceptable guiarse del sistema de medición utilizado actualmente.

El número de categorías distintas obtenidas del estudio dio un valor de 5, lo cual significa que el proceso del sistema de medición es capaz de detectar las variaciones dentro del proceso ya que su valor es mayor igual a 5.

4.8.4.2. R&R del sistema de medición (Alto)

Tabla 13

Evaluación del sistema de medición (Alto)

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0,27523	1,65136	22,90
Repetibilidad	0,14663	0,87977	12,20
Reproducibilidad	0,23292	1,39750	19,38
Operadores	0,00000	0,00000	0,00
Operadores*Partes	0,23292	1,39750	19,38
Parte a parte	1,17004	7,02026	97,34
Variación total	1,20198	7,21187	100,00

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

En la evaluación del sistema de medición el Gage R&R total para el alto de la blusa se obtuvo un valor del 22,90%, por lo cual, el sistema de medición también está brindando lecturas de mediciones confiables al estar su valor por debajo del 30%. por lo que se puede decir que es aceptable guiarse del sistema de medición que se está utilizando actualmente.

El número de categorías distintas para ambos estudios dieron como resultado 5 por este motivo al estar en un valor igual a 5 ambos procesos de sistema de medición, son capaces de diferenciar cuando una muestra está en el límite inferior o en el límite superior por lo cual es posible rechazar muestras que posiblemente pudieran estar bien por error.

Por lo obtenido en base a los estudios R&R del sistema de medición se puede afirmar que, se sigue utilizando este sistema de medición ya que por los resultados obtenidos el sistema se encuentra en un estado óptimo y es confiable.

4.8.5. *Plan para el muestro de mediciones*

Para la planificación del levantamiento de la información que necesaria en el estudio de las gráficas de control, se iniciara determinando el tamaño adecuado de las mediciones necesarias a ser realizadas ya que se tienen como variables el contorno del busto y la altura.

Cabe recalcar que de un lote de 220 blusas de enero del 2024 ya se tenía recolectada una muestra de 70 mediciones, aun así, como garantía de la validez estadística, se determinara el tamaño de la muestra que sería necesaria haciendo uso de la fórmula para una población finita y teniendo en cuenta que se conoce la desviación estándar de la población.

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

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

$$n = 67$$

El tamaño de mediciones a realizar es de 67 sin embargo como se explicó anteriormente se hará uso de la muestra de 70 mediciones previamente obtenidas de las blusas.

4.8.6. *Explicación de la recolección de datos*

La recolección de datos será en base al proceso de corte, para la toma de mediciones se ejecutó el método de muestreo aleatorio simple.

Por lo tanto, en base al muestreo aleatorio simple, la selección de las blusas será la siguiente, ver Anexo 8.

En el software de Excel son enumeradas las 70 observaciones tomadas del proceso de corte, seguido se genera aleatoriamente un numero entre 1 y 70 con el objetivo de poder identificar el

valor de las observaciones a ser seleccionadas, una vez detectadas fueron agrupadas, para su posterior utilización en las gráficas de control, para poder comparar y verificar los resultados obtenidos también se utilizó el software Minitab.

4.9. Analizar

En esta fase se determinarán las fuentes de variación detectadas en las anteriores fases (definir, medir) que afectan a las CTQs del producto (blusa Ana) y del proceso, para ello se hará uso de diferentes herramientas de calidad, las cuales permitan entender cuáles son las causas generadoras o raíces, que estarían afectando la productividad y el rendimiento del proceso.

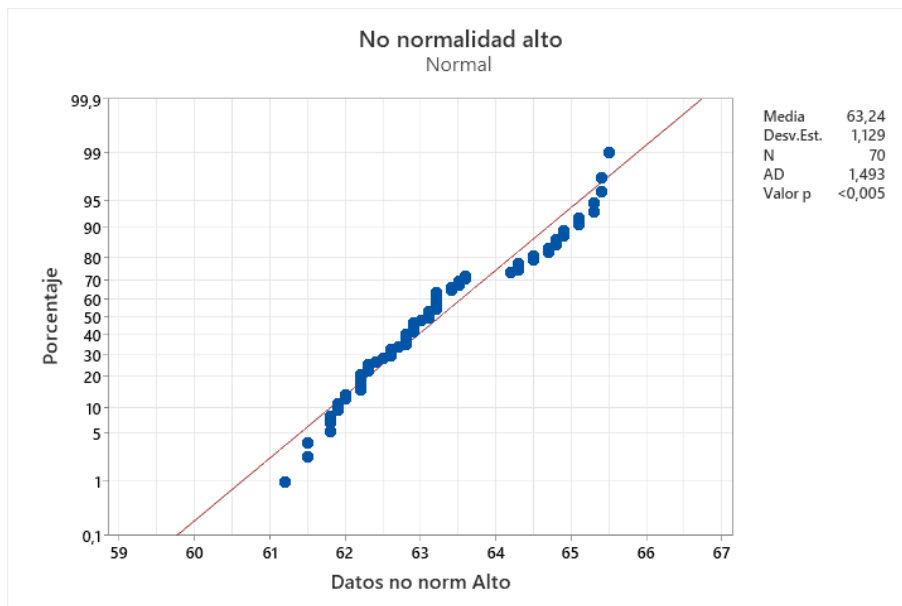
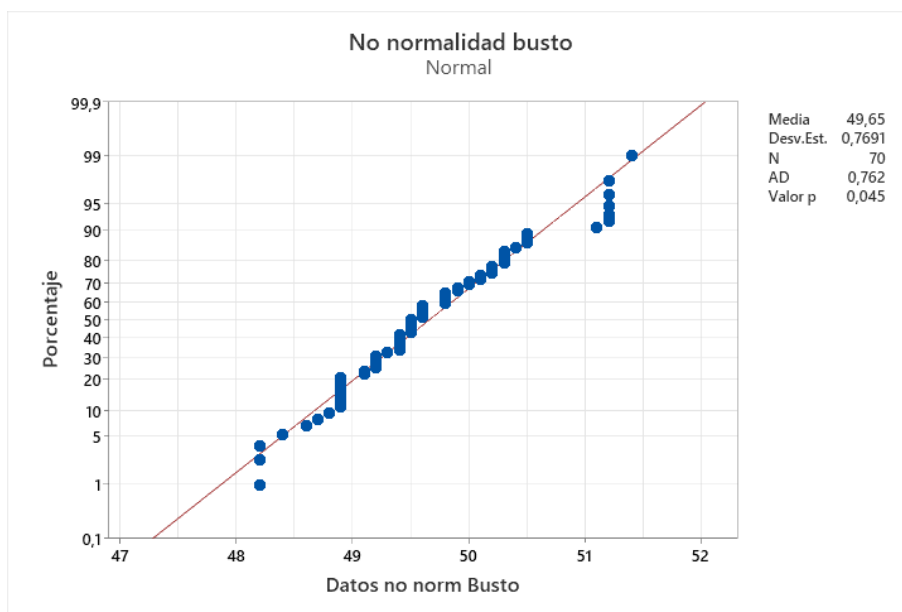
4.9.1. Prueba de normalidad de los datos recolectados

Antes de seguir con la medición de los datos, es necesario comprobar si éstos siguen una distribución normal o no, ya que la normalidad de los datos viene a ser un supuesto necesario para trabajar con algunos métodos estadísticos tales como: el análisis de la capacidad del proceso, pruebas de hipótesis, intervalos de confianza entre otros. Al realizar esta prueba se podrá saber si los datos son normales o anormales y si este último es el caso será para examinarlos mediante otros métodos.

Para llevar a cabo este análisis se usó la prueba de normalidad Anderson-Darling para un nivel de significancia de 0,05, con la ayuda del software Minitab estableciendo para su posterior interpretación la hipótesis nula y alternativa de la siguiente manera:

H_0 = (Los datos siguen una distribución normal)

H_1 = (Los datos no siguen una distribución normal)

Figura 16*Normalidad de las medidas del alto**Nota:* Elaboración propia. Fuente: Nellytex.**Figura 17***Normalidad de las medidas del busto**Nota:* Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

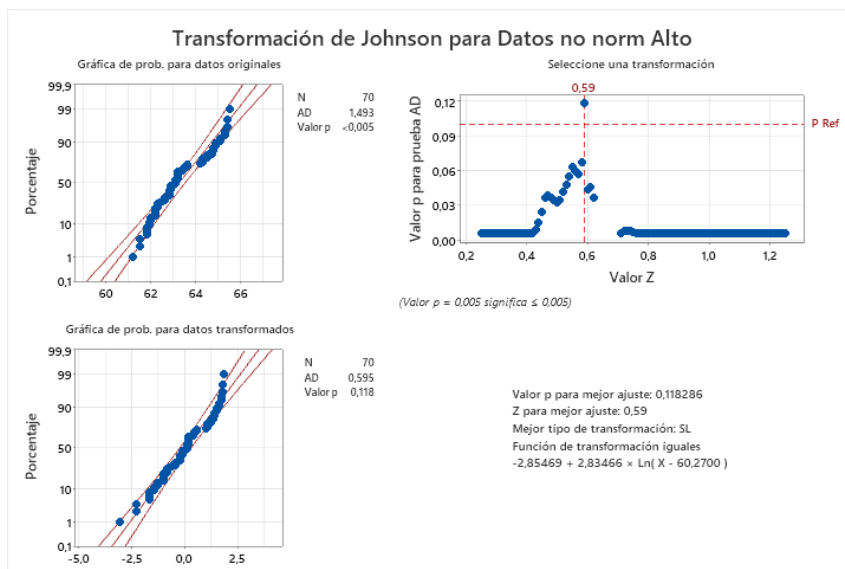
La prueba de normalidad realizada como se puede observar en las figuras 23 y 24 obtuvo como resultados un p valor (nivel de significancia) en ambos casos menor a la de alfa 0,05, de las medidas del alto y busto respectivamente, además se aprecia claramente en la gráfica que los datos se encuentran dispersos, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, ya que los datos no están siguiendo una distribución normal.

Para poder trabajar adecuadamente con los datos será necesario llevar a cabo una transformación de los mismo para que estos se puedan ajustar a una distribución normal y se pueda continuar con los análisis programados.

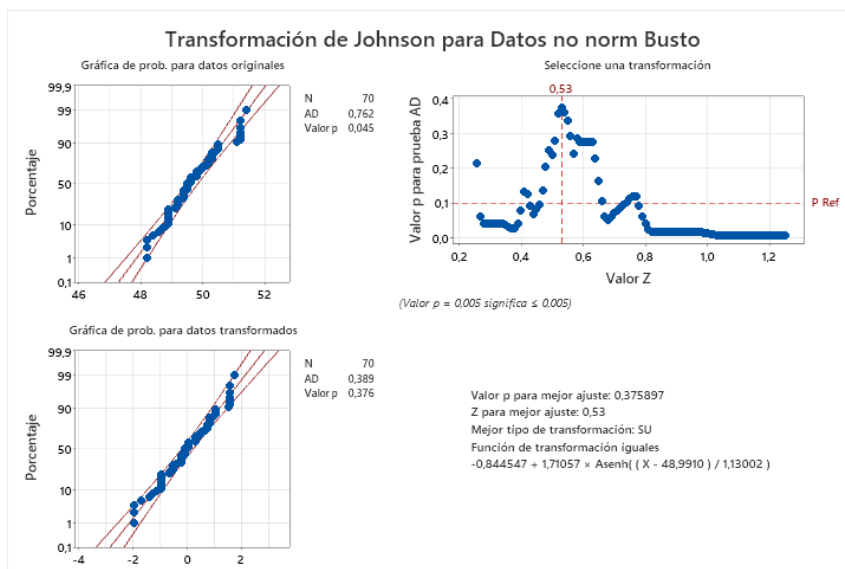
Para transformar los datos a una distribución normal se utilizará la transformación de Johnson por medio del programa Minitab:

Figura 18

Transformación de Johnson alto



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Figura 19*Transformación de Johnson busto*

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

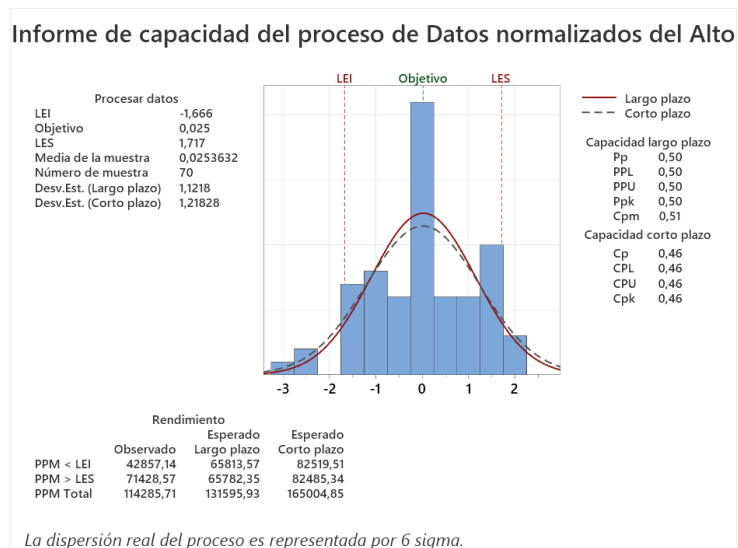
Mediante la transformación de Johnson se ha logrado obtener los siguientes valores p, alto p valor = 0,118 y el busto p valor = 0,376 de los datos transformados, al analizar las gráficas se puede destacar el cambio de la dispersión de los datos ya que en ambos casos los valores son mayores a alfa 0,05 por ende ahora se acepta la hipótesis nula de que los datos ya siguen una distribución normal y se puede proceder con el estudio haciendo uso de los nuevos datos.

4.9.2. Capacidad del proceso

Ahora es necesario determinar la aptitud en la producción de blusas de acuerdo con sus especificaciones de diseño, para ello se debe conocer la variación natural existente con respecto a dichas especificaciones, haciendo uso de la prueba de normalidad (Anexo 9), con los datos utilizados en el análisis de capacidad del proceso. Los datos seleccionados fueron tomados del Anexo 10, después de haber transformado los datos y verificar que siguen una distribución normal, se puede continuar al análisis de capacidad del proceso.

Figura 20

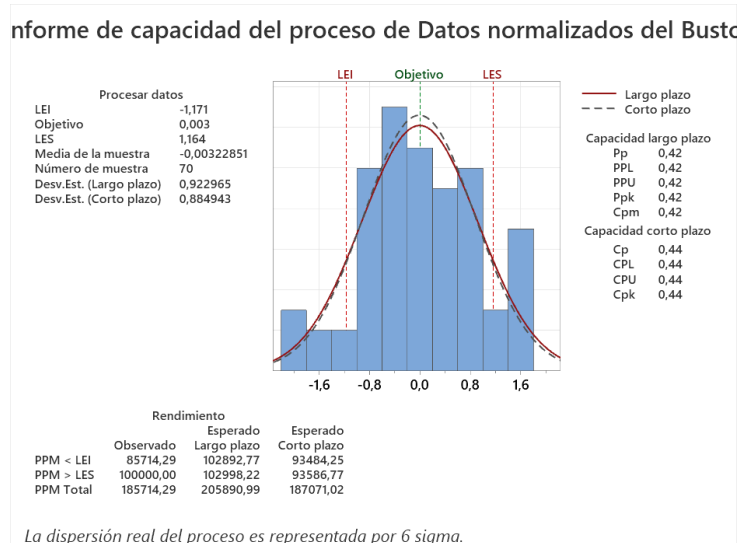
Capacidad del proceso de corte según la altura



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Figura 21

Capacidad del proceso de corte según la longitud de busto



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Para analizar la capacidad del proceso se hizo uso de las medidas de las 70 prendas de suéter del proceso de corte utilizadas anteriormente también en las gráficas de control de la longitud de la altura y busto.

El análisis de capacidad del proceso según las especificaciones del alto y el ancho del suéter expone los siguientes resultados: $C_p = 0,46$ y del ancho (busto) $C_p = 0,44$ estos resultados indican que el proceso tiene menos capacidad de la ideal para que se puedan cumplir con las especificaciones requeridas en ambos casos por igual, de modo que es posible apreciar a simple vista que existe variabilidad del proceso en relación con los límites de especificación.

La capacidad real del proceso de la altura es de $C_{pk} = 46$ y del ancho $C_{pk} = 44$ estos valores repetidos indican que la variabilidad del proceso es simétrica con respecto a la media por lo cual la distribución de los datos es equilibrada para cada lado.

Los resultados obtenidos del análisis de la capacidad del proceso con respecto al alto y el ancho de las blusas C_p y C_{pk} , muestran que se tiene una variabilidad relativamente alta y también que el proceso se encuentra descentrado, por lo cual se generan productos fuera de especificación. En conclusión, se sugiere hacer modificaciones para poder mejorar la precisión del proceso y su variabilidad, esto podría conllevar una nueva capacitación de los empleados, la implementación de nuevas herramientas o máquinas para el corte o la implementación de revisiones más robustas, en aquellas etapas más críticas de dicho proceso.

4.9.3. *Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)*

Para poder identificar las fallas de una mejor manera se llevó a cabo la observación de la ejecución del proceso de corte por parte del trabajador encargado, a su vez se entablo conversaciones sobre la forma de llevar a cabo el proceso, ya que por medio de su experiencia él podría detectar de una manera más profunda aquellas posibles causas que generan fallas en las actividades que realiza.

Posteriormente una vez observado y entendido el proceso de corte se estimó el determinar la magnitud de severidad que tienen las fallas, cuál es su causa, la probabilidad de que ocurra y que tan posible es detectarla, en la siguiente tabla se muestran los principales problemas.

Tabla 14*Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)*

Proceso	Modo de falla	Efecto de falla	Severidad	Causas de falla	Probabilidad de ocurrencia	Control	Probabilidad de detección	NPR	Acciones correctivas
Corte	El tejido no se tiende adecuadamente	Toma de medidas ineficiente	3	Obstáculos en la mesa de trabajo	4	Distribución de la mesa de trabajo	3	36	Limpieza y organización del área de trabajo
Corte	No se dobla el tejido adecuadamente	Cortes desiguales	5	Falta de interés del trabajador	3	Control visual	4	60	Inspección frecuente de calidad
Corte	Se corta mal el cuello	Materia prima adicional	8	Mala medición del escote	6	Control visual	3	144	Cambio de herramienta de medición
Corte	Se corta mal la sisa de la manga	Materia prima adicional	7	Mala medición de la sisa	6	Control visual	3	126	Cambio de herramienta de medición
Corte	Se confunde el frente con la espalda	Perdida de materia prima	10	Distracción del trabajador	8	Control visual	6	480	Poka-yokes visuales

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

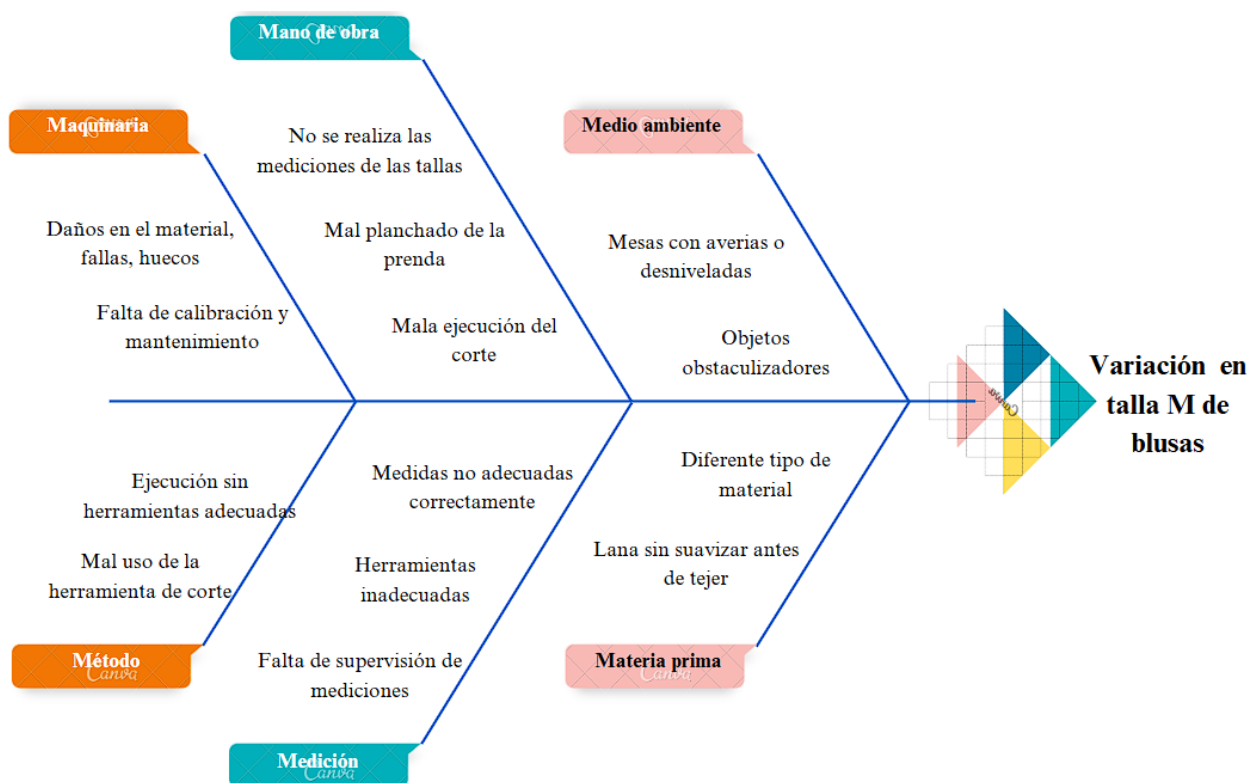
4.9.4. Diagrama de Causa – Efecto

Junto a los trabajadores de Nellytex, se realizó diversos diálogos con el tema a tratar sobre el conjunto de causas probables que generan la variabilidad del proceso de corte en las blusas Ana de la talla M, donde se pudo evidenciar diferentes opciones y razones del porque ellos creen que se da la variación en el proceso.

Acercas de las CTQs, gracias a la experiencia y todo el conocimiento que los trabajadores han adquirido a lo largo del tiempo que han laborado en la empresa, se pudo recabar la información necesaria y relevante para organizarla en un diagrama de causa-efecto que muestre las diversas causas posibles para los problemas de las características críticas a la calidad del producto CTQs.

Figura 22

Diagrama de pescado



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

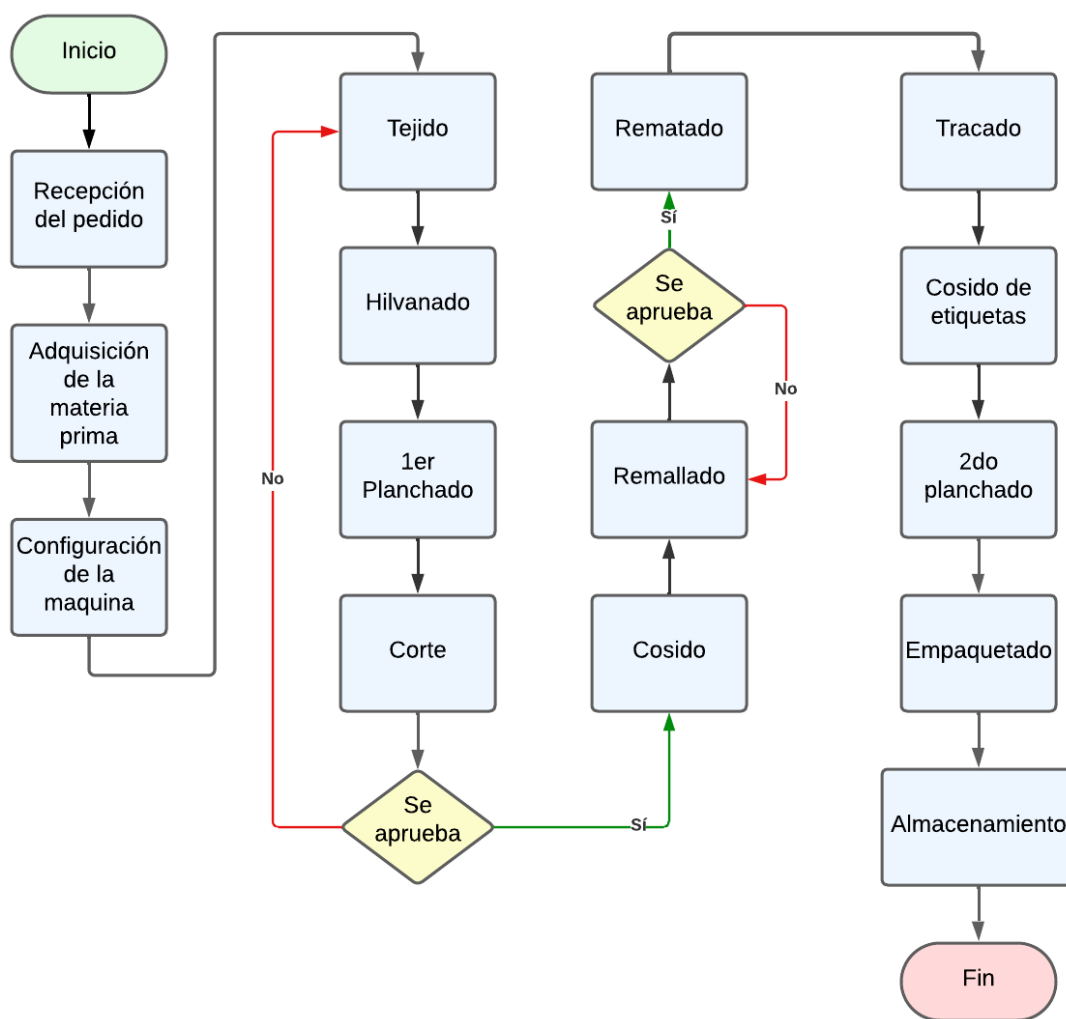
Las causas expuestas en la figura 26 son las recolectadas y organizadas de las ideas y opiniones generadas de la conversación con los trabajadores, por lo cual se puede concluir que se deberían desarrollar estrategias que mitiguen las causas expuestas en el diagrama.

En cada una de las 6 partes del diagrama de pescado se exponen las varias razones por las cuales en problema de la variación de las tallas M de las blusas Ana se pueden estar generando ya que como es posible observar el problema no solo puede estar en el proceso de corte ya que todo factor como la maquinaria, mano de obra, medio ambiente y demás suman a que el problema se agrave.

4.10. Mejorar

En esta fase se proponen modificaciones en la ejecución del proceso de corte, con lo cual se espera obtener beneficios positivos con el control. Implementar la propuesta será decisión del gerente de Nellytex y su equipo de trabajadores.

4.10.1. Flujo del proceso productivo propuesto



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Al implementar controles dentro del flujo de los procesos se puede evitar la pérdida de materia prima además de evitar los reprocesos. Con ello se agilizaría la producción de las blusas.

N° DE BLUSAS RECHAZADAS									

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

4.10.2. Metodología 5'S

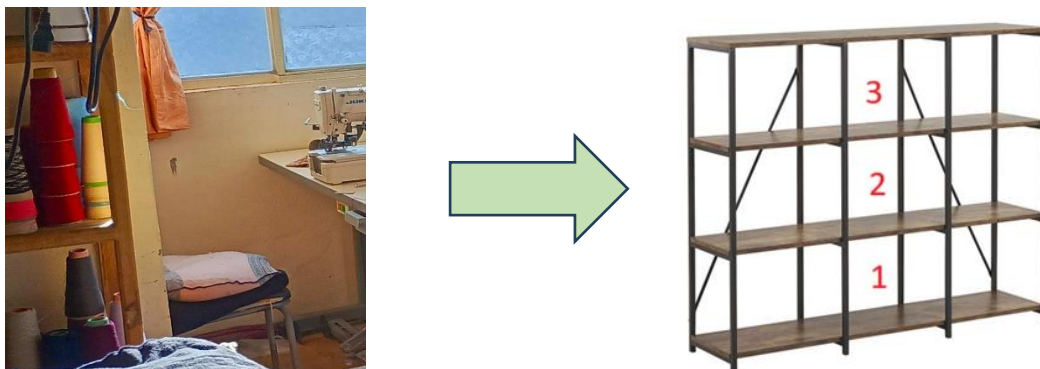
Es necesaria la aplicación de un programa 5'S dentro del área de confección ya que en ella no se tiene una adecuada organización, limpieza estandarización y autodisciplina lo que puede también ser motivo generador de fallos, contratiempos y errores para todos los procesos.

Es por esta razón que la herramienta 5'S se hace necesaria para mejorar estos factores que afecta en gran magnitud al orden y la limpieza dentro del área de producción.

A continuación, se muestra las partes de las 5'S que se recomienda aplicar:

4.10.2.1. Clasificar

De las visitas realizadas a la empresa se destaca la importancia de separar lo necesario de lo innecesario dentro del lugar de trabajo y a su vez también en cada puesto dónde están ubicadas las máquinas y el trabajador. Se logró visualizar, que los conos de lana con los que los trabajadores ejercían sus respectivas tareas estaban ubicados en un solo estante de una forma desordenada y en medio de ellos existían conos de lana sin material.



Como solución a esto se recomienda que, en cada nivel del estante, se coloquen los conos de lana en grupos de tres colores diferentes, estos montados uno encima de otro, los colores oscuros como el negro y el azul marino ocuparían el primer nivel, para el siguiente nivel podrían ser colores de lana un poco más claros como el rojo y el amarillo, el siguiente nivel lo ocuparían los colores más claros como el blanco y el color palo de rosa entre otros. Los conos de lana que ya se encuentren sin material deberían ser inmediatamente separados del estante y colocados en fundas de basura o cartones, estos contenedores de material inutilizable deberán ser colocados en una esquina o lugar donde no obstaculicen la movilidad de los trabajadores, posteriormente estos conos podrán ser llevados a la maquina Enconadora para su reutilización si se requiere.

Los beneficios que se esperan al aplicar estas acciones para clasificar los conos de lana por color y separarlos de los que ya están vacíos, son que el espacio sea liberado y se reduzca el desorden, además de que exista una mayor facilidad para encontrar el color de lana necesario cuando se lo necesita y no haya pérdidas de tiempo que retrasen el flujo del proceso de elaboración de las blusas.

4.10.2.2. Ordenar

Para que el flujo de trabajo sea constante y adecuado, es necesario que todos los elementos esenciales para la realización de las actividades estén al alcance del trabajador, cerca o en sus

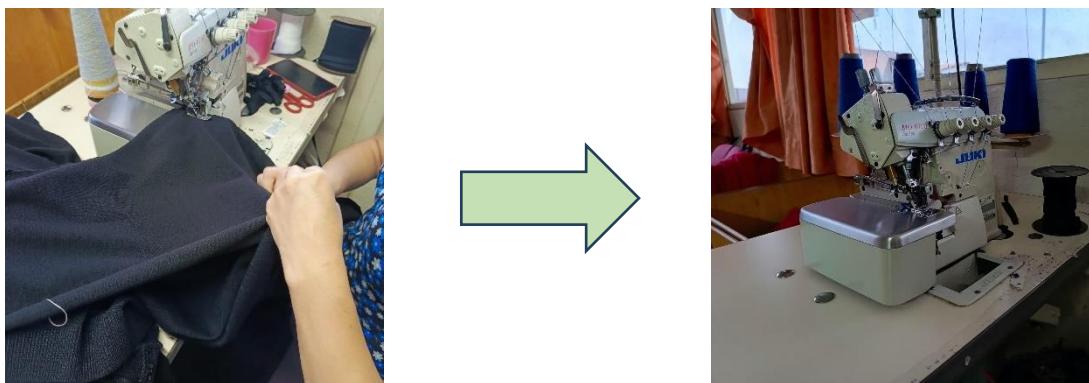
puestos de trabajo para que no tengan que hacer recorridos innecesarios que retrasen la producción de los productos.

Es recomendable comenzar ordenando todos los instrumentos que se utiliza para elaboración de los productos, se recomienda la adquisición de un mueble con varios cajones dónde se guarde cada material y herramientas, a su vez para facilitar su localización se debe asignar cada cajón para un solo objeto además de pegar en cada uno una etiqueta que definirá a que objeto pertenece.



Al organizar cada objeto por cajón y detallarlo con etiquetas será muy fácil su obtención y su ubicación estos cajones deberán estar cerca de los trabajadores un lugar donde les desee sencillo llegar y trasladarse la decisión de donde dejar los objetos caerá sobre ellos ya que hay máquinas en las que sí se puede colocar más de un objeto.

Se ha observado que los puestos de trabajo regularmente están repletos de materiales que no están siendo utilizados, ya sean conos, botones, cintas, tijeras, etiquetas, cuellos, todos estos objetos cuando no son requeridos en las actividades que se están realizando, entorpecen la realización de las actividades, por ello deben ser retirados.

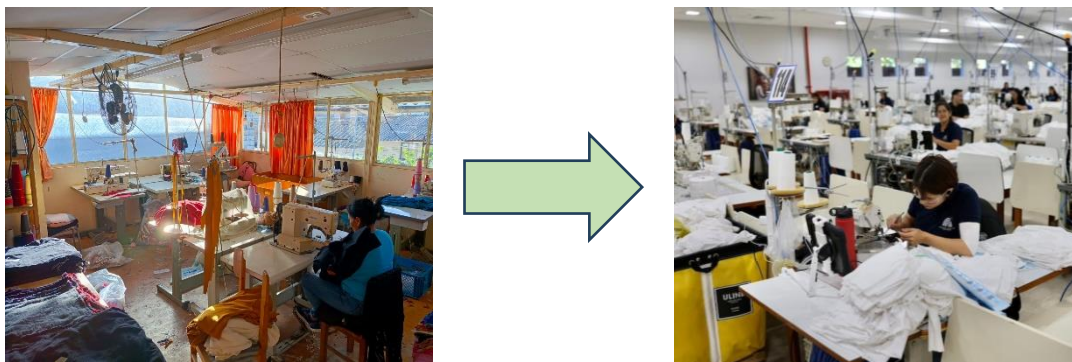


Se recomienda el preparar previamente el puesto de trabajo para la actividad que vaya a realizarse, tomando todos los materiales necesarios para su correcta ejecución, también es factible dejarlo preparando con anticipación, la intención es lograr que este lo menos cargado posible de objetos, para evitar incidentes, fallas o lesiones con ello también el que no se interrumpa abruptamente sus tareas.

4.10.2.3. Limpiar

Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado siempre es vital e importante en toda organización o empresa de ello depende el adecuado flujo de tareas y actividades.

Debido a que el área de confección no es tan grande, el espacio es ajustado, sin embargo, hay objetos grandes como cajones, plásticos llenos de material u otros objetos, sillas como apoyo para las piezas de los productos, restos de cadenas de los suéteres, cuellos y etiquetas tirados, partes de los cortes de las blusas, residuos de lana entre otros, por ende, la movilidad se reduce y también el ambiente laboral puede llegar a verse afectado.



Se sugiere establecer rutinas de limpieza diarias, en donde cada trabajador será responsable de mantener su área de trabajo limpio y ordenado. Es recomendable colocar contenedores de basura o fundas en cada puesto de trabajo, estos contenedores o fundas deberían ser ubicados donde el trabajador pueda arrojar fácilmente la basura o el residuo de materia prima para que no tenga que recorrer largas distancias. Cuando finalice la jornada laboral uno de los trabajadores se encargaría de recoger la basura de cada puesto y arrojarlo en el contenedor de basura, este responsable podría ser seleccionado una vez por semana.

4.10.2.4. Estandarizar

Por medio de la estandarización se espera establecer estándares para que el orden y limpieza que se establecieron en las anteriores fases, se mantenga en el tiempo.

Con la finalidad de que las mejoras propuestas mediante la aplicación de las 5's se mantengan a lo largo del tiempo en dado caso de que la empresa decidiera aplicarlas, se desarrollarían controles específicos. En base a las mejoras propuestas, a continuación, se presenta la hoja de verificación con la que se validaría el cumplimiento de las mejoras propuestas mediante la metodología de las 5'S para el proceso de elaboración de los productos de la empresa.

4.10.3. Checklist de verificación de cambios

Tabla 16

Checklist de seguimiento

		TEJIDOS <i>Nellytex</i> [®]			
Objetivo	Mantener las mejoras implantadas				
Fecha	dia/mes/año				
Producto	Blusa Ana				
Area	Confeccion				
Requisitos de la talla	M	L65±2 ; A52±2			
Subproceso	Actividad	Detalle	Cumple		Observacion
			Si	No	
	5's	Clasificar			
		Ordenar			
		Limpiar			
		Estandarizar			
	Compra cortadora de tela vma				
	Poka-yoke adhesivos				
	Controles en los procesos				

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

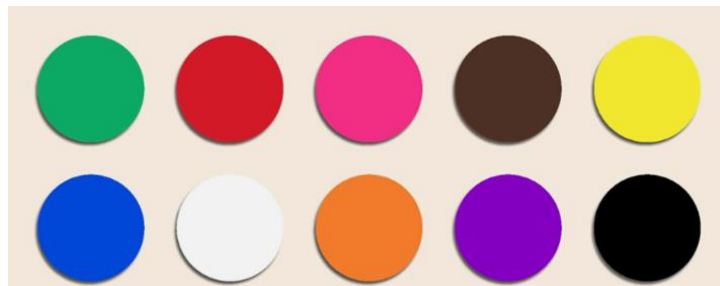
4.10.4. Compra de cortadora de tela VMA



Nota: Elaboración propia. Fuente: [49].

El proceso de Corte realizado de forma manual como el uso de una tijera por parte del trabajador por lo cual es natural que se genere variabilidad en las tallas de la blusa no sólo en el alto y ancho sino también en el cuello y las mangas de la sisa las blusas por ende la adquisición De una máquina cortadora que facilita el proceso de corte y lo hagan más preciso es reducirá la variabilidad en las tallas del proceso con ello se aumentará la calidad de los productos y la satisfacción de los clientes la adquisición de esta cortadora tiene un costo de 65\$ lo cual su inversión sería posible recuperarla en un solo lote de venta de blusas.

4.10.5. Agregación de adhesivos (Poka-Yoke)



Nota: Elaboración propia. Fuente: [50].

La colocación de adhesivos En las prendas a lo largo del proceso serán algo muy positivo en especial en el proceso de planchado ya que es el proceso previo al proceso de corte y en el planchado es donde se colocarían los adhesivos de color rojo en la parte del frente, para que cuando la tela resultante del primer planchado, sea llevado hacia la de confección al proceso de corte, con ello la persona encargada de ejecutar este proceso no confundirá las partes del frente con las partes de atrás de la blusa con ello se podría reducir las pérdidas de materia prima.

4.10.6. Mantenimiento productivo total

Otro aspecto importante a considerar es la maquinaria utilizada para la fabricación de las blusas, es necesario documentar las condiciones en las que estas máquinas se encuentren, para poder garantizar su correcto funcionamiento que, a su vez, garantizara la calidad del producto final, para ello se propone realizar un mantenimiento productivo total

La aplicación del TPM ayudará a optimizar la funcionalidad de las máquinas que están involucradas a lo largo del proceso de la producción de las blusas, los programas de mantenimiento preventivo disminuirán pérdidas de material de las blusas reduciendo así posibles pérdidas económicas que se podrían generar si es que las máquinas están funcionando mal.

El mantenimiento preventivo mensual de las máquinas es el más adecuado para poder Asegurarse de su buen funcionamiento y a su vez también lograr prolongar el tiempo de su vida útil.

Tabla 17

Cantidad de maquinas

Maquinas utilizadas	
Nombre	Cantidad
Enconadora	1
Rectilínea 0.8G	1
Rectilínea 0.12G	1
Tejedora manual	1
Remalladora	1
Overlock	1
Recta	1
Ojaladora	1
Botonera	1
Atracadora	1
Plancha a vapor	1
Compresor	1

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Tabla 18*Tipo de mantenimiento recomendado*

Tipo de mantenimiento		
Maquina	Mantenimiento	Tiempo
Enconadora	Preventivo	30 min
Rectilínea 0.8G	Preventivo	180 min
Rectilínea 0.12G	Preventivo	180 min
Tejedora manual	Preventivo	60 min
Remalladora	Preventivo	30 min
Overlock	Preventivo	20 min
Recta	Preventivo	30 min
Ojaladora	Preventivo	20 min
Botonera	Preventivo	20 min
Atracadora	Preventivo	20 min
Plancha a vapor	Preventivo	20 min
Compresor	Preventivo	10 min

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Tabla 19*Propuesta para el mantenimiento*

Mantenimiento				
Maquina	Frecuencia	Actividad	Responsable	Tiempo
Enconadora	Mensual	Revisión de lubricación	Operario de la maquina	30 min
Rectilínea 0.8G	Anual	Revisión de agujas y lubricación	Operario de la maquina	180 min
Rectilínea 0.12G	Anual	Revisión de agujas y lubricación	Operario de la maquina	180 min
Tejedora manual	Mensual	Revisión de lubricación y agujas	Operario de la maquina	60 min
Remalladora	Mensual	Pruebas de costura, revisión de agujas	Operario de la maquina	30 min
Overlock	Mensual	Pruebas de costura, ajuste de cuchillas	Operario de la maquina	20 min
Recta	Mensual	Pruebas de costura, lubricación	Operario de la maquina	30 min
Ojaladora	Mensual	Pruebas de ojal, lubricación	Operario de la maquina	20 min
Botonera	Mensual	Pruebas de cosido de botón, lubricación	Operario de la maquina	20 min
Atracadora	Mensual	Revisión de agujas y lubricación	Operario de la maquina	20 min
Plancha a vapor	Quincenal	Pruebas de vapor, verificación de fugas	Operario de la maquina	20 min
Compresor	Anual	Pruebas de presión, verificación de fugas	Operario de la maquina	10 min

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

El objetivo de implementar este mantenimiento preventivo es el de reducir o mitigar el detenimiento de las máquinas de manera inesperada mientras están realizando el tejido y demás actividades requeridas para la elaboración de las blusas, para ello será requerido hacer paradas programadas donde cada operador de su respectiva máquina será el responsable de verificar el estado actual de la máquina que utiliza, las actividades del mantenimiento preventivo mencionadas

en la tabla ayudarán a mantener todas las máquinas en un buen estado de funcionamiento, con esto se espera que con ello también se reduzca el tiempo de la inactividad, mejore la vida útil el funcionamiento del equipo asegurando así un proceso de producción más eficiente y fiable.

4.11. Controlar

En esta etapa se proponen herramientas de control las cuales tendrán el propósito de monitorear el resultado de las mejoras propuestas anteriormente, con ello se podrá detectar si existe problemas los cuales estén afectando al proceso de corte o cualquier otro proceso, con estas verificaciones se podrán realizar ajustes, si es que son necesarios para el proceso, esto para que se mantenga bajo control y sea eficiente.

Se propone el utilizar gráficas de control que monitoreen los procesos, con ellas se podrá dar seguimiento a las medidas de las blusas para las dos variables de longitud de alto y el busto, se recomienda hacer uso de las cartas de control de media y rango, para una fácil utilización de estas cartas de control se deberá utilizar el software Minitab ya que es un programa muy versátil y fácil de utilizar.

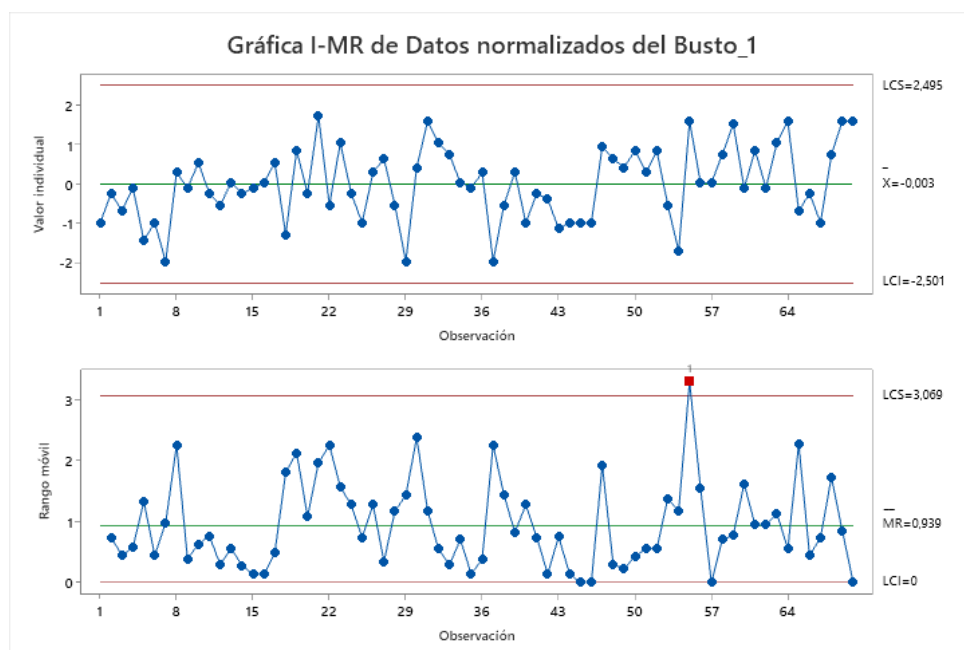
4.11.1. Estabilidad del proceso

Es importante saber la estabilidad de cualquier proceso ya que cuando este no es aceptable, comúnmente se dice que está fuera del control estadístico y es probable que exista algún motivo especial para esto, por ende, es necesario evaluar el grado de estabilidad que tiene el proceso de corte que anteriormente se expuso que es el que presenta más problemas, para ello se tomara en cuenta las dos características de calidad que menciona la normativa NTE INEN 257 para blusas de punto: el contorno del busto y la altura.

Tomando en consideración las observaciones obtenidas con el uso del muestreo aleatorio simple, anteriormente realizado, una vez ordenados, los resultados obtenidos de las gráficas de control son los siguientes:

Figura 23

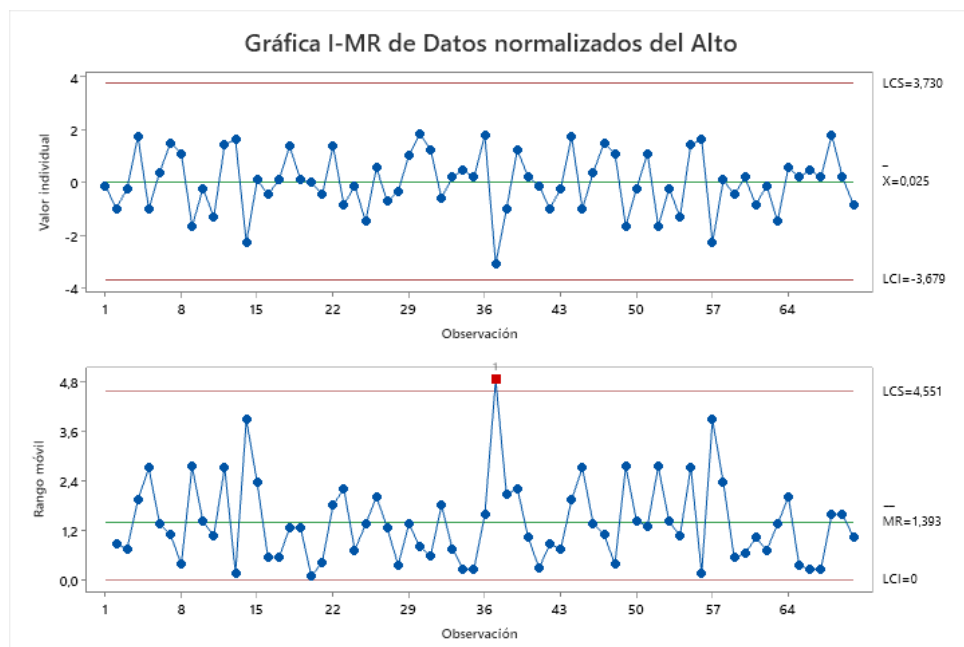
Gráfica de control para longitud del busto



Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Según lo observado de las gráficas de control en relación con la longitud del busto, se llega a la conclusión de que la estabilidad del proceso de corte aquí se encuentra estable, porque la línea de tendencia no está superando ni el límite superior ni el inferior.

Con lo que respecta al rango solo uno de los datos se sale de los límites superiores, la variabilidad de este dato haberse disperso debido a que el operador al realizar durante un largo tiempo el proceso de corte a mano pudo haber fallado en la presión de la tijera al momento de cortar la pieza hilvanada.

Figura 24*Grafica de control para la altura*

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

Con lo que muestran las gráficas de control con respecto a la altura, se puede afirmar que la estabilidad del proceso de corte en este apartado se encuentra estable, ya que la línea de tendencia no supera ni el límite superior ni el inferior.

Las muestras se encuentran bajo un muy buen control ya que no tienden a alejarse tanto de la media a excepción de uno de los datos del rango que muestra salirse de los límites este dato también es un caso especial su la variabilidad se dio por un desperfecto que tuvo la pieza hilvanada en este caso fue una falla en la parte donde van las medidas del corte, aun así, el proceso de corte con respecto a las medidas del alto de la blusa este se encuentra más controlado y estable que el del busto.

Lo recomendable es que la empresa acoja todas las mejoras sugeridas previamente al aplicarlas se podrá crear mejoras en las variaciones de las medidas de las tallas de las blusas.

4.11.2. Costo de la implementación de la propuesta

Tabla 20

Costo de la propuesta

Costo de la propuesta		
1	Adquisición de mueble	80
2	Adquisición de una cortadora de tela Vma	65
3	Adquisición de adhesivos	3
4	Mantenimiento de máquinas tejedoras	400
Total		\$ 548,00

Nota: Elaboración propia. Fuente: Nellytex.

El costo de la propuesta es relativamente pequeño, comparado a lo que la adquisición de estos equipos podría aportar a la empresa, los gastos más grandes vienen del mantenimiento de las máquinas tejedoras las cuales son complejas de manejar y de un tamaño considerable, por su complejidad a la hora del mantenimiento el coste es tan alto.

Se recomienda altamente adquirir estos equipos Especialmente la cortadora ya que ésta era herramienta es la que ayudará a que el proceso de corte sea más eficiente y reduzca toda la viabilidad que se genera por los cortes que actualmente son manuales la adquisición de estos equipos depende de la empresa más sin embargo se recomienda a adquirirlos.

4.12. Discusión de resultados

Por medio del diagnóstico inicial del estado de la empresa se establecieron diferentes criterios los cuales permitieron conocer a fondo la empresa, sus trabajadores, sus productos, sus proveedores, su clientela, su maquinaria y sus procesos, en estos últimos es donde se tuvo más énfasis para la ejecución del proyecto ya que el objetivo es mejorar los procesos de confección de la empresa.

Del primer análisis realizado en la etapa de Definir por medio del diagrama de Pareto se identificó que el producto estrella de la empresa es la Blusa Ana talla M con un volumen de ventas mensual del 52% adquiriendo una ganancia de aproximada de 1,727\$, seguido al analizar la voz del cliente se obtuvieron algunas CTQs (Críticas para la calidad) de las cuales destacaba la de variabilidad en el tamaño de la talla M, en base a lo recogido se creó la carta del proyecto definiendo el equipo de trabajo, los responsables del proyecto, el alcance y el objetivo a realizarse en la investigación.

En la etapa de medición se obtuvo el flujo de los procesos donde se puede visualizar y entender claramente como interactúa cada proceso con el siguiente u otro, seguido con el uso del diagrama SIPOC se identificaron algunos criterios e información extra necesaria para la recolección de 70 datos de la longitud tanto del alto como del busto, de los cuales primero se tomaron 20 datos para realizar un estudio R&R para evaluar el sistema de medición, obteniéndose como resultado de Gage R&R total = 24,53% de longitud de busto y de alto el 22,90% resultados de los cuales se puede concluir que el sistema de medición puede ser óptimo sin embargo necesita ser mejorado. Como siguiente paso se utilizó el muestreo aleatorio simple, con el cual se obtuvo las mediciones a ser utilizadas en los posteriores análisis.

Para la etapa de Analizar, se creó un estudio de normalidad de datos, dónde estos mismos resultaron no estar siguiendo una distribución normal con un p valor para el alto menor a 0,005 y

del busto de 0,045, por lo cual se procedió a transformarlos por el método de transformación de Johnson obteniéndose como resultados un p valor de 0,118 y 0,376 para el alto y busto respectivamente, con estos nuevos datos se comprobó la normalidad y se pudo proceder con el estudio de la capacidad del proceso, para ello se tomó las 70 mediciones del alto y busto transformadas anteriormente, obteniéndose así como resultados C_p de busto = 0,44 y C_p de alto = 0,46, con estos resultados se pudo concluir que el proceso de corte no es capaz de cumplir los requerimientos de calidad necesarios para el cliente.

Para la última fase de control, se tomó las 70 mediciones del alto y las 70 mediciones del busto, dividiéndolas en 14 grupos de muestras cada una con 5 observaciones, estos datos se utilizaron en los gráficos de control, tanto para la longitud de busto como de alto, en ambos casos los resultados fueron positivos ya que se encontraban bajo control estadístico, sin embargo a comparación de la estabilidad del proceso con respecto al alto, la estabilidad del proceso del busto se encuentra en menos control.

CONCLUSIONES

- Recopilar información de fuentes confiables crea una base sólida para comprender bien los principios y utilizar las herramientas con eficacia para impulsar los resultados deseados de los procesos. Con lo aprendido de las fuentes de información fueron obtenidos nuevos conocimientos que aportaron significativamente a la realización de los cálculos y las interpretaciones de resultados.
- La evaluación de la empresa permitió conocer las debilidades del proceso de corte y las dificultades de los trabajadores al realizar su trabajo mediante la metodología AMEF, la capacidad de este proceso obtuvo como resultados de $C_p = 0,46$, $C_p = 0,44$ exponiendo así que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones requeridas del alto y ancho de las blusas, su sistema de medición fue de 24,53% y 22,90% lo cual no es ideal, este estado del proceso reforzó la idea de dar soluciones a los problemas existentes.
- La propuesta de metodología DMAIC para la mejora de los procesos de confección de sacos de la empresa, redujo la variabilidad existente en las tallas M de sus blusas, ya que, implementar una herramienta especializada al corte, poka-yoke, filosofía 5's y graficas de control además de unos cuantos cambios dentro del flujo de procesos, es claramente posible generar mejoras en la calidad del sistema de producción.

RECOMENDACIONES

- Para poder mejorar la autenticidad de la información, las fuentes recomendadas en las que centrarse incluyen, entre otras, libros y artículos académicos. Los recursos deben provenir de instituciones acreditadas en el campo de Lean Six Sigma, una de las cuales es Lean Six Sigma Company. Además, es importante que la empresa contrate servicios de un profesional con certificación mínimo green belt.
- El análisis debe realizarse con la plena participación de todas las partes interesadas dentro de la organización, desde los trabajadores hasta los propietarios. La recopilación de datos con precisión y una observación atenta de los procesos conducirán a un establecimiento preciso de los problemas. Asegúrese de no perder ningún área crítica durante la evaluación. Es necesario que la recolección de datos se mantenga para que puedan estar siempre analizándolos y sabiendo el estado de sus procesos.
- Se recomienda comenzar por una clara definición de los objetivos específicos del proyecto, identificando áreas críticas que necesitan mejoras. La recolección de datos precisa y relevante es esencial en la fase de Medir, utilizando herramientas adecuadas para analizar el rendimiento actual de los procesos de confección de sacos. La fase de Análisis debe centrarse en comprender las causas raíz de los problemas identificados, para luego desarrollar estrategias de mejora efectivas, además de ello se recomienda estandarizar los tiempos de producción para mantener la variabilidad en control

BIBLIOGRAFÍA

- [1] K. Salas, C. Madriz, O. Sánchez, M. Sánchez y J. Hernández, «Factores que influyen en errores humanos en procesos de manufactura moderna,» 21 junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-22.pdf>.
- [2] J. d. Amaral, «Los 8 desperdicios más comunes en empresas: Aprenda cómo identificar y evitarlos,» 28 junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.agpr5.com/los-8-desperdicios-mas-comunes-en-empresas-aprenda-como-identificar-y-evitarlos-parte-1/>. [Último acceso: 18 julio 2023].
- [3] M. Baque, J. Chele, B. Cedeño y V. Gaona, «Fracaso de las pymes: Factores desencadenantes, Ecuador 2020,» 25 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/293/517>. [Último acceso: 31 octubre 2023].
- [4] I. Orellana, L. Pinos, L. Tonon, M. Reyes y E. Cevallos, «Análisis de cierre empresarial en el sector manufacturero de Ecuador periodo 1901 a 2018,» 1 diciembre 2021. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-42062020000100045. [Último acceso: 31 octubre 2023].
- [5] N. Doukh, I. Yépez y E. Flores, «Competitividad de la micro y pequeña empresa de confección textil de la provincia de Imbabura,» 30 marzo 2022. [En línea]. Available: https://ojs.estudiantesucre.edu.ec/index.php/memorias_sucre_review/article/view/66. [Último acceso: 31 octubre 2023].
- [6] E. Ulloa, «El crecimiento de la industria textil en Atuntaqui en el periodo 2005-2010: el papel del Gobierno de Antonio Ante,» junio 2016. [En línea]. Available:

- [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12357/Disertaci%
c3%ada_Ulloa_PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12357/Disertaci%c3%b3n_Estefan%c3%ada_Ulloa_PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 4 septiembre 2023].
- [7] V. Dávila, «Ley del sistema ecuatoriano de la calidad,» 29 diciembre 2010. [En línea]. Available: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu76732.pdf>. [Último acceso: 18 agosto 2023].
- [8] S. Laoyan, «Six Sigma: todo lo que necesitas saber sobre esta metodología de mejora de procesos,» 2 noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://asana.com/es/resources/six-sigma>. [Último acceso: 18 diciembre 2023].
- [9] J. Malpartida, D. Olmos, S. Quiñones, M. Ledesma, G. Garcia y J. Diaz, «Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil [Versión PDF],» 25 julio 2021. [En línea]. Available: <https://journalalphacentauri.com/index.php/revista/article/view/45#:~:text=Entre%20sus%20principales%20conclusiones%20se,aumentar%20la%20calidad%20del%20producto..> [Último acceso: 2 septiembre 2023].
- [10] K. Vera, «METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS,» 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8477/1/04%20IND%20132%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.
- [11] K. Taimal, «PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ROPA DEPORTIVA,» 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10496/2/04%20IND%20257%20TRABAJO%20GRADO.pdf>.

- [12] H. Wiesenfelder, «Historia de Lean Six Sigma,» 1 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.cuidatudinero.com/13125596/historia-de-lean-six-sigma>.
- [13] L. Socconini, Lean Manufacturing: paso a paso, València: Marge Books, 2019.
- [14] E. Escobedo y L. Socconini, Lean Six Sigma Green Belt: Paso a Paso, València: Marge Books, 2021.
- [15] K. Eby, «Todo lo que necesita saber sobre Lean Six Sigma,» 16 junio 2017. [En línea]. Available: <https://es.smartsheet.com/all-about-lean-six-sigma>. [Último acceso: 6 enero 2024].
- [16] L. Socconini, Lean Six Sigma Green Belt. Manual de certificación, València: Marge Books, 2020.
- [17] A. Reyna, «Mejorando la Eficiencia Operativa con Lean Six Sigma: Una Guía Práctica para Empresarios,» 16 octubre 2023. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/mejorando-la-eficiencia-operativa-con-lean-six-sigma-una-andy-reyna/?originalSubdomain=es>. [Último acceso: 18 diciembre 2023].
- [18] Sydle, «Seis Sigma: ¿cómo funciona?,» 5 febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.sydle.com/es/blog/seis-sigma-62bf36de35e2a6758ff946ab/>.
- [19] J. Contreras, «Variabilidad de procesos: dónde la encontramos y cómo reducirla,» [En línea]. Available: <https://www.atlasconsultora.com/como-controlar-la-variabilidad/>. [Último acceso: 7 noviembre 2023].
- [20] A. Bustos y M. Quireza, «¿Qué es la variabilidad?,» 11 octubre 2021. [En línea]. Available: <https://besserlean.mx/que-es-la-variabilidad/>. [Último acceso: 7 noviembre 2023].

- [21] R. León y O. Ferreiro, «Variabilidad de los procesos: Siempre un enemigo de la búsqueda de excelencia,» 14 marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/variabilidad-de-los-procesos/>. [Último acceso: 7 noviembre 2023].
- [22] C. Perez, «La variabilidad en los procesos productivos,» 25 noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/la-variabilidad-en-los-procesos-productivos-cesar-perez/?originalSubdomain=es>. [Último acceso: 7 noviembre 2023].
- [23] J. Ortiz, J. Salas, L. Huayanay, R. Manrique y E. Sobrado, «Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antinflama de Lima - Perú,» 31 julio 2022. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000100103&lang=es.
- [24] J. Juárez, «Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de un proceso productivo en una empresa del ramo logístico,» noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/16060/Tesis%20-%20Javier%20Juarez.pdf?sequence=1>.
- [25] M. Añaguari, «Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma [Versión PDF],» septiembre 2016. [En línea]. Available: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72921/TFM%20Integraci%C3%B3n%20Lean%20Seis%20Sigma_%20Miluska%20A%C3%B1aguari.pdf?sequence=3.
- [26] I. d. Souza, «Descubre qué es el diagrama de Pareto y sus múltiples utilidades,» 20 julio 2019. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de->

- [33] DGESTION, «¿En qué consiste la metodología DMAIC?,» 9 mayo 2018. [En línea]. Available: <https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/>.
- [34] J. Domenech, «Diagrama de Correlación,» 2017. [En línea]. Available: https://www.google.com/search?q=diagrama+de+coorrelacxion&hl=es&sxsrf=AJOqlzVE8RtQNBILJm49xY-ITEnXEqQdzg%3A1673359981989&ei=bXK9Y_z3O5GZwbkP1OS4gAk&ved=0ahUKEwi84rral738AhWRTDABHVQyDpAQ4dUDCA8&uact=5&oq=diagrama+de+coorrelacxion&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnA.
- [35] Edraw, «Método 6M para el Análisis de Causa y Efecto,» 23 junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.edrawsoft.com/es/6m-method.html>.
- [36] Progressa Lean, «Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa),» 16 septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>.
- [37] L. Benites, «Análisis de la capacidad del proceso,» 23 enero 2022. [En línea]. Available: <https://statologos.com/analisis-de-la-capacidad-del-proceso/>.
- [38] H. Gutiérrez, «Control y seis sigma,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>.
- [39] B. Salazar, «Capacidad de procesos,» 29 octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/capacidad-de-procesos/>.

- [40] D. Betancourt, «Cómo hacer un Análisis del Modo y Efecto de Fallas AMEF,» 27 julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/analisis-modo-efecto-fallas-amef/>. [Último acceso: 23 julio 2024].
- [41] Envira, «¿Qué es la metodología de las 5S?,» 15 enero 2024. [En línea]. Available: <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>. [Último acceso: 6 mayo 2024].
- [42] Unifikas, «¿Qué es un Checklist y cómo se utiliza?,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.unifikas.com/es/noticias/que-es-un-checklist-y-como-se-utiliza>.
- [43] J. González, «Qué es el método poka-yoke y cómo emplearlo,» 16 noviembre 2023. [En línea]. Available: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-poka-yoke>. [Último acceso: 23 julio 2024].
- [44] G. Barrios, «El TPM (Mantenimiento Productivo Total) y CATIA V5,» 18 julio 2022. [En línea]. Available: <https://mastercad.com.mx/blog/f/el-tpm-mantenimiento-productivo-total-y-catia-v5?blogcategory=Catia+V5>. [Último acceso: 23 julio 2024].
- [45] M. Aguirre, «Método DMAIC: mejora tu productividad en 5 etapas,» 6 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/dmaic>.
- [46] Google Maps, «Localización NellyTex,» 15 noviembre 2023. [En línea]. Available: <https://maps.app.goo.gl/x66itndcJc4aKQp19>.
- [47] A. Muguira, «¿Qué es la escala de Likert y cómo utilizarla?,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>.

- [48] Normativa Técnica Ecuatoriana, «NTE INEN 257: Designación de tallas para prendas de vestir. Ropa exterior para mujeres y niñas,» 2015. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/11509063-Nte-inen-257-segunda-revision-2015-xx.html>.
- [49] Mercado libre, «Cortadora VMA circular,» 2017. [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-532064512-cortadora-de-tela-vma-_JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=34404afa-c0fb-462d-88ab-f31da94ecb75.
- [50] ebay, [En línea]. Available: https://www.ebay.com/itm/145242498925?chn=ps&_trkparms=ispr%3D1&amdata=enc%3A1u7htQgDSQ2eVoCrgln6hhQ40&norover=1&mkevt=1&mkrid=711-167022-078873-5&mkcid=2&itemid=145242498925&targetid=297512520417&device=c&mktype=pla&googleloc=9069557&poi=&campaignid=2079.
- [51] M. Gerges, «Lean Six Sigma, una metodología aplicada a procesos reales,» 30 abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.izertis.com/es/-/blog/lean-six-sigma-una-metodologia-aplicada-a-procesos-reales>.
- [52] G. Westreicher, «Histograma,» 29 julio 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/histograma.html>.
- [53] R. Stack, «Tipos de gráficos para comparar las tendencias con el tiempo,» 27 octubre 2022. [En línea]. Available: <https://support.zendesk.com/hc/es/articles/4408838807194-Tipos-de-gr%C3%A1ficos-para-comparar-las-tendencias-con-el-tiempo>.
- [54] IBM, «Análisis de fiabilidad,» 22 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/25.0.0?topic=features-reliability-analysis>.

- [55] J. Villanueva, «Contraste de Hipótesis 1 – ¿cómo no aceptar lo falso?,» 10 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.iartificial.net/contraste-de-hipotesis-1-como-no-aceptar-lo-falso/>.
- [56] Johan, «Gráficos de Control de Calidad,» 5 junio 2019. [En línea]. Available: <http://www.consultoriaprosos.com/graficos-de-control-de-calidad/>.
- [57] L. Socconini y C. Reato, LEAN SIX SIGMA Sistema de gestión para liderar empresas, València: Marge Books, 2019.
- [58] J. Jiménez y V. G. Soler, «Guía metodológica de la gestión de desperdicios en una pyme,» 22 diciembre 2017. [En línea]. Available: https://3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_7.pdf. [Último acceso: 6 noviembre 2023].
- [59] Suhely, «Los 8 Desperdicios en las Empresas,» 24 junio 2021. [En línea]. Available: <https://academy.dpsys.com.mx/los-8-desperdicios-en-las-empresas/>. [Último acceso: 6 noviembre 2023].
- [60] The Lean Six Sigma Company España y América Latina, «Organización Six Sigma: ¿Qué es un Yellow Belt?,» 8 agosto 2022. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/organizaci%C3%B3n-six-sigma-qu%C3%A9-es-un-yellow-/?originalSubdomain=es>. [Último acceso: 9 noviembre 2023].
- [61] A. Fontoura, «¿Qué es el White Belt? ¿Cuáles son los beneficios y por qué certificarse?,» 28 diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.fm2s.com.es/el-white-belt/#:~:text=El%20nivel%20de%20White%20Belt,la%20empresa%20y%20el%20empleaado..> [Último acceso: 9 noviembre 2023].

- [62] A. Nuñez, «Herramientas de manufactura esbelta para disminuir desperdicios en la empresa Papelmar,» mayo 2023. [En línea]. Available: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/4176/1/79335.pdf>. [Último acceso: 18 diciembre 2023].
- [63] John Muñoz, César Zapata y Pedro Medina, «Lean Manufacturing modelos y herramientas,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>. [Último acceso: 6 enero 2024].
- [64] I. Corredor, «Sin identificación de los 7 desperdicios no hay lean,» Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/7710/1/Tesis.pdf>. [Último acceso: 4 noviembre 2023].
- [65] I. Andreu, «Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?,» 22 febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>.
- [66] J. Vásquez, «Lean – Six-Sigma. Estructura de la organización (Continuación...),» 26 julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/lean-six-sigma-estructura-de-la-organizaci%C3%B3n-jorge-i-v%C3%A1squez-burgos/?originalSubdomain=es>.
- [67] L. Socconini, Lean Six Sigma Yellow Belt. Manual de certificación, Marge Books, 2019.
- [68] L. Socconini, Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios, Marge Books, 2015.
- [69] L. Socconini, Lean Six Sigma Black Belt. Manual de certificación, Marge Books, 2021.
- [70] L. Socconini, Lean Company: más allá de la manufactura, Marge Books, 2019.

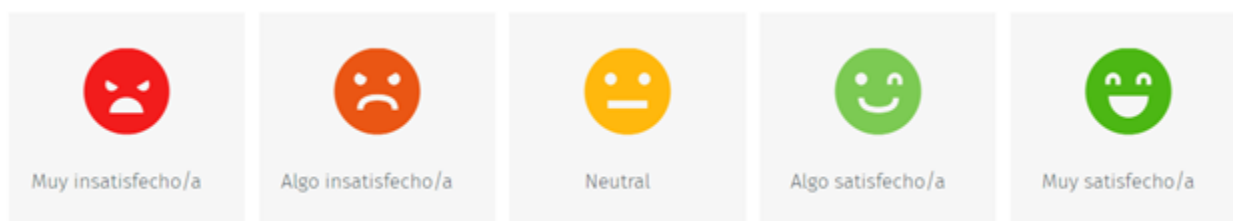
- [71] S. Chain, «Lean manufacturing y la herramienta de las 5S,» 2021. [En línea]. Available: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/lean-manufacturing-y-la-herramienta-de-las-5s/>.

ANEXOS






Anexo 1. Datos de Pareto del producto estrella

Ingreso mensual					Precio de venta		
Cantidad	Productos	Frecuencia	% acumulado		Lote blusas	\$	5,50
314	Blusa Ana	\$ 1.727,00	52%	1727	Blusas ferias	\$	6,50
140	Buso jersey	\$ 770,00	75%	2497	Lote unifors	\$	8,00
72	Jersey abierto	\$ 396,00	87%	2893	Costo elab	\$	4,25
55	Sueter manga larga	\$ 302,50	96%	3195,5			
24	Sueter infantil	\$ 132,00	100%	3327,5			
0	Sueter escolar	\$ -	100%	3327,5			
605		\$ 3.327,50					
Ingreso mensual tallas blusa ana							
cantidad	Talla	Frecuencia	% acumulado				
110	M	\$ 605,00	35%	605			
78	L	\$ 429,00	60%	1034			
72	S	\$ 396,00	83%	1430			
54	XL	\$ 297,00	100%	1727			
314		\$ 1.727,00					
Ingreso anual tallas blusa ana							
Talla	Frecuencia	% acumulado					
M	\$ 7.260,00	35%	7260				
L	\$ 5.148,00	60%	12408				
S	\$ 4.752,00	83%	17160				
XL	\$ 3.564,00	100%	20724				
	\$ 20.724,00						






Anexo 2. Encuesta escala de Likert








1. ¿Está usted satisfecho con la variabilidad de medidas en la talla M de las blusas?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	4	50%					
 Algo insatisfecho/a	3	37.5%					
 Neutral	1	12.5%					
 Algo satisfecho/a	0	0%					
 Muy satisfecho/a	0	0%					
Total	8	100 %					






2. ¿Le satisface la forma del cuello de la blusa?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	0	0%					
 Algo insatisfecho/a	0	0%					
 Neutral	1	12.5%					
 Algo satisfecho/a	1	12.5%					
 Muy satisfecho/a	6	75%					
Total	8	100 %					






3. ¿Considera adecuado el tamaño del cuello?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	0	0%					
 Algo insatisfecho/a	1	12.5%					
 Neutral	0	0%					
 Algo satisfecho/a	1	12.5%					
 Muy satisfecho/a	6	75%					
Total	8	100 %					






4. ¿Considera que el tamaño de las mangas es el adecuado?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	0	0%					
 Algo insatisfecho/a	0	0%					
 Neutral	0	0%					
 Algo satisfecho/a	1	12.5%					
 Muy satisfecho/a	7	87.5%					
Total	8	100 %					









5. ¿Es de su agrado el diseño de trenzado de la blusa?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	1	12.5%					
 Algo insatisfecho/a	1	12.5%					
 Neutral	1	12.5%					
 Algo satisfecho/a	2	25%					
 Muy satisfecho/a	3	37.5%					
Total	8	100 %					









6. ¿Considera que los filos abiertos de la blusa son adecuados para su uso?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	1	12.5%					
 Algo insatisfecho/a	0	0%					
 Neutral	1	12.5%					
 Algo satisfecho/a	2	25%					
 Muy satisfecho/a	4	50%					
Total	8	100 %					

7. ¿Considera que el estiramiento del material es adecuado?

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	0	0%					
 Algo insatisfecho/a	0	0%					
 Neutral	3	37.5%					
 Algo satisfecho/a	1	12.5%					
 Muy satisfecho/a	4	50%					
Total	8	100 %					

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

Respuesta	Recuento	Porcentaje	20%	40%	60%	80%	100%
 Muy insatisfecho/a	0	0%					
 Algo insatisfecho/a	0	0%					
 Neutral	3	37.5%					
 Algo satisfecho/a	1	12.5%					
 Muy satisfecho/a	4	50%					
Total	8	100 %					

Anexo 3. Materia prima adquirida

**DAVILA PINEDA RUTH CECILIA**

Nombre Comercial : DISTRIBUIDORA KD
 Dir Matriz . GONZALEZ SUAREZ Y BOLIVAR
 Teléfono: 062910178 - 0998243729
 Contribuyente Especial : NO
 Obligado a llevar Contabilidad: SI
 email: minishavenus_2@hotmail.com

R.U.C. : 1000971232001

FACTURA .: 002-100-000005363

NRO. AUTORIZACION:

1010202301100097123200120021000000053630000536311

FECHA Y HORA

AUTORIZACION

AMBIENTE :

PRODUCCION

EMISION

NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1010202301100097123200120021000000053630000536311

Razon Social / Nombres y Apellidos: MAURICIO MANZANO

Identificación: 1802422582001

Fecha Emisión : 10/10/2023

Principal	Cod Auxiliar	Cantidad	Peso	Descripción	Descuento	Precio Unitario	Precio Total
54278		4.000	4.305	TEXSA CARAMELO 4278 KILOS		9.10	39.17
5665		4.000	4.160	TEXSA HABANO 4057 KILOS		9.10	37.85
5700		4.000	4.285	TEXSA TURQUEZA CLARO 251		9.10	38.99
5041		4.000	4.235	TEXSA BLANCO 41 KILOS		9.10	38.53
202509		4.000	4.265	TEXSA FRUTILLA 4167 UNIDAD		9.10	38.81
6551		4.000	4.265	TEXSA PALO DE ROSA BJ 4873 KILOS		9.10	38.81
082		4.000	4.335	TEXSA MOSTAZA 1013 KILOS		9.10	39.44
6400000210		4.000	4.265	TEXSA MELON ESPECIAL 4875 KILOS		9.10	38.81
00017		4.000	4.255	TEXSA ROSA 17 KILOS		9.10	38.72
11457		4.000	4.250	TEXSA CELESTE 1 UNIDAD		9.10	38.67
004027		4.000	4.265	TEXSA MENTA 4027 KILOS		9.10	38.81
409		4.000	4.370	TEXSA RUBY 1461 KILOS		9.10	39.76
52289		4.000	4.300	TEXSA MANTECA 2289 KILOS		9.10	39.13
0309		4.000	4.215	TEXSA DESCRUDE 180 KILOS		9.10	38.35
0004960		4.000	4.300	TEXSA LILA 4960 KILOS		9.10	39.13
202507		4.000	4.360	TEXSA JADE 3855 UNIDAD		9.10	39.67
341		4.000	4.260	TEXSA BEIGE 158 KILOS		9.10	38.76
5080		4.000	4.265	TEXSA NEGRO 80 KILOS		9.10	38.81

INFORMACION ADICIONAL

DIRECCION : MALDONADO 12-30 Y RIO AMAZONAS

TELEFONO : 2908274

EMAIL : distribuidorakd.fe@gmail.com

FORMA DE PAGO

CR60 CREDITO VENTAS 60 OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 784.33 60 Dias

SUBTOTAL	700.29
DESCUENTO	0.00
Tarifa 0%	0.00
Tarifa 12%	700.29
IVA 12%	84.03
TOTAL	784.33



DAVILA PINEDA RUTH CECILIA
 Nombre Comercial : DISTRIBUIDORA KD
 Dir Matriz : GONZALEZ SUAREZ Y BOLIVAR
 Teléfono: 062910178 - 0998243729
 Contribuyente Especial : NO
 Obligado a llevar Contabilidad: SI
 email: minishavenus_2@hotmail.com

R.U.C. : 1000971232001
FACTURA .: 002-100-000007142

NRO. AUTORIZACION:
 0301202401100097123200120021000000071420000714218

FECHA Y HORA 2024-01-03 16:37:29

AUTORIZACION PRODUCCION

AMBIENTE : NORMAL

EMISION

CLAVE DE ACCESO



0301202401100097123200120021000000071420000714218

Razon Social / Nombres y Apellidos: MAURICIO MANZANO

Identificación: 1802422582001

Fecha Emisión : 03/01/2024

Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Peso	Descripción	Descuento	Precio Unitario	Precio Total
9592		9.000	8.820	HILACRIL NORMAL NEGRO KILOS		9.00	79.38
202507		5.000	5.330	TEXSA JADE 3855 UNIDAD		9.10	48.50
202509		5.000	5.290	TEXSA FRUTILLA 4167 UNIDAD		9.10	48.13
590		5.000	5.270	VARIOS TEXSA KILOS		9.10	47.95
51617		5.000	5.290	TEXSA AZULINO 1617 KILOS		9.10	48.13
0000000161		5.000	5.360	TEXSA BLUSH OSC 4866 KILOS		9.10	48.77
00003841		5.000	5.245	TEXSA LILA 3841 KILOS		9.10	47.72
5080		5.000	5.235	TEXSA NEGRO 80 KILOS		9.10	47.63
590		5.000	5.360	VARIOS TEXSA KILOS		9.10	48.77
0309		5.000	5.235	TEXSA DESCRUDE 180 KILOS		9.10	47.63
2222		5.000	5.355	TEXSA JASP 11 2/31 DESCRUDE		9.70	51.94

INFORMACION ADICIONAL

DIRECCION : MALDONADO 12-30 Y RIO AMAZONAS

TELEFONO : 2908274

EMAIL : distribuidorakd.fe@gmail.com

FORMA DE PAGO

CR60 CREDITO VENTAS 60 OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 632.37 60 Dias

SUBTOTAL	564.62
DESCUENTO	0.00
Tarifa 0%	0.00
Tarifa 12%	564.62
IVA 12%	67.75
TOTAL	632.37

**DAVILA PINEDA RUTH CECILIA**

Nombre Comercial : DISTRIBUIDORA KD
 Dir Matriz : GONZALEZ SUAREZ Y BOLIVAR
 Teléfono: 062910178 - 0998243729
 Contribuyente Especial : NO
 Obligado a llevar Contabilidad: SI
 email: minishavenus_2@hotmail.com

R.U.C. : 1000971232001

FACTURA. : 002-100-000007343

NRO. AUTORIZACION:

1001202401100097123200120021000000073430000734319

FECHA Y HORA 2024-01-10 17:40:03

AUTORIZACION AMBIENTE : PRODUCCION

EMISION NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1001202401100097123200120021000000073430000734319

Razon Social / Nombres y Apellidos: MAURICIO MANZANO

Identificación: 1802422582001

Fecha Emisión : 10/01/2024

Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Peso	Descripción	Descuento	Precio Unitario	Precio Total
590		6.000	6.370	VARIOS TEXSA KILOS		9.00	57.33
51617		3.000	3.160	TEXSA AZULINO 1617 KILOS		9.00	28.44
000000161		3.000	3.230	TEXSA BLUSH OSC 4866 KILOS		9.00	29.07
5080		4.000	4.210	TEXSA NEGRO 80 KILOS		9.00	37.89
5041		4.000	4.195	TEXSA BLANCO 41 KILOS		9.00	37.75
0309		4.000	4.255	TEXSA DESCRUDE 180 KILOS		9.00	38.29
004027		3.000	3.170	TEXSA MENTA 4027 KILOS		9.00	28.53
52289		3.000	3.220	TEXSA MANTECA 2289 KILOS		9.00	28.98
202509		3.000	3.190	TEXSA FRUTILLA 4167 UNIDAD		9.00	28.71
640000210		3.000	3.175	TEXSA MELON ESPECIAL 4875 KILOS		9.00	28.57
0841200199		3.000	3.310	MELANGE 004 KILOS		9.70	32.10
330		3.000	3.125	MELANGE 02 KILOS		9.70	30.31
11359		3.000	3.210	ESCOCES COLOR 039 UNIDAD		10.25	32.90

INFORMACION ADICIONAL

DIRECCION : MALDONADO 12-30 Y RIO AMAZONAS

TELEFONO : 2908274

EMAIL : distribuidorakd.fe@gmail.com

FORMA DE PAGO

CR30 CREDITO VENTAS 30 OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO 491.56 30 Días

SUBTOTAL	438.89
DESCUENTO	0.00
Tarifa 0%	0.00
Tarifa 12%	438.89
IVA 12%	52.66
TOTAL	491.56

675.39

**DAVILA PINEDA RUTH CECILIA**

Nombre Comercial : DISTRIBUIDORA KD

Dir Matriz . GONZALEZ SUAREZ Y BOLIVAR

Teléfono: 062910178 - 0998243729

Contribuyente Especial : NO

Obligado a llevar Contabilidad: SI

email: minishavenus_2@hotmail.com

R.U.C. : 1000971232001**FACTURA .: 002-100-000007344**

NRO. AUTORIZACION:

1001202401100097123200120021000000073440000734411

FECHA Y HORA

AUTORIZACION

AMBIENTE :

PRODUCCION

EMISIÓN

NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1001202401100097123200120021000000073440000734411

Razon Social / Nombres y Apellidos: MAURICIO MANZANO

Identificación: 1802422582001

Fecha Emisión : 10/01/2024

Principal	Cod. Auxiliar	Cantidad	Peso	Descripción	Descuento	Precio Unitario	Precio Total
0018		3.000	3.225	ESCOSES 48 KILOS		10.25	33.05
00008106		3.000	3.220	ESCOCES 043 KILOS		10.25	33.00
11363		3.000	3.345	ESCOCES COLOR 016 UNIDAD		10.25	34.28
000062		3.000	3.340	ESCOSES 62 KILOS		10.25	34.23
592		3.000	3.230	VARIOS ZAFIRO KILOS		9.15	29.55

INFORMACION ADICIONAL

DIRECCION : MALDONADO 12-30 Y RIO AMAZONAS

TELEFONO : 2908274

EMAIL : distribuidorakd.fe@gmail.com

FORMA DE PAGO

CR60 CREDITO VENTAS 60

OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO

183.83 60 Días

SUBTOTAL	164.13
DESCUENTO	0.00
Tarifa 0%	0.00
Tarifa 12%	164.13
IVA 12%	19.69
TOTAL	183.83

Anexo 4. Cálculos del rendimiento de la materia prima

Lote de 220					
Talla	Cantidad	N° Blusas	N° Conos	Kg Conos	
M	80	4	20,0	20,8	
L	80	3	26,7	27,7	
S	60	5	12,0	12,5	
	220		58,7	61,0	
			0,33	0,35	
Lote de 167					
Talla	Cantidad	N° Blusas	N° Conos	Kg Conos	
M	89	4	22,3	23,1	
L	78	3	26,0	27,0	
Se hicieron 20 mas	L	20	6,7	6,9	
	187		54,9	57,1	
			5,08	5,29	
Lote de 230					
Talla	Cantidad	N° Blusas	N° Conos	Kg Conos	
M	60	4	15,0	15,6	
L	60	3	20,0	20,8	
XL	70	2	35,0	36,4	
	190		70,0	72,8	
			2,0	2,08	

Anexo 5. Costo de elaboración de blusas Ana

Costo elab blusa A (l,m,s,xl)	
Hilvanado	\$0,06
Planchado	\$0,05
Cortado	\$0,08
Cocido	\$0,08
Remallado	\$0,48
Rematado	\$0,20
Planchado	\$0,05
Etiquetas	\$0,05
Tejedor	\$1,00
Valor de lana	\$2,20
TOTAL	\$4,25

Anexo 6. Cálculo de variabilidad en tallas

Variabilidad de tallas				
Designacion	Promedio	Varianza	Desviacion estandar	Nivel de confianza de 95%
Contorno de busto	49,65	1,50	1,23	50,4 ; 48,9
Altura	64,07	2,33	1,53	65 ; 63,1
	Largo	Ancho		
	65	49		
	65	50		
	65	50,5		
	65,5	49		
	64,5	49,5	(+)	(-)
	65	51	50,4	48,9
	64,7	50,5	65,0	63,1
	61	47		
	62	49		
	63	51		

$$\bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Anexo 7. Orden de corrida para estudio R&R

Medidas del busto				Medidas del alto			
OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medidas busto	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Medidas alto
1	6	Trabajador 1	49,5	1	9	Trabajador 1	62,9
2	9	Trabajador 1	50	2	5	Trabajador 1	62,2
3	1	Trabajador 1	49,4	3	6	Trabajador 1	62,8
4	8	Trabajador 1	49,3	4	2	Trabajador 1	65,3
5	4	Trabajador 1	49,4	5	8	Trabajador 1	62,2
6	7	Trabajador 1	48,7	6	7	Trabajador 1	63,4
7	2	Trabajador 1	50,3	7	1	Trabajador 1	64,9
8	10	Trabajador 1	49,7	8	3	Trabajador 1	64,3
9	5	Trabajador 1	48,4	9	4	Trabajador 1	61,8
10	3	Trabajador 1	51,2	10	10	Trabajador 1	62,8
11	4	Trabajador 2	49,5	11	5	Trabajador 2	62
12	5	Trabajador 2	48,6	12	3	Trabajador 2	64,8
13	2	Trabajador 2	50,5	13	2	Trabajador 2	65,1
14	7	Trabajador 2	48,9	14	4	Trabajador 2	61,5
15	3	Trabajador 2	51,4	15	9	Trabajador 2	63,1
16	9	Trabajador 2	49,9	16	8	Trabajador 2	62,6
17	6	Trabajador 2	49,8	17	7	Trabajador 2	63,1
18	1	Trabajador 2	49,5	18	1	Trabajador 2	64,7
19	8	Trabajador 2	49,2	19	6	Trabajador 2	63,1
20	10	Trabajador 2	49,8	20	10	Trabajador 2	63
21	8	Trabajador 1	49,5	21	6	Trabajador 1	62,6
22	5	Trabajador 1	48,6	22	1	Trabajador 1	64,7
23	4	Trabajador 1	49,6	23	5	Trabajador 1	62,3
24	1	Trabajador 1	49,1	24	10	Trabajador 1	62,9
25	9	Trabajador 1	50,1	25	4	Trabajador 1	61,9
26	7	Trabajador 1	48,9	26	7	Trabajador 1	63,6
27	10	Trabajador 1	49,4	27	8	Trabajador 1	62,4
28	3	Trabajador 1	51,5	28	9	Trabajador 1	62,7
29	6	Trabajador 1	49,8	29	3	Trabajador 1	64,2
30	2	Trabajador 1	50,5	30	2	Trabajador 1	65,5
31	10	Trabajador 2	49,5	31	1	Trabajador 2	64,5
32	1	Trabajador 2	49,8	32	8	Trabajador 2	62,5
33	4	Trabajador 2	49,8	33	10	Trabajador 2	63,2
34	9	Trabajador 2	50,1	34	9	Trabajador 2	63,5
35	5	Trabajador 2	49	35	7	Trabajador 2	63,2
36	6	Trabajador 2	49,5	36	2	Trabajador 2	65,4
37	3	Trabajador 2	51,1	37	4	Trabajador 2	61,2
38	2	Trabajador 2	50,8	38	5	Trabajador 2	62,2
39	8	Trabajador 2	49	39	3	Trabajador 2	64,5
40	7	Trabajador 2	48,6	40	6	Trabajador 2	63,2

Anexo 8. Muestreo aleatorio simple datos en Excel

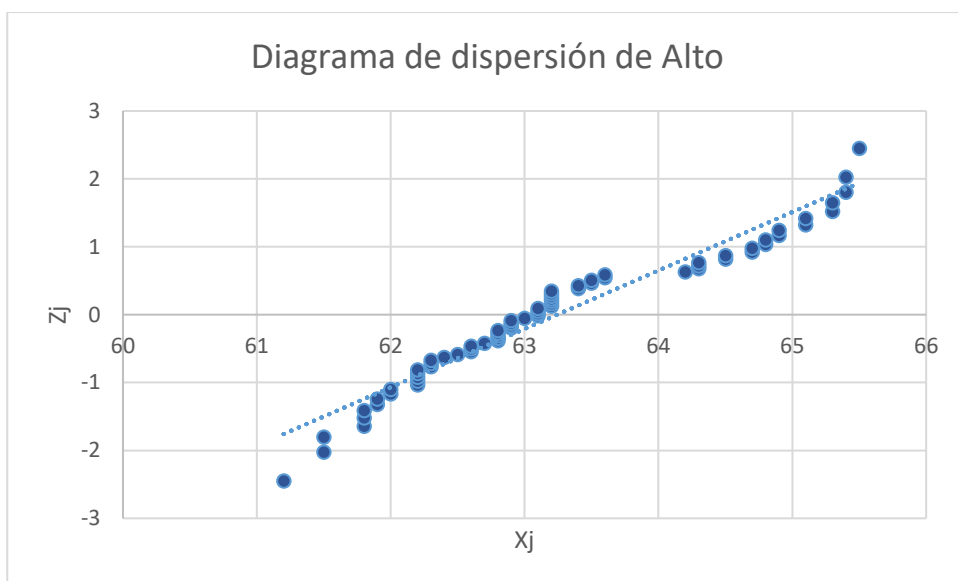
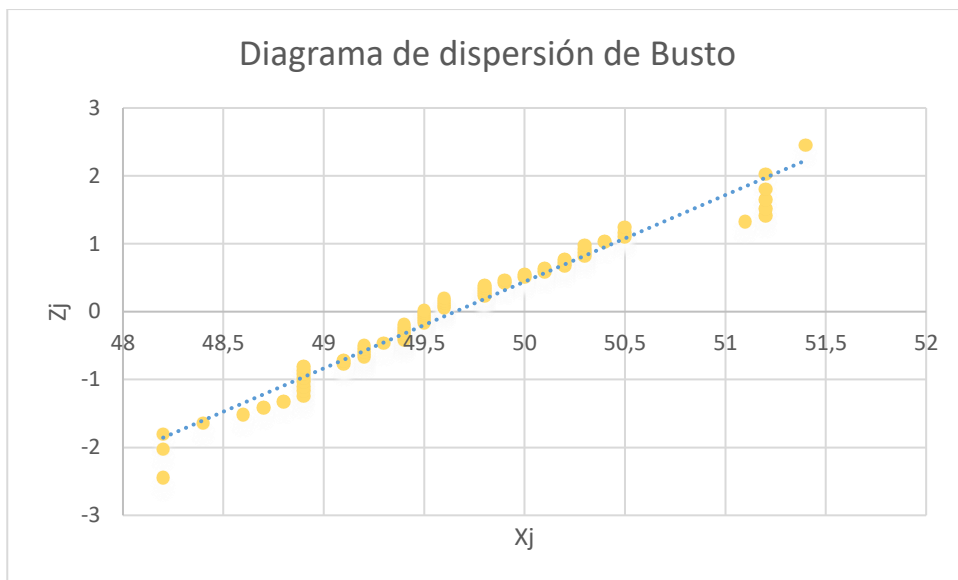
Busto			Alto		
Dato	Observacion	Valor	Dato	Observacion	Valor
1	25	48,9	1	36	62,9
2	53	49,4	2	56	62,2
3	24	49,1	3	31	62,8
4	68	49,5	4	19	65,3
5	62	48,6	5	5	62,2
6	25	48,9	6	40	63,4
7	23	48,2	7	1	64,9
8	30	49,8	8	70	64,3
9	21	49,5	9	26	61,8
10	52	50	10	12	62,8
11	9	49,4	11	10	62
12	69	49,2	12	59	64,8
13	39	49,6	13	54	65,1
14	9	49,4	14	41	61,5
15	27	49,5	15	5	63,1
16	39	49,6	16	64	62,6
17	52	50	17	31	63,1
18	56	48,7	18	17	64,7
19	16	50,3	19	39	63,1
20	32	49,4	20	20	63
21	65	51,4	21	23	62,6
22	69	49,2	22	45	64,7
23	63	50,5	23	44	62,3
24	70	49,4	24	28	62,9
25	22	48,9	25	61	61,9
26	46	49,8	26	20	63,6
27	15	50,1	27	56	62,4
28	13	49,2	28	22	62,7
29	23	48,2	29	1	64,2
30	66	49,9	30	49	65,5
31	6	51,2	31	43	64,5
32	63	50,5	32	30	62,5
33	18	50,2	33	59	63,2
34	39	49,6	34	59	63,5
35	5	49,5	35	58	63,2

36	67	49,8	36	2	65,4
37	23	48,2	37	10	61,2
38	19	49,2	38	21	62,2
39	30	49,8	39	36	64,5
40	42	48,9	40	4	63,2
41	32	49,4	41	37	62,9
42	50	49,3	42	50	62,2
43	44	48,8	43	51	62,8
44	22	48,9	44	59	65,3
45	42	48,9	45	41	62,2
46	25	48,9	46	54	63,4
47	43	50,4	47	43	64,9
48	12	50,1	48	46	64,3
49	29	49,9	49	20	61,8
50	2	50,3	50	18	62,8
51	47	49,8	51	44	64,3
52	16	50,3	52	51	61,8
53	19	49,2	53	43	62,8
54	59	48,4	54	17	62
55	34	51,2	55	16	64,8
56	31	49,6	56	8	65,1
57	39	49,6	57	44	61,5
58	18	50,2	58	43	63,1
59	37	51,1	59	49	62,6
60	5	49,5	60	18	63,2
61	57	50,3	61	41	62,3
62	61	49,5	62	5	62,9
63	63	50,5	63	44	61,9
64	10	51,2	64	31	63,6
65	41	49,1	65	63	63,2
66	32	49,4	66	55	63,5
67	64	48,9	67	60	63,2
68	18	50,2	68	9	65,4
69	33	51,2	69	14	63,2
70	34	51,2	70	49	62,3

Anexo 9. Prueba de normalidad de los datos de busto y alto

n	70			n	70		
j	Xj	(j-0,5)/n	Zj	j	Xj	(j-0,5)/n	Zj
1	48,2	0,00714286	-2,44999766	1	61,2	0,00714286	-2,44999766
2	48,2	0,02142857	-2,02509955	2	61,5	0,02142857	-2,02509955
3	48,2	0,03571429	-1,80274309	3	61,5	0,03571429	-1,80274309
4	48,4	0,05	-1,64485363	4	61,8	0,05	-1,64485363
5	48,6	0,06428571	-1,51975951	5	61,8	0,06428571	-1,51975951
6	48,7	0,07857143	-1,41474643	6	61,8	0,07857143	-1,41474643
7	48,8	0,09285714	-1,32336422	7	61,9	0,09285714	-1,32336422
8	48,9	0,10714286	-1,24186679	8	61,9	0,10714286	-1,24186679
9	48,9	0,12142857	-1,16787512	9	62	0,12142857	-1,16787512
10	48,9	0,13571429	-1,09977866	10	62	0,13571429	-1,09977866
11	48,9	0,15	-1,03643339	11	62,2	0,15	-1,03643339
12	48,9	0,16428571	-0,9769954	12	62,2	0,16428571	-0,9769954
13	48,9	0,17857143	-0,92082298	13	62,2	0,17857143	-0,92082298
14	48,9	0,19285714	-0,86741569	14	62,2	0,19285714	-0,86741569
15	48,9	0,20714286	-0,81637496	15	62,2	0,20714286	-0,81637496
16	49,1	0,22142857	-0,76737743	16	62,3	0,22142857	-0,76737743
17	49,1	0,23571429	-0,72015662	17	62,3	0,23571429	-0,72015662
18	49,2	0,25	-0,67448975	18	62,3	0,25	-0,67448975
19	49,2	0,26428571	-0,63018825	19	62,4	0,26428571	-0,63018825
20	49,2	0,27857143	-0,5870906	20	62,5	0,27857143	-0,5870906
21	49,2	0,29285714	-0,54505704	21	62,6	0,29285714	-0,54505704
22	49,2	0,30714286	-0,50396537	22	62,6	0,30714286	-0,50396537
23	49,3	0,32142857	-0,46370775	23	62,6	0,32142857	-0,46370775
24	49,4	0,33571429	-0,42418819	24	62,7	0,33571429	-0,42418819
25	49,4	0,35	-0,38532047	25	62,8	0,35	-0,38532047
26	49,4	0,36428571	-0,34702648	26	62,8	0,36428571	-0,34702648
27	49,4	0,37857143	-0,30923489	27	62,8	0,37857143	-0,30923489
28	49,4	0,39285714	-0,27188001	28	62,8	0,39285714	-0,27188001
29	49,4	0,40714286	-0,23490082	29	62,8	0,40714286	-0,23490082
30	49,4	0,42142857	-0,19824019	30	62,9	0,42142857	-0,19824019
31	49,5	0,43571429	-0,16184417	31	62,9	0,43571429	-0,16184417
32	49,5	0,45	-0,12566135	32	62,9	0,45	-0,12566135
33	49,5	0,46428571	-0,08964235	33	62,9	0,46428571	-0,08964235
34	49,5	0,47857143	-0,05373932	34	63	0,47857143	-0,05373932
35	49,5	0,49285714	-0,01790544	35	63,1	0,49285714	-0,01790544

36	49,5	0,50714286	0,01790544		36	63,1	0,50714286	0,01790544
37	49,6	0,52142857	0,05373932		37	63,1	0,52142857	0,05373932
38	49,6	0,53571429	0,08964235		38	63,1	0,53571429	0,08964235
39	49,6	0,55	0,12566135		39	63,2	0,55	0,12566135
40	49,6	0,56428571	0,16184417		40	63,2	0,56428571	0,16184417
41	49,6	0,57857143	0,19824019		41	63,2	0,57857143	0,19824019
42	49,8	0,59285714	0,23490082		42	63,2	0,59285714	0,23490082
43	49,8	0,60714286	0,27188001		43	63,2	0,60714286	0,27188001
44	49,8	0,62142857	0,30923489		44	63,2	0,62142857	0,30923489
45	49,8	0,63571429	0,34702648		45	63,2	0,63571429	0,34702648
46	49,8	0,65	0,38532047		46	63,4	0,65	0,38532047
47	49,9	0,66428571	0,42418819		47	63,4	0,66428571	0,42418819
48	49,9	0,67857143	0,46370775		48	63,5	0,67857143	0,46370775
49	50	0,69285714	0,50396537		49	63,5	0,69285714	0,50396537
50	50	0,70714286	0,54505704		50	63,6	0,70714286	0,54505704
51	50,1	0,72142857	0,5870906		51	63,6	0,72142857	0,5870906
52	50,1	0,73571429	0,63018825		52	64,2	0,73571429	0,63018825
53	50,2	0,75	0,67448975		53	64,3	0,75	0,67448975
54	50,2	0,76428571	0,72015662		54	64,3	0,76428571	0,72015662
55	50,2	0,77857143	0,76737743		55	64,3	0,77857143	0,76737743
56	50,3	0,79285714	0,81637496		56	64,5	0,79285714	0,81637496
57	50,3	0,80714286	0,86741569		57	64,5	0,80714286	0,86741569
58	50,3	0,82142857	0,92082298		58	64,7	0,82142857	0,92082298
59	50,3	0,83571429	0,9769954		59	64,7	0,83571429	0,9769954
60	50,4	0,85	1,03643339		60	64,8	0,85	1,03643339
61	50,5	0,86428571	1,09977866		61	64,8	0,86428571	1,09977866
62	50,5	0,87857143	1,16787512		62	64,9	0,87857143	1,16787512
63	50,5	0,89285714	1,24186679		63	64,9	0,89285714	1,24186679
64	51,1	0,90714286	1,32336422		64	65,1	0,90714286	1,32336422
65	51,2	0,92142857	1,41474643		65	65,1	0,92142857	1,41474643
66	51,2	0,93571429	1,51975951		66	65,3	0,93571429	1,51975951
67	51,2	0,95	1,64485363		67	65,3	0,95	1,64485363
68	51,2	0,96428571	1,80274309		68	65,4	0,96428571	1,80274309
69	51,2	0,97857143	2,02509955		69	65,4	0,97857143	2,02509955
70	51,4	0,99285714	2,44999766		70	65,5	0,99285714	2,44999766



Anexo 10. Medidas obtenidas de la transformación Johnson

Medidas busto	Busto transformado	Medidas alto	Alto transformado
48,9	-0,98	62,9	-0,20
49,4	-0,24	62,2	-1,10
49,1	-0,68	62,8	-0,31
49,5	-0,10	65,3	1,68
48,6	-1,43	62,2	-1,10
48,9	-0,98	63,4	0,31
48,2	-1,96	64,9	1,44
49,8	0,29	64,3	1,04
49,5	-0,10	61,8	-1,77
50	0,53	62,8	-0,31
49,4	-0,24	62	-1,41
49,2	-0,53	64,8	1,38
49,6	0,04	65,1	1,56
49,4	-0,24	61,5	-2,40
49,5	-0,10	63,1	0,01
49,6	0,04	62,6	-0,55
50	0,53	63,1	0,01
48,7	-1,28	64,7	1,31
50,3	0,85	63,1	0,01
49,4	-0,24	63	-0,09
51,4	1,72	62,6	-0,55
49,2	-0,53	64,7	1,31
50,5	1,04	62,3	-0,95
49,4	-0,24	62,9	-0,20
48,9	-0,98	61,9	-1,59
49,8	0,29	63,6	0,49
50,1	0,64	62,4	-0,81
49,2	-0,53	62,7	-0,43
48,2	-1,96	64,2	0,96
49,9	0,41	65,5	1,79
51,2	1,59	64,5	1,18
50,5	1,04	62,5	-0,68
50,2	0,75	63,2	0,11
49,6	0,04	63,5	0,40

49,5	-0,10	63,2	0,11
49,8	0,29	65,4	1,74
48,2	-1,96	61,2	-3,21
49,2	-0,53	62,2	-1,10
49,8	0,29	64,5	1,18
48,9	-0,98	63,2	0,11
49,4	-0,24	62,9	-0,20
49,3	-0,38	62,2	-1,10
48,8	-1,13	62,8	-0,31
48,9	-0,98	65,3	1,68
48,9	-0,98	62,2	-1,10
48,9	-0,98	63,4	0,31
50,4	0,94	64,9	1,44
50,1	0,64	64,3	1,04
49,9	0,41	61,8	-1,77
50,3	0,85	62,8	-0,31
49,8	0,29	64,3	1,04
50,3	0,85	61,8	-1,77
49,2	-0,53	62,8	-0,31
48,4	-1,70	62	-1,41
51,2	1,59	64,8	1,38
49,6	0,04	65,1	1,56
49,6	0,04	61,5	-2,40
50,2	0,75	63,1	0,01
51,1	1,52	62,6	-0,55
49,5	-0,10	63,2	0,11
50,3	0,85	62,3	-0,95
49,5	-0,10	62,9	-0,20
50,5	1,04	61,9	-1,59
51,2	1,59	63,6	0,49
49,1	-0,68	63,2	0,11
49,4	-0,24	63,5	0,40
48,9	-0,98	63,2	0,11
50,2	0,75	65,4	1,74
51,2	1,59	63,2	0,19
51,2	1,59	62,3	-0,85

Anexo 11. Datos utilizados para las gráficas de control

Muestras	Observaciones de busto				
	1	2	3	4	5
1	-0,98	-0,24	-0,68	-0,10	-1,43
2	-0,98	-1,96	0,29	-0,10	0,53
3	-0,24	-0,53	0,04	-0,24	-0,10
4	0,04	0,53	-1,28	0,85	-0,24
5	1,72	-0,53	1,04	-0,24	-0,98
6	0,29	0,64	-0,53	-1,96	0,41
7	1,59	1,04	0,75	0,04	-0,10
8	0,29	-1,96	-0,53	0,29	-0,98
9	-0,38	-1,13	-0,98	-0,98	-0,98
10	0,94	0,64	0,41	0,85	0,29
11	0,85	-0,53	-1,70	1,59	0,04
12	0,04	0,75	1,52	-0,10	0,85
13	-0,10	1,04	1,59	-0,68	-0,24
14	-0,24	-0,98	0,75	1,59	1,59

Muestras	Observaciones de altura				
	1	2	3	4	5
1	-0,20	-1,10	-0,31	1,68	-1,10
2	0,31	1,44	1,04	-1,77	-0,31
3	-1,41	1,38	1,56	-2,40	0,01
4	-0,55	0,01	1,31	0,01	-0,09
5	-0,55	1,31	-0,95	-0,20	-1,59
6	0,49	-0,81	-0,43	0,96	1,79
7	1,18	-0,68	0,11	0,40	0,11
8	1,74	-3,21	-1,10	1,18	0,11
9	-0,20	-1,10	-0,31	1,68	-1,10
10	0,31	1,44	1,04	-1,77	-0,31
11	1,04	-1,77	-0,31	-1,41	1,38
12	1,56	-2,40	0,01	-0,55	0,11
13	-0,95	-0,20	-1,59	0,49	0,11
14	0,40	0,11	1,74	0,19	-0,85