

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN EN
LA EMPRESA ROMAJU EIRL PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE
SERVICIO**

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

AUTOR

FIGURELLA VIVIANA BENAVIDES ARROYO

ASESOR

OSCAR KELLY VASQUEZ GERVAZI

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
CONFECCIÓN EN LA EMPRESA ROMAJU EIRL PARA
INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO**

PRESENTADA POR:

FIGRELLA VIVIANA BENAVIDES ARROYO

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Cesar Ulises Cama Pelaez
PRESIDENTE

Sonia Salazar Zegarra
SECRETARIA

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios,
porque es mi fortaleza para poder
concluir este proyecto y mi guía a lo
largo de mi vida.

A las personas más importantes en mi
vida mis padres Luis y Viviana
quienes con su amor dedicación y
esfuerzo me han permitido realizar
uno de mi sueño como es la
culminación de mi carrera profesional.

A mis Hermanos,
por estar siempre a mi lado
motivándome y brindándome su
apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres,
por su amor, apoyo
incondicional y su confianza a lo
largo de mi etapa universitaria.

A mi asesor,
Mgtr. Ing. Oscar Kelly Vásquez
Gervasi por haber compartido sus
conocimientos y guiado con paciencia
mi trabajo de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES	16
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	18
2.2.1. Sector textil	18
2.2.2. Proceso de producción	18
2.2.3. Indicadores	19
2.2.4. Línea de producción	21
2.2.5. Estandarización de tiempos	21
2.2.6. Mejoras en el proceso productivo	24
2.2.7. Diagrama de Ishikawa	25
2.2.8. Herramientas gráficas	25
2.2.9. Distribución de planta	26
2.2.10. Método de Guerchet	28
2.2.11. Capacidad	28
2.2.12. Nivel de servicio	29
III. RESULTADOS	30
3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA	30
3.1.1. La empresa	30
3.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA PRODUCTIVO	34
3.2.1. Productos	34
3.2.2. Recursos del Proceso	37
3.2.3. Descripción del Proceso	45
3.2.4. Sistema de Producción	49

3.2.5.	Análisis del Proceso	49
3.2.6.	Indicadores actuales de producción y productividad.....	65
3.2.7.	Análisis del nivel de servicio.....	82
3.2.8.	Resumen de indicadores	83
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	83
3.3.1.	Análisis y evaluación de la información del proceso	83
3.3.2.	Cuadro de problemas, causas y propuestas	88
3.3.4.	Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción ...	88
3.4.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN.....	90
3.4.1.	Desarrollo de propuesta de mejoras.....	90
3.4.2.	Nuevos indicadores del proceso	113
3.5.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	120
3.5.1.	Costo de inversión	121
3.5.2.	Presupuesto de ingresos.....	121
3.5.3.	Presupuesto de costos	121
3.6.	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA	124
3.6.1.	Evaluación del impacto económico.....	124
3.6.2.	Evaluación del impacto social	124
3.6.3.	Evaluación del impacto ambiental.....	124
IV.	CONCLUSIONES.....	125
V.	RECOMENDACIONES	127
VI.	REFERENCIAS	128
VII.	ANEXOS.....	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla Westinghouse	22
Tabla 2. Tabla de Mundel.....	24
Tabla 3. Símbolos del diagrama.	25
Tabla 4. Datos generales de la empresa.....	30
Tabla 5. Tipos de productos y el material a confeccionar	30
Tabla 6. Producción, demanda y pedidos no atendidos de los polos de pique.....	33
Tabla 7. Producción, demanda y pedidos no atendidos de los polos de algodón.....	33
Tabla 8. Ficha técnica de los polos de Pique	35
Tabla 9. Ficha técnica de los polos de algodón	36
Tabla 10. Talla de los polos (cm)	36
Tabla 11. Desperdicios de ROMAJU EIRL	37
Tabla 12. Características del Algodón Jersey.....	37
Tabla 13. Ficha técnica de la máquina de coser	39
Tabla 14. Ficha técnica bordadora industrial.....	40
Tabla 15. Ficha técnica máquina botonera	41
Tabla 16. Ficha técnica de la máquina remalladora	42
Tabla 17. Ficha técnica máquina de ojal	43
Tabla 18. Información sobre operarios.....	44
Tabla 19. Productividad por operario y actividades	45
Tabla 20. Tiempo promedio del proceso de confección de polos de pique.....	51
Tabla 21. Tiempo promedio del proceso de confección de polos de algodón.....	53
Tabla 22. Curso grama analítico del trazado y corte de piezas	56
Tabla 23. Eficiencia física de los polos pique	57
Tabla 24. 5WH del corte y trazado de piezas	58
Tabla 25. Diagrama hombre – máquina de la etapa de bordado	59
Tabla 26. Resultados del diagrama hombre – máquina.....	59
Tabla 27. Cantidad de tela utilizada	66
Tabla 28. Costos de insumos de polos de pique	69
Tabla 29. Costos de insumos de polos de algodón	69
Tabla 30. Costos de producción de los polos de pique.....	71
Tabla 31. Costos de producción de los polos de algodón.....	71
Tabla 32. Eficiencia física de los polos pique	72

Tabla 33. Eficiencia física de los polos de algodón	72
Tabla 34. Cuadro resumen del Diagrama de Redes de polos de pique	76
Tabla 35. Cuadro resumen del Diagrama de Redes de polos de algodón	78
Tabla 36. Tiempo actual de actividades de polo de pique.....	79
Tabla 37. Tiempos por estaciones de los polos de pique.....	80
Tabla 38. Tiempo actual de actividades del polo de algodón.....	80
Tabla 39. Tiempos por estaciones de los polos de algodón.....	81
Tabla 40. Resumen de indicadores	83
Tabla 41. Utilidades no percibidas de los polos de pique de mayo 2018 - abril 2019 ...	84
Tabla 42. Utilidades no percibidas de los polos de algodón de mayo 2018 - abril 2019	84
Tabla 43. Pérdidas promedio al mes por materia prima de pique	85
Tabla 44. Pérdidas promedio al mes por materia prima de algodón	85
Tabla 45. Utilidades no percibidas anuales	85
Tabla 46. Resumen de causas del problema	88
Tabla 47. Causas del problema y sus propuestas de solución	88
Tabla 48. Pedidos no atendidos de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019	89
Tabla 49. Pedidos no atendidos de los polos de algodón mayo 2018 – abril 2019	89
Tabla 50. Dimensiones de la maquinaria.....	91
Tabla 51 . Área estática de las maquinarias.....	91
Tabla 52. Área de gravitación de las maquinarias.....	92
Tabla 53. Constante del proceso productivo	93
Tabla 54. Área de evolución de las maquinarias	93
Tabla 55. Área total del primer piso	94
Tabla 56. Área total del segundo piso	95
Tabla 57. Código de letras.....	95
Tabla 58. Asignación de números a las áreas	96
Tabla 59. Código de líneas	97
Tabla 60. Nuevos tiempos de transporte	100
Tabla 61. Tiempo promedio de la propuesta	101
Tabla 62. Factor de calificación de desempeño.....	102
Tabla 63. Tiempo normal	103
Tabla 64. Factor de suplemento de las actividades del proceso de confección.....	105
Tabla 65. Tiempo estándar del proceso de confección.....	106
Tabla 66. Tiempos por estaciones agrupadas.	108

Tabla 67. Ficha técnica de maquina bordadora	109
Tabla 68. Merma de materia prima	112
Tabla 69. Costos de producción de los polos de pique con mejora.....	114
Tabla 70. Merma de materia prima	114
Tabla 71. Eficiencia física	115
Tabla 72. Tiempos esperados	116
Tabla 73. Cuadro comparativo de indicadores	119
Tabla 74. Incremento de polos de pique con la propuesta.....	120
Tabla 75. Inversión total.....	121
Tabla 76. Ingresos por ventas de polos de pique.....	121
Tabla 77. Costos de producción	122
Tabla 78. Flujo de caja de la propuesta de mejora	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Procesos en Línea.....	19
Figura 2. Proceso Intermitente.....	19
Figura 3. Diagrama de Recorrido	26
Figura 4. Diagrama de Pareto de la producción en unidades	31
Figura 5. Diagrama de Pareto de las tallas de los polos de pique (unidades).....	31
Figura 6. Diagrama de Pareto de las tallas de los polos de algodón (unidades).....	32
Figura 7. Polo de piqué.....	34
Figura 8. Polo de algodón.....	35
Figura 9. Almacén de materia prima e insumos	46
Figura 10. Área de tendido, trazado y corte	46
Figura 11. Utensilios	47
Figura 12. Área de costura.....	47
Figura 13. Área de bordado	48
Figura 14. Área de acabado	49
Figura 15. Área de almacén de producto terminado.....	49
Figura 16. Diagrama de bloques polos de pique	50
Figura 17. Diagrama de bloques polos de algodón	52
Figura 18. Diagrama de análisis de procesos de los polos de pique.....	54
Figura 19. Diagrama de análisis de procesos de los polos de algodón.....	60
Figura 20. Distribución actual de la empresa ROMAJU EIRL.....	62
Figura 21. Diagrama de recorrido del polo de pique.....	63
Figura 22. Diagrama de recorrido del polo de algodón.....	64
Figura 23. Diagrama de redes de polos de pique.....	75
Figura 24. Diagrama de redes de polos de algodón.....	77
Figura 25. Diagrama Causa-Efecto	87
Figura 26. Matriz triangular relacional de actividades	96
Figura 27. Diagrama de hilos	97
Figura 28. Distribución mejorada de la empresa ROMAJU EIRL.....	98
Figura 29. Diagrama de recorrido mejorado del polo de pique ROMAJU EIRL	99
Figura 30. Diagrama de precedencia	111
Figura 31. Distribución propuesta de los moldes	112

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Producción en unidades durante mayo 2018 – abril 2019	130
Anexo 2. Producción de polos de pique durante mayo 2018 – abril 2019	130
Anexo 3. Producción de los polos de algodón de mayo 2018 – abril 2019.....	131
Anexo 4. Pedidos no atendidos de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019.....	131
Anexo 5. Pedidos no atendidos de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019.....	132
Anexo 6. Pérdidas monetarias de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019	132
Anexo 7. Perdidas monetarias de los polos de algodón de mayo 2018 – abril 2019 ...	133
Anexo 8. Análisis de Pareto según la producción de la empresa	133
Anexo 9. Análisis de Pareto para polos de pique	134
Anexo 10. Análisis de Pareto Para polos de algodón	134
Anexo 11. Determinación del número de observaciones	135
Anexo 12. Muestras de tiempos preliminares observados en minutos (pique)	136
Anexo 13. Muestras de tiempos preliminares observados en minutos (algodón)	137
Anexo 14. Tabla de Mundel	138
Anexo 15. Cálculo del número de ciclos a observar (pique).....	139
Anexo 16. Cálculo del número de ciclos a observar (algodón).....	140
Anexo 17. Factor de suplemento	141
Anexo 18. Suplementos por descanso	142
Anexo 19. Costos de producción de los polos de pique con mejora	143

RESUMEN

La presente investigación está basada en el análisis del proceso de confección de polos en una empresa ubicada en la ciudad de Chiclayo, la cual presenta un bajo nivel de servicio, debido a los pedidos no atendidos. Tomando en cuenta esto se realizó un diagnóstico de la situación del proceso de confección de polos, identificándose los problemas que afectan para posteriormente proponer una mejora. Por último, se desarrolla un análisis económico de la propuesta para evaluar su viabilidad.

La propuesta desarrollada se planteó para el proceso de confección de polos de pique, la cual incluye la estandarización de tiempos utilizando el método Westinghouse, redistribución de áreas y equipos, así como un instructivo de trabajo, de manera que con su aplicación se espera un incremento en la producción del 63,63%, mediante el incremento de la utilización de capacidad de 10,16%, un incremento en la eficiencia física de 14%, incrementando también el nivel de servicio a un 91,53%.

La evaluación económica determinó que la propuesta es rentable debido a que presenta una relación beneficio/Costo de S/ 1,40.

PALABRAS CLAVE: *Mejora, Confección, Nivel de servicio.*

ABSTRACT

This research is based on the analysis of the process of making poles in a company located in the city of Chiclayo, which has a low level of service, due to unattended orders. Taking this into account, a diagnosis was made of the situation of the pole making process, identifying the problems that had problems to propose an improvement. Finally, an economic analysis of the proposal is developed to assess its viability.

The proposal developed was proposed for the process of making pole poles, which includes the standardization of times using the Westinghouse method, redistribution of areas and equipment, as well as a work instruction, so that with its application an increase is expected in the production of the 63,63%, by increasing the capacity utilization of 10.16%, an increase in physical efficiency of 14%, also increasing the service level to 91.53%.

The economic evaluation determined that the proposal is profitable because it has a benefit / cost ratio of S / 1.40.

KEYWORDS: *Improvement, Preparation, Service level.*

I. INTRODUCCIÓN

La industria de las confecciones es un importante elemento en la economía de países en desarrollo. En los últimos años, las empresas de confección han crecido exponencialmente dentro de un mercado informal en donde han obtenido una evolución y desarrollo que superó todas las expectativas. Es considerado uno de los sectores manufactureros de mayor importancia para el desarrollo de la economía nacional, ya que constituye una industria altamente integrada, generadora de empleo y que utiliza los recursos naturales del país.

En el Perú el sector de confecciones, se ha visto incrementado sustancialmente por empresas locales cuya evolución y desarrollo ha sido sorprendente, convirtiéndose en todo un dinamismo comercial que carece de un adecuado planeamiento estratégico, a pesar de ello, el Ministro de la Producción, afirma que este sector ha crecido durante el 2018 alrededor del 4%, aportando el 7.2% al PBI manufacturero. [1].

Hoy en día se sabe que las empresas buscan satisfacer las demandas del mercado con productos de calidad así esto conlleve un esfuerzo permanente. Sin embargo, las empresas de este sector, están conformadas por personas que poseen un conocimiento empírico, el cual es adquirido con el paso de los años de trabajo.

En la región Lambayeque existen alrededor de 2 500 microempresas de confección de distintas prendas de vestir, de las cuales solo el 10 % son formales. [2] Una de estas empresas es la empresa en estudio, cuyo nombre comercial es ROMAJU EIRL, que se encuentra ubicada en la ciudad de Chiclayo. Esta empresa dedicada a la confección y venta de polos, shorts, casacas y buzos de distintas tallas y materiales variados, cuenta con un total de 14 trabajadores.

En el periodo de mayo 2018 a abril 2019, la empresa tuvo una producción de 29 099 prendas entre todos sus productos. Sin embargo, el problema que presenta es que no logran cubrir la demanda de sus productos principales que son los polos de piqué y algodón, los cuales tienen una participación de 36,75% y 32% respectivamente del total de la producción, generando pérdidas monetarias de aproximadamente 28 800 soles en los polos de piqué con un nivel de servicio de 80,9 % y 19 096 soles en los polos de algodón con un nivel de servicio de 83%.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta ¿Cómo mejorar el proceso de confección para incrementar el nivel de servicio en la empresa ROMAJU EIRL? Para atender el problema identificado se planteó la siguiente hipótesis: A través de la aplicación de redistribución de áreas y equipos, estandarización de tiempos y balance de línea en el proceso de confección se incrementará el nivel de servicio en la empresa ROMAJU EIRL.

Se definió como objetivo general de la investigación proponer la mejora del proceso de confección de polos para incrementar el nivel de servicio en la empresa ROMAJU EIRL.

Así mismo, se establecieron como objetivos específicos, el diagnóstico actual de la confección de polos, la elaboración de las propuestas de mejora y finalmente se realizó el análisis costo – beneficio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En el 2011, Paneru [3] realizó la investigación sobre la *“Implementation of lean manufacturing tools in garment manufacturing process focusing sewing section of Men’s Shirt”*, se basó en la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing para lograr minimizar el inventario de trabajo en proceso, reducir el porcentaje de re trabajo y crear un grupo de operadores con habilidades múltiples que puedan responder rápidamente. La metodología aplicada se centra en el estudio de tiempo de rendimiento del trabajador, identificar el número de observaciones requeridas, definir ciclos de tiempo de producto, entre otros. Según el autor, la implementación de herramientas Lean Manufacturing permitieron que el tiempo de fabricación de la prenda se reduzca en 1,65% aproximadamente, el número de trabajadores requeridos para producir una misma cantidad de prendas se reduce en un 14 % y el nivel de re trabajo se reduce en un 80%. En conclusión, mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing se pudo cumplir con los objetivos definidos.

En el 2014, A. Fonseca, H. Molina, J. Silva y G. Grimaldo [4], en su investigación *“Análisis de métodos y tiempos: Empresa textil Stand Deportivo”*, Tuvo como objetivo diagnosticar situación actual del proceso de producción e identificar los posibles cuellos de botella. Para ello utilizó la metodología de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), también se realizó un estudio de métodos y tiempos de trabajo para el proceso de fabricación del producto de mayor demanda. Con la metodología aplicada se obtuvo resultado principal de la investigación, un tiempo estándar para la elaboración de una unidad del producto seleccionado (camiseta estampada) de 1,24 horas, De igual manera, el estudio identificó los cuellos botella del proceso en la estación de preparación de hombros y mangas, donde el tiempo estándar de la operación fue de 21,29 minutos.

Rodríguez [5] en su artículo *“Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A.”*, tiene como primer objetivo realizar el diagnóstico de una empresa ubicada en Bogotá, dedicada al diseño, confección y comercialización de ropa interior femenina y masculina. El principal problema de la empresa se presenta en el proceso productivo de tintorería de elásticos, el cual tiene un 40% de tiempos improductivos. La

principal causa de su problema es la falta de procedimientos estandarizados en las operaciones realizadas antes del montaje de cada orden de producción, originando incumplimientos en las programaciones, retrasos en los pedidos, así como una productividad en la planta. Para la investigación, se realizó un trabajo de campo por un tiempo de 6 meses con el fin de recolectar e identificar las principales causas de los tiempos improductivos, y así plantear planes de acción, las mismas que contribuyan a su disminución. Con el desarrollo de esta investigación, se demostró que estandarizar los procesos en la empresa es de suma importancia, ya que se reducen los tiempos improductivos, generando un incremento en la productividad en un 27% y un 90% en el nivel de servicio, teniendo un nuevo ahorro mensual de \$ 43 000 000, haciéndola más competitiva en el mercado.

En el 2017, S. Jadhav, G. Sharma, A. Daberao, y S. Gulhane [6], describen: "*Improving Productivity of Garment Industry with Time Study*", tiene como objetivo realizar un estudio de tiempo como herramienta efectiva para mejorar la producción de camisas y leggings. Para ello, se utilizó una metodología basada en el análisis del proceso de fabricación de camisas y leggings, la cual se realizó de forma manual, registrando tiempos de 20 ciclos de cada proceso, consideradas como tiempo real. Posteriormente, compara este tiempo con el tiempo básico, que incluye un 15% de tolerancia para cada operación en la fabricación de prendas, que se registra en el tiempo estándar. Como resultados de la investigación, se reconocieron tres procesos que tienen mayor alcance en segundos, el primero de ellos es el proceso de ojaleado el cual consume 20 segundos más para la operación en la prenda. El segundo, fue el proceso de cosido frontal que abarca 15 segundos más y finalmente el proceso de pegue de botón que posee 12 segundos más del tiempo básico establecido.

Para Chen et al. [7] en su artículo "*Assembly Line Balancing Problem of Sewing Lines in Garment Industry*", el proceso de fabricación más crítico es la costura, puesto que abarca muchas operaciones. Sin embargo, una línea de costura equilibrada puede reducir la mano de obra, incrementar la eficiencia de producción y al mismo tiempo reducir el cuello de botella o tiempo de ciclo de la producción. El problema de balanceo de línea de montaje (ALBP) se conoce como un problema NP-duro. Además, consideran que la metodología heurística podría ayudar a planificar las líneas de costura en un tiempo razonable. Para esta metodología se emplea el algoritmo genético de agrupación (GGA) para la solución

de tipos I ALBP con niveles de habilidad laboral distintas en líneas de costura de la industria de confección. El tipo I ALBP disminuye la cantidad de estaciones de trabajo considerando el tiempo de ciclo. El algoritmo genético (GA), también es una metodología heurística de búsqueda, el cual proporciona soluciones a problemas de optimización, con el uso de técnicas inspiradas en la evolución natural, tales como mutación, selección y cruce. GGA es un GA modificado para acoplarse a la estructura de problemas de agrupación. Con datos reales de las fábricas de prendas de vestir y un diseño de investigación experimental, se evalúa el rendimiento de GGA, estos resultados pueden ser utilizados por los gerentes de producción, con el objetivo de diseñar rápidamente líneas de costura, reduciendo los tiempos de ciclo e incrementado la utilización de la mano de obra.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Sector textil

El sector textil es un conjunto de procesos los cuales tienen como finalidad la creación de diferentes productos de vestuario. En estos procesos se incluye desde la producción de las fibras y la elaboración de prendas de vestir, hasta la distribución del producto al consumidor final.

El sector textil-confección es un sector relevante en la generación de empleo. [8]

2.2.2. Proceso de producción

Es el conjunto de actividades las cuales están orientadas a la transformación de recursos o bienes y/o servicios. En este proceso intervienen personas las cuales interactúan con la información y la tecnología para obtener resultados óptimos. [9]

2.2.2.1. Proceso en línea

Según Carro y González [10] está orientado en el producto con sus recursos organizados alrededor del mismo, los volúmenes mayormente son altos y los productos son de tipo estandarizados. Los insumos se mueven de manera lineal de una estación a la siguiente en una secuencia fija.

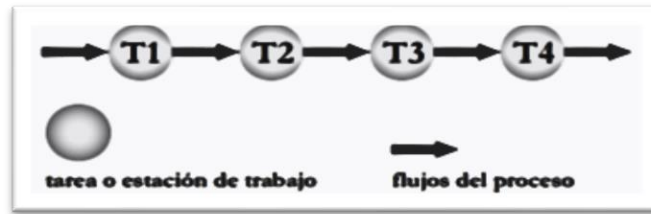


Figura 1. Procesos en Línea

Fuente: Diseño y selección de procesos

2.2.2.2. Proceso intermitente

Según Carro y Gonzáles [10] en este proceso se logran volúmenes medios, pero se tiene gran variedad de productos, compartiendo recursos entre ellos. No hay una secuencia estándar de operaciones a través de las instalaciones.

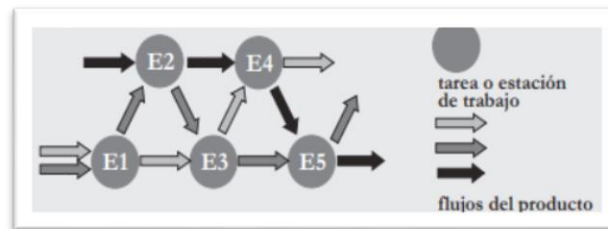


Figura 2. Proceso Intermitente

Fuente: Diseño y selección de procesos

2.2.3. Indicadores

❖ Producción

Es la cantidad de productos fabricados en un periodo de tiempo determinado, y se representa de la siguiente forma.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base (tb)}}{\text{Ciclo}}$$

Tiempo base (tb): Puede ser en minutos, hora, días, semanas, año.

Ciclo: Representa el cuello de botella de la línea productiva y viene a ser la estación de trabajo que más tiempo se demora.

❖ Productividad

Según García [11] la productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos predeterminados.

La productividad está relacionada con los resultados obtenidos en un proceso o sistema, el incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos utilizados para generarlos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción Obtenida (PO)}}{\text{Cantidad de recurso empleado (Q)}}$$

Recursos empleados (Q)

- * Materiales
- * Maquinaria
- * Mano de obra

❖ **Actividades productivas**

Son la operación, la inspección y la actividad combinada, contribuyen a la transformación del producto directamente.

$$\% \text{Actividades Productivas} = \frac{\sum \text{Tiempos de Act. Productivas}}{\sum \text{Tiempos total de actividades}} * 100$$

❖ **Actividades improductivas**

Son actividades improductivas o antieconómicas los transportes, demoras y almacenajes y el modo de hallarlos es mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{Actividades Improductiva} = \frac{\sum \text{Tiempos de Act. Improductivas}}{\sum \text{Tiempos total de actividades}} * 100$$

❖ **Eficiencia**

Es la capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

❖ **Eficiencia física (Ef)**

Es la materia prima de salida utilizada o producto terminado entre la materia prima que ingreso. El resultado de la eficiencia física tiene que ser menor o igual (\leq) a 1.

$$\text{Eficiencia Fisica} = \frac{\text{M. P de salida (producto terminado)}}{\text{M. P de entrada}}$$

❖ **Eficiencia económica**

Es la relación entre el total de ingresos o las ventas y el total de egresos o las inversiones realizadas para dicha venta. Esta eficiencia debe ser mayor (>) a 1 para que se hable que la empresa obtiene beneficios.

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

2.2.4. Línea de producción

Las líneas de producción son secuencias de actividades que dan lugar a la producción de un bien; es la combinación determinada de los insumos, la cantidad de trabajo, materia prima y equipos para llegar a producir un producto en un tiempo dado.

2.2.5. Estandarización de tiempos

2.2.5.1. Estudio de tiempos

Se refiere a la aplicación de técnicas, cuyo objetivo es determinar el tiempo en el que un trabajador calificado realiza una tarea específica, siguiendo un método de trabajo pre establecido.

2.2.5.2. Tiempo estándar

Se refiere al tiempo obtenido en la medición del trabajo. Es decir, es el tiempo requerido por un trabajador calificado y motivado para realizar la tarea, incluyendo los descansos que se toma para recuperarse de la fatiga y otras necesidades personales.

Indirectamente, este tiempo es importante ya que ayuda a las empresas a que operen con un tiempo real y que los colaboradores manejen suplementos durante la producción.

Por lo tanto, el tiempo estándar es el tiempo requerido por un operario calificado y bien capacitado, para realizar una tarea específica a su ritmo normal.

Para calcularlo se debe seguir los siguientes pasos:

Calculo del tiempo promedio (TCP): es el tiempo que demora el operario para realizar una tarea. Se mide mediante un cronómetro, y se debe tener en cuenta que para su cálculo no se toman los tiempos de descanso del operario, que pueden ser por fatiga o necesidades personales.

Calculo del tiempo normal (TN): es el tiempo invertido por el operario al realizar una tarea. Se debe tener en cuenta que el operario es un trabajador capacitado, y conocedor de la tarea encargada, la misma que es desarrollada a un ritmo normal

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} * \text{Factor de calificación}$$

El factor de calificación sirve para corregir las diferencias ocasionadas por los trabajadores lentos, normales y lentos que existen al ejecutar una misma tarea. En su mayoría, este factor es utilizado del Sistema Westinghouse.

Cálculo del tiempo estándar (TE): se calcula con la siguiente fórmula

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo} - \text{Factor de suplemento}$$

2.2.5.3. El Sistema Westinghouse

Considerado uno de los métodos más completos y utilizado mayormente por analistas en estudios de tiempos. Se utilizan cuatro factores para calificar al operario, a los cuales se les ha establecido un valor numérico.

Tabla 1. Tabla Westinghouse

Habilidad			Esfuerzo		
0,15	A1	Extrema	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2	Extrema	0,12	A2	Excesivo
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0	D	Regular	0	D	Regular
0,05	E1	Aceptable	0,04	E1	Aceptable
0,1	E2	Aceptable	0,08	E2	Aceptable
0,16	F1	Deficiente	0,12	F1	Deficiente
0,22	F2	Deficiente	0,17	F2	Deficiente
Condiciones			Consistencia		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0	D	Regulares	0	D	Regular
0,03	E	Aceptables	0,02	E	Aceptable
0,07	F	Deficientes	0,04	F	Deficiente

Fuente: Westinghouse Electric Corporation

Habilidad: calidad del operario, es decir, es la destreza que tiene para realizar un trabajo designado, con la mente o las manos, siguiendo un método establecido. Para su calificación existen seis grados de habilidad, los cuales han sido designados a los operarios: Súper hábil, excelente, buena, media, aceptable y pobre.

Esfuerzo: demostración de la voluntad para trabajar de manera eficiente. Es el empeño que pone el operario para salir delante en algún tiempo de acción. Se han establecido seis grados de esfuerzo: Excesivo, excelente, medio, aceptable y pobre.

Condiciones: son aquellas que afectan directamente al operario y no a la operación. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo son: Temperatura, luz, ventilación y ruido. Sin embargo, no se toman en cuenta para este factor de calificación los materiales y herramientas en mal estado. Existen seis clases de condiciones: Ideales, excelentes, buenas, medias, aceptables y pobres.

Consistencia: es la forma repetida de acción que tiene una persona en un determinado trabajo, lo que quiere decir que los valores elementales de tiempo repetidos continuamente indicarán una consistencia más o menos exacta. Puede ser: Perfecta, excelente, buena, media, aceptable y pobre.

2.2.5.4. Balance de línea

El balance de línea es un factor importante para la productividad de una empresa. Según Munier es una disposición de las áreas de trabajo para asegurar un flujo consecutivo y uniforme de los productos dentro de una planta, hallando las formas para igualar los tiempos de trabajo en las estaciones, con el objetivo de maximizar la mano de obra, reduciendo o eliminando así el tiempo ocioso. Para ello deben cumplirse ciertas condiciones, y así lograr una producción en línea práctica. [12].

Cantidad: volumen o cantidad de producción necesaria para cubrir el costo de preparación de la línea. Dependerá del ritmo de producción y de la duración que tendrá la actividad.

Equilibrio: los tiempos para cada actividad deben ser aproximadamente iguales.

Continuidad: deben tomarse precauciones para un aprovisionamiento continuo del material.

2.2.6. Mejoras en el proceso productivo

Técnicas de estudio de tiempos

Según Cruelles [13] el analista debe calcular el número de observaciones o mediciones necesarias para obtener el tiempo normal de cada operación. Este dato se adquiere utilizando la tabla de Mundel, en donde se muestra el número de observaciones necesarias para obtener una desviación de $\pm 5\%$ y el 95% de probabilidad.

Tabla 2. Tabla de Mundel

(A-B) / (A+B)	SERIE INICIAL DE		(A-B) / (A+B)	SERIE INICIAL DE	
	5	10		5	10
0.05	3	1	0.28	93	53
0.06	4	2	0.29	100	57
0.07	6	3	0.30	107	61
0.08	8	4	0.31	114	65
0.09	10	5	0.32	121	69
0.10	12	7	0.33	129	74
0.11	14	8	0.34	137	78
0.12	17	10	0.35	145	83
0.13	20	11	0.36	154	88
0.14	23	13	0.37	162	93
0.15	27	15	0.38	171	98
0.16	30	17	0.39	180	103
0.17	34	20	0.40	190	108
0.18	38	22	0.41	200	114
0.19	43	24	0.42	210	120
0.20	47	27	0.43	220	126
0.21	52	30	0.44	230	132
0.22	57	33	0.45	240	138
0.23	63	36	0.46	250	144
0.24	68	39	0.47	262	150
0.25	74	42	0.48	273	156
0.26	80	46	0.49	285	163
0.27	86	49	0.50	296	170

Fuente: Cruelles [13]

El procedimiento para calcular el número de mediciones es el siguiente:

- Se realiza una serie inicial de cinco (o diez) mediciones de tiempos de la operación objeto de estudio.
- Se toma la medición mayor (A) y la medición menor (B)
- Se divide la resta entre la suma del máximo y el mínimo

$$\frac{A - B}{A + B}$$

- El resultado de esta división se comprueba en la anterior tabla, la misma que indicará el número de observaciones o tomas que se deben medir.

2.2.7. Diagrama de Ishikawa







Es una herramienta la cual ofrece una visión global de las causas que generan un problema y los efectos que este ha provocado. Como las causas están jerarquizadas, es posible identificar de manera concreta cuales son las fuentes del problema. [14].

2.2.8. Herramientas gráficas

❖ Diagrama de actividades del proceso (DAP)

Es una herramienta de análisis que se utiliza para mostrar la trayectoria del producto en el proceso de producción. Se analizan las actividades que realizan personas o máquinas [15].

Tabla 3. Símbolos del diagrama.

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Modificación de las características de un objeto, se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo.	
Transporte	Movimiento de objetos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Examinación de objetos para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características	
Demora	Interferencia del flujo de objetos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado	
Almacenaje	Retención o protección de objetos contra movimientos o usos no autorizados	
Actividad Combinada	Indica actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro	

Fuente: R. Garcia [15]

En la tabla anterior se pueden apreciar las actividades que surgen en este diagrama, así como su simbología.

❖ Diagrama de recorrido (DR)

En este diagrama se muestra la ruta de los movimientos de un proceso, los cuales son identificados y localizados mediante el símbolo que le corresponda de acuerdo al DAP. Su función principal es facilitar una imagen clara de toda la secuencia de actividades del proceso y mejorar el manejo de materiales, así como la distribución. [16].

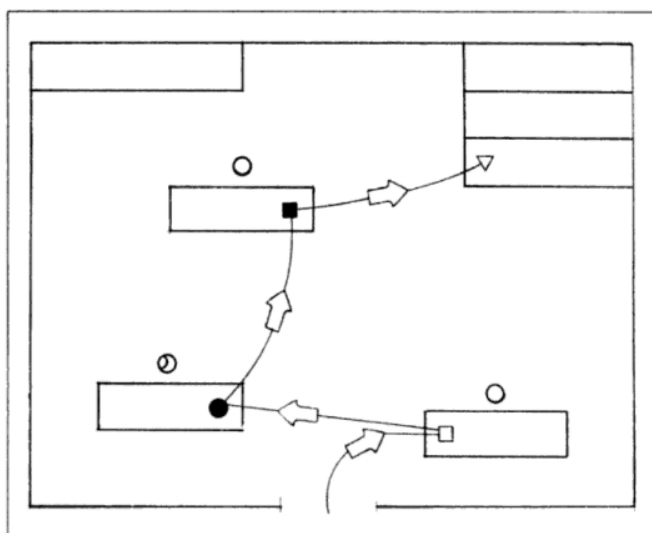


Figura 3. Diagrama de Recorrido
Fuente: Kramis

❖ Cursograma analítico

Diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos sujetos al símbolo que le corresponda [17].

❖ Diagrama Hombre – Máquina

Este diagrama registra el orden cronológico en que se producen las actividades de un operario en la máquina que tiene a su cargo. Es utilizado para mostrar cuales son los tiempos muertos del operario y de la máquina, así como determinar el tiempo de ciclo durante una estación de trabajo [18].

2.2.9. Distribución de planta

Consiste en ordenar los elementos y factores industriales que intervienen en el proceso productivo de la empresa. Su principal objetivo es, que la disposición de elementos sea eficiente y se realice de tal manera que contribuya satisfactoriamente a lograr los fines fijados por la empresa [19].

2.2.9.1. Principios de una distribución de planta

Los principios de una distribución de planta se han convertido en un símbolo de optimización de espacios para la industria.

1° Principio de la integración de conjunto

Este principio nos dice que la mejor distribución es aquella que integra a los que operan, el equipo y/o maquinaria, todas las actividades, así como también cualquier otro factor involucrado.

2° Principio de la mínima distancia recorrida

Este principio considera que la mejor distribución es aquella que permite que la distancia a recorrer por el material y las operaciones sea la más corta posible.

Debe tenerse en cuenta la distancia que se recorre en cada operación, y seleccionarse la más corta, cómoda y segura.

3° Principio de la circulación o flujo de materiales

Según este principio, una de las mejores distribuciones es aquella que ordena las áreas de trabajo, de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan, elaboran, o montan los materiales.

4° Principio del espacio cúbico

Para este principio, la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

Para este principio se utiliza la idea de almacenamiento de estantes, lo cual optimizará el espacio horizontal y vertical.

5° Principio de la satisfacción y de la seguridad

Este principio indica que será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria.

6° Principio de la flexibilidad

Según este principio, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costes o inconvenientes.

2.2.10. Método de Guerchet

Es un método muy usado para determinar las áreas de una distribución de planta, de manera general, para ello se debe tener en cuenta una serie de factores a fin de obtener una estimación de área requerida por sección. En ella va a quedar incluida el espacio necesario para el operario, el almacenamiento de materia prima, los pasillos para el transporte de materiales y otras consideraciones necesarias para la buena operatividad de la empresa.

El método considera tres áreas para la determinación del área total [18].

- ❖ **Superficie estática (Ss):** es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
- ❖ **Superficie de gravitación (Sg):** es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el operario por el material acopiado para las operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$Sg = Ss \times N$$

- ❖ **Superficie de evolución (Se):** es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención.

$$Se = (Ss + Sg) (K)$$

- ❖ **Superficie total (St):** Sumatoria de todas las superficies.

2.2.11. Capacidad

Según menciona Chase y Jacobs [20] la capacidad indica la relación de la eficiencia del proceso al momento de fabricar un producto cuando funciona de manera adecuada. De manera que se puede observar tipos de capacidad:

- ❖ **Capacidad Diseñada**

Nos indica la capacidad máxima de trabajo teórico bajo óptimas condiciones.

- ❖ **Capacidad Real**

Nos indica la mayor capacidad de producción alcanzada en un determinado tiempo de operación.

❖ Capacidad Utilizada

Es la relación entre la mayor capacidad de producción alcanzada y la capacidad teórica o de diseño.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Diseñada}}$$

2.2.12. Nivel de servicio

Se puede definir como el servicio deseado que el cliente espera recibir, o como la combinación entre “lo que puede ser” y lo que se considera que “debe ser”.

Según Pricing el nivel de servicio es el porcentaje de pedidos, los cuales la empresa es capaz de atender durante un determinado tiempo. Por lo tanto, representa el grado de satisfacción de los clientes. [21].

Afirma también que brindar niveles de servicio altos, es principal para conseguir y conservar clientes en el tiempo.

Según LOKAD Quantitative Suplain Chain [22], un nivel de servicio típico en el sector minorista es de 90 %, con artículos de alta prioridad que alcanzan el 95%. Entonces, se considera:

Nivel de servicio bajo: 85%

Nivel de servicio medio: 90%

Nivel de servicio alto: 95%

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

En este capítulo, se realizó el diagnóstico general de la empresa ROMAJU EIRL, dando una mayor importancia al nivel de servicio, el cual es ocasionado por los pedidos no atendidos, generando cierto impacto económico en la empresa. Sin embargo, para este diagnóstico, solo se consideró el proceso de confección de los polos de pique y algodón.

3.1.1. La empresa

ROMAJU E.I.R.L es una empresa ubicada en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque, dedicada la confección de productos textiles tales como: polos, shorts, casacas y buzos de distintas tallas y materiales. Cuenta con un total de 14 operarios para la confección de sus productos, tal como se muestra en la tabla 5.

A continuación, se muestran los datos generales de la empresa.

Tabla 4. Datos generales de la empresa

Ruc:	20600594754
Razón social:	ROMAJU EIRL
Tipo de contribuyente:	Empresa Individual de Responsabilidad Limitada
Estado del contribuyente:	Activo
Condición del contribuyente:	Habido
Dirección del domicilio fiscal:	Sáenz Peña #1655
Actividad económica:	Confección

Fuente: ROMAJU EIRL

- Productos

Los productos que se ofrecen y el material a confeccionar se detallan a continuación.

Tabla 5. Tipos de productos y el material a confeccionar

Producto	Material
Polos	Pique
	Algodón
	Dray
Shorts	Dray
Casacas/ Buzos	Taslan

Fuente: ROMAJU EIRL

Para determinar el enfoque del proyecto se realizó el Diagrama de Pareto de la producción de acuerdo al tipo de producto, tal como se muestra en la figura 4, cuyos datos se encuentran en el Anexo 1.

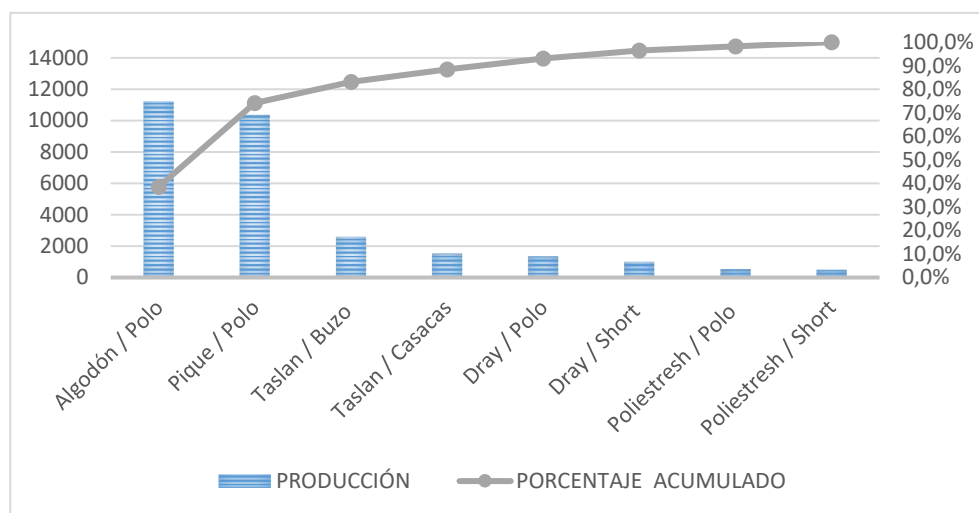


Figura 4. Diagrama de Pareto de la producción en unidades

Fuente: ROMAJU EIRL

Por lo tanto, la presente investigación será enfocada a los productos que representan el 80% de la producción de la empresa, es decir, los polos de pique y algodón, los cuales generan un mayor ingreso económico.

Los polos de pique tienen 12 presentaciones o tallas las cuales son: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, S, M, L, XL. Para determinar la presentación en la cual se desarrollará la propuesta se realizó también un diagrama de Pareto.

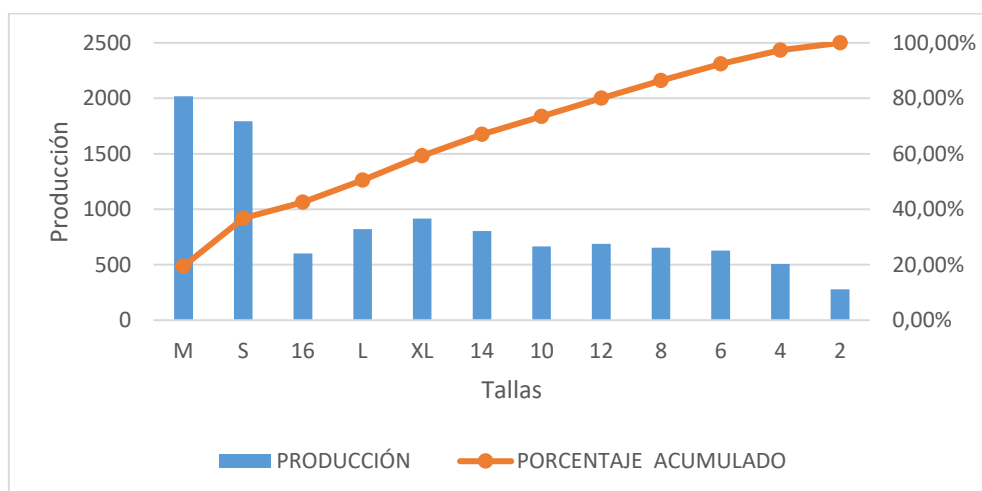


Figura 5. Diagrama de Pareto de las tallas de los polos de pique (unidades)

Fuente: ROMAJU EIRL

Se observa que, de los 10 375 polos de pique producidos durante el periodo de mayo 2018 – abril 2019, las tallas M, S, 16, L, XL, 14, 10 Y 12 representan el 80% de la producción. Se determinó que el análisis estará basado en los polos de pique talla M y S ya que son los que representan la mayor producción de la empresa.

Los polos de algodón tienen 12 presentaciones o tallas las cuales son: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, S, M, L, XL. Para determinar la presentación en la cual se desarrollará la propuesta se realizó un diagrama de Pareto, presentado en la figura 5.

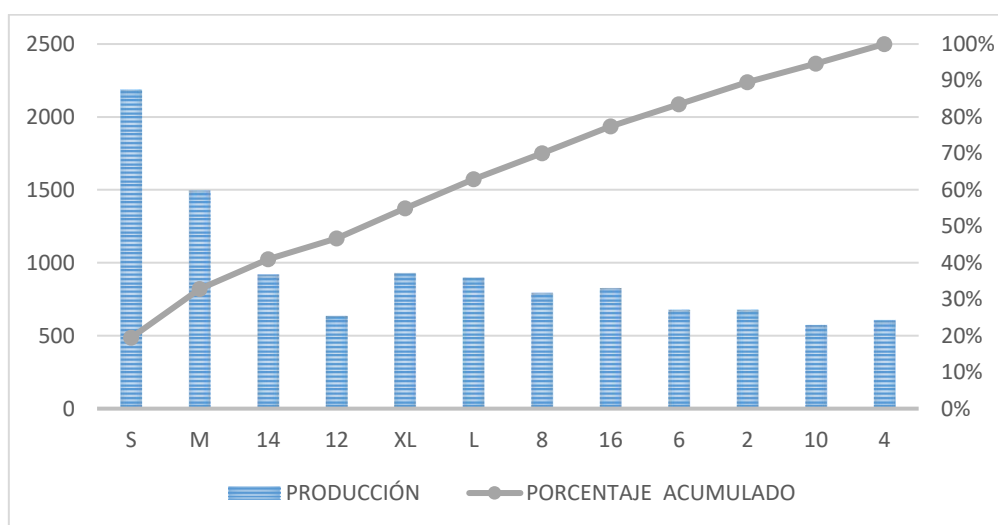


Figura 6. Diagrama de Pareto de las tallas de los polos de algodón (unidades)

Fuente: ROMAJU EIRL

Se observa que, de los 11 220 polos de algodón producidos durante el periodo de mayo 2018 - abril 2019, las tallas S, M, 14, 12, XL, L, 8, 16 representan el 80% de la producción. Se determinó que el análisis estará basado en los polos de algodón talla S y M ya que son los que representan la mayor producción de la empresa.

Las siguientes tablas muestran la producción y demanda de polos de pique y algodón durante el periodo de mayo 2018 – abril 2019.

Tabla 6. Producción, demanda y pedidos no atendidos de los polos de pique

Mes	Producción	Demanda	Pedidos no atendidos
Enero	173	200	27
Febrero	308	450	142
Marzo	430	599	169
Abril	400	480	80
Mayo	306	355	49
Junio	203	203	0
Julio	310	426	116
Agosto	304	360	56
Septiembre	341	341	0
Octubre	242	269	27
Noviembre	412	580	168
Diciembre	384	450	66
	Total		900

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 7. Producción, demanda y pedidos no atendidos de los polos de algodón

Mes	Producción	Demanda	Pedidos no atendidos
Enero	135	164	29
Febrero	257	310	53
Marzo	343	480	137
Abril	250	300	50
Mayo	198	230	32
Junio	211	211	0
Julio	522	600	78
Agosto	450	520	70
Septiembre	358	400	42
Octubre	352	400	48
Noviembre	273	380	107
Diciembre	332	440	108
	Total		754

Fuente: ROMAJU EIRL

Como se observa, en algunos meses la producción no cubrió en su totalidad la demanda, por lo que se tuvo un total de 900 pedidos no atendidos de polos de pique y 754 de algodón, durante el periodo mencionado.

3.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA PRODUCTIVO

3.2.1. Productos

Descripción del Producto

❖ Polo de pique

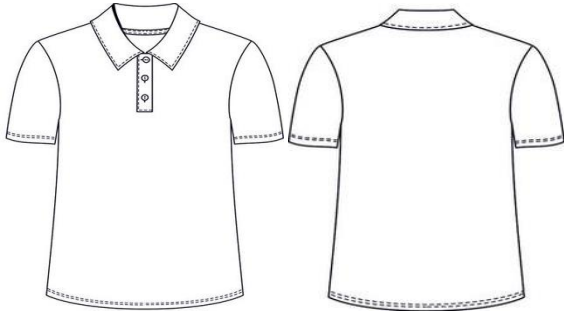
Polo en tela de pique (tejido fraccionado de doce en doce hilos, normalmente usado con hilo de algodón, que se caracteriza porque la mitad de los hilos levantados de cada sección cambia alternativamente en cada pasada.), formado por dos mangas y un cuello tejido, con un corte recto a la altura del cuello en el cual van tapa costuras con dos a tres botones de plástico, con pequeñas aberturas laterales inferiores y un terminado exterior en doble costura. Su presentación puede ser en colores y bordados, según las especificaciones del cliente.



Figura 7. Polo de piqué

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 8. Ficha técnica de los polos de Pique

Nombre	Polo de Pique					
						
Características						
Material	Pique					
Manga	Corta					
Cuello	Acalanado					
Talla	2	4	6	8	10	12
	14	16	S	M	L	XL
Peso	Según la talla					
Color	Crema	A-Pato	Plomo Plata	Acero 3	Naranja	Marrón
	Lúcuma	Celeste	Rojo	Lacre	V- Botella	A- Marino
	Negro	Fucsia	Amarillo	Blanco	Oro	Melón
	Rosado	Lila	V- Limón	Beige	Azul	Maíz

Fuente: ROMAJU EIRL

❖ Polo de algodón

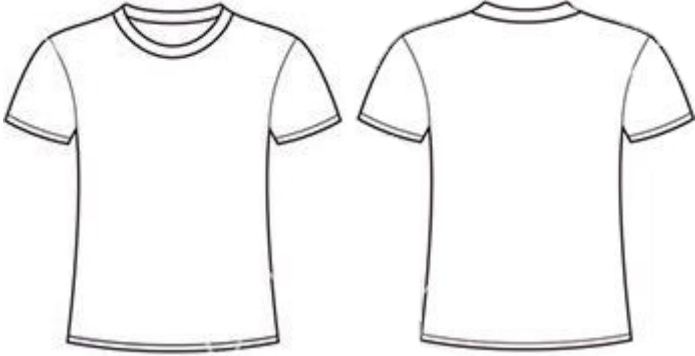
Polo con cuello redondo o cuello V, en tela de algodón jersey (fibra textil de origen vegetal que es suave, resistente y de fácil lavado), lleva pequeñas aberturas laterales y un terminado exterior en doble costura. En colores y bordados según las especificaciones del cliente.



Figura 8. Polo de algodón

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 9. Ficha técnica de los polos de algodón

Nombre	Polo Algodón					
						
Características						
Material	Algodón Jersey					
Manga	Corta					
Cuello	V o redondo					
Talla	2	4	6	8	10	12
	14	16	S	M	L	XL
Peso	Según la talla					
Color	Negro	Violeta	Rojo	Sky- RX	Azulino	V- Perico
	A-Brasil	Oro	Azul	Cobalto	V- Jade	V- Esperanza
	V- Esmeralda	Celeste	Crema	Arena	Maíz	Marrón
	Turquesa	Coral	Acero	Fucsia	Chicle	Melón

Fuente: ROMAJU EIRL

En la tabla 10, se muestran las medidas en centímetros de cada talla de polos en centímetros.

Tabla 10. Talla de los polos (cm)

Talla	Alto de pecho	Cadera	Hombro a Hombro	Largo manga superior	Largo de manga inferior
10	59	39	36	12	4
12	61	40	37	13	5
14	63	43	38	14	5
16	65	45	40	15	6
S	67	47	42	16	7
M	68	48	43	17	8
L	71	51	46	19	10
XL	74	54	49	21	12
XLL	77	57	52	23	14

Fuente: ROMAJU EIRL

a) Desechos

Los únicos desechos que se origina durante todo el proceso de confección de polos, son los retazos de tela de gran medida obtenidos de la etapa de corte, los mismos que son vendidos.

b) Desperdicios

Los desperdicios originados durante todo el proceso, no son reutilizados, son colocados en el basurero. Se obtienen distintos desperdicios de las diferentes etapas de la confección.

Tabla 11. Desperdicios de ROMAJU EIRL

Etapa	Desperdicio
Corte	Moldes rotos
	Retazos pequeños
Cosido	Agujas
Ojaleado	Botones rotos, malogrados
Acabado	Hilos sobresalientes

Fuente: ROMAJU EIRL

3.2.2. Recursos del Proceso

3.2.2.1. Materia prima

a) Algodón Jersey

Tejido liviano mezclado con un 50% de algodón y un 50% de poliéster. Es de textura suave y liviana, antipiling (no se forman motas).

Tela nacional de alta calidad, no destiñe y no encoge, existe variedad de colores.

Tabla 12. Características del Algodón Jersey

Algodón Jersey		
20 al 1*	Pesado	175-200 gr/m ²
30 al 1*	Liviano	140 gr/m ²

b) Pique

Es un tejido fraccionado de doce en doce hilos, normalmente usado con hilo de algodón, que se caracteriza porque la mitad de los hilos levantados de cada sección cambia alternativamente en cada pasada.

Es una tela porosa, lo que permite una adecuada ventilación; de fabricación nacional con una amplia variedad de colores.

3.2.2.2. Materiales

a) Hilos

Hebras delgadas y largas obtenidas de diferentes tipos de materiales mediante procesos que las transforman en fibras textiles.

Existen tres clases o tipos de hilos dependiendo de la materia prima o fibra textil con la cual se elaboren. Son: hilos de fibras de origen animales, fibras de origen vegetal, fibras artificiales de origen sintético.

b) Botones

Es el sistema más común empleado para cerrar una prenda. El cierre a la prenda se hace mediante su inserción en un ojal o una presilla. Los botones se hacen en una gran variedad de formas y materiales. Siendo la forma redonda la más común. Dentro de la gran variedad de formas se pueden diferenciar cuatro grandes grupos: el botón perforado, de dos o cuatro agujeros, el botón con pie y el botón a presión. Los botones pueden ser cosidos a la prenda, a mano o a máquina, o se pueden remachar.

c) Agujas

Filamentos delgados rectos, fabricados de diferentes materiales, entre ellos están el hierro, el aluminio, el acero. Sirven para unir dos o más telas mediante hilos que van enhebrados.

3.2.2.3. Descripción de la Maquinaria

a) Máquina de Coser


Es un instrumento mecánico o electromecánico el cual sirve para unir un tejido textil usando hilo. Las máquinas de coser hacen una puntada característica (rectas o en patrones), usando normalmente dos hilos. En la tabla 11, se puede observar las especificaciones técnicas de la máquina de coser.

Características:

- ❖ Fácil ajuste del largo de puntada.
- ❖ Máquina de cama plana con orificios para fijar guías y aparatos.
- ❖ Fácil ajuste de presión del pie a través del tornillo graduado.
- ❖ Sistema de lubricación totalmente automático.

- ❖ Devanado de bobina en el tablón.
- ❖ Sistema de avance o arrastre simple con retroceso.

Tabla 13. Ficha técnica de la máquina de coser




Ficha técnica máquina de coser							
Aplicaciones		Máquina de costura recta para una amplia gama de materiales, desde tejidos livianos a pesados.					
Sistema de Aguja		Singer Cat. No. 1955-01					
Motor		Motor de Embargue de Alta Velocidad ½ HP (R31221).					
Características		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño exclusivo de Singer. ▪ Sistema de lubricación totalmente automático. ▪ Largo de puntada de fácil ajuste por el nuevo dial de ajuste. ▪ Máquina de cama plana con orificios para fijar aparatos. ▪ Sistema de transporte simple con retroceso. ▪ Ajuste de la presión del prénsatela a través del tornillo graduado. ▪ Devanado de bobina en el tablón. ▪ Funcionamiento suave y silencioso de simple mantenimiento. 					
Modelo	Velocidad Máxima	Largo Máximo de la Puntada	Altura Prensatelas (mm)		Lanzadera/Cangrejero		Aplicación
			Mano	Rodilla	Tamaño	Tipo	
191D	4 000	5,0	5,5	13,0	Normal	Estándar	Mediana a pesada

Fuente: Singer Cat

b) Máquina Bordadora

Es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo propósito es transformar energía para realizar el bordado en diferentes materiales. El bordado consiste en la ornamentación con hilo, regularmente en superficies flexibles como tela.

Tabla 14. Ficha técnica bordadora industrial

Ficha técnica bordadora industrial			
Modelo	TFMXII – C1204		
Características	Cabezales	12	  
	Agujas	12	
	Área de Bordado (mm)	400 x 680	
	Tamaño de Tablas (m)	5,40 x 0,87	
	Tamaño de Bastidores (mm)	9,12,15,18 y 30	
	Velocidad	850 rpm	
	Capacidad de Memoria	2 000 000 puntadas	
	Consumo de Energía	220 v	
	Tamaño (m)	7,1 x 1,6 x 1,8	
	Peso (kg)	3200/3000	
Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Máquina Industrial tubular de 12 cabezales y 12 agujas c/u. ▪ Puerto USB integrado. ▪ Memoria interna de 2 Mb. ▪ Control de la máquina mediante amplia pantalla LCD. ▪ Monitor de 10" a color LCD el cual muestra puntadas generadas en tiempo real. ▪ Puntada mínima de 0,1 mm. ▪ Cambio de color automático. ▪ Sistema de corte automático. ▪ Detección de ruptura de hilo automático. ▪ Capacidad de trazado de diseño previo. ▪ Devanador óptico. ▪ Botón de emergencia. ▪ Laser para demarcar área del bordado. 		
Aplicaciones	Prenda armada	Lienzo	Gorra

Fuente: Damei

c) Máquina Botonera

Esta máquina tiene como función específica coser botones, es de alta velocidad, 33 diferentes tipos de diseños de puntadas, el diseño puede ajustarse para diferentes requerimientos, antes de finalizar la barra realiza un tackeo el cual previene la pérdida de la costura.

Tabla 15. Ficha técnica máquina botonera


Ficha técnica máquina botonera		
Marca	Brother	
Modelo	BE – 438HS	
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La máquina botonera industrial eléctrica con motor Direct Drive incorporado, realiza hermosas costuras y es fácil de ajustar las funciones de costura. ▪ Calidad de costura estable con tensión digital. ▪ Productividad abrumadoramente superior con el tiempo de ciclo más rápido del mundo. ▪ Alto ahorro de energía ▪ Panel de operaciones fácil e intuitivo. 	
Características	Velocidad máxima	2 700 p.p.m
	Largo máximo de puntada	6,4 mm
	Área máxima de costura	(X-Y): 6,4 x 6,4 mm
	Altura de prénsatelas	13 mm
	Patrones	34
	Control de tensión	Digital con cortahílos superior
	Adicional	Patas y tablero

Fuente: Brother

d) Máquina remalladora

Es una máquina de coser específica para zurcir costuras, los bordes de las prendas se remallan para reforzar la prenda y evitar que se deshaga la costura. En la tabla 14, se puede observar las especificaciones técnicas de la máquina de remallado.

Tabla 16. Ficha técnica de la máquina remalladora


Ficha técnica de la máquina remalladora				
Características	Generales	La máquina remalladora Singer 14SH654 se puede considerar de carácter industrial porque cuenta con tensores que se encargan de regular los hilos, agujas, tirahilos, placa para agujas, áncoras, dientes de arrastre y cuchillas.		
	Técnicas	Color	Banco	
		Dimensiones (cm)	33 x 28 x 28	
		Peso (kg)	6	
		Número del modelo del producto	14SH654	
		Velocidad	1300 puntadas por minuto	
		Luz integrada	Sí	
		Asa para transporte	Sí	
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distancia regulable, con un largo de puntada que va desde 1 a 4 mm. ▪ Cose 3 o 4 hilos. ▪ Cuchilla de vidia. ▪ Cose en recto y zigzag, ambos regulables. ▪ Sistema exclusivo de diferencial para lograr que las prendas terminadas no tengan ondulaciones. ▪ Brazo libre que permite coser piezas pequeñas. 			

Fuente: Singer

e) Máquina de ojal

Máquina específica para realizar el ojal, En la tabla 15, se puede observar las especificaciones técnicas de la máquina de ojal.

Tabla 17. Ficha técnica máquina de ojal

Ficha técnica máquina de ojal		
Modelo	Máquina ojaladora 635D-M	
Marca	Singer	
Descripción	Máquina de costura de ojales rectos en tela de punto y tejido plano.	
Características	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño exclusivo de Singer. ▪ Sistema de lubricación automática y mirilla de circulación de aceite. ▪ Selección de número de puntadas por medio de engranes de fácil acceso. ▪ Fácil ajuste de largo ojal. ▪ Puntadas de zigzag. ▪ Palanca de paro de emergencia. ▪ Sistema automático de ciclo de costura. ▪ Motor de inducción de baja velocidad ½ HP. 	
Especificaciones técnicas	Características	Motor de inducción de baja velocidad ½ HP.
	Velocidad máxima	3 600 puntadas por minuto
	Longitud de ojal	6,4 – 25,4
	Ancho de ojal	2,5 – 5,0
	Altura de prénsatelas	12 mm
Accesorios incluidos	Agujas	
	Destornillador	Grande
		Mediano
		Pequeño
	Bobina (carretel)	
	Cuchilla	5/8"
		3/8"
		½"
	Llave Allen	3,00 mm
		4,00 mm
		5,00 mm
		6,00 mm
	Llave fija	9 – 11 mm
		12 – 14 mm
		8 – 10 mm
Pinzas de ensartar		
Polea el motor		
Polea		
Caja de engranajes		
Tubo de aceites		
Calibrador de tiempo lanzadera		
Garrafa de aceites		

Fuente: Singer

3.2.2.4. Análisis del recurso humano

La empresa ROMAJU EIRL, cuenta con 14 trabajadores para la confección de sus productos. En su gran mayoría los trabajadores tienen estudios básicos secundaria, ninguno de ellos ha recibido formación en confecciones. Sin embargo, los conocimientos adquiridos por ellos han sido de forma empírica, puesto que la empresa durante el tiempo que llevan laborando no ha dado capacitación alguna.

Tabla 18. Información sobre operarios

Área	Número de operarios	Sexo	Formación académica	
Recepción y Selección	2 operarios	Op1	M	Secundaria
		Op2	F	Secundaria
Tendido	2 operarios	Op3	F	Secundaria
		Op4	F	Secundaria
Corte y trazado de tela	3 operarios	Op5	M	Técnica
		Op6	F	Secundaria
		Op7	F	Secundaria
Cosido	2 operarios	Op8	F	Técnica
		Op9	F	Secundaria
Remallado	1 operario	Op10	M	Secundaria
		Op11	F	Secundaria
Bordado	2 operarios	Op12	F	Secundaria
		Op13	M	Secundaria
Marcación de ojales y pegado de botones	2 operarios	Op14	M	Secundaria

Fuente: ROMAJU EIRL

Por lo tanto, la productividad de los operarios y de cada actividad se ve afectada, debido a los conocimientos empíricos del proceso de confección de polos de pique y algodón, que abarca el manejo de máquinas utilizadas, lo cual provoca desniveles entre ellos, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 19. Productividad por operario y actividades

Actividades	Total de minutos	Trabajadores	Polos	Productividad
Corte y trazado de piezas	29,51	1	12	85,39
Unión de hombros	7,12	1		353,93
Unión de cuello y mangas	13,95	1	12	180,65
Unión de los costados	10,27	1		245,37
Remallado 1	12,23	1	12	206,05
Remallado 2	22,53	1		111,85
Bordado	85,3	1	12	29,54
Marcación de ojales	16,06	1		156,91
Pegado de botones	14,15	1	12	178,09
Acabado	6,12	1	12	411,76

Fuente: ROMAJU EIRL

3.2.3. Descripción del Proceso

El proceso de confección de los polos de pique y algodón conlleva un tiempo de 3,3 y 3 horas al día respectivamente. La diferencia de tiempo se debe a que los polos de pique llevan cuello y botones.

A continuación, se describe el proceso de confección detallado.

Recepción y pesado: esta etapa consiste en la recepción de los fardos la cual está a cargo del operario 1, el mismo que realiza el pesado. Teniendo en cuenta que cada fardo debe pesar 25 kg (98,7 metros) y se necesitan 0,33 kg por polo de piqué, obteniéndose 76 polos. Posteriormente, se colocan los fardos en andamios ubicados en el almacén de materia prima. El tiempo total de esta etapa es 1,36 minutos.

Selección: el operario 2 va a almacén y elige el fardo según el color, tipo de tela, de acuerdo al pedido del cliente y lo lleva a la mesa de tendido. El tiempo que conlleva esta etapa es de 2,87 minutos.



Figura 9. Almacén de materia prima e insumos
Fuente: ROMAJU EIRL

Tendido: los operarios 3 y 4, extienden el fardo de tela de piqué, sobre una superficie plana conocida como mesa de trabajo (3 m x 1,5 m x 0,85 m) y se realiza una inspección para evitar la formación de pliegos que dificulten el corte. El tiempo de esta etapa es de 1,13 minutos.

Trazado y corte de piezas: los mismos operarios del tendido utilizando tizas, se encargan de trazar manualmente los moldes de acuerdo a la talla requerida por el cliente. Se acomodan y marcan en la tela los moldes del delantero, espalda, manga derecha y manga izquierda.

Después de realizado el trazado se lleva a cabo el corte teniendo una tijera como herramienta. Se requiere de mucha precisión y exactitud al momento de cortar sobre los trazos anteriormente marcados en la tela.

En esta actividad se generan aproximadamente 242 gramos de retazos por polo, los cuales son considerados como desechos para luego ser vendidos.

Esta etapa tiene un tiempo de 29,51 minutos.

Finalmente, uno de los operarios lleva la parte del cuello al área del remallado.



Figura 10. Área de tendido, trazado y corte
Fuente: ROMAJU EIRL



Figura 11. Utensilios

Fuente: ROMAJU EIRL

Remallado 1: en esta etapa se cuenta con 3 máquinas remalladoras, las cuales son manipuladas por el operario 8 y 9, los mismos que se encargan de armar el cuello. Esta etapa conlleva un tiempo de 12,23 minutos.

Unión de piezas y cosido: los operarios 5, 6 y 7 son los encargados de esta etapa. Primero se realiza la unión de hombros para ello, se coloca la espalda con vista hacia arriba y el delantero con la vista hacia abajo, encima de la espalda, dejando 1 cm de pestaña en los hombros. Luego se procede a coser ambas piezas del hombro

Posteriormente se realiza la unión de cuello y mangas, se coloca el cuello con la vista hacia arriba, encima del delantero y se empieza a coser dejando 0,5 cm de pestaña en el escote. Para las mangas primero se coloca el polo con la vista hacia arriba y la manga con la vista hacia abajo sobre el mismo y empieza a coser el contorno de la manga a 1 cm de la orilla. Se hace el mismo procedimiento con la otra manga.

Finalmente se realiza la unión de los costados en el cual se cierra el polo.

Toda esta etapa se realiza a través de 4 máquinas de coser con las que cuentan la empresa y tiene un tiempo total de 31,34 minutos.



Figura 12. Área de costura

Fuente: ROMAJU EIRL

Remallado 2: los mismos operarios del remallado 1 son los encargados de realizar esta etapa, la cual consiste en pasar por todas las costuras para asegurar el cosido y obtener un mejor acabado. Se realiza en tiempo de 22,53 minutos.

Bordado: el operario 10 va hacia el área de remallado para traer los polos hacia el área de bordado. Esta etapa consiste en la impresión del logo con hilos de bordado, que especifica el cliente en su requerimiento. Es totalmente automatizada y la máquina que lo realiza posee 12 cabezales con 12 agujas cada uno. El tiempo para realizar esta etapa es de 85,3 minutos.

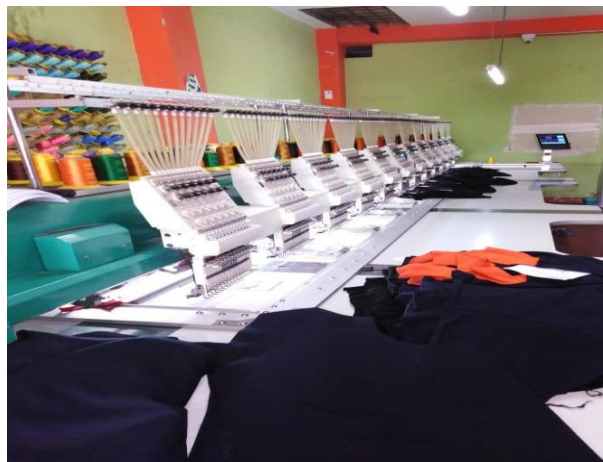


Figura 13. Área de bordado

Fuente: ROMAJU EIRL

Marcado de ojales: los operarios 11 y 12 marcan los ojales sobre la aletilla del lado izquierdo al tamaño del botón, luego se marca el primer ojal a 1 cm del escote del delantero y los demás ojales a cada 2 cm en forma vertical. Se realiza haciendo uso de las 2 máquinas ojaladoras y tiene un tiempo de 16,06 minutos.

Pegado de botones: los mismos operarios de la etapa anterior cosen el botón, marcando primero un punto al centro del ojal, acomodando muy bien la aletilla. Se realiza haciendo uso de la botonera, cuyo tiempo es de 14,15 minutos.

Acabado: esta etapa consiste en la eliminación de los hilos sobrantes a través el uso de una piqueta y se verifica simultáneamente si existen fallas en los polos. Es realizada por los operarios 13 y 14, cuyo tiempo es de 6,12 minutos.



Figura 14. Área de acabado

Fuente: ROMAJU EIRL



Figura 15. Área de almacén de producto terminado

Fuente: ROMAJU EIRL

3.2.4. Sistema de Producción

El sistema productivo de la empresa es intermitente o por lotes, ya que las operaciones realizadas no son consecutivas debido a la gran variedad de productos.

3.2.5. Análisis del Proceso

El análisis del proceso se realizó en base a un lote de 12 unidades. Para ello se utilizaron herramientas gráficas como diagramas de bloques de procesos y diagramas de producción dentro de los cuales se encuentra el Diagrama de Análisis del Proceso (DAP), Cursograma Analítico, Diagrama Hombre – Máquina y Diagrama de Recorrido (DR).

3.2.5.1. Diagrama de bloques

A continuación, se muestra el diagrama de bloques del proceso confección de los polos de pique.

Producto: Polo de pique

Fecha: 17 de mayo de 2019

Departamento: Producción

Diagrama N°1: Proceso de confección de los polos de pique

Aprobado por: Benavides Arroyo Fiorella

Revisado por: Mgtr.Ing Vasquez Gervasi Oscar

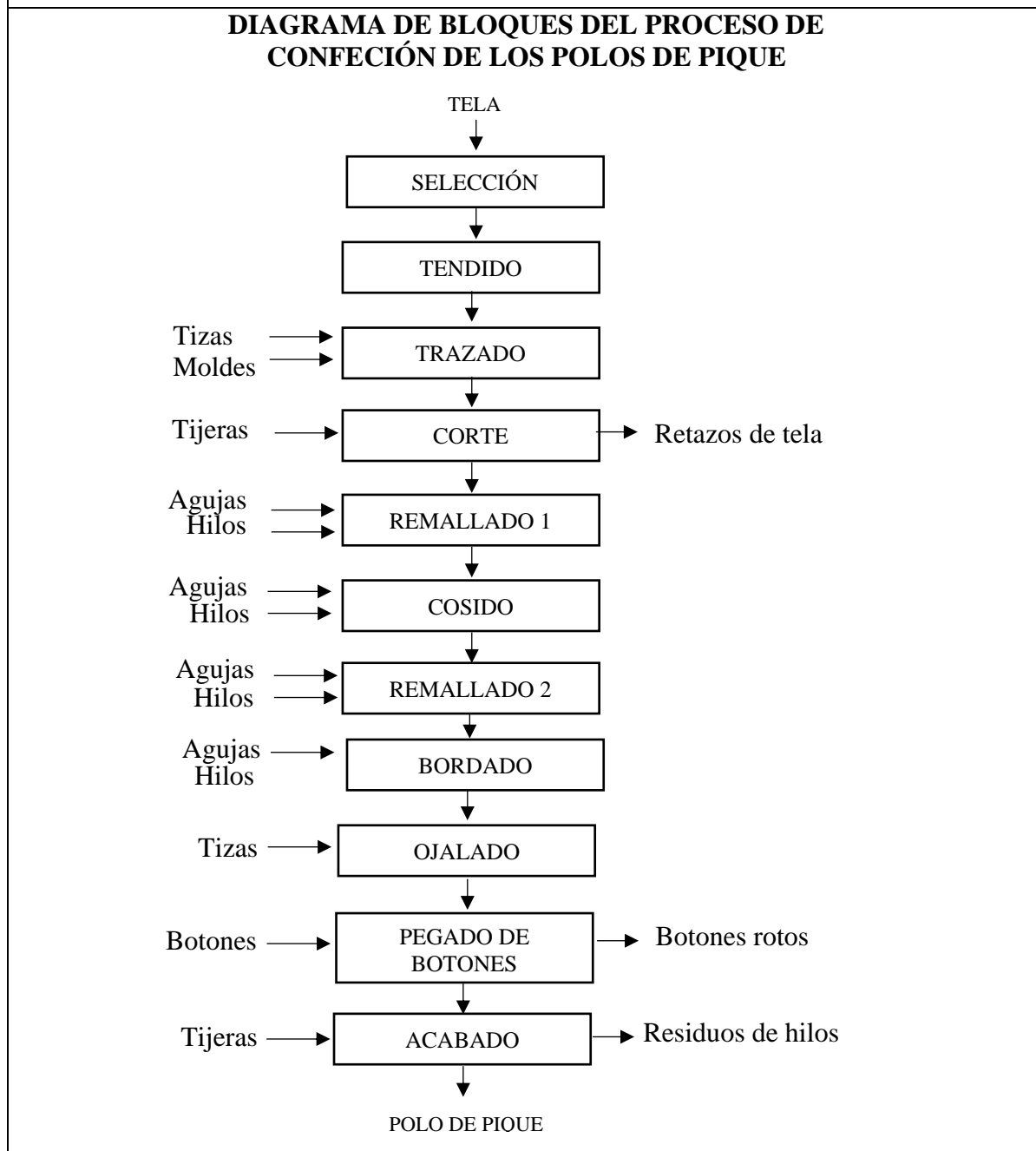


Figura 16. Diagrama de bloques polos de pique

Fuente: ROMAJU EIRL

Para obtener el tiempo promedio de las actividades del proceso de confección de polos de algodón se utilizó el método tradicional, mediante el cual se calcula el número de

observaciones necesarias (Ver Anexo 11). El tiempo promedio de las actividades se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 20. Tiempo promedio del proceso de confección de polos de pique

Actividades	Tiempo promedio (min)
Recepción y pesado de tela	1,36
Selección	2,87
Transporte al área de corte	1,08
Tendido	1,13
Trazado y corte de piezas	29,51
Transporte al área de bordado	1,19
Bordado	85,3
Transporte al área de remallado	0,49
Remallado 1	12,23
Transporte al área de cosido	1,2
Unión de hombros	7,12
Unión de los costados	10,27
Unión de cuello y mangas	13,95
Transporte al área de remallado	0,38
Remallado 2	22,53
Transporte al área de detalles	1,23
Marcación de ojales	16,06
Pegado de botones	14,15
Transporte al área de acabado	1,14
Acabado	6,12
Transporte al almacén de PT	1,34
Total sin traslado	222,6
Total con traslado	230,65

Fuente: ROMAJU EIRL

En la siguiente figura se muestra el diagrama de bloques del proceso confección de polos de algodón.

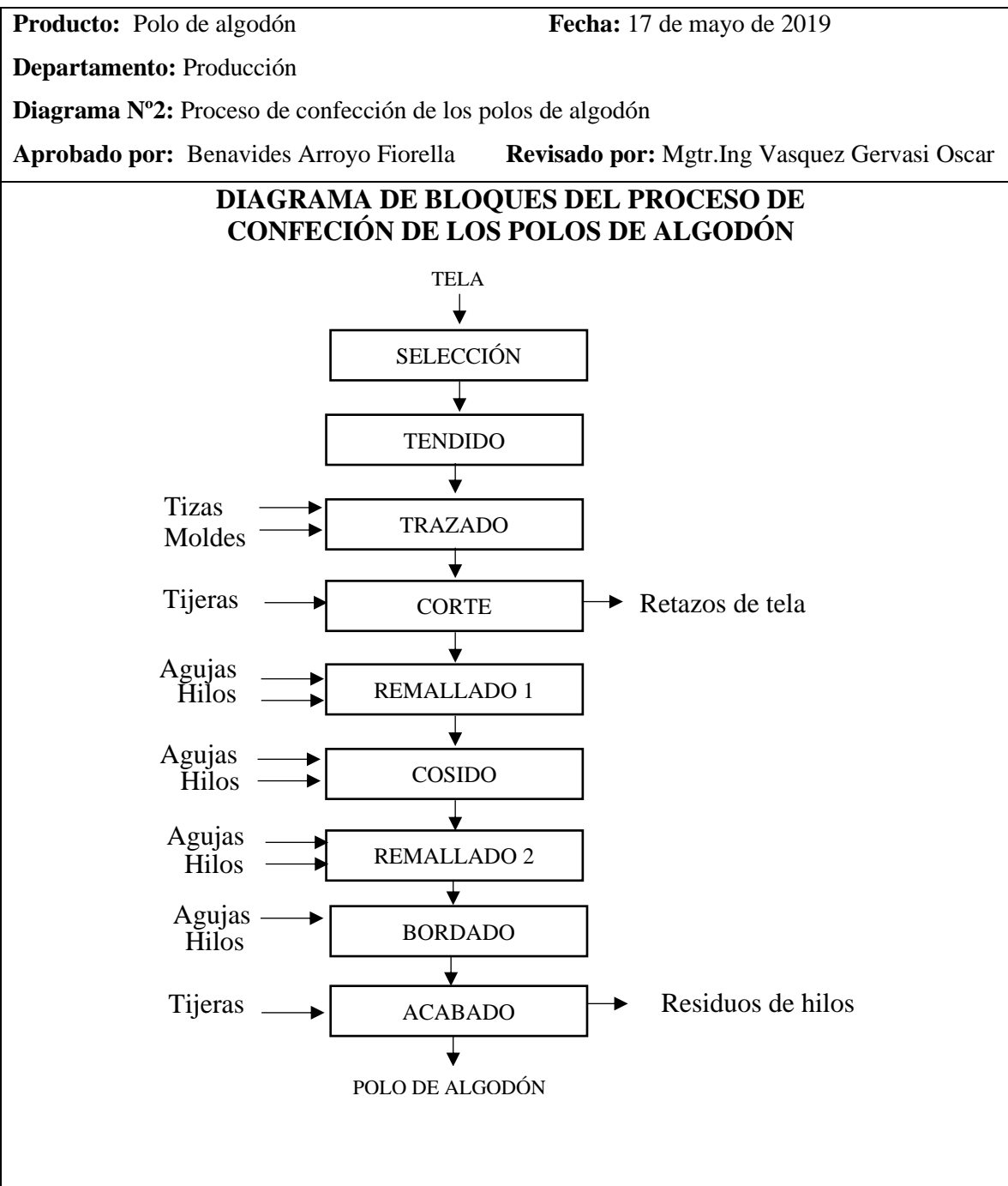


Figura 17. Diagrama de bloques polos de algodón

Fuente: ROMAJU EIRL

Para obtener el tiempo promedio de las actividades del proceso de confección de polos de algodón se utilizó el método tradicional con el cual se calculó el número de observaciones necesarias (Ver Anexo 11). El número de observaciones necesarias obtenidas mediante el método tradicional se tomaron en base al tiempo de producción de un lote de 12 unidades El tiempo promedio de las actividades se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 21. Tiempo promedio del proceso de confección de polos de algodón

Actividades	Tiempo promedio (min)
Recepción y pesado de tela	1,35
Selección	2,93
Transporte al área de corte	1,02
Tendido	1,5
Trazado y corte de piezas	27,19
Transporte al área de bordado	1,17
Bordado	84,26
Transporte al área de remallado	0,5
Remallado 1	11,05
Transporte al área de cosido	1,45
Unión de hombros	7,08
Unión de los costados	10,33
Unión de cuello y mangas	13,73
Transporte al área de remallado	0,38
Remallado 2	22,25
Transporte al área de acabado	1,02
Acabado	6,1
Transporte al almacén de PT	1,35
Total sin traslado	187,76
Total con traslado	194,65

Fuente: ROMAJU EIR

3.2.5.2. Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

A continuación, se muestra el Diagrama de Actividades del Proceso de polos de pique

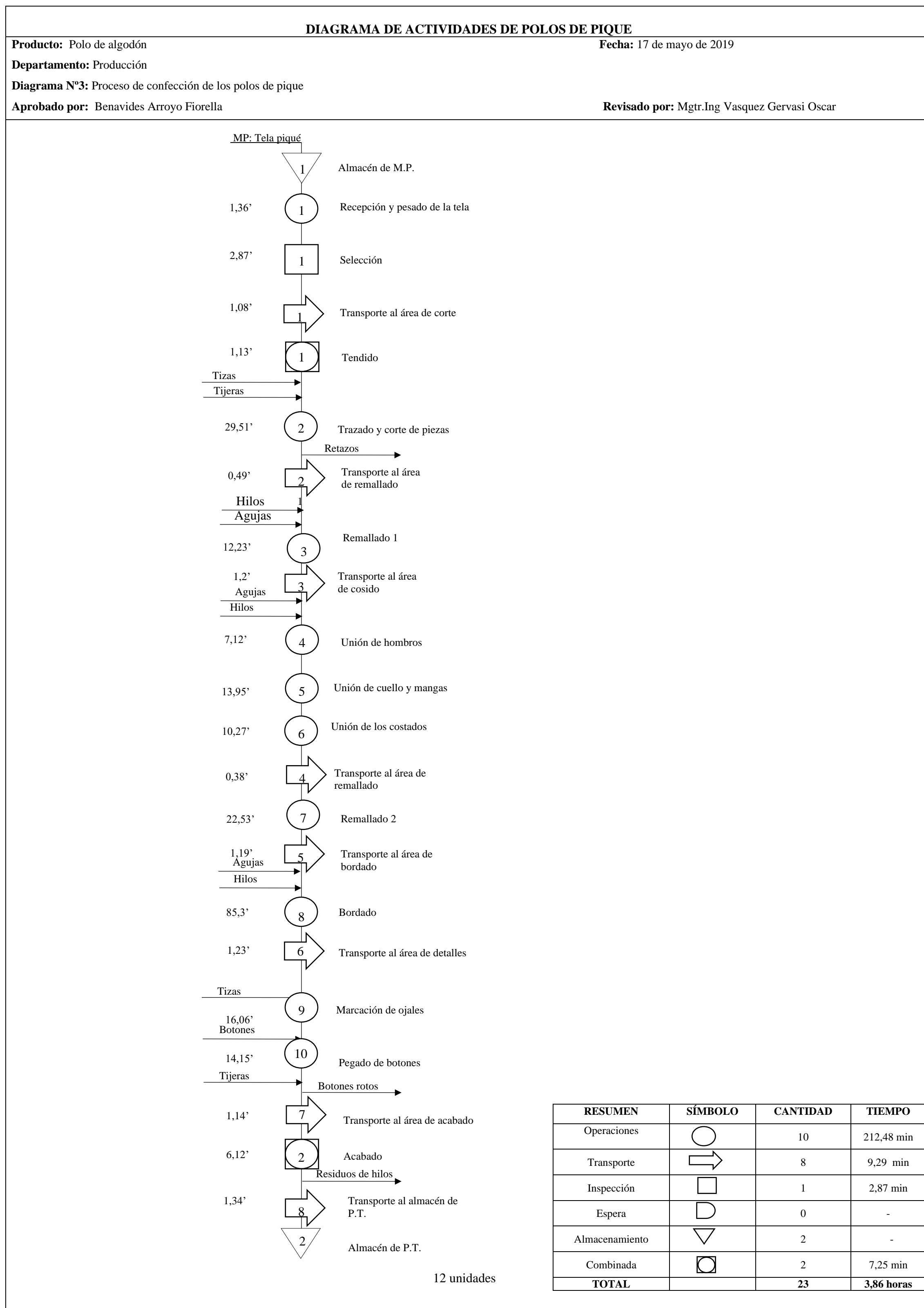


Figura 18. Diagrama de análisis de procesos de los polos de pique.

Se puede observar que para llevar a cabo el proceso se requiere de un total de 23 actividades, las cuales están constituidas por 10 operaciones, 1 inspección, 8 transportes, 2 combinadas y 2 almacenamientos.

De lo anterior se puede obtener el porcentaje de actividades productivas e improductivas, de la siguiente manera:

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{222,6}{230,65} * 100 = 96,5 \%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{10}{230,65} * 100 = 3,5\%$$

Como resultado del cálculo anterior se ha obtenido que el porcentaje de actividades productivas en el proceso de confección de polos de pique es de 96,5%, mientras que las actividades improductivas representan el 3,5%.

En el diagrama anterior también se observa que existen dos etapas con tiempos elevados: trazado y corte de piezas, y el bordado.

Por eso es que se realizó el cursograma analítico de trazado y corte de piezas, para determinar cuáles son las actividades que agregan y no agregan valor a esta etapa. Mientras que, para la etapa de bordado al ser computarizado, se realizó el diagrama hombre máquina para calcular sus eficiencias, con el fin de ser aprovechada al máximo.

Tabla 22. Curso grama analítico del trazado y corte de piezas

Producto: Polo de pique							Fecha: 17 de mayo de 2019			
Departamento: Producción										
Diagrama N° 4: Cursograma analítico de trazado y corte de piezas										
Aprobado por: Benavides Arroyo Fiorella					Revisado por: Mgtr.Ing Vasquez Gervasi Oscar					
CURSOGRAMA ANALÍTICO DE TRAZADO Y CORTE DE PIEZAS										
N°	Actividades	○	◻	⇒	◐	◻	▽	Tiempo (min)	V.A.	N.V.A.
1	Eligen el tamaño del molde.		●					0,91	0,91	-
2	Colocan el molde sobre la tela.	●						0,24	0,60	-
3	Agarran una tiza.	●						0,12	-	0,12
4	Marcan sobre la tela 12 veces.		●					6,07	6,07	-
5	Levantán el molde 12 veces.	●						3,68	3,68	
6	Acomodan el molde 12 veces.		●					5,21	-	5,21
7	Acomodan la tela para cortar.		●					3,03	-	3,03
8	Realizan el corte de la tela 12 veces, de acuerdo al molde.	●						10,25	10,25	-
TOTAL								29,51	21,15	8,36

Fuente: ROMAJO EIRL

Se observa que en esta etapa existen 8 actividades cuyo tiempo total es de 29,51 minutos, de los cuales 8,36 minutos son movimientos que no agregan valor.

❖ *Eficiencia de la actividad*

$$\text{Eficiencia de la actividad} = \frac{\text{Actividades que agregan valor}}{\text{Tiempo total}}$$

$$\text{Eficiencia de la actividad} = \frac{21,15 \text{ min}}{29,51 \text{ min}}$$

$$\text{Eficiencia de la actividad} = 71,67 \%$$

Por lo tanto, el aprovechamiento útil de tiempo es de 71,67 %, mientras que el 28,33% representa el tiempo de las actividades que no agregan valor a la etapa.

❖ *Eficiencia física*

Este indicador es la relación entre el peso del producto terminado y el peso de la tela de piqué y algodón que ingresa como materia prima para la elaboración de un polo de talla S y M.

a) **Polos de pique**

Tabla 23. Eficiencia física de los polos pique

Materia Prima	Cantidad en kg
Tela Piqué	0,33
Producto terminado	0,25

Fuente: ROMAJU EIRL

$$\text{Eficiencia física} = \frac{0,25 \text{ kg de producto}}{0,33 \text{ kg de entrada de m. p.}} * 100$$

$$\text{Eficiencia física} = 75,8\%$$

Esto quiere decir, que por cada 1 kg de tela piqué que ingresa como materia prima, su aprovechamiento útil es de 758 gramos, lo cual representa el 75,8%, con una merma de 242 gramos de tela.

Para detectar cuales son los errores actuales de la etapa, se empleó la técnica de la actitud interrogante también llamada 5WH en la cual se responde a las siguientes interrogantes: ¿qué se hace? ¿dónde se hace? ¿cuándo se hace? ¿quién lo hace? ¿cómo se hace? Esta

técnica se aplicará al proceso de corte y trazado ya que tienen mayor tiempo promedio de proceso.

Tabla 24. 5WH del corte y trazado de piezas

ACTIVIDAD – CORTE Y TRAZADOS DE PIEZAS		
<i>¿Qué se hace?</i>		
Se corta el delantero, espalda, cuello y mangas	<i>¿Por qué se hace?</i>	Para poder obtener las piezas que pasaran a la actividad de costura y unión de piezas
	<i>¿Es necesario hacerlo?</i>	Si
	<i>¿Cuál es la finalidad?</i>	Obtener las piezas necesarias
	<i>¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?</i>	Ninguna
<i>¿Dónde se hace?</i>		
Se realiza en la mesa de corte y trazado.	<i>¿Por qué se hace ahí?</i>	Porque la superficie plana de la mesa permite sostener la tela mientras se cortan las piezas
	<i>¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?</i>	No
	<i>¿Podría combinarse con otro elemento?</i>	No
	<i>¿Dónde podría hacerse mejor?</i>	En ningún otro lado
<i>¿Cuándo se hace?</i>		
Después de que la tela ha sido tendida sobre la mesa de corte y trazado.	<i>¿Por qué se hace en ese momento?</i>	Porque es necesario que las piezas estén trazadas y posteriormente cortadas para pasar a al siguiente proceso.
	<i>¿Sería mejor realizarlo en otro momento?</i>	No
	<i>¿El orden de las acciones es el apropiado?</i>	Si
	<i>¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?</i>	No
<i>¿Quién lo hace?</i>		
El operario de corte y trazado	<i>¿Tiene las calificaciones apropiadas?</i>	Si
	<i>¿Qué calificaciones requiere el trabajo?</i>	Precisión
	<i>¿Quién podría hacerlo mejor?</i>	Operario capacitado
<i>¿Cómo se hace?</i>		
Se eligen los moldes que serán trazados sobre la tela y luego se corta se corta el delantero, la espalda, las mangas y cuello.	<i>¿Por qué se hace así?</i>	Porque lo hacen de forma empírica, como creen conveniente hacerlo, nunca fueron capacitados
	<i>¿Es preciso hacerlo así?</i>	No
	<i>¿Cómo podríamos hacerlo mejor?</i>	Se podría hacer mejor al momento de trazar las piezas implementando la maquinaria adecuada la cual se encargara de realizar el trazo y corte adecuado, eliminando las mermas.

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 25. Diagrama hombre – máquina de la etapa de bordado

Producto: Polo de pique			Fecha: 10 de junio de 2019		
Departamento: Producción					
Diagrama N°4: Hombre – máquina de la etapa de bordado					
Aprobado por: Benavides Arroyo Fiorella			Revisado por: Mgtr.Ing Vasquez Gervasi Oscar		
HOMBRE			MÁQUINA		
N° de operario	Actividad	Tiempo (min)	N° de operario	Actividad	Tiempo (min)
1.1	Se configura la bordadora de acuerdo al modelo	4,1	1.1	Se configura la bordadora de acuerdo al modelo	4,1
1.2	Elegir el diseño	1,3	1.2	Espera	1,3
1.3	Elegir los hilos de acuerdo al diseño	2,06	1.3	Espera	2,06
1.4	Colocar los hilos en cada cabezal	8,2	1.4	Colocar los hilos en cada cabezal	8,2
1.5	Extender y se fijar los polos sobre el bastidor 12 veces	12,7	1.5	Extender y se fijar los polos sobre el bastidor 12 veces	12,7
1.6	Se ajusta la bordadora	5	1.6	Se ajusta la bordadora	5
1.7	Espera	40	1.7	Se bordan los polos	40
1.8	se levantan los cabezales	2,56	1.8	se levantan los cabezales	2,56
1.9	se retiran los polos 12 veces	9,38	1.9	se retiran los polos 12 veces	9,38
TOTAL		85,3	TOTAL		85,3

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 26. Resultados del diagrama hombre – máquina

	Hombre (min)	Máquina (min)
Tiempo de espera	40	3,36
Jornada	480	480
Tiempo unitario ciclo	85,3	85,3
Tiempo productivo	45,3	81,94
Productividad	53,11%	96,06%

Fuente: ROMAJU EIRL

El operario encargado de manipular la máquina de bordado, tiene un tiempo libre de 40 minutos, por lo tanto, en 1 jornada de 8 horas este operario tiene 200 minutos libres que pueden ser empleados para ayudar en cualquier otra etapa del proceso.

A continuación se realizó el diagrama de actividades de los polos de algodón.

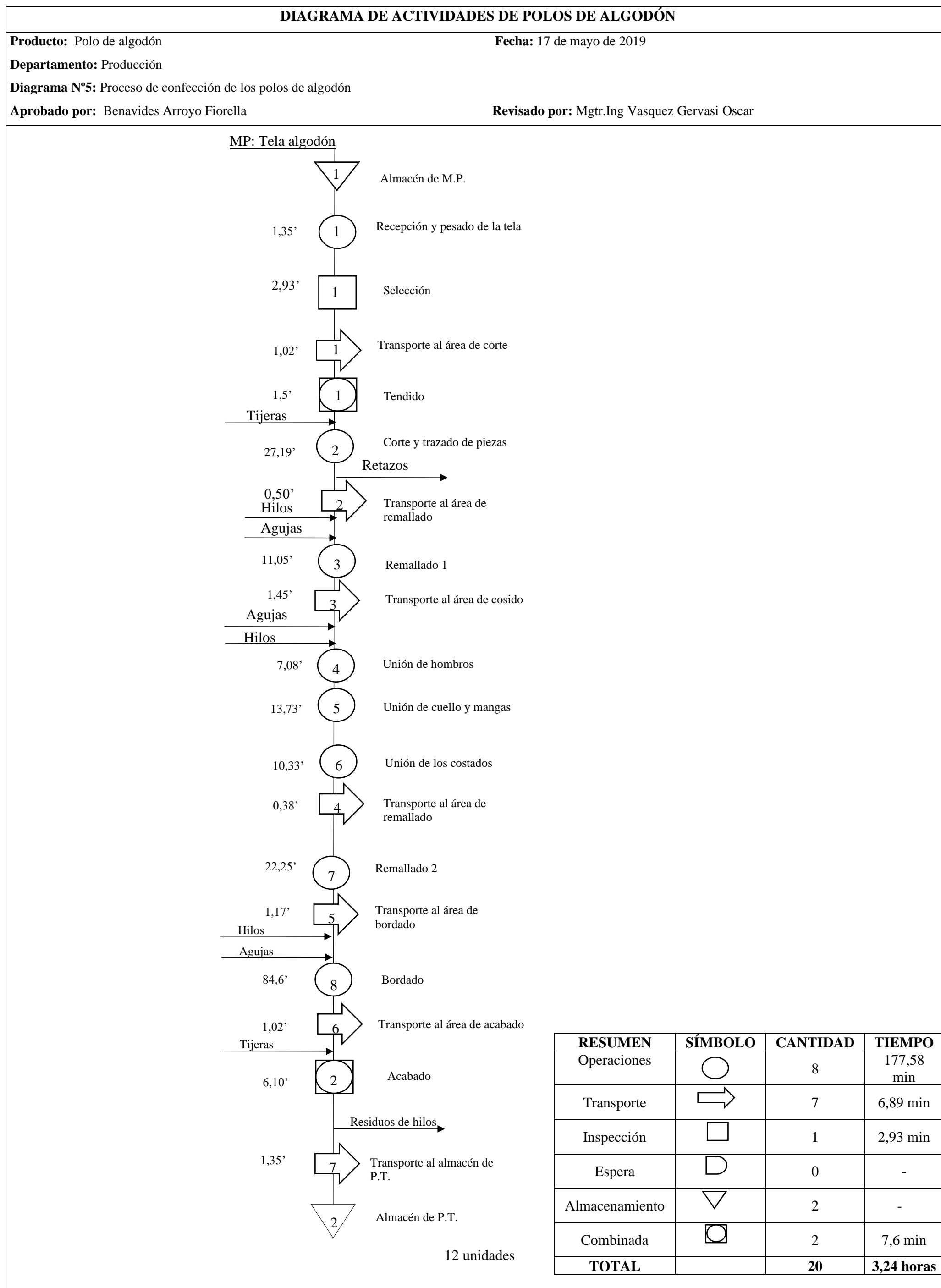


Figura 19. Diagrama de análisis de procesos de los polos de algodón

Fuente: ROMAJU EIRL

De la figura anterior se observa que, para llevar a cabo el proceso de confección de polos de algodón se requiere de un total de 20 actividades, las cuales están constituidas por 8 operaciones, 1 inspección, 7 transportes, 2 combinadas y 2 almacenamientos.

Por lo tanto, el porcentaje de actividades productivas e improductivas es de 96,6% y 3,54% respectivamente.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{187,77}{194,66} * 100 = 96,46\%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{6,98}{194,66} * 100 = 3,54 \%$$

3.2.5.3. Diagrama de recorrido

El diagrama muestra todo el recorrido que se realiza para la confección de polos de pique y algodón.

Se observa muchos cruces en el recorrido que se realiza, debido a que las maquinarias de la empresa no se encuentran distribuidas adecuadamente.

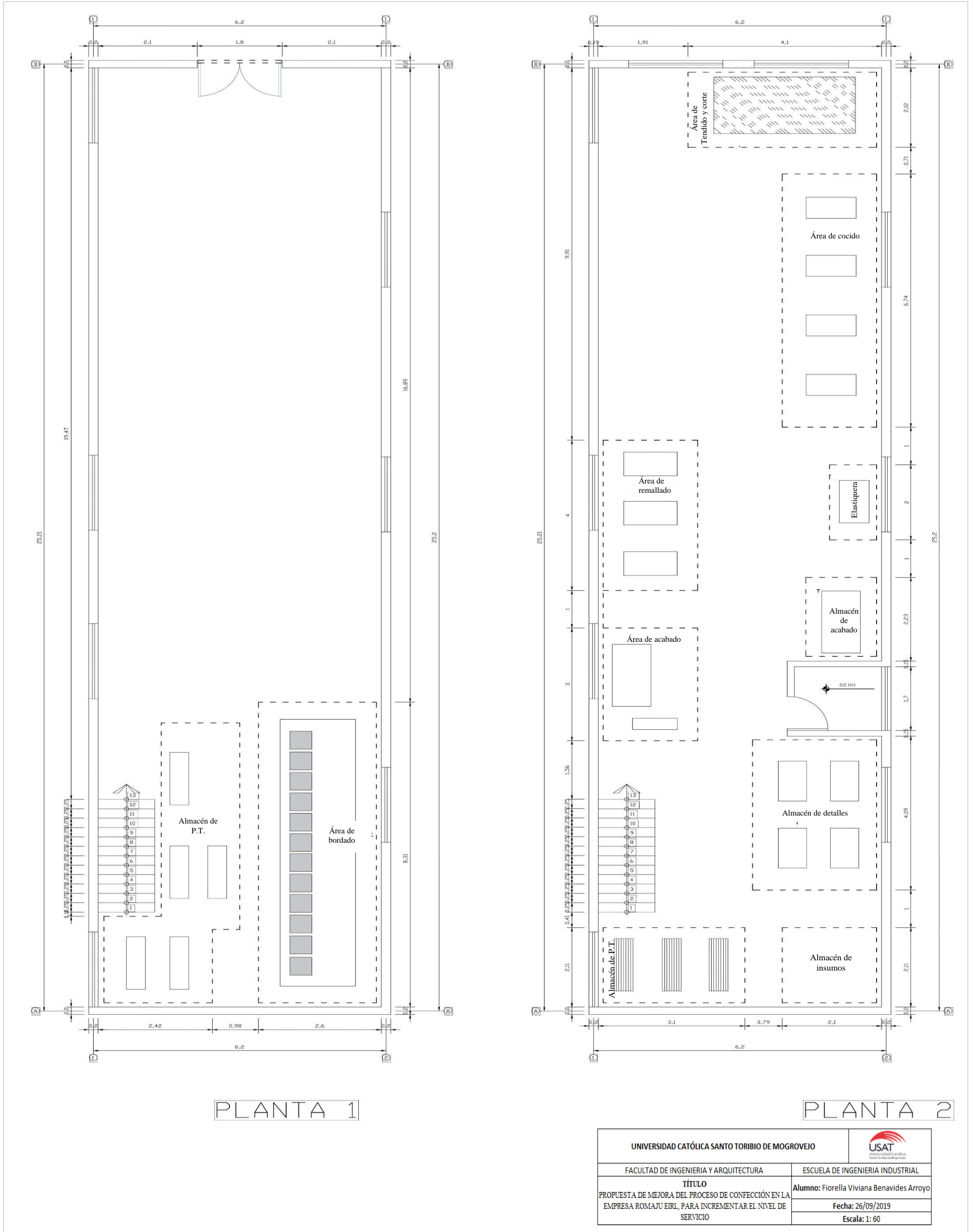
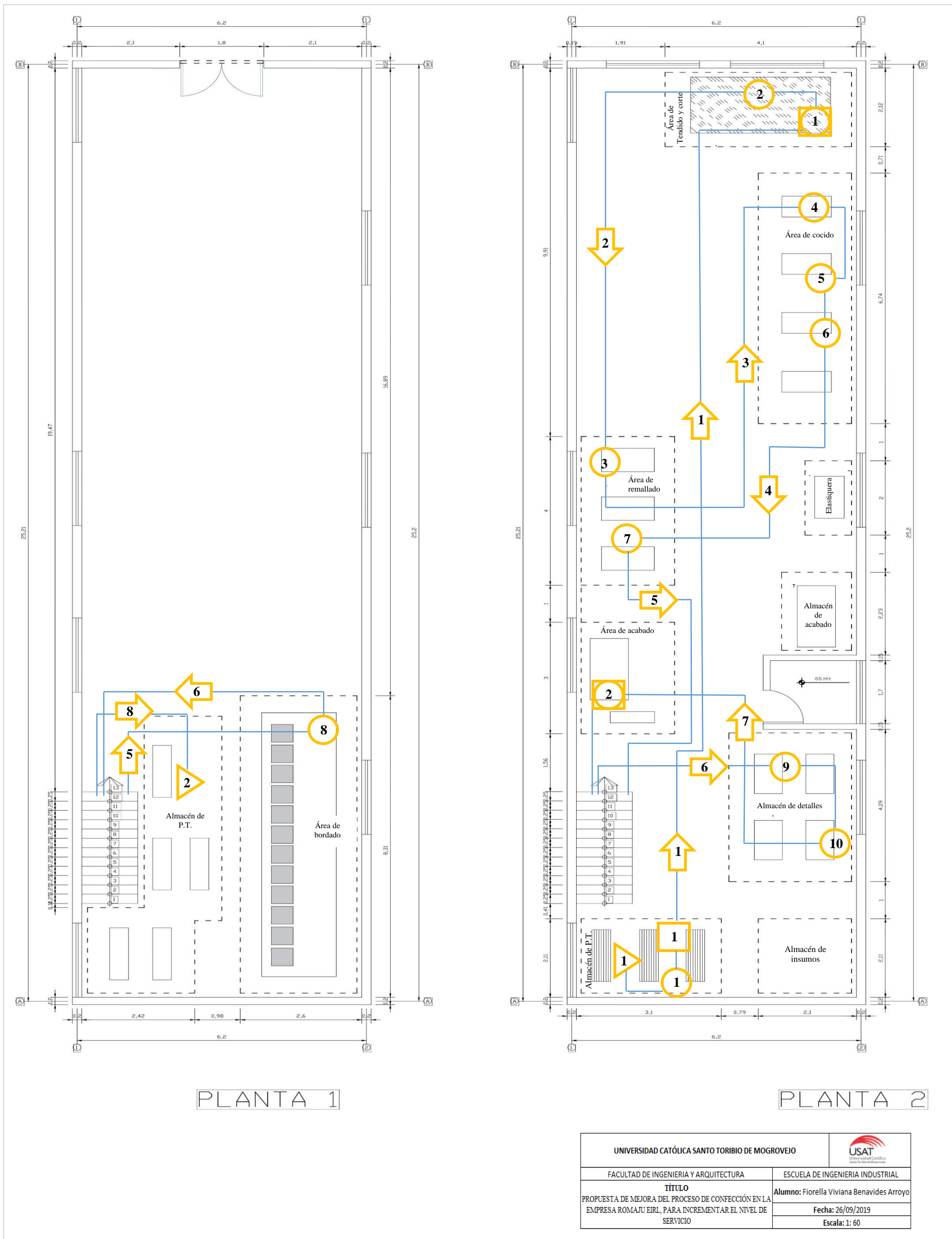


Figura 20. Distribución actual de la empresa ROMAJU EIRL

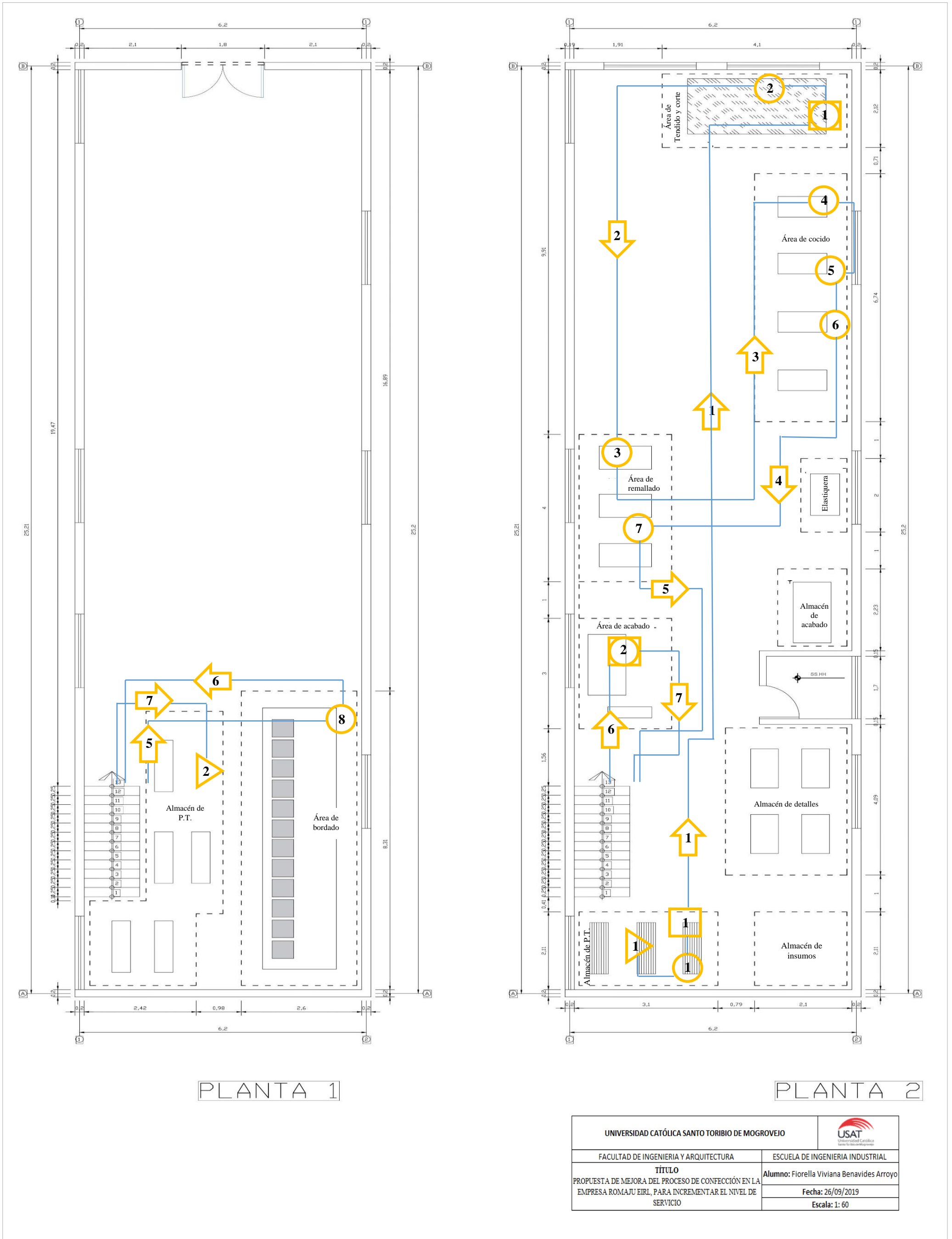


PLANTA 1

PLANTA 2

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		 <small>USAT</small> <small>Universidad Católica</small> <small>Santo Toribio de Mogrovejo</small>	
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
TÍTULO		Alumno: Fiorella Viviana Benavides Arroyo	
PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN EN LA EMPRESA ROMAJU EIRL, PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO		Fecha: 26/09/2019	
		Escala: 1: 60	

Figura 21. Diagrama de recorrido del polo de pique



PLANTA 1

PLANTA 2

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		 <small>Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</small>	
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
TÍTULO		Alumno: Fiorella Viviana Benavides Arroyo	
PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN EN LA EMPRESA ROMAJU EIRL, PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO		Fecha: 26/09/2019	
		Escala: 1: 60	

Figura 22. Diagrama de recorrido del polo de algodón

3.2.6. Indicadores actuales de producción y productividad

Para conocer a detalla la situación actual de la empresa, es necesario hacer uso de los siguientes indicadores, teniendo en cuenta un lote de producción de 12 unidades.

A. Producción

Se calcula por el tiempo base de producción entre el tiempo ciclo del proceso.

La empresa ha destinado un tiempo de 3,5 y 3 horas al día para el proceso de confección de polos de pique y algodón respectivamente.

Para el tiempo ciclo, se toma el tiempo de la etapa que requiere de un mayor tiempo para realizarla.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base (Tb)}}{\text{Tiempo Ciclo}}$$

❖ Polos de Pique

Tiempo ciclo: 85,3 minutos.

$$\text{Producción} = \frac{3,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} * 12 \frac{\text{und}}{\text{lote}}}{85,3 \frac{\text{min}}{\text{lote}}} = 30 \frac{\text{und}}{\text{día}}$$

Los polos de pique de talla S y M tienen una participación de 36,75% de la producción.

$$\text{Producción} = 30 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 36,75\% = 11 \frac{\text{und}}{\text{día}}$$

❖ Polos de Algodón

Tiempo ciclo: 84,6 minutos.

$$\text{Producción} = \frac{3 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} * 12 \frac{\text{und}}{\text{lote}}}{84,6 \frac{\text{min}}{\text{lote}}} = 26 \frac{\text{und}}{\text{día}}$$

Los polos de algodón de talla S y M tienen una participación de 32% de la producción.

$$\text{Producción} = 26 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 32\% = 8 \frac{\text{und}}{\text{día}}$$

B. Productividad

- Productividad de materia prima

Para el cálculo de este indicador se tiene en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 27. Cantidad de tela utilizada

	Pique		Algodón	
Materia prima de entrada	0,33	kg/und	0,25	kg/und
Producción base	12 und/día			
Merma de materia prima	3,96	kg/día	3	kg/día

Fuente: ROMAJU EIRL

❖ **Polos de pique**

$$\text{Productividad de materia prima} = \frac{12 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{3,96 \frac{\text{kg}}{\text{día}}} = 3 \frac{\text{und}}{\text{kg}}$$

Esto quiere decir que, se producen 3 polos de pique de talla S o M por cada kg de materia prima.

❖ **Polos de algodón**

$$\text{Productividad de materia prima} = \frac{12 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{3 \frac{\text{kg}}{\text{día}}} = 4 \frac{\text{und}}{\text{kg}}$$

Esto quiere decir que, se producen 4 polos de algodón de talla S o M por cada kg de materia prima.

- **Productividad de mano de obra**

Se calcula con la división entre la producción (o tamaño del lote especificado) y los recursos de mano de obra, que es igual al número de operarios requeridos para la confección de polos.

❖ **Polos de pique**

El número de operarios para la confección de polos de pique es de 14. Por lo tanto:

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{12 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{14 \frac{\text{operarios}}{\text{día}}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 0,85 \frac{\text{und}}{\text{operario}}$$

Esto quiere decir que, se produce 1 polo de pique por operario al día.

❖ Polos de algodón

El número de operarios para la confección de polos de pique es de 12. Por lo tanto:

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{12 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{12 \frac{\text{operarios}}{\text{día}}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 1 \frac{\text{und}}{\text{operario}}$$

Esto quiere decir que, se produce 1 polo de algodón por operario al día.

- Productividad económica

- Se analizó primero el costo de materia prima utilizada.

❖ Polo de pique

El costo de 1 kg de tela piqué es de 27 soles y se requieren 0,33 kg para la elaboración de un polo de talla S o M. Por lo tanto, el costo de materia prima por unidad es:

$$\text{Costo de materia prima} = 27 * 0,33 \frac{\text{kg}}{\text{und}}$$

$$\text{Costo de materia de prima} = 8,9 \frac{\text{soles}}{\text{und}}$$

Entonces el costo de materia prima diario es:

$$\text{Costo de materia prima diario} = 12 * 8,9 \frac{\text{soles}}{\text{und}}$$

$$\text{Costo de materia prima diario} = 108,8 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

❖ Polo de algodón

El costo de 1 kg de tela de algodón es de 25 soles y se requieren 0,25 kg para la elaboración de un polo de talla S o M. Por lo tanto, el costo de materia prima por unidad es:

$$\text{Costo de materia prima} = 25 * 0,25 \frac{\text{kg}}{\text{und}}$$

$$\text{Costo de materia de prima} = 6,25 \frac{\text{soles}}{\text{und}}$$

Entonces el costo de materia prima diario es:

$$\text{Costo de materia prima diario} = 12 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 6,25 \frac{\text{soles}}{\text{und}}$$

$$\text{Costo de materia prima diario} = 75 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

- Luego se analizó el costo total de mano de obra. Para su cálculo se toma en cuenta la remuneración actual de los operarios, que es de S/ 850 al mes y se considera una jornada de 8 horas al día. Por lo tanto, el costo de mano de obra por hora es:

$$\text{Costo de mano de obra por hora} = \frac{850 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{8 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{dias}}{\text{mes}}}$$

$$\text{Costo de mano de obra por hora} = 4,42 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

En base a este costo y al tiempo de confección destinado para los polos de piqué y de algodón, se calcula el costo de mano de mano de obra diaria:

$$\text{Costo de mano de obra diaria (pique)} = 4,42 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 3,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 15,47 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo de mano de obra diaria (algodón)} = 4,42 * 3 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 13,26 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

Como se mencionó anteriormente, la empresa cuenta con 14 operarios para la confección de polos de piqué y con 12 operarios para los de algodón. Por lo tanto, el costo total de mano de obra para cada tipo de polo es:

$$\text{Costo total de mano de obra (pique)} = 15,47 \frac{\text{soles}}{\text{día}} * 14 \frac{\text{op}}{\text{día}} = 219,58 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo de mano de obra total (algodón)} = 13,26 \frac{\text{soles}}{\text{día}} * 12 \frac{\text{op}}{\text{día}} = 158,12 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

- Posteriormente, se halla el costo de materiales e insumos para ambos tipos de polos.

Tabla 28. Costos de insumos de polos de pique

Insumos	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
Hilos	39	m	0,15
Hilo del bordado	10	m	0,2
Botones	3	unidad	0,3
Bolsas de brillo	1	unidad	0,1
Costo total por unidad			0,75

Fuente: ROMAJU EIRL

Entonces:

$$\text{Costo de materiales e insumos} = 12 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 0,75 \frac{\text{soles}}{\text{und}}$$

$$\text{Costo de materiales e insumos} = 9 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

Tabla 29. Costos de insumos de polos de algodón

Insumos	Cantidad	Unidad	Costo (S/.)
Hilos	39	m	0,15
Hilo del bordado	10	m	0,2
Bolsas de brillo	1	unidad	0,1
Costo total por unidad			0,45

Fuente: ROMAJU EIRL

Entonces:

$$\text{Costo de materiales e insumos} = 12 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 0,45 \frac{\text{soles}}{\text{und}}$$

$$\text{Costo de materiales e insumos} = 5,4 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

- Finalmente se hayan los costos de suministros de la empresa, los cuales son: energía eléctrica y agua.

En cuanto a los costos de la energía eléctrica utilizada, se calculó teniendo como tiempo base 8 horas al día, 24 días al mes y un costo mensual promedio de S/. 480 soles.

$$\text{Costo de consumo de energía} = \frac{480 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}$$

$$\text{Costo de consumo de energía} = 2,5 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

En base al costo calculado y al tiempo de confección de cada tipo de polo, se determinó el costo de consumo de energía diaria.

$$\text{Costo de consumo de energía diaria (pique)} = 2,5 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 3,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 8,75 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo de consumo de energía diaria (algodón)} = 2,5 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 3 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 7,5 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

Ahora, respecto a los costos de consumo de agua, se calculó teniendo como tiempo base 8 horas al día, 24 días al mes y un costo mensual promedio de S/. 23,5 soles.

$$\text{Costo de consumo de agua} = \frac{23,5 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}$$

$$\text{Costo de consumo de agua} = 0,12 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

En base al costo calculado y al tiempo de confección de cada tipo de polo, se determinó el costo de consumo de agua diaria.

$$\text{Costo de consumo de agua diaria (pique)} = 0,12 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 3,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 0,42 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

$$\text{Costo de consumo de agua diaria (algodón)} = 0,12 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 3 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 0,36 \frac{\text{soles}}{\text{día}}$$

Las siguientes tablas corresponden al resumen de costos del proceso de confección de polos de pique y algodón.

Tabla 30. Costos de producción de los polos de pique

Costos	soles/día	soles/ unidad
Mano de Obra	219,58	18
Materia Prima	106,8	8,9
Insumos	9	0,75
Energía	8,75	0,72
Agua	0,42	0,035
Costo total	344,55	28

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 31. Costos de producción de los polos de algodón

Costos	soles/día	soles/ unidad
Mano de Obra	158,12	13
Materia Prima	75	6,25
Insumos	5,4	0,45
Energía	7,5	0,625
Agua	0,36	0,03
Costo total	246,38	20

Fuente: ROMAJU EIRL

Una vez determinados los costos de producción de cada tipo de polo, se procedió a calcular la productividad económica de cada uno de ellos, considerando sus precios de venta de S/ 32 y S/ 24 para cada polo de pique y algodón. Entonces:

$$\text{Productividad económica (pique)} = \frac{12 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 32 \frac{\text{soles}}{\text{und}}}{344,55 \frac{\text{soles}}{\text{día}}} = 1,11$$

$$\text{Productividad económica(algodón)} = \frac{12 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{soles}}{\text{und}}}{246,38 \frac{\text{soles}}{\text{día}}} = 1,16$$

Esto nos quiere decir que, por cada sol invertido en la producción, se obtiene un beneficio de S/ 0,11 soles por cada polo de pique y de S/ 0,16 por cada polo de algodón.

- **Eficiencia física**

Es la relación entre el peso del producto terminado y el peso de la tela que ingresa como materia prima en el proceso de confección de un polo de talla S y M.

❖ Polos de pique

Tabla 32. Eficiencia física de los polos pique

Materia prima	Cantidad en kg
Tela Piqué	0,33
Producto terminado	0,25

Fuente: ROMAJU EIRL

$$\text{Eficiencia física} = \frac{0,25 \text{ kg de producto}}{0,33 \text{ kg de entrada de m. p.}}$$

$$\text{Eficiencia física} = 0,75 = 75\%$$

Es decir, que por cada 1 kg de tela piqué que ingresa como materia prima, su aprovechamiento útil es de 758 gramos, lo cual representa el 75,8%, con una merma de 242 gramos de tela.

❖ Polos de Algodón

Tabla 33. Eficiencia física de los polos de algodón

Materia prima	Cantidad en kg
Materia Prima: Tela algodón	0,25
Producto Terminado	0,18

Fuente: ROMAJU EIRL

$$\text{Eficiencia física} = \frac{0,18 \text{ kg de producto}}{0,25 \text{ kg de entrada de m. p.}}$$

$$\text{Eficiencia física} = 0,72 = 72 \%$$

Es decir, que por cada 1 kg de tela piqué que ingresa como materia prima, su aprovechamiento útil es de 720 gramos, lo cual representa el 72%, con una merma de 280 gramos de tela.

- Capacidades

a) Capacidad de diseño

Se calculó de la siguiente manera:

❖ Polos de pique

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{3,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} * 12 \frac{\text{und}}{\text{lote}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{85,3 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 708,48 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

En donde:

3,5 horas/día: tiempo destinado a la elaboración de los polos de pique.

85,3 minutos: tiempo de cuello de botella.

24 días/ mes: tiempo base de la producción.

❖ Polos de algodón

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{3 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} * 12 \frac{\text{und}}{\text{lote}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{84,6 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 612,76 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

En donde:

3 horas/día: tiempo destinado a la elaboración de los polos de pique.

84,6 minutos: tiempo de cuello de botella.

24 días/ mes: tiempo base de la producción.

b) *Capacidad real*

La capacidad real es determinada por la producción más alta la cual, según los registros históricos de la empresa.

❖ Polos de pique

$$\text{Capacidad real} = 15 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 360 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

❖ **Polos de algodón**

$$\text{Capacidad real} = 22 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 528 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

c) **Capacidad utilizada**

Esta dada por la relación entre la capacidad real y la capacidad de diseño.

❖ **Polos de pique**

$$\text{Utilización} = \frac{360 \frac{\text{und}}{\text{mes}}}{709 \frac{\text{und}}{\text{mes}}} * 100 = 50,77\%$$

❖ **Polos de algodón**

$$\text{Utilización} = \frac{528 \frac{\text{und}}{\text{mes}}}{613 \frac{\text{und}}{\text{mes}}} * 100 = 85,1\%$$

- **Tiempos del proceso**

En este apartado se determina el cuello de botella del proceso de confección de polos de piqué y algodón, así como el tiempo de ciclo.

a) **Cuello de botella**

Para determinar la etapa cuello de botella en el proceso de confección de cada tipo de polo, se realizó un diagrama de redes para cada uno de ellos.

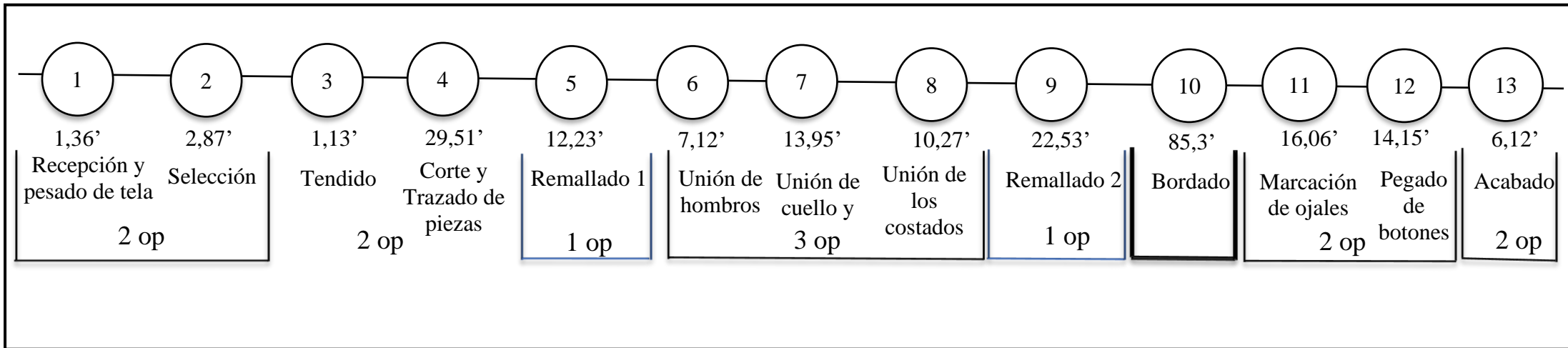


Figura 23. Diagrama de redes de polos de pique

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 34. Cuadro resumen del Diagrama de Redes de polos de pique

Actividades	Tiempo promedio (min)	# de operarios
Recepción y pesado de tela	1,36	2
Selección	2,87	
Tendido	1,13	2
Corte y trazado de piezas	29,51	
Remallado 1	12,23	1
Unión de hombros	7,12	
unión de cuello y mangas	13,95	3
Unión de los costados	10,27	
Remallado 2	22,53	1
Bordado	85,3	1
Marcación de ojales	16,06	1
Pegado de botones	14,15	1
Acabado	6,12	2
Total	222,6	14

Fuente: ROMAJU EIRL

Por lo tanto, se determinó que el cuello de botella en el proceso de confección de polos de pique se encuentra en la etapa de bordado.

Se realizó el mismo procedimiento para los polos de algodón.

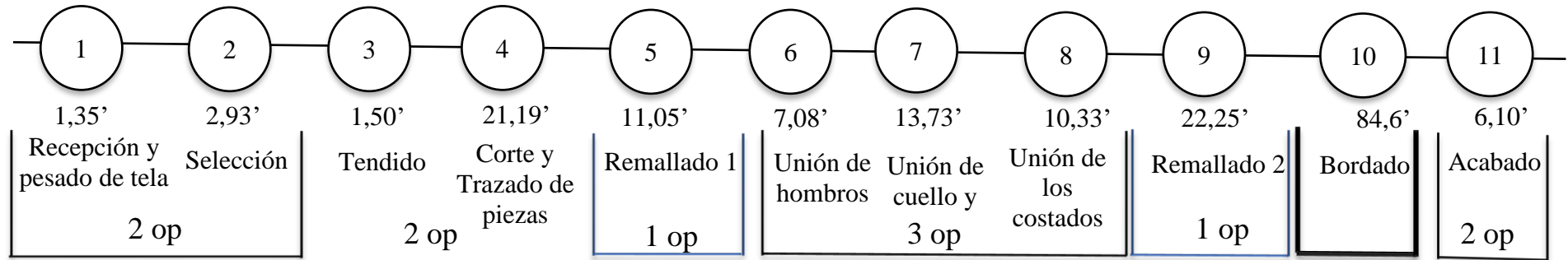


Figura 24. Diagrama de redes de polos de algodón

Tabla 35. Cuadro resumen del Diagrama de Redes de polos de algodón

Actividades	Tiempo promedio (min)	# de operarios
Recepción y pesado de tela	1,35	2
Selección	2,93	
Tendido	1,5	2
Corte y trazado de piezas	21,19	
Remallado 1	11,05	1
Unión de hombros	7,08	
Unión de cuello y mangas	13,73	3
Unión de los costados	10,33	
Remallado 2	22,25	1
Bordado	84,6	1
Acabado	6,1	2
Total	182,11	12

Fuente: ROMAJU EIRL

Por lo tanto, se determinó que el cuello de botella en el proceso de confección de polos de algodón se encuentra en la etapa de bordado.

b) Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo del proceso está dado por el tiempo de cuello de botella. Por lo tanto:

Tiempo de ciclo de polos de pique = 85,3 minutos

Tiempo de ciclo de polos de algodón = 84,6 minutos

c) *Eficiencia de la línea*

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{\sum \text{Tiempo tareas}}{(\# \text{ de estaciones actuales}) * (\text{Tiempo ciclo})} * 100$$

❖ **Polos de pique**

Tabla 36. Tiempo actual de actividades de polo de pique

Estación	Operación	Tiempo promedio (min)	# de operarios
Recepción y selección	Recepción y pesado de tela	1,36	2
	Selección	2,87	
Preparación de materia prima	Tendido	1,13	2
	Corte y trazado de piezas	29,51	
Unión de piezas	Unión de hombros	7,12	3
	Unión de cuello y mangas	13,95	
	Unión de los costados	10,27	
Remallado	Remallado 1	12,23	2
	Remallado 2	22,53	
Bordado	Bordado	85,3	1
Marcación de ojales y pegado de botones	Marcación de ojales	16,06	2
	Pegado de botones	14,15	
Acabado	Acabado	6,12	2
Total		222,6	14

Fuente: ROMAJU EIRL

Para calcular los indicadores de la línea, se presenta en la tabla siguiente el tiempo total por estación y la cantidad de operarios.

Tabla 37. Tiempos por estaciones de los polos de pique

N°	Estación	Tiempo
1	Recepción y selección	4,23´
2	Preparación de materia prima	30,64´
3	Unión de piezas	31,34´
4	Remallado	34,76´
5	Bordado	85,30´
6	Marcación de ojales y pegado de botones	30,21´
7	Acabado	6,12´

Fuente: ROMAJU EIRL

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{222,6 \text{ min}}{7 * 85,3 \text{ min}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 37,28\%$$

❖ **Polos de algodón****Tabla 38. Tiempo actual de actividades del polo de algodón**

Estación	Actividades	Tiempo promedio (min)	# de operarios
Recepción y selección	Recepción y pesado de tela	1,35	2
	Selección	2,93	
Preparación de materia prima	Tendido	1,5	2
	Corte y trazado de piezas	21,19	
Unión de piezas	Unión de hombros	7,08	3
	Unión de cuello y mangas	13,73	
	Unión de los costados	10,33	
Remallado	Remallado 1	11,05	2
	Remallado 2	22,25	
Bordado	Bordado	84,6	1
Acabado	Acabado	6,1	2
Total		182,11	12

Fuente: ROMAJU EIRL

Para calcular los indicadores de la línea, se presenta en la tabla siguiente el tiempo total por estación y la cantidad de operarios.

Tabla 39. Tiempos por estaciones de los polos de algodón

N°	Estación	Tiempo (min)
1	Recepción y selección	4,28
2	Preparación de materia prima	22,69
3	Unión de piezas	31,14
4	Remallado	33,3
5	Bordado	84,6
6	Acabado	6,1

Fuente: ROMAJU EIRL

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{182,11 \text{ min}}{6 * 84,6 \text{ min}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 35,87\%$$

d) Tiempo muerto

$$\text{Tiempo muerto} = k * c - \sum t_i$$

k: número de estaciones.

c: ciclo o cuello de botella.

t_i: tiempo de operación en cada estación de trabajo.

❖ **Polos de pique**

$$\text{Tiempo muerto} = 7 * 85,3 - 222,6 = 374,5 \text{ min}$$

❖ **Polos de algodón**

$$\text{Tiempo muerto} = 6 * 84,6 - 182,11 = 325,48 \text{ min}$$

e) Total de minutos por línea

$$\text{Total min por línea} = \text{ciclo de control} * \#op$$

❖ **Polos de pique**

$$\text{Total min por línea} = 85,3 * 14 = 1194,2 \text{ min}$$

❖ **Polos de algodón**

$$\text{Total min por línea} = 84,6 * 12 = 1015,2 \text{ min}$$

f) *% balance*

$$\% \text{ balance} = \frac{\text{Min total del op}}{\text{Total de min por linea}} * 100$$

❖ **Polos de pique**

$$\% \text{ balance} = \frac{391,24 \text{ min}}{1194,2 \text{ min}} * 100$$

$$\% \text{ balance} = 32,76\%$$

❖ **Polos de algodón**

$$\% \text{ balance} = \frac{311,8 \text{ min}}{1015,2 \text{ min}} * 100$$

$$\% \text{ balance} = 30,71\%$$

3.2.7. Análisis del nivel de servicio

El nivel de servicio que tiene la empresa, es causado por los pedidos no atendidos de la demanda. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Nivel de servicio \%} = \frac{\text{Pedidos atendidos}}{\text{Nº de pedidos atendidos} + \text{Nº de pedidos no atendidos}} * 100$$

a) **Polos de pique**

$$\text{Nivel de servicio \%} = \frac{3813}{3813 + 900} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 80,9\%$$

Como se observa el nivel de servicio para los polos de pique es de 80,9%, teniendo como valor máximo 95%, lo cual demuestra que nos encontramos ante una oportunidad de mejora.

b) **Polos de algodón**

$$\text{Nivel de Servicio \%} = \frac{3681}{3681 + 754} * 100$$

$$\text{Nivel de Servicio} = 83\%$$

Como se observa el nivel de servicio para los polos de pique es de 82,5%, teniendo como valor esperado 95%, lo cual demuestra que nos encontramos ante una oportunidad de mejora.

3.2.8. Resumen de indicadores

Tabla 40. Resumen de indicadores

Resultados		
Indicador	Polos de pique	Polos de algodón
Producción	9 und/día	8 und/día
Productividad de materia prima	3 und/kg	4 und/kg
Productividad de mano de obra	0,85 und/operario	1 und/operario
Productividad económica	1,11	1,16
Eficiencia física	75%	72%
Capacidad de diseño	708,48 und/mes	612,76 und/mes
Capacidad real	360 und/mes	528 und/mes
Capacidad utilizada	50,77%	85,10%
Cuello de botella	85,3 min/lote	84,6 min/lote
Eficiencia de la línea	37,28%	35,87%
Tiempo muerto	374,5 min	325,48 min
Total de minuto por línea	1194,2 min	1015,2 min
% Balance	32,76%	30,71%
Actividades productivas	96,50%	96,46%
Actividades improductivas	3,50%	3,54%
Nivel de servicio	80,90%	83%

Fuente: ROMAJU EIRL

3.3. identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

3.3.1. Análisis y evaluación de la información del proceso

A partir del diagnóstico se identificó que el principal problema que enfrenta la empresa es el bajo nivel de servicio que se tiene debido a la distribución inadecuada de áreas y equipos lo que ocasiona recorridos innecesarios al transportar el producto de una etapa a otra, métodos de trabajo no estandarizados, desperdicios de materia prima y tiempos generando costos.

Debido a lo anteriormente mencionado la empresa actualmente ha venido generando utilidades no percibidas durante el periodo de mayo 2018 a abril 2019. Tal como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 41. Utilidades no percibidas de los polos de pique de mayo 2018 - abril 2019

Mes	Pedidos no atendidos	Precio unitario		Utilidades no percibidas (S/.)	
Mayo	27	S/.	32	S/	864
Junio	142	S/.	32	S/	4 544
Julio	169	S/.	32	S/	5 408
Agosto	80	S/.	32	S/	2 560
Septiembre	49	S/.	32	S/	1 568
Octubre	0	S/.	32	-	
Noviembre	116	S/.	32	S/	3 712
Diciembre	56	S/.	32	S/	1 792
Enero	0	S/.	32	-	
Febrero	27	S/.	32	S/	864
Marzo	168	S/.	32	S/	5 376
Abril	66	S/.	32	S/	2 112
Total				S/	28 800

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 42. Utilidades no percibidas de los polos de algodón de mayo 2018 - abril 2019

Mes	Pedidos no atendidos	Precio unitario		Utilidades no percibidas (S/.)	
Mayo	29	S/.	24	S/	696
Junio	53	S/.	24	S/	1 272
Julio	137	S/.	24	S/	3 288
Agosto	50	S/.	24	S/	1 200
Septiembre	32	S/.	24	S/	768
Octubre	0	S/.	24	-	
Noviembre	78	S/.	24	S/	1 872
Diciembre	70	S/.	24	S/	1 680
Enero	42	S/.	24	S/	1 008
Febrero	48	S/.	24	S/	1 152
Marzo	107	S/.	24	S/	2 568
Abril	108	S/.	24	S/	2 592
Total				S/	18 096

Fuente: ROMAJU EIRL

Asimismo, la empresa ha venido generando pérdidas por desperdicios de materia prima como se muestran en la tabla 41 y 42.

Tabla 43. Pérdidas promedio al mes por materia prima de pique

Pérdidas por merma de materia prima		
Materia prima de entrada	0,33	kg/und
Salida útil de materia prima	0,25	kg/und
Merma de materia prima	0,08	kg/und
Costo de materia prima	27	soles/kg
Pérdidas por polo con cuello	2,16	soles/und
Pérdida por lote	25,92	soles/día
Pérdidas al mes	622,8	soles/mes

Fuente: ROMAJU EIRL

En la tabla 43 observamos que las pérdidas al mes por materia prima son de 622,08 soles y esto es debido a que la eficiencia física es de 75%.

Tabla 44. Pérdidas promedio al mes por materia prima de algodón

Pérdidas por merma de materia prima		
Materia prima de entrada	0,25	kg/und
Salida útil de materia prima	0,18	kg/und
Merma de materia prima	0,07	kg/und
Costo de materia prima	25	soles/kg
Pérdidas por polo con cuello	1,75	soles/und
Pérdida por lote	21	soles/día
Pérdidas al mes	504	soles/mes

Fuente: ROMAJU EIRL

En la tabla 44 observamos que las pérdidas al mes por materia prima son de 504 soles y esto es debido a que la eficiencia física es de 72%.

Estas utilidades no percibidas debido a los pedidos no atendidos y las pérdidas por materia prima en los polos de pique y algodón generan un total de 48 022,8 soles por año tal como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 45. Utilidades no percibidas anuales

Utilidades no percibidas	Cantidad	Unidad
Por pedidos no atendidos	46 896	soles/año
Por merma de materia prima	1 126,8	soles/año
Total	48 022,8	soles/año

Fuente: ROMAJU EIRL

Para realizar el análisis de la información obtenida en el diagnóstico realizado al proceso productivo de la empresa, se utilizó como herramienta el diagrama de Ishikawa o diagrama de Causa - Efecto en la figura 18 se muestra una representación gráfica que permite visualizar las causas que originan el bajo nivel de servicio de la empresa.

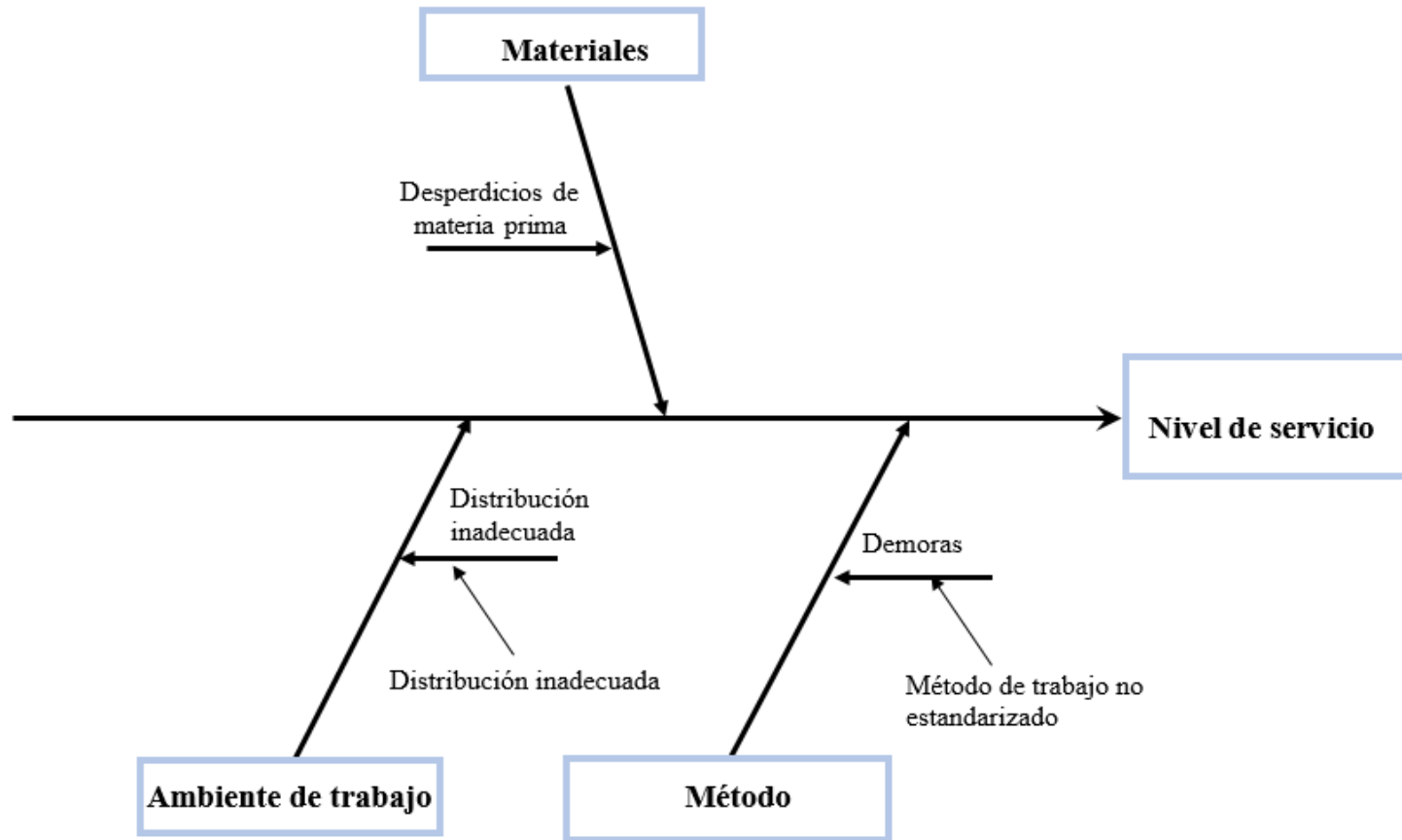


Figura 25. Diagrama Causa-Efecto

Tabla 46. Resumen de causas del problema

Problema	Causas	Sub-causas
Nivel de servicio	Ambiente de trabajo	Distribución inadecuada
	Método	Método de trabajo no estandarizado
	Materiales	Desperdicio de materia prima en el área de corte

Fuente: ROMAJU EIRL

3.3.2. Cuadro de problemas, causas y propuestas

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual del proceso de confección de la empresa, se identificaron los principales problemas y sus causas, para lo cual se propusieron soluciones como se observa en la Tabla 47.

Tabla 47. Causas del problema y sus propuestas de solución

Causa	Solución planteada
Distribución inadecuada de las máquinas.	Redistribuir las áreas y equipos utilizando los métodos de Guerchet y SLP.
Método de trabajos no estandarizados en el proceso de confección de polos.	Estandarización de tiempos y balance de línea.
Desperdicios de materia prima.	Hojas de instrucción de trabajo.

Fuente: ROMAJU EIRL

3.3.4. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción

- **Problema Principal:**

Actualmente la empresa presenta un nivel de servicio de 80,9% y 82,5%, en cuanto a la confección de polos de pique y algodón respectivamente. Estos porcentajes son causados por el incumplimiento de la demanda requerida por los clientes, tal como se observa en las siguientes tablas.

Tabla 48. Pedidos no atendidos de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019

Mes	Producción empresa	Demanda	Pedidos no atendidos
Mayo	173	200	27
Junio	308	450	142
Julio	430	599	169
Agosto	400	480	80
Septiembre	306	355	49
Octubre	203	203	-
Noviembre	310	426	116
Diciembre	304	360	56
Enero	341	341	-
Febrero	242	269	27
Marzo	412	580	168
Abril	384	450	66
Total			900

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 49. Pedidos no atendidos de los polos de algodón mayo 2018 – abril 2019

Mes	Producción empresa	Demanda	Pedidos no atendidos
Mayo	135	164	29
Junio	257	310	53
Julio	343	480	137
Agosto	250	300	50
Septiembre	198	230	32
Octubre	211	235	-
Noviembre	522	600	78
Diciembre	450	520	70
Enero	358	400	42
Febrero	352	400	48
Marzo	273	380	107
Abril	332	440	108
Total			754

Fuente: ROMAJU EIRL

- **Causa 1:**

Existen excesivas distancias entre las áreas, como se observa en la figura 19 y 20. En donde el área de almacén de materia prima se encuentra ubicado en el primer piso, mientras que la primera etapa del proceso de confección de polos se ubica en el segundo

piso, por lo que se concluye que, las áreas de la empresa no se encuentran distribuidas correctamente.

- **Causa 2:**

En la empresa no existe estandarización de tiempos, además presenta elevados tiempos ociosos y cargas de trabajo desequilibradas, tal como se evidenció anteriormente en los indicadores, en donde la eficiencia de la línea es de 37,28% y 35,85%, el tiempo muerto de 374,5 minutos y 325,48 min, finalmente el % del balance es de 32,76% y 30,71% para los de pique y algodón respectivamente.

- **Causa 3:**

Desperdicios de materia prima debido a la deficiente distribución de los moldes en la tela, lo cual se evidenció en el indicador de eficiencia física de los polos de pique tiene un valor de 75% y los de algodón un valor de 72%, esto significa que el 25% y 28% de diferencia se merma representando una pérdida monetaria anual de 622,8 soles en polos de pique y 504 soles en polos de algodón. Esto debido a que no existe una distribución exacta de los moldes sobre la tela, pero si una cantidad en kg destinados por unidad los cuales son 0,33 kg y 0,25 kg respectivamente.

3.4. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN

3.4.1. Desarrollo de propuesta de mejoras

Para la mejora del proceso de confección de polos de pique en la empresa en estudio, se realizará la redistribución de áreas y equipos utilizados, estandarización de tiempos y un instructivo de trabajo, ya que este tipo de polo tiene un mayor porcentaje de participación en la empresa.

Para determinar los cálculos de los demás productos, se seguirá el mismo procedimiento.

Propuesta N° 1: Redistribuir las áreas y equipos utilizando los métodos de Guerchet y SLP.

En la distribución actual que tiene la empresa se puede identificar excesivas distancias de transporte, lo cual requiere sobre esfuerzo del operario y un desperdicio de tiempo. Es por eso que se realizará el método de Guerchet para lograr saber el área total requerida en base a la suma de las tres superficies parciales las cuales son: área estática (Ss), área de

gravitación (Sg) y área de evolución (Se). A continuación, en la tabla 48 se especifican las dimensiones de las máquinas de la empresa.

Tabla 50. Dimensiones de la maquinaria

Dimensiones (m)			
Máquina	Largo	Ancho	Altura
Mesa de trabajo	3	1,5	0,85
Máquina de costura	1,06	0,56	1,1
Botonera	1,1	0,53	1,15
Remalladora	1,13	0,63	1,12
Ojaladora	1,06	0,6	1,15
Elasticadora	1,13	0,63	1,11
Mesa de limpieza	1,65	0,82	0,65
Planchador	1,1	0,25	0,7
Mesa de empaquetado	2,02	1	0,7
Maquina bordadora	7,1	1,6	1,8
Estantes de almacenamiento	1,4	0,4	1,4

Fuente: ROMAJU EIRL

El área estática es la superficie donde se colocan los objetos que no tienen movimiento y está dada por la siguiente fórmula.

$$S_s = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

En la siguiente tabla se muestra el área estática de cada máquina de la empresa.

Tabla 51 . Área estática de las maquinarias

Área estática (m²)			
Máquina	Largo	Ancho	Ss
Mesa de trabajo	3	1,5	4,5
Máquina de costura	1,06	0,56	0,59
Botonera	1,1	0,53	0,58
Remalladora	1,13	0,63	0,71
Ojaladora	1,06	0,6	0,63
Elasticadora	1,13	0,63	0,71
Mesa de limpieza	1,65	0,82	1,35
Planchador	1,1	0,25	0,28
Mesa de empaquetado	2,02	1	2,02
Maquina bordadora	7,1	1,6	11,36
Estantes de almacenamiento	1,4	0,4	0,56

Fuente: ROMAJU EIRL

El área de gravitación es el espacio que necesita el operario para el desempeño de su trabajo y está dada por la siguiente fórmula, donde N es el número de lados de operación de la máquina.

$$S_g = S_s * N$$

A continuación, se muestra el área de gravitación de cada máquina de la empresa.

Tabla 52. Área de gravitación de las maquinarias

Área de gravitación (m²)			
Máquina	S_s	N	S_g
Mesa de trabajo	4,5	1	4,5
Máquina de costura	0,59	1	0,59
Botonera	0,58	1	0,58
Remalladora	0,71	1	0,71
Ojaladora	0,63	1	0,63
Elasticadora	0,71	1	0,71
Mesa de limpieza	1,35	1	1,35
Planchador	0,28	1	0,28
Mesa de empaquetado	2,02	1	2,02
Maquina bordadora	11,36	1	11,36
Estantes de almacenamiento	0,56	1	0,56

Fuente: ROMAJU EIRL

El área de evolución es el espacio que necesita para la circulación, movimiento de materiales y servicios. Esta dada por la siguiente fórmula, donde K es la constante del proceso productivo, APO es la altura promedio de los operarios y AME es la altura media de la maquinaria.

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

$$K = \frac{APO}{2 * AME}$$

A continuación, en las tablas 53 - 54 se muestran la constante del proceso productivo y el área de evolución de cada máquina de la empresa.

Tabla 53. Constante del proceso productivo

Constante del proceso productivo (m)				
Máquina	Altura	AME	APO	K
Mesa de trabajo	0,85			
Máquina de costura	1,1			
Botonera	1,15			
Remalladora	1,12			
Ojaladora	1,15			
Elasticadora	1,11	1,07	1,7	0,79
Mesa de limpieza	0,65			
Planchador	0,7			
Maquina bordadora	1,8			
Estantes de almacenamiento	1,4			

Fuente: ROMAJU EIRL

Tabla 54. Área de evolución de las maquinarias

Área de evolución (m²)				
Máquina	Ss	Sg	K	Se
Mesa de trabajo	4,5	4,5	0,79	7,11
Máquina de costura	0,59	0,59	0,79	0,93
Botonera	0,58	0,58	0,79	0,92
Remalladora	0,71	0,71	0,79	1,12
Ojaladora	0,63	0,63	0,79	1
Elasticadora	0,71	0,71	0,79	1,12
Mesa de limpieza	1,35	1,35	0,79	2,13
Planchador	0,28	0,28	0,79	0,44
Maquina bordadora	11,36	11,36	0,79	17,94
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,79	0,88

Fuente: ROMAJU EIRL

El área total requerida es la suma del área estática, de gravitación y de evolución de las máquinas de la empresa.

$$St = Ss + Sg + Se$$

A continuación, en la tabla 55 se muestran el área total requerida.

Tabla 55. Área total del primer piso

Área total del primer piso (m²)				
Máquina	Ss	Sg	Se	St
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Mesa de trabajo	4,5	4,5	7,11	16,11
Máquina de costura	0,59	0,59	0,93	2,11
Máquina de costura	0,59	0,59	0,93	2,11
Máquina de costura	0,59	0,59	0,93	2,11
Máquina de costura	0,59	0,59	0,93	2,11
Remalladora	0,71	0,71	1,12	2,54
Remalladora	0,71	0,71	1,12	2,54
Remalladora	0,71	0,71	1,12	2,54
Maquina bordadora	11,36	11,36	17,94	40,6
Maquina bordadora	11,36	11,36	17,94	40,6
TOTAL PRIMER PISO				119,37

Fuente: ROMAJU EIRL

En la tabla 55 se observa que se agregó dos veces más los estantes de almacenamiento, tres veces más la máquina de coser, dos veces más la remalladora, esto es debido a que la empresa cuenta con 3, 4 y 3 unidades de cada uno respectivamente, en el caso de la máquina de bordar una vez más ya que implementara una maquina igual.

Teniendo el área total requerida por la maquinaria de la empresa la cual es de 119,37 m² en el primer piso, se procedió a la distribución de todas las áreas de local (150 m²) debido a que cuenta con la superficie necesaria.

Tabla 56. Área total del segundo piso

Área total del segundo piso (m²)				
Máquina	Ss	Sg	Se	St
Botonera	0,58	0,58	0,92	2,08
Botonera	0,58	0,58	0,92	2,08
Ojaladora	0,63	0,63	1	2,26
Ojaladora	0,63	0,63	1	2,26
Elasticadora	0,71	0,71	1,12	2,54
Mesa de limpieza	2,02	2,02	3,19	7,23
Mesa de limpieza	2,02	2,02	3,19	7,23
Planchador	0,28	0,28	0,44	1
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
Estantes de almacenamiento	0,56	0,56	0,88	2
TOTAL SEGUNDO PISO				36,58

Fuente: ROMAJU EIRL

En la tabla 56 se observa que se agregó cuatro veces más los estantes de almacenamiento, una vez más la botonera y una vez más la ojaladora, esto es debido a que la empresa cuenta con 5, 2 y 2 unidades de cada una respectivamente. Estas máquinas y equipos también tienen que ser consideradas para hallar el total.

Teniendo el área total requerida por la maquinaria de la planta el cual es de 36,58 m² en el segundo piso, se procedió a la distribución de todas las áreas de local (150 m²) debido a que cuenta con la superficie necesaria.

La distribución para ambos pisos se realizó mediante el método SLP o Planeación Sistemática de la Distribución en Planta para lo cual se consideró el siguiente código de letras para los valores de proximidad que se detallan en la tabla 57.

Tabla 57. Código de letras

CÓDIGO	VALOR DE PRÓXIMIDAD
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: ROMAJU EIRL

En base a los códigos establecidos se realizó un análisis considerando el proceso de producción de los polos con cuello y la importancia de la proximidad entre áreas. En la figura 26 se muestra la matriz triangular relacional de actividades.

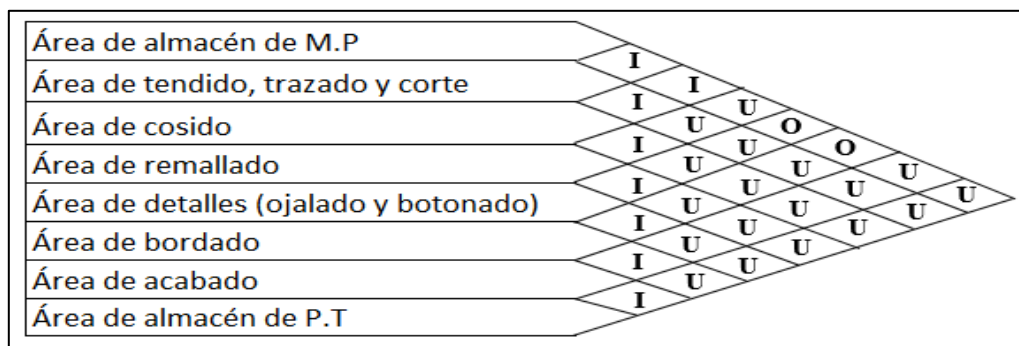


Figura 26. Matriz triangular relacional de actividades

Fuente: ROMAJU EIRL

Finalmente se construyó un diagrama de hilos con las áreas a escala. La distribución es óptima, cuando las proximidades coinciden en ambos diagramas y en el plano de la planta. En la tabla 58 se observa la numeración que se le da a cada área de la planta.






Tabla 58. Asignación de números a las áreas

Área	Número
Almacén de M.P.	1
Tendido, trazado y corte	2
Costura y unión de piezas	3
Remallado	4
Bordado	5
Detalles (ojalado y botonado)	6
Acabado	7
Almacén de P.T	8

Fuente: ROMAJU EIRL

A continuación, en la figura 27 se muestra el diagrama de hilos.

Tabla 59. Código de líneas

Código de líneas	
A	
E	
I	
O	
U	
X	

Fuente: ROMAJU EIRL

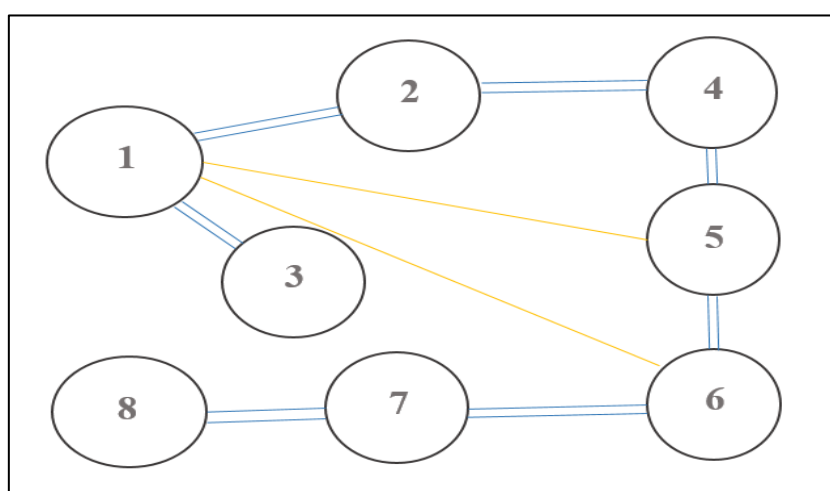


Figura 27. Diagrama de hilos

Fuente: ROMAJU EIRL

A partir de Guerchet y SPL se diseñó la nueva distribución de la planta la cual se puede observar en la siguiente figura:

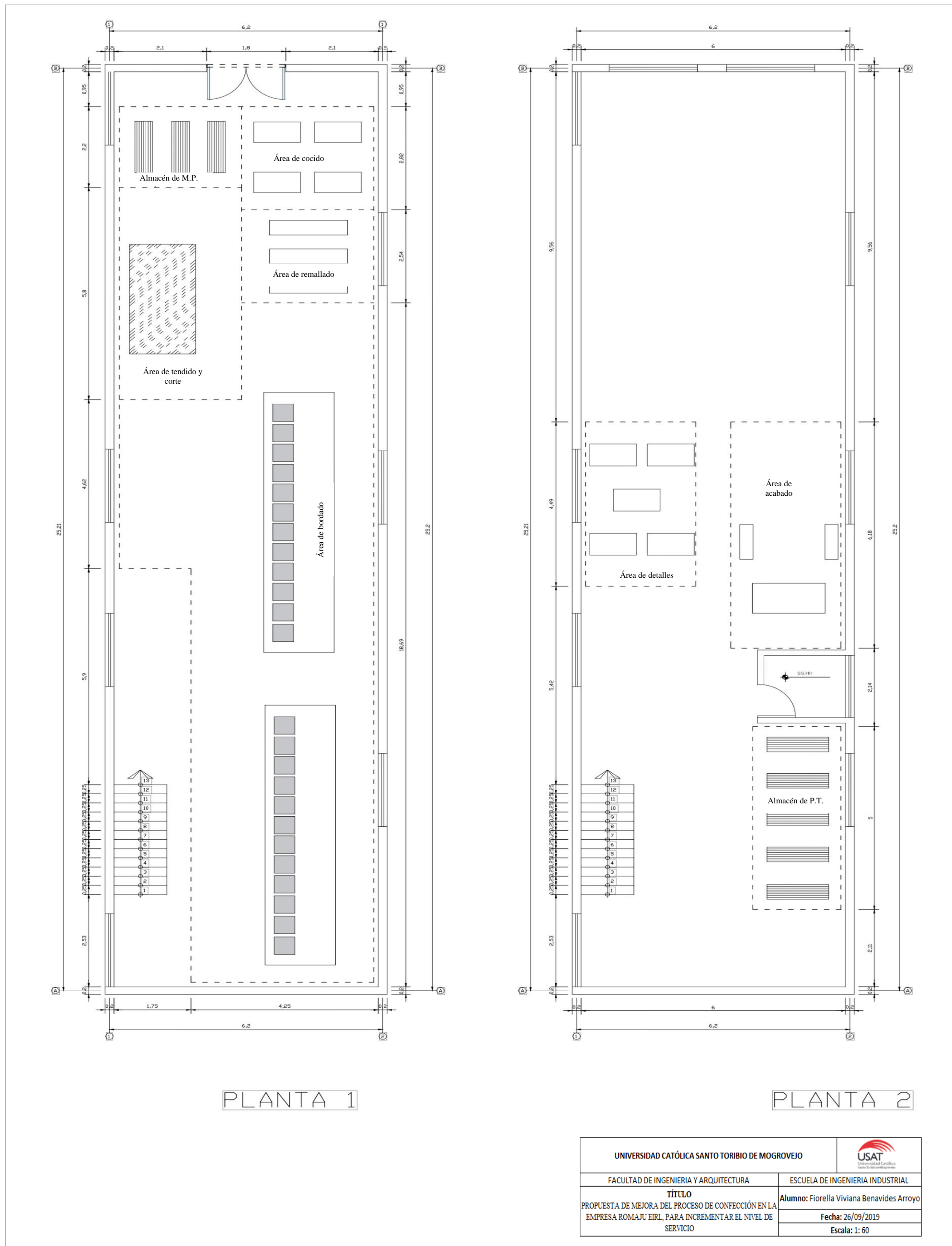
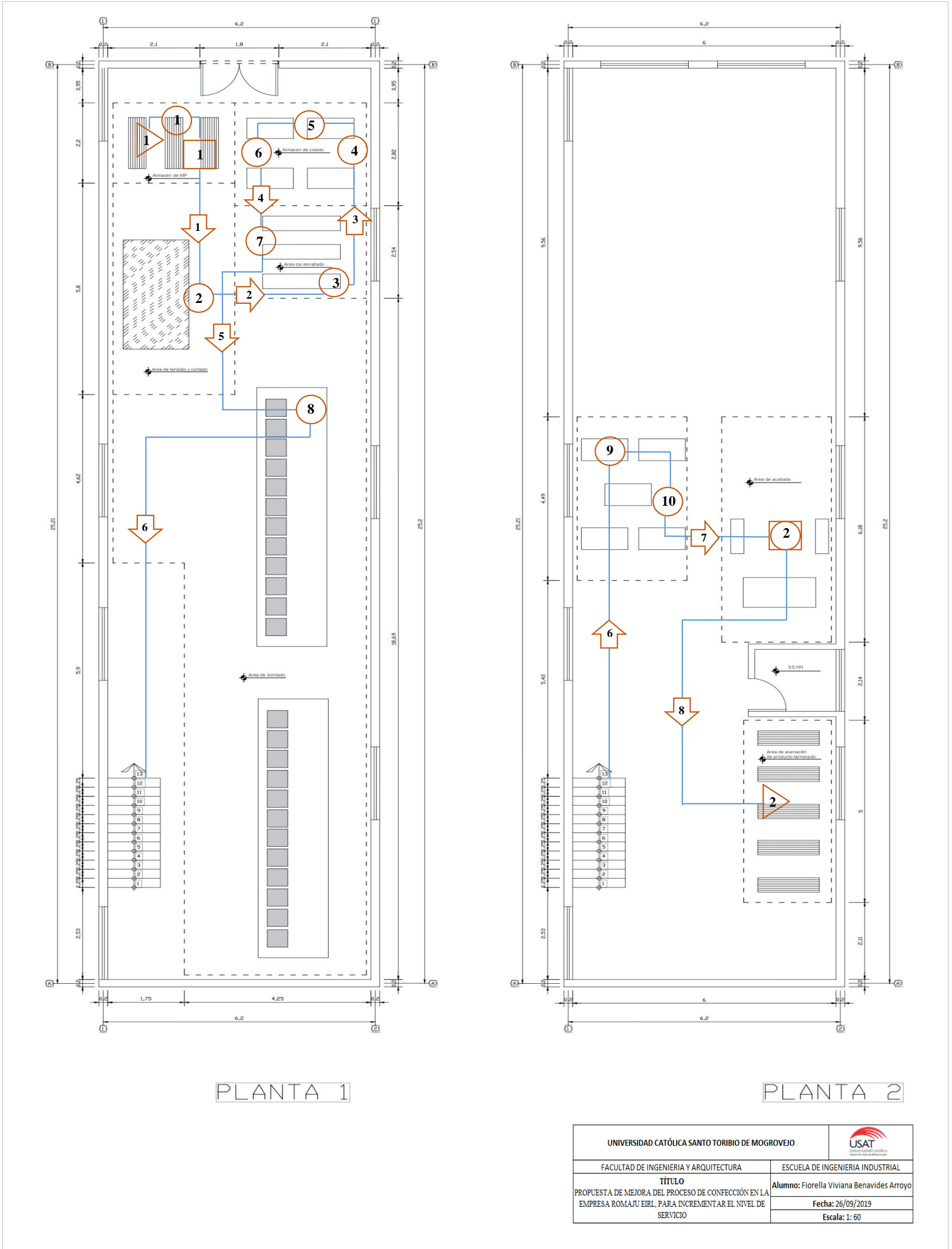


Figura 28. Distribución mejorada de la empresa ROMAJU EIRL

Fuente: ROMAJU EIRL



PLANTA 1

PLANTA 2

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		
TÍTULO		ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN EN LA EMPRESA ROMAJU EIRL, PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO		Alumno: Fiorella Viviana Benavides Arroyo
		Fecha: 26/09/2019
		Escala: 1: 60

Figura 29. Diagrama de recorrido mejorado del polo de pique ROMAJU EIRL

Fuente: ROMAJU EIRL

Con la nueva distribución propuesta en la cual se logra acercar las áreas, reduciendo las distancias y tiempos de transporte tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 60. Nuevos tiempos de transporte

Transporte	Distribución Anterior		Distribución Nueva	
	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)
Transporte al área de corte	22	1,08	5,5	0,3
Transporte al área de remallado	6	0,49	4	0,3
Transporte al área de cosido	4	1,2	4,2	1,3
Transporte al área de remallado	4	0,38	5,7	0,5
Transporte al área de bordado	16,4	1,19	7,4	0,5
Transporte al área de detalles	9,37	1,23	14,5	1,9
Transporte al área de acabado	8,87	1,14	11,7	1,5
Transporte al almacén de PT	12	1,34	8	0,9
Total	82,64	8,05	61	7,2

Fuente: ROMAJU EIRL

Propuesta N° 2: Estandarización de tiempos

La estandarización de tiempos es esencial para una mejora en el proceso de confección, debido a que se toma en cuenta el tiempo necesario para terminar un lote, considerando aspectos como la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia para establecer así un ritmo de trabajo.

Se tienen los siguientes tiempos promedios obtenidos mediante el método tradicional, teniendo en cuenta que mediante la propuesta anterior se redujo los tiempos de transporte en el proceso de confección tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 61. Tiempo promedio de la propuesta

Actividades	Tiempo promedio (min)
Recepción y pesado de tela	1,36
Selección	2,87
Transporte al área de corte	0,3
Tendido	1,13
Trazado y corte de piezas	21,15
Transporte al área de bordado	0,5
Bordado	85,3
Transporte al área de remallado	0,3
Remallado 1	12,23
Transporte al área de cosido	1,3
Unión de hombros	7,12
Unión de los costados	10,27
Unión de cuello y mangas	13,95
Transporte al área de remallado	0,5
Remallado 2	22,53
Transporte al área de detalles	1,9
Marcación de ojales	16,06
Pegado de botones	14,15
Transporte al área de acabado	1,5
Acabado	6,12
Transporte al almacén de PT	0,9
Total sin traslado	214,24
Total con traslado	222,29

Fuente: ROMAJU EIRL

Tiempo normal de la propuesta

Representa el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la actividad cuando trabaja a un ritmo estándar, sin demoras personales o tolerancias. Viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo normal} = \text{TCP} * \text{FC}$$

En donde

TPC= Tiempo de ciclo promedio

FC=Factor de calificación de desempeño

El factor de calificación de desempeño se determinó mediante el sistema de calificación Westinghouse, el cual es uno de los sistemas de calificación más utilizados. Es desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation y consideran cuatro factores al

evaluar la actuación del operario los cuales son habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (Ver Anexo 19)

Tabla 62. Factor de calificación de desempeño

Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor de calificación
Recepción y pesado de tela	0,03	0,05	-0,07	0,01	1,02
Selección	0,03	0,05	-0,07	0,01	1,02
Tendido	0,03	0,05	0	0,01	1,09
Corte y trazado de piezas	0	0,02	0	0,01	1,03
Unión de hombros	0	0,02	0	0,01	1,03
Unión de cuello y mangas	0	0,02	0	0,01	1,03
Unión de los costados	0,03	0,02	0	0,01	1,06
Bordado	0,03	0,02	0	0,01	1,06
Remallado 1	0,03	0,02	0	0,01	1,06
Remallado 2	0,06	0,02	0	0,01	1,09
Marcación de ojales	0	0,02	0	0,01	1,03
Pegado de botones	0	0,02	0	0,01	1,03
Acabado	0,06	0,02	0	0,01	1,09

Fuente: ROMAJU EIRL

En la tabla anterior se muestra la valoración que se dio para los cuatro factores de calificación de desempeño, la misma que se estimó observando en el diagnóstico. Los valores tomados son en base al sistema de Westinghouse, los cuales se suman y se les adiciona una unidad, así como se observa en la tabla. Después de haberse obtenido el factor de calificación de desempeño para cada actividad, se multiplica por el tiempo promedio que se obtuvo después de las propuestas de mejora, dándonos el tiempo normal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 63. Tiempo normal

Actividad	Factor de calificación	Tiempo promedio de la propuesta	Tiempo normal
Recepción y pesado de tela	1,02	1,36	1,39
Selección	1,02	2,87	2,93
Tendido	1,09	1,13	1,23
Corte y trazado de piezas	1,03	21,15	21,78
Unión de hombros	1,03	7,12	7,33
Unión de cuello y mangas	1,03	13,95	14,37
Unión de los costados	1,06	10,27	10,89
Bordado	1,06	85,3	90,42
Remallado 1	1,06	12,23	12,96
Remallado 2	1,09	22,53	24,56
Marcación de ojales	1,03	16,06	16,54
Pegado de botones	1,03	14,15	14,57
Acabado	1,09	6,12	6,67

Fuente: ROMAJU EIRL

Tiempo estándar de la propuesta

Con el tiempo normal obtenido anteriormente se calcula el tiempo estándar, el cual es el tiempo requerido de un operario que posee la habilidad requerida, desarrollando la actividad a una velocidad normal que puede mantener todos los días sin mostrar síntomas de fatiga. El cálculo del tiempo estándar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal}}{(1 - \text{Factor de suplemento})}$$

Como se observa en el diagnóstico la empresa solo posee tiempos promedios de las actividades por lo que no toma en cuenta los suplementos y tolerancias los cuales se deben considerar porque representan retrasos en el proceso. Para el cálculo se tomó en cuenta la tabla de suplementos por descanso proporcionada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) tal como se muestra en el anexo 18.

Tabla 64. Factor de suplemento de las actividades del proceso de confección

Actividad	Constantes		Variables					TOTAL
	Necesidades Personales	fatiga	Trabajar de pie	Postura anormal	Uso de fuerza	Concentración intensa	Monotonía	
Recepción y pesado de tela	5%	4%	2%	2%	9%	0%	1%	23%
Selección	5%	4%	2%	2%	9%	0%	1%	23%
Tendido	7%	4%	4%	7%	1%	0%	1%	24%
Corte y trazado de piezas	7%	4%	4%	7%	1%	2%	1%	26%
Unión de hombros	5%	4%	0%	0%	0%	2%	1%	12%
Unión de cuello y mangas	7%	4%	0%	1%	1%	2%	1%	16%
Unión de los costados	7%	4%	0%	1%	1%	2%	1%	16%
Bordado	5%	4%	2%	0%	0%	2%	1%	14%
Remallado 1	7%	4%	0%	1%	1%	2%	1%	16%
Remallado 2	7%	4%	0%	1%	1%	2%	1%	16%
Marcación de ojales	7%	4%	0%	1%	1%	2%	1%	16%
Pegado de botones	7%	4%	0%	1%	1%	2%	1%	16%
Acabado	5%	4%	2%	0%	0%	0%	1%	12%

Fuente: ROMAJU EIRL

Finalmente, una vez obtenido el factor de suplemento, se obtiene el tiempo estándar mediante la fórmula. En la siguiente tabla se detallan los tiempos estándar de las actividades.

Tabla 65. Tiempo estándar del proceso de confección

Actividad	Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
Recepción y pesado de tela	1,39	0,23	1,80
Selección	2,93	0,23	3,80
Tendido	1,23	0,24	1,62
Corte y trazado de piezas	21,78	0,26	29,43
Unión de hombros	7,33	0,12	8,33
Unión de cuello y mangas	14,37	0,16	17,11
Unión de los costados	10,89	0,16	12,96
Bordado	90,42	0,14	105,14
Remallado 1	12,96	0,16	15,43
Remallado 2	24,56	0,16	29,24
Marcación de ojales	16,54	0,16	19,69
Pegado de botones	14,57	0,16	17,35
Acabado	6,67	0,12	7,58
Total			269,48

Fuente: ROMAJU EIRL

Como se observa en la tabla 65 el tiempo estándar total del proceso es de 269,48 minutos para un lote de 12 unidades de polos de pique.

Se realizó un balance de línea utilizando los tiempos estándares mencionados con la finalidad de agrupar las actividades, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra, equipos y de esa forma reducir o eliminar el tiempo muerto.

a) Tiempo equilibrado

Primero se equilibró el tiempo de las actividades por lo que se toma el tiempo estándar total del proceso de confección para un lote.

$$\text{Tiempo equilibrado} = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{número de operaciones}}$$

$$\text{Tiempo equilibrado} = \frac{269,48 \text{ min/und}}{13} = 21 \text{ min/und}$$

b) Número de estaciones de trabajo

Para hallarla se utiliza el tiempo estándar de la confección de un lote de polos de pique es de 231,96 minutos y el ciclo que en este caso vendría a ser el cuello de botella 105,14 minutos.

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones de trabajo} = \frac{\text{Tiempo producción}}{\text{Tiempo ciclo}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones de trabajo} = \frac{269,48 \text{ min}}{105,14 \text{ min}} = 2,56 = 3 \text{ estaciones}$$

Se asume 4 estaciones, ya que cumple con las 2 reglas

$$\text{Ciclo real (Cr o Cm)} = \frac{\text{Tiempo proceso (Tp)}}{\text{Número de estaciones de trabajo (n)}}$$

Ciclo real

Donde (n) es = 3

$$\text{Ciclo real (CR)} = \frac{269,48}{3}$$

$$\text{Ciclo real (CR)} = \mathbf{89,82}$$

Ciclo máximo

Donde (n) es = 2,56

$$\text{Ciclo maximo (CM)} = \frac{269,48}{2,56}$$

$$\text{Ciclo maximo (CM)} = 105,26$$

Es decir, las operaciones deberán ser agrupadas en 3 estaciones con un ciclo máximo o takt time de 105,26 minutos.

Tabla 66. Tiempos por estaciones agrupadas.

N° de estación	Actividad	Tiempo (min)			
1	Recepción y selección	Recepción y pesado de tela	1,80	75,06	
		Selección	3,80		
	Preparación de materia prima	Tendido	1,62		
		Corte y trazado de piezas	29,43		
		Unión de hombros	8,33		
2	Unión de piezas	Unión de cuello y mangas	17,11	105,14	
		Unión de los costados	12,96		
		Bordado	Bordado		105,14
3	Remallado	Remallado 1	15,43	89,29	
		Remallado 2	29,24		
	Marcación de ojales y pegado de botones	Marcación de ojales	19,69		
		Pegado de botones	17,35		
	Acabado	Acabado	7,58		

Fuente: ROMAJU EIRL

El cuello de botella seguirá siendo en la etapa del bordado, por ello si se adquiere una maquina bordadora más, se aumentará la producción y el cuello de botella se reducirá en un 50%.

c) Número de trabajadores

$$N^{\circ} \text{ de trabajadores} = \frac{\text{Tiempo producción}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

$$N^{\circ} \text{ de trabajadores} = \frac{269,48 \text{ min}}{20,72 \text{ min}} = 13$$

d) Eficiencia de la línea

Considerando el tiempo total del proceso va a ser de 269,48 minutos para un lote de 12 unidades de polos de pique.

$$\text{Eficiencia de la línea} = 85,43\%$$

e) Tiempo muerto

$$\text{Tiempo muerto} = 3 * 105,14 - 269,48 = 45,94 \text{ min}$$

f) *Total de minuto por línea*

Total min por línea = 1 366,82 min

g) *% de balance*

$$\% \text{ balance} = \frac{\text{Min total del op}}{\text{Total de min por línea}} * 100$$


$$\% \text{ balance} = \frac{1\ 0777,01 \text{ min}}{1\ 366,82 \text{ min}} = 78,79 \%$$


El cuello de botella seguirá siendo en la etapa del bordado, por ello si se adquiere una maquina bordadora más, se aumentará la producción y el cuello de botella se reducirá en un 50%

En la siguiente tabla se anexa la ficha técnica que se deberá adquirir.

Tabla 67. Ficha técnica de maquina bordadora

FICHA TÉCNICA BORADORA INDUSTRIAL		
Modelo	TFMXII – C1204	
Características	Cabezales	12
	Agujas	12
	Área de Bordado (mm)	400 x 680
	Tamaño de Tablas (m)	5,40 x 0,87
	Tamaño de Bastidores (mm)	9,12,15,18 y 30
	Velocidad	850 rpm
	Capacidad de Memoria	2 000 000 puntadas
	Consumo de Energía	220 v
	Tamaño (m)	7,1 x 1,6 x 1,8





	Peso (kg)	3200/3000	
Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Máquina Industrial tubular de 12 cabezales y 12 agujas c/u. ▪ Puerto USB integrado. ▪ Memoria interna de 2 Mb. ▪ Control de la máquina mediante amplia pantalla LCD. ▪ Monitor de 10" a color LCD el cual muestra puntadas generadas en tiempo real. ▪ Puntada mínima de 0,1 mm. ▪ Cambio de color automático. ▪ Sistema de corte automático. ▪ Detección de ruptura de hilo automático. ▪ Capacidad de trazado de diseño previo. ▪ Devanador óptico. ▪ Botón de emergencia. ▪ Laser para demarcar área del bordado. 		
Aplicaciones	Prenda armada	Lienzo	Gorra

En la siguiente figura se observa el nuevo diagrama de redes considerando la implementación de una máquina en la etapa de bordado.

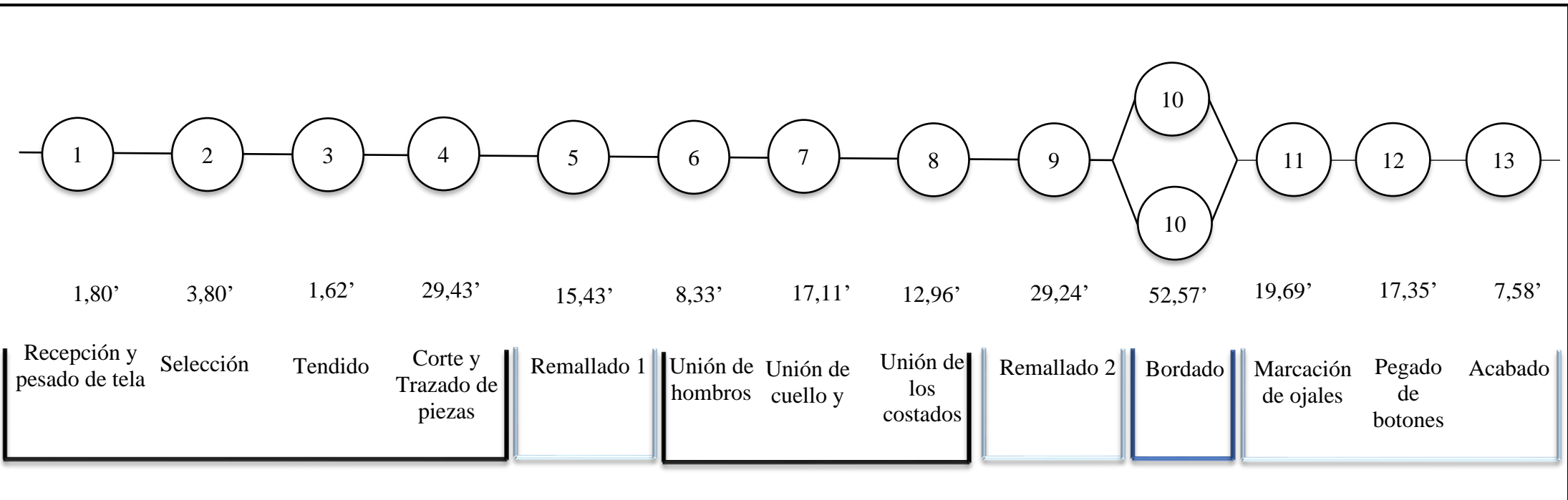


Figura 30. Diagrama de precedencia

Fuente: ROMAJU EIRL

Propuesta N° 3: Instructivo de trabajo

Para reducir las mermas de materia prima generadas en la etapa de trazado y corte y el tiempo de operación, se propone realizar un instructivo de trabajo para el área de trazado y corte. Con este instructivo los operarios que se encuentran encargados en esta área sabrán cuál es la manera más eficiente de colocar los moldes de tal manera que se aproveche al máximo la tela.

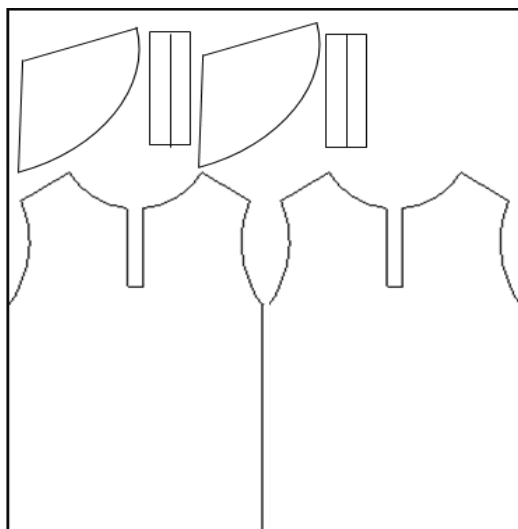


Figura 31. Distribución propuesta de los moldes

Después de la distribución de los moldes sobre la tela la cantidad de materia prima de entrada disminuyó a 0,28 kg/ und, lo cual representa un ahorro del 15,15% de materia prima en tela de pique.

Tabla 68. Merma de materia prima

	<u>Merma de materia prima</u>	
	Pique	
Materia prima de entrada	0,28	kg/und
Salida útil de materia prima	0,25	kg/und
Merma de materia prima	0,03	kg/und

Fuente: ROMAJU EIRL

De la tabla 68 se observa que después de la propuesta de mejora la cantidad de materia prima mermada es de 0,03 kg/ und, lo que representa una disminución del 37,5% en los polos de pique con respecto a la cantidad de materia prima mermada con el método actual.

3.4.2. Nuevos indicadores del proceso

Las horas destinadas a la confección de polos de pique es de 3,5 horas al día.

A. Producción

Con la propuesta de mejora se espera incrementar la producción, mediante una reducción del cuello de botella de aproximadamente 50%.

❖ Polos de pique

El nuevo tiempo ciclo requerido para confeccionar los polos de pique será de 52,57 minutos.

$$\text{Producción} = \frac{3,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} * 12 \frac{\text{und}}{\text{lote}}}{52,57 \frac{\text{min}}{\text{lote}}} = 48 \frac{\text{und}}{\text{día}}$$

Los polos de pique de talla S y M tienen una participación de 36,75% de la producción.

$$\text{Producción} = 48 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 36,75\% = 18 \frac{\text{und}}{\text{día}}$$

B. Productividad

- Productividad de materia prima

Para calcular este indicador se toma como base la nueva producción de 18 unidades al día, la cual necesita de 0,28 kg por cada polo de pique.

Por lo que podemos determinar que se necesitan 5,04 kg de tela piqué por día.

$$\text{Productividad M. P.} = \frac{18 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{5,04 \frac{\text{kg}}{\text{día}}} = 3,57 \frac{\text{und}}{\text{kg}}$$

- Productividad de mano de obra

Para calcular este indicador se toma la nueva producción de 18 unidades al día y la nueva cantidad de operarios que se requieren.

$$\text{Productividad de M. O.} = \frac{18 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{13 \frac{\text{operarios}}{\text{día}}} = 1,38 \frac{\text{und}}{\text{operario}}$$

- Productividad económica

Para calcular este indicador se analiza la nueva producción de 18 unidades al día, como se muestra a continuación. Teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 69. Costos de producción de los polos de pique con mejora

Costos	soles/día
Mano de Obra	201,11
Materia Prima	121,5
Insumos	13,5
Energía	11,79
Agua	0,42
Costo total	S/ 348,32

Fuente: ROMAJU EIRL

Por lo tanto:

$$\text{Productividad económica} = \frac{18 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 32 \frac{\text{soles}}{\text{und}}}{201,11 + 121,5 + 13,5 + 12,21} = 1,65 \text{ soles}$$

- Eficiencia física

Después del instructivo propuesto para el personal del área de corte, se va a mejorar la distribución de moldes sobre la tela, la misma que reducirá la cantidad de materia prima de entrada a 0,28 kg en polos de pique, representando un ahorro del 12% de materia prima.

Tabla 70. Merma de materia prima

	Pique	
Materia prima de entrada	0,28	kg/und
Salida útil de materia prima	0,25	kg/und
Merma de materia prima	0,03	kg/und

Fuente: ROMAJU EIRL

En la anterior tabla se observa que con la mejora propuesta la cantidad de materia prima mermada será de 0,03 kg/und en polos de pique, representando un ahorro de 0,05 kilogramos por unidad.

De esta manera la eficiencia física en la confección de polos de pique, aplicando la mejora será de 89%.

Tabla 71. Eficiencia física

Producto	Materia prima de entrada	Salida útil de materia prima	Eficiencia Física (%)
Pique	0,28 kg/und	0,25 kg/und	89%

Fuente: ROMAJU EIRL

- Capacidades

a) Capacidad real

Para calcular la capacidad real, se debe tomar en cuenta la nueva producción de 18 unidades al día.

$$\text{Capacidad real} = 18 \frac{\text{und}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 432 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

b) Capacidad utilizada

Para ello se halla la relación entre la nueva capacidad real y la capacidad de diseño de la planta.

$$\text{Utilización} = \frac{432 \frac{\text{und}}{\text{día}}}{708,48 \frac{\text{und}}{\text{día}}} * 100 = 60,97 \%$$

- Tiempos del proceso

a) Cuello de botella

El cuello de botella seguirá siendo la etapa de bordado, pero con las propuestas planteadas, se espera disminuir el tiempo a 52,57 min, lo que significa una reducción al 50% en relación al tiempo actual.

Tabla 72. Tiempos esperados

Actividades	Tiempo esperado (min)
Recepción y pesado de tela	1,80
Selección	3,80
Transporte al área de corte	0,3
Tendido	1,62
Trazado y corte de piezas	29,43
Transporte al área de bordado	0,5
Bordado	52,57
Transporte al área de remallado	0,3
Remallado 1	15,43
Transporte al área de cosido	1,13
Unión de hombros	8,33
Unión de los costados	12,96
Unión de cuello y mangas	17,11
Transporte al área de remallado	0,5
Remallado 2	29,24
Transporte al área de detalles	1,19
Marcación de ojales	19,69
Pegado de botones	17,35
Transporte al área de acabado	1,5
Acabado	7,58
Transporte al almacén de PT	0,9
Total sin traslado	269,48
Total con traslado	276,88

Fuente: ROMAJU EIRL

N° de estación	Actividad	Tiempo (min)	# de operarios	
1	Recepción y selección	Recepción y pesado de tela	1,80	7
		Selección	3,80	
	Preparación de materia prima	Tendido	1,62	
		Trazado y corte de piezas	29,43	
	Unión de piezas	Unión de hombros	8,33	
		Unión de cuello y mangas	17,11	
		Unión de los costados	12,96	
2	Bordado	Bordado	105,14	1
3	Remallado	Remallado 1	15,43	5
		Remallado 2	29,24	
	Marcación de ojales y pegado de botones	Marcación de ojales	19,69	
		Pegado de botones	17,35	
	Acabado	Acabado	7,58	

Fuente: ROMAJU EIRL

b) Eficiencia de la línea

Considerando el tiempo total del proceso va a ser de 269,48 minutos para un lote de 12 unidades de polos de pique.

$$\text{Eficiencia de la línea} = 85,43\%$$

c) Tiempo muerto

$$\text{Tiempo muerto} = 3 * 105,14 - 269,48 = 45,94 \text{ min}$$

d) Total de minuto por línea

$$\text{Total min por línea} = 1\ 366,82 \text{ min}$$

e) % de balance

$$\% \text{ balance} = \frac{\text{Min total del op}}{\text{Total de min por línea}} * 100$$

$$\% \text{ balance} = \frac{1\ 076,98 \text{ min}}{1\ 366,82 \text{ min}} = 78,79 \%$$

- **Distancias de transporte**

El proceso se realiza con distancias de transporte de 82,64 metros en transporte de material, producto en proceso y producto terminado, pero con las propuestas planteadas se espera reducir la distancia a 61 metros.

- **Actividades productivas**

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{269,48}{276,88} * 100 = 97,3 \%$$

- **Actividades improductivas**

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{7,2}{276,88} * 100 = 2,6 \%$$

- **Nivel de servicio**

$$\text{Nivel de servicio } \% = \frac{4314}{4314 + 399} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 91,53\%$$

Tabla 73. Cuadro comparativo de indicadores

Polos de Pique

Indicador	Antes de la mejora	Después de la mejora	Variación	
Producción	9 und/día	18 und/día	100%	Aumentó
Productividad de materia prima	3 und/kg	3,57 und/kg	19%	Aumentó
Productividad de mano de obra	0,85 und/operario	1,38 und/operario	62,35%	Aumentó
Productividad económica	1,11	1,65	48,64%	Aumentó
Eficiencia física	75%	89%	18,66%	Aumentó
Capacidad real	360 und/mes	432 und/mes	20%	Aumentó
Capacidad utilizada	50,81%	61%	20,05%	Aumentó
Eficiencia de la línea	37,28%	85,53%	48,25%	Aumentó
Tiempo muerto	374,5 min	45,94 min	87,73%	Disminuyó
Total de minuto por línea	1194,2 min	1366,82 min	14,45%	Aumentó
Cuello de botella	85,3 min/lote	52,57 min/lote	38,37%	Disminuyó
% Balance	32,76%	78,79%	140%	Aumentó
Actividades productivas	96,50%	97,30%	0,83%	Aumentó
Actividades improductivas	3,50%	2,60%	25,71%	Disminuyó
Nivel de servicio	80,90%	91,53%	13,13%	Aumentó

Fuente: ROMAJU EIRL

Habiendo identificado los nuevos indicadores de la confección de los polos de pique resultantes de las propuestas de mejora, se realizó la comparación y la identificación de la variación con los indicadores hallados en el diagnóstico, como se observa en la tabla 73.

Como resultado de la comparación se obtuvo que la producción actual es de 9 unidades al día y la producción con la mejora es de 18 unidades al día teniendo un incremento del 100%, la productividad de materia prima obtuvo un incremento de 19%, la productividad de mano de obra tuvo un incremento de 60,35%, la productividad económica tuvo un incremento de 48,64% y la eficiencia física aumentó en un 18,66%

Las capacidades del proceso de confección también se vieron afectadas con la propuesta de mejora, la capacidad real tuvo un incremento de 20% y la capacidad utilizada tuvo un incremento de 20,05%.

La eficiencia de la línea aumentó en 48,25%, disminuyendo el tiempo muerto en un 87,73% e incrementando el porcentaje del balance en 140%, por lo tanto, el cuello de botella se redujo en 32,73%.

También se aumentó en un 0,8% las actividades productivas y se disminuyó en un 25,71% las actividades improductivas, lo cual debe a la reducción de distancias de 82,64 m² a 61 m².

Finalmente, el nivel de servicio después de las propuestas de mejora aumento en un 13,13%

3.5. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Las propuestas de mejoras planteadas traen consigo ciertos beneficios para la empresa como es el incremento de la producción, tal y como se muestra en la tabla 74, satisfaciendo los pedidos que no lograba cumplir.

Tabla 74. Incremento de polos de pique con la propuesta

Año	Producción actual (und)	Producción con la propuesta (und)	Incremento (und)
Año 1	3 813	5 184	1 371
Año 2	3 813	5 184	1 371
Año 3	3 813	5 184	1 371
Año 4	3 813	5 184	1 371
Año 5	3 813	5 184	1 371

Fuente: ROMAJU EIRL

3.5.1. Costo de inversión

Los costos de inversión que serán considerados dentro de los costos de producción debido a que la inversión de la propuesta de mejora es baja y se asumirá este costo en el primer mes del flujo de caja.

Tabla 75. Inversión total

Descripción	Cantidad	Costo	Inversión total
<i>Inversión Tangible</i>			
Bordadora	1	S/ 12 000	S/ 12 000
Traslado de equipos (personal)	2	S/ 250	S/ 500
Imprevistos (5%)			S/ 500
Total			S/ 13 125

Fuente: ROMAJU EIRL

3.5.2. Presupuesto de ingresos

Para determinar la cantidad de ingresos se toma en cuenta las 1 371 unidades que representan el incremento en la producción, además se toma en cuenta el precio de venta, el cual no varía.

Tabla 76. Ingresos por ventas de polos de pique

Año	Incremento	Precio de venta	Ingresos
Año 1	1 371	S/ 32.00	S/ 43 872
Año 2	1 371	S/ 32.00	S/ 43 872
Año 3	1 371	S/ 32.00	S/ 43 872
Año 4	1 371	S/ 32.00	S/ 43 872
Año 5	1 371	S/ 32.00	S/ 43 872

Fuente: ROMAJU EIRL

Otro beneficio de la propuesta de mejora en el proceso de confección en la empresa ROMAJU EIRL, consiste en la reducción de un operario, el costo del sueldo es de S/. 850 los cuales van a representar un ingreso para la empresa.

3.5.3. Presupuesto de costos

Con respecto al presupuesto de costos se toma en cuenta los costos de producción, los cuales se mostraron en la tabla 67, cuyo resumen es el siguiente:

- Costos de mano de obra: 11,67 soles/und.
- Costos de materia prima: 6,75 soles/und.
- Costos de materiales e insumos: 0,75 soles /und.
- Costos energía: 11,79 soles/día
- Costos de agua: 0,34 soles/día

Por lo tanto, se tiene un costo total de producción de una unidad: S/ 19,35.

Tabla 77. Costos de producción

Año	Incremento	Costo de producción			Total
Año 1	1 371	S/	19,35	S/	26 528,85
Año 2	1 371	S/	19,35	S/	26 528,85
Año 3	1 371	S/	19,35	S/	26 528,85
Año 4	1 371	S/	19,35	S/	26 528,85
Año 5	1 371	S/	19,35	S/	26 528,85

Fuente: ROMAJU EIRL

A continuación se muestra el flujo de caja de la propuesta de mejora donde se pueden observar las utilidades netas que se esperan recibir durante los próximos 5 años.

Tabla 78. Flujo de caja de la propuesta de mejora

Concepto/Años	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	S/13 125					
I. Ingresos						
Incremento en utilidades por ventas		S/43 872,00	S/43 872,00	S/43 872,00	S/43 872,00	S/43 872,00
1. Total ingresos		S/43 872,00	S/43 872,00	S/43 872,00	S/43 872,00	S/43 872,00
II. Egresos						
Costo de producción		S/26 528,85	S/26 528,85	S/26 528,85	S/26 528,85	S/26 528,85
Costo de mantenimiento		S/1 200	S/1 200	S/1 200	S/1 200	S/1 200
2. Total egresos	S/13.125	S/27 728,85	S/27 728,85	S/27 728,85	S/27 728,85	S/27 728,85
UTILIDAD BRUTA	-S/13.125	S/16 143,15	S/16 143,15	S/16 143,15	S/16 143,15	S/16 143,15
Depreciación 5%		-S/656,25	-S/656,25	-S/656,25	-S/656,25	-S/656,25
Utilidad antes de impuesto		S/15 486,90	S/15 486,90	S/15 486,90	S/15 486,90	S/15 486,90
Impuesto a la renta (30%)		S/4 646,07	S/4 646,07	S/4 646,07	S/4 646,07	S/4 646,07
Flujo de caja económica	-S/13.125	S/10 840,83	S/10 840,83	S/10 840,83	S/10 840,83	S/10 840,83

El costo beneficio de la propuesta se calculó dividiendo el total de ingresos sobre el total de egresos respecto al periodo proyectado.

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{S/ 219 360}{S/ 151 769,25} = 1,40$$

Como resultado se obtuvo que el costo beneficio de la propuesta es de 1,4 lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa genera 0,40 soles de ganancia.

3.6.EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA

3.6.1. Evaluación del impacto económico

Este aspecto involucra la importancia de mejorar el proceso de confección de polos, ya que permitirá a la empresa utilizar de manera adecuada la capacidad de línea de producción, facultando el incremento de sus ingresos.

3.6.2. Evaluación del impacto social

La propuesta de mejora permitirá a la empresa abastecer la demanda requerida por los clientes brindando una mayor satisfacción al cliente, lo cual contribuye al crecimiento y desarrollo beneficioso para la empresa Romaju EIRL.

3.6.3. Evaluación del impacto ambiental

El impacto ambiental que tienen las propuestas, es que con ellas se reduce el consumo de materiales y energía, esto se logra proporcionando moldes exactos de los polos a los trabajadores, lo que conlleva a que los retazos de tela se vean reducidos en un 15,15%.

IV. CONCLUSIONES

1. De la investigación se concluye que con la propuesta de mejora del proceso de confección de polos en la empresa ROMAJU EIRL, el nivel de servicio se incrementó en 13,13%.
2. A partir del diagnóstico de la situación actual del proceso de confección de polos en la empresa ROMAJU EIRL, se identificó problemas de bajo nivel de servicio de los 2 productos principales de la empresa, que según el Diagrama de Pareto realizado son los polos de pique y algodón. Las principales causas se encuentran relacionadas con el ambiente de trabajo por una inadecuada distribución de planta, método de trabajo no estandarizado y desperdicio de materiales en el área de corte. Para el diagnóstico se utilizó como herramientas el diagrama de análisis del proceso, cursograma analítico, diagrama hombre-máquina y diagrama de recorrido. Los resultados obtenidos del proceso de confección de polos de pique fueron: 50,81% de capacidad utilizada, 75% de eficiencia física, tiempo muerto de 374,5 minutos, 3,5% de actividades improductivas y un nivel de servicio de 80,9%; mientras que los resultados para los polos de algodón son los siguientes: 85,1% de capacidad utilizada, 72% de eficiencia física, tiempo muerto de 325,48 minutos, 3,54% de actividades improductivas y un nivel de servicio de 82,5%. El bajo nivel de servicio incurría en pérdidas económicas que ascendían los S/28 800 y S/18 096 por pedidos no atendidos de polos de pique y algodón respectivamente.
3. La propuesta de mejora está diseñada para dar solución a la problemática, e incluye una redistribución de áreas y equipos cuyo objetivo es reducir los tiempos largos de transporte, a través de la metodología de Guerchet y Systematic Layout Planning (SLP). Se propuso también una estandarización de tiempos mediante el método tradicional que tiene en cuenta aspectos como habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia para definir un ritmo de trabajo, para proceder a realizar el balance de línea, reasignando una nueva máquina bordadora a la estación cuello de botella; finalmente se propuso un instructivo de trabajo para reducir las mermas de materia prima generadas en la etapa de trazado y corte, Dichas propuestas permitieron un incremento en la capacidad utilizada de 50,81% a 61%, de esta manera la producción se incrementa a 18 unidades/día. También se logró un incremento en la eficiencia física de 75% a 89%, lo que quiere decir que se tiene un mejor aprovechamiento de

los materiales y como consecuencia una cantidad mayor de unidades producidas por la misma cantidad de material utilizado, incrementándose así los niveles de producción. Los tiempos muertos también se vieron reducidos a 45,94 minutos, mientras que el porcentaje de actividades improductivas se redujo de 3,5% a 2,6% y finalmente una reducción de 21,64 metros en las distancias recorridas.

4. A través del análisis económico de la propuesta se determinó un costo de inversión de S/ 13 125. De esta manera se llega a la conclusión de que la propuesta de mejora es rentable, aceptable y factible, debido a que la relación costo-beneficio es de S/1,40, indicando que se obtendrá S/0,40 centavos de ganancia por cada sol invertido.

V. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un estudio sobre la ergonomía en el proceso de confección de polos, ya que muchas de las actividades que realizan son monótonas y repetitivas que pueden traer consigo riesgos como patologías músculo esquelético, especialmente en los miembros superiores e inferiores, posturas forzadas y mantenidas durante periodos largos, que influyen en el desarrollo de sus actividades.
- Se recomienda realizar una propuesta de mejora de los procesos de gestión del talento humano, ya que ayudara a la empresa a medir y administrar el desempeño de los trabajadores, a través de capacitaciones, la retroalimentación y apoyo, alcanzando así no solo un mejor desempeño laboral, sino también el éxito organizacional.

VI. REFERENCIAS

- [1] Gestión, «Sector prendas de vestir se recuperará en el 2018 y crecería alrededor de 4%,» *Gestión*, 8 Enero 2018.
- [2] «Unas 2,500 microempresas de confecciones operan en Lambayeque,» *ANDIN, Agencia Peruana de Noticias*, 10 octubre 2010.
- [3] N. Paneru, Implementation of lean manufacturing tools in garment manufacturing process focusing sewing section of Men's Shirt, Finlandia: Master's thesis, Oulu University of Applied Sciences, 2011.
- [4] A. Fonseca, H. Molina y J. y. G. G. Silva, «ANÁLISIS DE MÉTODOS Y TIEMPOS: EMPRESA TEXTIL,» *Revista I3+*, vol. 3, pp. 120-139.
- [5] N. Rodriguez Gordillo, N. Chaves Gomez y P. Martinez Sanchez, «Propuesta para la reducción de los tiempos improductivos en Dugotex S.A.,» *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 11, n° 2, pp. 43-50, julio-diciembre 2014.
- [6] S. Jadhav, G. Sharma, A. Daberao y S. Gulhane, «Improving Productivity of Garment Industry with Time Study,» *International Journal on Textile Engineering and Processes*, vol. III, 2017.
- [7] J. C. Chen , C.-C. Chen , Y.-J. Lin, C.-J. Lin y T. Y. Chen, «Assembly Line Balancing Problem of Sewing Lines in Garment Industry,» *Expert Systems with Applications*, vol. 39, n° 11, pp. 10073-10081 , 2014.
- [8] Velázquez, «Informe sectorial de la economía Española,» CESCE, Madrid, 2015.
- [9] G. Secco, «Logistica360 the supply chain magazine,» 25 abril 2019. [En línea]. [Último acceso: 21 Setiembre 2019].
- [10] R. Carro y D. González, «Diseño y selección de procesos,» *Administración de las operaciones*, p. 23.
- [11] R. García, Estudio del trabajo, vol. II, México: McGraw-Hill, 2007.
- [12] N. Munier, Técnicas modernas para el planeamiento y control de producción., Buenos Aires: Astrea de R. Depalma, 1973.
- [13] A. Cruelles, Mejora de métodos y tiempos de fabricación, Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editos, S.A. de C.V., 2013.
- [14] A. Saenge, El diagrama de ishikawa, 50Minutos , 2016.

- [15] R. García, Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo, México: Mc Graw Hill, 1996.
- [16] J. Kramis, Metodología para su aplicación en instituciones privadas y públicas, Ciudad de Mexico: Universidad Iberoamericana, A.C., 1994.
- [17] C. Araya, Técnicas de organización y metodos, Publicación Universidad estatal a distancia.
- [18] C. Rojas, Diseño y control de producción I, Trujillo: Editorial Libertad E.I.R.L., 1996.
- [19] D. De la Fuente y I. Fernández, Distribución de planta, Oviedo: ediuno, 2005.
- [20] R. C. y. R. Jacobs, Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, México: Mc Graw-Hill, 2005.
- [21] PRINCING, «Nivel de servicio,» [En línea]. Available: <https://www.pricing.cl/conocimiento/nivel-de-servicio/>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [22] LOKAD Quantitative Suplain Chain, «ELECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA OPTIMIZAR SU INVENTARIO,» [En línea]. Available: https://www.lokad.com/es/nivel-de-servicio-salescast#Categorizaci%C3%B3n_de_los_productos_2. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [23] M. Ortiz, «Teoría de restricciones y modelación PL como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de una compañía del sector textil y de confecciones.,» vol. 11, nº 21-29, 2013.
- [24] V. Ortiz y A. Caicedo, «Procedimientopara la programación y control de la producción de una pequeña empresa,» *Revista Ingenieria Industrial*, vol. 14, nº 1, 2015.
- [25] N. Cartier y E. Cartier, «Tambos- Analisis de sus procesos de producción con fines de costeo,» 2004.
- [26] L. Cuatrecasas, Organización de la producción y dirección de operaciones, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2011.
- [27] J. Hernández y A. Vizán, «Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación,» Escuela de Organización Industrial, Madrid, 2013.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Producción en unidades durante mayo 2018 – abril 2019

Producto	Producción Mayo 2018 – Abril 2019
Algodón / Polo	11 220
Pique / Polo	10 375
Dray / Polo	2 599
Dray / Short	1 529
Taslan / Casacas	1 354
Taslan / Buzo	998
Poliestresh / Polo	525
Poliestresh / Short	499

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 2. Producción de polos de pique durante mayo 2018 – abril 2019

Mes	Producción polos de pique
Mayo	173
Junio	308
Julio	430
Agosto	400
Septiembre	306
Octubre	203
Noviembre	310
Diciembre	304
Enero	341
Febrero	242
Marzo	412
Abril	384

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 3. Producción de los polos de algodón de mayo 2018 – abril 2019

Mes	Producción polos de algodón
Mayo	135
Junio	257
Julio	343
Agosto	250
Septiembre	198
Octubre	211
Noviembre	522
Diciembre	450
Enero	358
Febrero	352
Marzo	273
Abril	332

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 4. Pedidos no atendidos de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019

Mes	Producción empresa	Demanda	Pedidos no atendidos
Mayo	173	200	27
Junio	308	450	142
Julio	430	599	169
Agosto	400	480	80
Septiembre	306	355	49
Octubre	203	203	-
Noviembre	310	426	116
Diciembre	304	360	56
Enero	341	341	-
Febrero	242	269	27
Marzo	412	580	168
Abril	384	450	66
Total			900

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 5. Pedidos no atendidos de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019

Mes	Producción empresa	Demanda	Pedidos no atendidos
Mayo	135	164	29
Junio	257	310	53
Julio	343	480	137
Agosto	250	300	50
Septiembre	198	230	32
Octubre	211	235	-
Noviembre	522	600	78
Diciembre	450	520	70
Enero	358	400	42
Febrero	352	400	48
Marzo	273	380	107
Abril	332	440	108
Total			754

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 6. Pérdidas monetarias de los polos de pique de mayo 2018 – abril 2019

Mes	Pedidos no atendidos	Precio unitario	Perdida en soles
Mayo	27	S/ 32	S/ 864
Junio	142	S/ 32	S/ 4 544
Julio	169	S/ 32	S/ 5 408
Agosto	80	S/ 32	S/ 2 560
Septiembre	49	S/ 32	S/ 1 568
Octubre	0	S/ 32	S/ -
Noviembre	116	S/ 32	S/ 3 712
Diciembre	56	S/ 32	S/ 1 792
Enero	0	S/ 32	S/ -
Febrero	27	S/ 32	S/ 864
Marzo	168	S/ 32	S/ 376
Abril	66	S/ 32	S/ 2 112
Total			S/ 28 800

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 7. Perdidas monetarias de los polos de algodón de mayo 2018 – abril 2019

Mes	Pedidos no atendidos	Precio unitario	Perdida en soles
Mayo	29	S/ 24	S/ 696
Junio	53	S/ 24	S/ 1 272
Julio	137	S/ 24	S/ 3 288
Agosto	50	S/ 24	S/ 1 200
Septiembre	32	S/ 24	S/ 768
Octubre	0	S/ 24	S/ -
Noviembre	78	S/ 24	S/ 1 872
Diciembre	70	S/ 24	S/ 1 680
Enero	42	S/ 24	S/ 1 008
Febrero	48	S/ 24	S/ 1 152
Marzo	107	S/ 24	S/ 2 568
Abril	108	S/ 24	S/ 2 592
Total			S/ 18 096

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 8. Análisis de Pareto según la producción de la empresa

Producto	Producción	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje acumulado	80- 20
Algodón / Polo	11 220	38,6%	11 220	38,6%	80
Pique / Polo	10 375	35,7%	21 595	74,2%	80
Taslan / Buzo	2 599	8,9%	24 194	83,1%	80
Taslan / Casacas	1 529	5,3%	25 723	88,4%	80
Dray / Polo	1 354	4,7%	27 077	93,1%	80
Dray / Short	998	3,4%	28 075	96,5%	80
Poliestresh / Polo	525	1,8%	28 600	98,3%	80
Poliestresh / Short	499	1,7%	29 099	100%	80
Total	29 099				

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 9. Análisis de Pareto para polos de pique

Tallas	Producción	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje Acumulado	80- 20
M	2 019	19,46%	2 019	19,46%	80
S	1 794	17,29%	3 813	36,75%	80
16	602	5,80%	4 415	42,55%	80
L	822	7,92%	5 237	50,48%	80
XL	917	8,84%	6 154	59,32%	80
14	804	7,75%	6 958	67,07%	80
10	665	6,41%	7 623	73,47%	80
12	688	6,63%	8 311	80,11%	80
8	653	6,29%	8 964	86,40%	80
6	627	6,04%	9 591	92,44%	80
4	506	4,88%	10 097	97,32%	80
2	278	2,68%	10 375	100%	80

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 10. Análisis de Pareto Para polos de algodón

Tallas	Producción	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje acumulado	80- 20
S	2 186	19%	2 186	19%	80
M	1 495	13%	3 681	33%	80
14	919	8%	4 600	41%	80
12	637	6%	5 237	47%	80
XL	929	8%	6 166	55%	80
L	897	8%	7 063	63%	80
8	795	7%	7 858	70%	80
16	828	7%	8 686	77%	80
6	679	6%	9 365	83%	80
2	677	6%	10 042	90%	80
10	573	5%	10 615	95%	80
4	605	5%	11 220	100%	80

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 11. Determinación del número de observaciones

Determinación del número de lecturas o ciclos a realizar para medir la tarea:

Para el cálculo del número de observaciones se hizo uso del método Mundel en el cual se tiene un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%.

Este método consiste en seguir el siguiente procedimiento sistemático:

- Se realiza una muestra tomando 10 lecturas si los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas si los ciclos son > 2 minutos. esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes. que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

Anexo 12. Muestras de tiempos preliminares observados en minutos (pique)

N°	ACTIVIDADES	CICLO OBSERVADO (min)										Σ CO	TIEMPO PROMEDIO
		CO 1	CO 2	CO 3	CO 4	CO 5	CO 6	CO 7	CO 8	CO 9	CO 10		
1	Recepción y pesado de tela	1,36	1,4	1,32	1,28	1,39						6,75	1,35
2	Selección	2,84	3,01	2,4	3,12	2,8	2,91	2,5	2,79	3,3	2,98	28,65	2,87
3	Transporte al área de corte	1,02	0,99	1,11	1	1,3						5,42	1,08
4	Tendido	1,12	1,2	1,02	1,2	1,1						5,64	1,13
5	Trazado y corte de piezas	29,51	29,86	29,77	29,2	28,488	30	29,12	29,9	30,06	29,18	295,09	29,51
7	Transporte al área de bordado	1,22	1,01	1,31	1,21	1,2						5,95	1,19
8	Bordado	85,3	80	88	86	85,5	87,5	84	80	89	87,5	852,80	85,3
9	Transporte al área de remallado	0,53	0,43	0,5	0,49	0,48						2,43	0,49
10	Remallado 1	12,23	12,49	11,49	12	12,25	12,25	12,39	12,5	12,3	12,4	122,30	12,23
11	Transporte al área de cosido	1,2	1,01	1,29	1,19	1,09						5,78	1,2
12	Unión de hombros	7,12	6,9	7,5	7,22	6,99	7,15	7,1	6,85	7,3	7,07	71,20	7,12
13	Unión de los costados	10,27	10,4	10	10,5	9,64	10,26	10,34	10,51	10,49	10,3	102,71	10,27
14	Unión de cuello y mangas	13,95	13	14,49	14,49	13,3	14,4	13,66	14,35	13,57	14,25	139,46	13,95
15	Transporte al área de remallado	0,33	0,39	0,4	0,41	0,35						1,88	0,38
16	Remallado 2	22,53	23	22,2	22,2	21,9	23,05	22,2	23,05	21,48	23,7	225,31	22,53
17	Transporte al área de detalles	1,24	1,22	1,23	1,23	1,24						6,16	1,23
18	Marcación de ojales	16,06	16,019	16,1	15,66	16,11	15,9	15,5	16,03	16	17,22	160,60	16,06
19	Pegado de botones	14,15	14,18	14,24	14,95	13,55	13,9	13,87	14,41	14	14,26	141,51	14,15
20	Transporte al área de acabado	1,14	1,17	1,12	1,13	1,14						5,70	1,14
21	Acabado	6,12	6,26	5,91	6,45	5,88	6,2	6,21	6,19	5,84	6,14	61,20	6,12
22	Transporte al almacén de PT	1,34	1,33	1,32	1,35	1,33						6,67	1,33

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 13. Muestras de tiempos preliminares observados en minutos (algodón)

N°	ACTIVIDADES	CICLO OBSERVADO (min)										Σ CO	TIEMPO PROMEDIO
		CO 1	CO 2	CO 3	CO 4	CO 5	CO 6	CO 7	CO 8	CO 9	CO 10		
1	Recepción y pesado de tela	1,35	1,37	1,32	1,31	1,27						6,62	1,32
2	Selección	2,53	2,89	3	2,9	3,01	3	2,88	3,18	2,62	3,29	29,3	2,93
3	Transporte al área de corte	1	1,01	0,9	1,18	0,99						5,08	1,02
4	Tendido	1,6	1,5	1,4	1,52	1,39						7,41	1,5
5	Trazado y corte de piezas	27,19	28,54	27,04	27,52	26,58	27,1	27,56	26,629	26,47	26,91	271,539	27,15
6	Transporte al área de bordado	1,04	1,22	1,13	1,16	1,31						5,86	1,17
7	bordado	84,6	84	87	85	88	88	82	80	81	83	842,6	84,26
8	Transporte al área de remallado	0,5	0,5	0,49	0,49	0,51						2,49	0,50
9	Remallado 1	11,05	11,19	11,4	10,97	11,21	11,14	11,09	11	10,99	11,11	111,15	11,12
10	Transporte al área de cosido	1,26	1,24	1,33	1,75	1,68						7,26	1,45
11	Unión de hombros	7,08	7,08	7,13	7,32	7,16	7,48	6,87	7,24	7,08	7,02	71,46	7,15
12	Unión de los costados	10,33	10,56	10,11	10,28	10,24	10,19	10,26	9,99	10,26	10,12	102,34	10,23
13	Unión de cuello y mangas	13,73	13,63	13,52	14,1	13,99	13,62	13,26	13,5	13,53	13,53	136,41	13,64
14	Transporte al área de remallado	0,36	0,42	0,38	0,37	0,36						1,89	0,38
15	Remallado 2	22,25	21,87	23,2	22,77	21,99	22,14	22,5	22,15	21,07	21,91	221,85	22,19
16	Transporte al área de acabado	1,03	1,01	1,03	1,05	1,03						5,15	1,03
17	Acabado	6,1	6,05	6,01	5,72	6,28	5,81	5,96	6,2	6,17	6,26	60,56	6,06
18	Transporte al almacén de PT	1,35	1,33	1,37	1,32	1,37						6,74	1,35

Fuente: ROMAJU EIRL

- Después se determina el valor más alto y el más bajo, y se les llama A y B respectivamente. Se calcula el valor $(A-B)/(A+B)$.
- Con este último valor se determina en la Tabla de Mundel el número de observaciones necesarias mirando en la columna 5 o 10 según el número de la serie inicial de observaciones.

Anexo 14. Tabla de Mundel

$(A-B) / (A+B)$	SERIE INICIAL DE		$(A-B) / (A+B)$	SERIE INICIAL DE	
	5	10		5	10
0.05	3	1	0.28	93	53
0.06	4	2	0.29	100	57
0.07	6	3	0.30	107	61
0.08	8	4	0.31	114	65
0.09	10	5	0.32	121	69
0.10	12	7	0.33	129	74
0.11	14	8	0.34	137	78
0.12	17	10	0.35	145	83
0.13	20	11	0.36	154	88
0.14	23	13	0.37	162	93
0.15	27	15	0.38	171	98
0.16	30	17	0.39	180	103
0.17	34	20	0.40	190	108
0.18	38	22	0.41	200	114
0.19	43	24	0.42	210	120
0.20	47	27	0.43	220	126
0.21	52	30	0.44	230	132
0.22	57	33	0.45	240	138
0.23	63	36	0.46	250	144
0.24	68	39	0.47	262	150
0.25	74	42	0.48	273	156
0.26	80	46	0.49	285	163
0.27	86	49	0.50	296	170

Anexo 15. Cálculo del número de ciclos a observar (pique)

ACTIVIDADES	CICLO OBSERVADO (min)										A	B	A-B	A+B	A-B/A+B	# DE OBSERVACIONES
	CO 1	CO 2	CO 3	CO 4	CO 5	CO 6	CO 7	CO 8	CO 9	CO 10						
Recepción y pesado de tela	1,36	1,4	1,32	1,28	1,39						1,4	1,28	0,12	2,68	0,04	3
Selección	2,84	3,01	2,4	3,12	2,8	2,91	2,5	2,79	3,3	2,98	3,3	2,4	0,9	5,7	0,16	30
Transporte al área de corte	1,02	0,99	1,11	1	1,3						1,3	0,99	0,31	2,29	0,14	23
Tendido	1,12	1,2	1,02	1,2	1,1						1,2	1,02	0,18	2,22	0,08	8
Trazado y corte de piezas	29,51	29,86	29,77	29,2	28,488	30	29,12	29,9	30,06	29,18	30,06	28,488	1,572	58,548	0,03	1
Transporte al área de bordado	1,22	1,01	1,31	1,21	1,2						1,31	1,01	0,3	2,32	0,13	20
Bordado	85,3	80	88	86	85,5	87,5	84	80	89	87,5	89	80	9	169	0,05	1
Transporte al área de remallado	0,53	0,43	0,5	0,49	0,48						0,53	0,43	0,1	0,96	0,10	12
Remallado 1	12,23	12,49	11,49	12	12,25	12,25	12,39	12,5	12,3	12,4	12,5	11,49	1,01	23,99	0,04	1
Transporte al área de cosido	1,2	1,01	1,29	1,19	1,09						1,29	1,01	0,28	2,3	0,12	17
Unión de hombros	7,12	6,9	7,5	7,22	6,99	7,15	7,1	6,85	7,3	7,07	7,5	6,85	0,65	14,35	0,05	1
Unión de los costados	10,27	10,4	10	10,5	9,64	10,26	10,34	10,51	10,49	10,3	10,51	9,64	0,87	20,15	0,04	1
Unión de cuello y mangas	13,95	13	14,49	14,49	13,3	14,4	13,66	14,35	13,57	14,25	14,49	13	1,49	27,49	0,05	1
Transporte al área de remallado	0,33	0,39	0,4	0,41	0,35						0,41	0,33	0,08	0,74	0,11	14
Remallado 2	22,53	23	22,2	22,2	21,9	23,05	22,2	23,05	21,48	23,7	23,7	21,48	2,22	45,18	0,05	1
Transporte al área de detalles	1,24	1,22	1,23	1,23	1,24						1,24	1,22	0,02	2,46	0,01	3
Marcación de ojales	16,06	16,019	16,1	15,66	16,11	15,9	15,5	16,03	16	17,22	17,22	15,5	1,72	32,72	0,05	1
Pegado de botones	14,15	14,18	14,24	14,95	13,55	13,9	13,87	14,41	14	14,26	14,95	13,55	1,4	28,5	0,05	1
Transporte al área de acabado	1,14	1,17	1,12	1,13	1,14						1,17	1,12	0,05	2,29	0,02	3
Acabado	6,12	6,26	5,91	6,45	5,88	6,2	6,21	6,19	5,84	6,14	6,45	5,84	0,61	12,29	0,05	1
Transporte al almacén de PT	1,34	1,33	1,32	1,35	1,33						1,35	1,32	0,03	2,67	0,01	3

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 16. Cálculo del número de ciclos a observar (algodón)

ACTIVIDADES	CICLO OBSERVADO (min)										A	B	A-B	A+B	A-B/A+B	# DE OBSERVACIONES
	CO 1	CO 2	CO 3	CO 4	CO 5	CO 6	CO 7	CO 8	CO 9	CO 10						
Recepción y pesado de tela	1,35	1,37	1,32	1,31	1,27						1,37	1,27	0,1	2,64	0,04	3
Selección	2,53	2,89	3	2,9	3,01	3	2,88	3,18	2,62	3,29	3,29	2,53	0,76	5,82	0,13	11
Transporte al área de corte	1	1,01	0,9	1,18	0,99						1,18	0,9	0,28	2,08	0,13	11
Tendido	1,6	1,5	1,4	1,52	1,39						1,6	1,39	0,21	2,99	0,07	6
Trazado y corte de piezas	27,19	28,54	27,04	27,52	26,58	27,1	27,56	26,629	26,47	26,91	28,54	26,47	2,07	55,01	0,04	1
Transporte al área de bordado	1,04	1,22	1,13	1,16	1,31						1,31	1,04	0,27	2,35	0,11	14
Bordado	84,6	84	87	85	88	88	82	80	81	83	88	80	8	168	0,05	1
Transporte al área de remallado	0,5	0,5	0,49	0,49	0,51						0,51	0,49	0,02	1	0,02	3
Remallado 1	11,05	11,19	11,4	10,97	11,21	11,14	11,09	11	10,99	11,11	11,4	10,97	0,43	22,37	0,02	1
Transporte al área de cosido	1,26	1,24	1,33	1,75	1,68						1,75	1,24	0,51	2,99	0,17	34
Unión de hombros	7,08	7,08	7,13	7,32	7,16	7,48	6,87	7,24	7,08	7,02	7,48	6,87	0,61	14,35	0,04	1
Unión de los costados	10,33	10,56	10,11	10,28	10,24	10,19	10,26	9,99	10,26	10,12	10,56	9,99	0,57	20,55	0,03	1
Unión de cuello y mangas	13,73	13,63	13,52	14,1	13,99	13,62	13,26	13,5	13,53	13,53	14,1	13,26	0,84	27,36	0,03	1
Transporte al área de remallado	0,36	0,42	0,38	0,37	0,36						0,42	0,36	0,06	0,78	0,08	8
Remallado 2	22,25	21,87	23,2	22,77	21,99	22,14	22,5	22,15	21,07	21,91	23,2	21,07	2,13	44,27	0,05	1
Transporte al área de acabado	1,03	1,01	1,03	1,05	1,03						1,05	1,01	0,04	2,06	0,02	3
Acabado	6,1	6,05	6,01	5,72	6,28	5,81	5,96	6,2	6,17	6,26	6,28	5,72	0,56	12	0,05	1
Transporte al almacén de PT	1,35	1,33	1,37	1,32	1,37						1,37	1,32	0,05	2,69	0,02	3

Fuente: ROMAJU EIRL

Anexo 17. Factor de suplemento

Habilidad			Esfuerzo		
0,15	A1	Extrema	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2	Extrema	0,12	A2	Excesivo
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Buena
0,03	C2	Buena	0,02	C2	Buena
0	D	Regular	0	D	Regular
0,05	E1	Aceptable	0,04	E1	Aceptable
0,1	E2	Aceptable	0,08	E2	Aceptable
0,16	F1	Deficiente	0,12	F1	Deficiente
0,22	F2	Deficiente	0,17	F2	Deficiente
Condiciones			Consistencia		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0	D	Regulares	0	D	Regular
0,03	E	Aceptables	0,02	E	Aceptable
0,07	F	Deficientes	0,04	F	Deficiente

Fuente: Westinghouse Electric Corporation

Anexo 18. Suplementos por descanso

Suplementos constantes			Suplementos variables													
Suplemento por necesidades personales	Suplemento base por fatiga	Suplemento por trabajar de pie	Suplemento por postura anormal			Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar) Peso levantado [kg]				Concentración intensa			Monotonía			
			Ligeramente incómoda	incómoda (inclinado)	Muy incómoda (echado, estirado)	2,5	5	10	25	Trabajos de cierta precisión	Trabajos precisos o fatigosos	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	Trabajo algo monótono	Trabajo bastante monótono	Trabajo muy monótono	
Hombres	5	4	2	0	2	7	0	1	3	9	0	2	5	0	1	4
Mujeres	7	4	4	1	3	7	1	2	4	20	0	2	5	0	1	4

Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Anexo 19. Costos de producción de los polos de pique con mejora

Costos	soles/día	soles/ unidad
Mano de Obra	S/ 201,11	S/ 1 11730
Materia Prima	S/ 121,5	S/ 675 000
Insumos	S/ 13,5	S/ 75
Energía	S/ 11,79	S/ 66
Agua	S/ 0,42	S/ 2
Costo total	S/ 348,32	S/ 1935