



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESO DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE LA
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA COMPUBORDADO**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

ÁREA: Industrial y Manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Luis Roberto Gutierrez Veliz

TUTOR: Ing. José Luis Gavidia García, Mg.

Ambato - Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA COMPUBORDADO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Luis Roberto Gutierrez Veliz, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Proceso de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

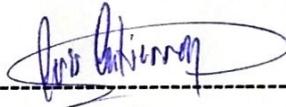
Ambato, septiembre 2022.

Ing. José Luis Gavidia García, Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA COMPUBORDADO” es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022.



Luis Roberto Gutiérrez Véliz

C.C. 1724097702

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Luis Roberto Gutiérrez Véliz, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en procesos de automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA COMPUBORDADO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, septiembre 2022.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Edith Elena Tubon Nuñez, Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación. Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022.



Luis Roberto Gutiérrez Véliz

C.C. 1724097702

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi familia. Un sentimiento especial de gratitud a mis amados padres cuyas palabras de aliento y empuje por la tenacidad resuenan en mis oídos. Mis hermanas que nunca se han separado de mi lado y son muy especiales para mí.

También dedico este trabajo a mis amigos y familiares que me han apoyado durante todo el proceso.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, tengo que reconocer y agradecer a Dios, por darme la capacidad de comenzar y completar este proyecto de investigación. Quiero agradecer a mi familia por su cariño, oración y apoyo a lo largo de mis estudios. Sin ellos, esto no sería posible.

*Por último, pero no menos importante, también me gustaría agradecer a la empresa **COMPUBORADO** que me dieron su total apertura y apoyo para la realización del presente proyecto, gracias por toda la ayuda brindada.*

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE TABLAS.....	x
ÍNDICE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2.1 Contextualización del problema.....	1
1.2.2 Fundamentación teórica.....	4
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
CAPÍTULO II.....	18
METODOLOGÍA.....	18
2.1 Materiales.....	18
2.2 Métodos.....	20
2.2.1 Modalidad de Investigación.....	20
2.2.2 Población y muestra.....	21
2.2.3 Recolección de Información.....	21
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	21

CAPÍTULO III	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1 Análisis y discusión de los resultados.	23
3.1.1 Reseña histórica de la empresa	23
3.1.2 Estructura organizacional.....	26
3.1.3 Procesos de la empresa.....	26
3.1.4 Productos de la empresa.....	27
3.1.5 Análisis ABC	27
3.1.6 Descripción del proceso para el producto de mayor demanda.....	30
3.1.7 Descripción de máquinas	32
3.1.8 Diagrama de flujo del proceso	36
3.1.9 Diagrama de operaciones de proceso.....	40
3.1.10 Cursograma analítico del proceso actual.....	42
3.1.11 Estudio de tiempos	51
3.2 Propuesta de mejora	71
3.2.1 Método propuesto para el proceso de costura	84
3.2.2 Diagrama de recorrido método propuesto.....	86
3.2.3 Cursograma analítico método propuesto.....	88
3.2.4 Resumen método actual vs propuesto.....	91
3.2.5 Estudio de tiempos para el método propuesto	92
3.2.6 Simulación del proceso productivo en la empresa Compubordado... ..	107
CAPITULO IV.....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
4.1 Conclusiones	113
4.2 Recomendaciones	114
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	115
Referencias bibliográficas.....	115
Anexos	118

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Pasos para el desarrollo del estudio de métodos.....	6
Tabla 2: Símbolos utilizados en el estudio de métodos	7
Tabla 3: Número de observaciones recomendadas.....	11
Tabla 4: Objetos utilizados en Flexsim.....	17
Tabla 5: Lista de materiales.....	18
Tabla 6: Datos informativos de la empresa.....	24
Tabla 7: Productos ofertados en la empresa.....	28
Tabla 8: Valorización de cada artículo elaborados en la empresa.....	28
Tabla 9: Porcentaje de participación.....	29
Tabla 10: Descripción de operaciones para la elaboración de camisetas polo.....	39
Tabla 11: Cursograma analítico proceso trazado y corte.....	42
Tabla 12: Cursograma analítico proceso de costura.....	44
Tabla 13: Cursograma analítico proceso de bordado.....	46
Tabla 14: División de tiempos por procesos.....	47
Tabla 15: Resumen general método actual.....	48
Tabla 16: Número de observaciones a realizarse.....	51
Tabla 17: Estudio de tiempos para el proceso de trazo y corte.....	52
Tabla 18: Estudio de tiempos para proceso de costura.....	54
Tabla 19: Calificación de desempeño.....	58
Tabla 20: Calificación de desempeño para proceso de costura.....	59
Tabla 21: Suplementos para proceso de trazo y corte.....	63
Tabla 22: Suplementos para el proceso de costura.....	64
Tabla 23: Tiempo estándar en el proceso de trazado y corte.....	64
Tabla 24: Tiempo estándar para el proceso de costura.....	66
Tabla 25: Resumen tiempo estándar.....	68
Tabla 26: Modalidad de trabajo en la empresa.....	68
Tabla 27: Producción por semanas.....	69
Tabla 28: Evaluación metodología 5s.....	72
Tabla 29: Nivel de cumplimiento 5s.....	74
Tabla 30: Dependencia entre procesos.....	82
Tabla 31: Método propuesto proceso de confección.....	84

Tabla 32: Cursograma analítico propuesto trazado y corte.....	88
Tabla 33: Cursograma analítico propuesto proceso de costura.....	89
Tabla 34: Resumen cursograma analítico método actual vs propuesto.	91
Tabla 35: Estudio de tiempos propuesto para el proceso de trazo y corte.	93
Tabla 36: Estudio de tiempos propuesto para proceso de costura.	94
Tabla 37: Calificación de desempeño para el proceso de trazado y corte método propuesto.....	97
Tabla 38: Calificación de desempeño para proceso de costura método propuesto....	97
Tabla 39: Suplementos para proceso de trazo y corte método propuesto.....	100
Tabla 40: Suplementos para el proceso de costura método propuesto.....	100
Tabla 41: Tiempo estándar para el proceso de trazado y corte método propuesto. .	101
Tabla 42: Tiempo estándar para el proceso de costura método propuesto.	102
Tabla 43: Tabla de resumen tiempo estándar propuesto.....	104
Tabla 44: Tiempo estándar método actual vs propuesto.....	104
Tabla 45: Producción por semanas.	106
Tabla 46: Producción método actual vs propuesto.	106
Tabla 47: Resultados obtenidos para 4 semanas.	111
Tabla 48: Comparación de resultados teóricos y simulados.....	111

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Estudio de trabajo.	4
Figura 2: Técnicas de obtención de datos para el estudio de métodos.....	7
Figura 3: Ejemplo diagrama de operaciones de proceso.....	8
Figura 4: Ejemplo de diagrama de recorrido.....	9
Figura 5: Calificación de la actuación mediante el método de Westinghouse.....	12
Figura 6: Suplementos por descanso.....	13
Figura 7: Ejemplo gráfica ABC.	16
Figura 8: Ubicación geográfica de la empresa.	24
Figura 9: Proceso de confección.	26
Figura 10: Proceso de bordado.....	27
Figura 11: Diagrama ABC.	29
Figura 12: Proceso de trazado sobre tela.....	30
Figura 13: Proceso de corte.....	31
Figura 14: Cortadora manual.	31
Figura 15: Proceso de costura.	32
Figura 16: Máquina de costura recta.....	32
Figura 17: Máquina overlock.....	33
Figura 18: Máquina recubirdora.....	33
Figura 19: Máquina de ojales.....	34
Figura 20: Máquina botonera.....	34
Figura 21: Proceso de bordado.....	35
Figura 22: Plancha eléctrica a vapor.....	35
Figura 23: Proceso de doblado y empaquetado.....	35
Figura 24: Diagrama de flujo de proceso de confección camisetas polo.....	37
Figura 25: Partes de la camiseta polo.....	38
Figura 26: Diagrama de operaciones para la producción de camisetas POLO.....	41
Figura 27: Diagrama proceso vs tiempo.	47
Figura 28: Diagrama de recorrido actual.	50
Figura 29: Diagrama Ishikawa.....	70
Figura 30: Tabulación de la metodología 5s.....	74
Figura 31: Tarjeta roja.....	77

Figura 32: Tarjeta roja en el proceso de trazado y corte.	78
Figura 33: Tarjeta roja proceso de costura.	78
Figura 34: Diagrama de recorrido propuesto.	87
Figura 35: Total de actividades método actual vs propuesto.	91
Figura 36: Distancia recorrida método actual vs propuesto.	91
Figura 37: Tiempo medido método actual vs propuesto.	92
Figura 38: Diferencia tiempo estándar actual vs propuesto.	104
Figura 39: Producción método actual vs propuesto.	106
Figura 40: Configuración de horarios de trabajo.	108
Figura 41: Flujograma del proceso en Flexsim.	108
Figura 42: Modelo método actual.	109
Figura 43: Modelo método propuesto.	109
Figura 44: Resultado simulación método actual.	110
Figura 45: Resultado simulación método propuesto.	110

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Entrevista realiza al gerente	118
Anexo 2: Formato cursograma analítico	119
Anexo 3:Factores evaluados mediante la metodología 5s	120
Anexo 4: Formato evaluación 5s.....	122
Anexo 5: Configuración de las máquinas para el método actual	124
Anexo 6: Configuración de las máquinas para el método propuesto.....	127
Anexo 7: Resultados de la simulación para 1 mes método actual	130
Anexo 8: Resultados de la simulación para 1 mes método propuesto	131
Anexo 9: Layout de la empresa.....	132

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal mejorar la productividad en la empresa COMPUBODADO, el que está enfocado a reducir los tiempos improductivos mediante el uso de técnicas del estudio de tiempos y movimientos.

La metodología aplicada fue de tipo cuali-cuantitativa debido a que se recopiló datos a través de observación directa y entrevista, además del tiempo de procesamiento para cada tarea, tiempo de ciclo del proceso de producción, cantidad de operadores, flujo del proceso y las condiciones actuales de producción. Por otro lado, datos secundarios, que incluyeron una breve historia y estructura organizativa de la empresa y horas de trabajo efectivas.

De la información obtenida se identificaron varios productos que se elaboran en la empresa, por lo que se aplicó el método de clasificación ABC, en donde se concluye que el producto a ser analizado es la camiseta polo debido a que es el de mayor demanda y valorización para la empresa.

Se utilizó diagramas de actividad y análisis para cada proceso, así como también formatos de estudio de tiempos y movimientos, en la medición del trabajo se obtuvo como resultado, que el cuello de botella es el área de confección puesto que es donde realizan la mayor cantidad operaciones y por ende conlleva mayor tiempo de producción, del análisis se obtuvo el tiempo estándar actual para la elaboración de camisetas polo, que fue de 36.99 minutos.

Se desarrollo una propuesta de mejora en base al estudio de tiempos y movimientos en donde se propone, la estandarización de las operaciones, una nueva metodología de trabajo, la redistribución de la máquinas y además, la organización del espacio de trabajo para facilitar la búsqueda de materiales y equipos mediante la metodología 5s, en donde se obtiene como resultado, el nuevo tiempo estándar que es de 32.70 minutos lo que se traduce en un aumento de 779 camisetas polo al mes a 881, es decir una mejora del 13% en comparación al método actual.

Palabras clave: Estudio de tiempos, productividad, desperdicios, redistribución.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to improve productivity in the COMPUBODADO company, which is focused on reducing unproductive times through the use of time and movement study techniques.

The applied methodology was of a qualitative-quantitative type due to the fact that data was collected through direct observation and interview, in addition to the processing time for each task, cycle time of the production process, number of operators, process flow and conditions. current production. On the other hand, secondary data, which included a brief history and organizational structure of the company and effective working hours.

From the information obtained, several products that are made in the company were identified, so the ABC classification method was applied, where it is concluded that the product to be analyzed is the polo shirt because it is the one with the highest demand and valorization. for the company.

Activity and analysis diagrams were used for each process, as well as time and movement study formats, in the measurement of the work it was obtained as a result, that the bottleneck is the manufacturing area since it is where they carry out the greatest amount operations and therefore entails a longer production time, the current standard time for the production of polo shirts was obtained from the analysis, which was 36.99 minutes.

An improvement proposal was developed based on the study of times and movements where it is proposed, the standardization of operations, a new work methodology, the redistribution of machines and also, the organization of the work space to facilitate the search for materials and equipment through the 5s methodology, where the new standard time is obtained as a result, which is 32.70 minutes, which translates into an increase of 779 polo shirts per month to 881, that is, an improvement of 13% compared to the method current.

Keywords: Study of times, productivity, waste, redistribution.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de prendas de vestir es una de las industrias más antiguas, grandes, y de mayor esfuerzo de mano de obra [1]. En esta nueva era de revolución industrial y dura competencia, no se trata solo de ser el mejor, sino de superar las adversidades y ser más productivo para satisfacer las necesidades del mercado [2]. Por lo tanto, para que los fabricantes de prendas de vestir sigan siendo competitivos en el mercado global, deben ser capaces de responder rápidamente a los cambios en la demanda de los clientes mejorando su productividad y eficiencia [3][4]. Esto se debe a que la productividad y la eficiencia son los principales aspectos que determinan las ganancias y el éxito de cualquier negocio [5]. Por lo tanto, el estudio de trabajo y la mejora continua en la fabricación, es un requisito para alcanzar la excelencia puesto que da una ventaja frente a los competidores [6].

El objetivo principal del estudio de tiempos y movimientos es eliminar las operaciones innecesarias y lograr el mejor método para realizar las operaciones [7]. Es así que, en el presente trabajo de investigación se busca mejorar la productividad en la empresa COMPUBORDADO, analizando los procesos productivos del producto de mayor demanda, donde mediante la metodología del estudio de tiempos recopilar la información y obtener un análisis preciso de todas las etapas de confección, para posterior sugerir propuestas de mejoras que eventualmente se puedan implementar.

Este trabajo de investigación se estructura en otros 4 capítulos, en el capítulo I se proporciona la literatura relevante sobre el tema de estudio y también los objetivos planteados de acuerdo al tema, en el capítulo II se describe los materiales y la metodología utilizada, en el capítulo III se presenta los resultados y discusiones sobre los diferentes escenarios del estudio de tiempos y movimientos en donde se presentan consideraciones y propuestas de mejoras, y en el capítulo IV, se hace referencia a las conclusiones y recomendaciones referentes al tema y objetivos planteados.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA COMPUBORDADO

1.2 Antecedentes Investigativos

1.2.1 Contextualización del problema

El estudio de tiempos y movimientos permite identificar oportunidades de mejora de procesos y eliminar actividades innecesarias, varios investigadores han utilizado esta metodología para mejorar la productividad y la eficiencia, pues permite determinar la línea base para futuras mejoras [8].

El estudio elaborado en la empresa Textil Sirius Sport tiene como problemática la baja productividad en el proceso de confección, por lo que busca mejorar sus procesos de fabricación, a través de la aplicación estudios de tiempos y movimientos; utilizando técnicas de registro y análisis de toda la línea de producción, se logra determinar que la eficiencia es de 74.51% con una productividad del 60.66%, por lo que se evidencia que existen varios factores que afectan directamente a la producción, en la aplicación de la propuesta se atacó principalmente a los procesos improductivos tales como métodos, materiales, máquinas y toda actividad que no agrega valor teniendo como resultado un aumento de la eficiencia del 93.49% y una reducción del tiempo de ciclo de 23.8 a 17.4 minutos [9].

Por otro lado, el estudio realizado en los procesos productivos en la empresa de confecciones Gregory, propone la aplicación de las técnicas y metodologías de la medición del trabajo, con el propósito de incrementar la eficiencia y la productividad mediante la identificación de las principales causas de los tiempos improductivos; en la aplicación del método los planteamientos sugeridos fueron, establecer mejoras sobre la base de los procedimientos de trabajo y utilización adecuada de máquinas y

materiales, en donde se pretenden optimizar el tiempo de producción actual de 32 horas a 26 horas lo que significa un mejoramiento en un 18.75% [10].

La aplicación de metodologías del estudio de métodos pretende examinar la forma en que se está desarrollando las actividades, simplificando o modificando las operaciones innecesarias, sin embargo, esta metodología en muchas organizaciones no es suficiente para alcanzar la máxima productividad, por lo que es necesario el uso de herramientas de manufactura esbelta, en el caso de la empresa de confecciones TodoSport se combinó estas dos metodologías para alcanzar su máxima productividad y satisfacer la demanda de los clientes, en el desarrollo de la propuesta se planteó un plan de mejoras en el área de confección, se realizó estudio de tiempos y movimientos y se combinó con herramientas de manufactura esbelta tales como VSM y 5S, como resultados de la propuesta, se estableció un plan de mejora que contribuyó a elevar la productividad de la empresa en un 20% aproximadamente [11].

En la investigación desarrollada en la empresa Soltex Apolo en la línea de confección de ropa interior, se centró en la creación de módulos de trabajo para determinar la mejor distribución de los procesos, conocer tiempos ociosos y movimientos excesivos; la metodología utilizada fue estudio de tiempos y movimientos, diagrama de hilos, VSM y simulación en FlexSim; como resultado se obtuvo un aumento de la productividad de 760 a 920 unidades con un aumento de la eficiencia en 29.21%, lo que representa una mejora al proceso productivo [12].

La necesidad de incrementar la capacidad de producción y consolidarse como líder en el mercado ha llevado a las organizaciones a detectar operaciones innecesarias, a optimizar los recursos y a mejorar sus procesos, por lo que la investigación desarrollada en el proceso de confección de la empresa Textil Impactex tuvo como objetivo incrementar la capacidad de producción en base a la mejora en sus procesos productivos, en el que mediante la propuesta de mejora, logró atacar a las diferentes problemáticas tales como los cuellos de botella, movimientos innecesarios y largas distancias de transporte; mediante el método propuesto se obtuvo como resultado un incremento en la producción del 10.37% [13].

La línea de producción adecuada tiene como objetivo optimizar los recursos humanos, materiales y tecnológicos, y poder obtener productos de alta calidad a precios muy

competitivos. Por lo que las organizaciones buscan aumentar la productividad y reducir los costes de producción, siendo este el caso de la empresa Ambatextil en donde se desarrolló la propuesta para optimizar los procesos productivos, mediante la implementación de estudio de tiempos y movimientos se enfocó en encontrar las causas del problema de la baja productividad, logrando determinar las falencias del ciclo productivo, en donde se evidenció que la mayoría de tareas no eran las más adecuadas, por consiguiente mediante la propuesta de mejora se obtuvo como resultado un aumento de 12800 a 24510 u/mes es decir se duplicó la producción en comparación con el método anterior además que se consiguió una reducción en los costos de fabricación [14].

El funcionamiento eficiente y fluido de cualquier organización requiere no solamente de una muy buena gestión del tiempo sino también de una correcta distribución de instalaciones, pues esto va a permitir un mejor flujo de materiales y personas, por lo que en un estudio realizado en la empresa Textil FabrilFame implementada en la línea de confección, logró mejorar el flujo del proceso gracias al estudio de tiempos y movimientos, en donde se analizó los tiempos improductivos y se detectaron los cuellos de botella; para la propuesta de mejora se realizó la reestructuración de las operaciones, tomando en cuenta las condiciones, factores de desempeño y suplementos bajo las que trabajan los operarios; los resultados obtenidos fueron muy favorables, denotando un incremento en la producción diaria de 568 a 658 unidades por consiguiente una mejora en la productividad de 30% en la empresa [15].

1.2.2 Fundamentación teórica

Estudio de trabajo

El estudio del trabajo es un término general con el que se le conoce al estudio de tiempos y movimientos, en particular el estudio del método y la medición del trabajo conducen sistemáticamente a la investigación de todos los factores que afectan la eficiencia y economía de la situación que se revisa con el fin de lograr una mejora.

Además se utiliza para determinar el tiempo estándar que toma un trabajador calificado para realizar una operación cuando trabaja en condiciones normales [16]. En la Figura 1 se muestra las subdivisiones del estudio de trabajo y su propósito principal.



Figura 1: Estudio de trabajo [16].

El principal objetivo del estudio del trabajo es mejorar la productividad de hombres, materiales y máquinas. En donde se busca determinar el mejor método para realizar cada operación utilizando mejor los recursos y a su vez eliminar elementos incensarios [16].

Estudio de método

Se define el estudio del movimiento como la "ciencia de eliminar el despilfarro resultante de movimientos mal dirigidos e ineficientes". El objetivo principal del estudio de movimiento es mejorar el ciclo productivo y conseguir menos desperdicio de mano de obra. Actualmente, se amplió el alcance del estudio de movimiento y se nombró como estudio de método [17].

El estudio de métodos se ocupa esencialmente de encontrar mejores formas de hacer las cosas. Agrega valor y aumenta la eficiencia al eliminar operaciones innecesarias, retrasos evitables y otras formas de residuos [17].

La mejora de la eficiencia se consigue mediante:

1. Disposición y diseño mejorados del lugar de trabajo.
2. Procedimientos de trabajo mejorados y eficientes.
3. Utilización eficaz de hombres, máquinas y materiales.
4. Diseño o especificación mejorada del producto final.

Los objetivos de las técnicas de estudio de métodos son:

1. Presentar y analizar hechos reales relacionados con la situación.
2. Examinar esos hechos de manera crítica.
3. Desarrollar la mejor respuesta posible en determinadas circunstancias basándose en criterios examen de hechos [17].

Estudio del movimiento

Se define como el estudio sistemático y crítico del método existente para realizar una tarea con miras a desarrollar el método más eficiente y económico de hacerlo [18].

El estudio de movimiento es un método para establecer estándares de productividad de los empleados en el que:

- Un trabajo complejo se divide en pasos pequeños o simples.
- La secuencia de movimientos realizados por el empleado al realizar esos pasos es observada cuidadosamente para detectar y eliminar movimientos innecesarios.
- Se mide el tiempo exacto necesario para cada movimiento correcto [18].

Pasos o procedimiento involucrados en el estudio de métodos

El enfoque básico del estudio de métodos consta de los siguientes ocho pasos [18]. El procedimiento detallado para realizar el estudio del método se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Pasos para el desarrollo del estudio de métodos [19].

Etapa	Desarrollo
1. SELECCIONAR	El trabajo a estudiar y definir sus límites.
2. REGISTRAR	Los hechos relevantes sobre el trabajo, mediante observación directa y recopilando todos los datos que puedan ser necesarios.
3. EXAMINAR	La forma en que se realiza el trabajo y justificar su propósito, colocar la secuencia y método de ejecución.
4. ESTABLECER	El método más práctico, económico y eficaz, aprovechando las contribuciones de los interesados.
5. EVALUAR	Las diferentes alternativas para desarrollar un nuevo método mejorado comparando rentabilidad del nuevo método seleccionado con el método actual.
6. DEFINIR	El nuevo método, de manera clara y presentarlo a los interesados, es decir, gerencia, supervisores y trabajadores.
7. IMPLANTAR	El nuevo método como práctica estándar y capacitar a las personas involucradas.
8. CONTROLAR	El nuevo método e introducir procedimientos de control para evitar una volver al método de trabajo anterior.

Técnicas de obtención de datos para el estudio de métodos

El siguiente paso en el procedimiento básico después de seleccionar el trabajo a estudiar, es registrar todos los hechos relativos al método existente. Para que las actividades seleccionadas en la investigación puedan ser visualizadas en su totalidad y con el fin de mejorarlos mediante un examen crítico posterior, es fundamental disponer de algún medio para dejar constancia de todos los hechos necesarios sobre la existencia del método. Los registros son muy útiles para hacer una comparación del antes y después para evaluar la eficacia del método mejorado propuesto [19].

Las técnicas para el estudio de métodos están diseñadas para simplificar y estandarizar el trabajo. Por consiguiente en la Figura 2 se muestran las gráficas y diagramas que se utilizan para la obtención de datos.



Figura 2: Técnicas de obtención de datos para el estudio de métodos [19].

Símbolos utilizados en el estudio del método

El método gráfico de registro de datos se lo realiza con el fin de hacer la presentación de los hechos con claridad, sin ambigüedad alguna y para poder comprenderlos de manera rápida, estos se los utiliza en lugar de una descripción escrita [19].

En la Tabla 2 se detalla los símbolos utilizados para el registro de datos.

Tabla 2: Símbolos utilizados en el estudio de métodos [19].

Símbolo	Actividad	Descripción
○	Operación	Indica los pasos principales de un proceso, método de procedimiento; normalmente la pieza, material o producto en cuestión que es modificado o cambiado durante la operación.
→	Transporte	Indica el movimiento de trabajadores, material o equipo de un lugar a otro.
□	Inspección	Indica cualquier tipo de inspección, verificación, medición, visual escrutinio de calidad y / o cantidad.
D	Demora	Indica un retraso en la secuencia de eventos.
▽	Almacenamiento	Indica un almacenamiento controlado en el que se recibe material o un artículo.
◻	Combinada	Cuando existen actividades realizadas por un mismo operario y que se ejecutan al mismo tiempo.

Gráficos utilizados en el estudio de métodos

Las actividades que componen los trabajos son registradas utilizando símbolos de estudio de método. Se debe tener mucho cuidado al preparar los gráficos para que la información que muestra se comprenda y reconozca fácilmente. Estos gráficos se utilizan para medir el movimiento del operador o del trabajo (es decir, en estudio de movimiento) [21].

Diagrama de operaciones de proceso

También se denomina gráfico de proceso de operación. El diagrama de operaciones de proceso ofrece una vista panorámica de todo el proceso registrando solo las principales actividades e inspecciones involucradas en el proceso [21]. Así en la Figura 3 se muestra el siguiente ejemplo.

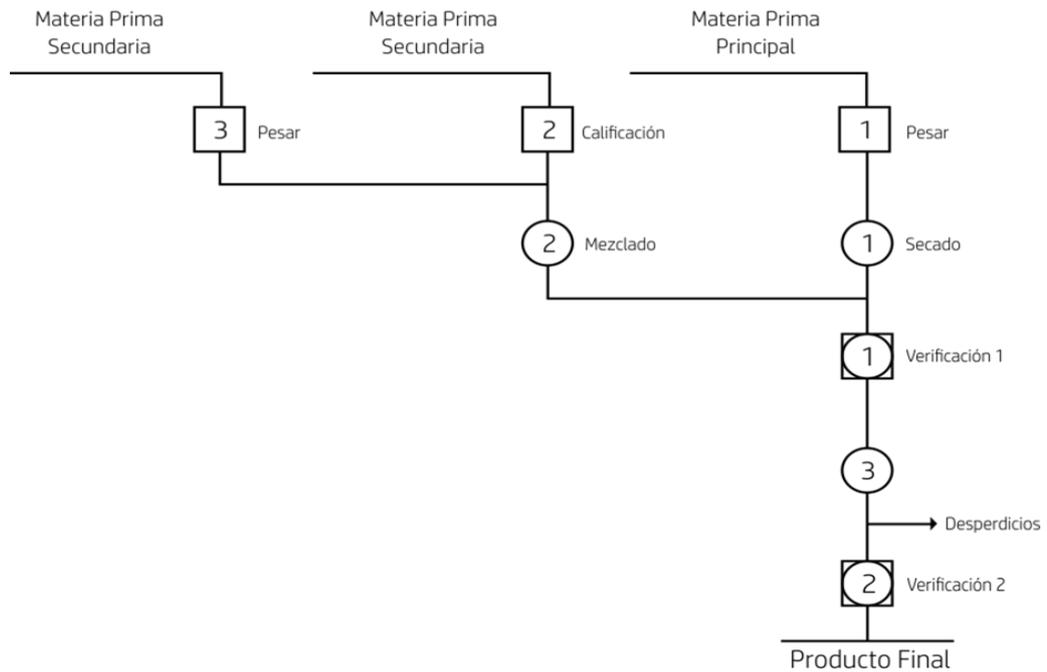


Figura 3: Ejemplo diagrama de operaciones de proceso [16].

Diagrama de flujo o recorrido

El diagrama de flujo es un dibujo del área de trabajo que muestra la ubicación de las diversas actividades, identificados por sus símbolos numerados y están asociados con el diagrama de proceso de flujo particular, ya sea tipo de hombre o tipo de máquina.

Las rutas seguidas en el transporte se muestran uniendo los símbolos en secuencia por una línea que representa lo más cerca posible el camino o movimiento del operador en cuestión [21], por consiguiente en la Figura 4 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo o recorrido.

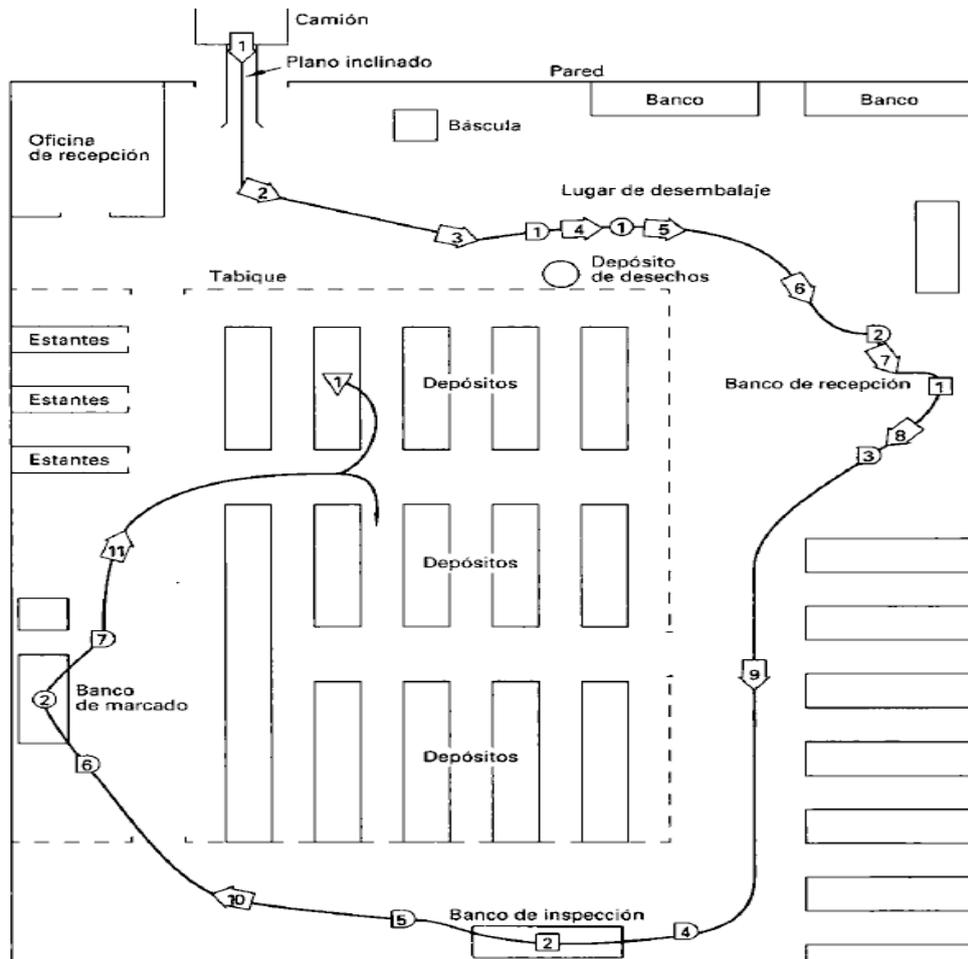


Figura 4: Ejemplo de diagrama de recorrido [17].

Estudio de tiempo

El estudio de tiempos también se denomina medición del trabajo. Es esencial tanto para la planificación como para el control de operaciones. Según el estudio de tiempos del British Standard Institute se ha definido como: La aplicación de técnicas diseñadas para establecer el tiempo que un trabajador calificado lleva a cabo un trabajo a un nivel definido de desempeño [22].

Materiales necesarios

Los siguientes materiales son necesarios para realizar el estudio de tiempos.

- Dispositivo de cronometraje
- Hoja de observación del estudio de tiempos
- Tablero de observación del estudio de tiempos
- En ocasiones es necesario otros equipos para la medición como regla o cinta métrica [22].

Pasos para realizar el estudio de tiempo

El cronómetro es la técnica básica para determinar estándares de tiempo precisos. Los pasos para realizar el estudio de tiempos son:

1. Seleccionar el trabajo a estudiar.
2. Obtener y registrar toda la información disponible sobre el trabajo, el operador y las condiciones de trabajo que puedan afectar el trabajo del estudio de tiempos.
3. Desglosar la operación en elementos. Un elemento es una parte instintiva de una determinada actividad compuesta por uno o más movimientos fundamentales seleccionados por conveniencia de observación y cronometraje.
4. Medir el tiempo mediante un cronómetro que toma el operador para realizar cada elemento de la operación. El método continuo o el método de vuelta a cero.
5. Al mismo tiempo, evaluar la velocidad efectiva de trabajo del operador en relación con la del observador a ritmo "normal". A esto se le llama calificación de desempeño.
6. Ajustar el tiempo observado por factor de calificación para obtener el tiempo normal para cada elemento.
7. Clasificación de tiempo normal observado.
8. Agregar los suplementos adecuados para compensar fatiga, necesidades personales, contingencias. etc. para dar un tiempo estándar para cada elemento.
9. Calcular el tiempo permitido para todo el trabajo agregando tiempos estándar elementales considerando frecuencia de ocurrencia de cada elemento.
10. Hacer una descripción detallada del trabajo que describa el método para el que se establece el tiempo estándar establecido.
11. Probar y revisar los estándares siempre que sea necesario [22].

Método General Electric

En la Tabla 3 se muestra el número de observaciones recomendadas que se deben realizar en función a la duración del ciclo de trabajo según la General Electric.

Tabla 3: Número de observaciones recomendadas [23].

Tiempo del Ciclo (min)	Observaciones a realizar
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
4.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

Factor de desempeño

El factor de desempeño (Fd) se expresa como el porcentaje de la eficiencia del operador representativo, que indica qué tan eficiente es un operador en comparación con algunos de sus compañeros de trabajo en promedio [23].

Sistema de calificación de Westinghouse

El método de Westinghouse es uno de los sistemas de calificación del desempeño del trabajador se calcula utilizando valores de habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones ambientales.

Habilidad: La habilidad puede definirse como la capacidad aprendida de un operario para realizar una acción con resultados determinados con una buena ejecución [23].

Esfuerzo: El esfuerzo se define como: la voluntad de trabajar. Algunos de los factores que inciden en el esfuerzo son: salud, estado físico en el momento, interés por el trabajo, actitud laboral general en el momento, condiciones de trabajo, estado mental y elemento distractor [23].

Condiciones: Se definen como condiciones a los elementos que tienen un mayor efecto sobre el operador que sobre la operación. Se consideran factores como: luz, calor y ventilación para la clasificación de las condiciones [23].

Consistencia: Cuando existe una variación en las mediciones se considera una falta de consistencia [23].

A continuación, en la Figura 5 se muestra los diferentes valores numéricos para los 4 métodos de calificación de desempeño.

Habilidad			Esfuerzo		
+ 0.15	A1	Superhábil	+0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Superhábil	+0.12	A1	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2	Pobre	-0.17	F2	Pobre
Condiciones			Consistencia		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regular	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Pobre	-0.04	F	Pobre

Figura 5: Calificación de la actuación mediante el método de Westinghouse [23].

Calificación de desempeño

La calificación de desempeño es el proceso durante el que se compara el desempeño del operador bajo observaciones en condiciones normales y se utiliza la siguiente ecuación:

$$Fd = 1 + \text{calificación del desempeño} \quad (1)$$

Tiempo normal

El tiempo normal (T_n) es el tiempo medio observado multiplicado por el factor de calificación de desempeño (F_d), el F_d es una estimación subjetiva del ritmo de un trabajador en relación con un ritmo de trabajo normal [24].

$$T_n = t_{\text{promedio}} * F_d \quad (2)$$

Sistema de suplementos por descanso

Para obtener el tiempo estándar, se debe agregar una asignación adecuada considerando las condiciones de trabajo. Al decidir la cantidad (generalmente en términos de porcentajes) de la asignación este se agregará al tiempo normal, en la Figura 6 se presenta los suplementos por descanso recomendados por la OIT.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES				
	Hombres		Mujeres	
A. Suplementos por necesidades personales	5		7	
B. Suplemento base por fatiga	4		4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES				
	Hombres		Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		
B. Suplemento por postura anormal				
Ligeramente incomoda	0	1		
Incomoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso Levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	max		

D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la Potencia calculada.	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento kata				
16		0		
8		10		
4		45		
2		100		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta concentración			0	0
Trabajos precisos o fatigosos			2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.			5	5
G. Ruido				
Continuo			0	0
Intermitente y fuerte			2	2
Intermitente y muy fuerte estridente y fuerte			5	5
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo			1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4
Muy complejo			8	8
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono			0	0
Trabajo bastante monótono			1	1
Trabajo muy monótono			4	4
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido			0	0
Trabajo bastante aburrido			2	1
Trabajo muy aburrido			5	2

Figura 6: Suplementos por descanso [23].

Tiempo estándar

El tiempo estándar es el tiempo permitido a un operador para realizar la tarea especificada bajo condiciones y nivel definido de rendimiento. Las diversas asignaciones se añaden al tiempo normal según corresponda para obtener el tiempo estándar [24], y está definida por la siguiente ecuación.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo normal} * (1 + \text{suplementos}) \quad (3)$$

Productividad

La productividad es la relación cuantitativa entre lo que se produce y lo que se usa como recurso para producirlos, es decir, relación aritmética de la cantidad producida (salida) a la cantidad de recursos (entrada) [25]. La productividad se puede expresar como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{salidas}}{\text{entradas}} \quad (4)$$

La productividad se refiere a la eficiencia del sistema de producción. Es un indicador de qué tan bien se utilizan los factores de producción (materia, capital, trabajo y energía) [25].

Factores que influyen en la productividad

Los factores que influyen en la productividad pueden clasificarse ampliamente en dos categorías: (A) controlables (factores internos) y (B) factores incontrolables (externos).

(A) FACTORES CONTROLABLES (INTERNOS)

1. Factor de producto: En términos de productividad, significa la medida en que el producto cumple requisitos de producción. El producto se juzga por su utilidad. El factor de costo-beneficio de un producto puede mejorar aumentando el beneficio al mismo costo o reduciendo el costo por el mismo beneficio [25].

2. Planta y equipos: Son importantes en la mejora de la productividad. El aumento de la disponibilidad de la planta a través del mantenimiento adecuado y la reducción del

tiempo de inactividad aumenta la productividad. La productividad se puede aumentar prestando la debida atención a la utilización, modernización, costes, inversiones, entre otros [25].

3. Tecnología: La tecnología innovadora y de última generación mejora la productividad en mayor medida. La tecnología de la información y la automatización ayuda a lograr mejoras en el manejo de materiales, almacenamiento, sistema de comunicación y control de calidad [25].

4. Material y energía: Los esfuerzos para reducir el consumo de materiales y energía dan lugar a una considerable mejora de la productividad [25].

5. Factores humanos: La productividad depende básicamente de la competencia y las habilidades humanas. La capacidad para trabajar con eficacia se rige por varios factores como la educación, la formación, la experiencia, aptitud de los empleados, entre otros. Adicionalmente la motivación de los empleados influirá en los resultados [25].

6. Métodos de trabajo: Mejorar las formas en que se realiza el trabajo mejora la productividad, el estudio del trabajo y las técnicas de ingeniería industrial son las técnicas para mejorar los métodos de trabajo [25].

7. Estilo de gestión: Influye en el diseño organizativo, la comunicación en la organización, política y procedimientos. Un estilo de gestión flexible y dinámico es un mejor enfoque para lograr mayor productividad [25].

Método ABC

El método ABC o también conocida como la regla 80/20 es una técnica para determinar que artículos representan mayor valor o aporte. Esta metodología permite la clasificación de productos en función al precio unitario por el consumo o demanda [20].

Para el análisis ABC los productos se clasifican en tres clases A, B y C, los "elementos A" son muy importantes representa el 80 % de los ingresos y tienen un control muy estricto es decir se debe evitar la falta de existencia de estos productos.

Los "elementos B" son productos de una demanda intermedia, contribuyen el 15% de los ingresos totales.

Los "elementos C" son menos importantes representa el 5 % restante de los ingresos.

Gráfica ABC

Es una representación gráfica del método ABC, en donde se representan los productos de mayor impacto y valorización categorizados mediante barras, esta ordenada de izquierda a derecha en descendente [20], así pues en la Figura 7 se muestra el ejemplo.

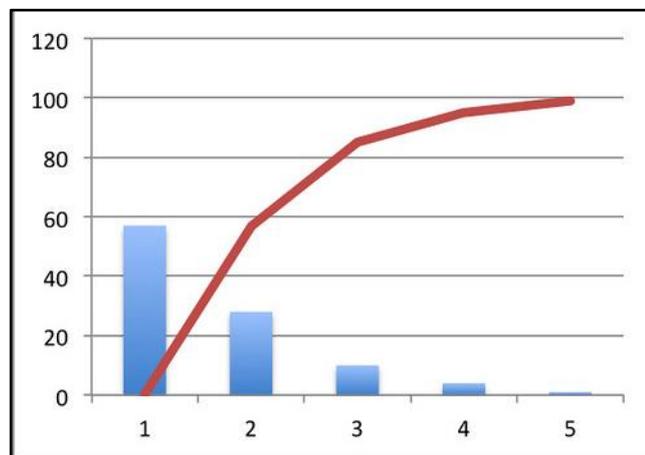


Figura 7: Ejemplo gráfica ABC.

Software Flexsim

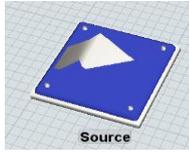
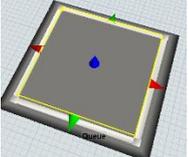
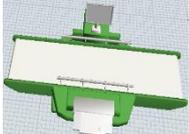
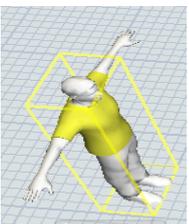
Flexsim es un software de simulación de eventos discretos que admite industrias manufactureras para analizar la planificación y producción mediante el diseño en 3D.

Los modelos de simulación en 3D se definen como una interfaz gráfica donde se pueden construir y examinar dichos modelos de simulación para predecir y visualizar variaciones en la fabricación con base a datos históricos, además a través de la simulación del proceso ayuda para la toma de decisiones en base a las evidencias obtenidas [26].

Objetos de un modelo de simulación

Los objetos son los componentes básicos de un modelo de simulación 3D. Existen diferentes tipos de objetos y cada uno de ellos tienen diferentes propósitos y funciones [27], algunos de los más comunes se detallan a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4: Objetos utilizados en Flexsim.

Nombre	Descripción	Imagen
Source	Su función es crear elementos y liberarlos antes de ser procesados, este objeto puede realizar la función de una bodega.	
Queue	Almacena elementos de trabajo hasta que un objeto está listo para ser procesado.	
Processor	Los procesadores simulan elementos como máquinas o equipos de trabajo, que se utilizan para el procesamiento de materiales.	
Sink	Desempeña la función de almacenar y contar los productos procesados y terminados.	
Operator	Es un ejecutor de tareas, desempeña la función de cargar y descargar las máquinas, así como también el de transportar el material de un lugar a otro.	

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar el estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa COMPUBORDADO.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el producto con mayor demanda en los procesos productivos de la empresa COMPUBORDADO.
- Registrar los tiempos y movimientos actuales de la línea de producción.
- Plantear una propuesta de mejora para incrementar la productividad en base al estudio de tiempos y movimientos realizado.

CAPÍTULO II

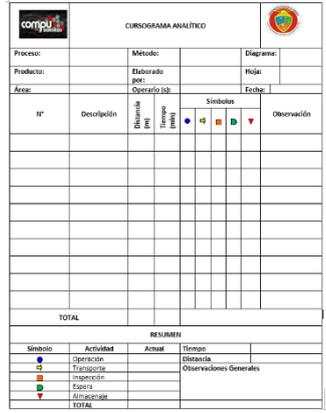
METODOLOGÍA.

2.1 Materiales

En la Tabla 5 se describe los materiales utilizados en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Tabla 5: Lista de materiales.

Material	Función	Gráfico
Cámara	Dispositivo utilizado para capturar en fotos y videos los procesos productivos.	
Cronómetro	Dispositivo de cronometraje utilizado para la medición del tiempo en los procesos productivos.	
Flexómetro	Instrumento utilizado para las mediciones de distancias entre máquinas y materiales.	
Microsoft Visio	Herramienta utilizada para realizar diagramas, mapas conceptuales, flujogramas y cursogramas sinóptico.	

Material	Función	Gráfico
Microsoft Word	Herramienta para procesamiento de texto, diagramas, gráficos, tablas en el proyecto.	
Microsoft Excel	Herramienta utilizada para el procesamiento de datos numéricos (cursogramas, procesamiento de tiempos).	
Hoja de observación	Formulario previsto para anotar la información necesaria sobre la operación que se está estudiando.	 <p>The image shows a form titled 'CURSOGRAMA ANALITICO' with fields for 'Proceso', 'Método', 'Diagrama', 'Producto', 'Elaborado por', 'Hoja', 'Área', 'Operario', and 'Fecha'. It includes a table for recording observations with columns for 'Nº', 'Descripción', 'Ejecución', 'Observación', and 'Símbolos'. A legend at the bottom defines symbols for 'Operación', 'Ejecución', 'Espera', and 'Almacenamiento'.</p>
AutoCAD	Utilizado para la elaboración del Layout empresarial.	
Flexsim	Software utilizado para la comprobación de resultados.	

2.2 Métodos

Enfoque de la investigación

El trabajo de investigación tuvo un enfoque de tipo cuali-cuantitativo, pues combinó estos dos métodos para buscar brindar soluciones en base a la información obtenida. Mediante el enfoque cualitativo se buscó recolectar la información de equipos, ubicación de la máquina, así como la metodología de trabajo, y de tipo cuantitativa puesto que se pudo obtener mediante el estudio de tiempos y movimientos resultados numéricos; de tal forma que se realizó una propuesta de mejora y se comparó los resultados obtenidos.

2.2.1 Modalidad de Investigación

Investigación aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada pues tuvo como fundamento los conocimientos adquiridos en la rama de la ingeniería de métodos que fueron la base para la realización del presente trabajo de investigación, en donde se buscó incrementar la productividad reduciendo tiempos improductivos y movimientos innecesarios a través del análisis del estudio de tiempos y movimientos en el proceso productivo.

Investigación bibliográfica- documental

Se empleó este tipo de modalidad dado que la presente investigación se sustenta en libros, revistas científicas, tesis de grado y todas las fuentes confiables que garanticen la veracidad de la información con la finalidad de obtener criterios referentes al tema y darle un sustento científico y documental al presente trabajo de investigación.

Investigación de campo

La investigación es de campo pues se realizó en el área productiva manteniendo contacto directo con los procesos productivos de donde se recopilaron los datos, mediante apuntes observaciones, videos y registros de tiempos de producción que fueron necesarios para llevar a cabo el presente estudio y plantear mejoras.

2.2.2 Población y muestra

Población

Para el estudio se consideró el total de la población en el producto de mayor demanda, actualmente la empresa cuenta con 7 personas distribuidas en las distintas áreas productivas que se encargan de la realización de cada uno de los procesos productivos.

Muestra

Debido a que la población no es mayor a 100 personas no es necesario establecer la muestra y se realiza el estudio con toda la población.

2.2.3 Recolección de Información

En el presente proyecto de investigación se recolectó la información por medio de técnicas tales como la entrevistas, observaciones y documentos en días normales y sin interrumpir las actividades laborales.

En la medición del trabajo para el estudio de tiempos y movimientos se utilizaron equipos tales como flexómetro y equipos de grabación; para la recopilación de las mediciones realizadas tanto del personal, máquinas, herramientas, se registraron mediante tableros de observaciones y formularios de estudio de tiempos, además se aplicaron técnicas como entrevistas y observación directa. Se describieron las actividades productivas mediante diagramas de procesos y cursogramas analíticos y finalmente se diseñaron diagramas de recorrido de personal y materia prima de los datos obtenidos.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

De la información obtenida en la recolección de la información se procedió a la tabulación y análisis de datos de manera minuciosa y en los formatos establecidos para desarrollar los cálculos correspondientes al estudio de tiempos, en donde se realizaron los siguientes procedimientos:

- Identificación y selección del objeto a estudiar
- Obtención y registro de toda la información disponible sobre el trabajo, el operador y las condiciones que afectan al proceso productivo mediante encuestas, entrevistas y observación directa.
- Medición de los tiempos que toma el operador para realizar cada operación mediante el uso de formularios.
- Tabulación y análisis de los datos registrados mediante el uso del software Microsoft Excel para la verificación e identificación de los procesos que no generan valor.
- Interpretación y propuesta de mejoras para incrementar la productividad en base a los análisis realizados.
- Presentación de los resultados obtenidos mediante ecuaciones, gráficos y tablas para su valoración e interpretación.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Reseña histórica de la empresa

La empresa COMPUBORADO inicia sus actividades hace 30 años en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados de la mano de su fundador el Ingeniero Clotario Diaz, en sus inicios la empresa contaba con una máquina de bordar y ofrecía servicios especializados de bordados al público en general.

En el año 2008 deciden diversificar su actividad económica adquiriendo nuevas máquinas para la elaboración y confección de prendas de vestir tales como camisetas tipo polos, camisetas cuello redondo, chaquetas, camisas, uniformes para equipos deportivos, corporativos y entre otros.

Actualmente la empresa integra diversas actividades, que comprenden confección de prendas de vestir, bordados, sublimados y estampados según los requerimientos del cliente.

MISIÓN

Nuestra misión es trabajar con pasión y calidad para satisfacer y superar las expectativas de nuestros clientes, con productos y servicios más competitivos, esforzándonos constantemente en todo lo que hacemos.

VISIÓN

Llegar a ser la empresa líder en confección de prendas de vestir y bordados impulsada por la investigación y la innovación para satisfacer las expectativas del cliente a través de nuestra marca y estar a la vanguardia de las tendencias de la moda, los cambios del mercado y las últimas tecnologías.

Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, en el sector Las Palmeras, en la Figura 8 se muestra la ubicación geográfica.



Figura 8: Ubicación geográfica de la empresa.

Datos de la empresa

En la Tabla 6 se muestra los datos informativos de la empresa.

Tabla 6: Datos informativos de la empresa.

Logo:	
Razón Social:	COMPU BORDADO
Contacto:	Ing. Clotario Diaz
Teléfonos:	(02) 276-3754
Dirección:	Calle Santa María y Tsafiqui
Ciudad:	Santo Domingo de los Colorados
Correo electrónico:	megabordar@hotmail.com
Página de Facebook:	https://www.facebook.com/Compubordadosd

Entrevista realiza al jefe de producción

Con la finalidad de conocer la situación actual de la empresa y obtener mayor información de la misma, se realiza una entrevista al gerente de empresa, en el Anexo 1 se muestra el formato utilizado.

¿Cuál es producto con mayor demanda en la empresa?

La empresa elabora varias prendas de vestir sin embargo de la variedad de productos que ofrecemos las camisetas polos son las que más se venden.

¿Cuál es la temporada de mayor producción en el año?

La demanda puede variar mes a mes sin embargo existe un índice de crecimiento en los meses de noviembre y junio en donde los pedidos se incrementan.

¿Ha tenido problemas para satisfacer la demanda de pedidos?

Nosotros tenemos el compromiso de entregar a tiempo todos los pedidos de los clientes, sin embargo, ha existido problemas para satisfacer la demanda sobre todo en temporadas altas en donde los pedidos se incrementan.

¿Qué nivel de experticia considera tienen los operarios en sus puestos de trabajo?

Todas las personas que trabajan aquí tienen un nivel aceptable puesto que tienen años de experiencia en sus labores.

¿Considera que el método actual de producción es el óptimo para satisfacer la demanda?

Consideramos que el método actual de producción es aceptable, sin embargo, estamos conscientes que se puede mejorar.

¿Cuál es la capacidad máxima de producción por día de la empresa?

Actualmente estamos en la capacidad de producir 15 camisetas al día por operaria.

¿Cuál es el área más conflictiva de la empresa?

En la empresa existen dos áreas productivas, bordado y confección, de las cuales el área de confección es donde tenemos la mayor parte de inconvenientes para satisfacer la demanda, debido a que la confección de las prendas toma más tiempo en realizarse.

¿Cuál considera será aporte del desarrollo del estudio de tiempos y movimientos en la empresa?

Confiamos se pueda distribuir mejor los equipos en el espacio que se dispone para que la fabricación del producto sea fluido y optimizar los tiempos.

3.1.2 Estructura organizacional

La empresa COMPUBORDADO está constituida por dos mandos principales conformados por el gerente general y el jefe de producción, este último es el que se encargan de planificar y controlar la producción mediante registros de producción que se llevan a cabo desde que entra el pedido hasta su entrega.

3.1.3 Procesos de la empresa

La empresa se divide en dos áreas productivas en donde se realizan procesos y subprocesos que se detallan a continuación.

Área de confección

Es una de las principales áreas pues es donde se confeccionan los productos que ofrece la empresa, además es aquí donde se realizan la mayor parte de los procesos productivos tales como, selección e inspección de telas, clasificación, extensión, trazado, corte, armado y costura de prendas de vestir.

El encargado de esta área es el jefe de producción, quien es el que planifica, coordina y controlar los procesos de producción y a su vez se asegura de que la calidad y la cantidad de productos sean los correctos.



Figura 9: Proceso de confección.

Área de bordado

En esta área se elaboran los diseños de productos y logos computarizados que posteriormente serán enviados a las máquinas de bordado, aquí se realizan procesos de bordado, sublimado y estampado de prendas de vestir el que consiste en plasmar el logo o figura en el lugar especificado en base a las especificaciones y requerimientos del cliente, siendo estos algunos de los servicios que brinda la empresa, a continuación en la Figura 10 se muestra el proceso de bordado.



Figura 10: Proceso de bordado.

3.1.4 Productos de la empresa

En la actualidad la empresa confecciona distintos tipos de prendas de vestir, dentro de esta variedad se destacan los siguientes productos: camisetas tipo polo, camisetas Jersey, blusas, chalecos, chompas, camisas entre otros.

De los productos elaborados en la empresa muchos de ellos siguen una secuencia similar durante su proceso de confección, diferenciándose únicamente en la cantidad de partes y tiempos de procesamiento, es así que, con la finalidad de identificar qué producto tendrá prioridad y serán objeto de análisis en el presente estudio se procederá con un análisis ABC de Pareto para determinar el producto de mayor demanda.

3.1.5 Análisis ABC

Debido a la variedad de productos confeccionados en la empresa, es necesario realizar un análisis ABC de Pareto para determinar el producto de mayor demanda, para esto nos basaremos en las ventas anuales de cada artículo elaborado, por consiguiente, en

la Tabla 7 se muestran los productos ofertados en la empresa junto con el precio unitario.

Tabla 7: Productos ofertados en la empresa.

NOMBRE DEL PRODUCTO	CONSUMO ANUAL	PRECIO UNITARIO
Camiseta POLO	6285	\$8.50
Camiseta Jersey	2912	\$8.00
Camiseta cuello en "v"	1122	\$8.00
Chalecos	1004	\$5.00
Chompas	248	\$15.00
Camisetas deportivas	958	\$15.00
Camisas	1120	\$14.00

A continuación, en Tabla 8 se muestra los productos elaborados en la empresa, ordenados según el consumo anual de mayor a menor junto con el precio por unidad y la valoración, en donde para calcular la valoración se emplea la siguiente ecuación.

$$\text{Valoracion} = \text{consumo anual} * \text{precio unitario} \quad (5)$$

Tabla 8: Valorización de cada artículo elaborados en la empresa.

NOMBRE DEL PRODUCTO	CONSUMO ANUAL	PRECIO UNITARIO	VALORIZACIÓN
Camiseta POLO	6285	\$8.50	\$53422.50
Camiseta Jersey	2912	\$8.00	\$23296.00
Camiseta cuello en "v"	1122	\$8.00	\$8976.00
Chalecos	1004	\$5.00	\$5020.00
Chompas	248	\$15.00	\$3720.00
Camisetas deportivas	958	\$15.00	\$14370.00
Camisas	1120	\$14.00	\$15680.00

Mediante el análisis ABC o también conocido por la regla 80/20 podremos visualizar los productos más significativos, es decir, los que mayor valor aportan a la empresa, y de esta manera clasificar los artículos y determinar el producto de mayor demanda.

Para clasificar los productos se calcula el porcentaje de participación y el porcentaje de participación acumulado de cada elemento, mediante las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{Participación} = \frac{\text{Valoración}}{\text{Total valoración}} \quad (6)$$

$$\% \text{participación acumulado} = \% \text{Participación} + \% \text{Participación Acumulado}_{i-1} \quad (7)$$

Después de calcular los porcentajes de participación se ordena los productos según su valorización y se procede a realizar la clasificación correspondiente. Por lo tanto, en la Tabla 9 se muestran los productos clasificados por segmentos A, B o C según el porcentaje de participación.

Tabla 9: Porcentaje de participación.

PRODUCTO	VALORIZACIÓN	% DE PARTICIPACIÓN	% DE PARTICIPACIÓN ACUMULADO	CLASIFICACIÓN
Camiseta POLO	\$ 53422.50	42.9%	42.9%	A
Camiseta Jersey	\$ 23296.00	18.7%	61.6%	
Camisas	\$ 15680.00	12.6%	74.2%	
Camisetas deportivas	\$ 14370.00	11.5%	85.8%	B
Camiseta cuello en "v"	\$ 8976.00	7.2%	93.0%	
Chalecos	\$ 5020.00	4.0%	97.0%	C
Chompas	\$ 3720.00	3.0%	100.0%	

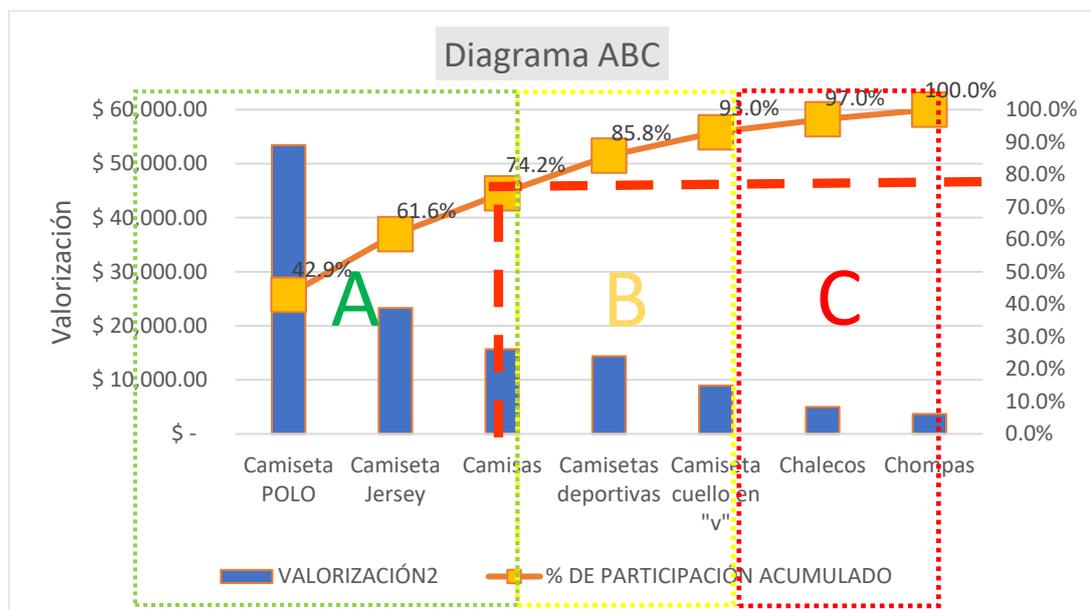


Figura 11: Diagrama ABC.

Análisis de resultados

Como se puede apreciar en la Tabla 9 los productos clasificados en el segmento A son las camisetas tipo POLO, Jersey y camisas, siendo este segmento los de mayor comercialización y demanda los que representan el 74,2% de las ventas totales en la empresa, por otro lado, los productos de tipo B se tiene a camisetas deportivas y camisetas cuello en “v”, finalmente los productos de clasificación C se tiene a chalecos y chompas.

Para el análisis del presente proyecto de investigación se tomará en cuenta el primer producto clasificado en el segmento A, pues como se observa en la Figura 11 es el producto de mayor valorización para la empresa.

Es importante aclarar que no se consideraran para el estudio los productos del segmento B y C debido a que no representan un gran impacto en las operaciones de confección es decir su contribución económica para la empresa es baja.

3.1.6 Descripción del proceso para el producto de mayor demanda

Proceso de Trazado

El proceso de trazado consiste en adecuar los patrones o partes que conforman la camiseta sobre la tela, cuando están correctamente alineado se realiza el rayado con tiza alrededor del molde, es una etapa en la que se requiere mucha atención y precisión, para evitar desperdicios de tela, en la Figura 12 se muestra el proceso de trazado sobre la tela.



Figura 12: Proceso de trazado sobre tela.

Proceso de corte

Este proceso productivo se lo realiza después del trazado, consiste en cortar las partes previamente marcadas con la tiza según el molde. Esta actividad se la realiza utilizando la cortadora manual (se describe a continuación), una vez cortadas las piezas se las clasifican o agrupan para enviarlas al siguiente proceso, en la Figura 13 se muestra el proceso de corte.



Figura 13: Proceso de corte.

Cortadora manual

El proceso de corte se realiza mediante una cortadora manual como se observa en la Figura 14, esta máquina se utiliza para cortar la tela después del trazado, su principal característica es que se puede realizar cortes rectos y curvilíneos.



Figura 14: Cortadora manual.

Proceso de costura

En esta etapa es donde se llevan a cabo la mayor cantidad de procesos productivos, es aquí donde se unen todas las partes cortadas para hacer una prenda completa, en la

Figura 15 muestra el proceso de costura llevada a cabo para la elaboración de camiseta polo.



Figura 15: Proceso de costura.

3.1.7 Descripción de máquinas

Para la conformación de camisetas polo se requiere el uso de las siguientes máquinas de coser: recta, overlock, recubridora, ojaladora y botonera las cuales se detallan a continuación:

Máquina de costura recta

La máquina de costura recta o también llamada máquina de pespunte, su principal función es el uso de la puntada recta, es decir, unir telas con una costura, esta máquina se utiliza para unir partes como los cuellos, mangas, hombros y otros tipos de partes, en la Figura 16 se muestra la máquina de costura recta.



Figura 16: Máquina de costura recta.

Máquina overlock

En la Figura 17 se muestra la máquina de coser overlock, cuya función es recortar, coser y sobrehilar costuras mientras cose. Por lo general, se utiliza para eliminar los bordes sin rematar del patrón durante el montaje de la prenda.



Figura 17: Máquina overlock.

Máquina recubridora

La máquina de recubrimiento realiza puntadas como una máquina overlock, pero no tiene una cuchilla, se utiliza para hacer dobladillos, respuntes decorativos, costuras planas y acabados en los bordes de las prendas terminadas debido que cose a puntada por derecho y por revés realizando una puntada de cobertura. En la Figura 18 se muestra la máquina recubridora.



Figura 18: Máquina recubridora.

Máquina de ojales

Esta máquina es de tipo automática su principal función es realizar orificios para botones en las camisetas polo. Permite hacer agujeros de diferentes tamaños en función del tamaño del botón, en la Figura 19 se muestra la máquina de ojales utilizada.



Figura 19: Máquina de ojales.

Botonera

Este tipo de máquina su principal función es coser botones redondos, los botones se cosen utilizando varios patrones de puntadas la que permite aplicar botones de 2 y 4 orificios, en la Figura 20 muestra la máquina botonera.



Figura 20: Máquina botonera.

Proceso de bordado

En esta etapa se realizan los bordados en las camisetas POLO que lo requieran, el proceso consiste en preparar el diseño que se va a bordar, de ser necesario se colocan los hilos de colores, luego se coloca la camiseta sobre el tambor y se aplica el diseño mediante la máquina bordadora, este proceso suele tomar entre 5 a 10 minutos dependiendo del tamaño y modelo del logo a bordar, cabe mencionar que el proceso de bordado se lo realiza después de tener confeccionadas las prendas, en la Figura 21 se muestra el bordado de una prenda ya confeccionada.



Figura 21: Proceso de bordado.

Proceso de planchado

Su principal función es eliminar pliegues y arrugas en las prendas de vestir una vez terminada, cuenta con un control de temperatura variable. Adicionalmente se utiliza para unir el material de relleno o pellón en el proceso de trazado y corte mediante la aplicación de calor.



Figura 22: Plancha eléctrica a vapor.

Proceso de doblado y almacenamiento

Aquí se inspeccionan las prendas completas según las especificaciones del comprador luego se empaquetan y se preparan para ser entregadas a los clientes.



Figura 23: Proceso de doblado y empaquetado.

3.1.8 Diagrama de flujo del proceso

Para poder comprender el método de fabricación de camisetas polo se detalla a continuación el proceso productivo:

El proceso inicia con la recepción de pedido por parte del jefe de producción quien es el encargado de registrar y cotizar la orden, una vez realizado el paso anterior se pasa la orden de producción al área de confección en donde se procede a verificar la existencia de materia prima necesaria para la cumplir con el pedido, en caso de no contar con el material para la confección, se procede a realizar una orden de compras a proveedores, caso contrario se comienza los procesos productivos, en donde se traza sobre la tela, se cortan las partes, se cosen, se inspecciona el producto terminado y se almacena temporalmente hasta pasar al siguiente proceso que es el bordado sobre la camiseta polo siempre y cuando el requerimiento así lo amerite, caso contrario se empaqueta y se entrega al cliente.

A continuación, en la Figura 24 se muestra el diagrama de flujo de las actividades descritas en el párrafo anterior.

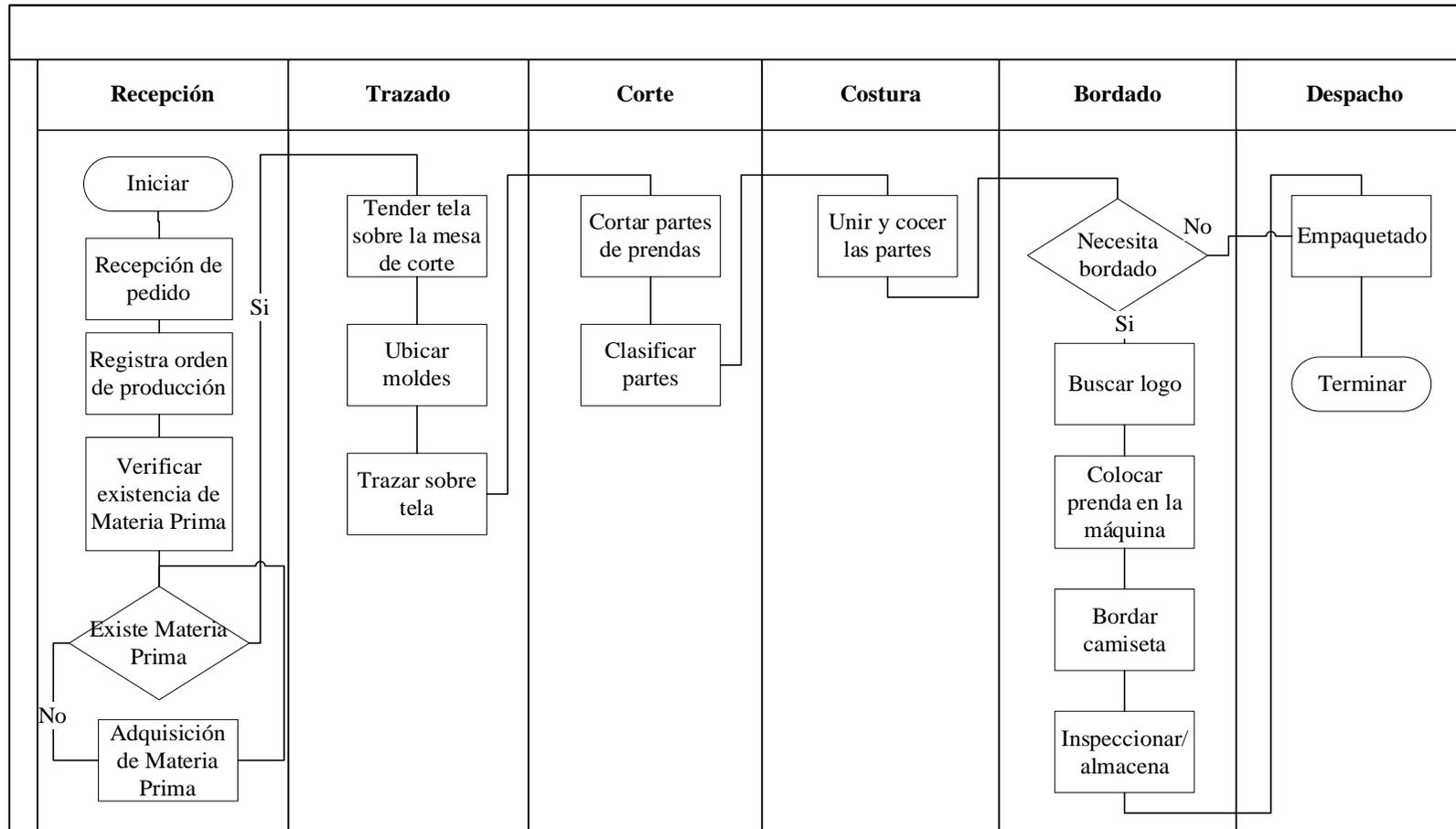


Figura 24: Diagrama de flujo de proceso de confección camisetas polo.

Partes de la camiseta polo

En la Figura 25 se muestran las partes de la camiseta POLO.



Figura 25: Partes de la camiseta polo.

Descripción de procesos para la elaboración de camiseta polo

Después de realizar el proceso de trazado y corte de las partes, el ciclo de ensamble de camisetas POLO incluye una secuencia de diferentes fases de operaciones que se describe a continuación:

La primera operación es unir cocotera con espalda, después se unen vichas con delantero, el siguiente proceso es unir la parte de delantera con espalda en la sección de los hombros, una vez realizado la anterior operación se unen puños a mangas y se realizar un despunte de las partes cocidas anteriormente, luego se procede a unir las mangas al cuerpo ya confeccionado de la camiseta, posteriormente se cose el cuello junto con la tira de despunte en donde se colocará la talla de la camiseta, el siguiente paso es cerrar cartera, y después se realiza todos los despuntes en laterales, magas, cuello y hombros, una vez realizados los pasos anteriores se hace el recubrimiento de costuras, a continuación se realiza un remate en la parte baja de la camiseta y también en puños y mangas, culminado los pasos anteriores, se pasa a la máquina de ojales en donde se realizan los agujeros y finalmente se colocan los botones.

En la Tabla 10 se muestra los procesos necesarios para la conformación de camisetas POLO, en donde se detallan las entradas, procesos, salidas y la máquina utilizada en cada operación.

Tabla 10: Descripción de operaciones para la elaboración de camisetas polo.

		Proceso de confección de camisetas polo		
N°	Entrada	Proceso	Salida	Máquina
1	Espalda, cocotera	Unir espalda con cocotera	Espalda con cocotera	Recta
2	Cartera, delantero	Unir carteras con frente	Frente con cartera	Recta
3	Frente con cocotera, delantero con cartera	Unir hombros	Frente y espalda	Overlock
4	Mangas, puños	Unir puños a mangas	Mangas con puños	Overlock
5	Mangas con puños	Despunte en mangas y hombros	Despunte de mangas	Recta
6	Frente con espalda	Formar cartera	Torso con cartera y frente con espalda	Recta
7	Mangas con puños, frente con espalda	Unir mangas a frente y espalda	Frente y espalda con mangas con puños	Overlock
8	Frente y espalda con mangas con puños	Unir cuello	Torso con mangas puños y cuello	Overlock
9	Torso con mangas, puños y cuello	Colocar tira de despunte en cuello	Torso con mangas, puños, cuello y tira de despunte	Recta
10	Torso con mangas, puños, cuello y tira de despunte	Colocar talla en cuello	Torso formado con talla	Recta
11	Torso formado con talla	Cerrar cartera	Torso formado con cartera	Recta

Tabla 10: Descripción de operaciones para la elaboración de camisetas polo continuación 1.

N°	Entrada	Proceso	Salida	Máquina
12	Torso formado	Cierre de despunte (derecho izquierdo)	Despunte de costuras	Recta
13	Torso formado	Cerrar costados	Torso cerrado	Overlock
14	Torso cerrado	Realizar recubierto frente y espalda	Torso con recubierto	Recubridora
15	Torso con recubierto	Remates de costados	Torso con recubierto y cierre con remates	Recta
16	Torso con recubierto y cierre con remates	Remate de mangas y puños	Camiseta formada	Recta
17	Camiseta formada	Realizar ojales	Camiseta formada con ojal	Ojaladora
18	Camiseta formada con ojal	Colocar botones	Camiseta polo	Botonera

3.1.9 Diagrama de operaciones de proceso

Después de analizar el desarrollo de cada actividad, se muestra en la Figura 26 el diagrama de operaciones del proceso de confección de camisetas polo, en donde se detallan las operaciones, inspecciones y actividades combinadas.

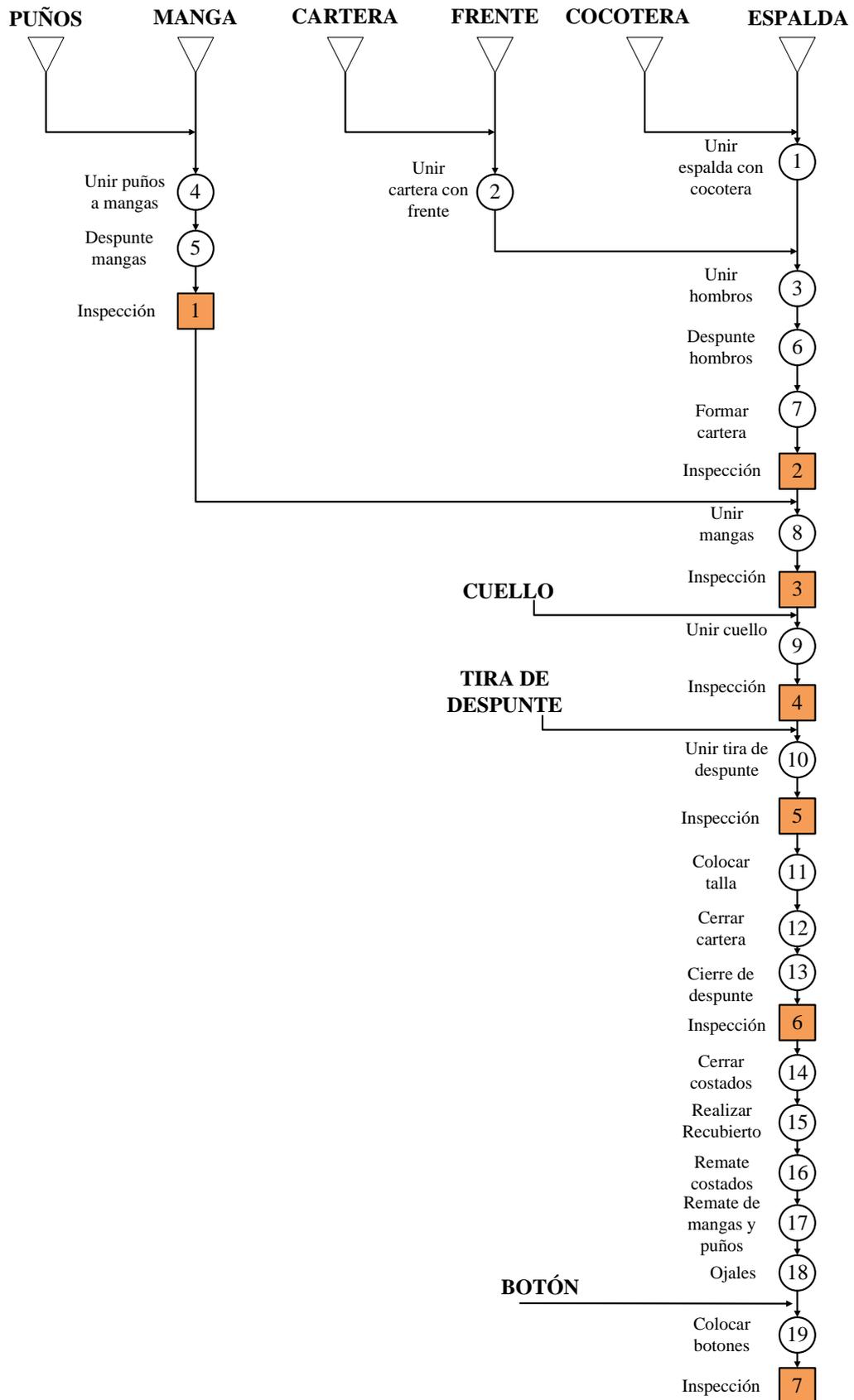


Figura 26: Diagrama de operaciones para la producción de camisetas POLO.

3.1.10 Cursograma analítico del proceso actual

El proceso de confección de camisetas polo está constituida por una secuencia de operaciones, transportes, esperas, inspecciones y almacenamientos, para registrar todas estas actividades se utiliza el cursograma analítico en el que se hace un desglose de las operaciones para conocer el tiempo consumido en cada una de las actividades del proceso productivo.

La medición de tiempos se realiza a la persona que tiene mayor habilidad y destreza para realizar su trabajo, por lo tanto, para seleccionar a la operaria, se consultó con la persona encargada de producción para obtener dicha información.

A continuación, en la Tabla 11, 12 y 13 se muestra un desglose de las operaciones en elementos, además de los tiempos utilizados en cada proceso de la elaboración de camisetas polo.

Tabla 11: Cursograma analítico proceso trazado y corte.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO												
Proceso:	Selección de tela, trazado, corte,	Método:	Actual		Diagrama:	1								
Producto:	Partes cortadas	Elaborado por:	Investigador		Hoja:	1								
Área:	Confección	Operario (s):	Varios		Fecha:	10/2/2022								
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregan valor		
					●	→	■	●	▼	■		Si	No	
1	Selección de tela	1		95	●								x	
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	1	2.5	10.2	●	→	■							x
3	Buscar molde para frente	1		13.7	●								x	
4	Acomodar tela para frentes	1		10.9	●								x	
5	Alcanzar tiza para trazado	1		0.19	●									x
6	Trazar patrón para frentes	1		17.1	●								x	
7	Cortar frente según trazo	1		58.1	●								x	
8	Buscar moldes para espalda	1		15.63	●								x	
9	Acomodar tela para espalda	1		9.9	●								x	

Tabla 11: Cursograma analítico proceso trazado y corte continuación 1.

N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregan valor	
					●	➡	■	◐	▼	◼		Si	No
10	Trazar patrón para espalda	1		17.4	•							x	
11	Cortar espalda según trazo	1		65.4	•							x	
12	Buscar molde de mangas	1		5.22	•							x	
13	Acomodar tela para mangas	1		7.5	•							x	
14	Trazar patrón para mangas	1		14.9	•							x	
15	Cortar mangas según trazo	1		44	•							x	
16	Buscar molde para cuello	1		15.1	•							x	
17	Acomodar tela para cuello	1		5	•							x	
18	Trazar patrón para cuello	1		19	•							x	
19	Cortar de cuello según trazo	1		9.4	•							x	
20	Acomodar tela para cocotera	1		5.7	•							x	
21	Preparar tela para cortar cocotera	1		18.76	•							x	
22	Trazar patrón para cocotera	1		9.2	•							x	
23	Corte de cocotera según trazo	1		12.2	•							x	
24	Preparar tela para tira de despunte	1		4.2	•							x	
25	Trazar tira de despunte	1		10.2	•							x	
26	Cortar tira de despunte	1		9.6	•							x	
27	Buscar el molde para cartera	1		15.9	•							x	
28	Acomodar tela para la cartera	1		3.59	•							x	
29	Trazar patrón para cartera	1		10.93	•							x	
30	Cortar cartera	1		15.4	•							x	
31	Preparar pellón para cartera	1		5.2	•							x	
32	Medir para cortar pellón	1		10.2	•							x	
33	Cortar pellón	1		12.49	•							x	
RESUMEN													
Símbolo	Actividad	Actual	Tiempo (seg)		577.21		Observaciones Generales:						
			Tiempo (min)		9.62								
●	Operación	32	Distancia		2.5								
➡	Transporte	1											
■	Inspección	0											
◐	Espera	0											
▼	Almacenaje	0											
◼	Combinada	0											
	TOTAL	33											

Tabla 12: Cursograma analítico proceso de costura.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO											
Proceso:	Costura	Método:	Actual		Diagrama:	2							
Producto:	Camiseta polo	Elaborado por:	Investigador		Hoja:	1							
Área:	Confección	Operario (s):	Varios		Fecha:	10/2/2022							
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregar valor	
					●	→	■	□	▽	○		Si	No
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	1	7.7	9.6									x
2	Clasifica y separa piezas a unir	1		36.2							Manual		x
3	Unir espalda con cocotera	1		42.7							Recta	x	
4	Inspección y cortar hilos sobrantes	1		10.19							Manual		x
5	Unir carteras por extremos	1		35.14							Recta	x	
6	Unir cartera con frente	1		58.62							Recta	x	
7	Realizar piquetes para cartera	1		7.56							Manual	x	
8	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.9									x
9	Unir hombros	1		28.59							Overlock	x	
10	Preparar puños y mangas	1		28.59							Manual	x	
11	Unir puños a mangas	1		68.7							Overlock	x	
12	Inspeccionar costuras puños y mangas	1		3							Manual		x
13	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.9									x
14	Despunte de mangas	1		21.88							Recta	x	
15	Despunte en hombros	1		14.94							Recta	x	
16	Medir y señalar tamaño para cartera	1		5.1							Manual	x	
17	Formar cartera	1		27.61							Recta	x	
18	Inspeccionar costuras	1		3.18							Manual		x
19	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.9									x
20	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	1		64.8							Overlock	x	
21	Inspección	1		7.21							Manual		x
22	Unir cuello	1		80.4							Overlock	x	
23	Inspección	1		8.9							Manual		x
24	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.93									x

Tabla 12: Cursograma analítico proceso de costura continuación 1.

N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregar valor		
					●	→	■	■	▼	■		Si	No	
25	Colocar tira de despunte para cuello	1		30.27	●							Recta	x	
26	Inspeccionar y cortar excesos	1		3.23								Manual	x	
27	Fijar tira de despunte con cuello	1		37.56	●							Recta	x	
28	Medir y trazar sobre cuello	1		5.8	●							Manual	x	
29	Colocar talla	1		47.89	●							Recta	x	
30	Cocer cartera	1		23.17	●							Recta	x	
31	Cerrar cartera	1		48.42	●							Recta	x	
32	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	1		37.6	●							Recta	x	
33	Inspección	1		7.31								Manual		x
34	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.92	●									x
35	Cerrar costados	1		66.55	●							Overlock	x	
36	Trasladar a máquina asignada	1	3.3	5.5	●									x
37	Realizar recubierto de costuras	1		81.67	●							Recubridora	x	
38	Trasladar a máquina asignada	1	4.1	6.22	●									x
39	Medir distancia para parte baja			6.07	●							Manual	x	
40	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	1		30	●							Recta	x	
41	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	1		63.43	●							Recta	x	
42	Inspección	1		7.1								Manual		x
43	Reámate de mangas, puños	1		27.51	●							Recta	x	
44	Trasladar a máquina asignada	1	4.3	7.6	●									x
45	Colocar camiseta en máquina			8.04	●							Manual	x	
46	Realizar ojales	1		30.02	●							Ojaladora	x	
47	Inspección corte hilo sobrante	1		3.57								Manual		x
48	Señalar lugar para colocar botones	1		20.63	●							Manual		x
49	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.89	●									x
50	Buscar botones	1		41.76	●							Manual	x	
51	Colocar botón 1 en la máquina	1		4.19	●							Manual	x	

Tabla 12: Cursograma analítico proceso de costura continuación 2.

N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregan valor		
					●	→	■	◐	▼	◑		Si	No	
52	Pegar botón 1	1		14.45	●								x	
53	Colocar botón 2 en la máquina	1		4.19	●								x	
54	Pegar botón 2	1		14.45	●								x	
55	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	1		38.44										x
RESUMEN														
Símbolo	Actividad	Actual	Tiempo (seg)										1315.0	
			Tiempo (min)										21.92	
●	Operación	33	Distancia										33.2	
→	Transporte	11	Observaciones Generales:											
■	Inspección	7												
◐	Espera	1												
▼	Almacenaje	1												
◑	Combinada	3												
TOTAL		55												

Tabla 13: Cursograma analítico proceso de bordado.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO												
Proceso:	Bordado	Método:	Actual			Diagrama:	3							
Producto:	Camiseta bordada	Elaborado por:	Investigador			Hoja:	1							
Área:	Confección	Operario (s):	Varios			Fecha:	10/2/2022							
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregan valor		
					●	→	■	◐	▼	◑		Si	No	
1	Trasladar camiseta al área de bordado	1	9.7	15	●									x
2	Colocar prenda en la máquina para bordar	1		90	●							Manual	x	
3	Bordar prenda	1		318	●							Bordadora	x	
4	Retirar prenda de máquina	1		60	●							Manual	x	
5	Almacenar	1		-								Manual		x
			9.7											

RESUMEN					
Símbolo	Actividad	Actual	Tiempo (seg)		483.00
			Tiempo (min)		8.05
●	Operación	3	Distancia		9.7
⇒	Transporte	1	Observaciones Generales: Las camisetas bordadas se almacenan temporalmente por lo que su tiempo no se puede determinar debido a que se espera a tener un lote de producción considerable, por lo que su tiempo no se puede determinar en la medición.		
■	Inspección	0			
●	Espera	0			
▼	Almacenaje	1			
■	Combinada	0			
	TOTAL	5			

En la Tabla 14 se muestra el resumen de los tiempos obtenidos para la conformación del producto terminado dividida por áreas y procesos.

Tabla 14: División de tiempos por procesos.

Proceso	Tiempo (min)
Trazado y Corte	9.62
Costura	21.92
Bordado	8.05

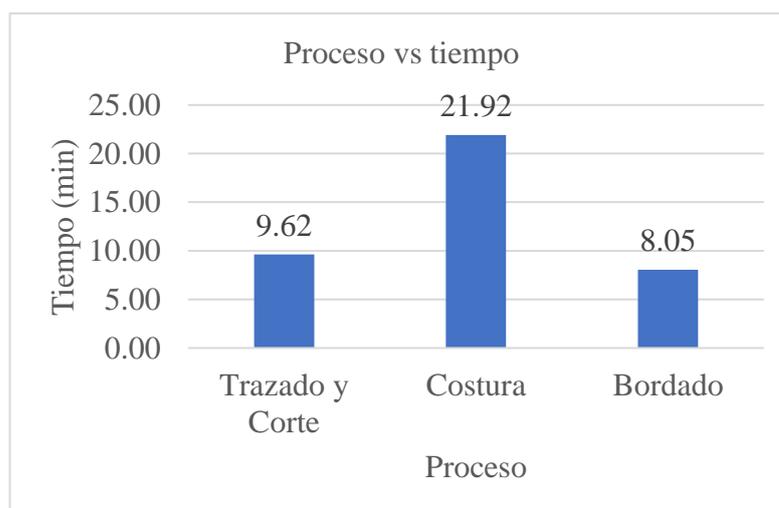


Figura 27: Diagrama proceso vs tiempo.

Análisis de resultados

Como se puede apreciar en la Figura 27 el proceso de costura es el que más tiempo se lleva en realizar, con un total de 21.92 minutos seguido del proceso de trazado con un total de 9.62 minutos, cabe mencionar que ambos procesos se realizan en el área de confección, y finalmente se tiene al proceso de bordado con un total de 8.05 minutos siendo este el proceso con menor tiempo de operación.

De los tiempos medidos se puede apreciar que el área de confección es el cuello de botella y el que marca el ritmo de trabajo puesto que es donde se tiene la mayor cantidad de procesos productivos y acarrea mayor esfuerzo y tiempo para su elaboración. Por lo tanto, el presente estudio será enfocado al área de confección.

En la Tabla 15 se muestra el resumen general de todas las actividades realizados para la conformación de la camiseta polo, cabe mencionar que no se incluye las actividades del área de bordado.

Tabla 15: Resumen general método actual.

RESUMEN		
Símbolo	Actividad	Actual
●	Operación	65
➡	Transporte	12
■	Inspección	7
⏸	Espera	1
▼	Almacenaje	0
■	Combinada	3
	TOTAL	88
Tiempo (seg)		1892.2
Tiempo (min)		31.54
Distancia (metros)		35.7

Como se puede apreciar en la tabla anterior existen un total de 88 actividades necesarias para la línea de producción de camisetas polo en la empresa que van desde la selección de la tela hasta el producto terminado, en donde se obtuvo como resultado un total de 65 operaciones, 12 traslados, 6 inspecciones, 1 espera y 4 operaciones combinadas, dando como resultado un tiempo total de 31.54 minutos y una distancia recorrida de 35.7 metros.

De las actividades que se realizan para el proceso de fabricación de camisetas polo, se tiene un total de 65 operaciones que agregan valor y por otro lado se tiene las que no con un total de 23 operaciones. Por lo tanto, se determina el porcentaje de actividades que agregan valor mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de actividades que agregan valor} = \frac{\text{Total agregan valor}}{\text{total de actividades}} * 100 \quad (8)$$

$$\text{Índice de actividades que agregan valor} = \frac{65}{94} * 100$$

$$\text{Índice de actividades que agregan valor} = 73.86\%$$

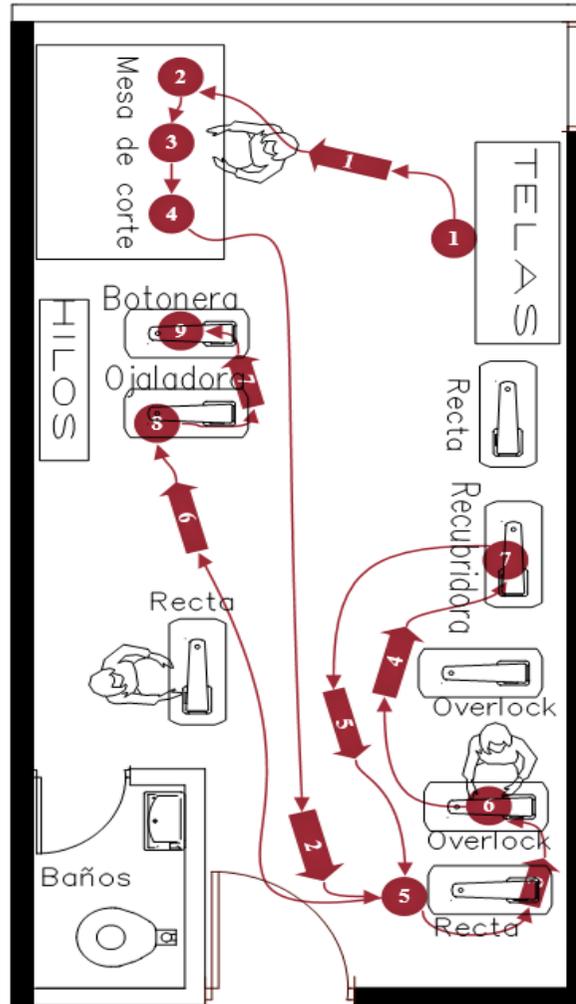
Como resultado se tiene un total de 73.86% de actividades productivas o que agregan valor lo que significa que existe una diferencia 26.97% con las que no agregan valor, de esta manera se puede evidenciar que existen procesos que afectan directamente al proceso de producción y por lo tanto se pueden corregir o eliminar.

Diagrama de recorrido

En base al proceso de elaboración de las camisetas polo se presenta el diagrama de recorrido, en donde se puede apreciar el desplazamiento del material y operarios, desde la selección de la tela hasta la conformación del producto terminado.

A continuación, en la Figura 28 se presenta el recorrido actual que se realiza en cada máquina, en donde se muestra el número de la actividad y el proceso.

Diagrama de recorrido actual



Actividad	Proceso
1	Telas
2	Moldes
3	Trazado
4	Corte
5	Cocotera, cartera, despunte mangas y hombros, tira de despunte, talla, remate de costados, mangas y puños.
6	Hombros, puños con mangas, cuello, mangas, magas con torso, costados
7	Recubrimiento de camiseta
8	Ojales
9	Botones

Figura 28: Diagrama de recorrido actual.

3.1.11 Estudio de tiempos

Para medir el tiempo de ciclo de cada operación se utiliza la técnica de cronómetro continuo debido a la exactitud que brinda para la toma de tiempos, y de esta manera disminuir el margen de error en las mediciones.

Determinación del número de observaciones

Después de cronometrar las operaciones en el cursograma analítico es necesario determinar el número de observaciones para cada proceso, con la finalidad de minimizar el porcentaje de error en la toma de tiempos, para el presente estudio se considerará el método de General Electric enunciado en la documentación teórica del capítulo anterior. Por consiguiente, en la Tabla 16 se muestra el número de observaciones asignadas para cada proceso.

Tabla 16: Número de observaciones a realizarse.

Proceso	Tiempo (min)	Número de observaciones
Trazado y Corte	9.62	10
Costura	21.92	5

Tiempo promedio

Después de determinar el número de observaciones mediante el método de General Electric, se procede a determinar el tiempo promedio, el que se obtiene mediante la suma algebraica de los tiempos observados en cada ciclo y dividido entre el número total.

En las Tablas 17 y 18 se muestran el tiempo promedio obtenido en el estudio de tiempos realizados para el área de confección.

Tabla 17: Estudio de tiempos para el proceso de trazo y corte.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
	ÁREA:	Confección	ESTUDIO N°		1								
	PROCESO:	Trazo y Corte	HOJA		1								
	MATERIAL	Tela, entretela	OBSERVADO POR		Investigador								
	PRODUCTO	Camiseta polo											
N°	Actividad	CICLOS (S)										T	Tp
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Selección de tela	95.00	91.00	94.23	92.22	92.93	92.58	92.86	92.62	92.63	92.63	928.70	92.87
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	10.20	10.00	10.14	10.05	10.08	10.07	10.08	10.07	10.08	10.07	100.84	10.08
3	Buscar molde para frente	13.70	12.20	13.28	12.31	12.39	12.34	12.35	12.35	12.35	12.35	125.62	12.56
4	Acomodar tela para frentes	10.90	11.20	11.19	11.19	11.19	11.19	11.19	11.19	11.19	11.19	111.62	11.16
5	Alcanzar tiza para trazado	0.19	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.88	0.19
6	Trazar patrón para frentes	17.10	17.50	17.11	17.34	17.13	17.25	17.16	17.22	17.17	17.18	172.16	17.22
7	Cortar frente según trazo	58.10	57.20	57.65	57.58	57.61	57.61	57.61	57.61	57.61	57.61	576.19	57.62
8	Buscar moldes para espalda	15.63	18.08	15.97	16.17	16.04	16.09	16.07	16.09	16.07	16.09	162.30	16.23
9	Acomodar tela para espalda	9.90	10.30	10.12	10.25	10.2	10.24	10.2	10.22	10.21	10.22	101.86	10.19
10	Trazar patrón para espalda	17.40	17.20	17.21	17.21	17.21	17.21	17.21	17.21	17.21	17.21	172.28	17.23
11	Cortar espalda según trazo	65.40	62.30	63.62	62.97	63.07	63.02	63.07	63.04	63.04	63.04	632.57	63.26
12	Buscar molde de mangas	5.22	5.83	5.39	5.66	5.6	5.62	5.61	5.61	5.61	5.61	55.76	5.58
13	Acomodar tela para mangas	7.50	6.03	6.97	6.52	6.97	6.68	6.88	6.83	6.85	6.85	68.08	6.81
14	Trazar patrón para mangas	14.90	15.23	14.96	15.14	15.09	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	150.82	15.08
15	Cortar mangas según trazo	44.00	43.70	44	43.75	43.98	43.95	43.96	43.96	43.96	43.96	439.22	43.92
16	Buscar molde para cuello	15.10	17.40	15.91	16.95	16.67	16.69	16.67	16.68	16.67	16.68	165.42	16.54
17	Acomodar tela para cuello	5.00	4.50	4.56	4.52	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	45.76	4.58

Tabla 17: Estudio de tiempos para el proceso de trazo y corte continuación 1.

N°	Actividad	CICLOS (S)										T	Tp
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
18	Trazar patrón para cuello	19.00	17.30	18.49	17.76	17.96	17.89	17.94	17.91	17.93	17.93	180.11	18.01
19	Cortar de cuello según trazo	9.40	8.50	8.67	8.55	8.59	8.55	8.58	8.58	8.58	8.58	86.58	8.66
20	Acomodar tela para cocotera	5.70	6.10	5.76	5.83	5.79	5.79	5.79	5.79	5.79	5.79	58.13	5.81
21	Preparar tela para cortar bolsa de espalda	18.76	17.30	17.4	17.32	17.36	17.35	17.35	17.35	17.35	17.35	174.89	17.49
22	Trazar patrón para cocotera	9.20	9.30	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	92.66	9.27
23	Corte de cocotera según trazo	12.20	11.90	12.14	12.13	12.14	12.13	12.14	12.13	12.13	12.13	121.17	12.12
24	Preparar tela para tira de despunte	4.20	4.90	4.86	4.87	4.86	4.87	4.86	4.86	4.86	4.86	48.00	4.80
25	Trazar tira de despunte	10.20	10.90	10.22	10.53	10.46	10.48	10.47	10.48	10.48	10.48	104.70	10.47
26	Cortar tira de despunte	9.60	9.13	9.6	9.58	9.6	9.58	9.58	9.58	9.58	9.58	95.41	9.54
27	Buscar el molde para cartera	15.90	12.01	14.36	13.16	14	13.87	13.92	13.91	13.91	13.91	138.95	13.89
28	Acomodar tela para la cartera	3.59	4.73	4.1	4.47	4.33	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	42.97	4.30
29	Trazar patrón para cartera	10.93	10.01	10.36	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	103.68	10.37
30	Cortar cartera	15.40	13.20	14.6	13.41	14.35	13.49	13.66	13.65	13.65	13.65	139.06	13.91
31	Preparar pellón para cartera	5.20	5.90	5.46	5.71	5.7	5.71	5.7	5.7	5.7	5.7	56.48	5.65
32	Medir para cortar pellón	10.20	10.99	10.74	10.77	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75	107.20	10.72
33	Cortar pellón	12.49	12.98	12.91	13.01	12.93	13.01	12.98	12.99	12.99	12.99	129.28	12.93

T = sumatoria de observaciones
Tp = tiempo promedio observado

Estudio de tiempos para proceso de costura.

Tabla 18: Estudio de tiempos para proceso de costura.

ESTUDIO DE TIEMPOS								
		ÁREA:	Confección		ESTUDIO N°	2		
		PROCESO:	Costura		HOJA	1		
		MATERIAL	Tela, entretela		OBSERVADO POR	Investigador		
		PRODUCTO	Camiseta polo					
N°	Actividad	CICLOS (S)					T	Tp
		1	2	3	4	5		
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	9.60	9.80	9.78	9.8	9.78	9.78	9.78
2	Clasifica y separa piezas a unir	36.20	32.73	33.69	32.91	33.01	33.01	33.01
3	Unir espalda con cocotera	42.70	41.08	42.44	41.86	41.97	41.92	41.96
4	Inspección y cortar hilos sobrantes	10.19	10.32	10.3	10.31	10.3	10.31	10.3
5	Unir carteras por extremos	35.14	37.13	36.65	37.02	36.68	36.99	36.92
6	Unir cartera con frente	58.62	59.20	59.12	59.12	59.12	59.12	59.12
7	Realizar piquetes para cartera	7.56	8.12	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03
8	Trasladar a máquina asignada	4.90	4.79	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85
9	Unir hombros	28.59	28.01	28.39	28.03	28.11	28.1	28.1
10	Preparar puños y mangas	28.59	29.03	28.67	29	28.84	28.88	28.85
11	Unir puños a mangas	68.70	69.60	69.46	69.56	69.55	69.55	69.55
12	Inspeccionar costuras puños y mangas	3.00	3.45	3.02	3.13	3.06	3.09	3.08
13	Trasladar a máquina asignada	4.90	4.59	4.8	4.74	4.74	4.74	4.74
14	Despunte de mangas	21.88	22.72	22.12	22.15	22.12	22.14	22.14
15	Despunte en hombros	14.94	15.42	15.18	15.3	15.24	15.28	15.27
16	Medir y señalar tamaño para cartera	5.10	6.01	5.45	5.99	5.75	5.85	5.84

Tabla 18: Estudio de tiempos para proceso de costura continuación 1.

N°	Actividad	CICLOS (S)					T	Tp
		1	2	3	4	5		
17	Formar cartera	27.61	29.61	29.49	29.54	29.52	29.52	29.52
18	Inspeccionar costuras	3.18	3.78	3.43	3.7	3.47	3.57	3.48
19	Trasladar a máquina asignada	4.90	4.09	4.88	4.69	4.83	4.73	4.78
20	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	64.80	67.56	66.82	67.51	67.06	67.24	67.16
21	Inspección	7.21	7.05	7.16	7.07	7.11	7.07	7.09
22	Unir cuello	80.40	80.32	80.34	80.33	80.34	80.34	80.34
23	Inspección	8.90	8.67	8.76	8.68	8.75	8.73	8.74
24	Trasladar a máquina asignada	4.93	4.25	4.68	4.52	4.57	4.53	4.54
25	Colocar tira de despunte para cuello	30.27	31.55	30.74	31.09	30.79	30.96	30.96
26	Inspeccionar y cortar excesos	3.23	3.07	3.23	3.17	3.21	3.18	3.2
27	Fijar tira de despunte con cuello	37.56	39.23	39.02	39.11	39.1	39.1	39.1
28	Medir y trazar sobre cuello	5.80	4.47	4.58	4.51	4.58	4.55	4.56
29	Colocar talla	47.89	49.20	48.12	48.44	48.13	48.36	48.3
30	Cocer cartera	23.17	22.20	22.58	22.4	22.56	22.55	22.56
31	Cerrar cartera	48.42	48.78	48.47	48.59	48.5	48.52	48.51
32	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	37.60	36.30	37	36.95	36.97	36.97	36.97
33	Inspección	7.31	5.60	6.67	5.76	6.34	6.08	6.23
34	Trasladar a máquina asignada	4.92	4.01	4.48	4.48	4.48	4.48	4.48
35	Cerrar costados	66.55	65.20	65.38	65.29	65.34	65.31	65.33
36	Trasladar a máquina asignada	5.50	5.44	5.49	5.47	5.48	5.47	5.48
37	Realizar recubierto de costuras	81.67	81.20	81.57	81.43	81.5	81.47	81.49
38	Trasladar a máquina asignada	6.22	6.01	6.08	6.03	6.07	6.05	6.06

Tabla 18: Estudio de tiempos para proceso de costura continuación 2.

N°	Actividad	CICLOS (S)					T	Tp
		1	2	3	4	5		
39	Medir distancia para parte baja	6.07	6.02	6.05	6.04	6.04	6.04	6.04
40	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	30.00	29.80	29.92	29.87	29.89	29.87	29.89
41	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	63.43	64.20	64.14	64.18	64.14	64.17	64.16
42	Inspección	7.10	7.09	7.1	7.09	7.09	7.09	7.09
43	Reámate de mangas, puños	27.51	27.30	27.42	27.36	27.41	27.38	27.4
44	Trasladar a máquina asignada	7.60	4.10	5.91	4.85	5.83	5.75	5.79
45	Colocar camiseta en máquina	8.04	8.01	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04
46	Realizar ojales	30.02	31.10	31.04	31.05	31.05	31.05	31.05
47	Inspección corte hilo sobrante	3.57	3.20	3.34	3.25	3.33	3.29	3.31
48	Señalar lugar para colocar botones	20.63	21.10	20.75	20.82	20.82	20.82	20.82
49	Trasladar a máquina asignada	4.89	4.40	4.7	4.65	4.69	4.67	4.68
50	Buscar botones	41.76	44.20	42.32	44.03	42.75	42.93	42.79
51	Colocar botón 1 en la máquina	4.19	4.09	4.16	4.13	4.14	4.13	4.14
52	Pegar botón 1	14.45	14.41	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45
53	Colocar botón 2 en la máquina	4.19	4.10	4.17	4.15	4.15	4.15	4.15
54	Pegar botón 2	14.45	14.47	14.45	14.46	14.45	14.46	14.46
55	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	38.44	38.08	38.09	38.09	38.09	38.09	38.09
T = sumatoria de observaciones Tp = tiempo promedio observado								

Calificación de desempeño

Para calcular el tiempo normal de cada actividad, es necesario determinar el factor de calificación, para esto se aplica el método Westinghouse en donde se considera los siguientes factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Para la calificación de desempeño del operador se observó al trabajador mientras realiza cada actividad y se le asignó un valor considerando los siguientes factores:

Habilidad: Se considera para el proceso de trazado y corte una habilidad promedio debido a que existe una variación en los tiempos al realizar estas actividades por lo que se evidencia una carencia de un método definido y destrezas para el manejo de equipos. Por otro lado, para el proceso de costura se considera una habilidad buena ya la operaria demuestra que conoce el proceso y lo realiza sin mucha dificultad.

Esfuerzo: Se considera un esfuerzo promedio pues no se observa un intento por incrementar su tiempo en cada actividad en el transcurso de todos los procesos.

Condiciones: Las condiciones son promedio debido que los niveles de iluminación, temperatura y ruido están controlados por la empresa, sin embargo, para el proceso de costura se considera una condición normal, pues al estar más cerca de las máquinas de bordado existe un pequeño ruido intermitente pero que no afecta o interrumpe el trabajo.

Consistencia: Para la asignación de este factor se considera el tiempo medido, en donde se le asignó una consistencia regular a los procesos que existen variación en los tiempos.

Sumando los porcentajes de los factores de desempeño se tiene los siguientes resultados que se muestran a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 19: Calificación de desempeño.

Calificación del desempeño						
N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
1	Selección de tela	0	0	0.02	0	102%
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	0	0	0.02	0	102%
3	Buscar moldes para trazado	0	0	0.02	-0.02	100%
4	Acomodar tela para frentes	0	0	0.02	0	102%
5	Trazar patrón para frentes	0	0	0.02	0	102%
6	Cortar frente según trazo	0	0	0.02	-0.02	100%
7	Acomodar tela para espalda	0	0	0.02	0	102%
8	Trazar patrón para espalda	0	0	0.02	0	102%
9	Cortar espalda según trazo	0	0	0.02	-0.02	100%
10	Acomodar tela para mangas	0	0	0.02	0	102%
11	Trazar patrón para mangas	0	0	0.02	0	102%
12	Cortar mangas según trazo	0	0	0.02	-0.02	100%
13	Acomodar tela para cuello	0	0	0.02	0	102%
14	Trazar patrón para cuello	0	0	0.02	0	102%

Tabla 19: Calificación de desempeño continuación 1.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
15	Cortar de cuello según trazo	0	0	0.02	-0.02	100%
16	Acomodar tela para cocotera	0	0	0.02	0	102%
17	Trazar patrón para cocotera	0	0	0.02	0	102%
18	Corte de cocotera según trazo	0	0	0.02	-0.02	100%
19	Preparar tela para tira de despunte	0	0	0.02	-0.02	100%
20	Trazar tira de despunte	0	0	0.02	0	102%
21	Cortar tira de despunte	0	0	0.02	0	102%
22	Preparar tela y entretela para cartera	0	0	0.02	-0.02	100%
23	Trazar para cartera y entretela	0	0	0.02	0	102%
24	Cortar cartera	0	0	0.02	-0.02	100%

Factor de desempeño para el proceso de costura

Tabla 20: Calificación de desempeño para proceso de costura.

Calificación del desempeño						
N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	0	0	0	0	100%
2	Clasifica y separa piezas a unir	0.03	0	0	-0.02	101%

Tabla 20: Calificación de desempeño para proceso de costura continuación 1.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
3	Unir espalda con cocotera	0.03	0	0	-0.02	101%
4	Inspección y cortar hilos sobrantes	0.03	0	0	-0.02	101%
5	Unir carteras por extremos	0.03	0	0	-0.02	101%
6	Unir cartera con frente	0.03	0	0	-0.02	101%
7	Realizar piquetes para cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
8	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
9	Unir hombros	0.03	0	0	-0.02	101%
10	Preparar puños y mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
11	Unir puños a mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
12	Inspeccionar costuras puños y mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
13	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
14	Despunte de mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
15	Despunte en hombros	0.03	0	0	-0.02	101%
16	Medir y señalar tamaño para cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
17	Formar cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
18	Inspeccionar costuras	0.03	0	0	-0.02	101%
19	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%

Tabla 20: Calificación de desempeño para proceso de costura continuación 2.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
20	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	0.03	0	0	-0.02	101%
21	Inspección	0.03	0	0	-0.02	101%
22	Unir cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
23	Inspección	0.03	0	0	-0.02	101%
24	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
25	Colocar tira de despunte para cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
26	Inspeccionar y cortar excesos	0.03	0	0	-0.02	101%
27	Fijar tira de despunte con cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
28	Medir y trazar sobre cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
29	Colocar talla	0.03	0	0	-0.02	101%
30	Cocer cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
31	Cerrar cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
32	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	0.03	0	0	-0.02	101%
33	Inspección	0.03	0	0	-0.02	101%
34	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
35	Cerrar costados	0.03	0	0	-0.02	101%
36	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
37	Realizar recubierto de costuras	0.03	0	0	-0.02	101%

Tabla 20: Calificación de desempeño para proceso de costura continuación 3.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
38	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
39	Medir distancia para parte baja	0.03	0	0	-0.02	101%
40	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	0.03	0	0	-0.02	101%
41	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	0.03	0	0	-0.02	101%
42	Inspección	0.03	0	0	-0.02	101%
43	Reámate de mangas, puños	0.03	0	0	-0.02	101%
44	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
45	Colocar camiseta en máquina	0.03	0	0	-0.02	101%
46	Realizar ojales	0.03	0	0	-0.02	101%
47	Inspección corte hilo sobrante	0.03	0	0	-0.02	101%
48	Señalar lugar para colocar botones	0.03	0	0	-0.02	101%
49	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
50	Buscar botones	0.03	0	0	-0.02	101%
51	Colocar botón 1 en la máquina	0.03	0	0	-0.02	101%
52	Pegar botón 1	0.03	0	0	-0.02	101%

Tabla 20: Calificación de desempeño para proceso de costura continuación 4.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
53	Colocar botón 2 en la máquina	0.03	0	0	-0.02	101%
54	Pegar botón 2	0.03	0	0	-0.02	101%
55	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	0.03	0	0	-0.02	101%

Determinación de Suplementos

Para determinar los suplementos se asignan porcentajes constantes por necesidades personales y fatiga, adicionalmente se agregan suplementos variables considerando los valores sugeridos por la OIT y que se muestra en la Figura 6 del capítulo anterior en la documentación teórica.

En la Tabla 21 y 22 se muestra los suplementos asignados para cada proceso.

Tabla 21: Suplementos para proceso de trazo y corte.

Operario: Mujer	
Suplementos Constantes	
Necesidades personales	7%
Básico por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Trabajo de pie	4%
Ligeramente incomodo	1%
Uso de la fuerza	1%
Mala iluminación	0%
Trabajo de cierta concentración	0%
Ruido intermitente y fuerte	2%
Tensión mental	1%
Trabajo bastante monótono	0%
Trabajo tedioso	0%
TOTAL	20%

Suplementos para proceso de costura

Tabla 22: Suplementos para el proceso de costura.

Operario: Mujer	
Suplementos Constantes	
Necesidades personales	7%
Básico por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Trabajo de pie	0%
Ligeramente incomodo	1%
Uso de la fuerza	1%
Mala iluminación	0%
Trabajo de cierta concentración	0%
Ruido intermitente y fuerte	2%
Tensión mental	1%
Trabajo bastante monótono	0%
Trabajo tedioso	0%
TOTAL	16%

Tiempo estándar

Después del cálculo del tiempo normal, la asignación del factor de desempeño y los suplementos se procede a calcular el tiempo estándar para cada actividad. Para lo que se hace uso de la ecuación 3 enunciada en la fundamentación teórica. A continuación, en la Tabla 23 se muestra el cálculo del tiempo estándar para el proceso de trazado y corte.

Tabla 23: Tiempo estándar en el proceso de trazado y corte.

TIEMPO ESTÁNDAR						
	ÁREA	Confección				
	PROCESO	Trazo y corte				
	PRODUCTO	Partes de camiseta				
	MATERIAL	Tela, entretela				
N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
1	Selección de tela	92.87	98%	91.01	20%	109.22
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	10.08	100%	10.08	20%	12.10

Tabla 23: Tiempo estándar en el proceso de trazado y corte continuación 1.

N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
3	Buscar molde para frente	12.56	98%	12.31	20%	14.77
4	Acomodar tela para frentes	11.16	98%	10.94	20%	13.13
5	Alcanzar tiza para trazado	0.19	100%	0.19	20%	0.23
6	Trazar patrón para frentes	17.22	100%	17.22	20%	20.66
7	Cortar frente según trazo	57.62	100%	57.62	20%	69.14
8	Buscar moldes para espalda	16.23	98%	15.91	20%	19.09
9	Acomodar tela para espalda	10.19	100%	10.19	20%	12.22
10	Trazar patrón para espalda	17.23	100%	17.23	20%	20.67
11	Cortar espalda según trazo	63.26	100%	63.26	20%	75.91
12	Buscar molde de mangas	5.58	98%	5.46	20%	6.56
13	Acomodar tela para mangas	6.81	100%	6.81	20%	8.17
14	Trazar patrón para mangas	15.08	100%	15.08	20%	18.10
15	Cortar mangas según trazo	43.92	100%	43.92	20%	52.71
16	Buscar molde para cuello	16.54	98%	16.21	20%	19.45
17	Acomodar tela para cuello	4.58	100%	4.58	20%	5.49
18	Trazar patrón para cuello	18.01	100%	18.01	20%	21.61
19	Cortar de cuello según trazo	8.66	100%	8.66	20%	10.39
20	Acomodar tela para cocotera	5.81	100%	5.81	20%	6.98
21	Preparar tela para cortar bolsa de espalda	17.49	100%	17.49	20%	20.99
22	Trazar patrón para cocotera	9.27	98%	9.08	20%	10.90
23	Corte de cocotera según trazo	12.12	100%	12.12	20%	14.54
24	Preparar tela para tira de despunte	4.80	98%	4.70	20%	5.64
25	Trazar tira de despunte	10.47	98%	10.26	20%	12.31
26	Cortar tira de despunte	9.54	100%	9.54	20%	11.45
27	Buscar el molde para cartera	13.89	98%	13.62	20%	16.34
28	Acomodar tela para la cartera	4.30	100%	4.30	20%	5.16
29	Trazar patrón para cartera	10.37	100%	10.37	20%	12.44
30	Cortar cartera	13.91	100%	13.91	20%	16.69
31	Preparar pellón para cartera	5.65	98%	5.54	20%	6.64
32	Medir para cortar pellón	10.72	100%	10.72	20%	12.86
33	Cortar pellón	12.93	100%	12.93	20%	15.51
		Total (seg)				678.07
		Total (min)				11.30
<p>Tp = tiempo promedio observado Fd = Factor de desempeño TN = tiempo normal = Tp*Fd S = suplementos Ts = tiempo estándar =TN*(1+S)</p>						

Tiempo estándar para el proceso de costura

Tabla 24: Tiempo estándar para el proceso de costura.

TIEMPO ESTÁNDAR						
	ÁREA	Confección				
	PROCESO	Costura				
	PRODUCTO	Camiseta polo				
	MATERIAL	Partes, hilo, botones				
						
N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	9.75	100%	9.75	16%	11.31
2	Clasifica y separa piezas a unir	33.71	101%	34.05	16%	39.49
3	Unir espalda con cocotera	42.01	101%	42.43	16%	49.22
4	Inspección y cortar hilos sobrantes	10.28	101%	10.39	16%	12.05
5	Unir carteras por extremos	36.52	101%	36.89	16%	42.79
6	Unir cartera con frente	59.04	101%	59.63	16%	69.17
7	Realizar piquetes para cartera	7.96	101%	8.04	16%	9.32
8	Trasladar a máquina asignada	4.85	100%	4.85	16%	5.62
9	Unir hombros	28.23	101%	28.51	16%	33.07
10	Preparar puños y mangas	28.83	101%	29.11	16%	33.77
11	Unir puños a mangas	69.37	101%	70.07	16%	81.28
12	Inspeccionar costuras puños y mangas	3.13	101%	3.16	16%	3.67
13	Trasladar a máquina asignada	4.75	100%	4.75	16%	5.51
14	Despunte de mangas	22.20	101%	22.42	16%	26.01
15	Despunte en hombros	15.22	101%	15.37	16%	17.83
16	Medir y señalar tamaño para cartera	5.66	101%	5.72	16%	6.63
17	Formar cartera	29.15	101%	29.45	16%	34.16
18	Inspeccionar costuras	3.51	101%	3.55	16%	4.11
19	Trasladar a máquina asignada	4.68	100%	4.68	16%	5.43
20	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	66.75	101%	67.42	16%	78.20
21	Inspección	7.12	101%	7.19	16%	8.34
22	Unir cuello	80.35	101%	81.15	16%	94.13
23	Inspección	8.75	101%	8.84	16%	10.25
24	Trasladar a máquina asignada	4.59	100%	4.59	16%	5.33
25	Colocar tira de despunte para cuello	30.89	101%	31.20	16%	36.19
26	Inspeccionar y cortar excesos	3.18	101%	3.21	16%	3.73
27	Fijar tira de despunte con cuello	38.80	101%	39.19	16%	45.46

Tabla 24: Tiempo estándar para el proceso de costura continuación 1.

N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
28	Medir y trazar sobre cuello	4.79	101%	4.84	16%	5.61
29	Colocar talla	48.36	101%	48.84	16%	56.65
30	Cocer cartera	22.58	101%	22.81	16%	26.46
31	Cerrar cartera	48.55	101%	49.04	16%	56.88
32	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	36.96	101%	37.33	16%	43.31
33	Inspección	6.34	101%	6.40	16%	7.42
34	Trasladar a máquina asignada	4.47	100%	4.47	16%	5.19
35	Cerrar costados	65.55	101%	66.21	16%	76.80
36	Trasladar a máquina asignada	5.48	100%	5.48	16%	6.35
37	Realizar recubierto de costuras	81.47	101%	82.29	16%	95.45
38	Trasladar a máquina asignada	6.08	100%	6.08	16%	7.06
39	Medir distancia para parte baja	6.04	101%	6.10	16%	7.08
40	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	29.90	101%	30.19	16%	35.03
41	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	64.02	101%	64.66	16%	75.00
42	Inspección	7.09	101%	7.16	16%	8.31
43	Reámate de mangas, puños	27.40	101%	27.67	16%	32.10
44	Trasladar a máquina asignada	5.66	100%	5.66	16%	6.56
45	Colocar camiseta en máquina	8.03	101%	8.11	16%	9.41
46	Realizar ojales	30.85	101%	31.16	16%	36.15
47	Inspección corte hilo sobrante	3.34	101%	3.37	16%	3.91
48	Señalar lugar para colocar botones	20.82	101%	21.03	16%	24.40
49	Trasladar a máquina asignada	4.67	100%	4.67	16%	5.41
50	Buscar botones	43.01	101%	43.44	16%	50.39
51	Colocar botón 1 en la máquina	4.14	101%	4.18	16%	4.85
52	Pegar botón 1	14.44	101%	14.59	16%	16.92
53	Colocar botón 2 en la máquina	4.15	101%	4.19	16%	4.86
54	Pegar botón 2	14.46	101%	14.60	16%	16.94
55	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	38.16	101%	38.54	16%	44.71
		Total (seg)			1541.31	
		Total (min)			25.69	
<p>Tp = tiempo promedio observado Fd = Factor de desempeño TN = tiempo normal = Tp*Fd S = suplementos Ts = tiempo estándar =TN*(1+S)</p>						

Una vez calculado el tiempo estándar se presenta a continuación el resumen con los tiempos obtenidos.

Tabla 25: Resumen tiempo estándar.

Proceso	Tiempo (min)
Trazado y Corte	11.30
Costura	25.69
Total	36.99

Como se puede apreciar en la Tabla 25 el tiempo estándar para el proceso de trazado y corte es de 11.30 y el de costura de 25.69 minutos dando como resultado un total de 36.99 minutos necesarios para producir una camiseta polo en el área de confección.

Producción actual

Para calcular la producción actual se considera los datos mostrados en la Tabla 26.

Tabla 26: Modalidad de trabajo en la empresa.

Jornada de trabajo	8 horas/día
Trabajo mensual	20 días
Número de operarios en confección	3

Producción diaria calculada

Tomando como referencia que una jornada de trabajo es de 8 horas y tiempo estándar calculado es de 36.99 minutos/unidad, se determina la cantidad de unidades que se pueden producir mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Producción} - \text{día} = \frac{\text{Jornada de trabajo}}{T_s} \quad (9)$$

$$\text{Producción} - \text{día} = \frac{8\text{h} * \frac{60 \text{ min}}{1\text{h}}}{36.99 \text{ min/u}}$$

$$\text{Producción} - \text{día} = 12.98 \approx 13 \frac{\text{u}}{\text{día}}$$

Se obtiene que la producción diaria calculada es de 13 unidades al día, cabe mencionar que el valor obtenido es para un trabajador, por lo tanto, se debe multiplicar por el total de operarios que se tiene en la línea de confección, por lo tanto, se obtiene un total de 39 u/día.

Producción semanal

En la Tabla 27 se presenta la producción mensual por semanas para el método actual, considerando un total de 4 semanas que tiene un mes.

Tabla 27: Producción por semanas.

Semana	Producción	
	1 operario	3 operarios
1	65	195
2	130	389
3	195	584
4	260	779

Productividad actual

Para conocer la productividad se debe dividir las unidades producidas para el número de horas empleadas en un día.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{horas empleadas}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{39 \frac{\text{camisetas}}{\text{día}}}{8 \text{ h}}$$

$$\text{Productividad} = 4.87 \text{ camisetas/hora}$$

De los valores obtenidos se puede apreciar que existe una producción actual diaria de 39 camisetas polo al día lo que da como resultado una productividad actual de 4.87 camisetas por hora.

Siendo el objetivo principal la mejora de la productividad, se presenta la propuesta de mejora en donde se analizan todos los elementos que influyen directamente en el desarrollo de las actividades productivas tales como, personal, maquinaria, métodos y materiales identificados en el área de confección. Por consiguiente, para conocer las causas que originan los factores críticos que afectan directamente a la productividad, se elaboró un diagrama de Ishikawa que se presenta a continuación en la Figura 29.

Diagrama Ishikawa

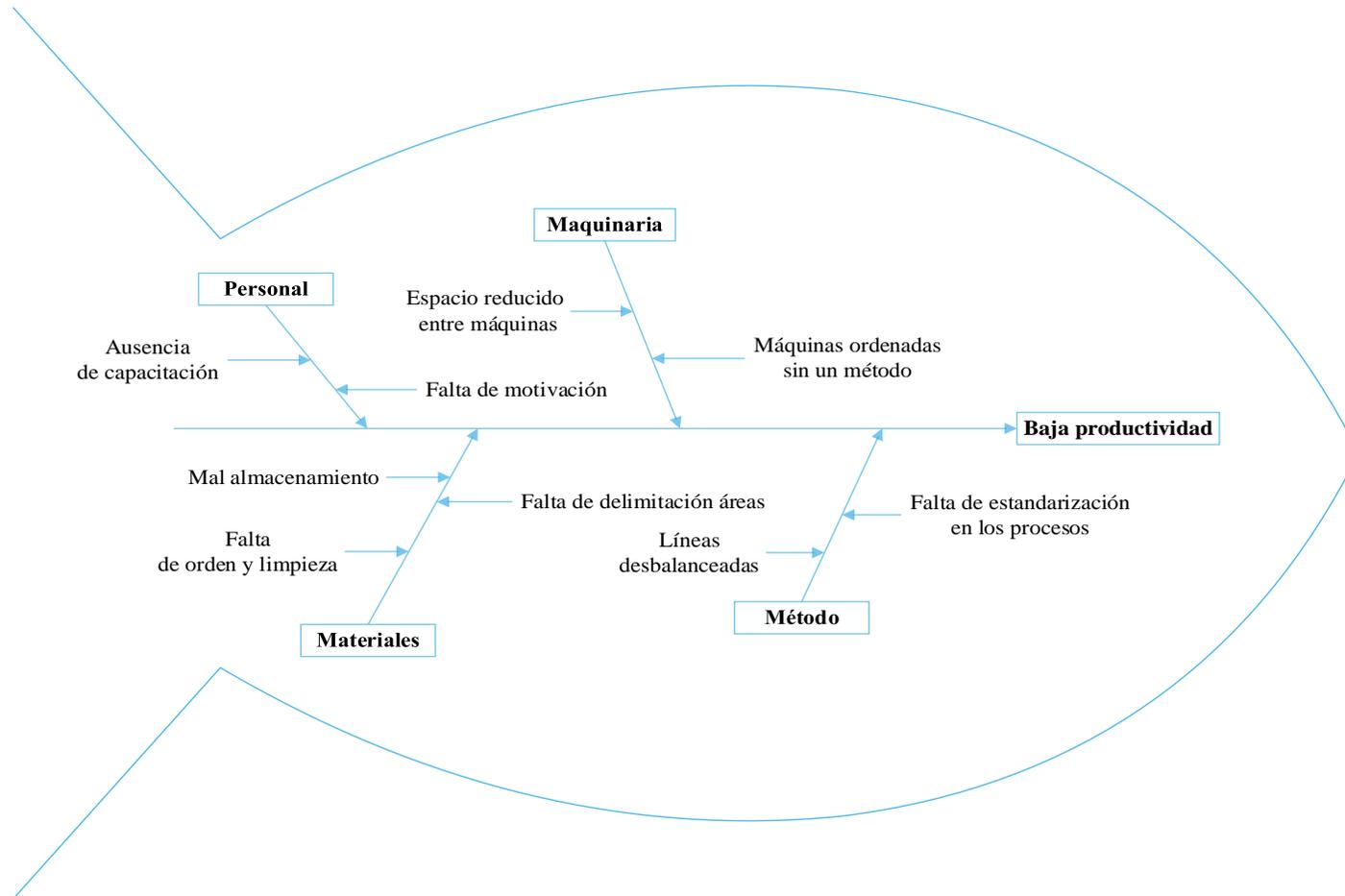


Figura 29: Diagrama Ishikawa.

Como se puede apreciar en el diagrama Ishikawa existen diversas causas que generan una baja productividad, en donde se resalta algunos elementos como: el mal almacenamiento y orden de los materiales, falta de estandarización en el proceso de costura, ausencia de delimitación de las áreas de trabajo, además se puede evidenciar que no existe una distribución correcta debido a que las máquinas se encuentran ordenadas de una manera empírica y no en función al proceso productivo lo que ocasiona que existan muchos movimientos entre máquinas y transportes innecesarios, entre otros factores que afectan directamente a la productividad.

3.2 Propuesta de mejora

Luego de analizar la situación actual de la empresa, se evidenciaron los factores que afectan la producción y por lo tanto a la productividad.

La propuesta de solución para el mal almacenamiento y orden de materiales, así como para la falta de delimitación de áreas de trabajo y materiales es la aplicación de un programa de 5S, en donde se considerará el área de confección puesto que como se pudo evidenciar en el análisis del estudio de tiempos y movimientos es el área más conflictiva para la empresa y que requiere mayor atención, además se plantea el mejoramiento del proceso de fabricación de camisetas polo mediante un nuevo método de trabajo, en donde se busca mejorar el flujo de las operaciones, reducir transportes y eliminar actividades que no agregan valor.

La justificación para la selección de dichas propuestas es que se buscará disminuir significativamente los excesos de movimientos y transportes generados al realizar ciertas operaciones y así optimizar de los procesos.

Evaluación situación actual mediante 5S

Se determina la situación actual de la empresa en base a la metodología 5S en donde para la evaluación se considera los problemas encontrados en el área de trabajo, en el anexo 3 se evidencian los factores que fueron calificados, continuación en la Tabla 28 se presenta la evaluación realizada para determinar el nivel de cumplimiento.

Tabla 28: Evaluación metodología 5s.

Evaluación Metodología 5s			
N°	Organizar o Eliminar	Si	No
1	¿Existen objetos innecesarios, en el lugar de trabajo?	✓	
2	¿Existen un plan de acción para eliminar los elementos innecesarios?		✓
3	¿Existen objetos que interrumpen la circulación?		✓
4	¿Todos los materiales y equipos necesarios se encuentran ordenados?		✓
5	¿Están claramente delimitados los lugares de almacenamiento de materiales y equipos?		✓
6	¿Se almacenan los artículos necesarios en un lugar apropiado?	✓	
	Total organizar o eliminar	2	4
	Ordenar	Si	No
1	¿Hay un lugar específico marcado visualmente para cada cosa?		✓
2	¿Se guardan los artículos inmediatamente después de su uso?	✓	
3	¿Los estantes y otras áreas de almacenamiento están marcados con etiquetas o indicadores visuales?		✓
4	¿Se organizan los elementos según el grado de utilización?		✓
5	¿Los artículos se pueden localizar inmediatamente?		✓
6	¿Existen un área de almacenamiento para objetos innecesarios?		✓
	Total ordenar	1	5
	Limpia	Si	No
1	¿Están limpias las áreas de trabajo?	✓	
2	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de desechos, suciedad, polvo, mugre o cualquier tipo de desperdicio?	✓	
3	¿Los materiales de limpieza son fácilmente accesibles?	✓	
4	¿Son fácilmente visibles las pautas y los horarios de limpieza?		✓
5	¿Están disponibles, claras y comunicadas las responsabilidades de limpieza?		✓

6	¿Los trabajadores limpian habitualmente sus estaciones de trabajo sin que se les indique (barren los pisos, limpian el equipo, entre otros)?	✓	
	Total limpiar	4	2
	Estandarizar	Si	No
1	¿Los procedimientos de limpieza orden y disciplina son claros, están documentados y se usan activamente?		✓
2	¿Existe propuestas para el mejoramiento del área de trabajo?	✓	
3	¿Todos los estándares son conocidos y visibles?		✓
4	¿Hay auditorías, controles o evaluaciones periódicas con respecto al orden y limpieza?		✓
5	¿Se mantienen los sitios de trabajo en base a las primeras tres S (organizar, ordenar, y limpiar)?		✓
	Total estandarizar	1	4
	Disciplina	Si	No
1	¿Existen una cultura establecida de organización, orden y limpieza?	✓	
2	¿Todos están adecuadamente capacitados en 5S?		✓
3	¿Se actualizan y revisan regularmente los procedimientos?		✓
4	¿Los resultados y hallazgos de la auditoría se comunican adecuadamente a todos los integrantes de la empresa?		✓
	Total disciplina	1	3

De la evaluación realizada se muestra a continuación en la Figura 30 la tabulación de los resultados obtenidos.



Figura 30: Tabulación de la metodología 5s.

En la Tabla 29 se muestra el nivel de cumplimiento de la metodología 5s.

Tabla 29: Nivel de cumplimiento 5s.

5S	Evaluación
Organizar	33%
Orden	17%
Limpieza	67%
Estandarización	20%
Disciplina	25%
Nivel de cumplimiento	32%

Análisis de resultados

La Figura 30 representa la tabulación obtenida de la evaluación realizada en base a la metodología 5s, en donde cada lado del polígono representa el nivel de cumplimiento de una “s”. Como resultado de la evaluación se obtiene que la primera 'S', organizar, tiene un 33% de nivel de cumplimiento, lo que significa que necesita atención inmediata pues existen objetos innecesarios e inútiles en el lugar de trabajo que requieren se organizados o eliminados.

Por otro lado, en la segunda “S”, Orden, existe un nivel de cumplimiento del 17% lo que refleja que no existen lugares adecuados para materiales, herramientas y equipos utilizados para la confección, por lo tanto, es evidente que se necesita corregir, pues

este indicador además de medir que tan ordenado u organizado se encuentran los puestos de trabajo ayuda a ser más productivo a la hora de la búsqueda de materiales y equipos.

En cuanto a la tercera "S", limpieza, se obtuvo un cumplimiento de 67% lo que significa que la organización debe actuar, pero no inmediatamente, debido a que supera el 50% y denota un nivel aceptable.

Por otro lado, la cuarta "s", estandarización, se obtuvo como resultado un nivel de cumplimiento de un 20%, lo que significa que en la empresa no existen manuales de procedimientos que permitan cumplir con las primeras 3“S” por lo tanto se debe actuar enseguida, pues el mejoramiento de esta etapa permitirá mantener un ambiente de trabajo organizado, ordenado y limpio.

Finalmente, la quinta “s”, disciplina, se obtuvo como resultado el cumplimiento del 25% debido a que no existe un plan para efectuar los procedimientos anteriores, de igual manera necesita atención inmediata puesto que el objetivo de esta quinta “s” es promover el compromiso y la motivación para mantener las 4”s” anteriores.

El resultado obtenido del nivel de cumplimiento es en promedio de 32%, en virtud que se evidencia deficiencias en cada una de las “s” por lo tanto, se presenta a continuación las medidas necesarias para el mejoramiento e implementación del sistema 5s.

Desarrollo de la metodología 5S

Para desarrollar la implementación del programa 5S, se los dividirá en etapas que se deberán ir siguiendo paso a paso. Es necesario comprender que cada etapa se realiza después de completar los requisitos anteriores.

Etapa 1: Compromiso

En primer lugar, la alta dirección será responsable del proceso de implementación del programa. Para esto los directivos deben comprender el significado de cada "S" y los nuevos cambios que tendrá desde el principio del programa, no solamente serán responsables, sino que también tendrán un compromiso para implementar esta herramienta, proporcionando los recursos necesarios y las acciones correctivas para el

progreso de la mejora continua. Así mismo, debe reafirmar su compromiso de monitorear continuamente la implementación.

Como se menciona en el Diagrama de Ishikawa, el mayor desperdicio en la confección de camisetas polo es:

- El exceso de tiempo en búsqueda de materiales por mal almacenamiento, orden y limpieza.
- El tiempo total por esperas y trasportes en el proceso de confección.

Después de reconocer el estado actual se sugiere que la alta dirección defina los objetivos para el alcance de la implementación del programa, comenzando con la selección de sitios adecuados para cada cosa y si es necesario la implementación de nuevos lugares.

Etapa 2: Entrenamiento

En esta etapa, se creará una cultura de cambio y mejora mediante la capacitación de cada uno de los integrantes de empresa. Esta capacitación debe ser apoyada por la alta dirección, proporcionando los recursos necesarios para obtener la experiencia y el conocimiento necesario.

Etapa 3: Formulación de políticas y objetivos de las 5S

En esta etapa se establecerán criterios necesarios que se deben cumplir y se mencionan a continuación:

- Políticas de seguridad frente al desorden y transporte excesivo, así como la no clasificación y delimitación de las áreas de trabajo.
- Se adoptarán una nueva política de calidad de procesos, objetivos de defectos y objetivos de mejora para evitar el desperdicio y el reciclaje excesivos.

Finalmente, en esta etapa se realizará la implementación de cada fase de las 5S.

Implementación de la metodología 5S

1) Seiri “Clasificar o eliminar”

La primera etapa de la metodología 5s consiste en clasificar y eliminar lo innecesario del espacio de trabajo, en el proceso de selección de tela, trazado, corte y costura se

evidencian elementos que ocasionan excesos de movimientos y tiempos improductivos que pueden ser disminuidos o eliminados.

Lo que se busca con esta primera S es evitar excesos de trasportes y movimientos, así como también la pérdida de tiempo en encontrar o localizar materiales o equipos para el trabajo.

Para cumplir con este punto se propone las siguientes recomendaciones:

- Revisar el área de trabajo y realizar un listado de materiales, equipos y herramientas innecesarios y proceder a eliminarlos.
- Clasificar los elementos empleados según su frecuencia de uso con la finalidad de agilizar el trabajo.
- Realizar actividades de clasificación en el lugar de trabajo, es decir, lo que se requiere y lo que no se requiere.
- Eliminar las cosas no deseadas que están en tu lugar de trabajo y mantener solo aquellas cosas que necesita.

Además, si en los espacios de trabajo existen objetos que no agregan valor y que no se necesitan ni se usan con frecuencia, se le debe asignar una tarjeta roja, esto con la finalidad de eliminar dichos objetos innecesarios del área de trabajo. En la Figura 30 se muestra la tarjeta roja que se usará.

TARJETA ROJA	
Fecha:	
Descripción:	
Categoría	
Máquina /equipo	
Herramienta	
Materia prima	
Material	
Otros:	
Acción requerida	
Eliminar	
Ordenar	
Almacenar	
Otros:	

Figura 31: Tarjeta roja.

En el área de confección se encontraron algunos artículos innecesarios que se deben organizar o eliminar, por consiguiente, en la Figura 32 y 33 se muestra la utilización de la tarjeta roja a elementos innecesarios que se encuentran dentro del proceso de trazado, corte y costura; entre ellos tenemos tela, retazos de tela, material en proceso sin terminar y entre otros elementos que necesitan una corrección inmediata.



Figura 32: Tarjeta roja en el proceso de trazado y corte.



Figura 33: Tarjeta roja proceso de costura.

Después de identificar todos los desperdicios o elementos innecesarios se procede a ubicarlos en el lugar correspondiente y a desechar aquellos que no se necesitan o son desperdicios.

2) Seiton (ordenar)

Una vez eliminados los objetos innecesarios dentro del área de trabajo se aplica la segunda “S” que corresponde a ordenar y ubicar a todos los elementos, tales como materiales, herramientas, materia prima y equipos en un lugar adecuado, con el objetivo de facilitar a los operarios la búsqueda de elementos necesarios de una manera

más fácil y rápida y de esta manera disminuir los tiempos y de movimientos utilizados para encontrarlos.

Para el desarrollo de esta segunda S se debe considerar lo siguiente:

- Identificar todos los materiales por nombre, número, color, código, etc.
- Ubicar los elementos que mayor frecuencia de uso tengan lo más cerca posible del lugar de trabajo.
- Llevar un control de la cantidad exacta de materiales, tales como hilo, agujas, botones, entre otros para contrarrestar los imprevistos que se presenten.

Además, para llevar a cabo el registro y saber que elementos están por agotarse se hará uso de la tarjeta roja, en donde se colocará la tarjeta encima del material u elemento que esta por agotarse.

3) Seiso (limpiar)

Consiste en eliminar todos lo que se considere desperdicios tales como retazos de tela, hilo, polvo y todo elemento que interrumpa la libre circulación o impida el correcto flujo de trabajo. Todo debe estar limpio, ordenado y cuidadosamente puesto en un lugar apropiado.

Además, se debe identificar y eliminar las cosas que dificultan la limpieza, tales como cajas en el piso o cualquier elemento que impida limpiar toda la superficie.

Para llevar a cabo la limpieza se debe considerar los siguientes pasos:

- Preparar un programa de limpieza para todas las zonas considerando a todos los integrantes de la empresa.
- Fomentar la limpieza de su lugar de trabajo a todos los integrantes de empresa para que lo mantenga siempre limpio.

4) Sekutsu (Estandarizar)

Este paso consiste en involucrar a todos y cada uno de los operarios de la empresa a realizar sistemáticamente los pasos anteriores diariamente, para mantener el lugar de trabajo en perfectas condiciones como un proceso estándar, caso contrario se volvería nuevamente a lo anterior. Para esto se traza los siguientes estándares:

- Se debe asegurar de que cada operario conozca sus responsabilidades. Deben tener una comprensión clara de sus tareas diarias y semanales de clasificación, orden y Limpieza. Sus responsabilidades estarán claramente escritas en una lista de verificación o en un cuadro que se pueda acceder fácilmente a ellas durante el día.
- Se asignará como parte de su rutina diaria las actividades de Clasificar, Ordenar y Limpieza a los operarios en función de sus actividades y su área de trabajo.

Después de haber asignado los trabajos a cada operador con los tres pilares y haber incorporado el 4 paso que es estandarizar en la rutina de trabajo diario, se evaluará qué tan bien se están manteniendo estos pilares.

Se hará una lista de verificación del nivel de estandarización para evaluar el cumplimiento de las actividades. Cuando se visualice, por ejemplo, que la máquina de corte no se ha vuelto al lugar asignado, se corregirá de inmediato, así mismo cuando se halle partes de tela cortada que se encuentre en el piso, se limpiaran inmediatamente y así con todos los elementos mal ubicados o que sean desperdicios se desecharan o se reubicaran.

Evaluación periódica

Una vez que los pasos este estandarizados, el desempeño se evaluará a intervalos regulares. Las evaluaciones deberán ser completadas por los jefes de áreas de cada área. De cualquier manera, es importante contar con un sistema para garantizar que las tareas se realicen de manera constante.

5) Shitsuke (Mantener o Disciplina):

Este es el paso final para la implementación de 5S, se deberá hacer una lista de verificación para asegurarse que todos siguen la regla para mantener lo establecido. Una vez que se ejecuta las primeras 4S, el personal de la empresa deberá saber a profundamente cuáles son cada una de ellas y mantener todo lo que se ejecuta diariamente en ordenar sin excepción alguna.

Para el cumplimiento de este último pilar se deberá hacer que las 5S sean parte de la cultura y deberán estar incorporadas a la filosofía corporativa, para esto se desarrollará

un compromiso organizacional para que todos desarrollen 5S como un hábito por lo que se integrará la metodología 5S en el sistema de gestión del desempeño.

Finalmente se evaluará cada mes los lugares de trabajo para verificar cómo va el cumplimiento de la metodología y se deberá programar revisiones mensuales. De esta manera se asegurará de que las 5S se mantengan y se cumplan los cronogramas definidos y que todos sigan los procedimientos.

Mejoramiento del método de trabajo

La propuesta está enfocada en mejorar las operaciones, reducir transportes y optimizar los procesos, para esto se propone una modificación parcial de las actividades que se realizan.

Cambiar el método de trabajo provocará un replanteamiento de los procesos donde se diagnosticaron los problemas. Especialmente en las operaciones de trazado y corte en donde existen actividades que se repiten una y otra vez tales como: acomodar tela, trazar patrón y cortar las partes de la camiseta; con la finalidad de aprovechar mejor los recursos y materiales estos procesos tendrán modificaciones.

La nueva secuencia tiene como objetivo reagrupar las actividades de este proceso. Esto significa que cada tarea debe completarse para pasar a la siguiente. En primer lugar, el tendido de la tela se lo realizará una sola vez para todos los elementos que conforman la camiseta polo (cocotera, cartera, frente, espalda, puños, mangas, cuello y tira de despunte).

Luego todos los patrones deberán trazarse sobre la tela ya extendida sobre la mesa de corte, pues no es necesario separar estos elementos en diferentes partes, como se venía realizando.

Como se mencionó en la descripción del problema, muchos de los pasos se repiten y esto ocasiona que se generen desperdicios de tiempos y recursos. Por ejemplo, se puede mencionar que en el trazado de la parte frente o espaldas también tiene queda un lugar disponible para el trazado para el cuello. Y eso es exactamente lo que se realizan en el método actual, el problema es que tienen que esperar un corte de

cualquier parte de la camiseta para repetir el proceso, y para esto se vuelve a buscar materiales como tiza, molde, cinta y regla.

Se puede decir que el método de trabajo actual solo se enfoca en confeccionar la prenda, pero no en realizar actividades como extender, doblar, trazar los patrones y cortar la tela. Así que reagrupar estas acciones, permiten disminuir procesos repetitivos, puesto que se ejecutarán una sola vez en todo el proceso. Esta reorganización disminuirá el número de pasos y estructurará mejor el proceso. Estos nuevos pasos se pueden adaptar a cualquier producto de la organización, puesto que siempre hay múltiples prendas que se realizan de esta manera. Este cambio ayudará a explicar mejor el proceso no solo a los operarios actuales de la empresa, sino que también a los nuevos operarios que se pudieran integrar en un futuro.

Propuesta de mejora en el proceso de costura

En el proceso de costura existen métodos que no dependen de los anteriores esto quiere decir que se los puede realizar antes y junto con otros procesos, y de esta manera minimizar transportes entre máquinas.

Por lo tanto, se puede obtener una mejor disposición de máquinas y procesos conociendo todas las secuencias de operaciones y teniendo en cuenta sus dependencias, para ello se presenta en la Tabla 30 los procesos y sus dependencias en la producción de camisetas polos.

Tabla 30: Dependencia entre procesos.

		Procesos según su dependencia		
N°	Proceso	Salida	Máquina	Dependencia
1	Unir espalda con cocotera	Espalda con cocotera	Recta	-
2	Unir carteras con frente	Frente con cartera	Recta	-
3	Unir hombros	Frente y espalda	Overlock	1,2
4	Unir puños a mangas	Mangas con puños	Overlock	-
5	Despuente en mangas y hombros	Despunte de mangas	Recta	3,4

Tabla 30: Dependencia entre procesos continuación 1.

N°	Proceso	Salida	Máquina	Dependencia
6	Forma a cartera	Torso con cartera y frente con espalda	Recta	2
7	Unir mangas a frente y espalda	Frente y espalda con mangas con puños	Overlock	3, 4
8	Unir cuello	Torso con mangas puños y cuello	Overlock	3
9	Colocar tira de despunte en cuello	Torso con mangas, puños, cuello y tira de despunte	Recta	6, 8
10	Colocar talla en cuello	Torso formado con talla	Recta	9
11	Cerrar cartera	Torso formado con cartera	Recta	10
12	Cierre de despunte (derecho izquierdo)	Despunte de costuras	Recta	11
13	Cerrar costados	Torso cerrado	Overlock	12
14	Realizar recubierto frente y espalda	Torso recubierto con	Recubridora	13
15	Remates de costados	Torso recubierto y con cierre con remates	Recta	14
16	Remate de mangas y puños	Camiseta formada	Recta	15
17	Realizar ojales	Camiseta formada con ojal	Ojaladora	16
18	Colocar botones	Camiseta polo	Botonera	17

Como se puede apreciar en la Tabla 30 el proceso uno, dos y cuatro no dependen de los anteriores, el proceso tres depende del uno y dos, mientras que para los demás se puede observar que existe actividades que depende de los anteriores para poder continuar, partiendo de esta información se presenta el método propuesto para el proceso de costura.

3.2.1 Método propuesto para el proceso de costura

Después de analizar a detalle el método actual mediante el análisis de dependencia de se puede apreciar que existen procesos que se pueden reagrupar y otros hasta funcionar, por lo tanto, se elabora una nueva metodología para la confección de camisetas polo que se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31: Método propuesto proceso de confección.

N°	Proceso	Salida	Máquina	Dependencia
1	Unir espalda con cocotera	Espalda con cocotera	Recta	-
2	Unir carteras con frente	Frente con cartera	Recta	-
3	Unir hombros	Frente y espalda	Overlock	1,2
4	Unir cuello	Mangas con puños	Overlock	3
5	Unir puños a mangas	Despunte de mangas	Overlock	-
6	Unir mangas a frente y espalda	Torso con cartera y frente con espalda	Overlock	3, 5
7	Formar cartera	Frente y espalda con mangas con puños	Recta	2
8	Despunte en mangas y hombros	Torso con mangas puños y cuello	Recta	3, 6

Tabla 31: Método propuesto proceso de confección continuación 1.

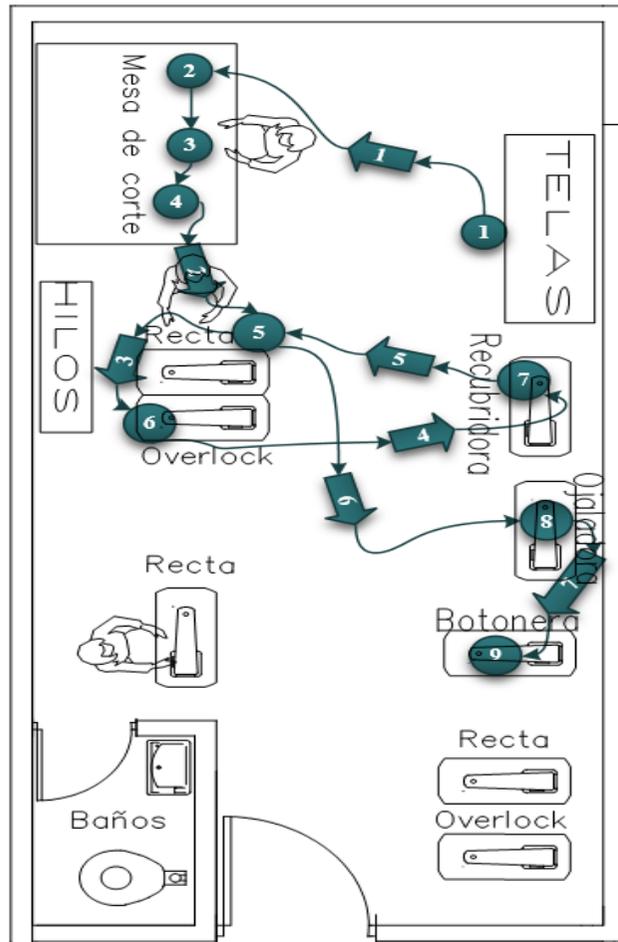
N°	Proceso	Salida	Máquina	Dependencia
9	Colocar tira de despunte en cuello	Torso con mangas, puños, cuello y tira de despunte	Recta	4, 7
10	Colocar talla en cuello	Torso formado con talla	Recta	9
11	Cerrar cartera	Torso formado con cartera	Recta	10
12	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	Despunte de costuras	Recta	11
13	Cerrar costados	Torso cerrado	Overlock	12
14	Realizar recubierto	Torso con recubierto	Recubridora	13
15	Remates de costados	Torso con recubierto y cierre con remates	Recta	14
16	Remate de mangas y puños	Camiseta formada	Recta	15
17	Realizar ojales	Camiseta formada con ojal	Ojaladora	16
18	Colocar botones	Camiseta polo	Botonera	17

Como se puede apreciar en la Tabla 31 existe una reducción de trasportes en comparación con el método actual, pues al realizarse las modificaciones en base a la dependencia se agrupan procesos y se evita cambios entre máquinas, además se puede saber la correcta disposición de máquinas para la confección de camisetas polo.

3.2.2 Diagrama de recorrido método propuesto

Después de analizar y mejorar el método actual de confección, se presenta en la Figura 34 el diagrama de recorrido propuesto, en donde se aprecia que existe una reagrupación de las máquinas en función del proceso por lo que se evita reprocesos y se disminuye distancias.

Diagrama de recorrido propuesto



Actividad	Proceso
1	Telas
2	Moldes
3	Trazado
4	Corte
5	Cocotera, cartera, despunte mangas y hombros, tira de despunte, talla, remate de costados, mangas y puños.
6	Hombros, puños con mangas, cuello, mangas, magas con torso, costados
7	Recubrimiento de camiseta
8	Ojales
9	Botones

Figura 34: Diagrama de recorrido propuesto.

3.2.3 Cursograma analítico método propuesto

En la Tabla 32 se muestra el cursograma analítico propuesto en base a la nueva metodología planteada en donde se tiene la simplificación de actividades que no agregan valor.

Tabla 32: Cursograma analítico propuesto trazado y corte.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO																																							
Proceso:	Selección de tela, trazado, corte,	Método:	Propuesto		Diagrama:	1																																			
Producto:	Camiseta polo bordada	Elaborado por:	Investigador		Hoja:	1																																			
Área:	Confección	Operario (s):	Varios		Fecha:	10/3/2022																																			
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregar valor																													
					●	→	■	◐	▼	▣		Si	No																												
1	Selección de tela	1		76	●								x																												
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	1	2.5	8.16	→									x																											
3	Buscar moldes	1		39.33	●								x																												
4	Acomodar tela	1		34.07	●								x																												
5	Alcanzar tiza para trazado	1		0.19	●									x																											
6	Trazar moldes	1		78.98	●								x																												
7	Cortar partes trazadas	1		171.3	●								x																												
8	Preparar pellón para cartera	1		4.16	●								x																												
9	Medir para cortar pellón	1		8.16	●								x																												
10	Cortar pellón	1		9.992	●								x																												
RESUMEN																																									
Símbolo	Actividad	Actual	Tiempo (seg)		Distancia		Observaciones Generales:																																		
				430.3		2.5								Observaciones Generales:																											
				7.17																	Observaciones Generales:																				
●	Operación	9																										Observaciones Generales:													
→	Transporte	1																																	Observaciones Generales:						
■	Inspección	0					Observaciones Generales:																																		
◐	Espera	0																																							
▼	Almacenaje	0												Observaciones Generales:																											
▣	Combinada	0																			Observaciones Generales:																				
	TOTAL	10																										Observaciones Generales:													

Tabla 33: Cursograma analítico propuesto proceso de costura.

		CURSOGRAMA ANALÍTICO												
Proceso:	Costura	Método:	Propuesto		Diagrama:	2								
Producto:	Camiseta polo	Elaborado por:	Investigador		Hoja:	1								
Área:	Confección	Operario (s):	Varios		Fecha:	10/3/2022								
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregar valor		
					●	→	■	□	▽	■		Si	No	
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	1	2.3	4.9									x	
2	Clasifica y separa piezas a unir	1		36.2								Manual	x	
3	Unir espalda con cocotera	1		42.7								Recta	x	
4	Unir carteras por extremos	1		35.14								Recta	x	
5	Unir cartera con frente	1		58.62								Recta	x	
6	Realizar piquetes para cartera e inspeccionar	1		7.56								Manual	x	
7	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.9										x
8	Unir hombros	1		28.59								Overlock	x	
9	Unir cuello	1		80.4								Overlock	x	
10	Preparar puños y mangas	1		28.59								Manual	x	
11	Unir puños a mangas	1		68.7								Overlock	x	
12	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda e inspeccionar	1		64.8								Overlock	x	
13	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.9										x
14	Medir y señalar tamaño para cartera	1		5.1								Manual	x	
15	Formar cartera	1		27.61								Recta	x	
16	Despunte de mangas	1		21.88								Recta	x	
17	Despunte en hombros	1		14.94								Recta	x	
18	Colocar tira de despunte para cuello	1		30.27								Recta	x	
19	Fijar tira de despunte con cuello	1		37.56								Recta	x	
20	Medir y trazar sobre cuello	1		5.8								Manual	x	
21	Colocar talla	1		47.89								Recta	x	
22	Cocer cartera	1		23.17								Recta	x	
23	Cerrar cartera	1		48.42								Recta	x	

Tabla 33: Cursograma analítico propuesto proceso de costura continuación 1.

N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos						Observación	Agregan valor	
					●	➔	■	◐	▼	■		Si	No
24	Cierre de Despunte e inspeccionar	1		37.6							Recta	x	
25	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.92									x
26	Cerrar costados e inspeccionar	1		66.55							Overlock	x	
27	Trasladar a máquina asignada	1	2.1	3.5									x
28	Realizar recubierto de costuras	1		81.67							Recubridora	x	
29	Trasladar a máquina asignada	1	2.2	3.92									x
30	Medir distancia para parte baja			6.07							Manual		x
31	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	1		30							Recta	x	
32	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	1		63.43							Recta	x	
33	Reámate de mangas, puños e inspeccionar	1		27.51							Recta	x	
34	Trasladar a máquina asignada	1	4.3	7.6									x
35	Colocar camiseta en máquina			8.04							Manual	x	
36	Realizar ojales	1		30.02							Ojaladora	x	
37	Señalar lugar para colocar botones	1		20.63							Manual	x	
38	Trasladar a máquina asignada	1	2.3	4.89									x
39	Buscar botones	1		33.41							Manual	x	
40	Colocar botón 1 en la máquina	1		4.19							Manual	x	
41	Pegar botón 1	1		14.45							Botonera	x	
42	Colocar botón 2 en la máquina	1		4.19							Manual	x	
43	Pegar botón 2	1		14.45							Botonera	x	
44	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	1		38.44							Manual		x

RESUMEN

Símbolo	Actividad	Actual	Tiempo (seg)		Observaciones Generales:
				1234.1	
				20.57	
●	Operación	33	Distancia		
➔	Transporte	9			
■	Inspección	1			
◐	Espera	1			
▼	Almacenaje	0			
■	Combinada	1			
	TOTAL	44			

3.2.4 Resumen método actual vs propuesto

En la Tabla 34 se muestra la cantidad de operaciones, transporte, inspecciones, esperas, almacenajes y operaciones combinadas obtenidas mediante el método actual y propuesto.

Tabla 34: Resumen cursograma analítico método actual vs propuesto.

RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
●	Operación	65	37	28
➡	Transporte	12	10	2
■	Inspección	7	1	6
●	Espera	1	1	0
▼	Almacenaje	0	0	0
■	Combinada	3	5	2
Total de Actividades realizadas		88	54	34
Distancia total en metros		35.7	22.6	13.1
Tiempo (seg)		1892	1664	227.75

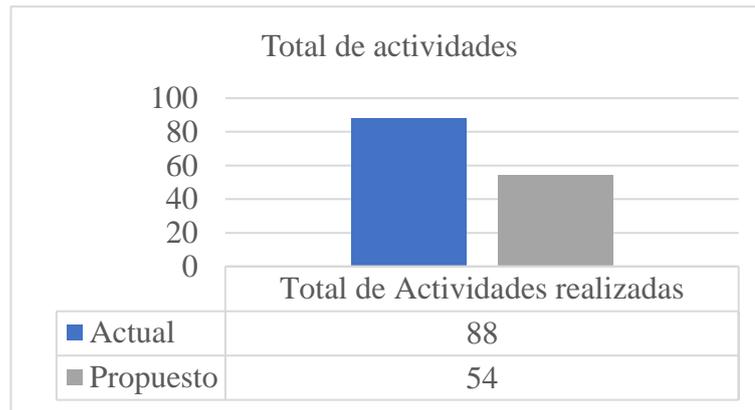


Figura 35: Total de actividades método actual vs propuesto.

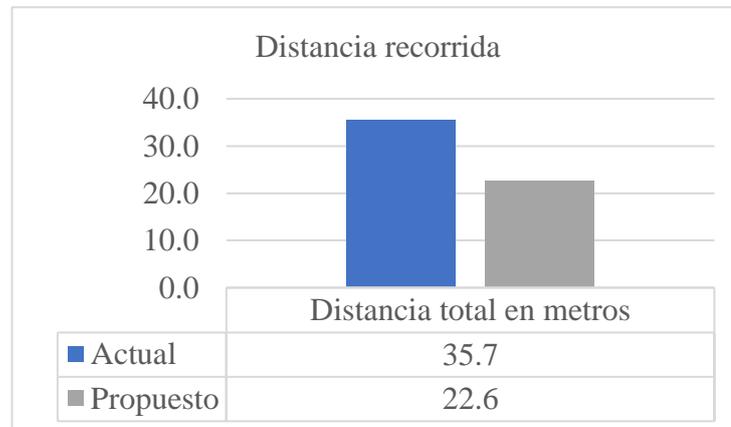


Figura 36: Distancia recorrida método actual vs propuesto.

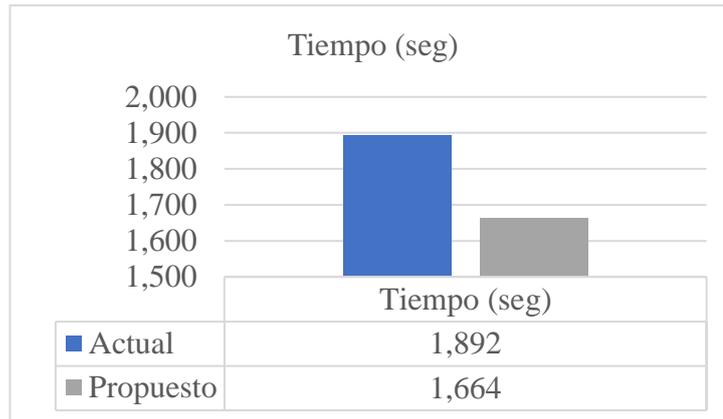


Figura 37: Tiempo medido método actual vs propuesto.

Análisis de resultados

Como se puede apreciar en la Figura 35 existe una reducción de 23 actividades en comparación del método actual con en el método propuesto, esto se debe a la agrupación de las actividades como tendido, trazado y corte de la tela debido a que se repetían a lo largo del proceso, por otro lado en el proceso de confección de la camiseta polo mediante el análisis de dependencia se pudo determinar que existen procesos que se pueden realizar antes y en conjunto con otras operaciones, por lo que al cambiar el método de trabajo se obtiene menos transportes de materiales entre máquinas, además en el método propuesto se eliminan inspecciones y se sugiere agruparlas con operaciones de tal manera que se conviertan en actividades combinadas, en cuyo caso se realiza la inspección visual actual pero de una manera más rápida y sencilla al aplicar cada actividad. Cabe mencionar que combinar la inspección con los procesos no requiere tiempo adicional, puesto que implica únicamente prestar mayor atención al proceso mientras se realiza.

Se puede observar en la Figura 37 que existe una reducción de tiempo de producción de 1892 a 1664 segundos lo que representa una mejora de 12.05% lo que significa que se puede producir más en menos tiempo.

3.2.5 Estudio de tiempos para el método propuesto

A continuación, se realiza el estudio de tiempos en base al método propuesto mostrado en el cursograma analítico.

Tiempo promedio para método propuesto

En la Tabla 35 se determina el tiempo promedio para el proceso de trazado y corte en base al método propuesto.

Tabla 35: Estudio de tiempos propuesto para el proceso de trazo y corte.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
	ÁREA:	Confección	ESTUDIO N°	1									
	PROCESO:	Trazo y Corte	HOJA	1									
	MATERIAL	Tela, entretela	OBSERVADO POR	Investigador									
	PRODUCTO	Camiseta polo											
N°	Actividad	CICLOS (S)										T	Tp
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Selección de tela	76.00	72.80	75.38	73.77	74.34	74.06	74.28	74.09	74.10	74.10	742.96	74.30
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	8.16	8.00	8.112	8.04	8.064	8.056	8.064	8.056	8.064	8.056	80.67	8.07
3	Buscar moldes	39.33	39.31	38.94	38.55	38.82	38.76	38.77	38.78	38.76	38.78	388.83	38.88
4	Alcanzar tiza para trazado	34.07	34.29	34.16	34.22	34.40	34.22	34.35	34.32	34.33	34.34	342.74	34.27
5	Acomodar tela para frentes	0.19	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	1.88	0.19
6	Trazar patrón para frentes	78.98	77.95	78.09	78.07	77.96	78.03	77.99	78.02	78	78.00	781.13	78.11
7	Cortar frente según trazo	171.2	164.7	168.2	166.3	167.4	166.6	166.8	166.8	166.8	166.8	1672.1	167.22
		8	5	2	76	72	64	8	4	4	4	6	
8	Acomodar tela para espalda	4.16	4.72	4.37	4.57	4.56	4.57	4.56	4.56	4.56	4.56	45.18	4.52
9	Trazar patrón para espalda	8.16	8.79	8.59	8.62	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	85.76	8.58
10	Cortar espalda según trazo	9.99	11.44	10.33	10.41	10.34	10.41	10.38	10.39	10.39	10.39	104.48	10.45
T = sumatoria de observaciones Tp = tiempo promedio observado													

Estudio de tiempos para proceso de costura para método propuesto

Tabla 36: Estudio de tiempos propuesto para proceso de costura.

ESTUDIO DE TIEMPOS								
	ÁREA:	Confección	ESTUDIO N°			2		
	PROCESO:	Trazo y Corte	HOJA			1		
	MATERIAL	Tela, entretela	OBSERVADO POR			Investigador		
	PRODUCTO	Camiseta polo						
N°	Actividad	CICLOS (S)					T	Tp
		1	2	3	4	5		
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	4.90	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87
2	Clasifica y separa piezas a unir	36.20	32.73	33.69	32.91	33.01	33.01	33.01
3	Unir espalda con cocotera	42.70	41.08	42.44	41.86	41.97	41.92	41.96
4	Unir carteras por extremos	35.14	37.13	36.65	37.02	36.68	36.99	36.92
5	Unir cartera con frente	58.62	59.20	59.12	59.12	59.12	59.12	59.12
6	Realizar piquetes para cartera	7.56	8.12	8.03	8.04	8.03	8.03	8.03
7	Trasladar a máquina asignada	4.90	4.79	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85
8	Unir hombros	28.59	28.01	28.39	28.03	28.11	28.1	28.1
9	Unir cuello	80.40	80.32	80.34	80.33	80.34	80.34	80.34
10	Preparar puños y mangas	28.59	29.03	28.67	29	28.84	28.88	28.85
11	Unir puños a mangas	68.70	69.60	69.46	69.56	69.55	69.55	69.55
12	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	64.80	67.56	66.82	67.51	67.06	67.24	67.16
13	Trasladar a máquina asignada	4.90	4.87	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89

Tabla 36: Estudio de tiempos propuesto para proceso de costura continuación 1.

N°	Actividad	CICLOS (S)					T	Tp
		1	2	3	4	5		
14	Medir y señalar tamaño para cartera	5.10	6.01	5.45	5.99	5.75	5.85	5.84
15	Formar cartera	27.61	29.61	29.49	29.54	29.52	29.52	29.52
16	Despunte de mangas	21.88	22.72	22.12	22.15	22.12	22.14	22.14
17	Despunte en hombros	14.94	15.42	15.18	15.3	15.24	15.28	15.27
18	Colocar tira de despunte para cuello	30.27	31.55	30.74	31.09	30.79	30.96	30.96
19	Fijar tira de despunte con cuello	37.56	39.23	39.02	39.11	39.1	39.1	39.1
20	Medir y trazar sobre cuello	5.80	4.47	4.58	4.51	4.58	4.55	4.56
21	Colocar talla	47.89	49.20	48.12	48.44	48.13	48.36	48.3
22	Cocer cartera	23.17	22.20	22.58	22.4	22.56	22.55	22.56
23	Cerrar cartera	48.42	48.78	48.47	48.59	48.5	48.52	48.51
24	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	37.60	36.30	37	36.95	36.97	36.97	36.97
25	Trasladar a máquina asignada	4.92	4.25	4.68	4.52	4.57	4.53	4.54
26	Cerrar costados	66.55	65.20	65.38	65.29	65.34	65.31	65.33
27	Trasladar a máquina asignada	3.50	3.68	3.54	3.65	3.61	3.63	3.62
28	Realizar recubierto de costuras	81.67	81.20	81.57	81.43	81.5	81.47	81.49
29	Trasladar a máquina asignada	3.92	3.89	3.91	3.9	3.91	3.91	3.91
30	Medir distancia para parte baja	6.07	6.02	6.05	6.04	6.04	6.04	6.04

Tabla 36: Estudio de tiempos propuesto para proceso de costura continuación 2.

N°	Actividad	CICLOS (S)					T	Tp
		1	2	3	4	5		
31	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	30.00	29.80	29.92	29.87	29.89	29.87	29.89
32	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	63.43	64.20	64.14	64.18	64.14	64.17	64.16
33	Reámate de mangas, puños	27.51	27.30	27.42	27.36	27.41	27.38	27.4
34	Trasladar a máquina asignada	7.60	7.52	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
35	Colocar camiseta en máquina	8.04	8.01	8.04	8.03	8.04	8.04	8.04
36	Realizar ojales	30.02	31.10	31.04	31.05	31.05	31.05	31.05
37	Señalar lugar para colocar botones	20.63	21.10	20.75	20.82	20.82	20.82	20.82
38	Trasladar a máquina asignada	4.89	4.40	4.7	4.65	4.69	4.67	4.68
39	Buscar botones	33.41	35.36	33.856	35.224	34.2	34.344	34.232
40	Colocar botón 1 en la máquina	4.19	4.09	4.16	4.13	4.14	4.13	4.14
41	Pegar botón 1	14.45	14.41	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45
42	Colocar botón 2 en la máquina	4.19	4.10	4.17	4.15	4.15	4.15	4.15
43	Pegar botón 2	14.45	14.47	14.45	14.46	14.45	14.46	14.46
44	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	38.44	38.08	38.09	38.09	38.09	38.09	38.09
T = sumatoria de observaciones Tp = tiempo promedio observado								

Calificación de desempeño para método propuesto

Tabla 37: Calificación de desempeño para el proceso de trazado y corte método propuesto.

Calificación del desempeño						
N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
1	Selección de tela	0	0	0	-0.02	98%
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	0	0	0	0	100%
3	Buscar moldes	0	0	0	-0.02	98%
4	Acomodar tela	0	0	0	0	100%
5	Alcanzar tiza para trazado	0	0	0	-0.02	98%
6	Trazar moldes	0	0	0	0	100%
7	Cortar partes trazadas	0	0	0	0	100%
8	Preparar pellón para cartera	0	0	0	-0.02	98%
9	Medir para cortar pellón	0	0	0	0	100%
10	Cortar pellón	0	0	0	0	100%

Factor de desempeño para el proceso de costura para método propuesto

Tabla 38: Calificación de desempeño para proceso de costura método propuesto.

Calificación del desempeño						
N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	0	0	0	0	100%
2	Clasifica y separa piezas a unir	0.03	0	0	-0.02	101%
3	Unir espalda con cocotera	0.03	0	0	-0.02	101%
4	Unir carteras por extremos	0.03	0	0	-0.02	101%
5	Unir cartera con frente	0.03	0	0	-0.02	101%

Tabla 38: Calificación de desempeño para proceso de costura método propuesto continuación 1.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
6	Realizar piquetes para cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
7	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
8	Unir hombros	0.03	0	0	-0.02	101%
9	Unir cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
10	Preparar puños y mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
11	Unir puños a mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
12	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	0.03	0	0	-0.02	101%
13	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
14	Medir y señalar tamaño para cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
15	Formar cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
16	Despunte de mangas	0.03	0	0	-0.02	101%
17	Despunte en hombros	0.03	0	0	-0.02	101%
18	Colocar tira de despunte para cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
19	Fijar tira de despunte con cuello	0.03	0	0	-0.02	101%
20	Medir y trazar sobre cuello	0	0	0	0	100%
21	Colocar talla	0.03	0	0	-0.02	101%
22	Cocer cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
23	Cerrar cartera	0.03	0	0	-0.02	101%
24	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	0.03	0	0	-0.02	101%
25	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%

Tabla 38: Calificación de desempeño para proceso de costura método propuesto continuación 2.

N°	Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	FD
26	Cerrar costados	0.03	0	0	-0.02	101%
27	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
28	Realizar recubierto de costuras	0.03	0	0	-0.02	101%
29	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
30	Medir distancia para parte baja	0.03	0	0	-0.02	101%
31	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	0.03	0	0	-0.02	101%
32	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	0.03	0	0	-0.02	101%
33	Reámate de mangas, puños	0.03	0	0	-0.02	101%
34	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
35	Colocar camiseta en máquina	0.03	0	0	-0.02	101%
36	Realizar ojales	0.03	0	0	-0.02	101%
37	Señalar lugar para colocar botones	0.03	0	0	-0.02	101%
38	Trasladar a máquina asignada	0	0	0	0	100%
39	Buscar botones	0.03	0	0	-0.02	101%
40	Colocar botón 1 en la máquina	0.03	0	0	-0.02	101%
41	Pegar botón 1	0.03	0	0	-0.02	101%
42	Colocar botón 2 en la máquina	0.03	0	0	-0.02	101%
43	Pegar botón 2	0.03	0	0	-0.02	101%
44	Inspección y cortar hilos	0.03	0	0	-0.02	101%

Determinación de Suplementos para método propuesto

En la Tabla 39 y 40 se muestra los suplementos asignados para el método propuesto.

Tabla 39: Suplementos para proceso de trazo y corte método propuesto.

Operario: Mujer	
Suplementos Constantes	
Necesidades personales	7%
Básico por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Trabajo de pie	4%
Ligeramente incomodo	1%
Uso de la fuerza	1%
Mala iluminación	0%
Trabajo de cierta concentración	0%
Ruido intermitente y fuerte	2%
Tensión mental	1%
Trabajo bastante monótono	0%
Trabajo tedioso	0%
TOTAL	20%

Suplementos para proceso de costura para método propuesto

Tabla 40: Suplementos para el proceso de costura método propuesto.

Operario: Mujer	
Suplementos Constantes	
Necesidades personales	7%
Básico por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Trabajo de pie	0%
Ligeramente incomodo	1%
Uso de la fuerza	1%
Mala iluminación	0%
Trabajo de cierta concentración	0%
Ruido intermitente y fuerte	2%
Tensión mental	1%
Trabajo bastante monótono	0%
Trabajo tedioso	0%
TOTAL	16%

Tiempo estándar para método propuesto

Después del cálculo del tiempo normal, la asignación del factor de desempeño y los suplementos se procede a calcular el tiempo estándar para el método propuesto.

Tabla 41: Tiempo estándar para el proceso de trazado y corte método propuesto.

TIEMPO ESTÁNDAR						
	ÁREA	Confección				
	PROCESO	Trazo y corte				
	PRODUCTO	Partes de camiseta				
	MATERIAL	Tela, entretela				
						
N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
1	Selección de tela	74.30	98%	72.81	20%	87.37
2	Traslado de tela desde estantería hasta mesa de corte	8.07	100%	8.07	20%	9.68
3	Buscar moldes	38.88	98%	38.11	20%	45.73
4	Acomodar tela	34.27	100%	34.27	20%	41.13
5	Alcanzar tiza para trazado	0.19	98%	0.18	20%	0.22
6	Trazar moldes	78.11	100%	78.11	20%	93.74
7	Cortar partes trazadas	167.22	100%	167.22	20%	200.66
8	Preparar pellón para cartera	4.52	98%	4.43	20%	5.31
9	medir para cortar pellón	8.58	100%	8.58	20%	10.29
10	cortar pellón	10.45	100%	10.45	20%	12.54
		Total (seg)				506.67
		Total (min)				8.44
<p>Tp = tiempo promedio observado Fd = Factor de desempeño TN = tiempo normal Elaborado = T*Fd S = suplementos Ts = tiempo estándar =TN*(1+S)</p>						

Tiempo estándar para el proceso de costura para método propuesto

Tabla 42: Tiempo estándar para el proceso de costura método propuesto.

TIEMPO ESTÁNDAR						
	ÁREA	Confección				
	PROCESO	Costura				
	PRODUCTO	Camiseta polo				
	MATERIAL	Partes, hilo, botones				
						
N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
1	Trasladar partes cortadas a máquina recta	4.88	100%	4.88	16%	5.66
2	Clasifica y separa piezas a unir	33.71	101%	34.05	16%	39.49
3	Unir espalda con cocotera	42.01	101%	42.43	16%	49.22
4	Unir carteras por extremos	36.52	101%	36.89	16%	42.79
5	Unir cartera con frente	59.04	101%	59.63	16%	69.17
6	Realizar piquetes para cartera	7.96	101%	8.04	16%	9.32
7	Trasladar a máquina asignada	4.85	100%	4.85	16%	5.62
8	Unir hombros	28.23	101%	28.51	16%	33.07
9	Unir cuello	80.35	101%	81.15	16%	94.13
10	Preparar puños y mangas	28.83	101%	29.11	16%	33.77
11	Unir puños a mangas	69.37	101%	70.07	16%	81.28
12	Pegar mangas (derecha, izquierda) a frente y espalda	66.75	101%	67.42	16%	78.20
13	Trasladar a máquina asignada	4.89	100%	4.89	16%	5.67
14	Medir y señalar tamaño para cartera	5.66	101%	5.72	16%	6.63
15	Formar cartera	29.15	101%	29.45	16%	34.16
16	Despunte de mangas	22.20	101%	22.42	16%	26.01
17	Despunte en hombros	15.22	101%	15.37	16%	17.83
18	Colocar tira de despunte para cuello	30.89	101%	31.20	16%	36.19
19	Fijar tira de despunte con cuello	38.80	101%	39.19	16%	45.46

Tabla 42: Tiempo estándar para el proceso de costura método propuesto continuación 1.

N°	Actividad	Tp	Fd	TN	S	Ts
20	Medir y trazar sobre cuello	4.79	100%	4.79	16%	5.55
21	Colocar talla	48.36	101%	48.84	16%	56.65
22	Cocer cartera	22.58	101%	22.81	16%	26.46
23	Cerrar cartera	48.55	101%	49.04	16%	56.88
24	Cierre de Despunte (derecho izquierdo)	36.96	101%	37.33	16%	43.31
25	Trasladar a máquina asignada	4.59	100%	4.59	16%	5.32
26	Cerrar costados	65.55	101%	66.21	16%	76.80
27	Trasladar a máquina asignada	5.48	100%	5.48	16%	6.35
28	Realizar recubierto de costuras	81.47	101%	82.29	16%	95.45
29	Trasladar a máquina asignada	6.08	100%	6.08	16%	7.06
30	Medir distancia para parte baja	6.04	101%	6.10	16%	7.08
31	Coser parte baja de la camiseta (izquierda, derecha)	29.90	101%	30.19	16%	35.03
32	Cierre de parte baja (izquierda, derecha)	64.02	101%	64.66	16%	75.00
33	Reámate de mangas, puños	27.40	101%	27.67	16%	32.10
34	Trasladar a máquina asignada	7.57	100%	7.57	16%	8.78
35	Colocar camiseta en máquina	8.03	101%	8.11	16%	9.41
36	Realizar ojales	30.85	101%	31.16	16%	36.15
37	Señalar lugar para colocar botones	20.82	101%	21.03	16%	24.40
38	Trasladar a máquina asignada	4.67	100%	4.67	16%	5.41
39	Buscar botones	34.41	101%	34.75	16%	40.31
40	Colocar botón 1 en la máquina	4.14	101%	4.18	16%	4.85
41	Pegar botón 1	14.44	101%	14.59	16%	16.92
42	Colocar botón 2 en la máquina	4.15	101%	4.19	16%	4.86
43	Pegar botón 2	14.46	101%	14.60	16%	16.94
44	Inspección y cortar hilos sobrantes en camiseta POLO	38.16	101%	38.54	16%	44.71

		Total (seg)	1465.55
		Total (min)	24.26
<p>Tp = tiempo promedio observado Fd = Factor de desempeño TN = tiempo normal Elaborado = T*Fd S = suplementos Ts = tiempo estándar = TN*(1+S)</p>			

Calculado el tiempo estándar para cada proceso que conforman la confección de una camiseta polo se presenta en la tabla 43 los tiempos obtenidos.

Tabla 43: Tabla de resumen tiempo estándar propuesto.

Área	Proceso	Tiempo (min)
Confección	Trazado y Corte	8.44
	Costura	24.26
	Total	32.70

A continuación, en la Tabla 44 se muestra la comparación del tiempo estándar obtenido mediante el método actual con el propuesto.

Tabla 44: Tiempo estándar método actual vs propuesto.

Método	Tiempo (min.)
Actual	36.99
Propuesto	32.70
Diferencia	4.29



Figura 38: Diferencia tiempo estándar actual vs propuesto.

Análisis de resultados

En la Tabla 43 el tiempo estándar para el método propuesto en el proceso de trazado y corte es de 8.44 minutos y el de costura de 24.26 minutos dando como resultado un total de 32.70 minutos necesarios para producir una camiseta polo en el área de confección.

Después de realizar el estudio de tiempos para el método actual y propuesto se muestran los resultados en la Tabla 44, en donde se puede observar que existe una diferencia en el tiempo estándar de 4.29 minutos, lo que significa que se puede producir más en menos tiempo, y a su vez representa una reducción del 11.59%, cabe aclarar que la disminución del tiempo estándar se debe a el mejoramiento del proceso productivo mediante el método propuesto, en donde se tiene menor cantidad de operaciones, transportes y toda clase de actividades que no agregan valor al producto, a continuación se miden los resultados obtenidos mediante el análisis de producción para el método propuesto.

Producción diaria propuesta

Considerando que una jornada de trabajo es de 8 horas y el tiempo estándar para el método propuesto es de 32.70 minutos/unidad, se determina la cantidad de unidades que se pueden producir.

$$\text{Producción} - \text{día} = \frac{\text{Jornada de trabajo}}{T_s}$$

$$\text{Producción} - \text{día} = \frac{8\text{h} * \frac{60 \text{ min}}{1\text{h}}}{32.70 \text{ min/u}}$$

$$\text{Producción} - \text{día} = 14.68 \approx 15 \frac{\text{u}}{\text{día}}$$

Se obtiene que la producción diaria para el método propuesto es de 14.68 unidades al día, cabe mencionar que el valor obtenido es para un trabajador, por lo tanto, se debe multiplicar por el total de operarios que se tiene en la línea de confección, en donde se obtiene como resultado un total de 44.03 u/día.

Producción semanal propuesta

En la Tabla 45 se presenta la producción mensual por semanas para el método propuesto considerando que un mes tiene un total de 4 semanas.

Tabla 45: Producción por semanas.

Semana	Producción	
	1 operario	3 operarios
1	73	220
2	147	440
3	220	661
4	294	881

Diferencia de producción actual vs propuesto

En Tabla 46 se muestra los valores obtenidos mediante el método actual y el propuesto, así como el porcentaje de mejora con respecto a la producción.

Tabla 46: Producción método actual vs propuesto.

	Producción					Diferencia	Porcentaje de mejora
	Método actual		Método propuesto				
	1 operario	3 operarios	1 operario	3 operarios			
1 día	13	39	15	44	5	13%	
1 semana	65	195	73	220	26		
2 semanas	130	389	147	440	51		
3 semanas	195	584	220	661	77		
4 semanas	260	779	294	881	102		

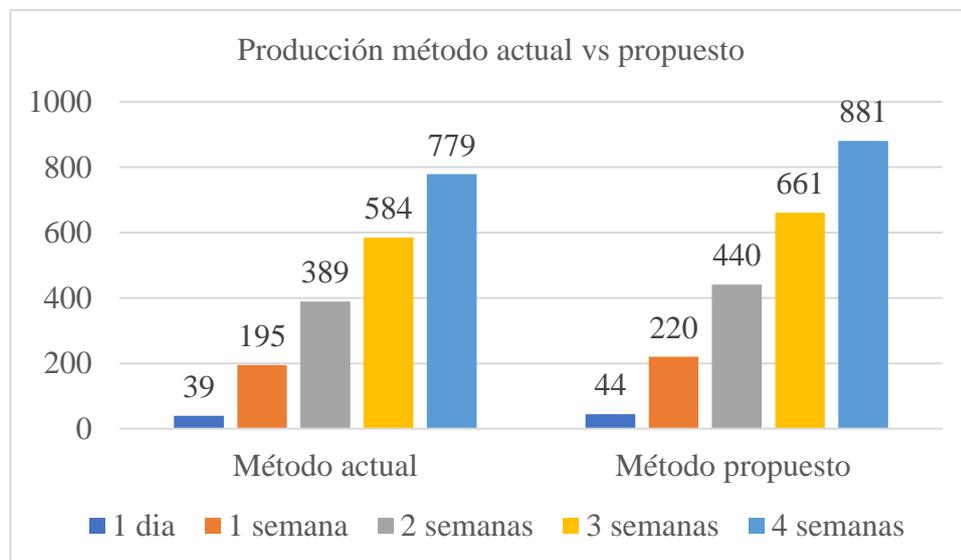


Figura 39: Producción método actual vs propuesto.

Productividad método propuesto

Para conocer la productividad por hora para el método propuesto se debe dividir las unidades producidas en el día para el número de horas empleadas en un día de trabajo.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción}}{\text{horas empleadas}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{44 \frac{\text{camisetas}}{\text{día}}}{8 \text{ h}}$$

$$\text{Productividad} = 5.5 \text{ camisetas/hora}$$

Análisis de resultados

Después de realizar la mejora en el método de trabajo, se puede apreciar en la Tabla 46 las unidades producidas mediante el método actual y propuesto, en donde de acuerdo con el análisis se puede evidenciar que existe un incremento de 5 camisetas polo por día.

A su vez, de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede apreciar que existe una mejora de 4.87 a 5.5 camisetas polo por hora, lo que significa que existe un incremento del 13%, demostrando de esta manera que mediante el método propuesto se puede obtener mayor productividad en comparación con el método actual.

3.2.6 Simulación del proceso productivo en la empresa Compubordado

Con la finalidad de comparar y corroborar los valores obtenidos mediante el método actual con el propuesto se hará una simulación en Flexsim.

Para la simulación es necesario considerar una serie de pasos y secuencias. En este caso, la simulación corresponde al proceso de fabricación de camisetas polo en la empresa COMPUBORDADO. Teniendo en cuenta que para el modelo de simulación cada máquina tiene un tiempo de producción diferente para esto se hará uso del estudio de tiempos y movimiento realizado en el presente trabajo de investigación.

Consideraciones para la simulación

Para la simulación tanto para el método actual como propuesto se considerará un tiempo de 8 horas es decir para un día de trabajo normal, a su vez se analizará los resultados para las 4 semana que tiene un mes de trabajo, sabiendo que una semana tiene 5 días laborables, en la Figura 40 se muestra la configuración del horario de trabajo para la simulación.

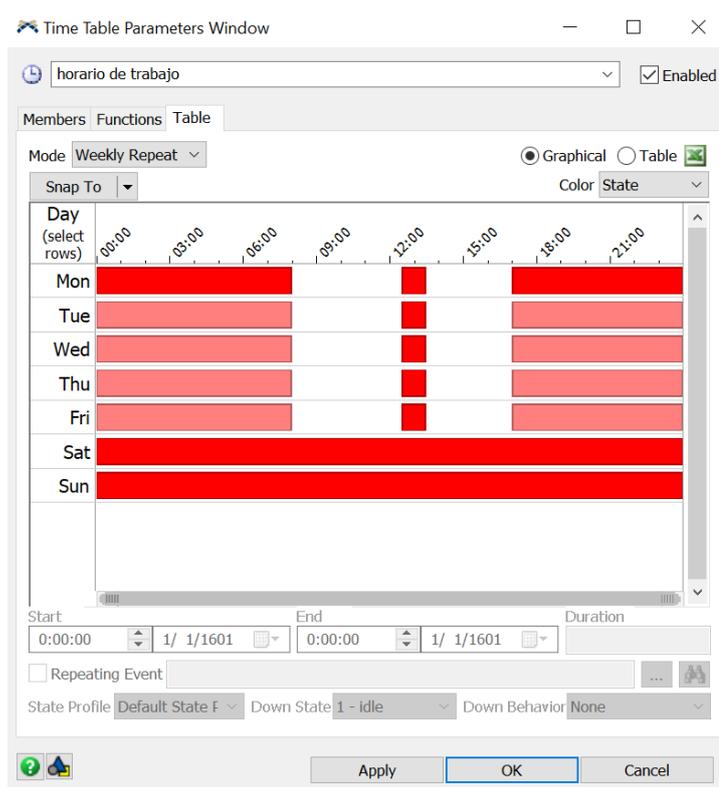


Figura 40: Configuración de horarios de trabajo.

Flujograma del proceso

En el flujograma de la Figura 41 se puede visualizar las actividades que se llevan a cabo en el proceso de confección de camisetitas polo y que serán llevadas a cabo en la simulación.



Figura 41: Flujograma del proceso en Flexsim.

Construcción del modelo

Con base a las consideraciones tomadas tanto para el tiempo de simulación como para el del proceso, se creó un modelo utilizando el software FLEXSIM versión 2019, en donde se tiene dos modelos, el actual y el propuesto como se muestran continuación:

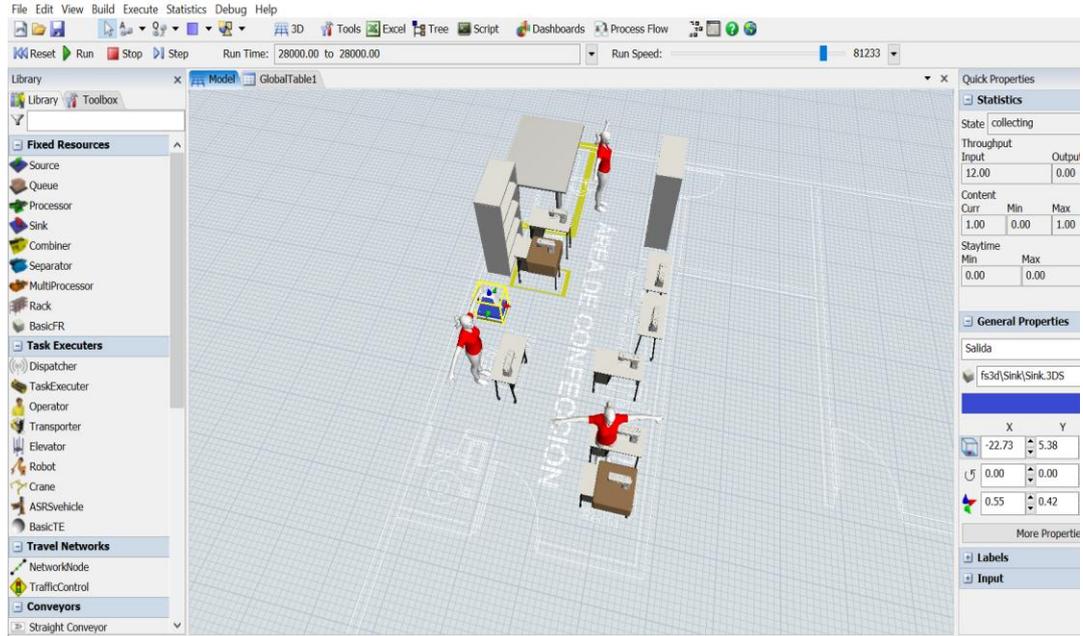


Figura 42: Modelo método actual.

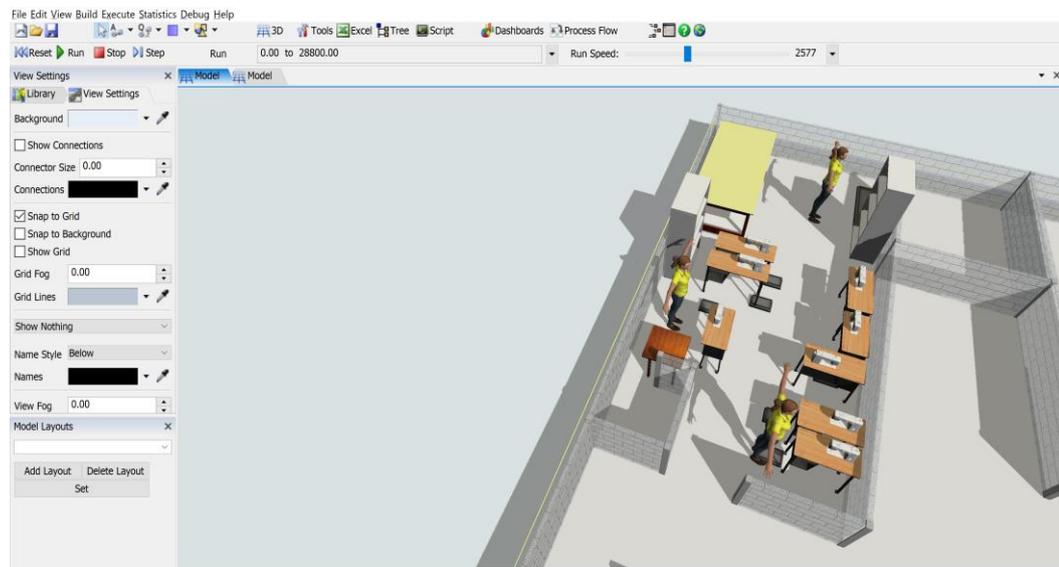


Figura 43: Modelo método propuesto.

En la Figura 44 y 45 se muestran los resultados obtenidos en la corrida de simulación para un día de trabajo, cabe recordar que los resultados obtenidos son para un operario.

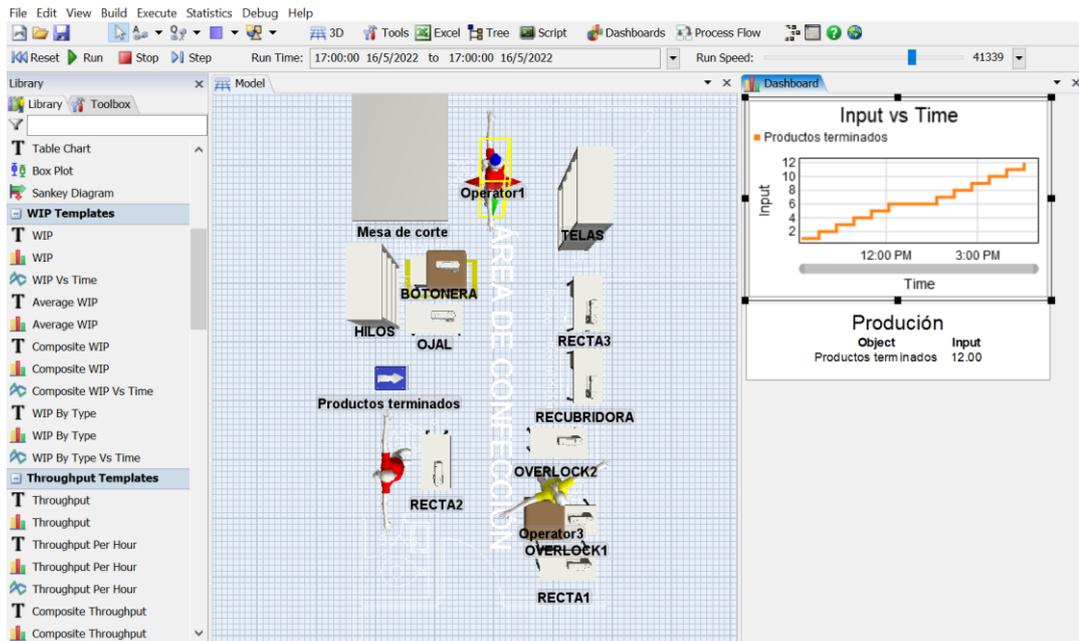


Figura 44: Resultado simulación método actual.

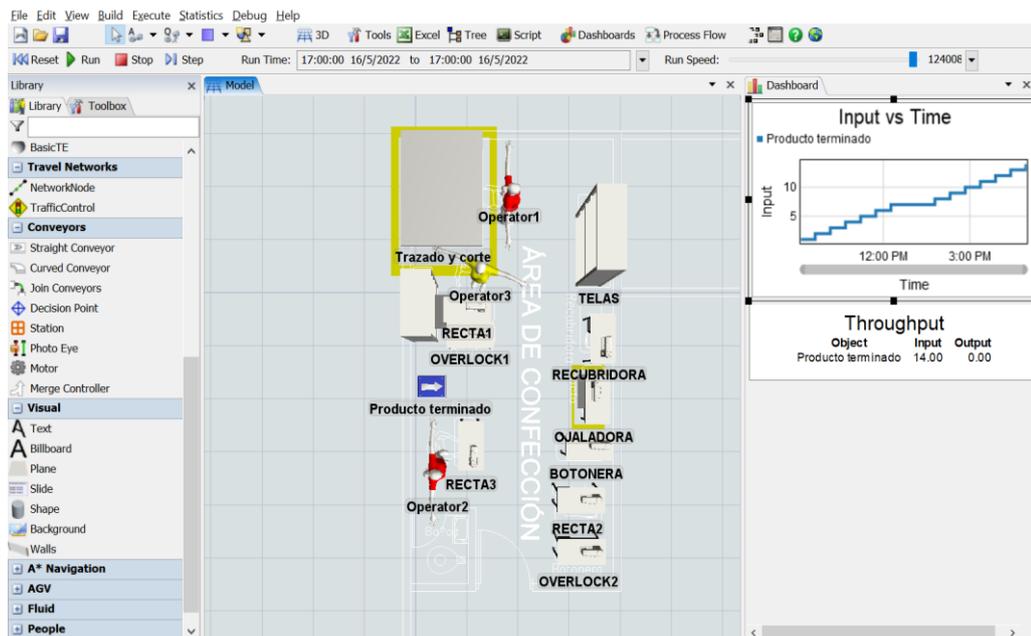


Figura 45: Resultado simulación método propuesto.

La simulación del proceso de elaboración de camisetas polo mediante el programa FlexSim permite realizar diversas pruebas. En este sentido, el volumen de producción se puede medir en base a las consideraciones del proceso, en donde se obtuvieron los siguientes resultados para 1, 2, 3 y 4 semanas de trabajo.

Tabla 47: Resultados obtenidos para 4 semanas.

Simulación	Producción	
	Método actual	Método propuesto
1 semana	68 u/semana	74 u/semana
2 semanas	138 u/semana	150 u/semana
3 semanas	207 u/semana	226 u/semana
4 semanas	277 u/semana	303 u/semana

Como resultado, con las operaciones y los parámetros de tiempo establecidos, el número de camisetas polo producidas mediante el método actual y propuesto se muestran en la Tabla 47, cabe mencionar que los valores obtenidos son en condiciones ideales esto quiere decir que al ejecutarse el programa no se considera paros de equipos por fallos o averías en las máquinas.

Comparación de resultados teórico y simulados

En la Tabla 48 se presenta los resultados obtenidos en volumen de producción calculada tanto para el método actual como para el propuesto y a su vez los valores obtenidos en la simulación en el programa Flexsim.

Tabla 48: Comparación de resultados teóricos y simulados.

	Producción					
	Método actual			Método propuesto		
	Calculado	Simulado	Variación	Calculado	Simulado	Variación
1 día	13	12	8%	15	14	5%
1 semana	65	68	5%	74	74	1%
2 semanas	130	138	6%	147	150	2%
3 semanas	195	207	6%	220	226	3%
4 semanas	260	277	7%	294	303	3%

De los valores obtenidos en la simulación, se tiene que en la primera corrida para un día de trabajo existe una pequeña variación con respecto a la producción calculada, esto se debe a que Flexsim es un programa de eventos discretos esto quiere decir que siempre vamos a obtener unidades enteras de producción y que para igualar esa unidad tendremos que correr el programa unos segundos más hasta completar dicha diferencia.

Por otro lado, la variación que existe en la producción semanal se debe a la acumulación de proceso sin terminar lo que ocasiona una diferencia entre lo real calculado y lo simulado.

Validación de resultados

La validación del modelo de simulación se considera fundamental para asegurar la consistencia de los resultados obtenidos, tanto en el tiempo como durante la simulación del sistema.

Luego de la corrida del modelo de simulación, la verificación del modelo se realizó paso a paso comparándolo con el sistema real, en donde se muestra la diferencia porcentual entre el modelo de simulación y la situación actual de la empresa, como resultado se obtiene que la diferencia que existe en todos los casos no es significativa por lo tanto la simulación es aceptable y valida.

De la simulación se puede apreciar que existe un incremento en la producción de camisetas polo por lo tanto se comprueba que efectivamente el método propuesto es más eficiente y ayudará a mejorar la productividad en la empresa.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- De la información obtenida de la empresa se evidenció que existen varios productos en la línea de confección por lo que se aplicó el método de clasificación ABC en donde se identificaron tres modelos de productos en categoría A (camiseta polo, camiseta Jersey, camisas), para seleccionar el producto a estudiar se consideró el producto más significativo de mayor comercialización y demanda es decir los que mayor valor aportan a la empresa. Por lo tanto, en base a los criterios mencionados se enfocó el estudio a la línea de confección de camisetas polo.
- Mediante el estudio de tiempos y movimientos se determinaron las operaciones, transportes, demoras, almacenamientos y operaciones combinadas destinadas a la confección de camisetas polo, así como las actividades que agregan valor y las que no al producto, en donde se obtuvo como resultado un total de 73.03% de actividades productivas es decir, que existen una diferencia del 26.97% de actividades que no agregan valor, además se identificó que el área de confección es el cuello de botella pues es donde se realizan la mayor cantidad de procesos productivos y acarrea mayor esfuerzo y tiempo para su elaboración, obteniendo como resultado un tiempo estándar total de 36.99 min por unidad y una capacidad máxima de producción al mes de 779 camisetas polo realizadas mediante el método actual.
- Se desarrolló una propuesta de mejora en base al estudio de tiempos y movimientos, en donde se propone, la estandarización de las operaciones, una nueva metodología para la elaboración de camisetas polo, la redistribución de la máquinas y además, de organizar el ambiente de trabajo para facilitar la búsqueda de materiales y equipos con la ayuda de la metodología 5s, en donde se obtuvo como resultado una capacidad máxima de producción de 881, lo que

significa un incremento de 102 camisetas polo al mes lo que representa una mejora del 13%.

4.2 Recomendaciones

- Se sugiere la implementación de las herramientas de manufactura esbelta con el objetivo de mejorar la producción y la eficiencia aprovechando al máximo cada recurso, de tal manera que se requiera menos esfuerzo y tiempo para realizar los procesos productivos.
- Se recomienda capacitar a los operarios y mantener controles periódicos en lapsos no mayores a 2 meses, para garantizar la implementación exitosa del nuevo método planteado y la metodología 5S.
- Se sugiere una gestión de materiales para la planificación y control, a fin de garantizar que los materiales estén disponibles según sea necesario para cumplir con los requerimientos de producción.
- Con la finalidad de crear flujos de trabajo continuos y permitir que todas las operaciones se ejecuten a un ritmo óptimo se sugiere la implantación de una gestión por procesos, pues con la estandarización de las operaciones se podría minimizar los errores cometidos por los operarios en la realización de sus tareas y de esta manera reducir los tiempos de reprocesos.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] M. A. Abteew, A. Kumari, A. Babu, and Y. Hong, “Análisis estadístico del tiempo estándar sobre la eficiencia de costura en la industria de la confección,” *Autex Res. J.*, vol. 20, no. 4, pp. 359–365, Dec. 2020, doi: 10.2478/AUT-2019-0045.
- [2] O. Bongomin, G. Gilibrays Ocen, E. Oyondi Nganyi, A. Musinguzi, and T. Omara, “Tecnologías disruptivas exponenciales y las habilidades requeridas de la industria 4.0,” *J. Eng. (United Kingdom)*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/4280156.
- [3] O. Bongomin, J. I. Mwasiagi, E. O. Nganyi, and I. Nibikora, “Equilibrio de la línea de montaje para mejorar la productividad utilizando el método de trabajo compartido en las fábricas de prendas de vestir,” *Eng. Reports*, vol. 2, no. 4, p. e12157, Apr. 2020, doi: 10.1002/ENG2.12157.
- [4] F. Nabi, R. Mahmud, and M. Islam, “Mejoramiento de la eficiencia de la sección de costura a través de la utilización de la capacidad de los trabajadores mediante la técnica de estudio de tiempos,” *Int. J. Text. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2015, doi: 10.5923/J.TEXTILE.20150401.01.
- [5] “Mejora de la productividad de la mano de obra a través del estudio del tiempo de participación del operador,” *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 8, no. 4, pp. 11977–11986, Nov. 2019, doi: 10.35940/IJRTE.D9926.118419.
- [6] A. B. Rane, D. S. S. Sudhakar, V. K. Sunnapwar, and S. Rane, “Mejora en el desempeño de la línea de ensamble: Revisión con estudio de caso,” 2015 *Int. Conf. Nascent Technol. Eng. Field, ICNTE 2018- Proc.*, Feb. 2018, doi: 10.1109/ICNTE.2015.7029913.
- [7] M. S. Islam, S. Sarker, and M. Parvez, “Mejora de la eficiencia de la producción mediante el uso del software de simulación tecnomatix y la técnica de balanceo de línea,” *Am. J. Ind. Bus. Manag.*, vol. 09, no. 04, pp. 809–820, 2019, doi: 10.4236/AJIBM.2019.94054.
- [8] A. M. Andrade, C. A. Del Río, and D. L. Alvear, “Estudio de tiempos y movimientos para aumentar la eficiencia de una empresa de fabricación de calzado,” *Inf. Tecnol.*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019, doi: 10.4067/S0718-

07642019000300083.

- [9] S. Yasmina, “Aplicación Del Estudio Del Trabajo Para Mejorar La Productividad En Una Empresa Textil,” UPLA, 2018.
- [10] Y. D. CARTAGENA, “Estudio De Métodos Y Tiempos Para Mejorar y/o Fortalecer Los Procesos En El Área De Producción De La Empresa Confecciones Gregory - Ibagué,” UNAD, 2017.
- [11] O. E. S. O. C. Eduard, “Plan De Mejora Para Aumentar La Productividad En El Área De Producción De La Empresa Confecciones Deportivas Todo Sport,” USS, 2018.
- [12] S. Maldonado, “Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la confección de ropa interior,” Universidad de las Américas, 2018.
- [13] L. M. Chasiluisa, “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos productivos de la empresa IMPACTEX,” Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [14] D. ALTAMIRANO, “Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de pantalón jean de hombre clásico y su incidencia en la productividad en la empresa AMBATEXTIL,” Universidad Tecnológica Indoamérica, 2017.
- [15] A. Caiza and J. Maribel, “Propuesta de mejora en la productividad de la línea de vestuario en la empresa FABRIL FAME S.A. mediante un estudio de tiempos y movimientos,” Universidad Técnica De Cotopaxi, 2019.
- [16] C. J. Abraham, Manual de Tiempos y Movimientos. 2008.
- [17] L. C. Palacios, Ingeniería de métodos movimientos y tiempos, ECOE EDICI. Bogotá, 2009.
- [18] B. Niebel and A. Freivalds, Ingeniería Industrial 11a: Métodos, Estándares Y Diseño Del Trabajo, 11th ed. Mx, 2004.
- [19] G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, Oficina In. Ginebra, 2002.
- [20] J. Carlos and C. Analuiza, “LA GESTIÓN DE LAS MERCANCÍAS DESDE UNA PERSPECTIVA DE LOS GOODS MANAGEMENT FROM A CLOTHING INVENTORY,” Rev. Científica ECOCIENCIA, pp. 1–22, 2022.
- [21] A. E. Lago, Ingeniería Industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil. Mx: Alfaomega Grupo Editor, 2016.

- [22] M. Antonio and R. Pérez, Estudio del trabajo, FC Editorial. México, 2014.
- [23] R. García Criollo, Estudio del Trabajo, 2a ed. Mx, 1998.
- [24] F. E. Meyers, Estudios de tiempos y movimientos, Pearson ed. México, 2000.
- [25] A. C. Neira, “Técnicas de Medición del Trabajo.” 2ªEd, Madrid, p. 231, 2006.
- [26] K. Pérez and J. P. Reyes Vásquez, “Modelo de simulación para medir la productividad en el proceso de elaboración de calzado de La Empresa STROCALZA,” Universidad Técnica Ambato, p. 250, 2019.
- [27] William Nordgren, “Descripción general de los objetos de biblioteca 3D,” Online.
<https://docs.flexsim.com/en/19.0/Using3DObjects/Overview3DObjects/Overview3DObjects.html>.

Anexos

Anexo 1: Entrevista realiza al gerente

¿Cuál es producto con mayor demanda en la empresa?

.....
.....

¿Cuál es la temporada de mayor producción en el año?

.....
.....

¿Ha tenido problemas para satisfacer la demanda de pedidos?

.....
.....

¿Qué nivel experticia considera tienen los operarios en sus puestos de trabajo?

.....
.....

¿Considera que el método actual de producción es el más óptimo para satisfacer la demanda?

.....
.....

¿Cuál es la capacidad máxima para producir de la empresa?

.....
.....

¿Cuál es el área más conflictiva de la empresa?

.....
.....

¿Cuál considera será aporte del desarrollo del estudio de tiempos y movimientos en la empresa?

.....
.....

Anexo 3: Factores evaluados mediante la metodología 5s

Evaluación 5s	
Objetos	Problemas encontrados
	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de orden para los moldes utilizados en las camisetas. • Elementos innecesarios en el área de trabajo. • Falta de estandarización al momento de almacenar los materiales.
	<ul style="list-style-type: none"> • Telas almacenadas sin un orden definido, lo que ocasiona demoras en búsqueda del material. • Telas mal apiladas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Hilos ubicados sin un orden definido, ocasionando dificultad para la búsqueda. • Elementos innecesarios en el área de trabajo que dificultan u obstaculizan los materiales y equipos. • No existe un lugar asignado para almacenar elementos poco utilizados.



- Objetos y materiales obstaculizan el paso libre del personal.
- Objetos incensarios en las máquinas y mesas de trabajo.



- Materiales necesarios sin orden definido
- Desorden y mal almacenamiento.

Anexo 4: Formato evaluación 5s

Evaluación Metodología 5s			
N°	Organizar o Eliminar	Si	No
1	¿Existen objetos innecesarios, en el lugar de trabajo?		
2	¿Existen un plan de acción para eliminar los elementos innecesarios?		
3	¿Existen objetos que interrumpen la circulación?		
4	¿Todos los materiales y equipos necesarios se encuentran ordenados?		
5	¿Están claramente delimitados los lugares de almacenamiento de materiales y equipos?		
6	¿Se almacenan los artículos necesarios en un lugar apropiado?		
	Total organizar o eliminar		
	Ordenar	Si	No
1	¿Hay un lugar específico marcado visualmente para cada cosa?		
2	¿Se guardan los artículos inmediatamente después de su uso?		
3	¿Los estantes y otras áreas de almacenamiento están marcados con etiquetas o indicadores visuales?		
4	¿Se organizan los elementos según el grado de utilización?		
5	¿Los artículos se pueden localizar inmediatamente?		
6	¿Existen un área de almacenamiento para objetos innecesarios?		
	Total ordenar		
	Limpia	Si	No
1	¿Están limpias las áreas de trabajo?		
2	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de desechos, suciedad, polvo, mugre o cualquier tipo de desperdicio?		
3	¿Los materiales de limpieza son fácilmente accesibles?		
4	¿Son fácilmente visibles las pautas y los horarios de limpieza?		
5	¿Están disponibles, claras y comunicadas las responsabilidades de limpieza?		

6	¿Los trabajadores limpian habitualmente sus estaciones de trabajo sin que se les indique (barren los pisos, limpian el equipo, entre otros)?		
	Total limpiar		
	Estandarizar	Si	No
1	¿Los procedimientos de limpieza orden y disciplina son claros, están documentados y se usan activamente?		
2	¿Existe propuestas para el mejoramiento del área de trabajo?		
3	¿Todos los estándares son conocidos y visibles?		
4	¿Hay auditorías, controles o evaluaciones periódicas con respecto al orden y limpieza?		
5	¿Se mantienen los sitios de trabajo en base a las primeras tres S (organizar, ordenar, y limpiar)?		
	Total estandarizar		
	Disciplina	Si	No
1	¿Existen una cultura establecida de organización, orden y limpieza?		
2	¿Todos están adecuadamente capacitados en 5S?		
3	¿Se actualizan y revisan regularmente los procedimientos?		
4	¿Los resultados y hallazgos de la auditoría se comunican adecuadamente a todos los integrantes de la empresa?		
	Total disciplina		

Anexo 5: Configuración de las máquinas para el método actual

Trazado y corte Properties

Trazado y corte

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time 556.75 Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator Object connected to a center port
Priority 0.00 Preemption no preempt

Apply OK Cancel

RECTA1 Properties

RECTA1

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time 750.02 Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator Object connected to a center port
Priority 0.00 Preemption no preempt

Apply OK Cancel

OVERLOCK1 Properties

OVERLOCK1

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator

Priority Preemption

RECUBRIDORA Properties

RECUBRIDORA

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time 95.45 Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator Object connected to a center port Priority 0.00 Preemption no preempt

Apply OK Cancel

OJAL Properties

OJAL

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

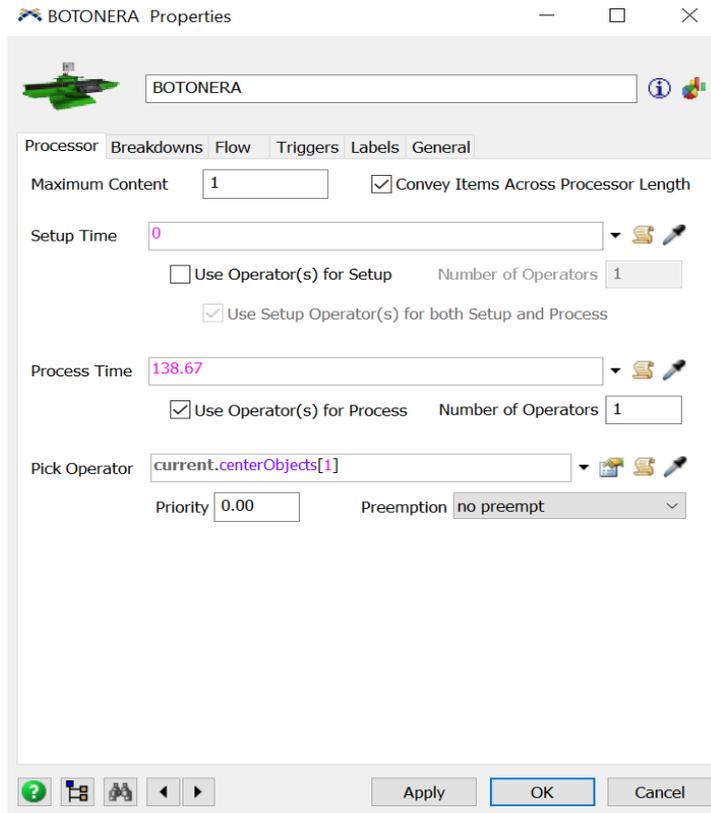
Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

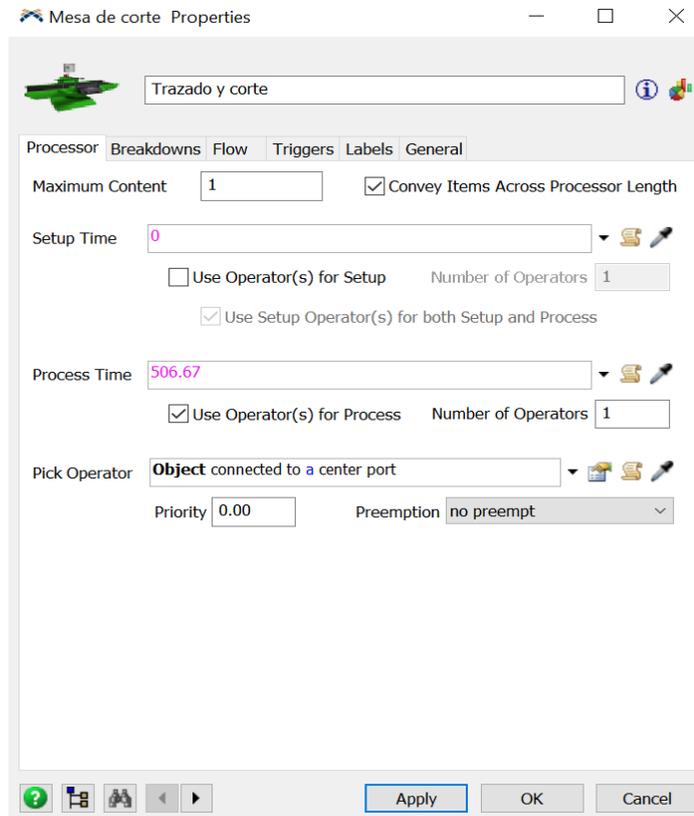
Process Time 73.86 Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator current.centerObjects[1] Priority 0.00 Preemption no preempt

Apply OK Cancel



Anexo 6: Configuración de las máquinas para el método propuesto



RECTA1 Properties

RECTA1

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator **Object** connected to a center port

Priority Preemption

Apply OK Cancel

OVERLOCK1 Properties

OVERLOCK1

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

Use Operator(s) for Process Number of Operators

Pick Operator **Object** connected to a center port

Priority Preemption

Apply OK Cancel

RECUBRIDORA Properties

RECUBRIDORA

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time 95.45 Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator Object connected to a center port
Priority 0.00 Preemption no preempt

Apply OK Cancel

OJALADORA Properties

OJALADORA

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

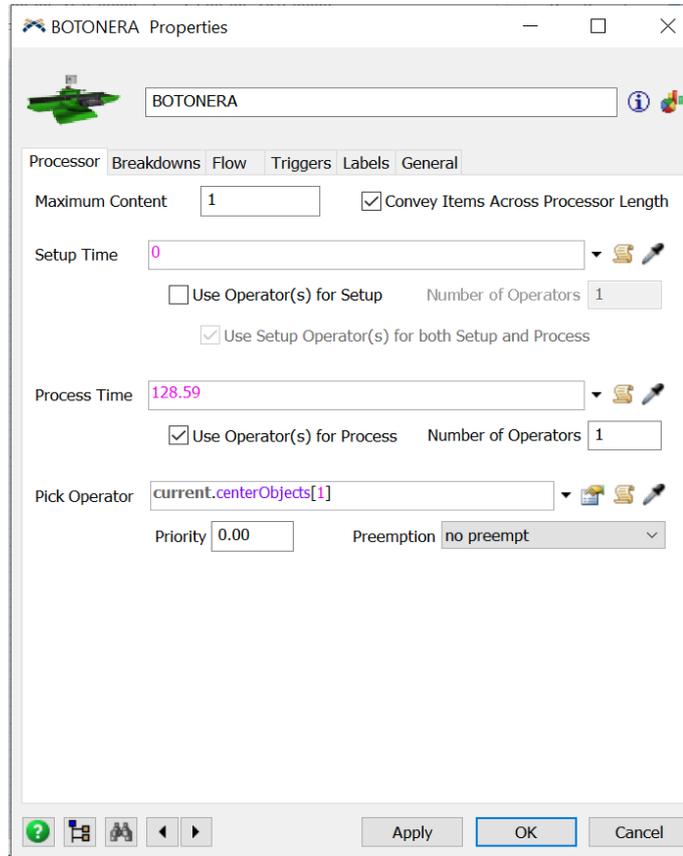
Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

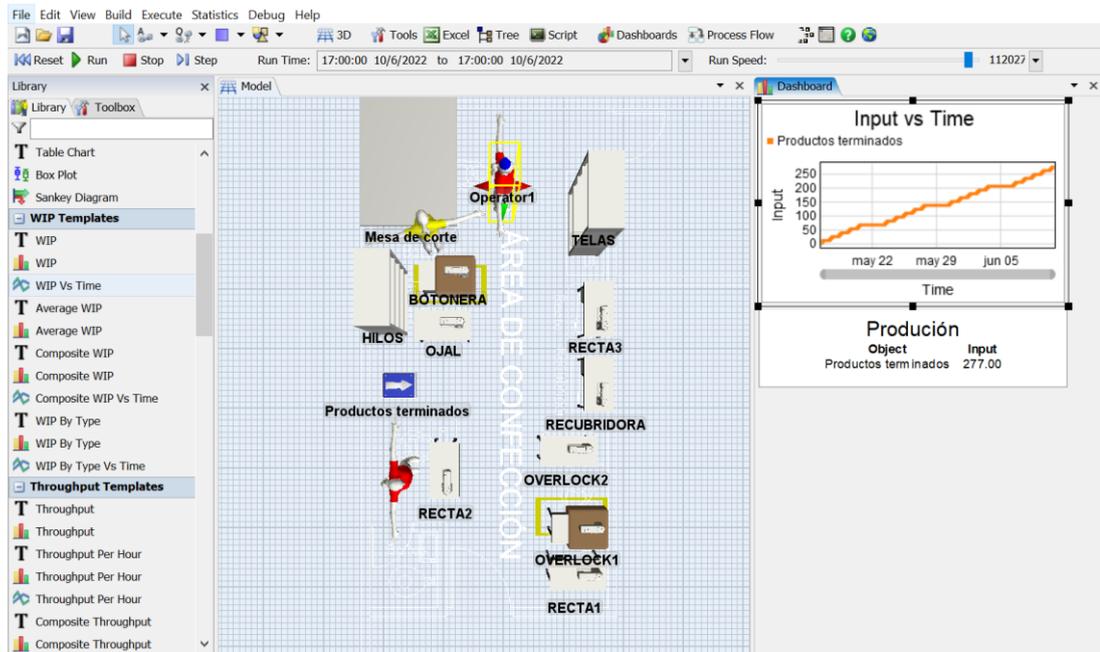
Process Time 69.95 Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

Pick Operator current.centerObjects[1]
Priority 0.00 Preemption no preempt

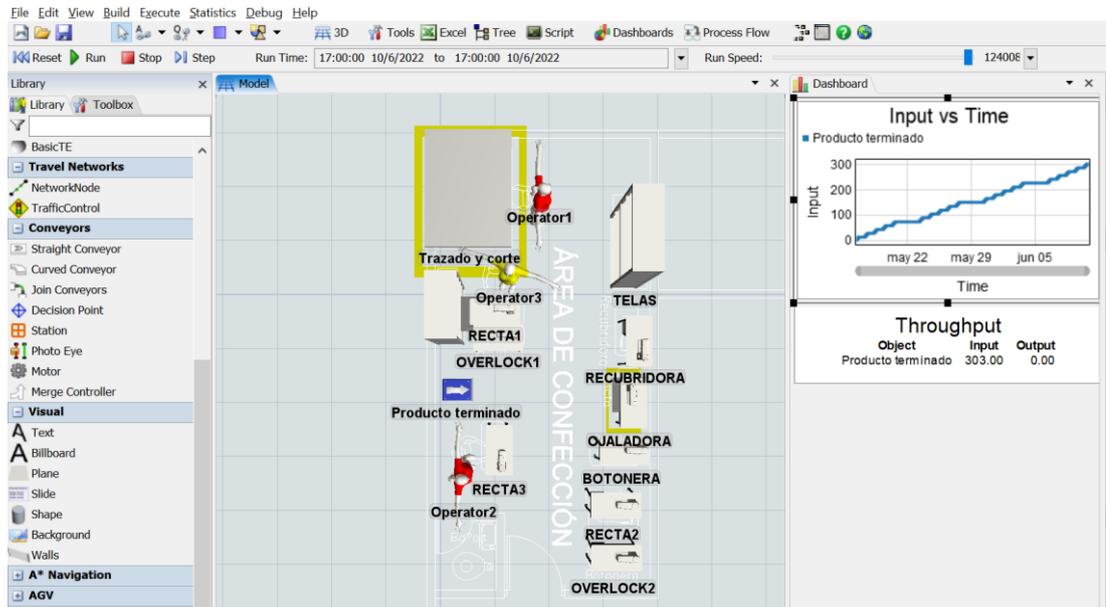
Apply OK Cancel



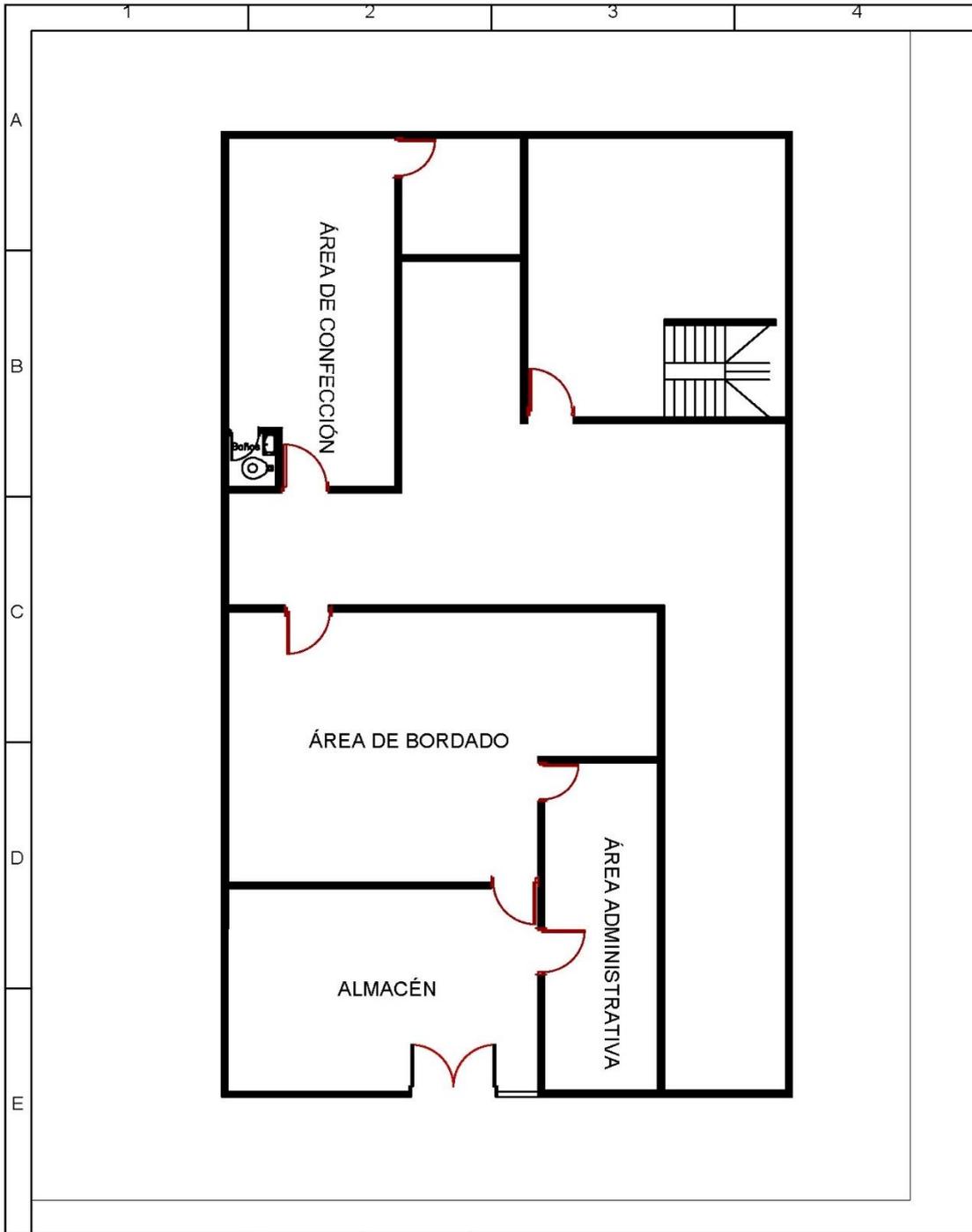
Anexo 7: Resultados de la simulación para 1 mes método actual



Anexo 8: Resultados de la simulación para 1 mes método propuesto



Anexo 9: Layout de la empresa



		Tolerancia	Peso	Material:	
		Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	02/02/2022	Gutiérrez L.		LAYOUT COMPUBORDADO	1: 50
Rev.	02/02/2022	J. Gavidia			
Apro.	02/02/2022	J. Gavidia			
		 UTA-FISEI INDUSTRIAL		Figura 01	
E	M	F	N		