

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Diseño de un sistema automatizado del proceso de corte para aumentar la
productividad de una mype del sector confecciones**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Gilary Ariana Labrin Gil

ASESOR

Joselito Sanchez Perez

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2023

**Diseño de un sistema automatizado del proceso de corte para
aumentar la productividad de una mype del sector confecciones**

PRESENTADA POR
Gilary Ariana Labrin Gil

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Martha Elina Tesen Arroyo

PRESIDENTE

Sonia Mirtha Salazar Zegarra
SECRETARIO

Joselito Sanchez Perez
VOCAL

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, por siempre acompañarme en cada paso que doy, dándome fuerzas, esperanzas para nunca rendirme y seguir adelante.

A mis padres, Ruben Labrin Ramirez y Dania Gil Gomez, por darme un apoyo incondicional en cada decisión que tomo y por formar a la persona que soy ahora.

Agradecimientos

A Dios por permitirme estar en este punto de mi vida, llena muchas bendiciones y oportunidades de seguir creciendo.

A mis padres, por su comprensión, cariño y esfuerzo al darme la oportunidad de salir adelante con mis estudios, así como también por los valores y principios inculcados que son parte de mi persona.

A mi asesor Joselito Sánchez Perez, quien me apoyo, me motivo y me brindo sus conocimientos para desarrollar este proyecto inclinado a la automatización.

06.09 ARTICULO LABRIN GIL..pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

15%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

4

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

7

creativecommons.org

Fuente de Internet

<1%

8

citt.itsm.edu.mx

Fuente de Internet

<1%

9

Submitted to Fundación Universitaria del Area Andina

<1%

Índice

Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos.....	13
Resultados y discusión.....	15
Conclusiones.....	29
Recomendaciones	29
Referencias	30
Anexos.....	32

Resumen

La automatización se ha utilizado para reducir los costos de productivos, mejorar la calidad del producto con el control del proceso de producción. Es por ello, el propósito principal de este estudio es proponer un diseño automatizado del proceso de corte para el sector confecciones. Por lo cual en primera instancia se elaboró el diagnóstico, de dicha evaluación se determinó, que los factores que originan la baja productividad del proceso de corte: errores del operario durante el proceso, método de trabajo obsoleto, y la baja eficiencia de la máquina de corte. Con la situación presentada se determinó por ponderaciones los sistemas más eficientes obteniendo así, un sistema automatizado el cual permite realizar el tendido de la tela y corte del mismo, todo comando con el CNC (control numérico computarizado); con la propuesta se generan nuevos indicadores, estos permiten eliminar las piezas reprocessas, reducir las mermas al ideal 2%, y reducir tiempos de 64,53%; con la obtención de nuevos indicadores se ha demostrado haciendo una comparación del antes y el después del sistema automatizado. Por último, se elaboró un análisis costo beneficio, con dichos datos se llegó a la conclusión que por cada sol invertido se gana 24,46 soles y una tasa interna de retorno del 243 %, un valor neto actual de S/.684 589,11 soles a un plazo de 5 años, siendo un proyecto muy viable y rentable.

Palabras clave: Diseño, automatización, corte, productividad

Abstract

Automation has been used to reduce production costs, improve product quality with control of the production process. Therefore, the main purpose of this study is to propose an automated design of the cutting process for the clothing sector. Therefore, in the first instance, the diagnosis was made, from said evaluation it was carried out, that the factors that cause the low productivity of the cutting process: operator errors during the process, obsolete work method, and the low efficiency of the cutting machine. With the situation presented, the most efficient systems are considered by weightings, thus obtaining an automated system which allows the fabric to be laid and cut, all commanded with the CNC (computerized numerical control); With the proposal, new indicators are generated, these allow eliminating reprocessed parts, reducing losses to the ideal 2%, and reducing times by 64.53%; By obtaining new indicators it has been demonstrated by making a comparison of the before and after of the automated system. Finally, a cost-benefit analysis was prepared, with said data it was concluded that for each sole invested, 24.46 soles are earned and an internal rate of return of 243%, a current net value of S/.684 589, 11 soles over a period of 5 years, being a very viable and profitable project.

Keywords: Design, automation, cutting, productivity

Introducción

En el mercado textil, el factor primordial para su crecimiento es la competitividad; diversos países de todo el mundo han entendido la relevancia de este y con el objetivo de desarrollarla han introducido nuevas tecnologías, incrementar de ese modo la ventaja competitiva ofreciendo al mercado costos reducidos en su productividad [1, p. 29].

En el Perú, el sector textil se encuentra posicionado en el 2do lugar de todo el sector manufacturero, generando al PBI un 1,3% [1, p. 12], siendo las mypes con un 99,4%, las que principalmente lideran este sector [2]. Las mypes textiles están enfocados en su producto bandera, siendo este los polos de algodón, para lo cual destinan un alto porcentaje de la producción a la exportación [3]; pese a ello este mercado se ha visto perjudicado debido a una disminución del 41,5% [4], porcentaje alarmante que el producto después de haber alcanzado el auge de exportaciones, actualmente se ve afectado por sus bajos niveles de competitividad esto debido a que es importante la ventaja competitiva de los precios en el mercado extranjero y Perú perdió participación al tener alto los costos de producción en la elaboración de los polos [1, p. 29].

En una evaluación del sector textil, exclusivamente a empresas destinadas a la exportación de polos de algodón, se identificó que en el proceso de corte (el cual comprende tender, trazar y cortar la tela), es el proceso que genera un 182 % más en comparación al tiempo [5, p. 63], este hecho repercute en las empresas puesto que genera un mayor costo de producción.

Por su parte en el sector textil el costo que mayor porcentaje representa en la producción de polos de algodón es de la materia prima, este representa el 65,81 % [6], un valor impactante, en donde se refleja que el aprovechamiento de la tela de algodón es indispensable para la rentabilidad de las empresas; pese a ello se pudo evidenciar en una evaluación efectuada a 27 mypes del Perú que en el proceso de corte de tela es donde se generan una mayor cantidad de mermas, siendo este en promedio un 9,93 % [7]. De igual modo se pudo identificar en otro estudio, en donde se refleja el mismo problema de mermas en el área de corte, obteniendo mermas de 3 924 kg [8], equivalente en una pérdida de S/. 114 464 al año. Por otro lado, en la evaluación de Ramírez [9], demostró una realidad más impactante en el proceso de corte, en donde se generaban mermas que alcanzaban el 19% del total de tela ingresadas teniendo una pérdida diaria del S/. 682,176 y una productividad de MP del 3,2 und/kg.

En un estudio elaborado por Ordóñez y Torres [10], el cual se está enfocada específicamente a la elaboración de polos, se pudo determinar que en el área de corte se reprocesan un total de 5 554 piezas lo que representa el 27,77% del total producido.

De igual manera en el estudio de Ramírez [9], se logró identificar la existencia de piezas reprocesadas un total del 75% de trabajadores mencionan que el área de corte genera retrasos puesto que, al estar mal elaboradas, tienen que volver regresar las piezas para su corrección impactando así el flujo de proceso con continuas paradas. Adicional a ello en el esta área es donde se refleja un mayor impacto en la fatiga [11].

Por otro lado, el ministerio del Perú identifica que el buen manejo de los recursos requeridos para el proceso productivo impacta considerablemente en la productividad de la empresa, es por ello que para su desarrollo eficiente y productivo es necesaria que las empresas innoven empleando equipo con tecnología automática y así contribuir en la mejora de este [12]. En las micro y pequeñas empresas peruanas se ha podido evidenciar, la falta de aprovechamiento de la tela de algodón al generar mermas considerables, junto a ello el reproceso de las piezas obtenidas del área de corte, lo que ocasiona un impacto importante en la productividad de las empresas puesto que, esto se inclina hacia una baja por ser poco eficientes al generar desperdicios tanto de tiempos como de insumos por un mal manejo de estos.

Al tener expuesto el problema, se plantea la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo el diseño de un sistema automatizado del área de corte lograra aumentar la productividad de la mype del sector confección? Para ello se determinó como objetivo general diseñar un sistema automatizado del proceso de corte para aumentar la productividad de una mype del sector confecciones y como objetivos específicos se tuvieron los siguientes: describir y analizar la situación actual del proceso productivo en la mype del sector confecciones; realizar el diseño automatizado del proceso de corte de polos para una mype y analizar costo-beneficio de la automatización en el proceso de corte de polos para una mype.

A través de la investigación que se está presentando, se buscar dar un panorama más innovador al presentar un diseño automatizado del área del corte enfocado en las micro y pequeñas empresas del sector confección de polos de algodón y como impacta la innovadora tecnología en la productividad, así como también dar a conocer los nuevos indicadores en donde refleje la eficiencia de los recursos y herramientas empleados en conjunto con los costos del proceso. Por otro lado, esta investigación será útil como referencia para que las mypes conozcan a mayor amplitud el funcionamiento de la tecnología presentada y conozcan como afectara en la empresa con la visión del análisis de costo beneficiopor si deciden implementarla en un futuro.

Revisión de literatura

En el sector textil, están conformados por productos obtenidos por fibras tanto de procedencia natural como artificial, con ello se obtienen un sin fin de artículos entre ellos hilados, cocidos y tejidos [13]. En el sector textil las empresas que destacan son las mypes, las cuales están conformado por las microempresas (de 1 hasta 10 trabajadores, generando hasta un máximo de 150 UIT) y por las pequeñas empresas (de 1 a 100 trabajadores, generando hasta un máximo de 1 700 UIT) [14] dedicadas a actividades desde extraer, transformar, producir hasta comercializar un bien o servicio [15].

En el proceso de confección de ropa el área que genera mayor impacto de mermas es el área de corte, siendo esta la primera etapa donde se deben tener en cuenta ciertos criterios para su producción, como son: la especificación de la orden de compra del cliente, el tipo de tela y los trazos que involucrados, esto necesarios para determinar que herramienta será requerida para poder efectuar el corte, así como la manera como se empleará [16].

Actualmente las tendencias tecnológicas están más presentes en el mercado, dentro de ellas destaca la automatización, la cual consiste en la aplicación de elementos y dispositivos incorporadas al proceso industrial siendo este controlado. La aplicación de los sistemas automatizados en la industria ofrece bajar los costos, manteniendo los estándares de la calidad junto con un proceso controlado, además permitiendo resguardar la salud humana evitando exponerse a actividades que involucren molestia o riesgo a los trabajadores [17, p. 12].

La productividad, es un elemento importante en las empresas hoy en día puesto que permite determinar la mejora de los diversos procesos productivos; los economistas definen este término como la relación que entre las las entradas (insumos) y salidas del proceso [18, p. 371]; para evidenciar una mejora en la productividad los costos disminuyen puesto que existen menos errores, reprocesos y retrasos, junto a ello hay un mejor uso de los tiempos de las máquinas y los insumos empleados [19, p. 3]. La productividad comprende varios ámbitos entre ellos, la productividad de materia prima es el se determina con la división de los kilogramos de productivo obtenidos (prenda final) y los kilogramos de producto utilizado. Por otro lado, también está presente la productividad de mano de obra como la división entre el producto obtenido y el número de horas utilizado en un periodo de tiempo [18].

En el año 2017, López [20], en su investigación, “Diseño de una máquina automática cortadora de textiles compuestos por fibras sintéticas”, destacó como principal problema el área de corte lo que genera una mala calidad en los listones que se dan a los clientes. A pesar de existir innovadoras tecnologías circulando en la actualidad, las mypes no lo logran obtenerlo

por los altos precios y falta de espacios, por lo tanto, el estudio presentado tuvo como objetivo el diseño de una cortadora para la producción de listones, para ello realizó una evaluación de la realidad actual y estableció los requerimientos que debe tener la máquina.

Además empleo el método scoring, para elegir el diseño ideal, elaboro un MEF, genero los planos necesarios para el control y el concepto general del diseño, además genero manuales, uno de ellos daba a conocer cómo funcionaba la máquina, el otro mantenimiento correspondiente, otro la implementación así como la salud y seguridad. De esta investigación se tuvo una tecnología automatizada que elabora listones, en primera instancia en el carrete se ubica la tela el cual es movilizado por unos rodillos, luego se efectúa el corte con el cilindro de doble efecto, este mueve una plancha de aleación que realiza el corte, y finalmente mueve los listones. Esta tecnología logra cortar en 3 horas un total de dos mil unidades, lo que genera una reducción de tiempos, tanto así que reduce 1 día y medio de labores, logrando a la mype un ahorro de significativo del 43.51 % aprox en comparación al proceso actual.

En el año 2015, Bonilla [7] en su investigación "*La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil*" informa que, en las mypes de Lima y Callao, no conocen la relevancia de la gestión de la calidad en todo el proceso productivo provocando así un producto de baja calidad y significativas cantidades de desechos y desperdicios (mermas) lo que hace que las mypes sean pocos competitivos. Este estudio tuvo como objetivo vincular tanto la gestión de la calidad de las micro y pequeñas empresas que confeccionan en Lima y Callao, junto a los costos que generan desecho y desperdicio. Para ello realizó un análisis en la gestión de los subprocesos de corte y habilitado, confección de piezas y armado y acabado en 27 mypes; haciendo uso de entrevistas a los que dirigen las empresas, cuestionarios sobre situación de implementación del sistema de gestión de calidad (SGC), cuestionarios con lo cual determinar tanto la cantidad de desperdicios y los costos que generan, también una entrevista con los expertos; para procesar toda esta información y comprobar la validez de la hipótesis se utilizó los softwares Minitab y SPSS. Esta investigación permitió confirmar que si existe una correlación fuerte entre la gestión de calidad y los desechos (si se aumentaba la gestión de calidad, se disminuye los costos generados por los desperdicios) y que los dirigentes de las mypes en promedio no tienen una buena implementación del SGC generando mayores desperdicios en el proceso de corte. Esta investigación aportó con datos de porcentaje de mermas, estudio realizado a 27 mypes del sector textil Perú.

En el año 2017, Yandún y Cosme [21] en su investigación “Automatización de la dobladora de tejido plano artesanal de textiles VINARDI”, da a conocer que la mypes tiene como problemática poder satisfacer la demanda del mercado puesto que actualmente la empresa no cuenta con dicha capacidad para lograrlo, es por tal motivo que utilizar innovadoras maquinarias sería muy beneficioso para mejorar el proceso productivo. Este estudio tiene como objetivo la implementación de un sistema automático para el doblado y enrollado, para lograrlo conoció los diversos métodos y determino los parámetros necesarios considerando la voz del cliente y las normas para que de ese modo se determinará el material para emplear, así como la geometría y los componentes necesarios, para ello se divide en subsistemas, el primero es para controlar mediante un gabinete, en el cual están incorporado cableado de entradas y salidas en donde se da a conocer los componentes y sus funciones; como segundo subsistema se encuentra mecánico, con lo cual se hizo el calculo de esfuerzo para garantizar que la placa resista cuando se efectuó el corte, así como se factores como el producto a cortar, el peso y velocidad de maquina cortadora. Luego se elaboro el diseño de ambos subsistemas mencionados para realizar la construcción e implementación teniendo en cuenta todos los criterios de seguridad con lo cual se llevó por última instancia a prueba para corroborar su buena función. El resultado que tuvo la investigación es un sistema que permite optimizar en un 50% las actividades de enrollar, doblar y medir la tela, este cuenta con un PLC Logo 12/24 RC, junto a ello se reduce los tiempos y una mejora del 40% en la precisión, además de reducir horas-hombre al no tener que estar un trabajador manipulando la maquina al ser esta automatizado.

En el año 2019 Mejía, Ruiz, Gaviria y Ruiz [22] en su investigación “Aplicación de metodología design thinking en el desarrollo de cortadora automática CNC para MiPyME de confección” describe que en la microempresa Indecon S.A.S (trabaja con licra), su principal cuello de botella se da en el proceso de corte, es allí donde se generan más demoras, por ende, un retraso en las actividades siguientes, esto impide que la microempresa tenga más participación en el mercado para llegar a ser más competitiva. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar una alternativa tecnológica automatizada en el proceso de corte, más económica que las convencionales, para ello utilizaron el método design thinking, siguiendo 4 etapas, la inspiración la cual abarca la observación (la situación de empresa en el proceso de corte), la vigilancia estratégica (se obtiene información de nuevas tecnologías y las medidas que se deben controlar) y la prospectiva (se identifican los factores que permitan la competitividad), otra etapa es la ideación (se define el diseño y se analizan las características y funciones), el prototipado (se fabrica el prototipo con excepción de la extendedora que se hizo virtual por lo

complejo de su fabricación) y por último el testeado, donde se realiza las pruebas y ensayos, con la finalidad modificar para obtener los resultados esperados. Como resultados se obtuvo una maquina automatizada controlada por un sistema CNC, la cual usa cuchillas alternas además aplica la técnica de fijación al vacío (sujeción de la tela) ideal para el manejo de licra, esta máquina consume poca energía y tiene un menor costo comparada con las que ofrece el mercado. Además, aplicando esta tecnología se reducen los tiempos de corte desde un 30%.

En el año 2018, Sato, Sanches y Dedini [23], en su investigación, “Assessment and technological forecasting in the textile industry: From first industrial revolution to the Industry 4.0”, da a conocer los avances que han sucedido a lo largo de la industria, de estos avances se pretende informar el crecimiento progresivo y además las variantes que estos escenarios se exponen, de esta manera al tener soporte o apoyo para el desarrollo de nuevas tecnologías, es por esto que este estudio tuvo como objetivo dar a conocer un esquema que explique el proyectado de los diversas variaciones a tecnología tanto en la proceso productivo como el consumo textil; todo ello mediante revisión de las patentes, tendencias, artículos y herramientas de la Industria 4.0. En el estudio se delimito a camisetas de tela de algodón, en la involucra del proceso productivo cuatro sistemas: la adquisición de fibra de algodón, hilado, tejido de punto y confección de prendas. Para evaluar las tecnologías, utilizaron el despliegue funcional de Pahl et al., que conecta inputs y outputs y menciona de cada una de ellas, sus elementos de las maquinas. Además, emplearon un modelo el cual pronostica a través de la evaluación y monitoreo agentes cambiantes; como base para su evaluación tomaron información de patentes de Brasil y otros países extranjeros desde el 2011 hasta el tiempo de la presente investigación. Este estudio tuvo como resultados información de los 4 sistemas expuestos anteriormente, de lo cual da a conocer la presencia de innovadores conocimientos para mejorar el proceso productivo; además de ello el pronóstico de tecnologías, donde refleja que este esta en un creciente proceso de evolución, mostrando un reto para las industrias estar a la par de la constante innovación.

Materiales y métodos

Descripción y análisis de la situación actual del proceso productivo en la mype del sector confecciones

Para la descripción y análisis, se revisó los informes del Mincetur, con lo cual se analizó el progreso de las micro y pequeñas empresas del sector confecciones del Perú. [4]. Además de ellos con la revisión de diversas tesis y artículos de investigación se identificó a cuatro microempresas las cuales laboran bajo el criterio de la investigación en la elaboración de polos

de algodón.

De las microempresas comprendidas en esta investigación se pudo recopilar información, del proceso de fabricación de polos de algodón, con lo cual se elaboro un diagrama de bloques. Así como también, se tomó información de los inputs y outputs para elaborar un diagrama de materiales del proceso productivo; información de tiempos, datos de la producción y costos involucrados, con lo cual se logró determinar porcentajes de merma, capacidades, piezas reprocesadas y niveles de eficiencia de la maquina empleado.

Diseño automatizado del proceso de corte de polos para una mype

Para el segundo objetivo se consideró la información obtenida del objetivo anterior, con lo cual se logró identificar los requerimientos que debe tener el sistema automatizado (fuente de energía, capacidad, tiempo del proceso, tamaño de la maquinaria, seguridad, facilidad de operación, mantenimiento y costos de maquina).

Además, a base de información del objetivo 1, se efectuó el concepto del sistema automatizado, con lo que se logro identificar los componentes que actuaran, en el actividad del tendido de la tela y en el corte. En este último se esta considerando el tipo de maquinaria adecuada por medio de ponderación en donde se considera como criterio el peso y la velocidad.

Para plasmar el concepto del sistema automatizado se empleó el Solidwork, con lo cual se determinaron factores de esfuerzo, carga y de seguridad para la máquina, además de ello la potencia del motor [22]. Por otro lado, se determinó los dispositivos necesarios para la maquina y se hizo un diagrama de movimiento.

También en el software solidwork, se analizó la estructura para comprobar que esta resista la carga, mediante el esfuerzo de Von Misses [22].

Con respecto al control automatizado se consideraron los siguientes pasos: Diseñar el plano en herramienta CAD, convertir el plano en código G, programar para el uso del código y la conexión entre el computador y el sistema controlador y también, accionar los motores para probar el sistema [24].

Por último, se determinó hizo comparativo de los indicadores teniendo en cuenta la productividad en la cual se consideró la materia prima y la mano de obra y además ello la eficiencia.

Análisis del costo-beneficio de la automatización en el proceso de corte de polos para una mype

Para este último objetivo se cotizó los elementos que conformaban el sistema propuesto, es por ello que se realizaron matrices, en primer lugar la de factor ponderado, con lo cual se determinó los criterios que necesarios para la elección de los componentes y por último, se efectuó una matriz de decisión para la selección de las marcas de los componentes.

Por otro lado, se obtuvo en valores monetarios, la utilidad obtenida, con el sistema automatizado y junto a ello se hizo un análisis costo-beneficio con un flujo de caja y por último se determinó el periodo de recuperación, dividiendo el monto inicial de la inversión entre el beneficio económico que este genera si se implementa el sistema automatizado en el proceso de corte [25].

Resultados y discusión

Descripción y análisis de la situación actual del proceso productivo en la mype del sector confecciones

Se determinó por reportes del Mincetur, que el T-shirt de algodón es el producto con mayor repercusión que tiene el Perú en el mercado extranjero, al generar un ingreso equivalente a US\$ 215 millones además de ello generó en los primeros 8 meses del 2019 una cantidad de 5 mil toneladas. ver tabla 1 [3].

Tabla 1. Principales productos exportados del sector confecciones (enero - agosto) 2019

Perú: Exportación de textiles-Confecciones no tradicional (enero – agosto)		
	Millones US\$	Miles de TM
T-Shirts de Algodón	215	5
Camisas, punto de algodón	111	2
Hilados	52	1,5
Tops de alpaca	47	2
Tejidos de Algodón	28	3
Prendas	28	0,4
Vestidos de algodón	20	0,3
Pantalón de algodón	19	0,5

Fuente: Elaboración propia. En base al Ministerio de Comercio exterior y Turismo 2019

El Ministerio de Comercio exterior y Turismo, también ha evidenciado que la prenda más destacada del sector confecciones mencionada anteriormente, ha reportado una caída del 1,3% en la exportación de T-shirts comparando el periodo de enero a agosto del 2018 y del 2019. Tabla 2.

Tabla 2. Exportación de T-shirts comparación 2018 y 2019

Perú: Exportación de T-shirts (enero – agosto)			
	2018	2019	% Variación
Millones US\$	210	215	2,2%
Miles de TM	5	5	-1,3%
Precio US\$/TM	38 298	39 652	3,5%

Fuente: Elaboración propia. En base al Ministerio de Comercio exterior y Turismo 2019

En un investigación efectuada a 27 micro y pequeñas empresas del Perú se identificó al área de corte de tela, como la mayor causante de las mermas generadas durante todo el proceso para la fabricación de polos de algodón, del proceso en general se obtiene en total un 17,1 % de mermas, de las cuales el proceso de corte es el que genera una mayor cantidad representada en el 9,93% , es así como se demostró que en el corte de los polos es donde se generan mayor cantidad de mermas, siendo este un indicador para delimitar el enfoque de la presente investigación, ver Figura 1 [7]

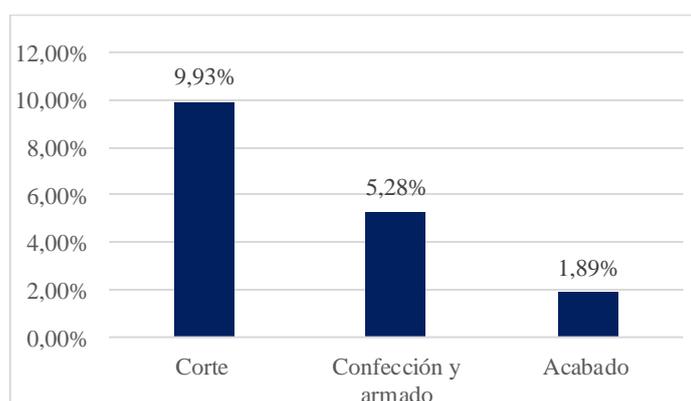


Figura 1. Porcentaje promedio de mermas en las mypes

Fuente: Bonilla 2015:45

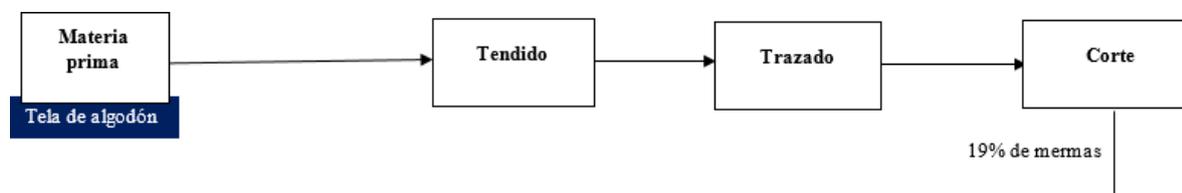


Figura 2. Diagrama de bloques del proceso de corte

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se puede apreciar el diagrama de bloques de las etapas que intervienen en el proceso que se está analizando. Por su parte en el anexo 1 se puede apreciar al detalle el proceso productivo de la elaboración de polos y en el anexo 2 se puede observar el balance de materia del proceso de corte para la elaboración de polos en la que obtuvo que se generan alrededor del

6% de mermas. Además, en anexo 3 y 4 se puede observar el balance de materiales de la elaboración de polos, de la cual se obtuvo de 299,2 kg una cantidad de 959 polos. Además, en el anexo 5 se puede apreciar el flujograma del proceso de corte.

Para este estudio se obtuvo información de varias investigaciones de los polos de algodón, por lo cual se identificó al proceso donde se efectúa el corte de los mismos como la que cuenta con un bajo nivel de productividad. Observar figura 3, donde se muestran las causas de lo mencionado.

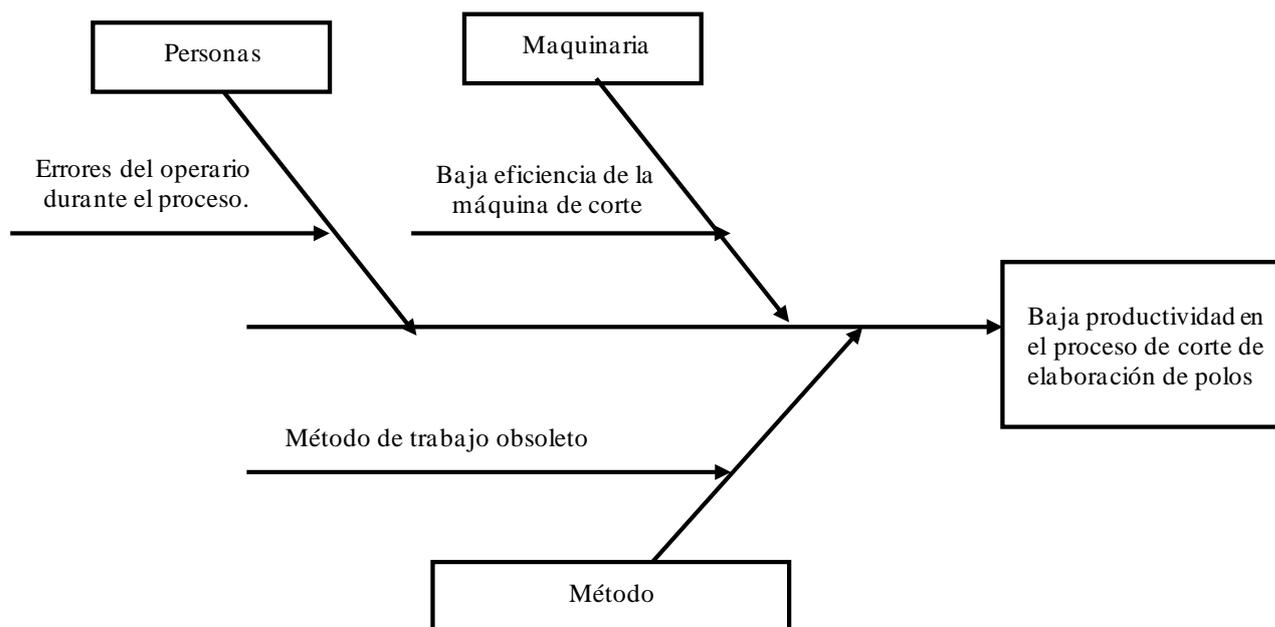


Figura 3. Diagrama de Ishikawa baja productividad

Fuente: Elaboración propia

Causa: Errores del operario durante el proceso.

Evidencia:

En el estudio elaborado por Ordóñez y Torres [25], se logró detectar que en el proceso de corte en la etapa del tendido se generan fallas, lo cual se detalla continuación: los trabajadores al colocar la tela manualmente ejercen fuerza para movilizar el rollo de tela por el largo de la mesa de corte, lo que genera que no logren realizar un correcto extendido debido a eso se generan arrugas y dobleces en las capas de tela, ocasionando que se obtengan las piezas dispares al momento de efectuar el corte.

Estas fallas realizadas por los trabajadores generan que del proceso de costura se rechacen las piezas al calificarse como no conformes y tengan que regresar al proceso de corte para ser reprocesadas, puesto que al tener defectos las piezas no son aptas para incluir en la parte de transformación de elaboración de polos. En promedio en la empresa investigada por Ordóñez y Torres [25], se evidencia que, de la elaboración de 20 000 piezas, 5 554 piezas se reprocesan,

lo que representa el 27,77%, del total de piezas que se producen en el área de corte. De igual manera el problema se identifica en el estudio de E. Ramírez [9], en la cual existe un nivel bajo de productividad, esto debido a los excesivos reprocesos generados por las fallas del tendido al tener un método de trabajo obsoleto. Este problema se pudo identificar mediante la elaboración de una guía de observación y encuesta efectuada en la línea de producción, en donde afirman el setenta y cinco por ciento de trabajadores, que en el área de corte se generan piezas con medidas fuera de los parámetros, las cuales llegan al área de ensamble, las cuales se regresan al área de corte para ser reprocesadas, trayendo este error repercusiones en el flujo del proceso, al generar demoras paradas no planificadas del personal y con ello un incremento de los costos de producción, por el consumo excesivo de tela y de horas - hombre.

En esta investigación la productividad en horas-hombre fue determinada en base a la producción (963 und) y el n° de horas hombres (216 h/H) es $4.4 \frac{\text{unid}}{\text{h/H}}$

Si se aplicará la automatización se aumentaría la producción obtenida por eliminar al 100% los tiempos en reprocesos de las piezas generadas en el proceso de corte y por consiguiente se produciría una aumentaría la productividad.

Causa: Método de trabajo obsoleto

Evidencia:

En el estudio efectuado por Iturrizaga, [8, p. 114], se logró identificar el problema de los excesos de merma, dicho problema genera que el proceso tenga una baja productividad por tener que usar más recursos de lo establecido por la política de la empresa. Esto se debe principalmente al tener un método de trabajo obsoleto puesto que al tener un trazado de forma manual no es aprovechable la tela.

La misma situación se evidencia en la investigación realizado por E. Ramírez [9], en el cual estipula que por cada 20 kg de tela que entra al proceso de corte se producen 3,8 kg de mermas. Con estos datos y por regla de tres se logra obtener el porcentaje de mermas que se generan en dicho proceso, el cual fue 19%

Causa: Baja eficiencia de la máquina de corte Evidencia:

Como evidencia se está considerando el diagrama Hombre-Máquina realizado en la empresa SURVIVOR S.A.C., en donde se obtuvo que la cortadora vertical añade valor durante 520 segundos. La eficiencia de la máquina es el porcentaje de la división de la cantidad de tiempo que la máquina añade valor al producto (520 s) entre el tiempo total del ciclo (1466 s). Siendo la eficiencia de la máquina 35,47%

El obtener 35,47 % como resultado del indicador de eficiencia, da a entender que la máquina

de corte no se está aprovechando eficientemente, por los tiempos muertos que se presentan, lo que genera un desperdicio de dinero a la empresa.

En la tabla 3 se puede evidenciar las causas, indicadores y costos recopilados de la revisión bibliográfica efectuada.

Tabla 3. Causas, indicadores y costos hallados

CAUSAS	INDICADORES	COSTOS
C1. Método de trabajo obsoleto	Producción = 2612 und/diarias Porcentaje de mermas = 4 % Productividad mp = $5,09 \frac{\text{und}}{\text{kg}}$	S/. 317,07 Diarios
	Producción = 963 und/diarias Porcentaje de mermas = 19 % Productividad mp = $3,2 \frac{\text{und}}{\text{kg}}$	S/. 682,176 diarios
C2. Errores del trabajador durante el corte	FIT = 72,23%	S/. 707,11 diarios
C3. Nivel bajo de eficiencia de la cortadora vertical	Eficiencia de la máquina= 35,47%	S/.436,52 anuales

Fuente: Elaboración propia

Diseño automatizado del proceso de corte de polos para una mype

Para el sistema propuesto, el concepto se deriva del desplazamiento de la maquina vertical para efectuar los cortes adecuados en la tela de algodón y de se modo obtener las piezas para la obtención de polos. El concepto que se emplea actualmente se divide en tres subprocesos, el tendido (colocación de paños de tela en la mesa de corte), trazado (trazado de los moldes, lo cual sirve como guia) y por último el corte, operación en donde la cortadora es movilizad de forma horizontal por el operario para realizar la operación. Una de las desventajas de este proceso, es la baja eficiencia de la máquina y los errores que surgen por parte de los operarios, por ello se busca poder aumentar la eficiencia para aprovecharse más el funcionamiento de la maquina además de eliminar los reprocesos de piezas y disminuir las mermas del proceso.

En esta investigación se determino que el proceso conste de tender capa a capa la tela de manera automática, además de implementar el trazado con la obtención del código G generado

del Solidwork y finalmente efectuar el corte de las piezas empleando la maquinaria actual.

La propuesta consiste en primera instancia con la intervención del trabajador para insertar el rollo de algodón en una estructura que servirá para alimentar la máquina, luego de ello se accionará el sistema de desplazamiento de un lado al otro para efectuar el tendido de cada capa de tela; después de ello interviene el control numérico computarizado, el cual guía a la cortadora a efectuar el corte por el eje X y el eje Y.

Para dar a conocer el concepto general se ha visto ideal dividir el sistema en subsistemas, para poder describir de manera independiente cada uno e identificar el aporte que otorgan al diseño final. Estos subsistemas son de soporte o estructura general, tendido y de corte.

Los requerimientos que tiene que cubrir el sistema son los que se detallan a continuación: realizar el corte con precisión, en un tiempo empleado debe ser inferior al actual. Se empleará el control mediante CNC; debido a su alta eficiencia y permitir tener una mayor seguridad del proceso; el trabajador solo debería intervenir en el momento de cargar el material al sistema; así como también este sistema tendrá una accesible manipulación de ser caso que requiera mantenimiento o reemplazo y por último que aumente la productividad del proceso.

El concepto de la solución mostrada se da a partir de la experiencia e investigación del autor y del asesor de este diseño, en una exploración para que este proyecto cumpla con los requerimientos mencionados anteriormente. A continuación, se detallará cada subsistema.

Subsistema de soporte o estructura general

El fin de este subsistema es dar soporte a la estructura que efectuará en sí el proceso de corte. Para llevar a cabo este objetivo se optó por una estructura metálica, la cual cumple con poseer las medidas necesarias de espacio para que el trabajador encargado de supervisar la maquinaria, lo pueda efectuar sin ningún problema y además para que el proceso se realice de la forma oportuna y segura.

Esta mesa servirá para efectuar el tendido de la tela y corte de esta misma, para ello se toman las siguientes consideraciones: debe tener las siguientes dimensiones 2,4 m de ancho y 4,7 m de largo; capacidad para sostener todo el sistema; fácil ensamblaje; el tablero debe ser resistente a deformaciones; el tablero debe ser de fácil montaje y por último que tenga un costo bajo.

Subsistema de tendido

El objetivo de este subsistema es tender la tela en la mesa de corte para luego efectuar el corte uniforme de las piezas, para ello se toman las siguientes consideraciones: generar un tendido uniforme de la tela sin dobladuras ni aglomeraciones de tela; la altura del conjunto de capas de tela tendidas no debe superar los 20 cm; el rodillo que sujetara la tela no debe tener más de 44 cm de diámetro y debe soportar los 30 kilos de tela; la velocidad en el tendido debe

ser constante para tener un tendido eficiente sin tela estirada o aglomerada; debe lograr tender hasta 2,2 m de ancho, con una longitud de 4 m. y por último el tendido debe ser en zing-zag (considerado el cara a cara). Ver figura 4.

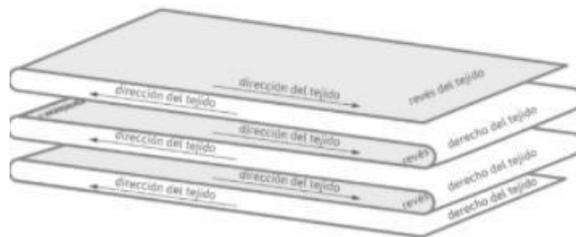


Figura 4. Tendido en zing zag

Fuente: Pinterest

Para ello se ha optado por un soporte móvil, el cual tiene como función desplegar la tela sobre la mesa de corte, esta acción lo realiza al desplazarse por la mesa de forma longitudinal. El rollo de tela se encuentra acoplado dentro del soporte móvil, el cual por intervención de dispositivos y guías, colocan las capas de tela en forma de zing.zag.

Subsistema de corte

Para ejecutar el corte de la tela se determinó la utilización de la cortadora vertical empleada actualmente el proceso de corte debido a que se ahorraría el costo de una nueva máquina, además con la correcta utilización se obtendrían buenos resultados.

Para los movimientos de ejecución del corte se ha determinado por el sistema CNC de dos movimientos, uno de ellos es el eje X el cual generara un desplazamiento longitudinal a cargo del movimiento la viga transversal. Por otro lado, el eje Y, el cual desplazará en esta dirección el cabezote de la máquina, este es el encargado de sostener y mover la cortadora vertical. Para realizar estos movimientos se incorporan motores en cada uno de los de los ejes encargados de los desplazamientos.

Para ejecutar el corte como sistema de transmisión se optó por la presencia de tornillos de potencia y para sistema de deslizamiento se optó por la presencia de patines.

La transmisión en este sistema consta de unos tornillos de potencia los cuales se encuentran en el sistema de forma transversal y longitudinal, se determinó por este sistema debido a una evaluación en donde se determinó por medio de criterios de precisión, eficiencia, costos, fricción, operatividad, mantenimiento y seguridad, obteniendo los tornillos de potencia la mayor puntuación en comparación con las guías, poleas y cadenas.

El desplazamiento en este sistema consta de unos patines ubicados en los lados longitudinales del diseño, se determinó por este sistema debido a una evaluación en donde se determinó por medio de criterios de estabilidad, costo, operatividad, mantenimiento y seguridad

a los patines la puntuación más alta comparada con los rodamientos y guías calibradoras.

Con respecto a los motores empleados en el sistema se optó por la selección de motores Nema puesto que estos son paso a paso, ideales para conocer en qué posición se encuentran y tener un mejor control del corte al ejecutarse. Para el torque requerido en el sistema transversal (0,59 Nm) se optó por el Nema 23 el cual tiene un torque 1.5 Nm, torque mayor a lo que se requiere siendo ideal para su aplicación. De igual manera para seleccionar el motor del sistema longitudinal se optó por el Nema 34 el cual tiene un torque 8,5 Nm, mayor al 4,3 requerido.

Como resultado de los subsistemas mencionados se obtiene el siguiente diseño. Ver figura 5 y anexo 6 para mayor detalle.

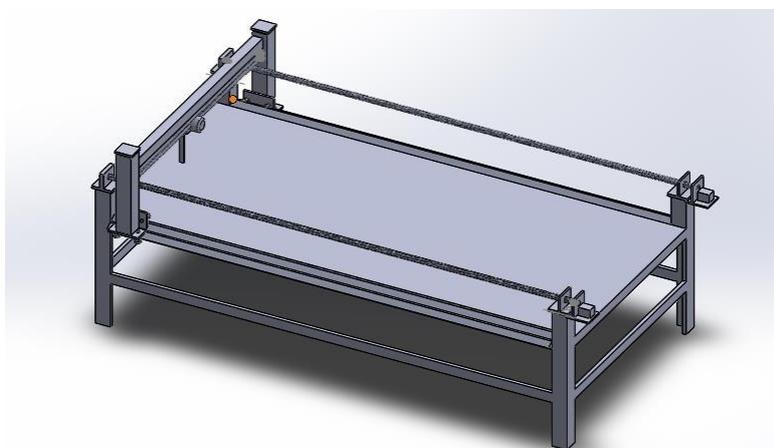


Figura 5 Concepto general del Sistema automatizado de proceso de corte

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se pueden observar los componentes que intervienen en el sistema automatizado propuesto.

Tabla 4. Componentes del sistema automatizado

Ítem	Descripción
1	Guía prismática
2	Tornillo de potencia
3	Tuerca
4	Viga transversal
5	Viga longitudinal
6	Flanche de chumacera
7	Patín
8	Eje Tornillo
9	Perfil refuerzo
10	Acople flexible
11	Rodamiento lineal
12	Bira
13	Columna
14	Base del motor
15	Motor
16	Chumacera
17	Motor Nema 23
18	Motor Nema 34
19	Caja eléctrica
20	Cortadora vertical
21	Drive
22	Tarjeta CNC
23	Pulsador rojo
24	Pulsador verde
25	Guardamotor
26	Interruptor C60N 24350
27	Soporte cables
28	Caja eléctrica

Fuente: Elaboración propia

El sistema automatizado está conformado por la base de acero (ver anexo 7), la cual tiene una medida de 2,4 m por 4,7 m de largo, esta posee soportes para sostener los tornillos de potencia y los motores Nema 34; además de poseer en los costados longitudinales un diseño en forma de prismas para dar soporte a los patines para el desplazamiento de la máquina de corte.

Para el desplazamiento longitudinal y transversal se encuentran los tornillos de potencia, ver figura 6 y para más detalle ver el plano en el anexo 8.

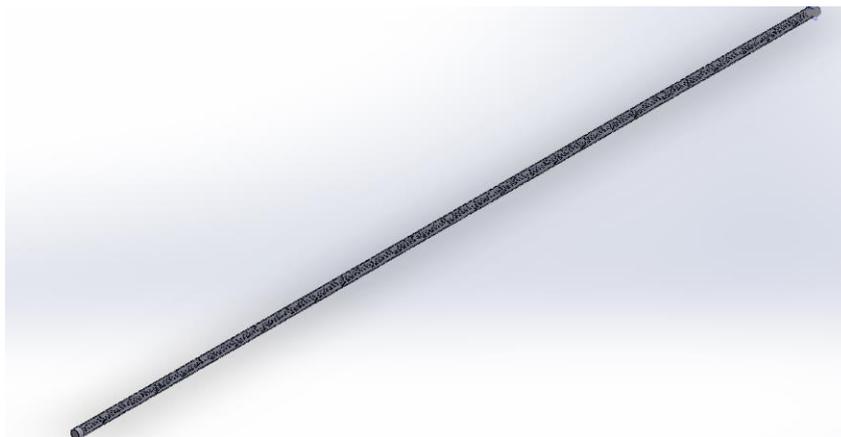


Figura 6. Tornillo de potencia

Fuente: Elaboración propia

Para el desplazamiento longitudinal se encuentran patines en ambos extremos, los cuales sostendrán tubos y los tornillos de potencia, ver figura 7 y para más detalle ver anexo 9.

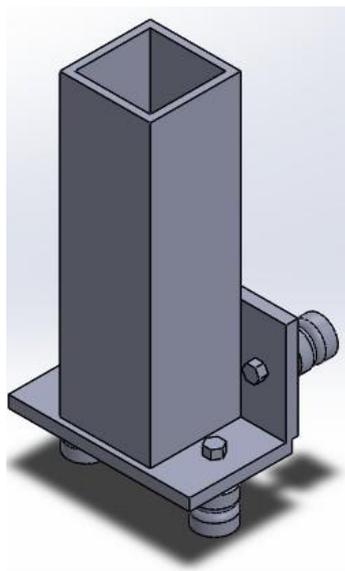


Figura 7. Patín

Fuente: Elaboración propia

Para efectuar el corte se emplea una cortadora vertical la cual tiene un alcance de corte de 21,5 cm.

Se utilizó el programa BOBCAD-CAM, para el diseñar los cortes que se realizaran en el CNC; dicho plano cuenta con las partes del polo (parte delantera, trasera, mangas y collarines). Este plano se realizó considerando las especificaciones de la máquina de corte, siendo este de 1,96 m por 4,40 m. Ver figura 8 y anexo 11. En dicho programa luego de realizar el diseño que será cortado, fue útil para ejecutar la simulación del corte de la plantilla propuesta y de ese modo obtener el código G (Ver anexo 10) necesario para emplear en el programa Mach 3.

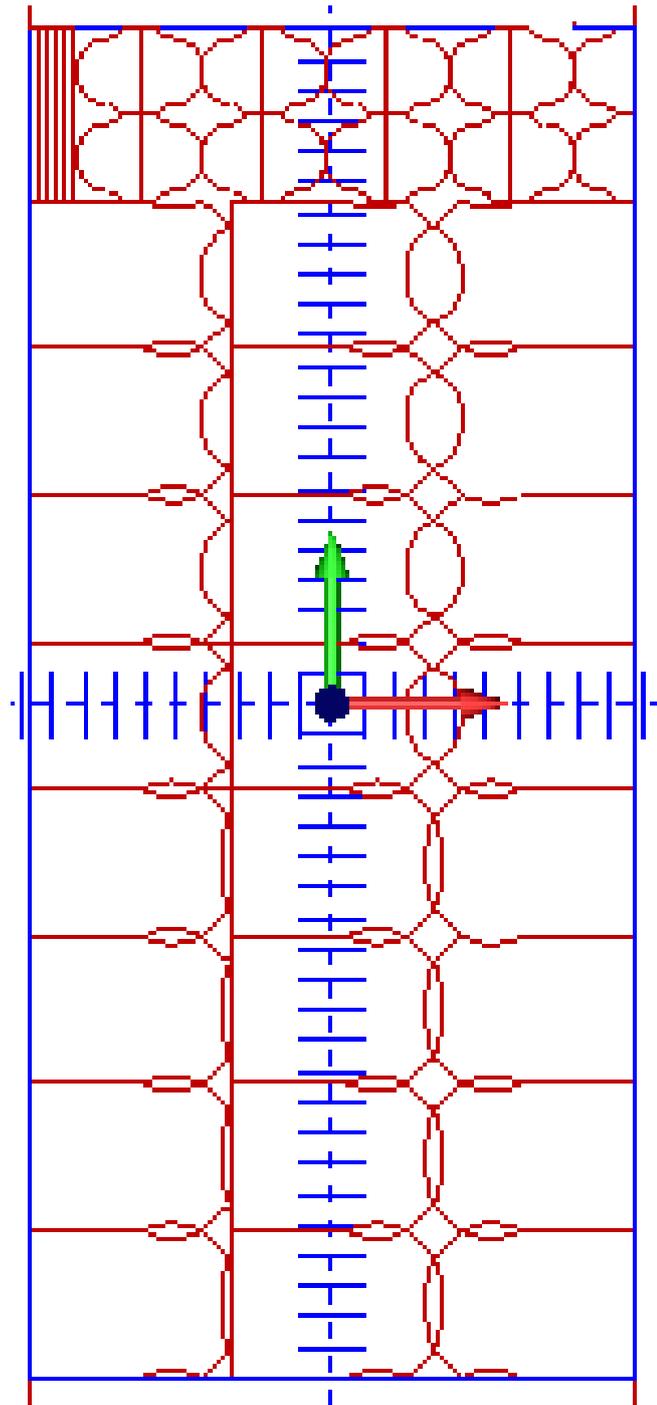


Figura 8. Plano del corte

Fuente: Elaboración propia

Por último, se hizo empleo del Mach 3, en donde se incorporó el código G obtenido del BOBCAD CAM, este código es necesario para que la máquina de control pueda interpretar los movimientos para el control de la máquina de corte de la pieza de trabajo. Ver figura 9.

La comunicación de Mach 3 es útil para el sistema automatizado puesto que permite controlar por medio de computadora los elementos del sistema. Para que funcione correctamente los

drives de los motores de los ejes deberán recibir y aceptar una señal el cual es por medio de pulsos de paso y de dirección.

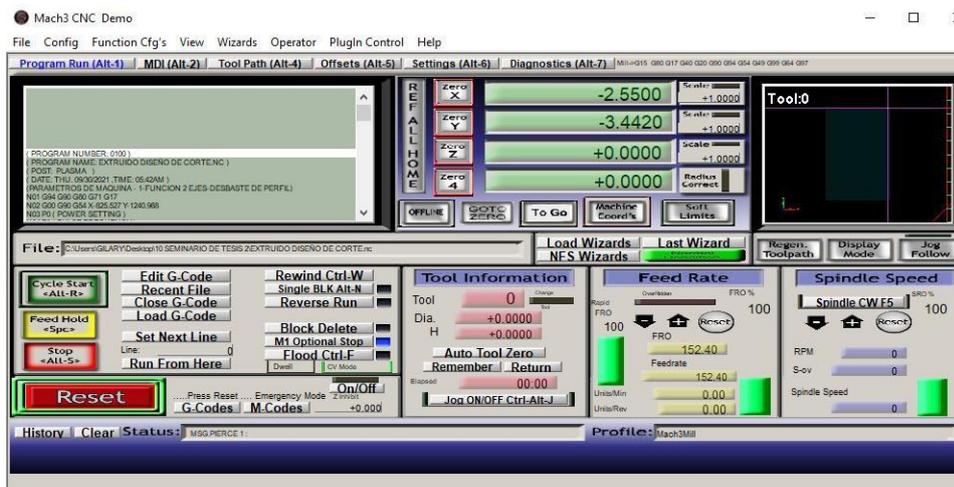


Figura 9. Mach 3 con simulación en el proceso de corte

Fuente: Elaboración propia

En este diseño propuesto se podrá eliminar y disminuir las causas que provocan el nivel bajo de productividad del proceso de corte, ello se determinó al realizar los nuevos indicadores obtenidos de la elaboración de un diagrama hombre máquina. En la tabla 5 se muestra una comparación del cambio que conlleva la automatización en el proceso de corte con antecedentes de sistemas automáticos de Navarro [26],

Tabla 5. Indicadores de antecedentes de automatización con la propuesta actual.

INDICADORES	ANTECEDENTES DE AUTOMATIZACION	PROPUESTA DE AUTOMATIZACION
Tiempo	Tiempo estándar :6,38 s % de reducción de tiempo estándar: 63,71%	Tiempo estándar: 8.6 min % de reducción de tiempo estándar: 64, 52 %
Piezas bien elaboradas a la primera	FIT = 97,8 %	FIT = 100%
Eficiencia	Eficiencia de lamáquina=100% % de aumento de eficiencia =57,89%	Eficiencia de lamáquina = 100 % % de aumento de eficiencia =64,53 %

Fuente: Elaboración propia

Análisis del costo-beneficio de la automatización en el proceso de corte de polos para una mype

El flujo de caja presentado en la tabla 6, da a conocer los beneficios y costos durante los cinco años proyectados. Para ello se toma cuenta una depreciación del 5%. En ella está considerada los costos de capacitación, de la mano de obra, de los materiales para el sistema y del mantenimiento programado.

Tabla 6. Flujo de caja de la propuesta

BENEFICIOS	Unidad	0	1	2	3	4	5
Mal manejo de moldes al tener un método de trabajo obsoleto	S/		57 232	57 232	57 232	57 232	57 232
Errores del operario durante el proceso de corte	S/		26 3046	26 3046	26 3046	263 046	263 046
Baja eficiencia de la Maquina	S/		436,52	436,52	436,52	436,52	436,52
Total Beneficios		S/ 0,00	3207 14,52	320 714,52	320 714,52	320 714,52	320 714,52
COSTOS							
Capacitación del personal			3 000				
Mano de obra cotizada		10 000					
Materiales de la tabla (4)		68 081,79					
Mantenimiento programado		1 500	9 600	9600	9600	9600	9600
Imprevistos (10%)		7958,179					
Total Costos		87539,969	12 600	9600	9600	9600	9600
UTILIDAD BRUTA		-87539,969	308 114,52	311 114,52	311114,52	311114,52	311114,52
Depreciación 5%			4 376,99	4 376,99	4 376,99	4 376,99	4 376,99
Utilidad a Impuestos			303737,52	306 737,52	306 737,52	306 737,52	306 737,52
Impuestos			91 121,26	92 021,26	92 021,26	92 021,26	92 021,26
UTILIDAD NETA		-87539,969	212 616,27	214 716,27	214716,27	214716,27	214716,27
VNA (*)	684.589,11						
TIR	243%						
B/C	24,46						
(*) Tasa referencial	12%						

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que por cada S/.1 que se invierte, genera 24,46 céntimos, así como también una TIR del 243 % que al compararlo con el 12% de la tasa de descuento económica es mayor, lo que muestra que es rentable la propuesta presentada en esta investigación.

El valor neto actual (VNA) es S/ 684 589,11 soles, dicho valor equivale a 5 años de utilidades proyectadas desde el año cero.

Discusión

Con relación al mal manejo de moldes por tener un método de trabajo obsoleto, la cantidad de merma evidenciada en la revisión bibliográfica fue de 19% [9], lo que representa un 13,61% en costos de producción. Se puede notar que los datos obtenidos superan en 3,61% de los costos si se compara con los datos del estudio a las 27 microempresas y pequeñas empresas del Perú, la cual dio a conocer que el costo de desperdicio y desecho oscila entre 4,3% y 10,7%. Estos resultados muestran que la información recopilada de investigaciones se encuentra en una situación más crítica y que necesita un cambio para mejorar esta realidad.

Respecto al método propuesto se obtuvo de una máquina automatizada, esta emplea una estructura, el cual logra desplazar tanto la tela como la máquina de cortar, junto con ello utiliza un sistema CNC. En el mismo sentido en la investigación de Mejía, Ruiz, Gaviria y Ruiz [25]; emplearon el mismo sistema, pero a diferencia usaba una faja transportadora permitiendo así una disminución de tiempo del 30%. En el estudio presentado se emplearon los tronillos de potencia, el cual permite una reducción del 64,52 % generando así mayor beneficio en el aumento de la productividad del sistema. Esto se debe a que en esta investigación se está planteando la situación de las mypes al cortar no solo una capa de tela a la vez, sino de 10 capas a la vez, caso contrario de la propuesto en la investigación que proponer cortar una capa de tela a la vez.

Con respecto al análisis costo-beneficio se logró obtener que por cada S/.1 que se invierte, genera 24,46 céntimos, de igual manera se obtiene una tasa interna de retorno del 243 %, al comparar con el estudio de Navarro [26], investigación que emplea un sistema automatizado para el corte de saco, generando como ganancia 15,20 céntimos por cada sol que invierte; existe una diferencia en las ganancias puesto que en este estudio se está combatiendo con el costo que mayor impacto tiene en el proceso de elaboración, así que un ahorro de la materia prima genera un impacto positivo en la rentabilidad.

Conclusiones

Se propuso el diseño de un sistema automatizado del proceso de corte en una mype dedicada a la confección de polos de algodón, para aumentar la productividad, es así como la tecnología controlada por CNC logra eliminar el 27,77% de las piezas reprocesadas al elaborar piezas bien elaboradas a la primera; disminuye el porcentaje de mermas al 2% (valor óptimo tolerable) con la mejora del método de trabajo y aumenta la eficiencia de la máquina al aumentar su tiempo productivo; además esta investigación permite obtener beneficios económicos, siendo viable para su aplicación.

Se logró recopilar la información para la descripción y análisis de la situación del sector textil, enfocado en el proceso de corte de elaboración de polos de algodón, en donde se logró identificar las causas que generan esta baja productividad, las cuales son: los errores de los operarios en el proceso de tendido lo que genera un 72,23% de piezas bien elaboradas a la primera, método de trabajo obsoleto lo que provoca elevadas cantidades de mermas y la baja eficiencia de la cortadora vertical encontrarse en un 35,47% .

Se logró diseñar una máquina que funciona con el sistema automatizada CNC, esta efectúa el tendido y el corte, teniendo un costo de S/. 68 081,79. Esta tecnología permite la creación de nuevos indicadores, los cuales genera un aumento al 100% de las piezas reprocesadas, una reducción de merma al 17%, de igual manera un incremento de un 64,53% de la eficiencia de la máquina que se ha incluido en el diseño.

La investigación propuesta logra erradicar las causas que generan el bajo nivel productividad del proceso de corte, consiguiendo, así los resultados esperados, detallados en el análisis costo beneficio, en donde se detalla que por cada S/.1 que se invierte, genera 24,46 soles. De igual manera, se genera una tasa interna de retorno del 243%, un valor neto actual de S/.684 589,11 soles a un plazo de 5 años, siendo un proyecto viable y rentable.

Recomendaciones

Se recomienda considerar en un nuevo estudio la evaluación del impacto social enfocado en la productividad que genera la automatización en el proceso de corte.

También se recomienda un estudio en donde se evalúe como influye la productividad y la automatización del proceso de corte, en la competitividad de las exportaciones de las mypes del sector textil, así como el impacto que generaría al PBI nacional.

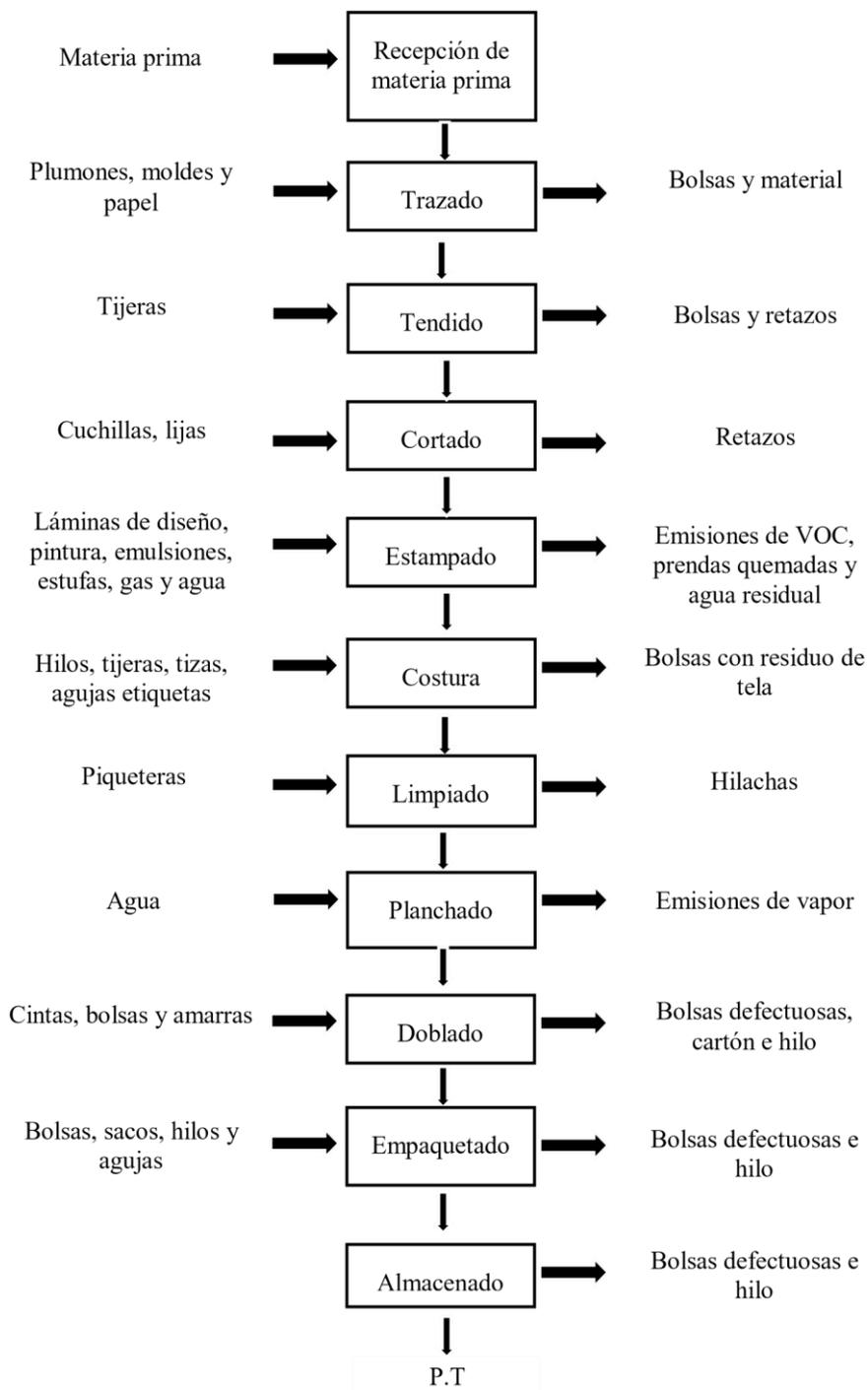
Referencias

- [1] Ministerio de la Producción, «Estudio de investigación del sector textil y confecciones,» Lima , 2017.
- [2] Ministerio de la Producción, «PRODUCE,» Lima, 2017.
- [3] Ministerio de Comercio y Turismo, «Reporte mensual de comercio Agosto-2019,» MINCETUR, Lima, 2019.
- [4] ComexPerú, «El reapunte de las exportaciones textiles,» Lima, 2018.
- [5] K. Becerra y X. Carbajal, «Propuesta de implementación de herramientas lean: 5s y estandarización en el proceso de desarrollo de producto en pymes peruanas exportadoras del sector textil de prendas de vestir de tejido de punto de algodón,» UPC, Lima, 2017.
- [6] Ministerio de Economía y Finanzas, «Pautas metodológicas para la elaboración de planes de negocios de confecciones textiles en el marco de la ley PROCOMPITE,» Lima, 2016.
- [7] E. Bonilla, «La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil,» UIS Ingenieria, n° 33, pp. 37-50, 2015.
- [8] J. Iturrizaga, «Propuesta de mejora para el proceso de abastecimiento interno y producción en una empresa que confecciona prendas de vestir,» UPC, Lima, 2015.
- [9] E. Ramírez, «Optimización del área de producción para incrementar la productividad de la empresa de confecciones, Cielybeth, Lima 2018,» UCV, Chiclayo, 2020.
- [10] W. Ordóñez y J. Torres, «Análisis y mejora de proceso en una empresa textil empleando la metodología DMAIC,» PUCP, Lima , 2014.
- [11] L. Lamas, «Propuestas para mejorar la Planificación y Control de la Producción en una empresa de confección textil,» UPC, Lima, 2015.
- [12] Ministerios de producción, «Estudio de la situación actual de las empresas peruanas: Los determinantes de su productividad y orientación exportadora,» Lima, 2016.
- [13] L. Pineda, Prospectiva y vigilancia tecnológica en la cadena fibra-textil-confecciones, Bogota : Universidad del Rosario, 2010.
- [14] Sunat, «Características de la micro y pequeñas empresas,» [En línea]. Available: <http://www.sunat.gob.pe/orientacion/mypes/caracteristicas-microPequenaEmpresa.html>. [Último acceso: 5 Noviembre 2020].

- [15] SUNAT, «Iniciando mi negocio,» 19 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://emprender.sunat.gob.pe/que-beneficios-tengo#:~:text=La%20Micro%20y%20Peque%C3%B1a%20Empresa,bienes%20o%20prestaci%C3%B3n%20de%20servicios..> [Último acceso: Julio 2020].
- [16] M. Cabezalí, Materiales, herramientas, máquinas y equipos de confección., Mexico: IC editorial, 2014.
- [17] M. García, Automatización de procesos industriales, España : Universidad pontifica de valencia , 1999.
- [18] H. Bertrand y G. Prabhakar, Control de calidad-teoria y aplicaciones, Madrid: Díaz de Santos, 1989.
- [19] W. Deming, Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis, Madrid: Díaz de Santos, 1989.
- [20] D. López, «Diseño de una máquina automática cortadora de textiles compuestos pro fibras sintéticas,» Fundación Universidad de América, Bogotá, 2017.
- [21] W. Yandún y C. Mejía, «Automatización de la dobladora de tejido plano artesanal de textiles Vinardi,» Vive la ciencia, n° 1, 2017.
- [22] J. Mejía, O. Ruiz, L. Gaviria y C. Ruiz, «Aplicación de metodología design thinking en el desarrollo de cortadora automáticaCNC para MiPyME de confección,» Revista UIS Ingenierías, vol. 18, n° 3, pp. 157-168, Mayo 2019.
- [23] A. Sato, R. Aparecida y F. Giuseppe, «Assessment and technological forecasting,» SEER Unisinos, vol. 11, n° 3, Diciembre 2018.
- [24] C. Damian y R. P. Molina Javier, «Diseño de un prototipo router CNC de precisión mediante la metodo- logía de producto secuencial,» Ingeniantes, vol. 1, n° 2, 2016.
- [25] A. Ortega, «Análisis Coste-Beneficio,» Extoikos, n° 5, 2012.
- [26] Navarro, «Diseño de un sistema automatizado en el área de corte de la línea de producción de sacos de polipropileno para mejorar la productividad de la empresa PERUSAC E.I.R.L,» Usat, Chiclayo, 2019.

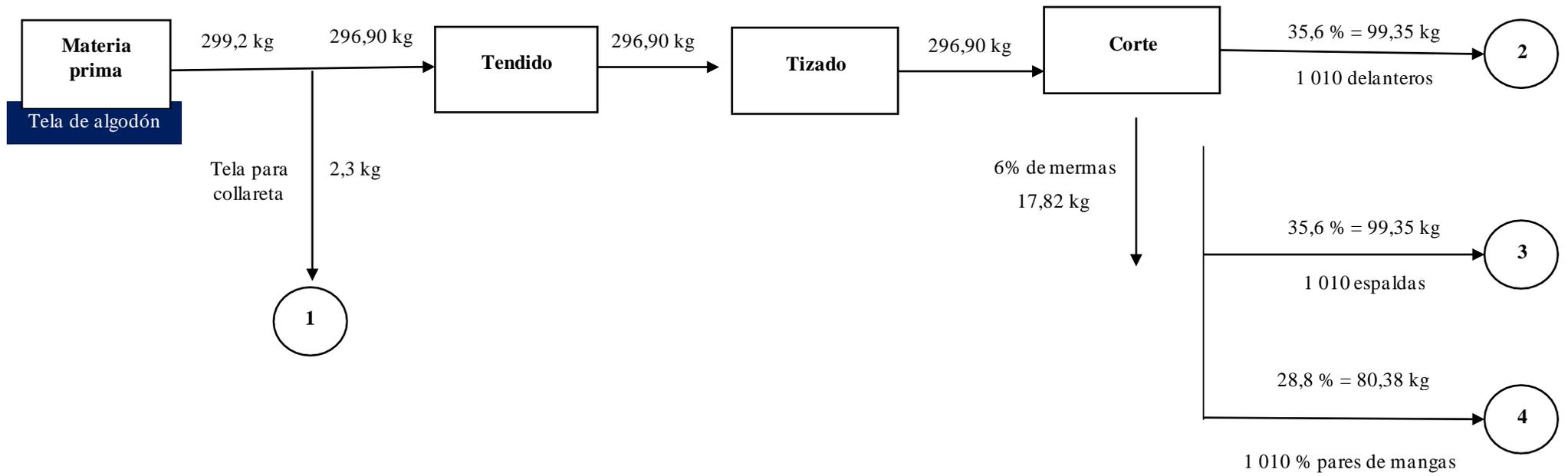
Anexos

Anexo 1: Diagrama de bloques de la elaboración de polos



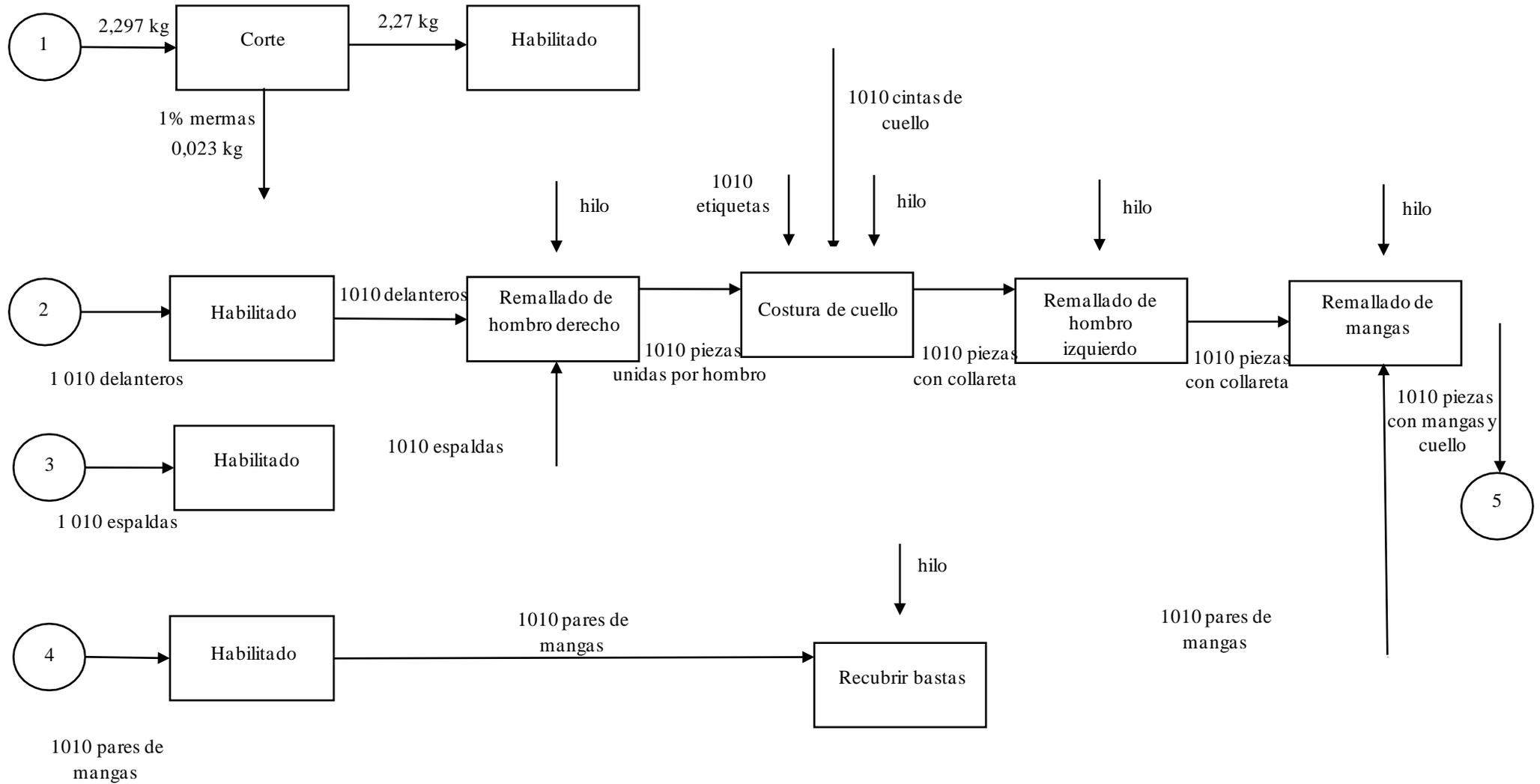
Fuente: Bances 2020:50

Anexo N° 2: Balance de materia del proceso de corte



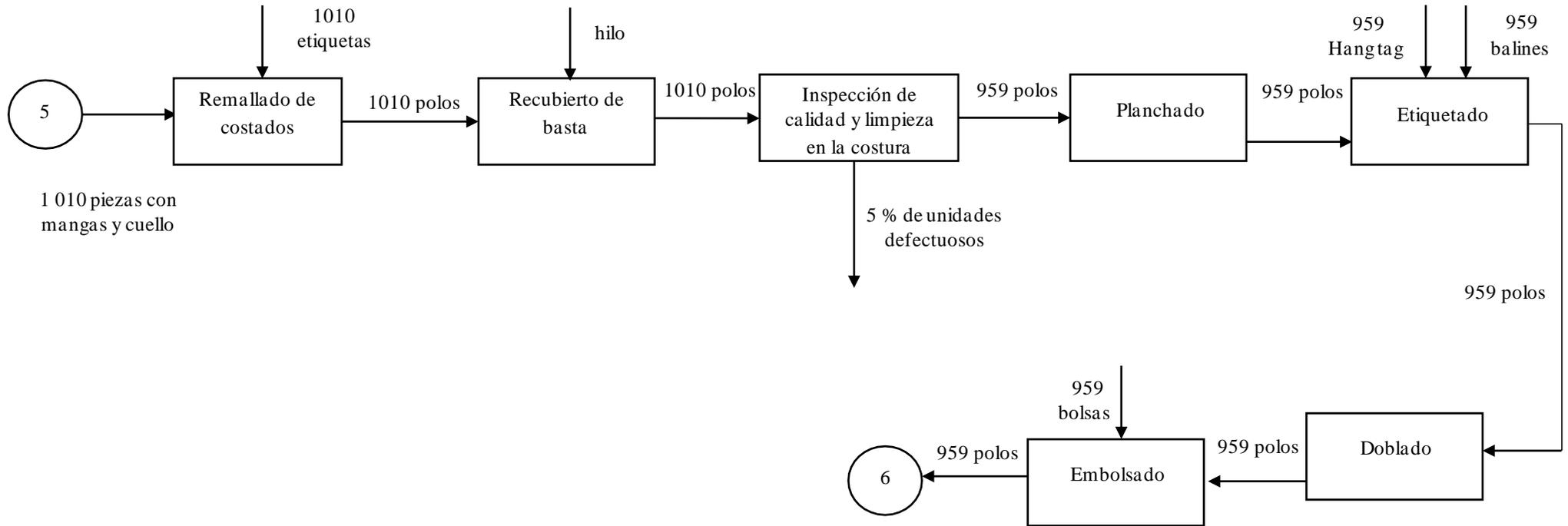
Fuente: Elaboración propia en base a De la Vega 2019

Anexo N° 3: Balance de materiales para la elaboración de polos



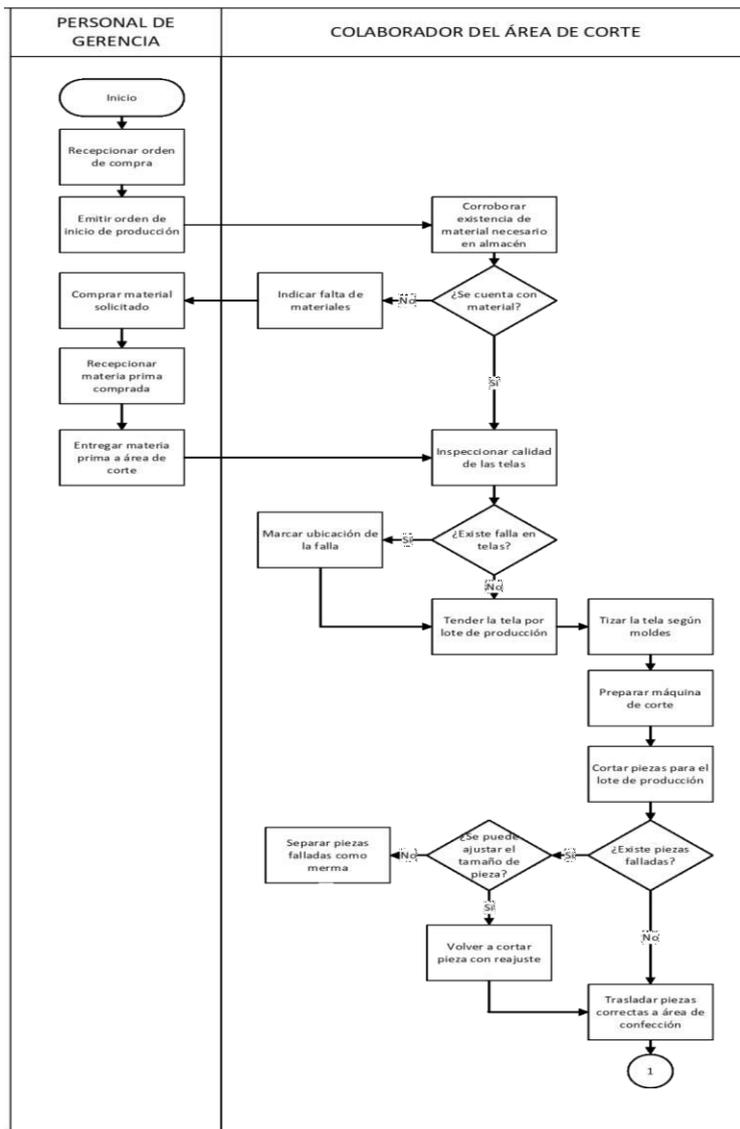
Fuente: Elaboración propia en base a De la Vega 2019

Anexo N° 4: Balance de materiales para la elaboración de polos



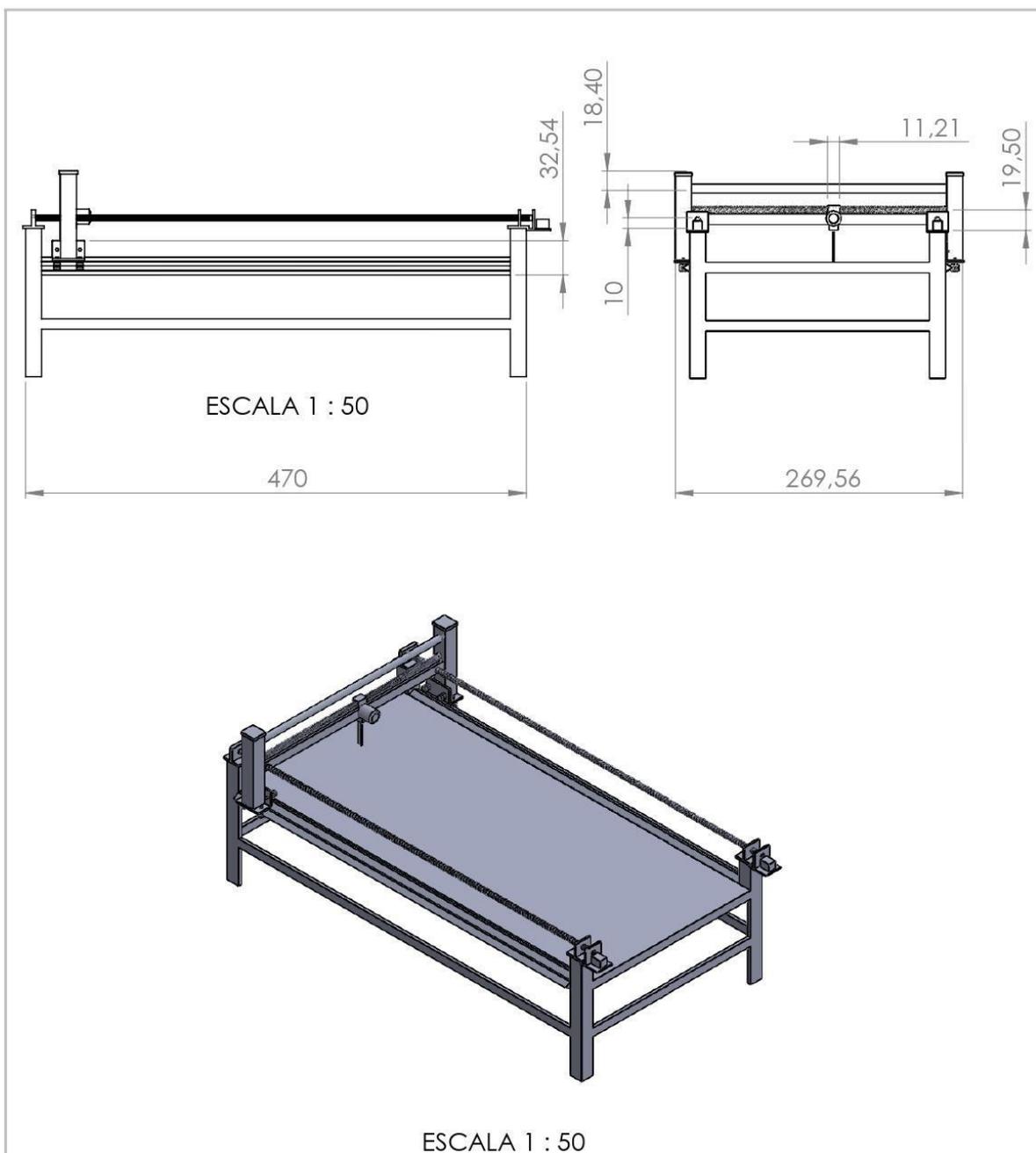
Fuente: Elaboración propia en base a De la Vega 2019

Anexo 5: Flujograma del proceso de corte



Fuente: Sánchez y Quea 2020:80

Anexo 6: Concepto general del sistema automatizado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DEL PROCESO DE CORTE PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA MYPE DEL SECTOR CONFECCIONES



ANEXO 6 : CONCEPTO GENERAL DEL DISEÑO

Dibujado por: Gilary Ariana Labrin Gil

Noviembre 2021

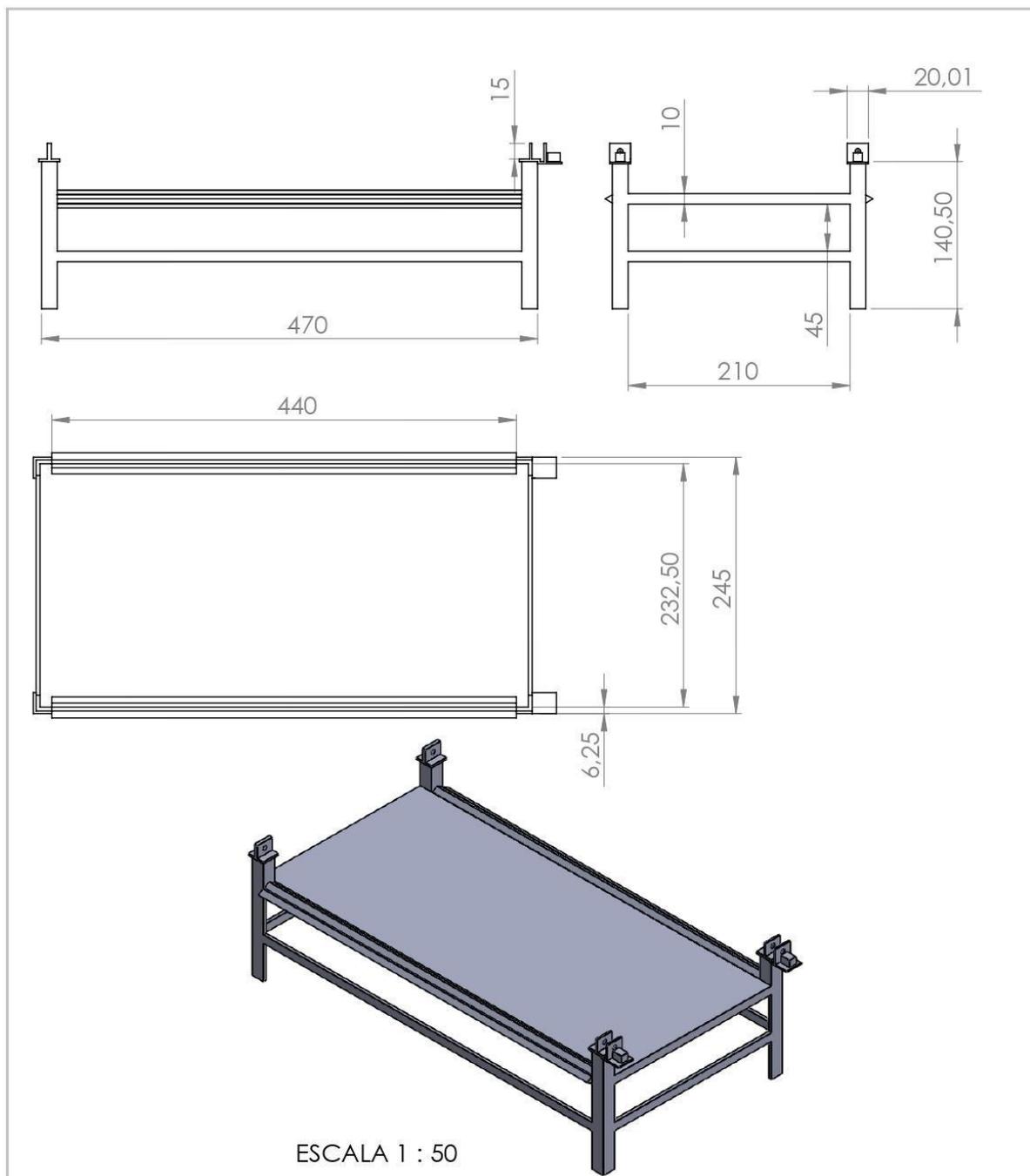
Aprobado por: Ing. Joselito Sanchez Perez

A4

Escala 1:50

SISTEMA DE UNIDADES CGS

Anexo 7: Estructura del sistema automatizado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DEL PROCESO DE CORTE PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA MYPE DEL SECTOR CONFECCIONES



ANEXO 7: ESTRUCTURA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

Dibujado por: Gilyary Ariana Labrin Gil

Noviembre
2021

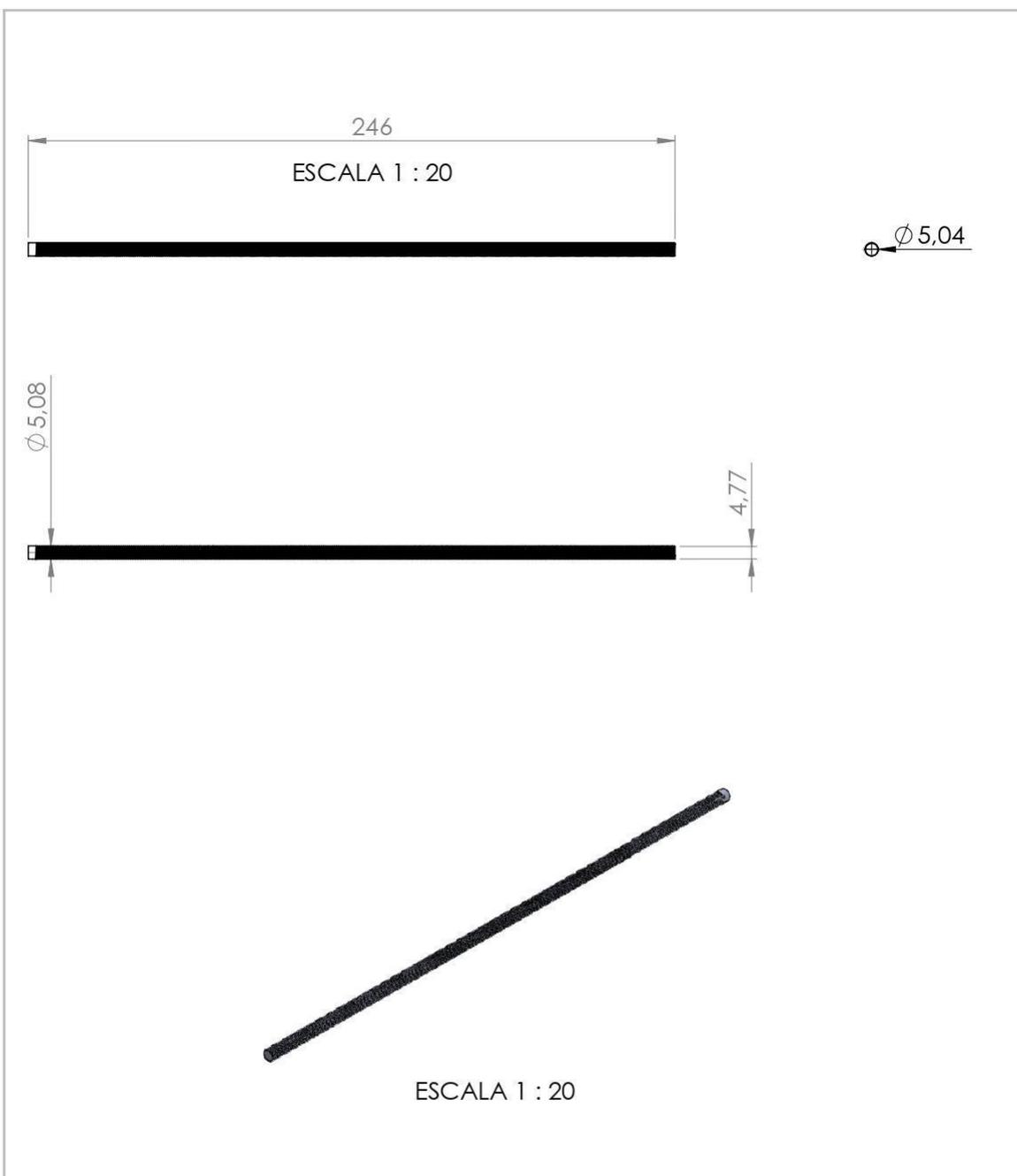
Aprobado por: Ing. Joselito Sanchez Perez

A4

Escala 1:50

SISTEMA DE UNIDADES CGS

Anexo 8: Tornillo de potencia



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DEL PROCESO DE CORTE PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA MYPE DEL SECTOR CONFECIONES



ANEXO 8 : TORNILLO DE POTENCIA

Dibujado por: Gilary Ariana Labrin Gil

Noviembre
2021

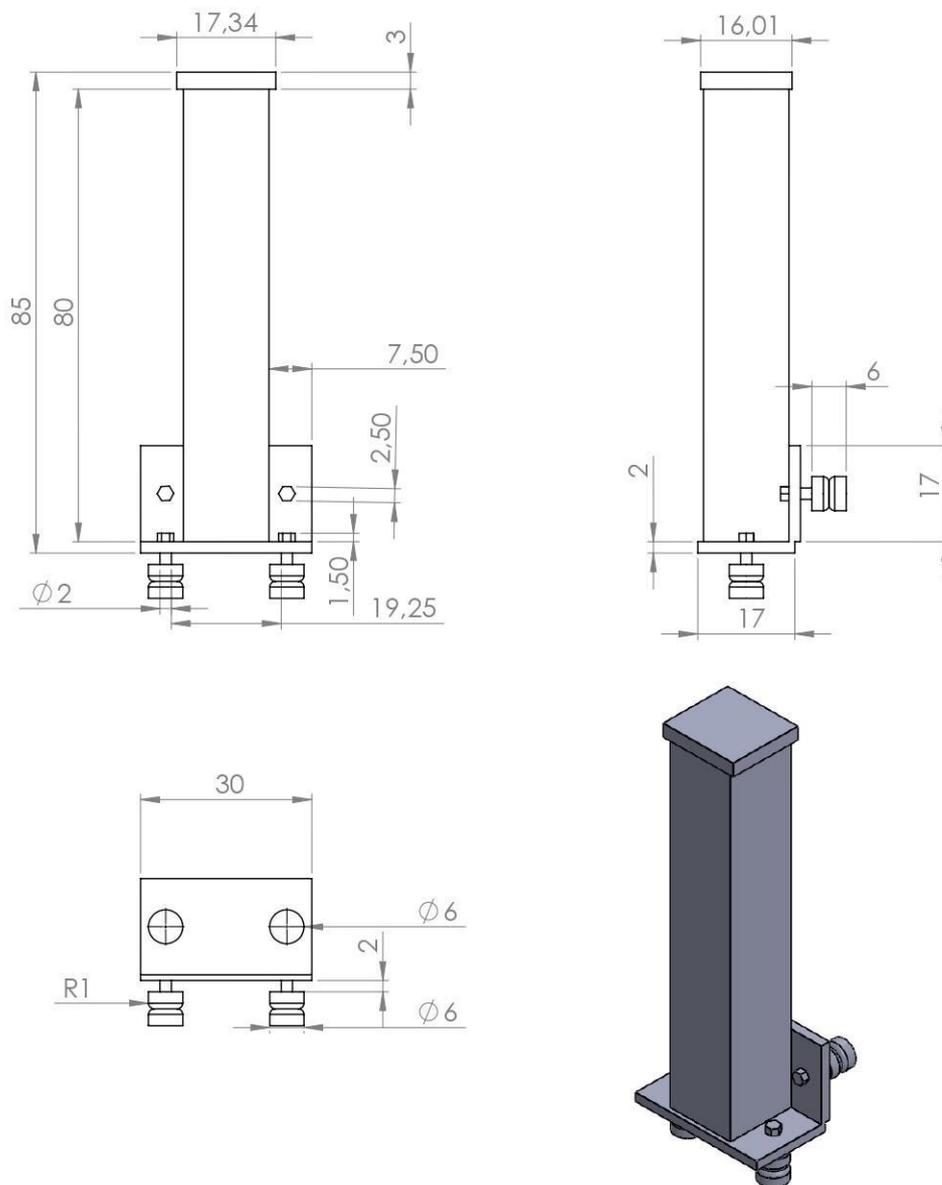
Aprobado por: Ing. Joselito Sanchez Perez

A4

Escala 1:20

SISTEMA DE UNIDADES CGS

Anexo 9: Patín



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DEL PROCESO DE CORTE PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA MYPE DEL SECTOR CONFECCIONES



ANEXO 9 : PATIN

Dibujado por: Gilary Ariana Labrin Gil

Noviembre
2021

Aprobado por: Ing. Joselito Sanchez Perez

A4

Escala 1:10

SISTEMA DE UNIDADES CGS

Anexo 10: Código G

(PROGRAM NUMBER: 0100)

(PROGRAM NAME: EXTRUIDO DISEÑO DE CORTE.NC)

(POST: PLASMA)

(DATE: THU. 09/30/2021 ,TIME: 05:42AM)

(PARAMETROS DE MAQUINA - 1-FUNCION 2 EJES-DESBASTE DE PERFIL)

N01 G94 G90 G80 G71 G17

N02 G00 G90 G54 X-825.527 Y-1240.968

N03 P0 (POWER SETTING)

N04 F0 (PULSE FREQUENCY)

N05 M703

N06 M711

N07 M716

N08 (MSG,PIERCE 1 :)

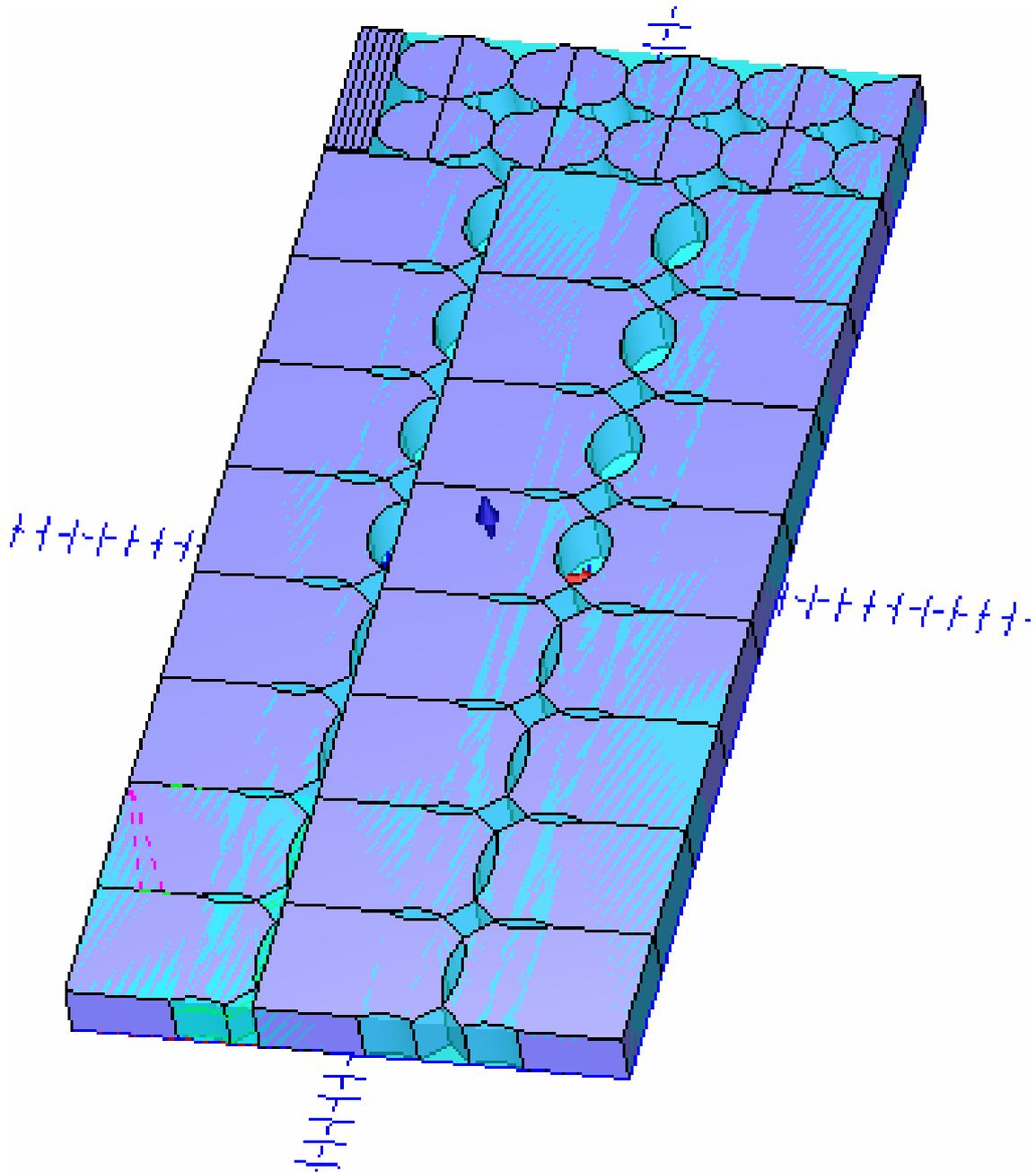
N09 M716

N10 M712

N305 M30

%

Anexo 11: Plano en BobCad Cam extruido



Fuente: Elaboración propia