

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



**Simulación del proceso de producción de la empresa Todo Sport para
incrementar la eficiencia mediante el Software ProModel**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

MILENA ANALY MEZONES RIVERA

ASESOR

MARCOS GREGORIO BACA LOPEZ

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2022

TIB FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	intra.uigv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
5	www.uaeh.edu.mx Fuente de Internet	2%
6	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	www.ecorfan.org Fuente de Internet	2%
8	lamjol.info Fuente de Internet	1%
9	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
Revisión de literatura	6
Materiales y métodos	9
Resultados y discusión	10
Conclusiones	20
Referencias Bibliográficas	21
Anexos.....	23

Resumen

La presente investigación tomo como referencia la empresa de confección denominada Todo Sport, la cual presentó problemas de baja eficiencia en su proceso de confección de polos deportivos por causa principalmente de retrasos en el proceso, una baja productividad de mano de obra, lo ocasionó pedidos no atendidos y por ende pérdidas económicas. Se identificó el cuello de botella 11,2 minutos en el área de cosido de piezas mayor al Takt Time. Con ello, se consideró un balance en línea del proceso como mejor propuesta y mediante el software ProModel se obtuvieron resultados positivos como el incremento de la eficiencia en un 43,60% y 28.57% en la productividad de mano de obra, la disminución del tiempo en el sistema a 38.94 minutos y la producción de 142 unidades diarias. Finalmente, se determinó la viabilidad de la propuesta generando ingresos netos mensuales de S/. 18 014.

Palabras clave: Eficiencia, producción, Balance de Línea, Simulación

Abstract

The present investigation took as a reference the manufacturing company called Todo Sport, which presented problems of low efficiency in its process of manufacturing sports polo shirts mainly due to delays in the process, low labor productivity, caused by orders not attended and therefore economic losses. The bottleneck was identified at 11.2 minutes in the part sewing area greater than the Takt Time. With this, an online balance of the process was considered as the best proposal and through the ProModel software, positive results were obtained, such as the increase in efficiency by 43.60% and 28.57% in labor productivity, the decrease in time in the system at 38.94 minutes and the production of 142 units per day. Finally, the viability of the proposal was determined, generating monthly net income of S/. 18,014.

Keywords: Efficiency, production, Line Balance, Simulation

Introducción

La industria textil representa una gran fuente de ingresos y de empleos para Europa, Asia y Latinoamérica, por lo que ha generado una gran competitividad global [1]. Puesto que, la rápida industrialización y el avance de la tecnología han aportado que países desarrollados y en vías de desarrollo mantengan modernas instalaciones textiles, que son capaces de fabricar telas, productos y prendas de vestir de alta calidad.

En el Perú, esta industria representa uno de los grandes motores de los empleos de manufactura a nivel nacional, con un aporte por encima al 1 % del PIB nacional y cerca de 120 000 empleos formales permanentes [2]. En efecto, permite el avance del crecimiento económico de nuestro país e impulsa a los productores peruanos a seguir expandiéndose internacionalmente, puesto que, hasta ahora el sector textil peruano es el tercero en el ranking de exportaciones no tradicionales.

A nivel regional, Lambayeque también se encuentra caracterizado por una alta demanda en el mercado de confección de prendas, debido a la presencia de diversas empresas textiles, como por ejemplo la empresa "TODO SPORT", la cual está ubicada en el distritito de José Leonardo Ortiz de la ciudad de Chiclayo. La empresa se dedica a la fabricación de prendas deportivas, pero su principal producto son los polos deportivos, dado que, representan el 57,3% de sus ventas totales. Sin embargo, se identificó que mantiene problemas de baja eficiencia (45,03%) y una productividad de mano de obra de 7 unid/día*operario. Asimismo, el cuello de botella es de 11,2 minutos en la etapa de cosido o armado de piezas. Por otro lado, de acuerdo a los registros de ventas del año 2019, la empresa ha obtenido pérdidas económicas de S/. 128 790 por la demanda el 11,08% de la no atendida, llegando a confeccionar solo 109 polos/día. Por ello, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿La simulación mediante el Software ProModel contribuirá a aumentar la eficiencia del proceso de confección de la empresa Todo Sport? Entonces, consideramos que el software si contribuirá a incrementar la eficiencia porque es un método que mediante los resultados de una situación actual permite identificar los puntos críticos de un proceso para posteriormente ser mejorado. Por otro lado, el objetivo general es Simular el proceso de confección de la empresa Todo Sport mediante el Software ProModel para incrementar la eficiencia y como objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual del proceso de producción, proponer mejoras en base a los resultados del software ProModel, por último, determinar el beneficio económico de la mejor propuesta planteada.

Revisión de literatura

Corona *et al.* [3] en su estudio denominado “*Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo*”, manifiesta que en las Pymes mexicanas dedicadas al rubro textil es necesario la aplicación de la metodología Lean-Six Sigma para mejorar la calidad de productos y servicios. Debido a eso, propone configurar una metodología a través de Lean Manufacturing y Six Sigma, con la finalidad de que se adapte a las particularidades de una empresa textil, en cuanto a su entendimiento y aplicación. Para el desarrollo del trabajo se tomó como referencia la empresa textil de Tulancingo. Primero, se conoció las principales etapas del proceso de la empresa, segundo se identificó los problemas que presentaba. Tercero, se planearon los recursos a utilizar en el proyecto. Cuarto, se volvió a identificar las actividades que no agregan valor en el proceso y las herramientas LSS requeridas. Posteriormente, se plantea la propuesta de mejora y finalmente, realiza una prueba piloto dando validación y seguimiento. Los resultados obtenidos arrojaron que se las acciones LSS aplicadas en la empresa lograron reducir el porcentaje de hilos gruesos en urdimble de la tela acabada de mezclilla; de un 41% a un 26.5%. Entonces, las herramientas de LSS y la metodología propuesta contribuyen a una mejora en las empresas textiles, si se seleccionan de acuerdo a las características y según el problema a tratar.

Huaripata *et al.* [4] en su trabajo de investigación “*Propuesta de mejora del proceso productivo en una empresa de confección textil aplicando la metodología Lean Manufacturing*”, menciona que en la estación de confecciones de la empresa Free Like mantenían costos de producción elevados provocados durante la atención de los pedidos. Entonces, el objetivo fue reducir dichos costos a través de la herramienta Lean Manufacturing. Para ello, se realizó el diagnóstico y análisis de la empresa, luego se evaluaron las herramientas lean en base al problema encontrado y por último se realizó la aplicación de las mismas. Los resultados demostraron que con la aplicación de las herramientas se puede eliminar el 13% de los sobrecostos de materia y reducir del 3.8% del sobrecosto de mano de obra. Se concluye que la implementación de estas herramientas como 5S, FWS, SMED, balance en línea y Jidoka permitieron obtener resultados positivos en base a la mejora del proceso productivo y con ello a la reducción de sus costos.

Soto [5] realizó una investigación titulada “*Aplicación del Lean Manufacturing en PyMES de Confección Textil*”, en la que expresa que la PyME textil “CP” tiene problemas de despilfarro en la gestión de mano de obra, el método de trabajo, los materiales e incluso las máquinas que

utiliza. Ante eso, se plantea aplicar el método de Lean Manufacturing para mejorar los resultados del área productiva de la empresa. La metodología consistió en 8 etapas, las cuales son: Conformar equipo Lean, capacitarlo, determinar el área de aplicación, identificar la familia de productos, selección de la familia de productos con mayor impacto, selección de las herramientas lean, aplicación de las mismas y finalmente la evaluación. Con la aplicación del VSMA se redujo el desperdicio por materiales en un 33%, con el Takt Time se disminuyó el tiempo de 62.85 min/pieza a 47.27 min/pieza con el requerimiento de 6 operarios y con el OEE se incrementó el rendimiento de la maquinaria a 65.2%. Se puede concluir que la aplicación de estas herramientas ha permitido identificar y tratar los desperdicios más importantes del proceso de producción de la empresa textil “CP”.

Magallanes [6] en su trabajo de investigación *“Aplicación de herramientas de lean Manufacturing en la línea de costura de polo box a fin de incrementar la eficiencia en la Empresa textil del Valle S.A”*, declara que la línea de producción de la empresa mantiene una inadecuada metodología de trabajo, así como un alto número de reprocesos realizados en cada ciclo de producción, existen actividades innecesarias que ocasionan la pérdida de tiempo y la distribución de las mesas de trabajo es incorrecta. Por ello, tuvo como objetivo proponer mejoras de Lean Manufacturing a fin de incrementar la eficiencia en la línea de costura de polo box en la Empresa Textil Del Valle S.A. Entonces, se recolectaron los datos mediante fichas y registros documentados acerca de tiempo de producción, balances de línea de costura, los y porcentajes de eficiencia. Posteriormente, se procesan los datos mediante gráficos estadísticos y finalmente se determinan las alternativas y herramientas de solución. Entonces, con la utilización del Takt Time y las celdas de manufactura se pudo identificar a los actores y a los recursos necesarios, proyectándose a una eficiencia del 76%. Se concluye que la metodología adecuada para contrarrestar el problema en el área de costura es la aplicación del Takt time y las celdas de Lean Manufacturing, porque permiten mejorar la eficiencia y cumplir con los pedidos de los clientes, mediante un acucioso estudio de tiempos y balance de línea de las operaciones.

Ortiz [7] en su estudio titulado *“Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima – Perú”* manifiesta que el área de confección del proceso productivo de la empresa presenta múltiples deficiencias ocasionando una baja productividad. El objetivo de esta investigación es mejorar la productividad de esta empresa a través de la implementación

de herramientas Lean Manufacturing. La metodología consistió en analizar las etapas del proceso de confección y detectar los problemas que estaban presentes. En base a eso, luego se elaboró un plan de mejora siguiendo el método DMAIC. Seguidamente, se aplicaron las herramientas del VSM, 5S, instructivos para el aprendizaje, estudio de tiempos y un TPM. Los resultados arrojaron que a través del VSM el lead time alcanzó un total de 5 días y un TVA de 25497.66, mejorando un 64%. Asimismo, las 5S se logró alcanzar un nivel final de 89%, equivalente a “Bueno”. También, los instructivos logró en las operarias un nivel de aprendizaje de 71%. Por último, se obtuvo una disminución de los tiempos estándar en un 21.753% y un aumento del 20% de la productividad. Para concluir, las herramientas de Lean Manufacturing lograron la mejora del proceso y por ende de la productividad de la empresa de confección de ropa.

Barrientos *et al.* [8] realizó un estudio de investigación denominado “*Lean Manufacturing Model of Waste Reduction Using Standardized Work to Reduce the Defect Rate in Textile MSEs*”, en el que demuestra el caso de estudio a una empresa denominada TEXTIL S.AC. la cual presenta una baja productividad, variabilidad en su procesos y sobrecostos operativos. Con base a lo anterior, el objetivo es brindar un modelo de Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios para enfrentar los problemas de la industria textil peruana. Primero, se realizó el diagnóstico del proceso y se identificó los problemas. Posteriormente, se diseñó las acciones del plan de mejora. Seguidamente, se implementó dicho plan. Por último, se simuló el proceso y analizó los resultados. En efecto, la implementación y la simulación a través del proceso mostraron una reducción del 8 % en la tasa de defectos y una mejora del 32 % en los plazos de entrega. Se llegó a concluir que independientemente de la industria y el sector de la empresa, las herramientas Lean podrían ser aplicables en cualquier entorno.

Chávez *et al.* [9] en su estudio denominado “*Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla*” indica que el problema se encuentra en la etapa de producción no cumple con la meta trazada, obtenido un total del 20% en reclamos. Entonces, por ello se requiere determinar una estandarización para incrementar la productividad del proceso. Para el desarrollo, se evaluó el desempeño de las máquinas y del personal para establecer un porcentaje de eficiencias y con ello estandarizar los tiempos. Como resultados, se obtuvo la disminución de retrasos en el área de confección en un 60%. Llegando a la conclusión, que la estandarización es un método que influye directamente en la calidad y el aumento de la producción.

Arias et al. [10] en su investigación titulada “*Simulación como herramienta para el diseño de un modelo de producción para la maquila textil*”, identificó oportunidades para mejorar los metros de trabajo de una maquila textil para uniforme por la gran cantidad de trabajo que provocaban. Entonces, decidió implementar un sistema de producción de manufactura esbelta haciendo uso de la simulación. El objetivo de estudio fue analizar una línea de producción de ensambles de camisas a través de la simulación. Asimismo, mantuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo e implementó estadísticas para la validación de datos. El sistema diseñado permitió el incremento de la producción en un 6% y la productividad en un 49%, disminuyendo la cantidad de trabajo en el proceso a través de la metodología esbelta. Concluyendo que para los cambios propuestos no se generaron inversiones iniciales y se mantuvo una producción ordenada.

Materiales y métodos

Diagnóstico de la situación actual de la empresa. Para el diagnóstico, se identificó el problema principal del proceso de producción con el apoyo del diagrama de Ishikawa. Además, se elaboró el Diagrama de Operaciones (DOP) y con ello un diagrama de bloques para identificar las actividades y los tiempos del proceso. Posteriormente, con los datos obtenidos de la empresa se determinó los indicadores de eficiencia y productividad, utilizando las siguientes fórmulas:

$$Productividad = \frac{Producción}{N^{\circ} operarios}$$

$$Eficiencia = \frac{Tiempo Total de las actividades}{N^{\circ} Estaciones \times Tatk Time} \times 100$$

Después, en base al En base al Diagrama de bloques se simuló el estado actual utilizando el software ProModel.

Propuestas de mejora. Con el reporte de los resultados obtenidos, se procedió a proponer dos mejoras para el sistema y se compararon los resultados e indicadores para determinar la que sea más conveniente para la empresa.

Evaluación del beneficio económico de la propuesta. Para evaluar el beneficio económico, se realizó el cálculo en base a los costos e ingresos que genera la implementación de la propuesta de mejora elegida.

Resultados y discusión

En base al diagnóstico, en la figura 1 se observa el diagrama de Ishikawa de la baja eficiencia del proceso de la empresa Todo Sport, identificando como causas principales los puestos desordenados, personal no capacitado, cuello de botella elevado y máquinas obsoletas.

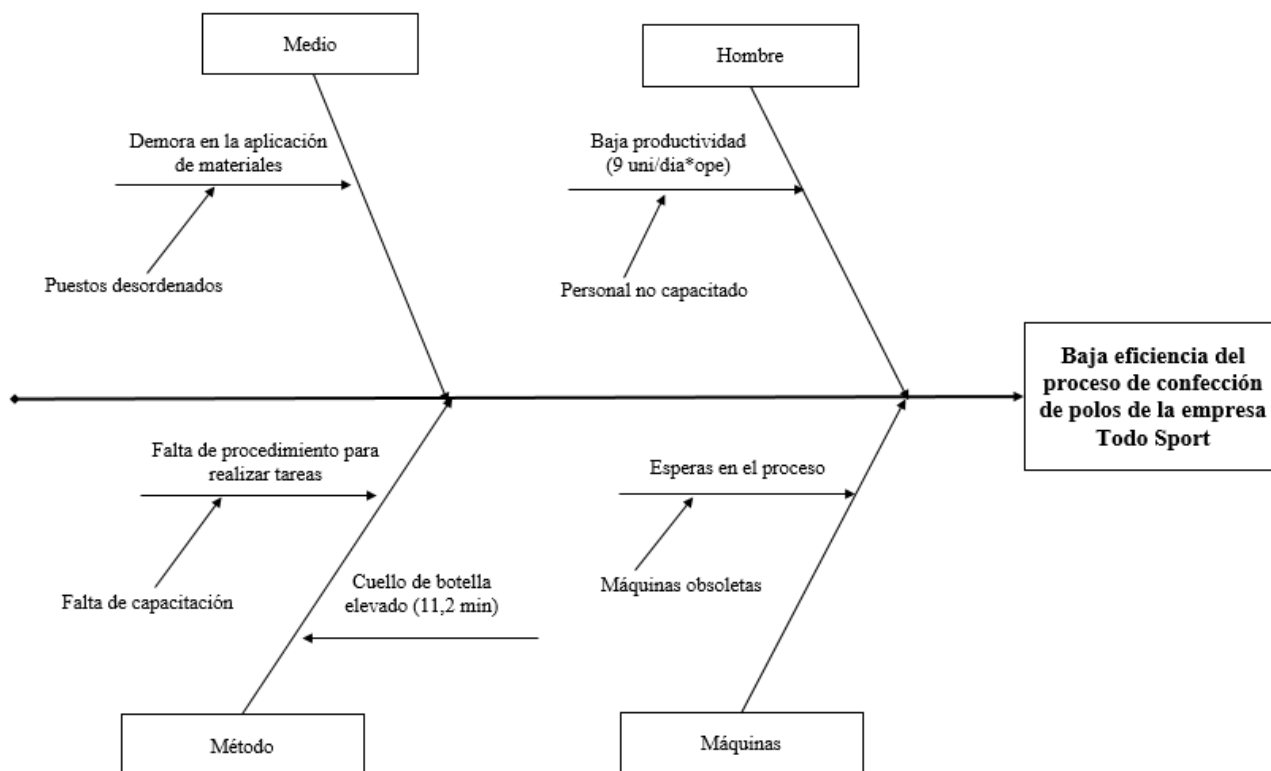
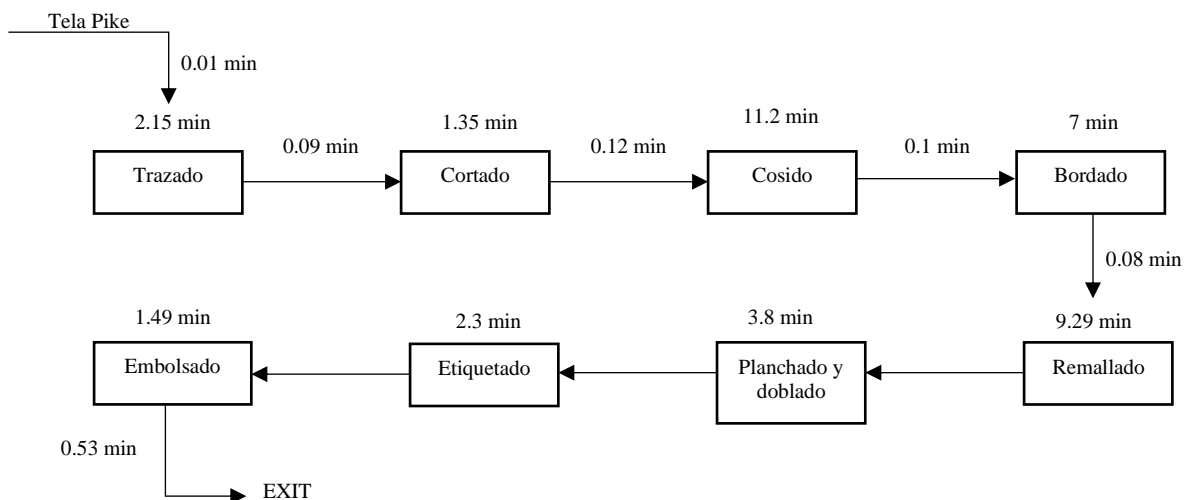


Figura 1: Diagrama de Ishikawa de la baja eficiencia del proceso de la empresa Todo Sport

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, también se realizó el diagrama de bloques obtenido un tiempo ciclo del proceso de 40,35 minutos y un cuello de botella de 11,2 minutos en el proceso de Cosido o armado de piezas.

Diagrama 1: Proceso de confección de polos escolares deportivos-Todo Sport



Fuente: Elaboración propia en base la información de la empresa

Para el desarrollo de la simulación del proceso actual, se ha considerado un tiempo 8 horas diarias de acuerdo a la jornada laboral de la empresa, 8 estaciones de trabajo y un total de 15 operarios. Asimismo, en la etapa de cosido se cuenta con 5 operarios, en la etapa de bordado con 2 operarios y en la etapa de remallado con 3 operarios.

El software nos arroja una producción de 114 unidades, lo que concuerda con la producción teórica de 109 unidades de la empresa dado que se mantiene un margen de error de $\pm 5\%$. Asimismo, según el resultado de las locaciones la mesa de trazado es la de mayor utilización con un 100%

Cuadro de indicadores		
Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)
Tela	756.00	62.08
Polo	0.00	0.00
Polo bordado	0.00	0.00
Polo etiquetado	0.00	0.00
Polo Terminado	114.00	45.98

Figura 2: Resultados del estado actual del proceso

Fuente: Software ProModel

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	% Utilización	Tiempo Por entrada Promedio (Min)
Mesa Trazado	8.00	1.00	100.00	40.00
Mesa Cortado	8.00	1.00	99.35	43.35
Bordadora.1	8.00	1.00	95.62	7.52
Bordadora.2	8.00	1.00	95.64	7.65
Bordadora	16.00	2.00	95.63	7.59
Remalladora.1	8.00	1.00	94.68	11.36
Remalladora.2	8.00	1.00	94.55	11.35
Remalladora.3	8.00	1.00	93.29	11.48
Remalladora	24.00	3.00	94.17	11.40
Maquinas Coser.1	8.00	6.00	98.60	18.20
Maquinas Coser.2	8.00	6.00	98.23	18.86
Maquinas Coser.3	8.00	6.00	98.63	18.94
Maquinas Coser.4	8.00	6.00	98.03	18.82
Maquinas Coser.5	8.00	6.00	98.63	18.94
Maquinas Coser	40.00	30.00	98.42	18.75
Mesa Planchado	8.00	1.00	91.77	3.80
Etiquetadora	8.00	1.00	55.10	2.30
Embolsado	8.00	1.00	35.65	1.49

Figura 3:Resultado de % Utilización de Locaciones

Fuente: Software ProModel

Con las formulas aplicadas se obtuvo que la empresa mantiene una productividad de MO de 9 unidades/día*operario y una eficiencia del 45,03%.

Tabla 1: Indicadores actuales de eficiencia y productividad

Productividad actual	Eficiencia actual
Producción: 114 unidades	Tiempo sistema: 45.98 minutos
N° Operarios: 15	N° Estaciones: 8
	Takt time: 4,40 minutos
Productividad MO: 7 unidades/día*operario	Eficiencia: 45,03%

Fuente: Elaboración propia en base la información de la empresa

Con respecto a lo que menciona Soto [5] en su investigación que generalmente en una empresa textil se mantiene problemas en la gestión de mano de obra o en el método de trabajo, los materiales e incluso las máquinas que utiliza lo que ocasiona bajos indicadores de productividad y eficiencia En este caso, se encontró que la empresa Todo Sport presenta una baja eficiencia

en su proceso de producción, pero por los retrasos del proceso por la demora en la máquinas y un procedimiento inadecuado de los operarios.

Propuesta de Mejora 1: En base a los resultados, como primera puesta se procedió a realizar la estandarización de tiempos de los procesos de confección de polos en base a la investigación realizada por [9]. Los resultados de los tiempos estandarizados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Nuevos tiempos estandarizados con la propuesta de mejora 1

Procesos	T. Actual (minutos)	T. Estándar (minutos)	Disminución (minutos)
Trazado	2.15	1.9608	0.1892
Cortado	1.35	1.2312	0.1188
Cosido	11.2	10.2144	0.9856
Bordado	7	6.384	0.616
Remallado	9.29	8.47248	0.81752
Planchado	3.8	3.4656	0.3344
Etiquetado	2.3	2.0976	0.2024
Embolsado	1.49	1.35888	0.13112

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se procedió a la simulación en el software ProModel. Los resultados indicaron que con la propuesta 1 se obtienen un total de 126 polos terminados con un tiempo promedio en el sistema de 41.92 minutos.

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)
Tela	828.00	57.21
Polo	0.00	0.00
Polo bordado	0.00	0.00
Polo etiquetado	0.00	0.00
Polo Terminado	126.00	41.92

Figura 4: Resultados con la propuesta 1

Fuente: Software ProModel

Por otro lado, las operaciones que mantienen mayor tiempo y utilización siguen siendo la mesa de trazado y cortado con 36,92 minutos y 39,75 minutos respectivamente, como se muestra en la figura 5.

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	% Utilización	Tiempo Por entrada Promedio (Min)
Mesa Trazado	8.00	1.00	13.00	100.00	36.92
Mesa Cortado	8.00	1.00	12.00	99.37	39.75
Bordadora.1	8.00	1.00	67.00	95.77	6.86
Bordadora.2	8.00	1.00	66.00	95.79	6.97
Bordadora	16.00	2.00	133.00	95.78	6.91
Remalladora.1	8.00	1.00	44.00	95.02	10.37
Remalladora.2	8.00	1.00	44.00	94.90	10.35
Remalladora.3	8.00	1.00	43.00	93.75	10.46
Remalladora	24.00	3.00	131.00	94.55	10.39
Maquinas Coser.1	8.00	6.00	168.00	98.62	16.91
Maquinas Coser.2	8.00	6.00	168.00	98.25	16.84
Maquinas Coser.3	8.00	6.00	168.00	98.62	16.91
Maquinas Coser.4	8.00	6.00	162.00	97.91	17.41
Maquinas Coser.5	8.00	6.00	162.00	98.64	17.54
Maquinas Coser	40.00	30.00	828.00	98.41	17.11
Mesa Planchado	8.00	1.00	128.00	92.17	3.46
Etiquetadora	8.00	1.00	127.00	55.30	2.09
Embolsado	8.00	1.00	127.00	35.64	1.35

Figura 5: Resultado de % Utilización de Locaciones con la propuesta 1

Fuente: Software ProModel

Entonces, se mejoró la eficiencia del proceso a 56,04 % y una productividad de mano de obra de 8 unidades/día*operarios. Asimismo, el tiempo en sistema promedio disminuyó a 41,92 minutos como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3: Indicadores de eficiencia y productividad con la propuesta de mejora 1

Indicadores	Antes	Prop. 1	% Variación
Producción (unidades)	114	126	24,56
Productividad (unid/día*ope)	7	8	14,28
Eficiencia (%)	45,03	56,4	25,25
Tiempo en el sistema (minutos)	45,98	41,92	8,82

Fuente: Elaboración propia

Chávez *et al.* [9] en su investigación menciona que la estandarización es un método que influye directamente en la calidad y el aumento de la producción. Para esta primera propuesta, este método permitió aumentar de 112 unidades a 126, es decir, un 24,56%.

Propuesta de Mejora 2: Como segunda propuesta, se realizó un en un balance en línea para mejorar la eficiencia y por ende la productividad. Además, se ha determinado un nuevo número de operarios para cada estación de nuestro sistema, en base al índice de producción requerido para cumplir con la demanda de pedidos.

$$\text{Unidades requeridas día} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Días disponibles al mes}}$$

$$\text{Unidades requeridas día} = \frac{122 \text{ unidades}}{24 \text{ días}}$$

$$\text{Unidades requeridas día} = 122 \text{ unid/día}$$

$$\text{Índice de producción} = 0.26$$

Tabla 4: Estaciones totales y cantidad de operarios

Estaciones	Procesos	T.E (min)	N° Ope Teórico	N° Ope. Reales
I	Trazado - Cortado	3.15	1.62	2
II	Cosido	11.2	3.4	4
III	Bordado	7	2.1	3
IV	Remallado	9.29	2.8	3
V	Planchado	3.8	1.1	2
VI	Etiquetado - Embolsado	3.79	1.09	2
Total		38.58		16

Fuente: Elaboración propia

Entonces, después de la mejora se obtiene un diseño del proceso con 6 estaciones. Obteniendo un total de polos deportivos terminados de 142 unidades por día, llegando a incrementar a solo 1 operario más.

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)
Tela	924.00	51.77
Polo	0.00	0.00
Polo bordado	0.00	0.00
Polo etiquetado	0.00	0.00
Polo Terminado	142.00	38.94

Figura 6: Resultados de indicadores con la nueva propuesta

Fuente: Software ProModel

Con respecto a las operaciones, el trazado sigue siendo el cuello de botella por su porcentaje de utilización del 100%, al igual que el área de corte. Sin embargo, hay una disminución en los tiempos promedio de 32 minutos y 34.13 minutos respectivamente.

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	% Utilización	Tiempo Por entrada Promedio (Min)
Mesa Trazado	8.00	1.00	15.00	100.00	32.00
Mesa Cortado	8.00	1.00	14.00	99.55	34.13
Bordadora.1	8.00	1.00	50.00	95.87	9.20
Bordadora.2	8.00	1.00	50.00	94.43	9.07
Bordadora.3	8.00	1.00	50.00	92.83	8.91
Bordadora	24.00	3.00	150.00	94.38	9.06
Remalladora.1	8.00	1.00	49.00	94.62	9.27
Remalladora.2	8.00	1.00	49.00	94.21	9.23
Remalladora.3	8.00	1.00	49.00	94.61	9.27
Remalladora	24.00	3.00	147.00	94.48	9.26
Maquinas Coser.1	8.00	6.00	234.00	98.01	12.06
Maquinas Coser.2	8.00	6.00	234.00	98.01	12.06
Maquinas Coser.3	8.00	6.00	228.00	98.04	12.38
Maquinas Coser.4	8.00	6.00	228.00	97.95	12.37
Maquinas Coser	32.00	24.00	924.00	98.00	12.22
Mesa Planchado.1	8.00	1.00	96.00	82.98	4.15
Mesa Planchado.2	8.00	1.00	48.00	41.91	4.19
Mesa Planchado	16.00	2.00	144.00	62.44	4.16
Etiquetadora	8.00	1.00	143.00	68.49	2.30
Embolsado	8.00	1.00	142.00	44.08	1.49

Figura 7: Resultado de % Utilización de Locaciones con la nueva propuesta

Fuente: Software ProModel

De esa manera, se obtuvo se mejoró la eficiencia del proceso a 84.33% y una productividad de mano de obra de 9 unidades/día*operarios. Asimismo, el tiempo en sistema promedio disminuyó en 38,94 minutos como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 5: Indicadores de eficiencia y productividad con la propuesta de mejora

Productividad Mejora	Eficiencia Mejora
Producción: 142 unidades	Tiempo ciclo: 38.94 minutos
Nº Operarios: 16	Nº Estaciones: 6
	Takt time: 3.38 minutos
Productividad MO: 9 unid/día*operario	Eficiencia: 84.33%

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los indicadores con y sin la propuesta de balance en línea, se obtiene una mejora en la producción del 24,56 %; de la productividad en 28,57%; la eficiencia en 43,60% y el tiempo en el sistema en 18,07%.

Tabla 6: Porcentaje de mejora de los indicadores con la propuesta.

Indicadores	Antes	Prop. 2	% Variación
Producción (unidades)	114	142	24.56
Productividad (unid/día*ope)	7	9	28.57
Eficiencia (%)	45.03	84.33	43,60
Tiempo en el sistema (minutos)	45.98	38.94	18,07

Fuente: Elaboración propia.

Ortiz [7] en su estudio aplico la metodología de Lean Manufacturing, la que permitió disminución de los tiempos estándar en un 21.753% y un aumento del 20% de la productividad. Por otro lado, Arias et al. [10] en su investigación aplica la simulación en una línea textil, incrementando la producción en un 6% y la productividad en un 49%, disminuyendo la cantidad de trabajo en el proceso a través de la metodología esbelta. No obstante, para este trabajo de investigación se propuso la aplicación de un balance en línea logrando así el incremento de la productividad en un 28,57%, la eficiencia en un 43,56%, y mediante la simulación se evidenció la disminución del tiempo en el sistema de 18,07%.

Con la comparación de las dos propuestas, se escoge la propuesta del balance de línea para el proceso de confección de polos, debido a que presenta resultados significativos ante la situación actual y la propuesta 1, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7: Cuadro Comparativo de las dos propuestas

Indicadores	Antes	Prop. 1	Prop. 2
Producción (unidades)	114	126	142
Productividad (unid/día*ope)	7	8	9
Eficiencia (%)	45,03	56,4	84.33
Tiempo en el sistema (minutos)	45,98	41,92	38.94

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación económica en relación a la propuesta escogida (balance de línea), hay que tener en cuenta que existe un incremento de 28 unidades/día, por lo que se genera una utilidad adicional de S/. 18 144 por mes, de esa manera, se alcanza una utilidad total de S/. 92 016 por mes.

Tabla 8: Ingresos con la nueva propuesta

Detalle	Antes	Después	Incremento
Producción	114	142	28
Precio por Unidad (S/.)	27	27	27
Ingresos Mensuales(S/.)	3078	92 016	18 144

Fuente: Elaboración propia.

También, hay que tener en cuenta que es necesario incurrir en gastos como la compra de una máquina bordadora y una plancha. Además, se necesita de la contratación de un nuevo operario para el área de remallado, por lo que se tiene que tener presente este último gasto. Pero, la propuesta también plantea la reducción de una máquina de coser, por lo que, su venta (depreciación) puede cubrir una parte de los gastos de la compra de la nueva remalladora y la plancha industrial.

Tabla 9: Costos al adquirir nueva maquinaria

Detalle	Costo (S/.)
Venta de Máquina de coser (+)	700
Maquina Remalladora (-)	2 900
Plancha industrial(-)	1 500
Total	3 700

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 6, el costo por adquirir las nuevas maquinarias es de S/. 3700. Sin embargo, son costos que se realizarán una sola vez a diferencia del costo del operario, el cual es de S/ 1 100 cada mes. Entonces, en un primer mes se obtiene un total de costos de S/. 4 800, posteriormente, solo se tendría el costo adicional del operario, lo que permite que la empresa siga generando ingresos porque la utilidad que se obtiene es mayor.

$$\text{Ingresos} = \text{S/} . 18\ 114 - \text{S/} . 1\ 100$$

$$\text{Ingresos} = \text{S/} . 18\ 014$$

Con la implementación realiza por Huaripata *et al.* [4] mediante la técnica de Lean Manufacturing 5S, llegó a conseguir un beneficio anual de S/. 81,060.00. Sin embargo, con la propuesta de balance en línea para este trabajo de investigación se obtienen ingresos netos mensuales de S/. 18 014, lo que equivale a S/. 216 168 anuales.

Conclusiones

Se concluye que con el diagnóstico realizado a la empresa de confección de “Todo Sport”, se logró identificar que la baja eficiencia del ocurre principalmente por las esperas en el proceso, manteniendo un cuello de botella de 11,2 minutos en el área de cosido de piezas. Asimismo, se simuló el estado actual del proceso mediante los resultados del software ProModel, obteniendo un total de 114 polos confeccionados por día y un tiempo en el sistema de 45.98 minutos.

Por otro lado, mediante el balance en línea como propuesta ganadora permitió el incremento de la eficiencia en un 43,60% y 28.57% en la productividad de mano de obra, llegando a confeccionar 142 unidades diarias, lo que significa que es una cantidad que cubrirá la demanda de los clientes. Además, se obtuvo una disminución del tiempo en el sistema a 38.94 minutos.

Finalmente, se realizó la evaluación económica de la propuesta por lo que se encontró viable dado que, se obtienen unos ingresos adicionales por mes de S/. 18 114, lo que no se ve afectado por los gastos incurridos por la adquisición de maquinaria de S/. 4 800 ni por el costo de mano de obra mensual. Se obtienen ingresos netos mensuales de S/. 18 014.

Referencias Bibliográficas

- [1] Instituto de Estudios Económicos y Sociales IEES, «Industria Textil y Confecciones,» Perú, 2021.
- [2] Sociedad de Comercio Exterior del Perú, «ComexPerú,» 27 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-textiles-en-el-primer-trimestre-crecieron-un-372>. [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [3] C. L. Millán Franco, O. Montaña Arango y J. R. Corona Armenta, «Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo,» *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, vol. 11, pp. 1498-1518 , 2017.
- [4] J. P. Huaripata Chugnas y A. A. Matos Olarte, «Propuesta de mejora del proceso productivo en una empresa de confección textil aplicando la metodología Lean Manufacturing,» Lima, 2017.
- [5] P. A. Soto Ramos , «Aplicación del Lean Manufacturing en PyMES de Confección Textil,» *Ñawparisun - Revista de Investigación Científica*, vol. 1, n° 3, pp. 59-72, 2019.
- [6] M. A. Magallanes De La Cruz , «Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la línea de costura de polo box a fin de incrementar la eficiencia en la Empresa textil del Valle S.A,» Lima, 2020.
- [7] J. E. Ortiz Porras, «Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima – Perú,» Lima, 2022.
- [8] N. Barrientos Ramos, L. Tapia Cayetano, F. Maradiegue Tuesta y C. Raymundo, «Lean Manufacturing Model of Waste Reduction Using Standardized Work to Reduce the Defect Rate in Textile MSEs,» *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 2020.
- [9] J. Velásquez Mancilla, M. Fierro Xochitototl y J. Chávez Medina, «Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla,» *Revista de Ingeniería Industrial*, vol. 13, n° 4, pp. 1-7, 2020.

- [10] G. Arias y D. Montenegro, «Simulación como herramienta para el diseño de un modelo de producción para la maquila textil,» *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología*, vol. 10, nº 1, pp. 20-26, 2021.

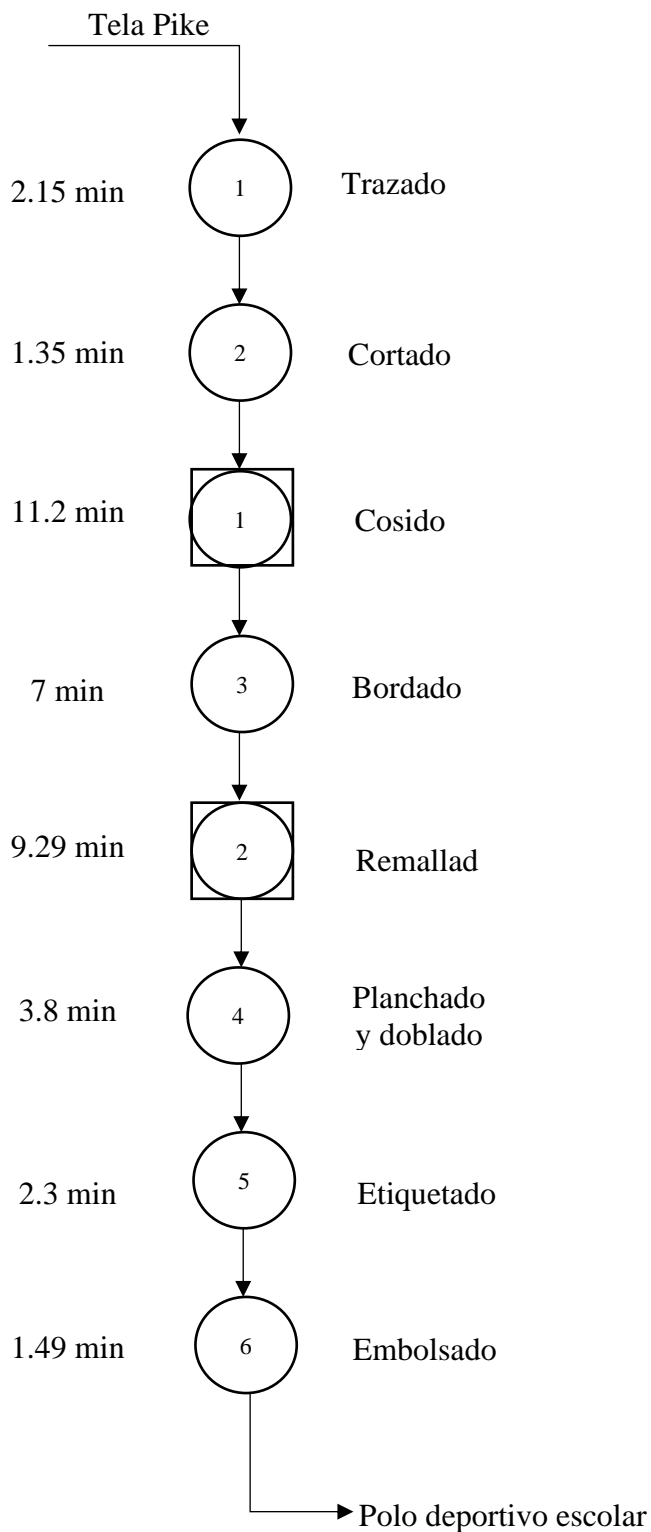
Anexos

Anexo 1: Demanda y producción de la empresa Todo Sport - 2019

Mes	Producción (unidades/mes)	Demanda (unidades/mes)	Demanda no atendida (docenas/mes)	Ingresos no percibidas (Soles/mes)
Enero	2616	3401	784.8	21190
Febrero	2568	3338	770.4	20801
Marzo	2712	3526	813.6	21967
Abril	2640	3432	792	21384
Mayo	2664	3463	799.2	21578
Junio	2544	3307	150	4050
Julio	2472	3214	100	2700
Agosto	2640	3432	110	2970
Setiembre	2592	3370	115	3105
Octubre	2544	3307	110	2970
Noviembre	2568	3338	120	3240
Diciembre	2544	3307	105	2835
Total	31104	40435.2	4770	128790

Fuente: Elaboración propia en base a la información de la empresa

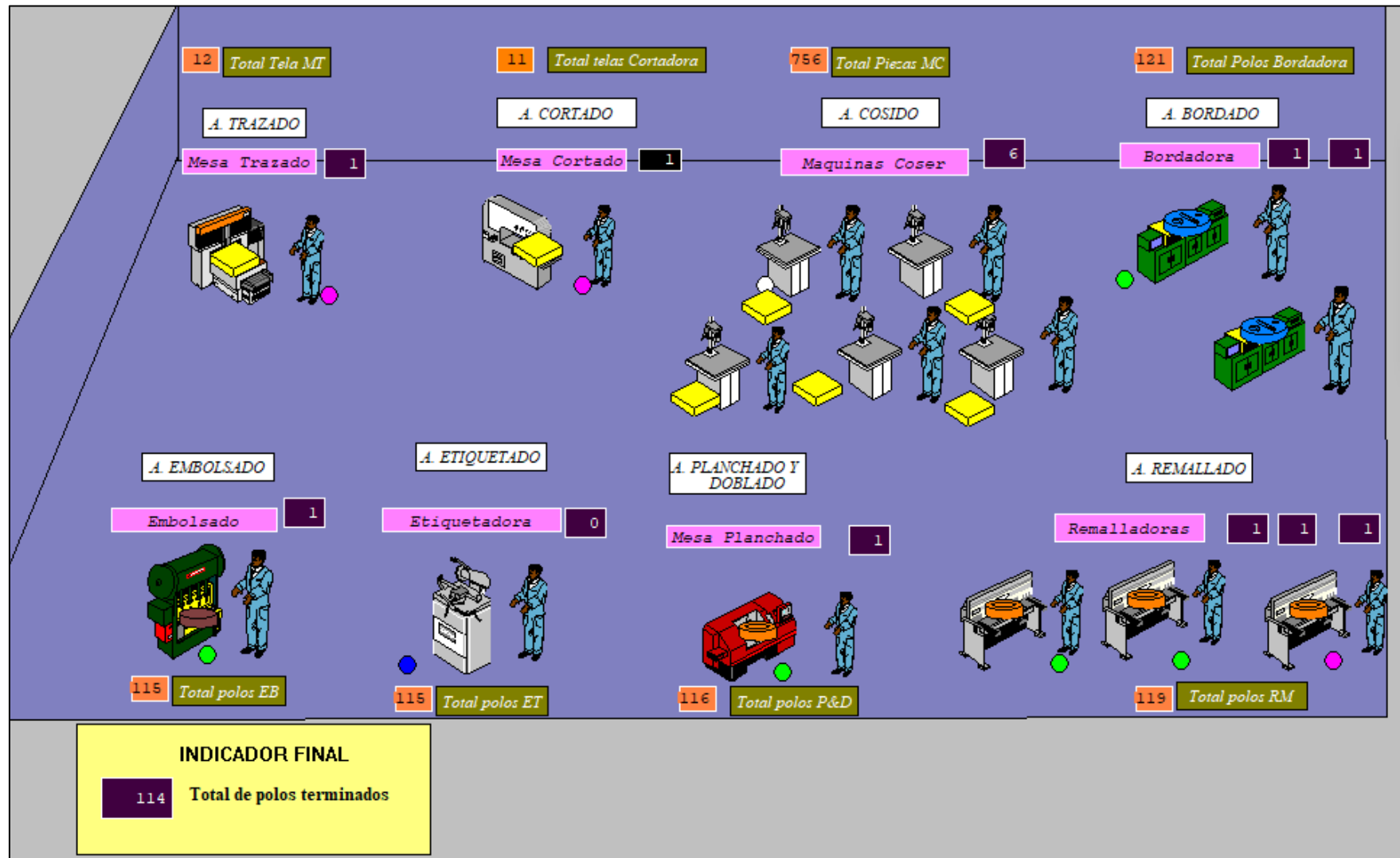
Anexo 2: Diagrama de Operaciones del proceso de confección de polos deportivos de la empresa Todo Sport



Operación	6
Inspección	2
Total	8

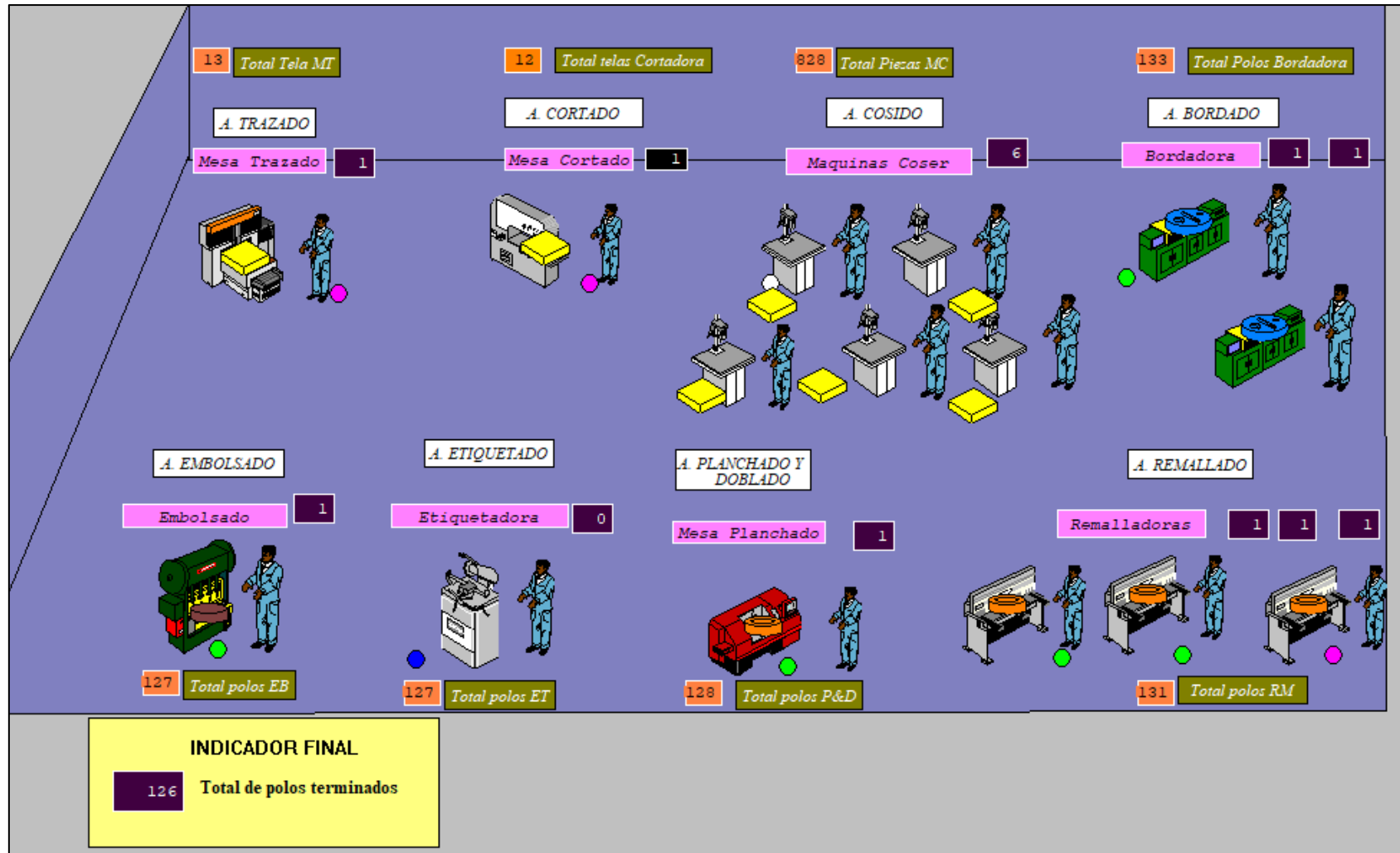
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Diseño del proceso actual de confección de polos deportivos de la empresa Todo Sport



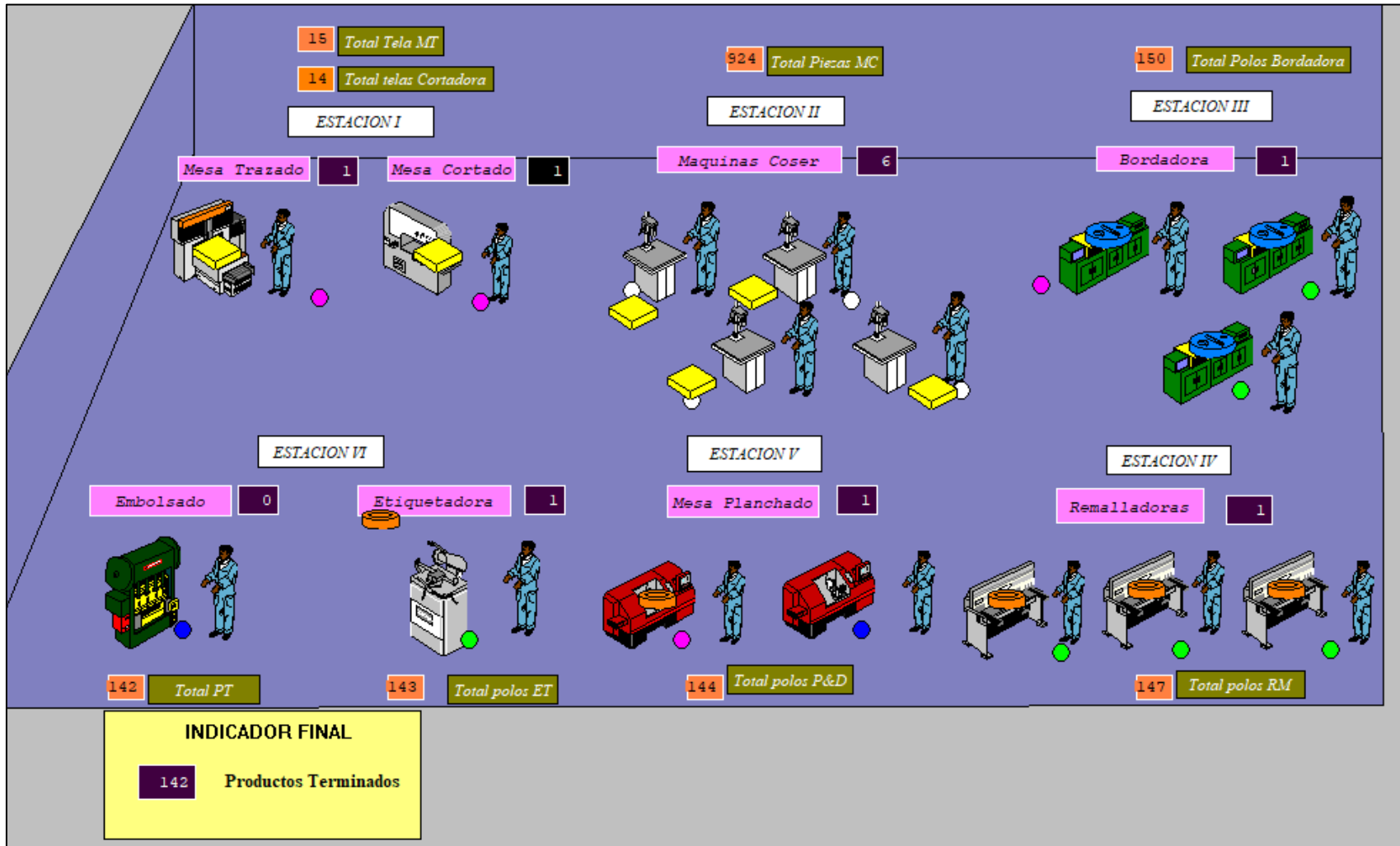
Fuente: Software ProModel

Anexo 4: Proceso mejorado de confección de polos deportivos de la empresa Todo Sport en base a la propuesta 1



Fuente: Software ProModel

Anexo 5: Proceso mejorado de confección de polos deportivos de la empresa Todo Sport en base a la propuesta 2



Fuente: Software ProModel

TIB FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE
