

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA
EMPRESA CONFECCIONES PAMELA & JUDITH PARA DISMINUIR LAS
PÉRDIDAS ECONÓMICAS**

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

AUTOR

PIERO KATSUO JUAREZ ELIAS

ASESOR

ANNIE MARIELLA VIDARTE LLAJA

<https://orcid.org/0000-0002-8948-2899>

Chiclayo, 2022

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA
EMPRESA CONFECCIONES PAMELA & JUDITH PARA
DISMINUIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS**

PRESENTADA POR
PIERO KATSUO JUAREZ ELIAS

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Oscar Vásquez Gervasi
PRESIDENTE

Evans Llontop Salcedo
SECRETARIO

Annie Mariella Vidarte Laja
VOCAL

Dedicatoria

A mi padre, madre y toda mi familia que siempre me han dado su apoyo incondicional enseñándome a perseverar hasta el final siempre.

A mis hermanos por su confianza brindada hacia mí.

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida y permitirme realizar este trabajo de investigación.

A los ingenieros de la escuela quienes a lo largo de toda la carrera siempre dieron lo mejor de ellos para transmitirnos sus conocimientos y aprender de ellos.

Juarez Elias V1

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	11%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	www.tandfonline.com Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
9	gestion.pe Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Introducción	11
I. Antecedentes	13
II. Bases teórico científicas	16
1. Proceso productivo.....	16
2. Manufactura esbelta	16
3. Mapeo de flujo de Valor (VSM).....	17
4. Mejora del proceso productivo	20
5. Indicadores del proceso.....	22
6. Justo a tiempo (JIT)	23
7. Plan de requerimiento de materiales (MRP)	24
1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa	25
1.1. La empresa	25
1.2. Descripción del sistema productivo	26
1.1.2. Productos	26
1.1.3. Recursos del Proceso.....	31
1.1.4. Descripción del Proceso	35
1.1.5. Análisis del proceso	39
1.1.6. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso	51
2. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	57
2.1. Análisis y evaluación de la información del proceso.....	57
2.1.1. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas	57
2.1.2. Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación	60
2.1.3. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción	61
3. Propuesta de mejora	67
3.1. Mejora 1: Evaluación de proveedores y plan de requerimiento de materiales	67
3.2. Mejora 2: Estandarización de tiempos y VSM	73
3.2.1. Estandarización de tiempos	73
3.2.2. Mapa de flujo de Valor (VSM)	76
3.3. Nuevos indicadores de producción y productividad.....	81
3.3.1. Sobre producción.....	81
3.3.2. Eficiencia Física	81
3.3.3. Eficiencia económica	81
3.3.4. Productividad de materia prima	81
3.3.5. Utilización de planta.....	81
3.3.6. Cuello de botella.....	82

3.3.7. Tiempo de ciclo	82
3.3.8. Producción.....	82
3.3.9. Productividad	82
3.3.10. Lead time	83
4. Análisis costo beneficio	86
4.1. Inversión	86
4.2. Suministro de energía	86
4.3. Mano de Obra directa	87
4.4. Materia prima	88
4.5. Beneficio.....	89
4.6. Factor beneficio costo.....	90
4.7. Flujo de caja.....	92
Conclusiones	93
Recomendaciones.....	94
Referencias	95
Anexos.....	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Grado de instrucción de los operarios	25
Tabla 2 Registro de sobre producción con su valor económico oct. 2017 a mar. 2018.....	27
Tabla 3 Costos de sobre producción de prendas obsoletas registradas en marzo de 2018.....	28
Tabla 4 Clasificación ABC de los productos en base a las ventas anuales 2017	29
Tabla 5 Ficha técnica del pantalón mezclin	30
Tabla 6 Desperdicios en la empresa Confecciones Pamela & Judith.....	31
Tabla 7 Materiales e insumos para la elaboración del pantalón mezclin	31
Tabla 9 Ficha técnica de Máquina Remalladora.	32
Tabla 8 Ficha técnica de Máquina de Coser.....	33
Tabla 10 Ficha técnica de plancha a vapor.....	34
Tabla 11 Colaboradores de la Empresa Confecciones Pamela & Judith	34
Tabla 12 Tiempo de producción del pantalón mezclin	38
Tabla 13 Tiempos de producción	44
Tabla 14. Lotes de transferencia en cada operación.....	45
Tabla 15 WIP del proceso	45
Tabla 16 NVA del proceso productivo.....	46
Tabla 17. Indicadores del proceso productivo	46
Tabla 18 Eficiencia física	53
Tabla 19 Costo unitario por pantalón.....	53
Tabla 20 Eficiencia Económica.....	54
Tabla 21 producción del pantalón mezclin.....	54
Tabla 22 capacidad de la empresa.....	54
Tabla 23 Resumen de indicadores.....	56
Tabla 24 problemas, causas y posibles soluciones.....	58
Tabla 25 costos de materia prima en almacén.....	62
Tabla 26 Producción y sobre producción por mes	64
Tabla 27 costos de sobre producción de productos actuales de oct de 2017 a mar de 2018....	65
Tabla 28 Costos de sobre producción de prendas obsoletas registradas en marzo de 2018.....	66
Tabla 29 Matriz de Valorización.....	68
Tabla 30 Escalas de Importancias	68
Tabla 31 Matriz de Asignación de puntaje.....	68
Tabla 32 Matriz de ponderación.....	69

Tabla 33 Pronóstico de la demanda para 15 meses	70
Tabla 34 Lista de materiales requeridos para las semanas 1 -15	71
Tabla 35 Lista de materiales requeridos para las semanas 16 – 30.....	71
Tabla 36 Lista de materiales requeridos para las semanas 31 – 45.....	72
Tabla 37 Lista de materiales requeridos para las semanas 46 – 60.....	72
Tabla 38 Suplementos por descanso	74
Tabla 39 Tiempo estándar del proceso productivo	75
Tabla 40. WIP del proceso <i>productivo</i>	78
Tabla 41. NVA del proceso productivo.....	78
Tabla 42 Células de trabajo.....	83
Tabla 43 Cuadro comparativo de indicadores del proceso.....	85
Tabla 44 Datos del mes con mayor consumo de energía	86
Tabla 45 Costo energético anual	87
Tabla 46 Costo de mano de obra directa anual	88
Tabla 47 Costo anual de materia prima.....	89
Tabla 48 Ingreso anual por ventas de la demanda proyectada.....	90
Tabla 49 Costo Beneficio.....	90
Tabla 50 Flujo de Caja	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pilares del Just in Time	24
Figura 2 Stock de producto en proceso	35
Figura 3 Almacén de materia prima en desorden.....	36
Figura 4 Almacén de PT - Sobre stock de PT	37
5 Diagrama de flujo del proceso de confección del pantalón Mezclin	39
6 Diagrama de operaciones para la confección del pantalón Mezclin	40
Figura 7 Diagrama de análisis del proceso.....	41
Figura 8 Cursograma Analítico del Proceso.....	42
Figura 9 Mapa de Flujo de Valor actual.....	47
Figura 10 Diagrama de recorrido actual.....	49
Figura 11 Diagrama de flujo por área y piso.....	50
Figura 12 Matriz de consistencia.....	60
Figura 13 Materia prima recién adquirida.....	61
Figura 14 Materia prima descontinuada.....	61
Figura 15 Stock en proceso	62
Figura 16 Almacén de producto terminado 3	63
Figura 17 Mapa de flujo de valor mejorado	79
Figura 18 Diagrama de recorrido - propuesta	80
Figura 19 Diagrama de análisis de operaciones del proceso mejorado.....	84

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Estudio de tiempos.....	97
Anexo 2 Tabla de tiempos de General Electric.....	98
Anexo 3 Ficha de control de almacén de materia prima	99

Resumen

El presente proyecto de investigación se realizó en la empresa de confecciones Pamela & Judit, cuyo objetivo general es realizar la propuesta de mejora del proceso productivo en la empresa para disminuir las pérdidas económicas generadas por sobreproducción de las prendas. Se aplicó la metodología de categorización ABC que permitió identificar el producto con más participación en los ingresos de la empresa. Así mismo, se partió del análisis del proceso productivo, donde se midió los tiempos de producción y se calculó los indicadores actuales de producción. Se realizó también el mapa de flujo de valor actual para determinar la cantidad de producto en proceso en stock. Posteriormente se planteó la propuesta de mejora, para lo cual se realizó un pronóstico de la demanda futura y con ello se hizo el MRP, como segunda propuesta se estandarizaron los tiempos de producción y se realizó un nuevo mapa de flujo de valor, donde se agrupa algunas actividades en células de trabajo y de esta manera se logra mejorar los indicadores de WIP y NVA, por último, se hizo la redistribución de planta para un mejor recorrido, considerando la agrupación de las células de trabajo del VSM. Como resultado, se logró reducir el inventario en proceso en un 77,3% reduciendo así la sobreproducción. La productividad incrementó en 138,9% y los tiempos de no valor agregado se redujeron en 49,8%. Finalmente, el análisis costo beneficio fue de 1,25.

Palabras clave: proceso productivo, mapa de flujo de valor, sobre producción.

Abstract

This project was carried out in the Pamela & Judith clothing company and its general objective is to make a proposal to improve the production process in the company to reduce the economic losses generated by overproduction of garments. The ABC categorization methodology was used to identify the product with the highest share of the company's revenue. Likewise, it was based on the analysis of the production process, where the measurement of production times and the calculation of current production indicators were made. The current value flow map was also made to determine the amount of product in process in stock. Subsequently, the improvement proposal was raised, for which a forecast of future demand was made and with it the material requirement plan was made, as a second proposal, production times were standardized and a new value flow map was made, where some activities are grouped into work cells and in this way, it is possible to improve the WIP and NVA indicators, finally, the plant was redistributed for a better route, considering the grouping of the VSM work cells. As a result, the inventory in process was reduced by 77.3%, thus reducing overproduction. Productivity increased by 138.9% and non-value-added times were reduced by 49.8%. Finally, the cost benefit analysis was 1.25

Keywords: productive process, value flow map, production.

Introducción

La industria del sector textil cumple una función fundamental para desarrollo del sector económico dentro de todo país, conformando así una industria muy integrada que, gracias a estas características y oportunidades, genera empleo y aprovecha los recursos naturales. La balanza comercial de la industria textil peruana muestra que es importadora neta de productos textiles. El monto de las importaciones supera ampliamente el de las exportaciones, es así que, en el año 2015, el monto exportado alcanzó los US\$ 464 millones, mientras que las importaciones ascendieron a US\$ 1 153 millones de dólares. [1]

En cuanto a la industria de confecciones, entre enero y noviembre de 2017, las exportaciones de prendas de vestir del Perú superaron los US\$ 767 millones; esto representó un incremento de 1% versus el mismo período de 2016. Según el Comité Textil de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), la cadena del sector textil-confecciones representa el 1.9% del PBI y el 10% de la manufactura y se estima que 2.8 millones de personas dependen directa e indirectamente de dicha cadena productiva. [2]

En la empresa Pamela & Judith está ubicada en la calle las Acacias 279 en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque – Chiclayo. Esta empresa pertenece a la industria textil y se dedica principalmente a la producción de prendas de vestir para mujer entre sus principales productos tiene el pantalón mezclin que es el que le genera mayores ingresos, pero además produce también faldas chalecos y sacos. En la empresa se identificó un problema de sobre producción que se ve reflejado en la gran cantidad de productos almacenados, de los cuales no se lleva un registro y control, ocasionándole costos de sobreproducción y almacenamiento innecesarios además de pérdidas por aquellos productos que fueron almacenados y no salieron a ventas en su momento ya que ahora el mercado ya no los demanda. Los costos de sobre producción afectan a la rentabilidad de la empresa, que a pesar de tener un indicador de eficiencia económica alta se ven perjudicados porque se deben asumir costos elevados de sobre producción y costos de inventario llevando a esto a la empresa a tener pérdidas económicas.

De acuerdo a lo descrito se formuló el siguiente problema ¿en cuánto reducirán las pérdidas económicas con una mejora del proceso productivo en la empresa confecciones Pamela & Judith?, para el desarrollo de la problemática se planteó el siguiente objetivo general: realizar

la propuesta de mejora del proceso productivo en la empresa confecciones Pamela & Judith para disminuir las pérdidas económicas. Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos: diagnosticar el estado actual de la empresa, realizar la propuesta de mejora del proceso productivo y finalmente realizar el análisis costo beneficio de la propuesta.

El desarrollo de esta propuesta de mejora va dirigida a que la empresa en mención logre un control de su producción, desde la materia prima hasta el producto terminado, así mismo reducir las existencias en inventario, haciendo uso de herramientas de manufactura esbelta como el JIT que le permitan mejorar la productividad y aumentar los beneficios económicos, además permita mejorar el flujo del proceso actual, convirtiendo la producción en flujo lineal. La metodología y las herramientas utilizadas en esta investigación pueden ser aplicadas en empresas similares o con los mismos problemas para que estas alcancen mejores niveles de competitividad y tengan mayor oportunidad en el mercado.

Revisión de literatura

I. Antecedentes

Arrieta (2015) [3] en su investigación “Diseño de una metodología que relaciona las técnicas de manufactura esbelta con la gestión de la innovación: una investigación en el sector de confecciones de Cartagena (Colombia)”, tiene como objetivo principal diseñar la metodología que permita al sector de confección definir estrategias de mejora; para el logro de este objetivo se determinó una organización en la cual aplicar la piloto correspondiente. Luego se evaluó la organización seleccionada en varios enfoques de la ingeniería industrial, y junto a ello se establecieron los indicadores necesarios para conocer la situación actual de la empresa y de esta manera poder lograr el diseño de la estrategia de mejora. Una vez realizado el diagnóstico en el cual se pudo determinar que la empresa no tiene documentación de los procesos, además presentaba serios problemas en la planeación, mano de obra y producción lo cual tuvo una repercusión en la entrega de pedidos y una mala planeación y programación de la producción. Ante ello se realizó una medición de las condiciones para la aplicación de manufactura esbelta, siendo 2 las herramientas que se aplicaron, por un lado el (1) Análisis de Valor Agregado a fin de identificar las actividades que agreguen valor al producto y eliminar aquellas no dan beneficio alguno, y (2) las ‘5S’ debido a que la empresa debe mantener orden y limpieza en los puestos de trabajo de tal manera que se pueda reducir desperdicios en espacios y tiempos. Finalmente se concluye que con la aplicación del VSM, se puede reducir tiempos de entrega del producto en un 50%, siendo el nuevo lead time del producto de 1 día, a diferencia del diagnóstico en donde las prendas se entregaban en un periodo de 13 y 17 días. Así mismo con las ‘5S’ se puede lograr que el área de trabajo se haga más fácil con la limpieza y organización.

Sánchez et al (2015) [4] en su investigación “Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación”, tuvo como objetivo identificar las falencias en los procesos actuales y de esta manera proponer escenarios de solución que estén orientados a incrementar la productividad de la compañía. Para el logro de este objetivo, se partió por un análisis a la empresa de confecciones, la cual contaba con una producción semanal de 490 prendas, dicha empresa presentaba atrasos y cuellos de botellas en sus procesos. Posteriormente se simuló un escenario de solución ante el problema presentado, dicho escenario estaba orientado a incrementar el recurso de plancha industrial en una unidad partiendo del análisis de los procesos que generaban reprocesamientos en el sistema actual. Finalmente, como conclusión y resultado de la propuesta, se logró la mejora en un incrementar al 10% en la productividad semanal de la

organización; esto refleja claramente un mejor uso en los recursos disponibles, y producto de ello son los beneficios económicos que están interrelacionados con la rentabilidad de la organización y la satisfacción a la demanda semanal.

Sugimori et al (2007) [5] in his research "Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-forhuman system" The company is dedicated to the automotive industry and work. Following this is that he focused on the application of the philosophy of just time and kanbas cards as an improvement plan for his problem, thanks to the implementation of this function, it is about the costs of inventories, the surplus and improve The treatment towards your work staff. Today, Toyota has the highest labor productivity in the automotive industry, once it allows workers to participate actively and positively in continuous improvement.

Sugimori et al (2007) [5] en su investigación "Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-forhuman system" la empresa dedicada al rubro automotriz y por ende al trabajar con diversas piezas las cuales se tenían que ensamblar, presentaba ciertos problemas en cuanto a los excedentes de pieza y la inconformidad de sus trabajadores. A raíz de ello es que se enfocó en la aplicación de la filosofía del just in time y las tarjetas kanbas como plan de mejora para su problema, gracias a la implementación de esta metodología, se logró reducir los costos de inventarios, los excedentes y mejorar el trato hacia su personal de trabajo. Hoy en día Toyota cuenta con la productividad laboral más alta en el rubro de las industrias automotrices, a su vez permite que los trabajadores participen activamente y de manera positiva en la mejora continua.

Shaman and Sanjiv in their research (2013) [6] "A review of the literature on lean manufacturing" makes mention of the concept of lean manufacturing, its philosophy, various tools and techniques, the lean benefits and the barrier to Lean implementation. Main concepts: now, lean manufacturing is a philosophy of production widely discussed and applied, in a myriad of industries around the world. The fundamental concept of Lean Manufacturing is to provide a quality product and at the same time ensure that the product does not cost the customer too much. Most companies today are going through a stage where it is necessary to address the needs of customers, which vary rapidly. To keep their place in the market, many companies have started to follow the concept of lean manufacturing. Research methodology: This article shows a review of the literature and attempts to identify important and useful contributions to this topic. As a

result, slender manufacturing makes use of a wide variety of tools and techniques; The selection of tools is specific to the situation. Many factors contribute to Lean's success; Not only is it mandatory to implement most of the tools, but the culture of an organization also needs to change. Organizations that follow lean manufacturing have better flexibility and a large market share. In addition, lean manufacturing produces an operational and cultural environment that is highly suitable for waste reduction.

Shaman y Sanjiv en su investigación (2013) [6] “A review of the literature on lean manufacturing” hace mención acerca del concepto de manufactura esbelta, su filosofía, diversas herramientas y técnicas, los beneficios lean y la barrera hacia la implementación Lean. Conceptos principales: ahora, la fabricación esbelta es una filosofía de producción ampliamente discutida y aplicada, en un sinnúmero de industrias en todo el mundo. Uno de los conceptos fundamentales de Lean Manufacturing es otorgar un producto de calidad y al mismo tiempo asegurar que el producto no cueste demasiado al cliente. La mayoría de las empresas de hoy están atravesando por una etapa en la que es necesario hacer frente a las necesidades de los clientes, que varían rápidamente. Para mantener su lugar en el mercado, muchas empresas han empezado a seguir el concepto de fabricación esbelta. Metodología de la investigación: Este artículo muestra una revisión de la literatura e intenta identificar las aportaciones importantes y útiles a este tema. Como resultado se tiene que la fabricación esbelta hace uso de una amplia variedad de herramientas y técnicas; la selección de las herramientas es específica de la situación. Muchos factores contribuyen al éxito de Lean; no solo es obligatorio implementar la mayoría de las herramientas, sino que la cultura de una organización también necesita cambiar. Las organizaciones que siguen la fabricación esbelta tienen una mejor flexibilidad y una gran participación de mercado. Además, la fabricación esbelta produce un ambiente operacional y cultural que es altamente adecuado para la reducción de residuos.

Carvallo en su investigación (2014) [7] “Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación” se plantea el objetivo de reducir el lead time, demoras e inventario en proceso. Para el logro de ello, se enfoca en el uso de mapas de cadena de valor y a su vez el enfoque de los siete desperdicios, en donde se presenta la configuración actual respecto a una línea típica de costura, identificando los desperdicios de mayor importancia durante el proceso. Como propuesta de mejora ante el problema identificado, es el planteamiento de un sistema de producción esbelta que cuenta con cinco elementos los cuales están orientados a la reducción de factores de

desperdicio de un sistema convencional. Con conclusión de ello tenemos que el modelo propuesto logró reducir el lead time, tiempo de ciclo, los inventarios en proceso y los movimientos innecesarios.

II. Bases teórico científicas

1. Proceso productivo

Es una serie de actividades de valor agregado que se unen entre sí para transformar materiales en productos ya sea un servicio o producto [8]. Además, se entiende por proceso que es el acumulado de una secuencia de actividades que se dan con la finalidad de que determinados materiales interactúen entre sí para obtener de esta interacción un determinado resultado, implicando transformación [9].

Es un conjunto de actividades relacionadas, secuenciadas y jerarquizadas de transformación de energía, información e materia prima, y que implican agregar valor con miras a obtener resultados específicos. Todo proceso ocupa tres etapas: [10]

1. El **diseño** de un proceso que se puede estructurar en forma explícita o implícita y consta de la configuración, caracterización y definición conceptual-teórico del proceso.
2. La **operación** que hace referencia a la ejecución práctica del proceso el cual fue diseñado previamente.
3. El **control** que se basa en el conjunto de actos encaminados a lograr que la operación del proceso corresponda a su diseño.

2. Manufactura esbelta

Es una disciplina que consta del trabajo en cada eslabón de la cadena de valor disminuyendo y eliminando los despilfarros para minimizar costos, mejorando la velocidad del flujo del proceso. La minoración de costos y la calidad, deben beneficiar al cliente, para lograr más ventas y permanecer activos en un mercado creciente. [11]

Esta filosofía agrupa múltiples conceptos destacados. Quizá uno de los más importantes es el de 'desperdicio'. Múltiples desperdicios pueden ser hallados en un proceso estos desperdicios se observan en la tabla 9.

Tabla 9 Desperdicios en un proceso productivo

Sobreproducción	Hacer el producto antes, más rápido o en cantidades mayores a las requeridas por el cliente
Demoras o tiempo de espera	Operarios o clientes esperando por el material o información
Inventario	Almacenamiento excesivo de materia prima en proceso o terminada
Transporte	Mover material en proceso o producto terminado de un lado a otro
Defectos	Reparación de un material en proceso o repetición de un proceso
Desperdicios de procesos	Esfuerzo que no agrega valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente
Movimientos	Cualquier movimiento de personas o máquinas que no agreguen valor al producto o servicio
Subutilización del personal	Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal (habilidad creativa, física y mental)

3. Mapeo de flujo de Valor (VSM)

El mapa de flujo de valor consiste en mostrar gráficamente los flujos de información, operaciones y los datos. [12]

Proporciona una visión más detallada de las operaciones en su actuar real. El uso de un VSM se realiza siempre en el marco del análisis de los procesos de una empresa, para ganar eficacia o para revelar campos de oportunidades desconocidos en ese momento. [12]

- **Stock en Proceso:** Utilizada para indicar las unidades que aún no están terminadas. [13]

$$WIP = Q \left[1 - \frac{1}{CM} \times (C1 - \frac{1}{n} \times \sum_1^N Ci) \right]$$

Donde:

Q = Demanda

CM = Ciclo máximo de operación

C1 = Ciclo de la primera operación

Ci = Ciclo en operación

n = Lote de transferencia

N = Número de transferencia

- **NVA:** Es el tiempo de no valor agregado; tiempo en el que una unidad no está siendo sometida a una operación de valor agregado, en este caso son tiempos de espera. [13]

$$NVA = \frac{INV * C}{\text{Tiempo de operación disponible}}$$

Donde:

INV = Inventario o lote en proceso

C = Tiempo de ciclo de la siguiente operación

- **Utilización:** Trabajo en proceso en el cuello de botella, usada para ver las unidades que aún no están terminadas, pero están en la operación condicionante. [13]

$$U\% = \frac{\Sigma \text{Tiempo de ciclo}}{\Sigma \text{Tiempo de ciclo acumulado}}$$

Donde:

U% = Porcentaje de utilización

- **Lead time:** Es el tiempo de espera que se necesitó para el cumplimiento de un proceso. [13]

$$\text{Lead Time} = \sum OP_N$$

Donde:

Op = Tiempo de ciclo de operación

- **Tiempo de flujo equilibrado:** Determina el tiempo al que se deben adecuar las operaciones en mantener el equilibrio del sistema. [13]

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{\text{Tiempo de ciclo de siguiente operación}}{\text{Tiempo de operación disponible}}$$

- **Demanda diaria:** Calcula la demanda diaria que se tendrá de un producto. [13]

$$\text{Demanda diaria} = \frac{\text{Tiempo de operación disponible}}{\text{Tiempo flujo equilibrado}}$$

- **Número de Operarios:** Calcula el número de operarios necesarios para una estación de trabajo. [13]

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Tiempo producción total}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

- **Kanban:** Determina el número de tarjetas Kanban necesarias para el sistema. [13]

$$\text{Kanban} = \frac{\text{Producción diaria} * \text{flujo equilibrio}}{\text{Tiempo disponible}}$$

- **Takt time:** Determina el ritmo al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del producto. [13]

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo operación disponible}}{\text{Demanda diaria}}$$

- **Tiempo de agrupaciones:** Determina el tiempo en el que se agruparán las operaciones para tener un flujo equilibrado. [13]

$$\text{Tiempo de agrupaciones} = \frac{\sum \text{Tiempo de operación}}{\text{Número de operaciones}}$$

- **Lote de transferencia:** Establece la cantidad de unidades que serán agrupadas para ser transferidas de un recurso a otro. [13]

$$\text{Lote de transferencia} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Kanban}}$$

4. Mejora del proceso productivo

4.1. Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos se ocupa de la interacción del factor humano dentro de un proceso de producción de servicios o productos, comprende el estudio del proceso de fabricación o prestación del servicio, el cálculo de tiempo y estudio de movimiento. [14]

Es el estudio de los métodos de trabajo dentro de una empresa que sigue diversos propósitos como [15]:

- Estandarizar procesos.
- Mejora de los procesos y procedimientos.
- Mejora de la disposición y el diseño de planta, equipo, taller y puesto de trabajo.
- Economizar el trabajo humano y disminuir la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materias primas, insumos, máquinas y mano de obra.
- Aumentar la seguridad.

4.2. Técnica de estudio de tiempo

Según Caso [16] es una herramienta de medida del trabajo utilizada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los componentes de una actividad definida, realizada en condiciones específicas, para un estudio de los datos con el fin de hallar el tiempo necesario para ejecutar una labor de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida.

Tiene como objetivo el registro de los tiempos de trabajo, observándolas directamente haciendo uso de un instrumento de medición del tiempo, evaluando su desempeño y comparando los resultados con normas [10].

Los estudios de tiempo con cronómetro suelen constar de los siguientes pasos:

- Obtención y registro de toda la información que se dispone acerca de la actividad a medir, del trabajador y de las condiciones de trabajo que puedan influir en el desempeño de la misma.
- Describir los elementos y dividiendo los mismos

- Establecer el tamaño de la muestra, para asegurar que se usa el mejor posible para su ejecución.
- Tomar el tiempo que demora el operario en completar cada componente.
- Calcular el tiempo básico
- Determinar los suplementos que hay que aplicar
- Calcular el tiempo de la actividad

4.3. Técnicas para el estudio de movimientos

- **Diagrama de operaciones de proceso**

López y Pérez [17] lo definen como una gráfica que presenta un cuadro general, de cómo suceden las principales inspecciones y operaciones del proceso.

Operación: para nombrar todas las actividades que se realicen en un proceso, con verbos en infinitivo.

Inspección: Se le denomina inspección cuando se está examinando un objeto, verificando la cantidad y calidad del producto. Son necesarios porque el recurso humano no es infalible.

Los objetivos del DOP son proporcionar un panorama claro de toda la serie de acontecimientos del sistema. Así mismo, ofrece la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones relacionadas dentro de un mismo proceso [18].

- **Diagrama de análisis de proceso**

López y Pérez [17] definen al DAP como un diagrama que con el uso de símbolos, da una visión más real de todas las tareas que se representan en un proceso. Las tareas que se presentan en los procesos son: inspección, transporte, operación, almacenamiento y demora en compañía de tiempos de cada tarea realizada en el proceso.

- **Diagrama de recorrido**

Muestra la trayectoria que sigue el objeto o tarea que se estudia, acompañado de la simbología de análisis de proceso, colocados sobre el plano, para mostrar lo que le ocurre al objeto o actividad en su paso por el proceso. Este diagrama es útil, porque proporciona una vista global, compacta y general, de todo proceso [19].

5. Indicadores del proceso

a) Producción

Cuatrecasas [20] define la producción como la obtención de uno o más productos de acuerdo al proceso de producción más adecuado, con el uso del factor humano y materias primas e insumos más adecuados (factores de la producción) y con el empleo de los métodos más adecuados para que se lleve a cabo con la máxima eficiencia y eficacia, que implicará obtener un producto de mayor calidad en el tiempo adecuado y costo mínimo.

b) Productividad

La productividad según García [18] es el nivel de eficiencia con el que se hacen uso de los recursos para alcanzar los objetivos planificados.

Así mismo Hansen y Howen [21], hacen referencia a la productividad, con relación a la importancia de su medición, establecen que esta es la evaluación cuantitativa de los cambios en la productividad. Se tiene como objetivo la evaluación del aumento o disminución de la eficiencia productiva. La medición de la productividad real permite vigilar, controlar y evaluar cambios. La medición prospectiva permite comparar los beneficios relativos de diferentes combinaciones de insumos, eligiendo insumos y las mezclas de estos que proporcionen el beneficio mayor, así mismo sirve como un insumo para la toma de decisiones estratégicas. Se pueden desarrollar indicadores de productividad para todos los insumos de manera conjunta o separada.

La medición de la productividad para un insumo a la vez recibe el nombre de medición parcial de la productividad.

Productividad = (Productos o Servicios Producidos) / (Recursos Utilizados).

Para la medición de la productividad en una empresa se tiene las siguientes fórmulas:

$$\text{Productividad de materiales} = \frac{\text{Materia prima que sale (procesada)}}{\text{Materia prima que ingresa}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Materia prima que sale (procesada)}}{\text{Mano de obra (N° de operarios)}}$$

Productividad económica:

$$\begin{aligned} & \text{Productividad Económica} \\ & = \frac{\text{Materia prima que sale (procesada)}}{\text{Costo de MO + Costo de MP + costo de insumos empleados}} \end{aligned}$$

Entonces, para hallar el incremento de la productividad tenemos:

$$\text{Variación de la productividad} = \frac{p \text{ propuesta} - p \text{ actual}}{p \text{ actual}} \times 100$$

c) **Eficiencia.**

Hernández [22] es la utilización racional de los recursos con que se cuenta para alcanzar una meta determinada. Es la capacidad de lograr los objetivos y metas trazadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización. La eficiencia se puede calcular con las siguientes fórmulas.

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{\text{Salida de Materia Prima}}{\text{Entrada de Materia Prima}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costos}} \times 100$$

6. **Justo a tiempo (JIT)**

El concepto de ‘Producción Just In Time’, busca evitar exceso de equipos, tiempos y operarios, por medio de sistemas flexibles que puedan adaptarse a las modificaciones debidas a problemas y fluctuaciones de la demanda. El principal enfoque de esta filosofía de producción es que todos los procesos produzcan solo las piezas necesarias en un lapso de tiempo

determinado y se deben tener disponibles únicamente las existencias mínimas necesarias para mantener unidos los procesos disminuyendo así stock en proceso y en inventario [23].

El JIT tiene 4 pilares esenciales:

- Evidenciar los problemas principales dentro de la empresa.
- Deshacer los despilfarros.
- Hacer el proceso flexible.
- Diseñar sistemas de identificación de problemas.

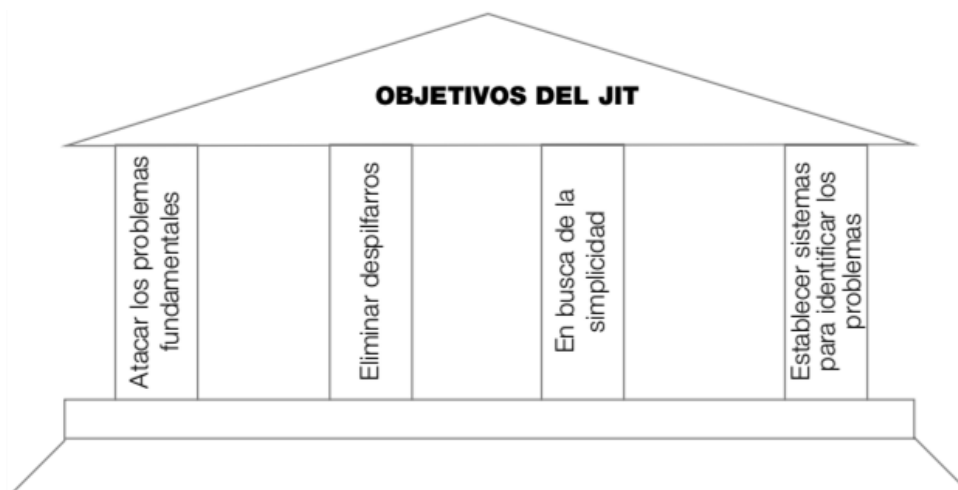


Figura 1 Pilares del Just in Time

7. Plan de requerimiento de materiales (MRP)

El MRP es una técnica que consiste en determinar las cantidades de los insumos y las fechas límites en las que deben estar disponibles para garantizar el cumplimiento del programa maestro de producción. [24]

Según Muñoz [24], el programa resultante del MRP se utiliza para que los insumos, partes y componentes estén disponibles cuando el proceso de producción los demande, pero sin almacenar inventarios innecesarios de insumos, es decir, que estén disponibles justo para cuando son requeridos. Esto, además, es un paso importante para aplicar la metodología de justo a tiempo (JIT) en cualquier empresa.

Resultados

1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

1.1. La empresa

La empresa Confecciones Pamela & Judith es una pequeña empresa (Pyme), especializada en la confección de prendas de vestir femeninas, ubicada en la calle las Acacias #297 paralela a la avenida Chiclayo, la cual tiene años brindando sus productos a muchos de los minoristas del mercado modelo y de la feria balta, sus instalaciones se cuenta con un almacén de materia prima que tiene un espacio de 10 m² y su almacén de producto terminado y su zona de confección cuenta con un espacio de 56 m² con una permanente política de inversiones en desarrollo y personal especializado. La empresa cuenta con su propio puesto en el mercado modelo donde se encarga de vender su propia marca con lo que se mantiene en el mercado por sus precios competitivos y sus variantes modelos de prendas de vestir femeninas.

La empresa cuenta con 6 operarios fijos que son señoras y señoritas las cuales vienen trabajando en la empresa desde sus inicios a parte de ellas se encuentran la esposa del dueño que se encarga de ventas y también en la zona de producción, el dueño que se encarga de tres tareas sea vender, producir y gestionar todo lo de empresa desde materia prima hasta la demanda que se debe abastecer en el mercado por día, a continuación se muestra en la tabla 1 el grado de instrucción de cada miembro de la empresa.

Tabla 1 Grado de instrucción de los operarios

NOMBRE	GRADO DE INSTRUCCIÓN
Dueño de la empresa	Secundaria completa
operario 1	Secundaria completa
operario 2	Secundaria completa
operario 3	Secundaria completa
operario 4	Secundaria completa
operario 5	Secundaria completa
operario 6	Secundaria completa

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

Cabe destacar que la empresa llega a contratar hasta 4 operarios más en temporadas altas o cuando se realizan pedidos de grandes cantidades por campañas como son navidad, la época escolar, año nuevo y fiestas patrias.

1.2. Descripción del sistema productivo

1.1.2. Productos

La empresa Pamela & Judith tiene una gran variedad de productos que reparte a sus clientes, pero la demanda de estos varía según las tendencias en el mercado. Actualmente la empresa presenta pérdidas económicas debido a la sobre producción que se realiza con el fin de no desabastecer a sus clientes y venderlos en su propio local de ventas ubicado en el mercado modelo. Cabe mencionar que el dueño y administrador de la empresa (misma persona) trabaja de acuerdo a su experiencia en el mercado y a los pedidos que usualmente suelen hacerle sus clientes, es decir, el señor hace un diseño de prenda para mostrarlo a sus clientes más frecuentes y de esta manera poder saber cuánto producir según lo que le piden, pero al ver que un producto es altamente demandado por sus clientes estima elevar su producción con el fin de cumplir de manera más rápido con sus pedidos futuros que cree que sus clientes le harán, además con el fin de aprovechar de esta manera la materia prima sobrante y la mano de obra disponible para no generar tiempos ociosos. Debido a que no se lleva un control de la producción, solo se logró obtener el registro de sobre producción por producto de 6 meses con su valor económico.

Tabla 2 Registro de sobre producción con su valor económico oct. 2017 a mar. 2018

Producto	Total productos (unid)	Inventario (unid)	Costo unitario de producción	Valor económico de sobre producción
Sacos	201	23	S/ 45	S/ 1 035
Chalecos	54	8	S/ 18	S/ 144
Pantalones cachito	95	12	S/ 19	S/ 228
Pantalones Stone	826	76	S/ 18	S/ 1 368
Falda mini	55	5	S/ 9	S/ 45
Pantalones A- 20	271	34	S/ 23	S/ 782
Faldas escolares cuadros	297	47	S/ 22	S/ 1 034
Pantalón dril	511	32	S/ 23	S/ 736
Falda juvenil	481	59	S/ 11	S/ 649
Pantalones denny	820	82	S/ 23	S/ 1 886
Faldas escolares	1178	42	S/ 13	S/ 546
Faldas	560	90	S/ 15	S/ 1 350
Pantalones mezclin	2531	190	S/ 19	S/ 3 610
TOTAL	7880	700		S/ 13 413

Fuente: Pamela & Judith

De la tabla 2 se puede observar que en los 6 meses de registro se obtuvo 700 prendas en inventario que equivale a un valor económico de S/. 13 413, este valor representa pérdidas económicas para la empresa ya que debido a que la cantidad es grande, es difícil de poder venderlas todas en el mercado para recuperar lo invertido y mientras siga en almacén aumentará su costo.

La empresa también presenta todos los meses una cantidad de productos devueltos, los cuales algunos son fallas que pueden ser solucionadas como la falta de botones, falta de cierres o prendas mal cocidas. Sin embargo, al tener productos en stock la empresa no corrige estas fallas dejando estas devoluciones en el almacén, los cuales también inciden en los costos.

La empresa también registró productos que ya no pueden ser vendidos por ser modelos antiguos, se contabilizaron 1381 de estas prendas en el almacén las cuales están ahí desde

por lo menos 3 años de antigüedad que es información dada por el dueño de la empresa, la cantidad de prendas registradas se observan en la tabla 3.

Tabla 3 Costos de sobre producción de prendas obsoletas registradas en marzo de 2018

Producto	Costo por unidad	Cantidad	Costo de sobre producción
Faldas lanilla	13	78	S/ 1 014
Pantalones lanilla	16	106	S/ 1 696
Conjuntos (saco y pantalón)	31	99	S/ 3 069
pantalones A	16	109	S/ 1 744
Blusas	14	117	S/ 1 638
Pantalones B	16	135	S/ 2 160
Faldas A	13	125	S/ 1 625
Pantalones C	15	96	S/ 1 440
Falda B	12	86	S/ 1 032
Pantalones D	15	95	S/ 1 425
Pantalones E	14	135	S/ 1 890
Faldas C	14	105	S/ 1 470
Saco	20	95	S/ 1 900
TOTAL		1381	S/ 22 103

Fuente: Pamela & Judith

De la tabla 3 se observa que las 1381 prendas obsoletas almacenadas equivalen a un valor económico de S/. 22 103, este valor representa pérdida neta para la empresa debido a que en el mercado ya no se demanda de esas prendas.

a. Descripción del Producto

Debido a la gran variedad de productos con el que trabaja la empresa en mención y a la variación de la demanda de los mismos de acuerdo a la temporada del mercado, se optó por realizar una clasificación ABC de los productos, en la tabla 4 se muestra la clasificación que se realizó en base a las ventas registradas en el 2017, cabe mencionar que esta información se obtuvo gracias al registro que se lleva en el local de ventas del dueño de la empresa.

De la clasificación ABC se obtuvo que los pantalones mezclin es el primer producto de la categoría A y por ende el más demandado, sin importar la fecha o temporada en la que se

encuentre el año, y por ello es el que más ingresos genera a la empresa. Este es un modelo estándar el cual varía usualmente en el color, este modelo de pantalón es el más demandado por los minoristas del mercado modelo dedicados a la venta de prendas de vestir de mujer.

Tabla 4 Clasificación ABC de los productos en base a las ventas anuales 2017

Producto	Ventas (und)	Ventas (S/)	Clasificación
Pantalones mezclin	2341	S/ 56 184,00	32%
Faldas escolares	1136	S/ 26 128,00	16%
Pantalones stone	750	S/ 18 750,00	10%
Pantalones denny	738	S/ 21 402,00	10%
Pantalón dril	479	S/ 14 370,00	7%
Faldas	470	S/ 10 340,00	7%
Falda juvenil	422	S/ 8 440,00	6%
Faldas cuadros	250	S/ 5 500,00	3%
Pantalones A- 20	237	S/ 5 688,00	3%
Sacos	178	S/ 8 900,00	2%
Pantalones cachito	83	S/ 2 075,00	1%
Falda mini	50	S/ 1 000,00	1%
Chalecos	46	S/ 1 150,00	1%
TOTAL	7 180	S/ 179 927,00	100%

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

De la tabla 4 se muestra que efectivamente el pantalón mezclin es el que más se vende anualmente, representando el 32% de todas las ventas que realizó la empresa en el 2017, después del pantalón mezclin son las faldas escolares las que tienen un porcentaje de ventas anuales más alto a los demás, con un 16% del total de las ventas del 2017, pero cabe mencionar que las faldas escolares es un producto por temporada por lo que no se tomará en el estudio. Se considerará solo el producto que genera mayores ventas anuales que corresponde al pantalón mezclin.

A continuación, en la tabla 5 se muestra la ficha técnica del pantalón mezclin, el cual como ya se mencionó anteriormente es un modelo estándar, es decir es un mismo modelo y su única variante es el color como, por ejemplo: color marrón, beige, negro, etc.

Tabla 5 Ficha técnica del pantalón mezclin

Nombre del diseño	Pantalón mezclin						
							
Características							
Material	Tela mezclin						
Basta	3 cm						
Pasadores	6						
Talla	Estándar						
Peso	500 g						
Color	Marrón	Hueso	Beige	Azul noche	Negro	Morado	Verde petróleo

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

b. Desperdicios

Los únicos desechos que genera la empresa son los pequeños cortes de hilos que sobran y los pedazos de telas que se generan en las diferentes etapas del proceso, estos restos de telas e hilos son metidos a sacos de 10 kg los cuales son vendidos generando ingresos a la empresa.

c. Desechos

Los desperdicios generados por la empresa se dan en el área de cortado, donde se hacen los moldes, también se obtienen en el área de confección, donde se unen estas piezas, y en el área de empaclado, los desperdicios generados en estas áreas se pueden observar en la tabla 6.

Tabla 6 Desperdicios en la empresa Confecciones Pamela & Judith

Desperdicio	Descripción
Moldes viejos	Se dan en el proceso de corte de la telas de tanto repasar sobre el molde se termina malogrando.
Agujas	Las agujas por su antigüedad y su continua fricción con las telas se desgastan.
Bolsas	Las bolsas muchas veces se rompen o vienen dañadas.
Botones	Los botones se rompen o vienen fallados.

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

1.1.3. Recursos del Proceso

Materiales

La materia prima (piezas de tela) que se utiliza para la confección de la ropa de alta costura (pantalones, faldas, blusas, chalecos, entre otros), son adquiridas por pedidos a Lima, el propietario en algunas ocasiones tiene que viajar para realizar dicha compra, lo que demora en el envío de la tela de tres a cuatro días desde Lima. Los materiales e insumos que se utilizan son los siguientes.

Tabla 7 Materiales e insumos para la elaboración del pantalón mezclin

Materiales		Unidades	Costo (S/)
Materia Prima (material directo)	Tela – Mezclin (color entero)	Pieza de 40 m.	260,00
	Tela – Mezclin (a cuadros o a rayas)	Pieza de 40 m.	280,00
	Botones	100 unid	20,00
	Hilos	25 rollos	80,00
Material indirecto	Etiquetas	Millar	25,00
	Empaques	Millar	30,00

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

Insumos

Los insumos utilizados en el proceso de producción de la empresa Pamela & Judith son los que se describen a continuación:


1. Maquinaria

La empresa actualmente cuenta con 8 máquinas de coser, de las cuales 4 son remalladoras y una plancha de vapor para planchar la ropa, a continuación, se describen en las siguientes fichas técnicas.

- **Máquina Remalladora**

Se cuenta con 4 máquinas remalladoras de modelo 8706, que se describen a continuación en la siguiente ficha técnica.


Tabla 8 Ficha técnica de Máquina Remalladora.

Características	Remalladora Modelo 8706	
Numero de hilos		
Brazo libre para prendas tubulares	Si	
Enhebrado codificado por colores	Si	
Longitud de puntada variable	1-5mm	
Transporte diferencial para ondulado	0,5 – 2,2	
Dispositivo para librar tensión y facilitar el enhebrado	Si	
Potencia de motor	90w	
Potencia de lámpara	15w	
Velocidad máxima	1000ppm	
Pedal eléctrico	Si	
Aguja sistema	Elx705	
Casquillos de Bronce para mayor duración	Si	

- **Máquina de coser**

Existen 4 máquinas de coser electrónicas, como se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 9 Ficha técnica de Máquina de Coser

Características generales:	Máquina Alfa 674
Máquina de coser de Alto rendimiento	
Lanzadera horizontal para cambio rápido y sencillo.	
Devanador de canilla automático.	
7 filas de dientes de arrastre para mejorar el transporte.	
Enmangue sencillo para cambio de prensatelas.	
Pedal con 2 velocidades.	
Bajada de dientes de arrastre.	
Selector de tensión de hilo y selector de presión de prensatelas.	
Máxima comodidad a la hora de su uso	
Doble altura de prensatelas.	
Luz led de alta claridad y duración.	
Cortador de hilo	
19 programas (10 super automáticos - 8 automáticos incluyendo 2 festones - 1 ojal)	
Características técnicas:	
Lanzadera Horizontal	
Longitud de puntada 4mm	
Ancho de zig/zag 6.5mm	
Velocidad ppm 860	
Peso 7.9kg	
Largo x alto x ancho 405 x 285 x 178	
Accesorios que incluye:	
Cortador ojales	
Pie prens. puntada invisible	
3 canillas	
Pie prens. sobrehilado	
2 Pie prens. cordoncillo	
Pie prens. ojales automáticos	
Pie prens. puntada recta	
Pie prens. ojales ilimitados	
Puntadas:	
8 puntadas automáticas	
10 puntadas superautomáticas	
1 ojal	

- **Plancha a vapor**

Tabla 10 Ficha técnica de plancha a vapor

Características	Plancha a Vapor
Caudal de vapor	
Tanque indicador de nivel de agua	
Cable multidireccional	
Luz piloto	
220v – 240v	
50-60 Hz/ 1100W	

Mano de Obra

Las personas que laboran en la empresa Confecciones Pamela & Judith tienen conocimientos básicos en corte y confección, con capacidad de aprendizaje en la operación que se les asigne. Las jornadas de trabajo son según ley, las cuales son 8 horas de trabajo que son de lunes a sábado, en el caso que se tenga un gran pedido se les paga horas extras. La empresa cuenta con 5 trabajadores en el área de producción y el gerente que también hace labores de diseño y corte, dichos empleados son hijos. Pero en temporada alta contratan a 2 trabajadores más

Tabla 11 Colaboradores de la Empresa Confecciones Pamela & Judith

Cargo	Cantidad	Tiempo de servicio	Grado académico
Habilitador	1	2 años	Primaria completa
Cortadora	2	7 años	Secundaria completa
Costurera	3	7 años	Secundaria completa
Remalladora	1	5 años	Secundaria completa
Total	7		

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

1.1.4. Descripción del Proceso

En el proceso productivo de la empresa para realizar los pantalones mezclin Se empieza con la recepción de la tela que se ordena en el almacén hasta ser usada para luego empezar con el proceso inicial.

1. **Molde y Corte:** Para esta actividad se requieren de 2 operarios, los cuales sacan la materia prima del almacén, cabe mencionar que los materiales del almacén se encuentran en completo desorden y sin inventario para saber si existe o no el material que se requiere para el proceso, además debido a ello existen materiales nuevos como los rollos de tela los cuales se adquieren a pesar que se tienen aún rollos ya empezados en existencia, esta situación provoca pérdidas de tiempo buscando materia prima adecuada,.

Una vez obtenido el material se procede a llevarlo a la mesa de corte, en donde primero se extiende la tela con ayuda de los dos operarios y luego uno va dibujando el molde y el otro va cortando.

Los cortes obtenidos exceden de los que en realidad requieren y es por ello que se genera stock en proceso que se puede evidenciar en la figura 2.



Figura 2 Stock de producto en proceso



Figura 3 Almacén de materia prima en desorden

De la figura 3 se observa el desorden que existe en el almacén de materia prima, las telas ya extendidas están sobre puestas una sobre otra sin un orden específico, además debido a que se desconoce la cantidad de materia prima que está aún en almacén se realizan nuevos pedidos de materiales, los cuales generan sobre stock de materiales y por ende hace que sus costos aumenten. Es aquí donde se genera el primer problema principal de la investigación, el cual será descrito en el punto 3.3.4.

- 2 Habilitación y planchado:** En esta operación, un operario se encarga de realizar el traslado de los cortes hacia el área de costura que se encuentra en el segundo piso, esta persona se encarga de dar a cada operario las piezas que serán remalladas y/o cosidas previamente realiza el planchado de las mismas.
- 3 Costura 1:** Uno de los operarios se encarga de coser las piezas delanteras y traseras de lo que será el producto final (pantalón).
- 4 Costura 2:** En esta actividad, un operario se encarga de coser las pretinas y los pasadores en la pieza final.
- 5 Remalle:** Un operario se encarga de unir los productos de las actividades de costura 1 y 2, además de realizar el remallado propiamente dicho, la cual tiene como finalidad asegurar la costura previamente hecha y también sirve para darle firmeza a las piezas unidas.

6 Adición de accesorios y embolsado: Esta actividad está a cargo de un operario, consiste en la costura del cierre y botones en el producto de las actividades anteriores, el mismo operario se encarga también del doblado y embolsado del producto final para ser llevado al almacén de PT.

Cabe mencionar que debido a la falta de control en la producción se obtienen grandes volúmenes de producto final que se quedan en el almacén generando sobre stock de producto terminado (figura 4) originándose el segundo problema principal de la investigación, que al igual que el anterior será descrito en el punto 3.3.4.



Figura 4 Almacén de PT - Sobre stock de PT

Después de describir el proceso productivo con el que trabaja la empresa, a continuación, se muestran los tiempos de duración de cada actividad. Cabe mencionar que los tiempos considerados en la tabla 12 es el resultado del promedio de las 5 mediciones realizadas (ver anexo 1), de acuerdo a la tabla de estudio de tiempos de General Electric.

La suma total de tiempos no incluye el tiempo de la actividad 15 debido a que se realiza en paralelo con la actividad 17 y solo se considera el tiempo mayor.

Tabla 12 Tiempo de producción del pantalón mezclin

	Descripción del Elemento	Tiempo promedio (s)
1	Extender tela	323,6
2	Fijado del molde delantero	35,6
3	Fijado del molde trasero	33,2
4	Fijado del molde de pasadores	30
5	Fijado del molde de pretina	30,8
6	Recorte de la pieza delantera	78,6
7	Recorte del pieza trasera	78,6
8	Recorte de los pasadores	60,8
9	Recorte del de pretina	69,4
10	Traslado de las piezas	13
11	Planchado de pieza trasera	11
12	Planchado de pieza delantera	11,2
13	Planchado de pretina	9
14	Traslado de pieza delantera y trasera a costura	3,2
15	Costura de pieza delantera y trasera	213,6
16	Traslado de pretina y pasadores a costura	3,6
17	Costura de pretina y pasadores	121,6
18	Traslado para la unión de la pretina con la parte inferior	4,6
19	Costura de pretina con parte inferior	144,2
20	Remallado	197
21	Traslado a costura de accesorios	3,6
22	Costura del ojal	66
23	Costura de botón y cierre	146,4
24	Doblado	5,4
25	Embolsado	10,6
26	Traslado a almacén	15
	TOTAL	1 598

Fuente: Pamela & Judith

1.1.5. Análisis del proceso

✓ Diagrama de flujo

Muestra las actividades secuenciales del proceso en forma de operaciones con sus ingresos y salidas en cada uno de ellos.

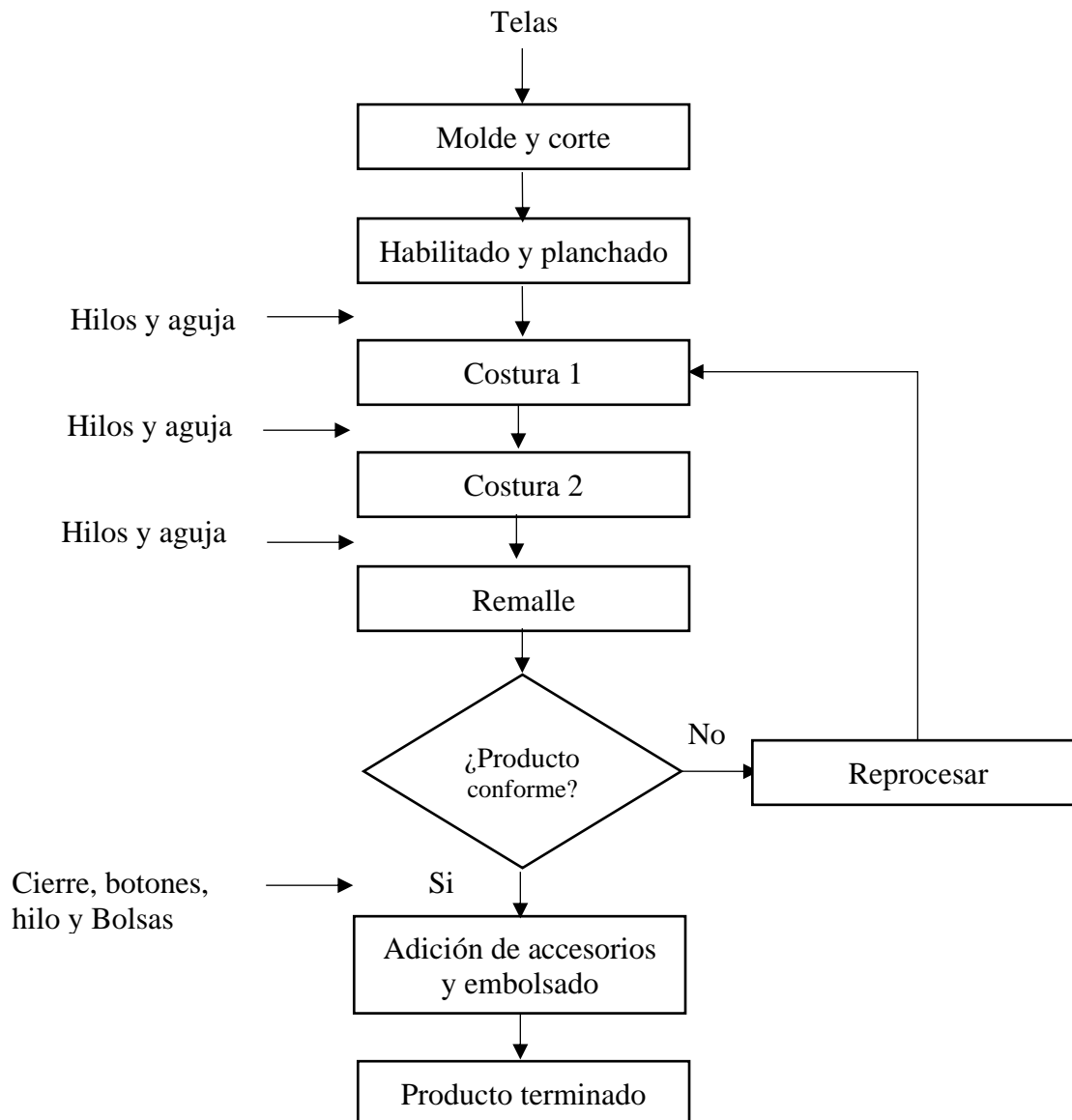
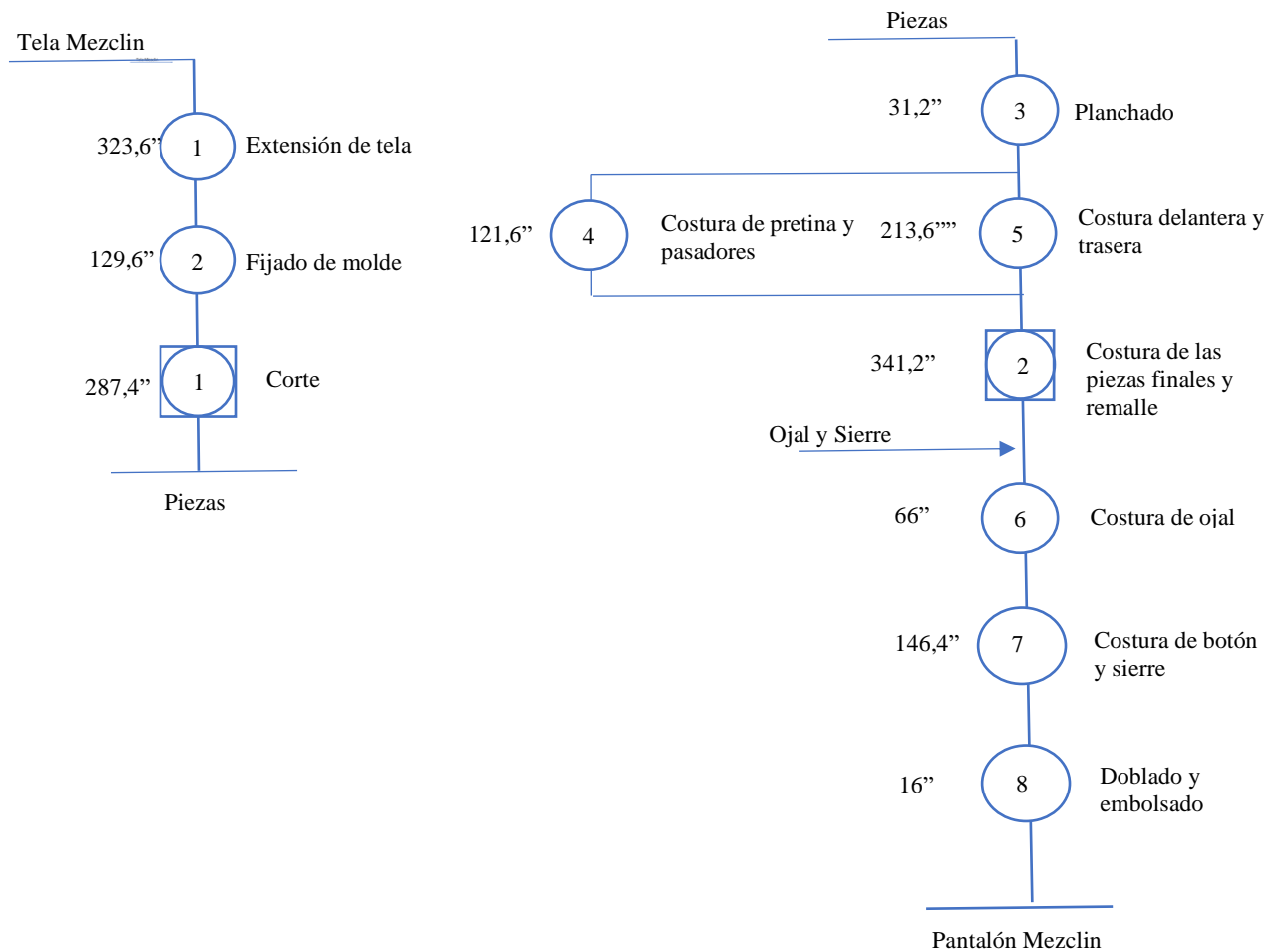


Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de confección del pantalón Mezclin

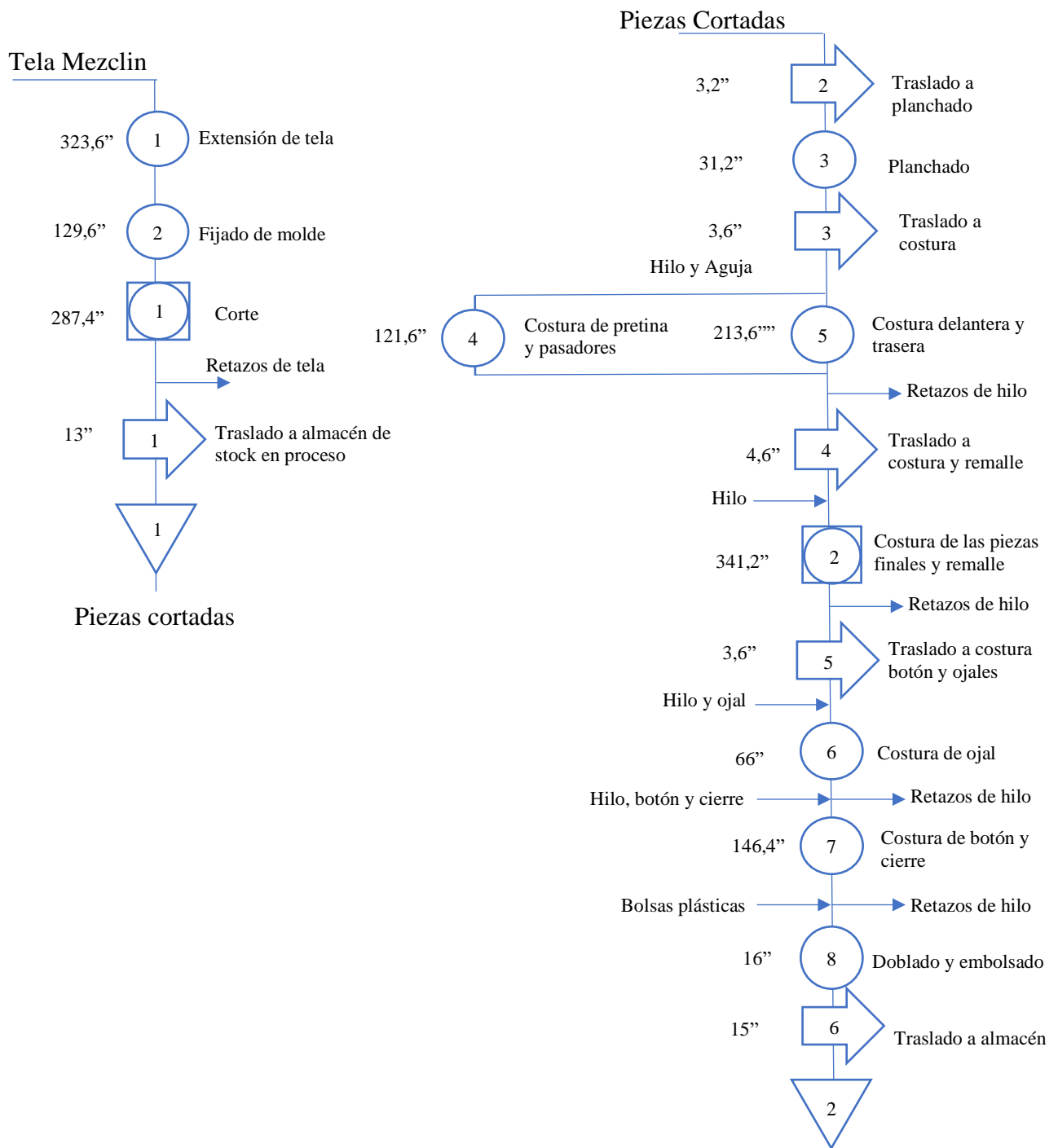
✓ **Diagrama de operaciones del proceso (DOP)**



RESUMEN DE ACTIVIDADES		
Tipo	Cantidad	Tiempo
Operación	8	926,4''
Combinado	2	628,6''
Total	10	1555''

Figura 6 Diagrama de operaciones para la confección del pantalón Mezclin

✓ **Diagrama de Análisis de procesos (DAP)**



RESUMEN DE ACTIVIDADES		
Tipo	Cantidad	Tiempo
Operación	8	926,4"
Combinado	2	628,6"
Almacén	2	
Traslado	6	43"
Total	18	1598"

Figura 7 Diagrama de análisis del proceso

✓ **Cursograma analítico del proceso.**

El cursograma analítico del proceso productivo se realizó con la finalidad de determinar el porcentaje de actividades productivas e improductivas que se realizan en la empresa.

En la figura 8 se muestra el cursograma realizado para el pantalón mezclin.













Producto	Pantalón de vestir Mezclin			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)	
Actividad	Elaboración de pantalón			Operación		15	926,4"		
Método	Actual – manual			Transporte		6	43"		
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén					
Diagnostica do por	Juarez Elias Piero Katsuo	Fecha	24/09/18	Inspección		0	-		
				Espera		0	-		
Aprobado por	Ing. Castro Vanessa	Fecha	03/10/18	Combinado		5	628,6"		
				TOTAL		26	1598"		
Nº	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN- CIA (m)	TIEMP O (s)	SÍMBOLO					
									
1	Extender tela	-	323,6	X					
2	Fijado del molde delantero		35,6	X					
3	Fijado del molde trasero	-	33,2	X					
4	Fijado de la pretina	-	30	X					
5	Fijado de los pasadores	-	30,8	X					
6	Recorte de pieza delantera	-	78,6					X	
7	Recorte de pieza trasera	-	78,6					X	
8	Recorte de pretina	-	60,8					X	
9	Recorte de pasadores	-	69,4					X	
10	Traslado de las piezas	5	13		X				
11	Planchado de pieza delantera	-	11	X					
12	Planchado de pieza trasera	-	11,2	X					
13	Planchado de pretina	-	9	X					
14	Traslado de pieza delantera y trasera a costura	1,4	3,2		X				
15	Costura de pieza delantera y trasera	-	213,6	X					
16	Traslado de pretina y pasadores a costura	1,4	3,6		X				
17	Costura de pretina y pasadores	-	121,6	X					
18	Traslado de piezas finales	-1,4	4,6		X				
19	Costura de parte inferior y superior	-	144,2					X	
20	remallado	-	197	X					
21	Costura de ojal	-	66	X					
22	Traslado a costura de accesorios		3,6		x				
23	Costura de botón y cierre	-	146,4	X					
24	Doblado		5,4	X					
25	Embolsado	-	10,6	X					
26	Traslado Almacén	-			X				

Figura 8 Cursograma Analítico del Proceso

Actividades Productivas

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de actividades productivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

Las actividades productivas consideradas son operaciones (15) y combinadas (5).

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{15 + 5}{26} \times 100 = 76,93\%$$

Actividades Improductivas

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de act. improductivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

Las actividades improductivas consideradas son los transportes (6).

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{6}{26} \times 100 = 23,07\%$$

El 76,93% de las actividades que se realizan en la producción de los pantalones mezclin son actividades productivas 15 son operaciones y las otras 5 son operaciones combinadas, es decir aquellas actividades que le generan un valor agregado al producto y por ello hacen que la empresa perciba beneficio económico. Mientras que el 23,07% de las actividades son improductivas se refieren a los transportes, aquellas que no son necesarias y en las que se está invirtiendo recursos irrecuperables en el precio de venta como el tiempo y dinero.

✓ **Mapa de flujo de Valor (VSM)**

El Mapa de Flujo de Valor actual sirvió para un análisis general del proceso productivo actual de la empresa, donde, en primer lugar, muestra los indicadores de Tiempo de Valor Agregado VA, Tiempo de Valor No Agregado (NVA) y los Inventarios en Proceso (WIP).

El lote de producción inicial se consideró del promedio de las prendas producidas mensualmente en el periodo de 6 meses, la producción mensual del mismo periodo se puede ver en la tabla 21. El tiempo disponible se calculó considerando las 8 horas de trabajo al día que actualmente realizan, como paradas programadas se consideró al tiempo de almuerzo que tienen las operarias, equivalente a 1 hora al día y los tiempos de operación es el resultado de la diferencia de los dos tiempos mencionados anteriormente, en la siguiente tabla se muestran los tiempos y el lote de producción:

Tabla 13 Tiempos de producción

Lote de producción	421	unid
T. disponible	480	min
Paradas programadas	60	min
T. operación	420	min

Para esto se tienen los siguientes lotes de transferencia para cada operación, como se muestra en la tabla 14, cabe mencionar que esos datos se calcularon con la fórmula de WIP o inventario en proceso de acuerdo a la metodología de Value Stream Mapping - VSM:

$$WIP = Q \left[1 - \frac{1}{C_M} \left(C_1 - \frac{1}{n} \sum_1^N C_i \right) \right]$$

Donde:

Q= Lote de producción

C_M= Ciclo máximo, la operación condicionante

n= Cantidad de lotes de transferencia

N= Número de operaciones del proceso

C₁= Tiempo de ciclo de la primera operación

C_i= Tiempo de ciclo por unidad del producto.

Tabla 14. Lotes de transferencia en cada operación

N° OP	Operación	Lote de transferencia (unid)
OP1	Extensión	421
OP2	Figado	421
OP3	Corte	23
OP4	Planchado	62
OP5	Costura 1 y 2	37
OP6	Remallado	55
OP7	Costura y almacenado	13

El cálculo del inventario en proceso (WIP) y del tiempo de no valor agregado (NVA) se muestra en las tablas 15 y 16.

Tabla 15 WIP del proceso

Indicador	Cantidad (unid)
WIP 1	421
WIP 2	23
WIP 3	62
WIP 4	37
WIP 5	55
WIP 6	13*

*Para el cálculo del WIP después de la actividad cuello de botella se utiliza un factor de utilización.

SUMA	25,917 min
SUM. ACM.	119,03 min
%U=	0,218

El WIP o inventario en proceso es la cantidad de producto en proceso que se encuentra en espera entre cada operación del proceso productivo. De acuerdo a la tabla 15, existen grandes cantidades de WIP entre cada actividad del proceso, lo que refleja baja eficiencia del proceso.

Tabla 16 NVA del proceso productivo

Indicador	Cantidad	Unidad
NVA 1	5,4	días
NVA 2	2,16	días
NVA 3	0,262	días
NVA 4	0,075	días
NVA 5	0,31	días
NVA 6	0,73	días
NVA 7	0,10	días
NVA 8	10,8	días

El NVA o tiempo de valor no agregado del proceso muestra el tiempo teórico que se invierte en el proceso y en el cual la materia prima en proceso no sufre transformación alguna y por ende el cliente no está dispuesto a pagar.

Los valores totales de WIP y NVA se muestran en el siguiente cuadro resumen:

TOTAL WIP	802	unid
TOTAL NVA	10,8	días

La producción diaria actual se halla mediante la relación entre el tiempo de operación y el tiempo de la actividad de mayor duración (cuello de botella):

$$\textit{Producción diaria} = \frac{420}{5,68} = 73,9 \approx 74$$

Los indicadores actuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17. Indicadores del proceso productivo

Lead Time	25,9	min
Takt time	5,67	min/unid
Ciclo Real	5,18	min/unid
Ciclo Max	5,67	min/unid

Ahora se procede a diagramar el mapa de flujo de valor y se muestra en la figura 9.

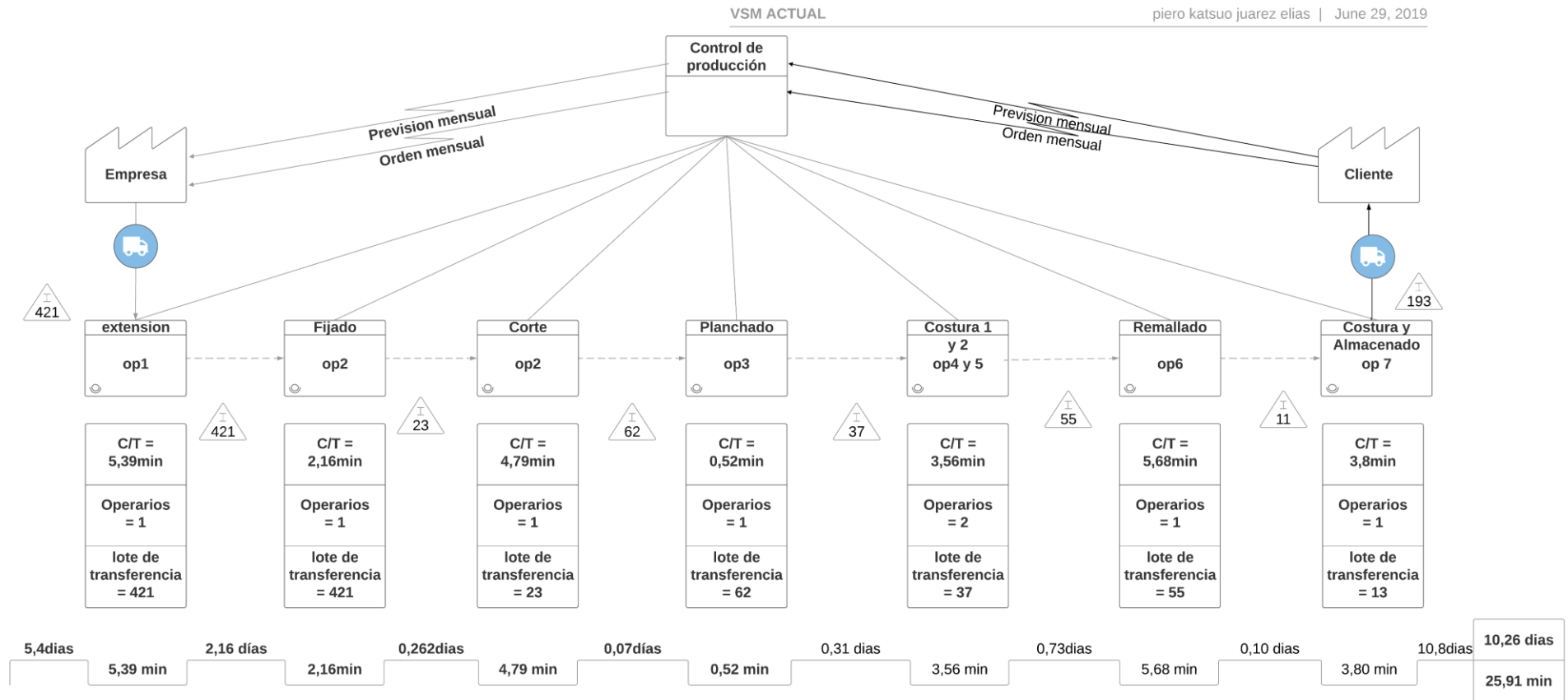


Figura 9 Mapa de Flujo de Valor actual

✓ **Diagrama de recorrido**

El diagrama de recorrido muestra la trayectoria actual que sigue el producto, desde la materia prima hasta el producto terminado.

En la figura 9 se puede evidenciar que el proceso está dividido en los dos pisos del inmueble y que el almacén de materia prima se encuentra dentro del área familiar y alejado de las demás áreas de producción, caso que afecta directamente en la eficiencia del proceso ya que existen traslados innecesarios y cruces con las personas que habitan la casa y que son totalmente extrañas al proceso productivo.

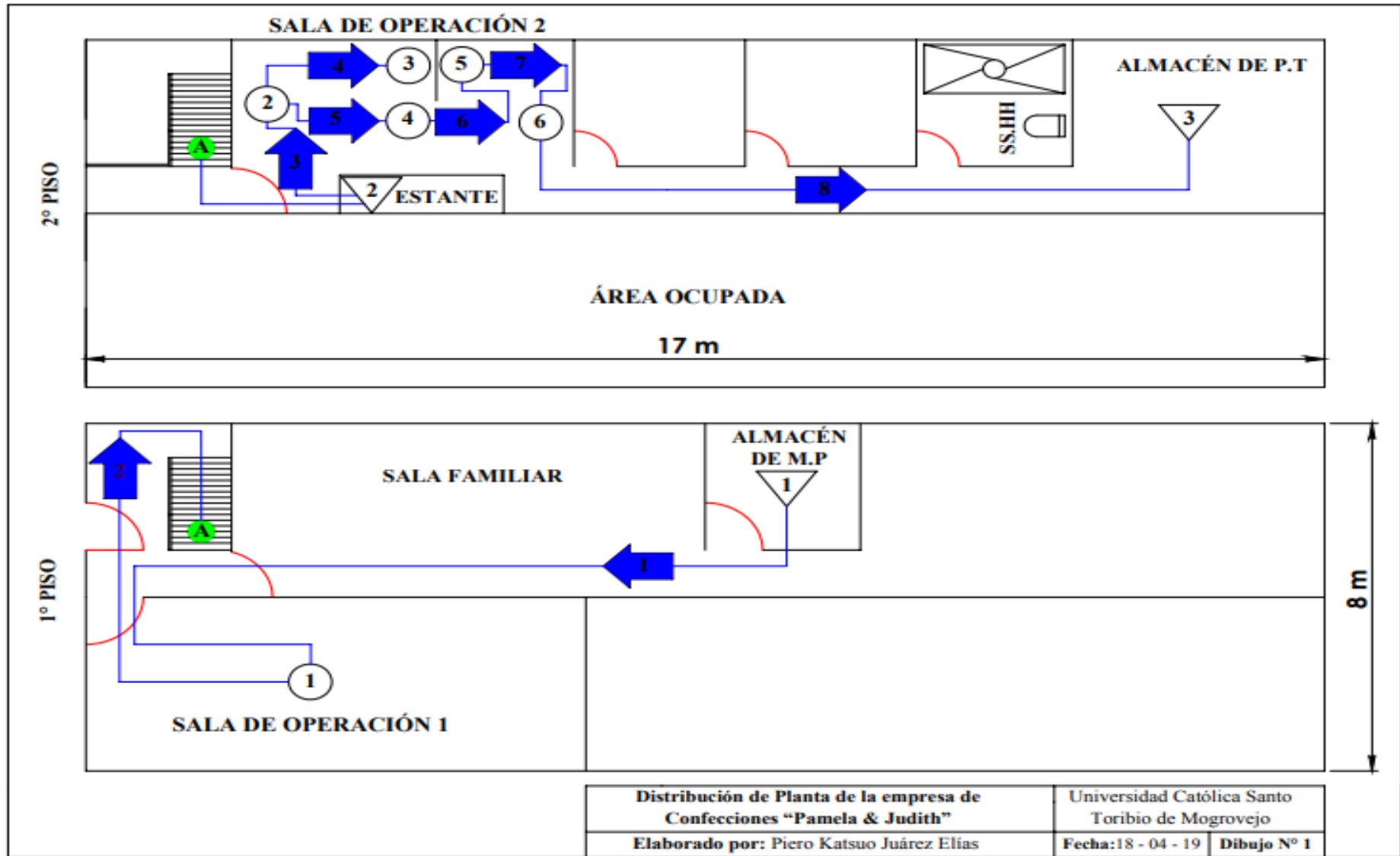


Figura 10 Diagrama de recorrido actual

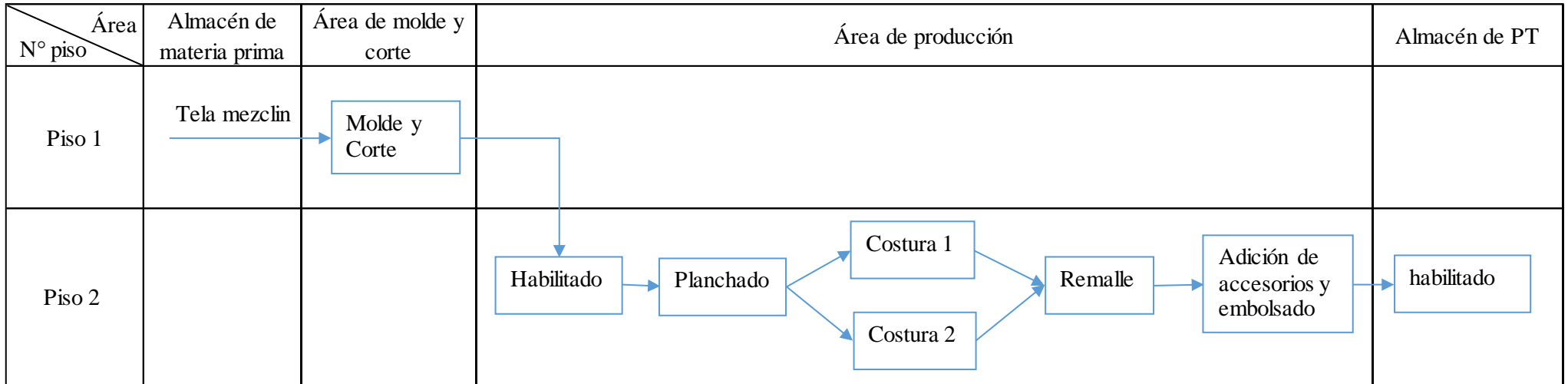


Figura 11 Diagrama de flujo por área y piso

1.1.6. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso

1. Producción

Se determinó la producción diaria de los pantalones mezclin considerando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Producción} = \frac{\mathbf{tiempo\ base}}{\mathbf{ciclo}}$$

Donde el tiempo base es de 8 horas que equivale a una jornada de trabajo al día y el ciclo es el tiempo de proceso calculado en el punto anterior.

$$\mathbf{Producción} = \frac{8h/d * 60\ min/h * 60s/min}{\frac{1\ 598\ s}{\mathbf{unidad}}}$$

$$\mathbf{Producción} = 18,02 \equiv 18\ \mathbf{unidades\ al\ día}$$

2. Sobre producción

El cálculo de este indicador se realizó con los datos del ingreso por ventas registradas en el 2017 (ver tabla 2, clasificación ABC) y la cantidad económica de producto en inventario que corresponden a la sobre producción (ver tabla 5 y 6).

$$\% \mathbf{de\ sobre\ producción} = \frac{\mathbf{Valor\ económico\ de\ sobre\ producción}}{\mathbf{Ingreso\ por\ ventas\ en\ el\ 2017}}$$

$$\% \mathbf{de\ sobre\ producción} = \frac{S/35\ 516}{S/179\ 927}$$

$$\% \mathbf{de\ sobre\ producción} = 19,73\%$$

Este indicador quiere decir que el valor económico de las existencias en inventario por sobre producción representa el 19,73% de las ventas registradas en el año 2017. Es decir, alrededor del 20% de los ingresos por ventas obtenidos en el 2017 equivalen a ingresos no percibidos para la empresa por tener demasiadas existencias como producto

terminado, pudiendo haber aprovechado la inversión que se utilizó en esos productos para otros fines lucrativos.

3. Productividad

La productividad se calculó en base a las unidades producidas por hora, para lo cual se tomó el tiempo de ciclo.

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Unidades producidas}}{\textit{Tiempo requerido}}$$

$$\textit{Productividad pantalon mezclin} = \frac{1 \textit{ pantalón}}{0,429 \textit{ h}} = 2,33 \%$$

4. Productividad de materia prima

Cada rollo de 1,60m x 40m pesa 12 kg y considerando la producción de 25 unidades por rollo, el indicador de productividad de materia prima nos dice que por cada kilogramo de rollo de materia prima que entra al proceso se producen 2 pantalones mezclin.

$$\textit{Productividad de MP} = \frac{34 \textit{ Pantalones}}{12 \textit{ kg}}$$

$$\textit{Productividadde MP} = 2,83 \textit{ pantalones/Kg}$$

5. Eficiencia Física

Para la elaboración del pantalón mezclin se usa 1 rollo de tela mezclin de 40 metros de largo y 1,60 de ancho dando un área tela de 64 m², de esa cantidad se producen 34 pantalones mezclin, este dato se obtuvo midiendo el área que ocupan todos los moldes de las piezas necesarias para la producción de 1 pantalón y dividiendo el área total del rollo entre el área de las piezas para 1 pantalón (1,85 m²).

Tabla 18 Eficiencia física

Producto	Entrada de materia prima en m²	Salida de materia prima en m²	Eficiencia física
Pantalón Mezclin	64 m ²	62,9 m ²	98 %

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

Cabe mencionar que la pérdida de material del 2% que existe en el proceso, es vendido como retazos.

6. Eficiencia económica

El costo de producir un pantalón mezclin es de 19 soles de acuerdo al costeo que se realizó y el cual se muestra en la tabla 19. Este pantalón es vendido al precio de 24 soles lo que indica, de acuerdo a la tabla 20, que por cada sol que se invierte en este pantalón se gana 79 céntimos.

Tabla 19 Costo unitario por pantalón

Material	Costo Total	Unidad	Costo unitario
Tela Mezclin	260	Soles / Rollo	7,65 soles / pantalón
Botones	20	Soles / Ciento	0,2 soles / pantalón
Hilo	3,2	Soles / Rollo	0,21 soles / pantalón
Cierre	0,4	Soles / unidad (10cm)	0,4 soles / pantalón
Mano de Obra	0,61	Soles / operario	10 soles / pantalón
Energía	0,61	Soles / pantalón	0,61 soles / pantalón
TOTAL			19 soles Pantalón

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

Tabla 20 Eficiencia Económica

Producto	Costo de producción	Precio de ventas	Eficiencia económica
Pantalón Mezclin	19 soles	24 soles	1,79

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

7. Utilización de la planta

Teniendo en cuenta el registro histórico de producción de la empresa sobre los pantalones mezclin podemos hallar la utilización de la planta con los datos de capacidad proyectada y su capacidad real, los datos se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 21 producción del pantalón mezclin

Año	Mes	pantalones mezclin
2017	Octubre	557
	Noviembre	394
	Diciembre	324
2018	Enero	446
	Febrero	467
	Marzo	343
Total		2 531

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

Tabla 22 capacidad de la empresa

Capacidad	
Real	421 pantalones/mes
Diseñada	557 pantalones/mes

Fuente: Confecciones Pamela & Judith

$$Utilización\ de\ planta = \frac{421}{557} \times 100 = 75,58\%$$

El dato calculado quiere decir que del 100% de la capacidad de diseño de la planta, solo se está utilizando el 75,58%, existiendo una capacidad ociosa de 24,42%

8. Cuello de botella

Para determinar el cuello de botella del proceso se tomó los tiempos de cada actividad realizada en la producción del pantalón mezclin. El número de muestras necesarias para obtener un valor representativo fue de 5 muestras las cuales se pueden observar en el anexo 1, este valor se obtuvo de la tabla de General Electric (anexo 2) el cual permite determinar el número de muestras necesarias de acuerdo al tiempo del proceso completo.

En la tabla 12 se observa que el cuello de botella del proceso se encuentra en la actividad n° 1 que corresponde a la extensión de tela con un tiempo de 323,6 segundos.

9. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo para el proceso de producción del pantalón mezclin está dado por la suma de todos los tiempos de cada actividad. De la tabla 12 se muestra que el tiempo de ciclo es de 1 598 segundos.

Resumen de indicadores

Los indicadores hallados en el diagnóstico de la empresa nos muestran el estado actual de la misma. En la siguiente tabla se dará el resumen y la interpretación de los indicadores.

Tabla 23 Resumen de indicadores

Nombre del indicador	Valor	Interpretación
Actividades improductivas	23,07%	Existe un porcentaje de 23,07% de actividades improductivas en el proceso, es decir, aquellas que no generan valor agregado.
Sobre producción	19,73%	El valor económico de sobre producción registrado hasta marzo del 2018 representa el 19,73% del ingreso por ventas registrado en el 2017, representando pérdidas económicas para la empresa.
Eficiencia física	98%	De la tela usada en la fabricación de los pantalones, se aprovecha el 98%, es decir, se pierde un 2% de material durante el proceso.
Eficiencia Económica	1,79	Se interpreta que por cada sol invertido se recupera 79 céntimos.
Productividad de materia prima	2,83	Por cada kilogramo de M.P ingresante se producen 2 pantalones aproximadamente.
Utilización de planta	75,58%	De la capacidad diseñada de la empresa solo se usa el 75,58 %, es decir, existe una capacidad ociosa de 24,42%.
Cuello de botella	323,6 s	La actividad más lenta de todo el proceso es la extensión de tela con un tiempo de 323,6 segundos, esta actividad es la que marca el ritmo de producción.
Tiempo de ciclo	1 598 s	El tiempo total de producción para un pantalón mezclin es de 1 598 segundos.
Producción	18 unid/día	La empresa está en capacidad de producir 18 unidades por jornada de trabajo de 8 horas al día.
Productividad	2,33%	Se producen 2,33 unidades por hora de trabajo.
WIP	802 unid	Existen 802 unidades como stock en proceso durante todo el proceso productivo.
NVA	10,8 días	Existe un tiempo de no valor agregado de 10,8 días en todo el proceso productivo.
Lead Time	25,9 min	El tiempo de espera necesario para el cumplimiento del proceso es de 25,9 minutos.
Takt time	5,67 min/unid	El ritmo de producción es de 5,67 minutos por unidad.
Ciclo Real	5,18 min/unid	El ritmo real de producción con el que está trabajando la empresa actualmente es de 5,18 minutos por unidad.
Ciclo Max	5,67 min/unid	El ritmo máximo con el que puede trabajar la producción es de 5,67 minutos por unidad. No se debe pasar este valor si es que se desea cumplir con la demanda.

2. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

2.1. Análisis y evaluación de la información del proceso

La empresa Pamela & Judith trabaja bajo la orden de pedidos de producción y además suele producir una cantidad extra por algún pedido que salga de improvisto con la finalidad de no desabastecer a sus clientes, pero con el tiempo, esto le ha generado una sobre producción con grandes volúmenes de prendas lo que le ha generado pérdidas económicas debido al sistema productivo con el que trabaja actualmente.

Actualmente la empresa registra un total de 700 productos en almacén que equivale a un valor monetario de S/. 13 413, cabe mencionar que estas prendas corresponden a un periodo de 6 meses (octubre – diciembre del 2017 y enero – marzo 2018) lo que quiere decir que son prendas nuevas, que el mercado aún lo demanda y por lo mismo puede recuperar su monto invertido. También se registró una cantidad de productos obsoletos almacenados, estos productos son los que tienen más incidencia económica debido a que la cantidad de productos es mayor y perdieron su valor en el mercado, en total se obtuvo 1381 prendas obsoletas con un monto económico de S/. 22 103.

La eficiencia física de la empresa es de 98% lo que quiere decir que existe una pérdida aproximadamente de 2% de materia prima en todo el proceso. Así mismo, la eficiencia económica es de 1,79; lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa gana 0.79 céntimos.

2.1.1. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas

De acuerdo al análisis y evaluación del proceso productivo, el principal problema de la empresa Pamela & Judith son las pérdidas económicas que han registrado durante el tiempo y que fueron evaluados en los últimos 6 meses. Estas pérdidas económicas se deben a que no cuentan con un adecuado orden y control de materiales, lo que ocasiona que en su almacén se tenga materia prima discontinuada y sobre stock de producto en proceso y producto terminado.

El problema de la materia prima discontinuada es que, en muchos casos, no sirve para el proceso productivo de nuevos productos, lo que significa que es un recurso existente que ya no será utilizado para generar valor. Por otro lado, el problema del sobre stock de

producto en proceso y producto terminado, es que, de no llevarse un control adecuado de estos productos, se pueden volver obsoletos y por lo mismo, pierde su valor en el mercado.

En la tabla 24 se muestra un resumen de los problemas del presente estudio, junto a las principales causas y posibles soluciones.

Tabla 24 problemas, causas y posibles soluciones

PROBLEMA	CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES
Materia prima descontinuada	Falta de control de almacenamiento de materia prima y desorden en el almacén.	<ul style="list-style-type: none"> • MRP • Tablas de control y registro de materiales
	No tener un proveedor determinado	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de proveedores
Sobre stock de producto en proceso	Falta de métodos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizar métodos y tiempos de trabajos
	Falta de control en la producción	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de flujo de valor

A continuación, se realizará la revisión bibliográfica que justifiquen la elección de las herramientas propuestas en las posibles soluciones a los problemas de la empresa Pamela & Judith presentados en la tabla 24.

De acuerdo a Muñoz [24], el sistema MRP es una herramienta que permite tener todos los componentes disponibles para el proceso productivo, sin necesidad de almacenar inventarios innecesarios de insumos. Es decir que, el MRP es una herramienta factible para dar solución al problema de la materia prima descontinuada en la empresa Pamela & Judith, que, junto con registros materiales ingresantes, permitirá llevar un adecuado control de las materias primas almacenadas.

Así mismo, según Abdul et. al [25], en su estudio “La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia” indica que, en otros estudios afirman que a finales de la década de los 80, en promedio, las compras de materiales de las empresas manufactureras representaban más del 70% del costo total de producción y que a partir de esos estudios, se destacó la importancia de utilizar métodos que respalden la selección de proveedores, puesto que dicho proceso tiene un alto impacto en el factor costo.

Por otro lado, Carvallo [7] en su investigación “Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación” aplica la metodología del Mapa de Flujo de Valor (VSM), para lo cual aplica previamente la estandarización de procesos y métodos de trabajo, todo con el objetivo de reducir el lead time, tiempo de ciclo, los inventarios en proceso y los movimientos innecesarios.

Así mismo, Arrieta [3], en su investigación “Diseño de una metodología que relaciona las técnicas de manufactura esbelta con la gestión de la innovación: una investigación en el sector de confecciones de Cartagena (Colombia)”, identificó como problemática la falta de documentación de los procesos, inadecuada o inexistente planeación y programación de la producción y de sus recursos, ante lo cual aplicó las herramientas como el Análisis de Valor Agregado o Mapa de flujo de valor (VSM) y las 5 “S”, para reducir los tiempos de producción y entrega de los productos y mejorar la organización y limpieza del área de trabajo.

2.1.2. Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación

PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍAS	TÉCNICAS/ HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
Pérdidas económicas	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de control de materia prima -Excesivo inventario de producto en proceso -Falta de ingeniería métodos -Falta de control de la producción 	Producción Esbelta	<ul style="list-style-type: none"> -Mapa de flujo de valor -Plan de requerimiento de materiales -Estandarización de tiempos -Pronóstico de la demanda 	Aplicación de un plan de requerimiento de materiales	Δ Rentabilidad = $((\text{rentabilidad 2} - \text{rentabilidad 1}) / (\text{rentabilidad 1})) * 100$
				Implementación de registros de control de materiales	Δ MP en inventario = $((\text{Costo de inventario 2} - \text{Costo de inventario 1}) / \text{costo de inventario 1}) * 100$
				Reducción del WIP	Δ WIP = $((\text{WIP 2} - \text{WIP 1}) / \text{WIP 1}) * 100$
				Reducción del stock de producto terminado	Δ stock = $((\text{productos en stock 2} - \text{productos en stock 1}) / \text{productos en stock 1}) * 100$
				Formación de células de trabajo y estandarización de tiempos.	Δ Tiempo de ciclo = $((\text{Ciclo 2} - \text{Ciclo 1}) / \text{Ciclo 1}) * 100$
				Producir solo para satisfacer la demanda	Δ Producción = $((\text{producción 2} - \text{producción 1}) / \text{producción 1}) * 100$ Producción = Demanda

Figura 12 Matriz de consistencia

2.1.3. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

Problema Principal 1:

Tal como se mencionó en la descripción del proceso productivo, en el almacén de materia prima de la empresa existen rollos de tela nuevos y a pesar de ello se vuelven a hacer pedidos por el desconocimiento de la existencia de estas telas dentro del almacén, en la figura 13 y 14 se puede observar como ya están los nuevos pedidos cuando aún tienen material para usar.



Figura 13 Materia prima recién adquirida

Fuente: Pamela & Judith

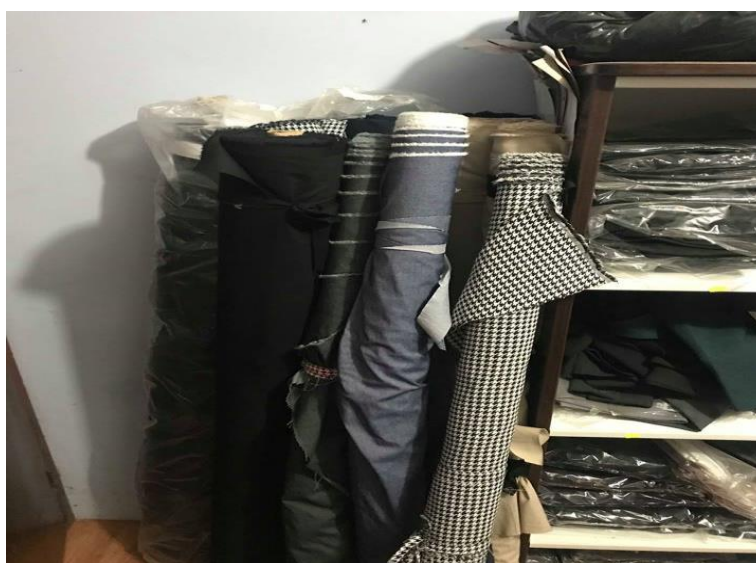


Figura 14 Materia prima descontinuada

Fuente: Pamela & Judith

Considerando lo dicho anteriormente sobre el problema de la materia prima, se elaboró un cuadro para ver los costos de materia prima existente en el almacén.

Tabla 25 costos de materia prima en almacén

Materiales	Unidad	Costo	Cantidad	Costo total
Tela – Mezclin color entero	Rollo de 40 m.	S/ 400	11 rollos	S/ 4400
Tela – Mezclin a cuadros y/o rayas	Pieza de 40 m.	S/ 450	2 rollos	S/ 900

Problema Principal 2:

El segundo problema es la sobre producción que genera la empresa, el cual se origina desde el inicio del proceso productivo, debido a la falta de control existente. Como se mencionó en el punto 3.2.3, la empresa genera stock en proceso (figura 15) y ello conlleva a producir demás. Se elaboró el Mapa de Flujo de Valor (VSM) actual (figura 9) para evidenciar el problema del producto en proceso existente en cada etapa de producción.

Causas:

Las causas más comunes de un sobre stock de producto en proceso son los cuellos de botellas y la sobre producción de piezas pequeñas; en este caso, por cada unidad realizada ya hay 29 piezas delanteras, traseras, pretinas y pasadores mientras se pasa a la segunda unidad solo se han usado 27 de estas piezas quedando las de más en proceso esto sucede hasta que no quede más piezas recortadas en el día para así vender más.



Figura 15 Stock en proceso

Fuente: Pamela & Judith

En la empresa se muestra también que no existe un orden determinado ni una codificación para guardar los productos que se fabrican en la empresa, lo cual genera desconocimiento a simple vista de la mercadería que está almacenado e impide que se encuentre con facilidad algún producto que se requiera, lo cual a su vez también hace que exista tiempos improductivos. Este desorden existente se puede evidenciar en las siguientes imágenes donde se ve que no hay etiquetas para diferenciar una prenda de otra.



Figura 16 Almacén de producto terminado 3

Fuente: Pamela & Judith

La empresa cuenta con dos almacenes, uno de ellos está ubicado en la misma empresa y el otro está ubicado en su local de ventas en el mercado modelo de Chiclayo, en estos dos almacenes se realizó la contabilidad de los productos que no habían sido vendidos, de los cuales se registró que en un periodo de seis meses tenían un inventario de 700 prendas que aún podían ser vendidas y 1 381 prendas que ya están obsoletas ya que los modelos son anticuados y no pueden ser vendidas.

La causa de esta sobre producción en la empresa es específicamente por el sistema productivo, ya que el señor trabaja de acuerdo a su experiencia en el mercado y a los pedidos que usualmente suelen hacerle sus clientes, es decir, el señor hace un diseño de prenda para mostrarlo a sus clientes más frecuentes y de esta manera poder saber cuánto

producir según lo que le piden, pero al ver que un producto es altamente demandado por sus clientes estima elevar su producción con el fin de cumplir de manera más rápido con sus pedidos futuros que cree que sus clientes le harán, además con el fin de aprovechar de esta manera la materia prima sobrante y la mano de obra disponible para no generar tiempos ociosos y otro de sus propósitos es lograr venderlos en su propio local de venta.

En la tabla 26 se logra apreciar que sus pedidos con su producción no van de la mano, generando sobre producción que queda registrada como stock. A causa de esta sobre producción, la empresa asume costos elevados que no son recuperados con las ventas, además, a estos costos se suman los costos de almacenamiento los cuales, hasta el momento, son desconocidos por el dueño.

Tabla 26 Producción y sobre producción por mes

Año	Mes	Pedidos	Producción	Sobreproducción	Ventas de lo sobreproducido
2017	Octubre	605	991	386	145
	Noviembre	1 457	1 657	200	127
	Diciembre	1 394	1 518	124	94
2018	Enero	569	867	298	135
	Febrero	1 438	1 716	278	123
	Marzo	1 017	1 131	114	76
	Total	6 480	7 880	1 400	700

Fuente: Pamela & Judith

La tabla 26, muestra el registro de pedidos solicitados por sus clientes cada mes y la cantidad real que se produjo, la cual está por encima del número de pedidos. Como se puede apreciar en la tabla 26, la empresa realiza una mala planificación de la producción con la idea de que podrán vender más de lo pedido, pero solo cierta parte de esta sobre producción es vendida, lo demás se queda en stock por tiempo indeterminado, puesto que no llevan un control de los productos en stock luego de que se empieza a producir otro lote nuevo.

Los datos de producción por cada producto se muestran en el anexo 1.

En la siguiente tabla se muestran los costos de sobre producción de la cantidad de productos terminados que se encuentran almacenados y las cuales aún pueden ser vendidas, ya que no son prendas tan antiguas y el mercado todavía requiere, pero en cantidades menores, esta cantidad de productos llegan al número de 700 prendas. Esta data fue registrada en el periodo de 6 meses que corresponden a octubre – diciembre de 2017 y enero – marzo de 2018.

Tabla 27 costos de sobre producción de productos actuales de oct de 2017 a mar de 2018

Producto	Total productos (unid)	Inventario (unid)	Costo unitario de producción	Costo de sobre producción
Sacos	201	23	S/ 45	S/ 1 035
Chalecos	54	8	S/ 18	S/ 144
Pantalones cachito	95	12	S/ 19	S/ 228
Pantalones stone	826	76	S/ 18	S/ 1 368
Falda mini	55	5	S/ 9	S/ 45
Pantalones A- 20	271	34	S/ 23	S/ 782
Faldas escolares cuadros	297	47	S/ 22	S/ 1 034
Pantalón dril	511	32	S/ 23	S/ 736
Falda juvenil	481	59	S/ 11	S/ 649
Pantalones denny	820	82	S/ 23	S/ 1 886
Faldas escolares	1178	42	S/ 13	S/ 546
Faldas	560	90	S/ 15	S/ 1 350
Pantalones mezclin	2531	190	S/ 19	S/ 3 610
TOTAL	7880	700		S/ 13 413

Fuente: Pamela & Judit

La empresa también presenta todos los meses una cantidad de productos devueltos, los cuales algunos son fallas que pueden ser solucionadas como la falta de botones, falta de cierres o prendas mal cocidas. Sin embargo, al tener productos en stock la empresa no corrige estas fallas dejando estas devoluciones en el almacén, los cuales también inciden en el costo de sobre producción.

La empresa también registró productos que ya no pueden ser vendidos por ser modelos antiguos, se contabilizaron 1381 de estas prendas en el almacén las cuales están

ahí desde por lo menos 3 años de antigüedad que es información dada por el dueño de la empresa, la cantidad de prendas registradas se observan en la siguiente tabla.

Tabla 28 Costos de sobre producción de prendas obsoletas registradas en marzo de 2018

Producto	Costo por unidad	Cantidad	Costo de sobre producción
Faldas lanilla	13	78	S/ 1 014
Pantalones lanilla	16	106	S/ 1 696
Conjuntos (saco y pantalón)	31	99	S/ 3 069
pantalones A	16	109	S/ 1 744
Blusas	14	117	S/ 1 638
Pantalones B	16	135	S/ 2 160
Faldas A	13	125	S/ 1 625
Pantalones C	15	96	S/ 1 440
Falda B	12	86	S/ 1 032
Pantalones D	15	95	S/ 1 425
Pantalones E	14	135	S/ 1 890
Faldas C	14	105	S/ 1 470
Saco	20	95	S/ 1 900
TOTAL		1381	S/ 22 103

Fuente: Pamela & Judith

Se observa que la empresa tiene un costo de producción de 22 103 soles lo que evidencia que la empresa necesita mejorar su proceso de planificación para poder reducir estos costos por sobre producción que se vienen reflejando años atrás como se muestra en la tabla 28 y como se sigue dando hasta la actualidad este exceso de producción como se ve en la tabla 27.

3. Propuesta de mejora

Como parte de la mejora se realizará el plan de requerimiento de materiales MRP para evitar el sobre stock de materias primas en el almacén, así mismo se debe realizar un control constante del inventario para evitar sobre stock de materiales o desabastecimiento.

3.1. Mejora 1: Evaluación de proveedores y plan de requerimiento de materiales

La empresa Pamela & Judith tiene que saber a qué proveedor elegir ya que existen diferentes factores a considerar al momento de realizar un pedido. No siempre todos sus proveedores mandan los pedidos en el tiempo exacto ni al mismo costo ni mucho menos de la misma calidad, así mismo cada proveedor posee una variedad de productos diferentes que también debe ser considerada al momento de la elección.

Para la evaluación de proveedores se consideró la matriz de ponderación de factores, la cual permitirá evaluar a cada proveedor respecto a los criterios de precio, calidad, tiempo de entrega y variedad de productos.

Se estableció valores para la comparación de cada criterio según la escala tomada por Vilar et al [24]:

- 1: Igualdad en importancia/ preferencia
- 2: Mayor importancia/ preferido
- 5: Significativamente más importante/ preferido

Los criterios evaluados en la siguiente matriz (tabla 29) se establecieron en base a los factores para la elección de proveedores mencionado en el punto anterior. Cabe resaltar que cada valorización dada se realizó en base a la realidad de la empresa, tomando en cuenta su mercado objetivo y la visión del dueño. Como nos dice Abdul et al. [25], los valores ponderados y los puntajes dados a los factores dependen de la experiencia individual y colectiva del grupo de analistas.

Tabla 29 Matriz de Valorización

CRITERIOS N°		1	2	3	4	SUMA	PONDERACIÓN	
1	PRECIOS		1	1	2	4	0,25	25%
2	CALIDAD	1		1	1	3	0,19	19%
3	TIEMPO DE ENTREGA	2	2		2	6	0,37	37%
4	VARIEDAD	1	1	1		3	0,19	19%
TOTAL						16	1	100 %

De la matriz se obtiene que el factor de mayor importancia son el tiempo de entrega, la importancia de este criterio tiene un porcentaje del 37% respecto de los otros mientras que el otro criterio al cual se le debe tomar importancia es la calidad de la materia prima.

Para seleccionar el mejor proveedor de acuerdo al criterio ya identificado, se elaboró la matriz de ponderación en donde se evaluará cada criterio de la tabla 29 con los proveedores y a través de puntajes se elegirá uno de ellos.

Se determinó una escala de importancia para la evaluación de los proveedores donde:

Tabla 30 Escalas de Importancias

CONDICIÓN	ESCALA
Muy importante	3
Importante	2
Poco importante	1
Nada importante	0

En base a la escala de la tabla 30 se asignó un valor para cada criterio respecto a cada proveedor y los resultados se muestran en la tabla 31.

Tabla 31 Matriz de Asignación de puntaje

CRITERIOS	HERRAMIENTAS			
	Novo ideas	Comercial Gutiérrez	Negocios josue	Proveedor Gamarra
Precio	3	3	2	1
Calidad	2	3	1	3
Tiempo de entrega	2	1	2	2
Variedad	2	3	2	3

Con los puntajes asignados a cada proveedor se calculó el valor para cada una de ellos que resulta de la multiplicación de la ponderación de cada criterio con el puntaje asignado a cada proveedor, los valores obtenidos se muestran en la tabla 32.

Tabla 32 Matriz de ponderación

Criterios	Ponderación	PROVEEDORES			
		Novo ideas	Comercial Gutiérrez	Negocios Josue	Comercial Gamarra
Precio	25%	0,75	0,75	0,50	0,25
Calidad	19%	0,38	0,57	0,19	0,57
Tiempo de entrega	37%	0,74	0,37	0,74	0,74
Variedad	19%	0,38	0,57	0,38	0,57
TOTAL	100%	2,25	2,26	1,81	2,13

Los proveedores más importantes según la matriz de ponderación son los proveedores de Novo ideas y Comercial Gutiérrez.

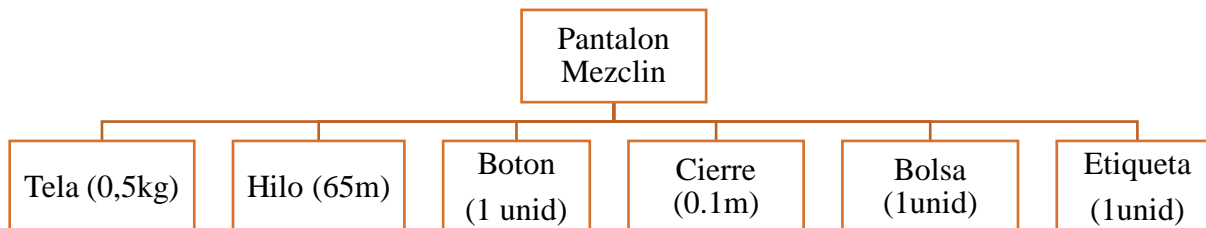
Después de haber hecho la evaluación de proveedores se elaborará el plan de requerimiento de materiales, previamente se realizó un pronóstico de la demanda para 15 meses. El pronóstico se realizó con el método de suavizamiento exponencial debido a la naturaleza y características de los datos que se tienen sobre la empresa, ya que éste es un modelo exponencial que permite realizar pronósticos más precisos y no requiere de grandes volúmenes de datos históricos.

Para llevar a cabo el método se consideró un valor de α igual a 0,4. A continuación en la siguiente tabla se muestra el resultado del pronóstico para los 15 meses, iniciando desde enero del 2019 hasta marzo del 2020.

Tabla 33 Pronóstico de la demanda para 15 meses

Mes	2019	2020
Enero	557	456
Febrero	557	466
Marzo	492	438
Abril	446	
Mayo	446	
Junio	454	
Julio	410	
Agosto	428	
Septiembre	399	
Octubre	431	
Noviembre	405	
Diciembre	470	

Ahora, después del pronóstico de la demanda se realizó el árbol de estructura del producto para poder elaborar el plan de requerimiento de materiales.



De acuerdo al MRP, a continuación, se elaboró la lista de materiales por semana para cubrir las necesidades de materias primas e insumos que se requerirán mensualmente en la producción, de acuerdo al pronóstico de la demanda. La lista total, debida a que son 60 semanas, se muestran divididas en las siguientes 4 tablas, de la tabla 34 a la 37.

Para el control de materiales existentes en el inventario, se elaboró una ficha de registro de materiales que se muestra en el anexo 3.

Tabla 34 Lista de materiales requeridos para las semanas 1 -15

Material	Unidad	Semana														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tela	Kg	60	60	60	60	60	120	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Hilo	metro	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	8 000	8 000	9 000	7 000	7 000	8 000	7 000
Cierre	metro	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	50
Botón	unidad	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolsa	Unidad	139	139	139	139	139	139	139	123	123	123	123	112	112	112	112
Etiqueta	Unidad	139	139	139	139	139	139	139	139	123	123	123	123	112	112	112

Tabla 35 Lista de materiales requeridos para las semanas 16 – 30

Material	Unidad	Semana														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tela	Kg	60	0	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0	60	60
Hilo	metro	7 000	8 000	7 000	7 000	8 000	7 000	7 000	9 000	6 000	6 000	7 000	7 000	6 000	7 000	7 000
Cierre	metro	0	0	0	50	0	0	0	0	50	0	0	0	0	50	0
Botón	unidad	1 000	0	0	0	0	0	0	0	1 000	0	0	0	0	0	0
Bolsa	Unidad	112	112	112	112	114	114	114	114	102	102	102	102	107	107	107
Etiqueta	Unidad	112	112	112	112	112	114	114	114	114	102	102	102	102	107	107

Tabla 36 Lista de materiales requeridos para las semanas 31 – 45

Material	Unidad	Semana														
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Tela	Kg	60	60	60	60	0	60	60	60	60	60	60	60	0	60	60
Hilo	metro	7 000	7 000	7 000	6 000	7 000	6 000	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000	6 000	7 000	6 000	8 000
Cierre	metro	0	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0	50	0	0
Botón	unidad	0	0	0	1 000	0	0	0	0	0	0	0	0	1 000	0	0
Bolsa	Unidad	107	100	100	100	100	108	108	108	108	101	101	101	101	117	117
Etiqueta	Unidad	107	107	100	100	100	100	108	108	108	108	101	101	101	101	117

Tabla 37 Lista de materiales requeridos para las semanas 46 – 60

Material	Unidad	Semana														
		46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Tela	Kg	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Hilo	metro	8 000	7 000	8 000	7 000	8 000	7 000	8 000	7 000	8 000	8 000	7 000	7 000	7 000	7 000	8 000
Cierre	metro	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0
Botón	unidad	0	0	0	0	0	0	1 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolsa	Unidad	117	117	114	114	114	114	117	117	117	117	110	110	110	110	0
Etiqueta	Unidad	117	117	117	114	114	114	114	117	117	117	117	110	110	110	110

3.2. Mejora 2: Estandarización de tiempos y VSM

La segunda propuesta consiste en estandarizar los tiempos de producción y elaborar el mapeo de flujo de valor (VSM) para poder reducir el producto en proceso de la empresa.

3.2.1. Estandarización de tiempos

De acuerdo a la tabla de General Electric para la toma de tiempos (anexo 2) se realizó un estudio de tiempos con 5 muestras. Los tiempos fueron tomados y registrados para su estudio. En la tabla 12 se muestran los tiempos promedios de las actividades, resultado de las 5 muestras tomadas y con esos datos se procederá a la estandarización.

Como primer paso para estandarizar los tiempos se halló el factor de calificación, este valor se obtuvo considerando los valores de calificación de nivelación del sistema Westinghouse, donde se evalúa 4 características de los operarios, a continuación, se muestran las características y los valores tomados de acuerdo al criterio del observador.

- Habilidad = - 0,05
- Esfuerzo = -0,08
- Condiciones = -0,03
- Consistencia = -0,02

Total, obtenido de la calificación de características = -0.18

Este valor obtenido se le suma 1 y con el resultado viene a ser el factor de calificación con el que se trabajará en las siguientes operaciones.

$$\text{Factor de calificación} = 1 + (-0,18) = 0,82$$

$$\text{Factor de calificación} = 82 \%$$

Con este dato, a continuación, se muestra el proceso para hallar el tiempo normal para la primera actividad del proceso:

$$\text{Tiempo normal} = \text{tiempo promedio} \times \text{factor de calificación}$$

Actividad 1: Extender la tela

$$Tiempo\ normal = 323,6 \times 0,82 = 263,352\ s$$

Este procedimiento se sigue de igual manera para el resto de actividades.

Ahora, como siguiente paso se hallará el tiempo estándar:

$$Tiempo\ estándar = \frac{tiempo\ normal}{1 - factor\ de\ suplementos}$$

Los suplementos por descanso para la estandarización de tiempos se muestran en la tabla 38, de estos suplementos solo se considerarán los que se requieren en el proceso de producción de la empresa Pamela & Judith.

Tabla 38 Suplementos por descanso

Suplemento por descanso		Valor
A	Necesidades personales	5
B	Básico por fatiga	4
C	Trabajo de pie	2
D	Postura incómoda (inclinado)	2
E	Uso de la fuerza o energía muscular	5
F	Ruido intermitente y fuerte	2
G	Monotonía física	2

Se consideraron los suplementos A, B, D y G y con estos se calculó el tiempo estándar:

$$Tiempo\ estándar\ Act.\ 1 = \frac{263,352}{1 - 0,13} = 305,002\ s$$

De igual manera que en el cálculo del tiempo normal, se sigue la misma metodología para todas las actividades del proceso de producción. Los resultados de los tiempos estándares para todas las actividades se muestran en la tabla 39.

Tabla 39 Tiempo estándar del proceso productivo

Descripción del Elemento	Tiempo promedio (s)	Factor de calificación	Tiempo normal (s)	Suplemento por descanso							Tiempo estándar (s)	
				A	B	C	D	E	F	G		
1	Extender tela	323,6	0,82	265,35	5	4	0	2	0	0	2	305,002
2	Fijado del molde delantero	35,6	0,82	29,19	5	4	0	2	0	0	2	33,554
3	Fijado del molde trasero	33,2	0,82	27,22	5	4	0	2	0	0	2	31,292
4	Fijado del molde de pasadores	30	0,82	24,6	5	4	0	2	0	0	2	28,276
5	Fijado del molde de pretina	30,8	0,82	25,26	5	4	0	2	0	0	2	29,030
6	Recorte de la pieza delantero	78,6	0,82	64,45	5	4	0	2	0	0	2	74,083
7	Recorte del pieza trasero	78,6	0,82	64,45	5	4	0	2	0	0	2	74,083
8	Recorte de los pasadores	60,8	0,82	49,86	5	4	0	2	0	0	2	57,306
9	Recorte del de pretina	69,4	0,82	56,91	5	4	0	2	0	0	2	65,411
10	Traslado de los moldes	13	0,82	10,66	5	4	0	2	0	0	2	12,253
11	Planchado de pieza trasero	11	0,82	9,02	5	4	0	2	0	0	2	10,368
12	Planchado de pieza delantero	11,2	0,82	9,18	5	4	0	2	0	0	2	10,556
13	Planchado de pretina	9	0,82	7,38	5	4	0	2	0	0	2	8,483
14	Traslado de pieza delantera y trasera a costura	3,2	0,82	2,62	5	4	0	2	0	0	2	3,016
15	Costura de pieza delantera y trasera	213,6	0,82	175,15	5	4	0	2	0	0	2	201,324
16	Traslado de pretina y pasadores a costura	3,6	0,82	2,95	5	4	0	2	0	0	2	3,393
17	Costura de pretina y pasadores	121,6	0,82	99,71	5	4	0	2	0	0	2	114,61
18	Traslado para la unión de la pretina con la parte inferior	4,6	0,82	3,77	5	4	0	2	0	0	2	4,336
19	Costura de pretina con parte inferior	144,2	0,82	118,24	5	4	0	2	0	0	2	135,913
20	Remallado	197	0,82	161,54	5	4	0	2	0	0	2	185,678
21	Traslado a costura de accesorios	3,6	0,82	2,952	5	4	0	2	0	0	2	3,393
22	Costura del ojal	66	0,82	54,12	5	4	0	2	0	0	2	62,207
23	Costura de botón y cierre	146,4	0,82	120,05	5	4	0	2	0	0	2	137,986
24	Doblado	5,4	0,82	4,43	5	4	0	2	0	0	2	5,090
25	Embolsado	10,6	0,82	8,69	5	4	0	2	0	0	2	9,991
26	Traslado	15	0,82	12,3	5	4	0	2	0	0	2	14,138
	Total											1 506,161

3.2.2. Mapa de flujo de Valor (VSM)

Como primer paso para realizar la mejora, se busca tener un equilibrio en el tiempo de duración de las actividades, a la vez también se busca el número óptimo de estaciones y trabajadores.

Tiempo equilibrado	3,74 = 4 min
N° de estaciones	3,52 = 4 est.
N° de trabajadores	7 operarios

Una vez teniendo los nuevos valores establecidos, lo siguiente es la formación de células teniendo como referencia el tiempo equilibrado, el cual se debe evitar exceder.

Para hallar cada célula se suma los tiempos que demora en producir una unidad y eso se divide entre el número de trabajadores.

Primera célula:

N° Trabajadores	Actividad 1 y 2	OP1, OP2 Y OP3
1	7,1	11,6
2	3,6	5,8
3	1,7	3,9

Se escogió la célula con las operaciones 1, 2 y 3 con 3 operarios debido a la complejidad de la primera operación.

Segunda célula:

N° Trabajadores	OP4 y OP5	OP4, OP5 y OP6
2	3,4	9,21
3	1,92	4,6
4	1,28	3,07

Se escogió la célula con dos operarios que contienen las operaciones 4 y 5 con un tiempo de trabajo igual al de la operación 5 (costura 2= 3,4 minutos), se optó por trabajar de esa

manera debido a que la operación 5 contiene las actividades de costura 1 y costura 2, las cuales se realizan de manera simultánea con 1 operario cada una y el tiempo de la costura 1 está contenido dentro del tiempo de costura 2, entonces, por ello al operario de costura 1 se le asignará la operación 4 (planchado) con un tiempo de 0,49 minutos, que sumado al tiempo de costura 1 sigue siendo inferior al tiempo de costura 2.

Tercera agrupación:

N° Trabajadores	OP6
1	5,4

Cuarta agrupación

N° Trabajadores	OP7
1	3,7

Cabe resaltar que las actividades 3 y 4 constan de 1 operación cada una, debido a que sus tiempos por sí solos son mayores a los demás; por ente, no se consideran como células de trabajo, solo se denominarán agrupaciones.

Con el cuello de botella se puede hallar la nueva producción diaria esperada.

$$\textit{Producción diaria esperada} = \frac{420}{5,4} = 78,36 \approx 79 \textit{ unid}$$

Con la conformación de células y agrupaciones con sus respectivos tiempos y cantidad de operarios, lo siguiente es hallar los kanban necesarios y lotes de transferencia necesarios para la mejora.

$$\textit{Kanban} = \frac{(421 \times 4,07)}{480} = 3,57 \approx 3$$

$$\textit{lote de transferencia} = \frac{79}{3} = 26 \textit{ unid}$$

El nuevo cálculo del inventario en proceso (WIP) y del tiempo de no valor agregado (NVA) se muestra en la tabla 40 y 41.

Tabla 40. WIP del proceso *productivo*

Indicador	Cantidad (unid)
WIP 1	116
WIP 2	6
WIP 3	58

De la tabla 40, comparando con los datos de la tabla 15, se puede ver que el stock en proceso se redujo considerablemente, lo cual es evidencia de la mejora en la eficiencia del proceso.

Tabla 41. NVA del proceso *productivo*

Indicador	Cantidad	Unidad
NVA 1	3,88	días
NVA 2	0,93	días
NVA 3	0,08	días
NVA 4	0,51	días
NVA 5	5,42	días

Al igual que el WIP, si comparamos los datos de la tabla 41 con los de la tabla 16, se puede ver la reducción que se logró en el tiempo de no valor agregado que también es signo de mejora en la eficiencia del proceso.

Los valores totales de WIP y NVA se muestran en el siguiente cuadro resumen:

TOTAL WIP	182	unid
TOTAL NVA	5,42	días

Con todos los datos necesarios ya hallados, a continuación, en la figura 17 se muestra el VSM mejorado de la organización.

Después de haber mejorado el flujo de valor del proceso productivo, se elaboró el nuevo diagrama de recorrido con la propuesta de redistribución de las áreas de trabajo siguiendo la agrupación de actividades de acuerdo a las células de trabajo obtenidas en el VSM. En la figura 18 se muestra el nuevo diagrama de recorrido.

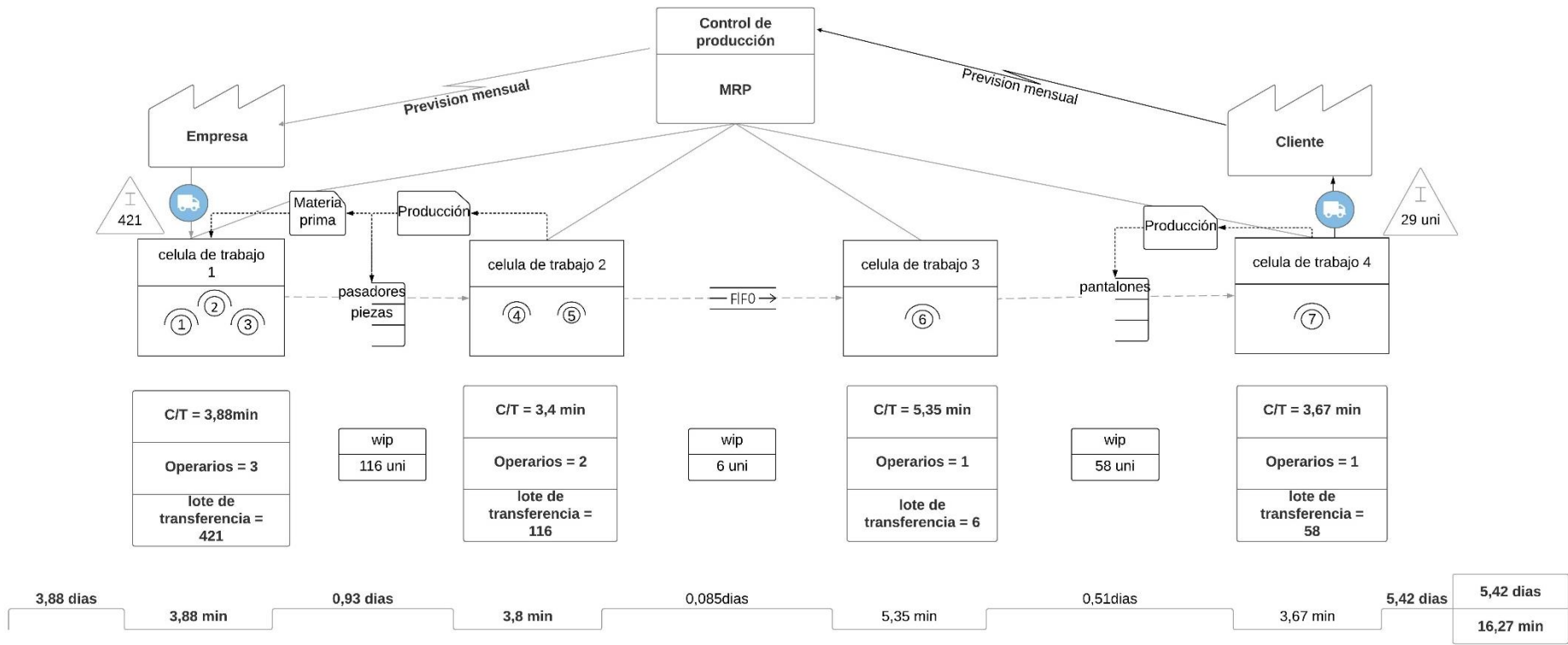


Figura 17 Mapa de flujo de valor mejorado

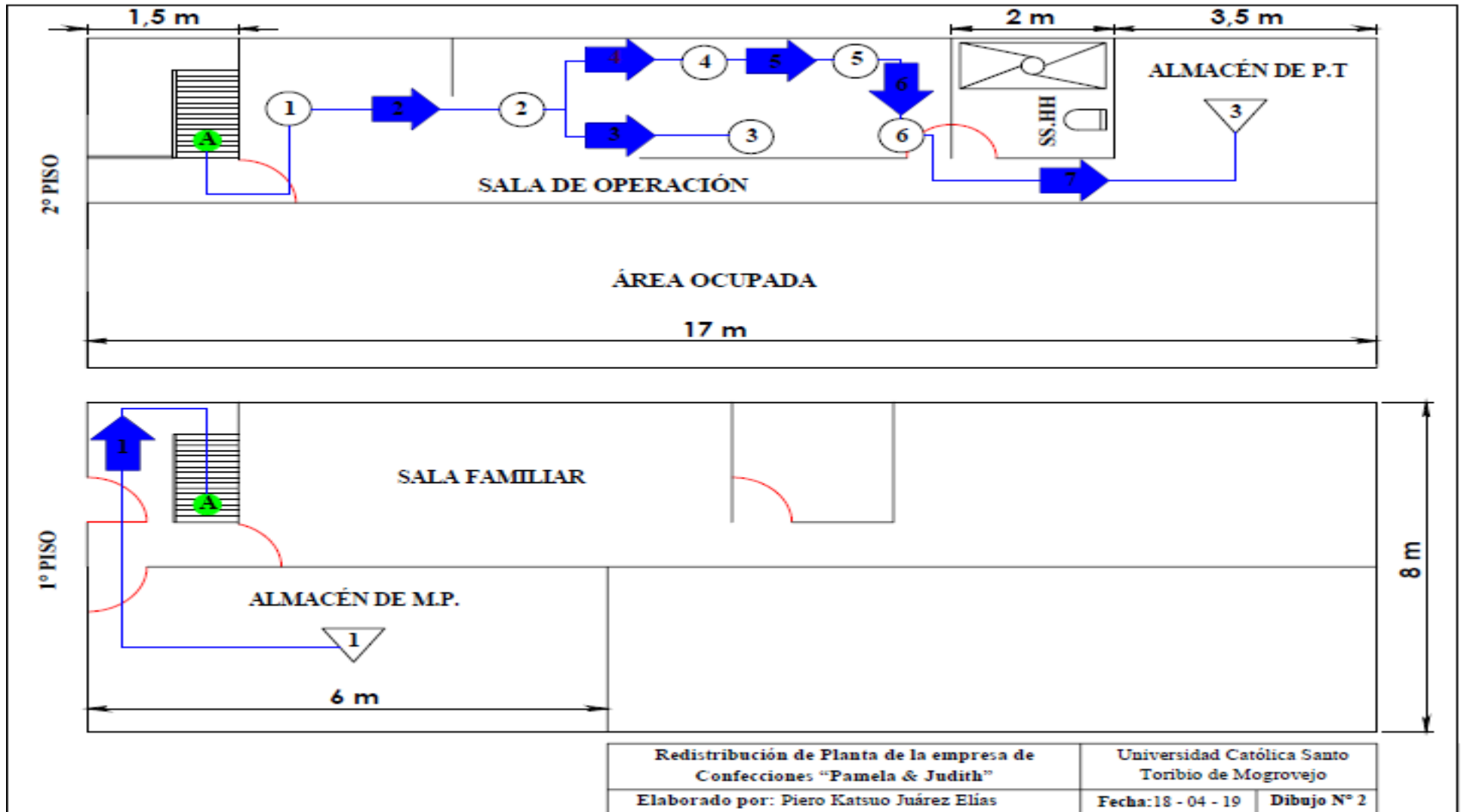


Figura 18 Diagrama de recorrido - propuesta

3.3. Nuevos indicadores de producción y productividad

3.3.1. Sobre producción

Se espera que el indicador de sobre producción reduzca a 77% siguiendo el plan de producción de acuerdo al pronóstico de la demanda y basado en Carvallo en su investigación “Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación” [7]

$$\% \text{ de sobre producción} = 4,54\%$$

3.3.2. Eficiencia Física

El indicador de eficiencia física no varía.

$$\textit{Eficiencia física} = 98 \%$$

3.3.3. Eficiencia económica

No se modificaron costos de producción ni valor de venta, por ende, el indicador de eficiencia económica se mantiene en el mismo valor.

$$\textit{Eficiencia económica} = 1,79$$

3.3.4. Productividad de materia prima

El indicador de productividad de materia prima no varía.

$$\textit{Productividad de materia prima} = 2,08 \text{ pantalones /kg}$$

3.3.5. Utilización de planta

Este indicador se trabajó con datos históricos reales, por ende, se mantiene igual.

$$\textit{Utilización} = \frac{421}{557} \times 100 = 75,58\%$$

3.3.6. Cuello de botella

La agrupación de células de trabajo, de acuerdo a la metodología VSM, modificó el tiempo del cuello de botella, aunque, la variación es mínima. La célula de trabajo número tres es ahora el nuevo cuello de botella, con un tiempo de 324 segundos. De la figura 17 se puede observar la tercera célula de trabajo un tiempo de 5,4 minutos.

$$\text{Cuello de botella} = 324 \text{ s}$$

3.3.7. Tiempo de ciclo

El indicador de tiempo de ciclo se redujo considerablemente gracias a la agrupación de células de trabajo, logrando obtener un nuevo tiempo de 16,27 minutos.

$$\text{Tiempo de ciclo} = 976,2 \text{ s}$$

3.3.8. Producción

El nuevo valor del indicador de producción se calculó con la misma fórmula que se halló anteriormente, donde el tiempo base sigue siendo de 8 horas, pero el tiempo de ciclo es ahora de 976,2 s, con esos datos se calcula la producción de la siguiente manera:

$$\text{Producción} = \frac{8h/d * 60 \text{ min/h} * 60s/min}{\frac{976,2 \text{ s}}{\text{unidad}}}$$

$$\text{Producción} = 29,5 \equiv 29 \text{ pantalones}$$

3.3.9. Productividad

La productividad del proceso también varía debido a que se redujo el tiempo de ciclo del proceso. Entonces el valor de la productividad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Productividad pantalon mezclin} = \frac{1 \text{ pantalón}}{0,180 \text{ h}} = 5,55 \%$$

$$\text{Productividad pantalon mezclin} = 5,55 \%$$

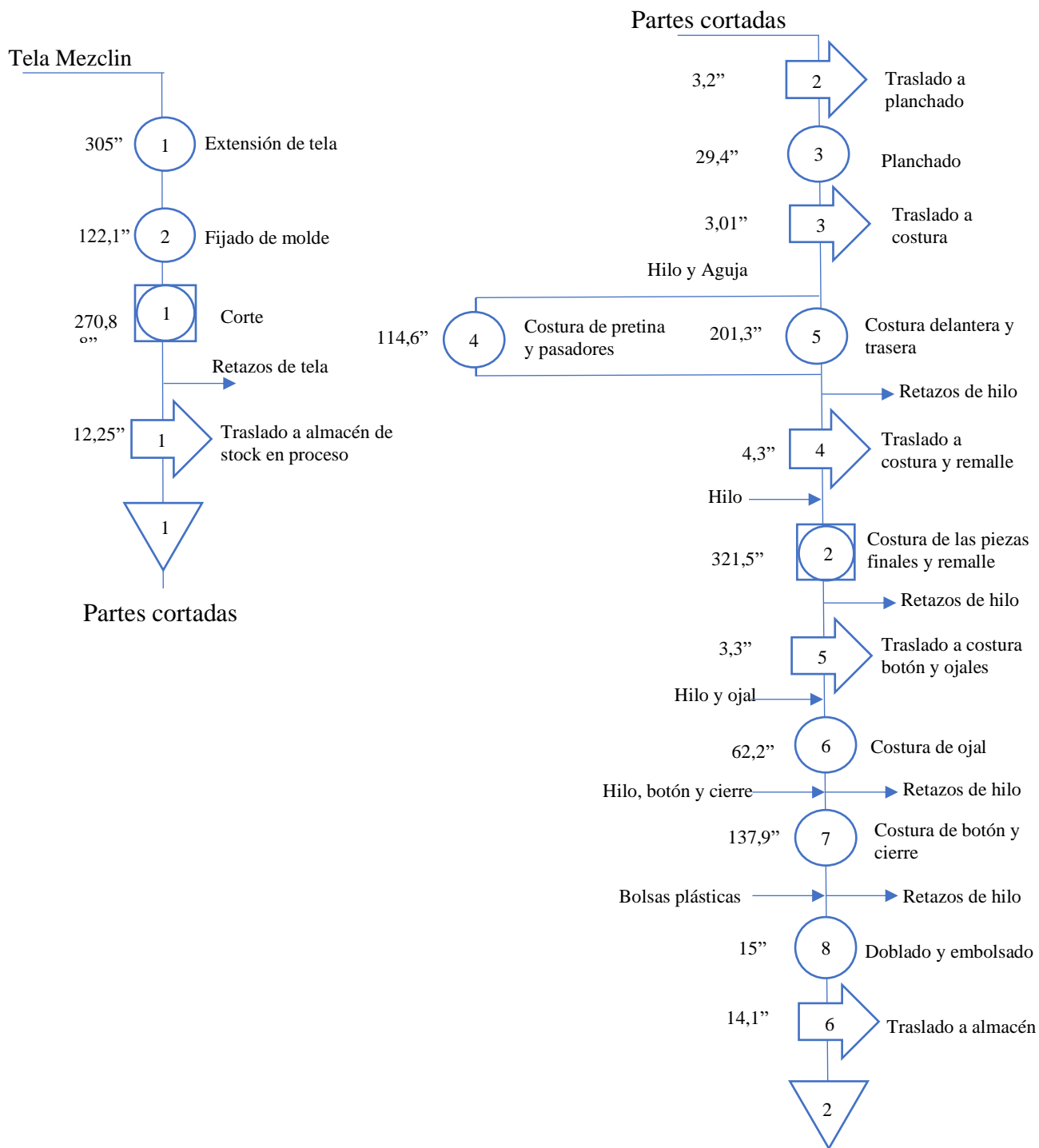
3.3.10. Lead time

El valor del lead time del proceso es el resultado de la suma de los tiempos de cada célula de trabajo que se formó en el nuevo mapa de flujo de valor. A continuación, se muestran las células de trabajo formadas con sus respectivos tiempos asociados a cada una de ellas.

Tabla 42 Células de trabajo

N° de célula	Operaciones que la conforman	Tiempo asociado (min)
1	OP 1, 2 Y3	3,88
2	OP 4 y 5	3,35
3	OP 6	5,35
4	OP 7	3,76
TOTAL		16,27

Ahora, se muestra el nuevo diagrama de análisis de operaciones con los tiempos estandarizados.



Resumen de Actividades		
Tipo	Cantidad	Tiempo
Operación	8	872,9"
Combinado	2	592,3"
almacén	2	
traslado	6	40,1"
Total	10	1505,36"

Figura 19 Diagrama de análisis de operaciones del proceso mejorado

Después de haber hecho los cálculos correspondientes para hallar los valores de los indicadores se elaboró un cuadro comparativo donde se puede ver la variación de los indicadores actuales y mejorados con la propuesta.

Tabla 43 Cuadro comparativo de indicadores del proceso

Indicador	Valor actual	Valor con la propuesta	Mejora
Actividades improductivas	23,07 %	23,07 %	0%
Sobre producción	19,73 %	4,54 %	Redujo en 77%
Eficiencia física	98 %	98 %	0%
Eficiencia Económica	1,79	1,79 %	0%
Productividad de materia prima	2,83	2,83 %	0%
Utilización de planta	75,58 %	75,58 %	0%
Cuello de botella	323,6 s	324 s	Aumentó en 0,001 %
Tiempo de ciclo	1 598 s	976,2 s	Redujo en 38,9 %
Producción	18 unid/día	29 unid/día	Aumentó en 61 %
Productividad	2,33 %	5,55	Aumentó en 138,9 %
WIP	802 unid	182 unid	Redujo en 77,3 %
NVA	10,8 días	5,42 días	Redujo en 49,8 %
Lead Time	25,9 min	16,27 min	Redujo en 37,18 %

4. Análisis costo beneficio

En este punto, se realizó el análisis de los costos que se asocian a la propuesta de mejora, así como también los beneficios por las ventas, según el pronóstico de la demanda, que traen consigo la misma.

4.1. Inversión

Para la propuesta de la formación de células de trabajo se consideró ideal tumbar uno de los muros que divide dos habitaciones que se encuentran en el segundo piso, donde se realiza la producción, eso hará que el flujo del proceso sea lineal y más efectivo, evitando cruces en el proceso y traslados innecesarios. Para ello se consideró una inversión de 450 soles, cantidad que fue cotizada a un jefe de obra y que incluye demolición del muro y lucido del arco que se formará.

4.2. Suministro de energía

Se realizó el costeo de energía que se consume por pantalón, teniendo como referencia la cantidad económica asumida por pico más alto de producción mensual, de acuerdo a ello resulta que el costo energético por producir un pantalón mezclín sería de 0,61 soles.

Tabla 44 Datos del mes con mayor consumo de energía

Ítem	Valor
Costo de energía	S/ 366,8
Producción	598 unid
Costo por pantalón	0,61 soles

Teniendo ya el costo energético por producir un pantalón mezclín, se calculó el costo de energía mensual por el periodo de 1 año con los datos del pronóstico de la demanda.

Tabla 45 Costo energético anual

Mes	Costo de energía por pantalón	Pronostico de demanda	Costo energético
Enero	S/ 0,61	557	S/ 340
Febrero	S/ 0,61	557	S/ 340
Marzo	S/ 0,61	492	S/300
Abril	S/ 0,61	446	S/ 272
Mayo	S/ 0,61	446	S/ 272
Junio	S/ 0,61	454	S/ 277
Julio	S/ 0,61	410	S/ 250
Agosto	S/ 0,61	428	S/ 261
Septiembre	S/ 0,61	399	S/ 244
Octubre	S/ 0,61	431	S/ 263
Noviembre	S/ 0,61	405	S/ 247
Diciembre	S/ 0,61	470	S /287
TOTAL ANUAL			S/ 3 353

4.3. Mano de Obra directa

Se contabilizan 7 operarios en la empresa que reciben una remuneración mensual de 800 soles, con ese dato se calculó el costo de mano de obra directa para realizar un pantalón mezclín, dando como resultado 10 soles por pantalón. Los cálculos de costo de mano de obra directa se muestran en la tabla 46.

Tabla 46 Costo de mano de obra directa anual

Mes	Costo de MOD por pantalón	Pronostico de demanda	Costo de MOD
Enero	S/ 10	557	S/ 5 570
Febrero	S/ 10	557	S/ 5 570
Marzo	S/ 10	492	S/ 4 918
Abril	S/ 10	446	S/ 4 460
Mayo	S/ 10	446	S/ 4 460
Junio	S/ 10	454	S/ 4 544
Julio	S/ 10	410	S/ 4 098
Agosto	S/ 10	428	S/ 4 283
Septiembre	S/ 10	399	S/ 3 994
Octubre	S/ 10	431	S/ 4 308
Noviembre	S/ 10	405	S/ 4 053
Diciembre	S/ 10	470	S/ 4 700
TOTAL ANUAL			S/ 54 958

4.4. Materia prima

El costo de materia prima para los pantalones mezclin se calculó de la suma de costos unitarios de cada insumo y se pueden observar en la tabla 19. Los datos de los costos anuales de materia prima, de acuerdo al pronóstico de la demanda realizado, se muestran en la tabla 47.

Tabla 47 Costo anual de materia prima

Mes	Costo de Materia prima por pantalón	Pronóstico de demanda	Costo de materia prima
Enero	S/ 8,45	557	S/ 4 707
Febrero	S/ 8,45	557	S/ 4 707
Marzo	S/ 8,45	492	S/ 4 156
Abril	S/ 8,45	446	S/ 3 769
Mayo	S/ 8,45	446	S/ 3 769
Junio	S/ 8,45	454	S/ 3 840
Julio	S/ 8,45	410	S/ 3 463
Agosto	S/ 8,45	428	S/ 3 619
Septiembre	S/ 8,45	399	S/ 3 375
Octubre	S/ 8,45	431	S/ 3 641
Noviembre	S/ 8,45	405	S/ 3 425
Diciembre	S/ 8,45	470	S/ 3 971
TOTAL ANUAL			S/ 46 440

4.5. Beneficio

Los beneficios económicos de la empresa se reflejan en los ingresos que se obtendrán por las ventas de acuerdo al pronóstico de la demanda realizado anteriormente. Se tiene en cuenta el precio de venta actual del producto en el mercado que es de 24 soles por pantalón.

Tabla 48 Ingreso anual por ventas de la demanda proyectada

Mes	Precio De venta	Pronóstico de demanda	Ingresos
Enero	S/ 24	557	S/ 13 368
Febrero	S/ 24	557	S/ 13 368
Marzo	S/ 24	492	S/ 11 803
Abril	S/ 24	446	S/ 10 704
Mayo	S/ 24	446	S/ 10 704
Junio	S/ 24	454	S/ 10 906
Julio	S/ 24	410	S/ 9 836
Agosto	S/ 24	428	S/ 10 279
Septiembre	S/ 24	399	S/ 9 585
Octubre	S/ 24	431	S/ 10 340
Noviembre	S/ 24	405	S/ 9 727
Diciembre	S/ 24	470	S/ 11 279
TOTAL ANUAL			S/ 131 900

4.6. Factor beneficio costo

Después de haber hallado los costos que trae consigo la implementación de la propuesta y los beneficios económicos, se calculó el factor costo beneficio, dando como resultado que por cada sol invertido en la mejora se obtiene un beneficio de 0,26 soles.

Tabla 49 Costo Beneficio

TIPO	Ítem	Valor económico unitario	Valor económico total
COSTOS	Inversión	S/ 450	S/ 105 200
	Energía	S/ 3 352	
	Materia prima	S/ 46 440	
	Mano de obra	S/ 54 958	
BENEFICIOS	Ingresos por ventas	S/ 131 900	S/ 131 900
COSTO BENEFICIO			1,25

Asimismo, se realizó el cálculo del margen de relación entre beneficios y pérdidas económicas, obteniendo como resultado un valor de 3,27; lo que se interpretaría como que las pérdidas actuales de la empresa, representan un poco menos de la cuarta parte de los beneficios de la implementación de las mejoras.

$$\text{Relación beneficio/ pérdidas} = \frac{\text{beneficio}}{\text{pérdidas económicas}}$$

$$\text{elación beneficio/ pérdidas} = \frac{S/ 131\ 900}{S/ 35\ 416}$$

$$\text{elación beneficio/ pérdidas} = 3,72$$

4.7. Flujo de caja

De acuerdo al flujo de caja, se puede observar que la inversión se recupera desde el primer mes de análisis.

Tabla 50 Flujo de Caja

Inversión Inicial	S/ 450	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<u>INGRESOS</u>													
Ventas de pantalón mezclin		S/ 13 368	S/ 13 368	S/ 11 803	S/ 10 704	S/ 10 704	S/ 10 906	S/ 9 836	S/ 10 279	S/ 9 585	S/ 10 340	S/ 9 727	S/ 11 279
TOTAL INGRESOS		S/ 13 368	S/ 13 368	S/ 11 803	S/ 10 704	S/ 10 704	S/ 10 906	S/ 9 836	S/ 10 279	S/ 9 585	S/ 10 340	S/ 9 727	S/ 11 279
<u>EGRESOS</u>													
Salarios		S/ 5 570	S/ 5 570	S/ 4 918	S/ 4 460	S/ 4 460	S/ 4 544	S/ 4 098	S/ 4 283	S/ 3 994	S/ 4 308	S/ 4 053	S/ 4 700
Sueldos		S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800	S/ 800
energía		S/ 340	S/ 340	S/ 300	S/ 272	S/ 272	S/ 277	S/ 250	S/ 261	S/ 244	S/ 263	S/ 247	S/ 287
Materia prima e insumos		S/ 4 707	S/ 4 707	S/ 4 156	S/ 3 769	S/ 3 769	S/ 3 840	S/ 3 463	S/ 3 619	S/ 3 375	S/ 3 641	S/ 3 425	S/ 3 971
TOTAL EGRESOS		S/ 11 416	S/ 11 416	S/ 10 174	S/ 9 301	S/ 9 301	S/ 9 461	S/ 8 612	S/ 8 963	S/ 8 412	S/ 9 012	S/ 8 525	S/ 9 758
Flujo neto	- S/ 450	S/ 1 952	S/ 1 952	S/ 1 629	S/ 1 403	S/ 1 403	S/ 1 445	S/ 1 225	S/ 1 316	S/ 1 173	S/ 1 328	S/ 1 202	S/ 1 522
Flujo acumulado	- S/ 450	S/ 1 502	S/ 3 453	S/ 5 083	S/ 6 486	S/ 7 889	S/ 9 334	S/ 10 559	S/ 11 874	S/ 13 047	S/ 14 375	S/ 15 578	S/ 17 099

Conclusiones

- ✓ La propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa Pamela y Judith basada en la aplicación de la metodología VSM, MRP, estandarización de tiempos y pronósticos de la demanda, todos en conjunto permiten reducir el indicador de sobre producción en 77% y el inventario en proceso de la empresa en 77,3%, estos indicadores su vez permiten reducir las pérdidas económicas de la empresa en los mismos valores, es decir en promedio 77%, que, actualmente se vienen dando por mantener grandes volúmenes de inventario, tanto de producto terminado como de producto en proceso y materia prima.
- ✓ En el diagnóstico de la situación actual de la empresa se encontró que la productividad de la empresa es de 2,33 unidades producidas por hora lo cual significa que su capacidad de producción al día es de 18 pantalones. Así mismo, del mapa de flujo de valor se obtuvo un inventario de producto en proceso de 802 unidades al día y un tiempo de no valor agregado de 10,8 días en todo el proceso productivo, además de un tiempo de espera necesario para el cumplimiento del proceso o lead time de 25,9 minutos, todos estos indicadores del proceso hacen que la eficiencia del mismo este en 75,58% y que el cuello de botella sea de 323,6 segundos.
- ✓ Para la propuesta de mejora se realizó una proyección de la demanda para poder saber qué cantidades producirán en los próximos meses, seguido de esto se realizó un plan de requerimiento de materiales así de esta manera sabrán que cantidad de materia prima e insumos necesitarán sabiendo así cada cuanto tiempo pedir materia prima y evitar tener grandes cantidades de inventario de materiales. Así mismo, se realizó la estandarización de los tiempos de operaciones y la agrupación de células de trabajo, que permitió reducir los tiempos de producción en 38,9%, esto también permitió aumentar la productividad de la empresa a 5,55% logrando tener una nueva capacidad de producción diaria de 29 unidades. También se realizó un nuevo mapa de flujo de valor que permitió ver la mejora en cuanto a producto en proceso y tiempo de no valor agregado, ambos indicadores redujeron en 77,3% y 49,8% respectivamente y el lead time también redujo en 37,18%.
- ✓ Se analizó el beneficio costo que representa una posible implementación de la propuesta planteada, encontrando un resultado de 1,25; lo que significa que el beneficio percibido

por mejora en la producción supera a los costos incurridos en la implementación de las mejoras, es decir, la propuesta es económicamente viable; además se realizó una disminución en las pérdidas económicas por sobre producción, reduciendo el indicador de este último a 4,54%. De acuerdo al flujo de caja, la inversión se recupera desde el primer mes.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda:

- ✓ Realizar estudio de métodos de trabajo que permita reducir mermas para la optimización del proceso y desperdicios, realizar balance de materia para la disminución de costos de producción
- ✓ Analizar los otros productos de la empresa para aumentar su participación en el mercado y generar más ingresos a la empresa.
- ✓ Analizar otras herramientas de lean manufacturing que se puedan aplicar al sector textil.
- ✓ Realizar un plan de mantenimiento para la maquinaria de la empresa, para evitar los paros de producción.

Referencias

- [1] IEES, «sni.org.pe,» 10 noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2017/01/Noviembre-2016-Industria-de-productos-textiles.pdf>. [Último acceso: 20 abril 2018].
- [2] E. Bardales, «Gestión.pe,» El comercio S.A., 09 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/empresas-confecciones-deben-incorporar-innovacion-tecnologica-costo-226939>. [Último acceso: 28 septiembre 2018].
- [3] K. Arrieta, «Diseño de una metodología que relaciona las técnicas de manufactura esbelta con la gestión de la innovación: una investigación en el sector de confecciones de Cartagena (Colombia),» *Universidad & Empresa*, vol. 17, n° 28, pp. 127-145, 2015.
- [4] P. Sanchez, F. Ceballos y G. Sánchez, «Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 25, n° 2, pp. 137-150, 2015.
- [5] Y. Sugimori, k. Kusunoki, F. Cho y S. Uchikawa, «Toyota Production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system,» *The international journal of production research*, vol. 15, n° 6, pp. 553-564, 2007.
- [6] g. Shaman y K. Sanjiv, «A literature review of lean manufacturing,» *International Journal of Management Science and Engineering Management*, vol. 8, n° 4, pp. 241-249, 2013.
- [7] E. Carvallo, «Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación,» *sinergia y innovación*, vol. 2, n° 1, pp. 52-90, 2014.
- [8] R. Chang, MEJORA CONTINUA DE PROCESOS Guía para mejorar procesos y lograr resultados medibles., Buenos Aires: Granica, 2011.
- [9] H. Gutiérrez, Calidad total y productividad, México: McGraw Hill, 2010.
- [10] G. Baca U, M. Cruz, M. Cristóbal, G. Baca C, J. Gutiérrez, A. Pacheco, Á. Rivera, I. Rivera y M. Obregón, Introducción a la Ingeniería Industrial, México: Grupo editorial Patria, 2014.
- [11] R. Cabrera, TPS AMERICANIZADO: Manual de Lean Manufacturing, 2014.
- [12] 50minutos.es, El mapa del flujo de valor: Los secretos de la herramienta clave del Lean Manufacturing, 50minutos.es, 2017.
- [13] C. M. y. P. Moises, «Mejora de la línea de producción de mallas para incrementar la productividad en una empresa de confecciones textiles,» *Flumen*, vol. 1, pp. 46-48, 2015.
- [14] L. C. Palacios Acero, INGENIERÍA DE MÉTODOS: Movimientos y Tiempos, Ecoe Ediciones, 2016.
- [15] M. Quesada Castro y W. Villa Arenas, Estudio del trabajo: Notas de clase, Colombia: Fondo Editorial ITM, 2007.
- [16] A. Caso, Técnicas de medición del trabajo, España: FC Editorial, 2006.
- [17] F. y. P. A. Lopez, Métodos de trabajo hacia la competitividad, Colombia: POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAV, 2012.
- [18] R. García, Estudio de Trabajo, España: McGraw - Hill Interamericana Editores, S.A., 2005.
- [19] L. Palacios, Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos, Bogotá: ECOE EDICIONES, 2009.

- [20] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, Barcelona: Bresca editorial S.L, 2009.
- [21] R. Hansen y H. Moryanne, Administración de costos: Contabilidad y control., México: Editorial Thomson, 2007.
- [22] G. Hernández, Diccionario de Economía, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia , 2006.
- [23] J. y. M. D. Liker, The Toyota Way Field Book, A Practical Guide For Implementing Toyota's 4Ps., New York: McGraw Hill, 2006.
- [24] J. Vilar, F. Gómez y M. Tejero, Las 7 nuevas Herramientas para la mejora de la Calidad, FC Edictorial, 1997.
- [25] C. Jananía Abraham, Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos, México: Limusa, 2008.

Anexos

Anexo 1 Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS						
Operación		Fabricación de Pantalón				
Nombre de la Prenda		Pantalón Mezclin				
Material		Tela Mezclin				
Descripción del Elemento		Tiempos cronometrados (Segundos)				
		T1	T2	T3	T4	T5
1	Extender tela	325	324	323	322	324
2	Fijado del molde delantero	32	36	39	35	36
3	Fijado del molde trasero	32	35	32	37	30
4	Fijado del molde de pasadores	32	31	29	29	29
5	Fijado del molde de pretina	29	30	31	31	33
6	Recorte de la pieza delantera	79	79	79	78	78
7	Recorte del pieza trasera	79	78	78	78	80
8	Recorte de los pasadores	60	61	60	61	62
9	Recorte del de pretina	70	69	70	69	69
10	Traslado de las piezas	13	13	12	13	14
11	Planchado de pieza trasera	11	11	11	11	11
12	Planchado de pieza delantera	11	11	12	11	11
13	Planchado de pretina	9	8	9	9	8
14	Traslado de pieza delantera y trasera a costura	3	3	4	3	3
15	Costura de pieza delantera y trasera	214	212	222	211	209
16	Traslado de pretina y pasadores a costura	4	3	3	5	3
17	Costura de pretina y pasadores	124	120	123	119	122
18	Traslado para la unión de la pretina con la parte inferior	4	4	4	5	6
19	Costura de pretina con parte inferior	142	146	144	144	145
20	Remallado	198	190	197	199	201
21	Traslado a costura de accesorios	3	4	4	4	3
22	Costura del ojal	68	60	67	67	68
23	Costura de botón y cierre	148	147	144	147	146
24	Doblado	6	5	5	5	6
25	Embolsado	13	12	10	9	9
26	Traslado a almacén	15	15	14	15	16
TOTAL		1 600	1 588	1 603	1 598	1 601

Anexo 2 Tabla de tiempos de General Electric

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos a observar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,67	40
1,00	30
2,00	20
2,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
De 40,00 en adelante	3

Anexo 3 Ficha de control de almacén de materia prima

<i>Pamela & Judith</i>	CONTROL DE ALMACEN DE MATERIA PRIMA	CODIGO	
		VERSION	
		FECHA DE APROBACIÓN	
		PAG	

REGISTRO DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA				
CODIGO DEL PRODUCTO	DESCRIPCION	EXISTENCIAS EN INVENTARIO	ENTRADAS	SALIDAS

OBSERVACIONES:

Elaborado por

Aprobado por