

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PROPUESTA DE MEJORA APLICANDO LEAN MANUFACTURING Y  
GESTIÓN DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial**

**AUTORA:**

Ariana Geraldine Pastor Documet

**ASESOR:**

Dr. Jorge Vargas Florez

Lima, marzo 2024

## Informe de Similitud

Yo, Jorge Vargas Florez, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis: PROPUESTA DE MEJORA APLICANDO LEAN MANUFACTURING Y GESTIÓN DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN del autor Ariana Geraldine Pastor Documet.

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 23/03/2024. Se ha excluido la bibliografía, citas y fuentes con menos de 20 palabras similares en la revisó a través de la herramienta de “filtros” de Turnitin.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 23 de marzo del 2024.

Apellidos y nombres del asesor: Vargas Florez Jorge	
DNI: 09684537	Firma 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0003-0763-9010">https://orcid.org/0000-0003-0763-9010</a>	

## RESUMEN

En el contexto del crecimiento significativo de la confección de prendas en el Perú, impulsado por la calidad del algodón nacional, este estudio se centra en evaluar y proponer mejoras en los procesos de gestión de inventarios y metodologías Lean Manufacturing de una empresa textil de confección. La falta de una gestión adecuada, basada principalmente en la experiencia, motiva la búsqueda de eficiencia, ahorro y mejora en la relación con proveedores. El objetivo principal de este estudio es establecer una propuesta de mejora para la gestión de inventarios a través del análisis y diagnóstico de los procesos internos de la empresa en estudio, además de identificar las herramientas de ingeniería que permitirán aumentar la efectividad y eficiencia a partir de la metodología Lean Manufacturing. La investigación arrojó como resultado que la implementación de herramientas de ingeniería industrial, como las 5S's y curvas de intercambio, desencadena mejoras sustanciales en el taller, reduciendo tiempos y optimizando el espacio en almacenes. Se generan beneficios económicos tangibles, como la reducción del 50% en tiempos de búsqueda y la disminución de defectos operativos. La aplicación de nuevas políticas de inventarios, junto con acciones operativas y logísticas, resulta en la optimización de compras de materia prima y la gestión eficiente del inventario existente. Se logra una reducción anual de S/ 2,089 en el Costo de Stock (TCS), focalizado en agregar valor al cliente y respaldado por una viabilidad financiera con VAN de S/22,566.15 y TIR del 44%. Este enfoque se valida en el análisis de sensibilidad, demostrando la factibilidad continua de la propuesta y consolidando mejoras significativas en eficiencia y rentabilidad en la empresa textil de confección.

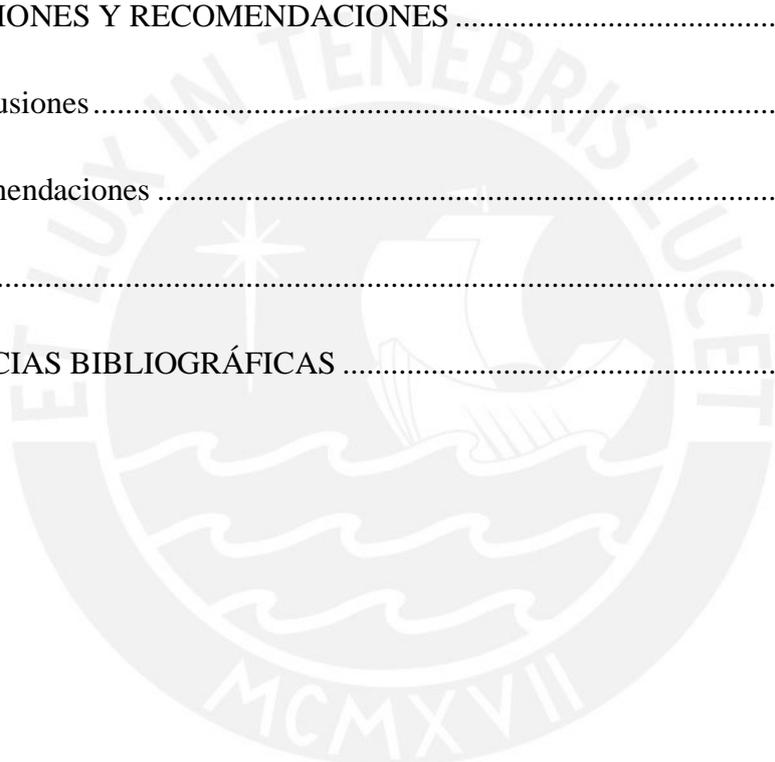
## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1.    Gestión de Inventarios .....	3
1.2.    Término Lean Manufacturing.....	5
1.3.    Herramientas Lean Manufacturing .....	6
1.3.1.    Metodología 5S:.....	6
1.3.2.    Heijunka (o Producción nivelada) .....	10
1.3.3.    Herramienta Kanban .....	11
1.3.4.    Matriz FACTIS .....	12
1.4.    Planificación Agregada.....	13
1.5.    Herramientas para el diagnóstico.....	15
1.5.1.    Tormenta de ideas .....	16
1.5.2.    Diagrama causa y efecto .....	16
1.5.3.    Diagrama Pareto.....	17
1.6.    Estudio del Trabajo.....	17
1.6.1.    Medición del Trabajo.....	18

1.6.2.	Estudio de Métodos.....	18
1.7.	Estudio de Casos.....	20
1.7.1.	Caso de estudio 1.....	21
1.7.2.	Caso de estudio 2.....	23
1.7.3.	Caso de estudio 3.....	26
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....		29
2.1.	Descripción de la empresa.....	29
2.1.1.	Estructura organizacional.....	30
2.1.2.	Gestión de Inventarios.....	31
2.1.3.	Layout de la Empresa.....	32
2.1.4.	Maquinaria.....	33
2.1.5.	Clientes, proveedores y personal.....	34
2.1.6.	Objetivo de la investigación.....	37
2.2.	Diagnóstico de la empresa.....	37
2.2.1.	Mapeo de Procesos.....	38
2.2.2.	Gestión de Indicadores.....	45
2.2.3.	Priorización de Problemas.....	53
2.2.4.	Análisis de Causas.....	55
2.2.5.	Selección de contramedidas.....	58
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA.....		63
3.1.	Selección de las Herramientas de Mejora a Emplear.....	63

3.2.	Flujograma de Implementación de Mejoras .....	64
3.3.	Aplicación de las 5's a una PYME .....	66
3.3.1.	Aplicación de Seiri.....	66
3.3.2.	Aplicación de Seiton .....	72
3.3.3.	Aplicación de Seiso.....	74
3.3.4.	Aplicación de Seiketsu.....	75
3.3.5.	Aplicación de Shitsuke .....	77
3.4.	Propuesta para una nueva política de inventarios .....	79
3.4.1.	Clasificación ABC Multicriterio.....	80
3.4.2.	Política Actual de Inventarios .....	81
3.4.3.	Curvas de Intercambio .....	85
3.4.4.	Nueva Política de Inventarios .....	87
3.4.5.	Análisis de Stock de Seguridad.....	90
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....		93
4.1.	Costo de Oportunidad de Capital (COK).....	93
4.2.	Presupuesto .....	94
4.2.1.	Beneficio de la implementación de la 1ra S.....	95
4.2.2.	Beneficio de la implementación de la 2da S .....	95
4.2.3.	Beneficio de la implementación de la 3ra S.....	96
4.2.4.	Beneficio de la implementación de la 4ta S .....	96
4.2.5.	Beneficio de la implementación de la 5ta S.....	96

4.2.6.	Beneficio de la implementación de Curvas de Intercambio .....	97
4.2.7.	Costo de la implementación de 5S's.....	98
4.2.8.	Costo de la implementación de nueva política de inventarios.....	99
4.3.	Flujo de Caja.....	100
4.4.	VAN y TIR .....	101
4.5.	Análisis de Sensibilidad.....	102
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	105
5.1.	Conclusiones.....	105
5.2.	Recomendaciones .....	107
6.	Anexos.....	108
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	117



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2: Células de Trabajo.....	11
Figura 3: Gráfica ABC.....	13
Figura 4: Curva de Intercambio .....	15
<i>Figura 5: Estructura Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa).....</i>	<i>16</i>
Figura 6: Ejemplo de un diagrama de Pareto.....	17
Figura 7: Estructura del DOP.....	19
Figura 9: Estructura general de un DAP .....	20
Figura 10: Organigrama de la empresa.....	30
Figura 11: Layout de la empresa.....	32
Figura 12: Figura de una remalladora.....	33
Figura 13: Recubridora industrial.....	33
Figura 14: Cortadora de tela.....	34
Figura 15: Compresora de aire.....	34
Figura 16: Insumos utilizados para la fabricación de trusas y tops.....	36
Figura 17: Personal en el taller de la empresa .....	37
Figura 18: Mapa de Macroprocesos de la empresa.....	38
Figura 19: Confecciones en la empresa .....	42
Figura 20: DOP de la empresa.....	43
Figura 21: Índice de Rotación de Inventario MP .....	47
Figura 22: Índice de Rotación de Inventario MP.....	48
Figura 23: Takt Time .....	50
Figura 24: Índice de Artículos Defectuosos.....	51
Figura 25: Porcentaje de unidades empaquetadas por turno.....	52
Figura 26: Productos terminados almacenados.....	53

Figura 27: Diagrama Pareto .....	55
Figura 28: Diagrama Causa-Efecto Problema 1 .....	56
Figura 29: Diagrama Causa-Efecto Problema 2 .....	57
Figura 30: Flujograma de Implementación.....	65
Figura 31: Flujograma de identificación de elementos.....	67
Figura 32: Tarjeta roja para la aplicación del Seiri en una Pyme. ....	69
Figura 33: Aplicación de Tarjetas en el Almacén de MP .....	70
Figura 34: Aplicación de Tarjetas Rojas en el Área de Cortado.....	70
Figura 35: Zonas esperadas después de la aplicación de Seiton.....	73
Figura 36: Zonas que necesitan limpieza.....	74
Figura 37: Tablero de gestión visual por zona de trabajo.....	77
Figura 38: Curva de Intercambio de Materia Prima .....	86
Figura 39: Curva de ETSOPY .....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escalas de Matriz FACTIS .....	12
Tabla 2: Matrices pareadas de Macroprocesos .....	41
Tabla 3: Ventas 2022 .....	42
Tabla 4: Matriz de Intenciones .....	47
Tabla 5: Tiempos de Ciclo por Operación.....	49
Tabla 6: Priorización de Problemas .....	54
Tabla 7: Escalas de Impacto .....	58
Tabla 8: Escalas de Frecuencia.....	58
Tabla 9: Factores con mayor puntuación.....	59
Tabla 10: Causa raíz.....	59
Tabla 11: Contramedidas para cada causa raíz .....	60
Tabla 12: Ponderación de Matriz FACTIS .....	61
Tabla 13: Matriz FACTIS.....	61
Tabla 14: Cuadro Resumen de Causas y Contramedidas .....	63
Tabla 15: Referencia según condiciones para clasificación .....	67
Tabla 16: Clasificación de Tarjetas.....	68
Tabla 17: Listado de objetos innecesarios .....	71
Tabla 18: Tabla de avance de las 5S's .....	78
Tabla 19: Resumen de Beneficios por cada S.....	79

Tabla 20: Clasificación ABC Multicriterio de Productos.....	81
Tabla 21: Política Actual de Inventarios parte 1.....	81
Tabla 22: Política Actual de Inventarios parte 2.....	83
Tabla 23: Política Actual de Inventarios parte 2.....	84
Tabla 24: Parámetro de la Curva de Intercambio .....	85
Tabla 25: Evaluación de Costos.....	87
Tabla 26: Nueva Política de Inventarios.....	88
Tabla 27: POQ Ajustado.....	89
Tabla 28: Nivel de Servicio y “k” .....	90
Tabla 29: ETSOPY y TSS .....	91
Tabla 30: Stock de Seguridad con el k elegido.....	92
Tabla 31: Beneficio de la 1ra S.....	95
Tabla 32: Beneficio de la 2da S .....	95
Tabla 33: Beneficio de la 3ra S.....	96
Tabla 34: Beneficio de la 4ta S .....	96
Tabla 35: Beneficio de la 5ta S .....	97
Tabla 36: Beneficio de la nueva política de inventarios .....	97
Tabla 37: Costo de materiales para las 5S’s .....	98
Tabla 38: Costo de Capacitaciones para las 5S’s.....	99
Tabla 39: Costo de nueva política de inventarios .....	99
Tabla 40: Flujo de caja de la propuesta .....	101

Tabla 41: VAN y TIR actuales ..... 102

Tabla 42: Comparación de los escenarios del análisis de sensibilidad ..... 103



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el Perú ha logrado un gran crecimiento en la industria de confecciones teniendo como principal ventaja la calidad del algodón peruano y las fibras nacionales. Este sector genera un gran nivel de empleo para medianas y pequeñas empresas lo que hace que adquiera cada vez más relevancia. En este contexto, las empresas han puesto un énfasis considerable en la eficiencia operativa y en el fortalecimiento de sus relaciones con los proveedores. En respuesta a esta necesidad, este estudio se centra en evaluar y proponer mejoras en los diversos procesos de gestión de inventarios de una empresa del sector. La falta de una gestión adecuada de inventarios, basada principalmente en la experiencia, motiva la necesidad de implementar mejoras. Se identifican herramientas de ingeniería industrial que serán de utilidad para optimizar estos aspectos, y a continuación, se presenta la estructura que compone este proyecto. El primer capítulo aborda un marco teórico que comprende las herramientas esenciales tanto para el análisis y diagnóstico como para la aplicación de la potencial mejora. En el segundo capítulo, se presenta una descripción general de la empresa en estudio, comenzando por la descripción de sus procesos, productos, maquinarias, clientes, proveedores y gestión. Este análisis proporciona una visión detallada de la gestión de la producción e inventarios con el fin de realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa mediante herramientas como: diagramas de Pareto, matrices pareadas y diagramas de Ishikawa, de esta manera, se identificarán los problemas asociados al proceso y subproceso crítico para asociarlo a potenciales soluciones. En el tercer capítulo, se presentan los modelos de mejora a aplicar (Lean Manufacturing y Planificación Agregada) junto a sus respectivas herramientas como las 5S y las curvas de intercambio, en respuesta a la problemática identificada en el capítulo previo.

En el cuarto capítulo, se lleva a cabo el análisis económico de cada propuesta a implementar, acompañado de un análisis de sensibilidad para evaluar los distintos escenarios que se podrían presentar a lo largo del proyecto. Finalmente, el estudio concluye que la aplicación de Lean Manufacturing y la gestión de inventarios junto a la aplicación de las 5S's resultó en mejoras sustanciales en la eficiencia y la rentabilidad de la empresa textil de confección, incluyendo la reducción de costos, la optimización del espacio y la implementación de políticas de inventario efectivas, respaldado por un análisis financiero positivo y robusto en diferentes escenarios.



## CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se definirán, mediante investigación bibliográfica, conceptos importantes acerca de Lean Manufacturing, gestión de inventarios, confección de ropa interior, herramientas de control de inventarios, así como los principales sistemas de reaprovisionamiento y herramientas de análisis y diagnóstico como el diagrama de Ishikawa, Pareto, etc.

### 1.1. Gestión de Inventarios

Según el libro “Inventory Management” el control de inventarios es importante para todo tipo de industria, producto o servicio. Fundamentando sus conclusiones con un balance entre la eficiencia de operaciones y el costo de inventarios a través de casos de estudio (Bose, 2006). Para la empresa multinacional IBM, la gestión de inventarios implica rastrear los productos desde su origen en los fabricantes hasta su almacenamiento, y posteriormente, desde estos depósitos hasta el momento de la venta. (IBM, 2021).

La gestión de inventarios constituye un área importante de investigación en gestión de operaciones. En el libro “Inventory Management with Alternative Delivery Times”, mencionan que la investigación en este campo se ha centrado principalmente en el problema de cómo los gerentes de inventario deben tomar sus decisiones de adquisición y asignar un inventario limitado para satisfacer la demanda de los clientes. En torno a este problema central, se han examinado una amplia variedad de temas de interés incluyendo el efecto del costo de adquisición, estructura sobre políticas de inventario, aprendizaje y pronóstico de la demanda, y tiempo de entrega. (Xiaoying et al., 2017).

Actualmente, se cuentan con distintos métodos para el control y gestión de inventarios, tales como:

## **Sistemas P & Q**

Los sistemas P & Q se refieren a distintos enfoques en la gestión de inventarios. En el sistema Q, se solicita una cantidad constante en lapsos de tiempo variables, caracterizado por un sistema de revisión continua. Por otro lado, en el sistema P, se requiere una cantidad variable en lapsos de tiempo predefinidos, representando así, un sistema de revisión periódica (UNICEN, 2005).

## **Método de control de inventarios EOQ**

Publicado por primera vez por Ford W. Harris en 1913, el modelo prescribe la cantidad de pedido óptima para las organizaciones que minimiza el total costo de ordenar y mantener bajo un conjunto relativamente restrictivo de supuestos. El método se desarrolla con la finalidad de organizar de manera sistemática los productos que se mantienen regularmente en el almacén, estableciendo tanto la cantidad como la fecha precisa para realizar los pedidos a los proveedores. (Tsan-Ming, 2013).

## **Metodología ABC**

El análisis ABC se emplea como un sistema para planificar la disposición de los inventarios en los almacenes. Su meta es optimizar la disposición de los productos o insumos de manera que aquellos más atractivos y demandados por la necesidad estén ubicados de manera más accesible y rápida. Este enfoque busca disminuir los tiempos de búsqueda y mejorar la eficiencia en general. (Peiró, 2017).

## **Método Just in Time**

También conocido como “Justo a Tiempo”, es una metodología concebida inicialmente para la gestión de la producción. Su finalidad principal es mantener únicamente la cantidad necesaria de productos en el lugar y momento adecuados, eliminando cualquier exceso o elemento que no aporte valor. Estos elementos pueden variar desde materias primas e insumos hasta

maquinarias o espacio de almacenamiento, contribuyendo así a la reducción de costos en materia de recursos (Ar-Racking, 2021).

## **1.2. Término Lean Manufacturing**

Según la guía de conocimiento de gestión de procesos de negocio, ABPMP BPM CBOK, 2021:

“Lean es una filosofía y un enfoque que hace hincapié en la eliminación de residuos o de no valor añadido trabajo a través de un enfoque en la mejora continua para agilizar las operaciones. Está centrado en el cliente y enfatiza el concepto de eliminar cualquier actividad que no agregue valor a la creación o entrega de un producto o servicio. Lean se centra en ofrecer una mayor calidad, reducir el tiempo de ciclo y reducir los costos”

Según Rajadell, Lean aplicada a un sistema productivo significa ágil, flexible en otras palabras capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Explican también que la “producción ajustada” es Lean ya que implica utilizar menos recursos en comparación con la producción en masa (Rajadell, 2021).

Según Hernández:

“Esta filosofía conduce a una visión integrada de la cultura y la estrategia para atender al cliente final con alta calidad, bajo costo y tiempo de entrega, produciendo exactamente lo que el cliente final quiere, cuando lo quiere, dónde lo quiere, a un costo mínimo y precio justo”.

Como parte de la filosofía Lean, se define Lean Manufacturing o también “Manufactura Esbelta”. Según Lee (2008), es “Manufactura sin desperdicios” y especifica que el desperdicio se presenta en muchas formas, desde material, tiempo, equipos inactivos hasta un inventario. Además, explica que las disciplinas fundamentales de desperdicio son invisibles y no son

fáciles de identificar. Para ello, se requiere una serie de técnicas y herramientas que envuelven el término “Lean Manufacturing”, entre ellas:

- Cédula de Manufactura
- Planificación Pull (Método Kanban)
- Six Sigma/ Calidad Total
- Configuración rápida
- Desarrollo de equipo

No todas las empresas necesitan la aplicación de todas estas técnicas, en su mayoría será necesario un análisis y diagnóstico (Lee, 2008).

### **1.3. Herramientas Lean Manufacturing**

En esta sección, se definirán herramientas basadas en la filosofía Lean Manufacturing que se ejemplificaron en el punto anterior.

#### **1.3.1. Metodología 5S:**

Esta filosofía tiene su origen y desarrollo en Japón y se enfoca en el "mantenimiento integral" de una empresa, abarcando no solo el cuidado de maquinarias, herramientas e infraestructura, sino también como una herramienta centrada en el mantenimiento del entorno laboral por parte de todos los participantes. La metodología 5S busca alcanzar objetivos como la limpieza y orden en los lugares de trabajo, delimitando las zonas para lograr la estandarización y la utilización de tarjetas de colores para indicar el uso de dispositivos, entre otros. Además, no solo cumple con objetivos prácticos, sino que también actúa como un estímulo motivacional para los colaboradores al observar los cambios realizados (Gisbert et al., 2017).

Las 5S's están definidas en los siguientes pasos cuyas palabras son originarias del japonés (ver Figura 1):

- Seiri = Seleccionar o eliminar
- Seiton = Ordenar
- Seiso = Limpiar
- Seiketsu = Estandarizar
- Shitsuke = Mantener.



Figura 1: Metodología 5S's

Fuente: (PROCEM Consultores 2019)

A continuación, se define los principios de las 5S's enfocadas a una Pyme según Gisbert y Manzano:

***Seiri o eliminar lo necesario***

Es la primera “S” y debe ser aplicada al inicio para eliminar aquellos objetos que sean innecesarios y no aporten valor alguno al producto final. El primer paso implica la clasificación de los elementos en el espacio laboral según su utilidad, identificando y separando aquellos esenciales de los prescindibles. Esta acción permite la eliminación de objetos superfluos en la zona de trabajo, al mismo tiempo que se gestiona de manera más efectiva el flujo de elementos en dicho espacio, optimizando así su capacidad.

En el contexto de la aplicación de "seiri" en una pequeña y mediana empresa (pyme), se puede ilustrar una técnica específica mediante el uso de tarjetas de colores vinculadas a cada objeto sujeto a análisis para evaluar su grado de utilidad. La tarjeta se coloca en aquellos objetos cuya utilidad se cuestiona, permitiendo así determinar si es necesario en el área de trabajo, si requiere ser reubicado o si debe ser eliminado (Gisbert et al., 2017).

### *Seiton u ordenar*

La segunda "S" se centra en el "orden" de los elementos esenciales para llevar a cabo cada tarea. De esta manera, se ubican y establecen los lugares adecuados para cada objeto, recurso, insumo o maquinaria. A través de este orden, se busca reducir el tiempo y mejorar la eficiencia entre la búsqueda y el retorno de los objetos a sus espacios de trabajo originales, asegurando que cada elemento tenga un lugar asignado y exista un lugar designado para cada objeto. Sin embargo, uno de los desafíos más significativos al implementar esta "S" radica en la resistencia al cambio y la falta de disciplina por parte de los operarios para devolver las cosas a su lugar correspondiente (Gisbert et al., 2017). Para llevar a cabo una implementación efectiva, se cuenta con los siguientes puntos que pueden ser aplicados:

- Definir áreas de trabajo, zonas de tránsito y lugares de almacenamiento para herramientas, materias primas y otros elementos.
- Evitar la duplicidad de herramientas y asegurarse de contar con un espacio de trabajo adecuado.
- Es esencial identificar el flujo de herramientas u objetos en el espacio de trabajo y disponerlos en ubicaciones apropiadas según su frecuencia de uso. De esta manera, se agilizan las operaciones, se garantiza la calidad y se previenen accidentes.

### ***SEISO o limpieza e inspección***

La tercera "S" señala que, después de implementar las dos primeras, es momento de llevar a cabo una limpieza en las áreas de aplicación. Este paso busca identificar y eliminar cualquier defecto antes de que se convierta en un problema. Además, el concepto de Seiso implica la incorporación de la limpieza diaria como parte de la inspección del puesto de trabajo, dirigida a detectar posibles defectos. Se otorga mayor importancia al origen de la suciedad y los defectos encontrados que a sus posibles consecuencias. Como recomendación adicional, se sugiere que la empresa caso (pyme) establezca un mecanismo de limpieza continua, incorporando cronogramas y tiempos de trabajo para garantizar la efectividad del proceso (Gisbert et al., 2017).

### ***SEIKETSU o estandarizar***

La cuarta "S" es la fase en la que se establecen los procedimientos rutinas para una implementación adecuada de la herramienta, definiendo los estándares necesarios para llevar a cabo las primeras tres "S". Este paso garantiza que las instrucciones previas se lleven a cabo de la manera más eficiente posible. La gestión visual se destaca como una de las herramientas más potentes en la empresa, ya que, con solo un rápido vistazo, el operario puede conocer la ubicación de los objetos o la forma correcta de realizar una operación (Gisbert et al., 2017).

### ***SHITSUKE o disciplina***

La fase final de las "S", referente a la disciplina, busca establecer la normalización de la aplicación del trabajo, de esta manera, busca convertir en hábito los estándares establecidos en la etapa anterior. Asociada a este término, se integran conceptos como autodisciplina y autocontrol dentro de la nueva cultura, todo ello con el objetivo de asegurar que la herramienta sea aplicada a lo largo del tiempo. A pesar de ser uno de los pasos aparentemente más simples,

también es uno de los más desafiantes. Su simplicidad radica en mantener el estado actual y aplicar las normas ya establecidas, pero, al mismo tiempo, su complejidad surge de la necesidad de mantener el interés del personal durante toda la implementación de las 5S (Gisbert et al., 2017).

### **1.3.2. Heijunka (o Producción nivelada)**

De acuerdo con el libro “Process Simulation and Optimization in Sustainable Logistics and Manufacturing” define que el término Heijunka como una técnica responsable de reducir el efecto látigo cuyo objetivo es evitar picos y valles en el programa de producción. Con Heijunka, las fluctuaciones en los pedidos de los clientes no se transfieren directamente al sistema de fabricación, ya que permite una producción más fluida y una mejor utilización de la capacidad de producción. (Pawlewski, 2014).

Según el artículo “Heijunka: Nivelación de la producción”, para implementar Heijunka de manera efectiva, es esencial emplear una serie de herramientas que, cuando se integran, facilitan el establecimiento de un sistema de producción con un flujo constante y nivelado, adaptándose a la demanda real. Algunas de estas herramientas, según Salazar (2020), incluyen la utilización de células de trabajo, la adopción de un flujo continuo de trabajo pieza por pieza y la producción ajustada al takt time (tiempo de ritmo), proporcionando así una estructura eficiente y adaptada a las necesidades del proceso productivo.

#### ***Utilización de células de trabajo***

Establecer un flujo en la planta implica organizar las máquinas e instalaciones de acuerdo con el flujo de producción, lo cual resultará en una mejora del takt time. Esto se aplica incluso cuando hay más de una secuencia de producción, como se ilustra en la figura 2:

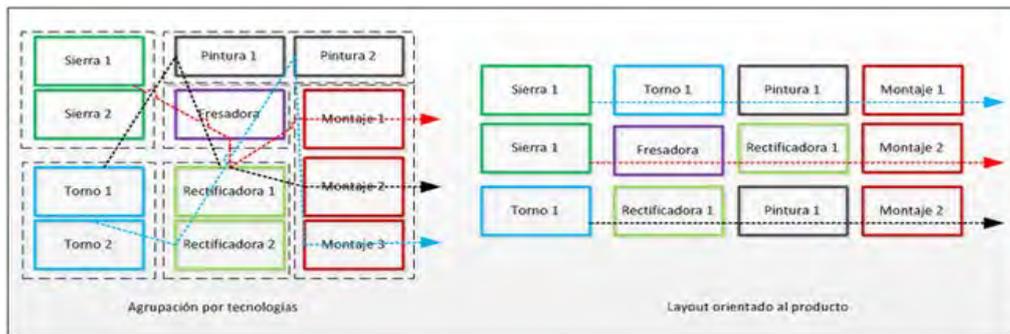


Figura 2: Células de Trabajo

Fuente: (Ingeniería Industrial Online, 2019)

Es esencial tener en cuenta que, al implementar las células de trabajo, se busca pasar de la producción de grandes lotes a la fabricación de lotes considerablemente más pequeños.

### ***Flujo continuo pieza por pieza***

Está basado en el conocido sistema pull de producción, lo que implica optimizar los inventarios y el flujo del producto de acuerdo con la demanda real. En esencia, este enfoque asegura que la planificación esté orientada a nunca producir más de lo necesario para una operación, evitando así la sobreproducción con respecto a las solicitudes del cliente.

### ***Producción ajustada al Takt time***

Se refiere a la adaptación del sistema de producción a un tiempo objetivo, el tiempo takt, que representa la frecuencia de compra del cliente medida en segundos. En el contexto de Heijunka, este tiempo establece el ritmo de producción necesario para cumplir con los pedidos del cliente y se calcula de manera específica:

$$\text{Tiempo takt} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda}$$

### **1.3.3. Herramienta Kanban**

Según Castellano (2019), la metodología Kanban tiene el objetivo de obtener una secuencia de un proceso productivo mucho más organizado y, en consecuencia, eficiente. Tiene sus orígenes en la famosa empresa Toyota (Japón), se emplea para supervisar el progreso del trabajo en una cadena de producción y es parte del modelo Lean Manufacturing, que se basa en la aplicación

de técnicas “Justo a Tiempo”. Su objetivo principal radica en garantizar una tasa de producción sostenible a lo largo de todo el ciclo productivo, evitando así la acumulación de productos terminados, posibles cuellos de botella y retrasos en la entrega de órdenes de trabajo. Es esencial organizar los trabajos en curso según la capacidad del centro de trabajo y los equipos, destacando la necesidad de una comunicación en tiempo real sobre la capacidad y la transparencia del trabajo global.

#### 1.3.4. Matriz FACTIS

Según McCain (2011), “es una técnica de clasificación jerárquica para evaluar proyectos potenciales, problemas, alternativas o soluciones propuestas basadas en un criterio específico o dimensiones de calidad”, es muy usada en aquellos proyectos que involucren una priorización enfocada a una mejora continua. Por ejemplo, al momento de evaluar una propuesta de mejora, normalmente se tienen estas dos opciones: seleccionar aquel que genere una mayor rentabilidad o el que solucione el problema en un tiempo menor, es aquí donde esta matriz es realmente útil.

A continuación, se muestra las escalas y factores asociados a esta matriz (ver Tabla 1):

Tabla 1: Escalas de Matriz FACTIS

	Criterios de selección	Escalas	Factor de Ponderación
<b>F</b>	Facilidad para solucionarlo	1 (Muy difícil)/ 2 (Difícil)/ 3 (Fácil)	6
<b>A</b>	Afecta a otras áreas su implementación	1 (Si)/ 2 (Algo)/ 3 (Nada)	2
<b>C</b>	Mejora la calidad	1 (Poco)/ 3 (Medio)/ 5 (Mucho)	5
<b>T</b>	Tiempo que implica solucionarlo	1 (Largo)/ 2 (Medio)/ 3 (Corto)	4
<b>I</b>	Requiere inversión	1 (Alta)/ 2 (Media)/ 3 (Poca)	3
<b>S</b>	Mejora la seguridad	1 (Poco)/ 2 (Medio)/ 3 (Mucho)	1

Fuente: McCain, 2011

#### 1.4. Planificación Agregada

La planificación agregada se enfoca en establecer la producción, los niveles de inventario, la capacidad externa y la fuerza laboral para cumplir con los requisitos durante un periodo de planificación a medio plazo, que generalmente abarca de 6 a 18 meses (Salazar, 2019). En el proceso de desarrollar un modelo de inventario y determinar los artículos críticos, se emplean el análisis ABC y las curvas de intercambio.

##### *Análisis ABC*

El análisis ABC consiste en dividir los artículos a producir en tres clases, de acuerdo con su valor de consumo. De este modo, se logra focalizar la atención en aquellos elementos que poseen el valor monetario más elevado. Es relevante destacar que este método es análogo a la creación de un gráfico de Pareto, donde los artículos de clase A, por lo general, constituyen solo el 20% del total de artículos, pero representan el 80% del valor de consumo. En cuanto a los artículos de clase B, comprenden el 30% del total, pero se les atribuye el 15% del valor de consumo, mientras que los artículos de clase C, que constituyen el 50%, corresponden al 5% del valor de consumo (Rau, 2010). A continuación, se proporciona un ejemplo gráfico del análisis ABC (ver Figura 3):

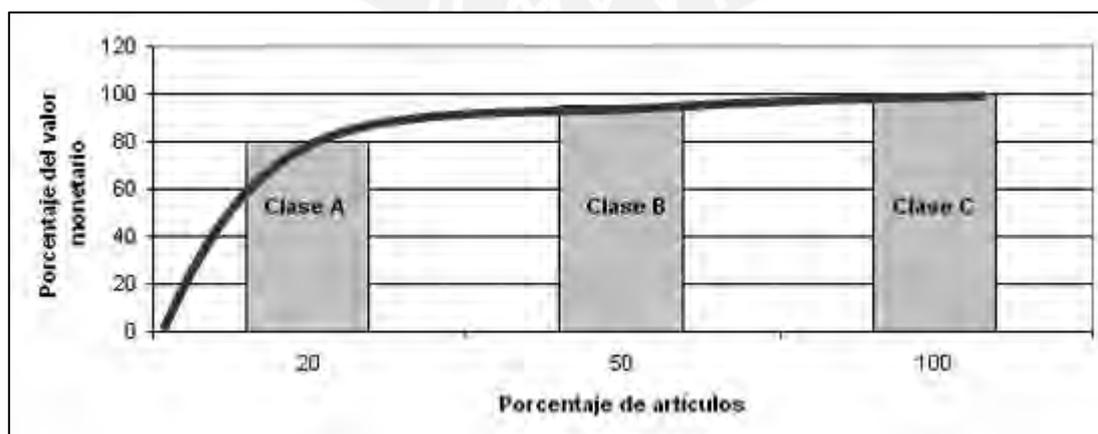


Figura 3: Gráfica ABC

Fuente: (Rau, 2010)

### ***Curvas de Intercambio***

Según Rau (2010), “Las curvas de intercambio pueden utilizarse para determinar acciones concretas del manejo de inventario que permitan identificar claramente los costos que implica tener mercadería almacenada o la escasez de ella”.

Además, también menciona que, para la elaboración de curvas de intercambio, es necesario partir del análisis base de la clasificación ABC. Luego, se procede a calcular el tamaño de lote económico o Q, bajo el supuesto de que se tienen N ítems (insumos) que maneja la empresa caso para la confección de sus productos, entonces se procede a determinar los lotes económicos para cada ítem (esto puede ser aplicado a cada ítem según el producto elegido). A continuación, se muestra la fórmula a usar:

$$Q_i = \sqrt{\frac{2AD_i}{v_i r}}$$

Posteriormente, definimos la ecuación del stock de ciclo en unidades monetarias:

$$TCS = \sum_1^N \frac{Q_i * v_i}{2}$$

Finalmente, como resultado de ambas ecuaciones previas, tenemos la ecuación hiperbólica de la curva:

$$\frac{TCS}{N} = \frac{A}{r}$$

Para que el modelo funcione correctamente, según Rau (2010), es necesario mantener algunos supuestos constantes:

1. El inventario total promedio debe mantenerse por debajo de un determinado valor en unidades monetarias para una empresa, es decir, el límite financiero.

2. El costo total fijo de los reemplazos por unidad de tiempo (anual) debe ser inferior a un valor específico.
3. Es deseable operar en un punto en el que el intercambio entre el inventario promedio valorado (TCS) y el costo de los reemplazos por unidad de tiempo o el número total de órdenes anuales (N) sea un valor razonable.
4. Supondremos que, para todos los elementos  $i$ , el valor del costo de pedido  $A_i$  se mantiene aproximadamente constante como  $A$ , para todos los elementos del inventario considerado.

El  $Q_i$  irá variando según el  $A/r$  utilizado, esto con el fin de obtener una mejor visualización de la variación del TCS en base al número de pedidos. A continuación, se presenta el modelo base de curvas de intercambio, ver Figura 4:

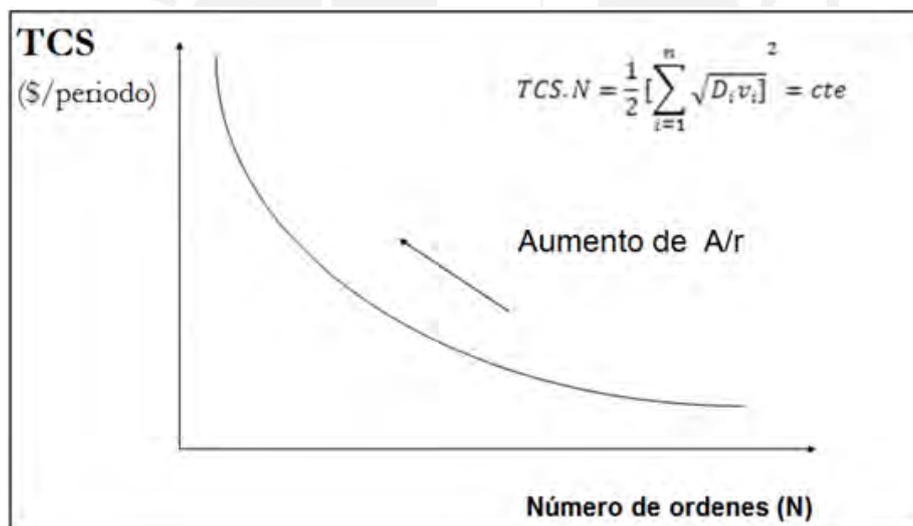


Figura 4: Curva de Intercambio

Fuente: (Peterson y Silver 1995)

### 1.5. Herramientas para el diagnóstico

En este subcapítulo se presentarán aquellas herramientas de diagnóstico a utilizar en la investigación.

### 1.5.1. Tormenta de ideas

Conocida también como “Brainstorming” en inglés, implica el desarrollo de propuestas de ideas para abordar un problema, de manera que se pueda aprovechar la creatividad y el libre pensamiento. Esta técnica resultará útil para explorar los diversos problemas que puedan surgir a lo largo del estudio, de manera que se pueda empezar a analizar potenciales soluciones. (Pérez, 2015).

### 1.5.2. Diagrama causa y efecto

También conocido como Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Pescado por su forma, constituye una herramienta que facilita la organización de la información para brindar claridad, empleando un formato gráfico que ilustra las causas que generan un problema específico (Ponce, s/f). A continuación, en la Figura 5, se presenta un ejemplo de la configuración de un diagrama de Ishikawa.

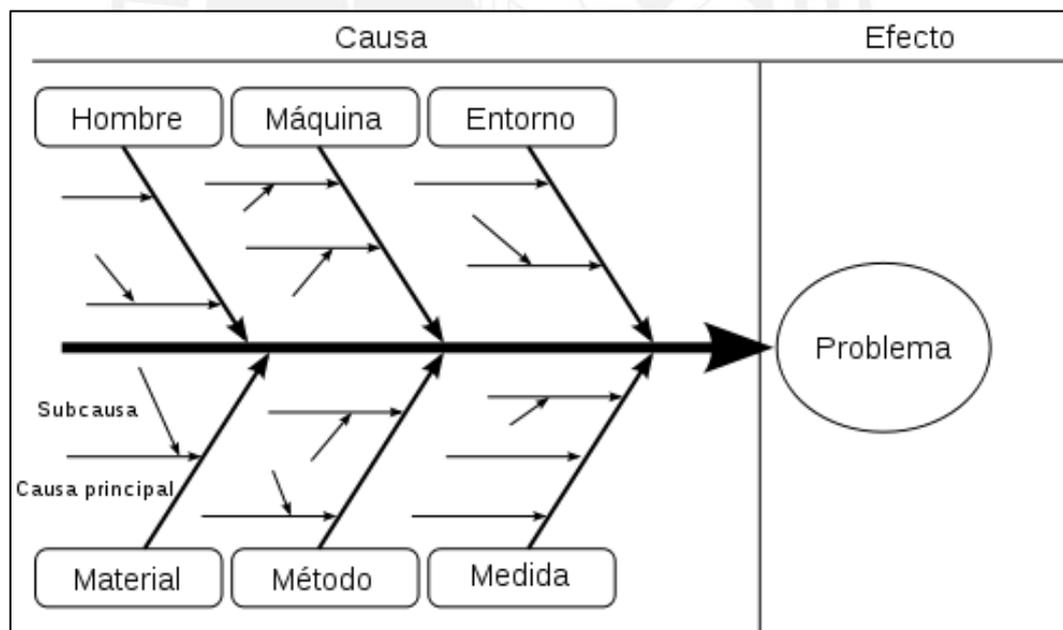


Figura 5: Estructura Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa)

Tomado de Lean Construction Mexico 2020

### 1.5.3. Diagrama Pareto

Según el artículo “Diagrama de Pareto” (Rus, 2020), este gráfico se fundamenta en el principio o regla de Pareto, cuyo descubrimiento fue atribuido a un ingeniero, economista, sociólogo y filósofo italiano, cuyo apellido es el título de este famoso gráfico. Este principio sostiene que el 80% de las actividades realizadas son de naturaleza trivial y representan solo el 20% del resultado, y viceversa. Por consiguiente, se sugiere dedicar un esfuerzo más significativo a estas últimas. También se le denomina curva cerrada o distribución A-B-C (ver Figura 6), principalmente nos permite conocer el orden de importancia de las variables o problemáticas que intervienen en un estudio (Rus, 2020).

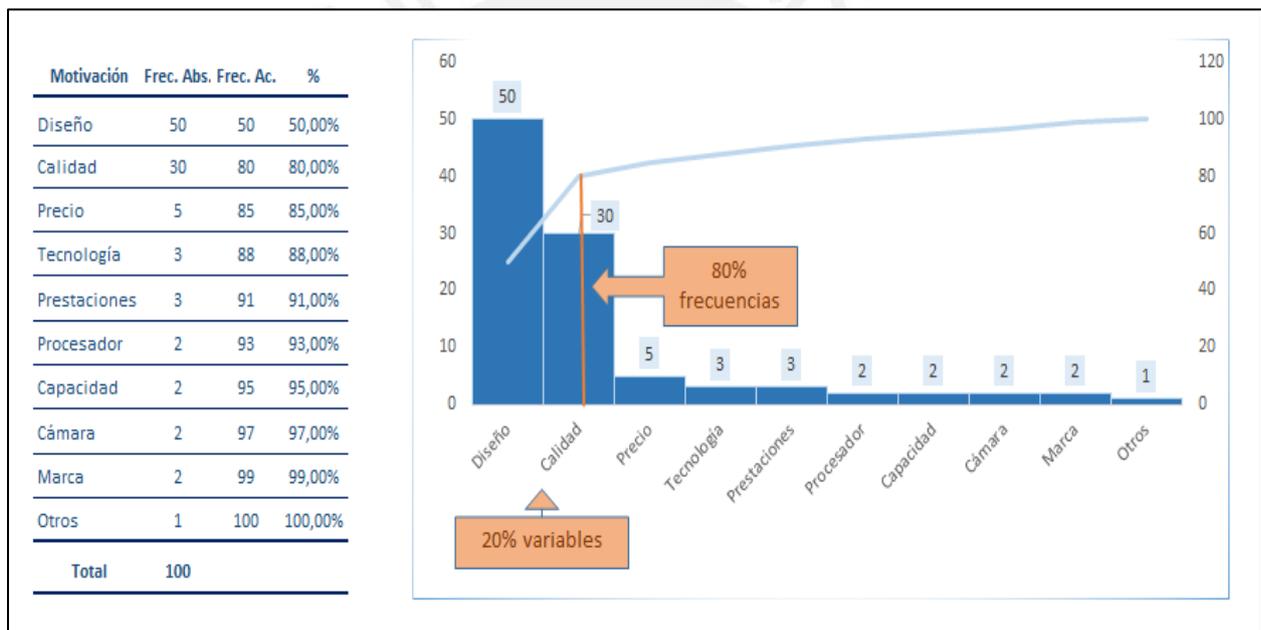


Figura 6: Ejemplo de un diagrama de Pareto

Fuente: (Economipedia 2020)

### 1.6. Estudio del Trabajo

Según George Kanawayt (1996):

“El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando”.

### **1.6.1. Medición del Trabajo**

Con el objetivo de abordar deficiencias y aumentar la eficacia de los trabajadores, una de las técnicas más es el estudio del trabajo. De acuerdo con el artículo "Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias", se destaca la importancia de llevar a cabo una evaluación sistemática del trabajo, involucrando etapas como la selección, registro, examen, medición, recopilación y definición. Estas fases describen la eficiencia de las operaciones actuales mediante la recopilación de datos en la producción (Bello, 2020).

#### ***Tiempos y Movimientos***

La investigación de tiempos y movimientos es una herramienta utilizada para calcular y establecer los tiempos estándar de cada operación que conforma un proceso productivo, así como para analizar y cuantificar los movimientos ejecutados por un operario en una actividad durante una operación (Bello, 2020).

### **1.6.2. Estudio de Métodos**

Facilita el análisis de los procesos y la implementación de mejoras, permitiendo determinar el método más eficiente para llevar a cabo el trabajo. Autores como Kanawaty (1996) y Baines (1995) coinciden al afirmar que: "La medición del trabajo ofrece un medio para cuantificar el tiempo empleado en realizar una operación o serie de operaciones, diferenciando entre tiempos efectivos y no efectivos"

#### **Diagrama de operaciones (DOP)**

Señala las operaciones e inspecciones presentes en un proceso específico, desde la obtención de la materia prima hasta el empaque del producto final. Este instrumento ayuda a identificar el flujo de las operaciones principales (UNAM, 2018). En la Figura 7, se muestra el modelo que compone el DOP:

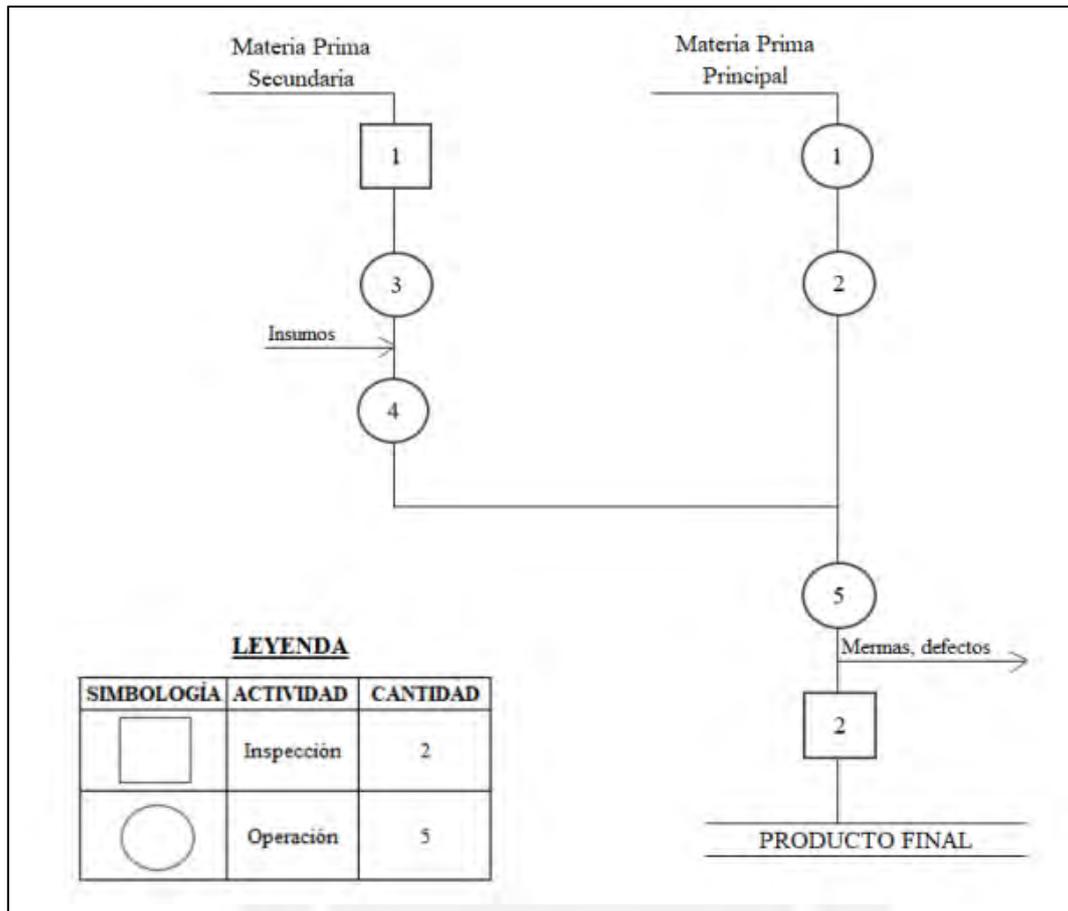


Figura 7: Estructura del DOP

Fuente: (Ramos 2018: 9, figura 1.5)

### Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)

Según el artículo “¿Qué es un DAP - Diagrama de Actividades Del Proceso?” (2020): “el DAP es una representación gráfica simbólica del trabajo realizado o que se va a realizar en un producto a medida que pasa por algunas o por todas las etapas de un proceso”. Para lo cual será necesario considerar lo siguiente:

- Cantidad de material
- Distancia recorrida
- Tiempo de Trabajo realizado
- Equipo utilizado

La simbología utilizada, se muestra a continuación (ver Figura 8):



### **1.7.1. Caso de estudio 1**

**Título:** “Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso Productivo de una Línea de Confecciones de Ropa Interior en una Empresa Textil Mediante el Uso de Herramientas de Manufactura Esbelta”

**Autor:** Samir Alexander Mejía Carrera (2016)

#### ***Antecedentes***

El equipo de investigación resaltó las ventajas al ilustrar el caso de la empresa automotriz japonesa "Toyota". Identificaron este conjunto de métodos como "Lean Manufacturing", implementado desde la década de los años 60 y perfeccionado en los años 70 con la contribución de Taiichi Onho y Shingeo Shingo. El propósito fundamental es reducir el uso de recursos para lograr la satisfacción del cliente, evidenciada mediante entregas oportunas que se ajustan a la variedad de productos solicitados, con una orientación hacia la minimización de defectos. (Reyes, 2002). También señalan que dentro de la metodología de "Lean Manufacturing" existen diversas herramientas diseñadas para eliminar aquellas operaciones que no aportan valor al producto final. De este modo, se busca incrementar el valor de cada actividad llevada a cabo y eliminar lo que resulta innecesario. (Rueda, 2007).

#### ***Problema***

Mediante la utilización de un diagrama de Pareto, identificaron los dos problemas principales en la empresa, los cuales constituyen el 74% de los tiempos que no aportan valor. Estos problemas incluyen las paradas de máquina, que corresponden al tiempo en que las máquinas están inactivas y no se lleva a cabo ninguna producción, así como los tiempos generados por el desorden y movimientos innecesarios.

### ***Solución***

En la segunda etapa de la propuesta de mejora, se destaca la implementación de herramientas de manufactura, entre las cuales se incluyen las 5S, el mantenimiento autónomo y SMED. Los objetivos clave de estas herramientas en el caso de estudio se detallan a continuación: en primer lugar, se elaboró un programa de implementación que identifica los recursos necesarios para ejecutar las fases de las 5S. En segundo lugar, se lanzó el programa a través del jefe de Recursos Humanos. La tercera fase involucra la planificación de charlas dirigidas a operarios y miembros de producción para facilitar la implementación de las 5S. Por último, se estableció una organización interna en la empresa para evaluar la continuidad y ejecución de las 5S. Los responsables de este proceso son los que participaron en campañas anteriores (equipo Lean). Se prevé la formación de equipos TPM autónomos, con un cronograma de reuniones y la actualización del tablero de gestión visual con fotos y nombres de los integrantes. Además, se implementaría SMED, desde la planificación y análisis hasta la ejecución del diagrama de actividades conjuntas, con el objetivo de reducir en 10 minutos las tareas del mecánico.

### ***Resultados***

Esta tesis logró mejorar la eficiencia de las líneas de confección de ropa interior de una empresa textil mediante la aplicación de Lean Manufacturing. Emplearon el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) por su rigurosa evaluación que combina calidad, rendimiento y disponibilidad. Entre las herramientas de Lean Manufacturing utilizadas se incluyeron las 5S y SMED, en donde uno de los beneficios destacados de la implementación de SMED, fue la reducción del tiempo de preparación o setup de 30 a 10 minutos para las máquinas remalladora y atracadora, y de 45 a 10 minutos para la máquina elástica (Mejía, 2013).

En cuanto a los indicadores que miden la correcta implementación, el OEE experimentaría un aumento en la disponibilidad del 75% al 94%, ya que las paradas no planificadas disminuirían

con la reducción del tiempo de preparación y el tiempo total de reparación a lo largo del año gracias a las mejoras implementadas. El rendimiento aumentó del 93% al 95%, dado que el tiempo bruto de producción se incrementa al reducir el tiempo de paradas no planificadas. La tasa de calidad se elevaría del 91% al 95%, gracias a la disminución del porcentaje de productos defectuosos promedio, pasando de 9.39% a 3.85%.

### ***Aprendizaje***

Un hallazgo significativo de esta investigación destaca la combinación de dos herramientas Lean en una, fusionando el TPM con la segunda "S". Además, contribuyó a la reducción del tiempo de preparación (set up) junto con el SMED. En resumen, el uso conjunto de diversas herramientas contribuyó al logro del objetivo general de mejorar la eficiencia. Estos resultados pueden aplicarse a otras líneas de productos de manufactura que involucren procesos similares en la empresa de estudio.

### **1.7.2. Caso de estudio 2**

**Título:** “Mejora del Proceso de Confección de Polos de una Empresa Textil Aplicando Herramientas de Lean Manufacturing”

**Autor:** Yuriko Cecilia Ramos Torres (2021)

### ***Antecedentes***

En este caso de estudio, se presenta también como referencia a Toyota, una destacada empresa automovilística japonesa que, tras la Segunda Guerra Mundial, reconsideró la viabilidad del método de producción en masa. En respuesta a esto, los ingenieros Eiji Toyoda y Tiichi Ohno, miembros clave de la compañía, propusieron la implementación del "Toyota Production System" o también conocido como TPS. Este nuevo enfoque se basa en los principios de Jidoka

y Just inTime, los cuales tienen como objetivo mejorar el proceso productivo al reducir o eliminar los desperdicios (Tejada, 2011).

El desarrollo de esta metodología también incorpora herramientas Lean, como el VSM (Mapa de Cadena de Valor), que se utiliza para identificar desperdicios, cuellos de botella y restricciones en las operaciones. Para reflejar la frecuencia de compra del cliente, un indicador clave en este contexto es el takt time (Álvarez, 2021).

### ***Problema***

Se comenzó el diagnóstico del problema a través de la selección del proceso a analizar, en este caso, mediante un diagrama de barras identificaron la línea de producción con mayor demanda: la confección de prendas elegantes y casuales, que abarcan el 53% de la producción total anual. Posteriormente, realizaron la selección de la familia de productos y seleccionaron el producto estrella, polo manga corta de algodón. La aplicación del Value Stream Mapping (VSM) reveló algunos problemas, como un Lead Time prolongado de una hora y un inventario en proceso de 200 cortes de tela. La identificación de los 7+1 desperdicios resaltaron problemas que van desde la escasez de espacio hasta la desmotivación y el agotamiento del personal. El análisis del indicador OEE mostró una efectividad global del equipo del 55%, considerablemente por debajo del estándar del 85% para empresas manufactureras de clase mundial. Tras la aplicación de herramientas como VSM, 7+1 desperdicios y el análisis del OEE, se agruparon los problemas encontrados en dos categorías principales: desorden en el área de producción y paradas de máquinas.

### ***Solución***

Para abordar estos problemas, se aplicó el diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz. Posteriormente, se puntuaron las causas principales, centrándose especialmente en la

parada de máquinas como problema principal. Se establecieron métodos y planes de implementación, como las 5S's y celdas de manufactura para abordar el desorden en el área de producción, y herramientas de mantenimiento autónomo y las 5S's para resolver las paradas de máquinas.

### ***Resultados***

Se aplicaron predominantemente tres herramientas Lean: las 5S, el Mantenimiento Autónomo y las Celdas de Manufactura. La implementación de estas herramientas buscaba lograr una mayor producción por lotes con defectos reducidos y tiempos de ciclo más cortos. Además, se proporcionó un análisis de los beneficios económicos que cada propuesta aportaría a la empresa. Con respecto a las 5S, se anticipaba una disminución en el tiempo dedicado a la búsqueda de materiales, una reducción en la cantidad de productos defectuosos y una disminución en los incidentes diarios, promoviendo una producción más eficiente. Como resultado, la producción de lotes aumentó de 179 a 200 polos por hora, generando un incremento diario del 11.73%. La implementación de las herramientas Lean Manufacturing condujo a un aumento en el indicador OEE (Efectividad Global del Equipo), elevándose del 55% al 70%. Este aumento se atribuyó principalmente al incremento en dos factores relacionados con la utilización de las máquinas. En primer lugar, la disponibilidad aumentó del 83% al 93%, y, en segundo lugar, el rendimiento se elevó del 69% al 78%. Estas mejoras contribuyeron a la reducción de micro paradas, como tiempos de espera, transporte y cambios de herramientas, entre otros (Ramos, 2021).

## *Aprendizaje*

La herramienta de mayor impacto son las 5S's ya que representan el 60,43% del costo anual del proyecto. Sin embargo, hay una comparación equitativa en cuanto al beneficio, ya que también es la herramienta que brinda un mayor beneficio monetario.

### **1.7.3. Caso de estudio 3**

**Título:** “Cycle Time Reduction for T-Shirt Manufacturing in a Textile Industry using Lean Tools”

**Autor:** Lingan Dharun (2015)

#### *Antecedentes*

Un informe de tesis sobre la implementación de VSM para Lean Manufacturing fue estudiada por una universidad en China en el Central Industrial Supply (CIS), una industria manufacturera de una variedad de componentes electroquímicos. Un producto llamado 9G se tomó en estudio y se utilizó el VSM para evaluar el problema (Dharum et al, 2015). Se observó que el mapa del estado actual mostraba un total tiempo de entrega de 6 a 7 días mientras que después de la implementación de conceptos lean, el tiempo de entrega se redujo drásticamente en un 50% del Valor original. Se estudiaron todos los flujos de información y productos y recomendaciones de control de inventario también se dieron en el reporte (Apel et al, 2007).

Otro documento fue sobre la aplicación de VSM en una industria de la confección de prendas de vestir. Los hallazgos revelaron que VSM se puede aplicar a las industrias de prendas de vestir de producción en masa en para obtener resultados positivos tales como la reducción de residuos en inventario y defectos. Además, VSM ayudó a los gerentes de la empresa de casos para visualizar los diferentes tipos de residuos generados en la organización y posibilidades futuras de eliminarlos o reducirlos (Silva,2012).

### ***Problema***

En la publicación académica comentan que gran parte de la industria textil pertenece a las PYME (pequeña mediana empresa). En los últimos tiempos, esta industria ha enfrentado muchos desafíos todos los días para sobrevivir en su negocio de la competencia mundial. Algunos de esos desafíos poseen pobres instalaciones, malas condiciones de trabajo, etc. Es imperativo que la planta de producción de estas industrias debe ser esbelta para competir no solo con mercado local sino también mercado global (Dharum et al, 2015).

### ***Solución***

Este documento se centra en reducir el tiempo de ciclo de la producción de camisetas. Para ello, se utilizan se utilizarán diversas herramientas Lean como mapeo de flujo de valor, kaizen, análisis de efecto de modo de falla, estudio de tiempos y movimientos.

Esta naturaleza de la industria textil hace que la implementación de técnicas de manufactura esbelta sea un desafío. Se ha utilizado una combinación de mapeo de flujo de valor (VSM), 5S, kanban, kaizen, poka-yoke y controles visuales para mejorar los procesos. Los hallazgos de este estudio revelan que un análisis exhaustivo del proceso, la configuración y el tiempo de cambio (CO), el uso de códigos de colores para identificar la mezcla de volumen, el uso de kaizen y círculos de calidad que empoderan a la fuerza laboral, son algunos de los diversos claves para una implementación Lean exitosa en una industria textil (Dharum et al, 2015).

### ***Resultados***

El estado actual del VSM dio un tiempo de entrega de 401 segundos por producto. Pero, después de implementar Kaizen como un estudio piloto en la industria, se encontró que el tiempo de entrega era de solo 31 segundos. Por lo tanto, el uso de herramientas Lean en la industria ha ahorrado alrededor de 82 segundos por producto. Se logró una mejora del tiempo

del 20% simplemente en el estudio de prueba. Kaizen es un término que significa mejora continua. Por lo tanto, el tiempo de entrega de la producción seguirá disminuyendo, lo que permitirá aumentar la rentabilidad de la industria. Además, pudo producir alrededor de 9.500 unidades de camisetas por mes. Con la implementación de herramientas Lean, podrán producir 12.000 unidades con la misma cantidad de recursos. Esto aumentará los ingresos mensuales a aproximadamente 150 000 INR y proyectar esto anualmente aumentará los ingresos obtenidos por la empresa a 18 00 000 INR (Dharum et al, 2015).

### *Aprendizaje*

Todos los Kaizen planificados se implementaron en una sola máquina y se tuvieron en cuenta algunos conceptos como el equilibrio de línea para distribuir uniformemente la carga de trabajo para que el proceso sea lo más eficiente posible. Se elaboró un mapa de estado futuro predicho sobre toda la industria utilizando los datos obtenidos del estudio piloto. Esto se extendió a toda la industria desde el mapa de estado Futuro para predecir el tiempo de entrega después de que se implemente la lista de Kaizens en toda la industria (Dharum et al, 2015).

## **CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA**

En este capítulo, se presentará la empresa en estudio y su situación actual en cuanto a sus procesos de gestión de inventarios, para lo cual será necesario analizar el proceso en general y comprender qué hacen y cómo realizan cada operación, así como los productos que comercializa, sus proveedores y clientes, también se estudiará su mapa de procesos para identificar así posibles oportunidades de mejora en diferentes partes del proceso.

### **2.1. Descripción de la empresa**

La empresa caso pertenece al sector textil, subsector de manufactura. Se dedica a la producción, distribución y comercialización de ropa interior femenina. Tiene sus inicios en el año 2010, sin embargo, se registró como empresa en el año 2021.

Tiene como principal objetivo fabricar productos que cumplan con los estándares de calidad en el mercado de ropa interior femenina. Su principal producto son las trusas tipo bikini, la cual ha tenido un potencial crecimiento en los últimos años, con un incremento en sus ventas de 35% en promedio en los últimos 5 años.

La empresa tiene como misión: “La fabricación, distribución y comercialización de productos textiles que logren la satisfacción de sus clientes, logrando contribuir con el desarrollo económico propio y del país”.

La visión a largo plazo es “Convertirse en la empresa líder en la fabricación de ropa interior íntima para mujeres, logrando para el año 2030 incrementar su posicionamiento en el mercado”.

#### ***Productos***

- Trusas modelo bikini
- Trusas modelo cadera

- Trusas modelo cacheteras.
- Tops para niñas.

### 2.1.1. Estructura organizacional

La empresa posee un organigrama funcional, en donde cada puesto está asignado a una cantidad de personas o solo a una. A continuación, se presenta el organigrama (ver Figura 10):

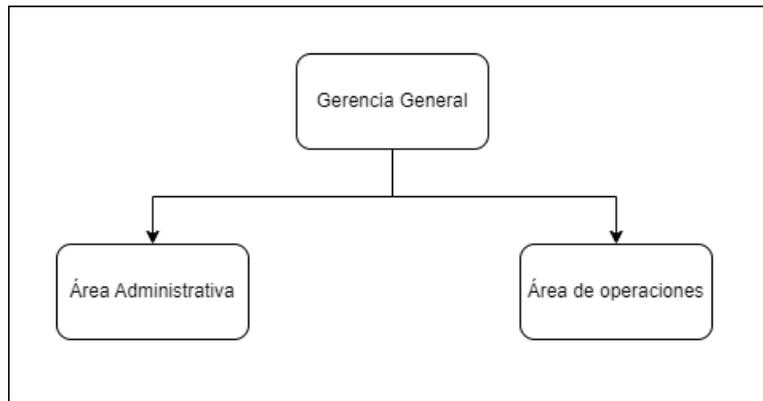


Figura 10: Organigrama de la empresa.

Fuente: La empresa

#### **Gerencia General**

La gerencia se encarga de la toma de decisiones a gran escala de la empresa, además, busca alianzas y estrategias futuras para el crecimiento de esta. Asimismo, verifica que las áreas administrativas y operaciones cumplan con sus funciones y estén alineados a los objetivos de la empresa.

#### **Área Administrativa**

Está compuesta por un solo miembro y su principal función es realizar las cotizaciones de productos, pedidos de materia prima, pago a operarios y proceso administrativos de la empresa como: creación de contratos, órdenes de compra y más.

## **Área de Operaciones**

Se encarga de verificar la confección de los productos, los cuales se deben realizarse según el proceso establecido en un tiempo determinado, con el objetivo de cumplir los pedidos solicitados. Esta área está conformada también por los operarios, quienes participan en los distintos procesos de elaboración, tales como: cortado, remallado, acabado y empaquetado.

### **2.1.2. Gestión de Inventarios**

La gestión de inventarios actualmente no se realiza más que experimentalmente, es decir, de forma empírica y se basa en el conocimiento del jefe de producción. Asimismo, no se cuenta con un sistema de stock de seguridad, puesto que no se cuenta con un perfil profesional enfocado a realizar este tipo de análisis y pronóstico. El flujo de producción normalmente inicia con el pedido del cliente en una cotización y posteriormente la producción empieza a ponerse en marcha a menos que ya se tenga algún stock en el almacén de producto terminado que pueda satisfacer el pedido. Esto resalta que la empresa no tiene el conocimiento de lo que conlleva el almacenamiento de producto terminado sin rotar en los almacenes. Además, no se tiene un cálculo sobre la capacidad de producción/confección, ya que normalmente producen en base a lo que conocen que sus clientes les solicitan por temporada y muchas veces empiezan a confeccionar con una velocidad mayor.

El almacén se encuentra en el mismo taller de la empresa, tanto el de materia prima como el de producto terminado. La empresa no cuenta con un personal asignado al control de inventarios, por lo que no se tiene este proceso documentado. En el taller se encuentra el jefe del área de operaciones, el cual está encargado de distintas funciones, tales como:

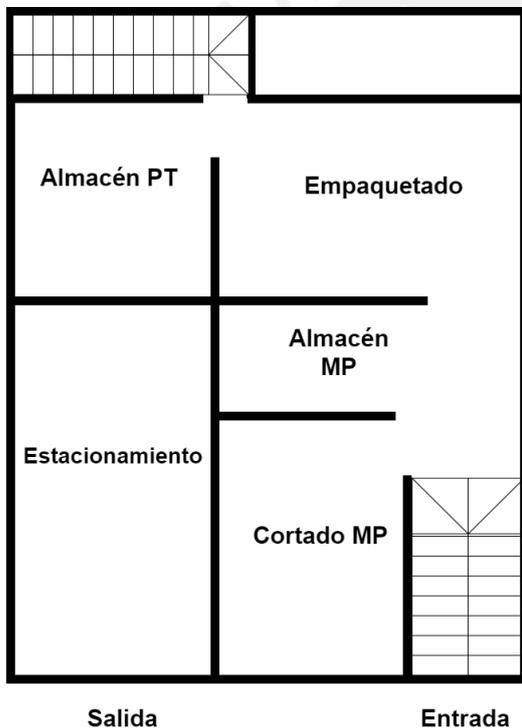
- Recepcionar la materia prima que ingresa (telas, hilos, elásticos).
- Contabilizar que las cantidades que ingresan de materia prima coincidan con el pedido.

- Inspección cualitativa y cuantitativa del material.
- Organizar en el almacén la materia prima.

### 2.1.3. Layout de la Empresa

A continuación, en la Figura 11, se presenta el Layout de la empresa que cuenta con dos niveles. En el 1er nivel se encuentra el almacén de producto terminado, el estacionamiento, el área de empaquetado de producto final y el área de corte de materia prima. En el 2do nivel se encuentra el almacén de etiquetas, la oficina del jefe de producción, los servicios higiénicos y el área de confección, en donde se realizan las principales actividades de costura y remallado.

#### 1er Nivel



#### 2do Nivel

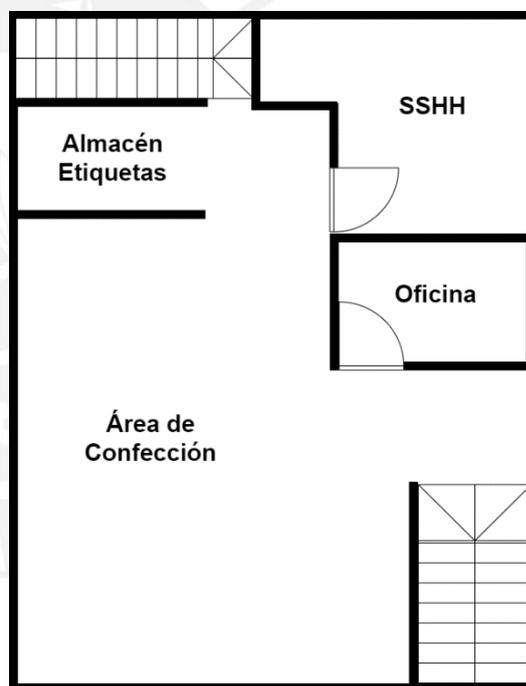


Figura 11: Layout de la empresa

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.4. Maquinaria

La empresa cuenta con diversas máquinas especializadas, como las de corte de materia prima, máquinas de costura adaptadas a funciones específicas, y dispositivos de bordado que añaden detalles decorativos a las prendas. Las máquinas se muestran a continuación

- Remalladora: esta máquina se encarga de las costuras de borde y dar el acabado final en la prenda (ver Figura 12)



Figura 12: Figura de una remalladora

Fuente: Google

- Recubridoras: costuras de cobertura decorativa y funcional (ver Figura 13):



Figura 13: Recubridora industrial.

Fuente: Google

- Cortadora: se encarga de cortar la tela en patrones específico que han sido tizados previamente (ver Figura 14):



Figura 14: Cortadora de tela.

Fuente: Google

- Compresoras de aire: se utiliza para el hilado o estampados de prendas (ver Figura 15):



Figura 15: Compresora de aire.

Fuente: Google

### 2.1.5. Clientes, proveedores y personal

Los stakeholders comprenden a los clientes, proveedores y personal, cada uno aportando significativamente al funcionamiento y éxito de la empresa. Los clientes, siendo la piedra angular, son la razón de ser del negocio, ya que su satisfacción se logra mediante la entrega de productos de alta calidad y la atención de sus necesidades específicas en cuanto a diseño, comodidad y estilo. Los proveedores desempeñan un papel vital al suministrar la materia prima

e insumos para establecer una cadena de suministro eficiente y sostenible. El personal, por otro lado, constituye el núcleo operativo, contribuyendo con habilidades especializadas en el proceso de confección. La comunicación efectiva y las relaciones sólidas con estos stakeholders son esenciales para mantener un flujo armonioso en la cadena de valor, impulsando la innovación, la eficiencia y la satisfacción tanto interna como externa.

### ***Clientes***

Actualmente, la empresa tiene como principal cliente el sector mayorista, esto debido a que, se encargan de producir lotes grandes que son vendidos a pequeñas empresas minoristas para que, posteriormente, lleguen al consumidor final. Sus clientes se encuentran en diferentes puntos de la capital peruana y provincias. La empresa tiene actualmente una ratio de 20 clientes/año que ha logrado mantener a lo largo de los últimos 10 años.

### ***Proveedores***

La empresa tiene distintos proveedores tanto de hilo, tela o tirantes para la confección de ropas interiores. Además, todos se encuentran ubicados en Lima Metropolitana, lo que facilita una cercanía con el taller principal que se ubica en Zárate – SJL. Por otro lado, se maneja el pago contra entrega para la compra de materia prima. A continuación, en la Figura 16, se muestra el gráfico con imágenes de la materia prima que se requiere de cada proveedor:



Figura 16: Insumos utilizados para la fabricación de trusas y tops.

Fuente: Elaboración propia

### ***Personal***

El personal se ubica en el taller, son alrededor de 20 trabajadores, divididos entre los operarios, miembros de administración y jefe de operaciones. Los operarios se distribuyen: 8 en la sección de remalle y recubierta, 8 en la sección de empaquetado y almacén y 1 encargado del área de cortado. El horario de trabajo es de lunes a viernes de 8 a.m. - 6 p.m y sábados de 8 a.m. a 12 p.m. A continuación, en la Figura 19, se muestran las áreas de la empresa con el personal correspondiente:



Figura 17: Personal en el taller de la empresa

Fuente: La empresa

### **2.1.6. Objetivo de la investigación**

El propósito fundamental de esta investigación es presentar mejoras fundamentadas en las metodologías y sistemas que hemos estudiado a lo largo de la carrera. En esta ocasión, se utilizará un enfoque en el diagnóstico de la situación actual con el objetivo de adaptar las herramientas, incorporando modelos de mejora para proponer un escenario más eficiente para la empresa, de manera que esto pueda resultar en una mejora sustancial y económica en contraste con las políticas actuales dentro de la empresa.

### **2.2. Diagnóstico de la empresa**

En esta sección, se llevará a cabo un exhaustivo análisis y evaluación de la situación actual de la empresa. Inicialmente, se realizará un análisis al mapa de macroprocesos hasta llegar a un nivel 3, es decir, el proceso elegido y sus respectivas actividades. Posteriormente, se hará uso de la herramienta de matrices pareadas para elegir el proceso a analizar, luego, se identificará el producto elegido y los problemas asociados al proceso con ayuda del DOP. El uso de la

matriz de intenciones servirá para evaluar indicadores que nos ayudarán a conocer la situación actual de la empresa. En base a estos indicadores, se identificarán los problemas asociados. Seguidamente, se empleará el diagrama Causa-Efecto para discernir las raíces que originan el problema principal. En una etapa posterior, se determinarán las causas fundamentales mediante análisis cuantitativos, y cada una será examinada individualmente para evaluar su situación actual mediante indicadores y gráficos específicos. Para concluir, se realizará un diagnóstico general de la empresa basado en los resultados obtenidos en el análisis. Esto permitirá la identificación de contramedidas y la selección de modelos y sus herramientas de Ingeniería Industrial adecuadas para abordar las causas fundamentales y, de este modo, reducir el problema principal.

### 2.2.1. Mapeo de Procesos

Se comenzó detallando el mapa de procesos de la empresa caso para poder tener una perspectiva global y entender mejor sus etapas internas con la finalidad de facilitar el análisis posterior. Se realizó la representación gráfica de los procesos de la empresa en la Figura 18:

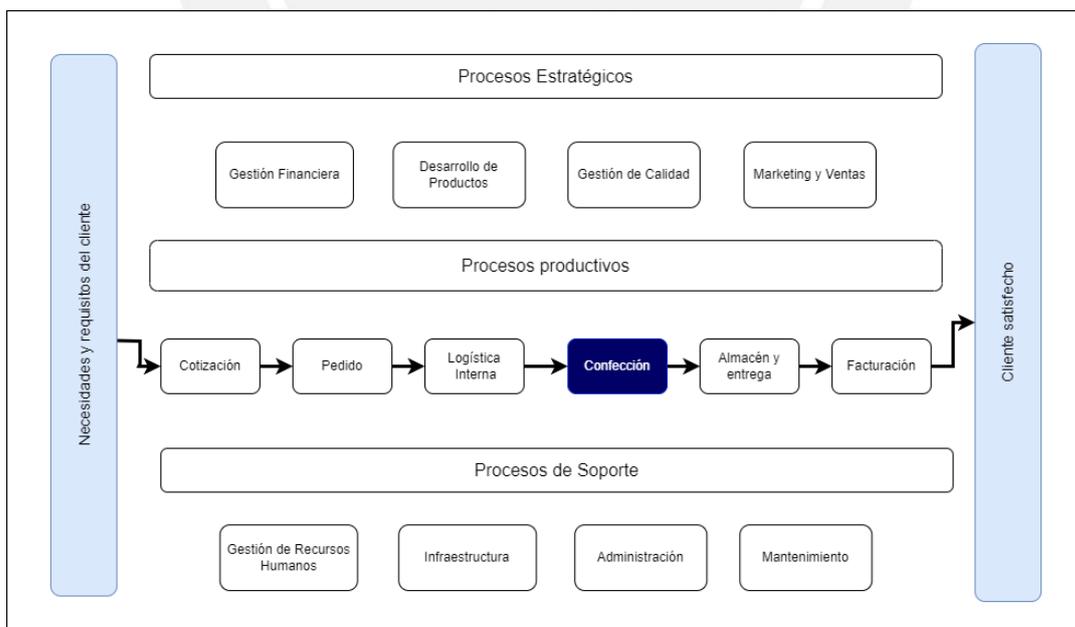


Figura 18: Mapa de Macroprocesos de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

El mapa de macroprocesos se detalla de la siguiente manera:

#### **a. Procesos estratégicos**

Se encargan de anunciar las estrategias para los demás procesos, se dividen en:

- **Gestión Financiera:** se maneja el presupuesto, se controlan los costos y se toman decisiones financieras estratégicas para mantener la salud económica de la empresa.
- **Desarrollo de Productos:** se analizan descriptivamente tendencias de moda con el objetivo de diseñar y crear un catálogo atractivo y cómodo para el mercado.
- **Gestión de Calidad:** incluyen pruebas visuales del producto final y el empaque
- **Marketing y Ventas:** acuerdos con mayoristas y estrategias para mantener a los clientes en la empresa

#### **b. Procesos operativos**

Son las actividades que realiza la empresa para satisfacer las necesidades del cliente, se dividen en:

- **Cotización:** en este proceso, se proporcionan detalles sobre precios y condiciones cuando un cliente expresa interés, marcando el primer paso en la transacción.
- **Pedido:** cuando se recibe un pedido, se procesa la información necesaria para poner en marcha la producción de las trusas.
- **Logística Interna:** desde la llegada de las materias primas hasta la organización interna para la producción, este proceso garantiza que todo esté listo y en su lugar para iniciar la confección.
- **Confección:** la acción principal ocurre en este proceso, donde los diseños se transforman en trusas reales a través de cortes, costuras y otras etapas de producción.

- Almacén y entrega: una vez que las trusas están listas, este proceso se encarga de almacenarlas adecuadamente y coordinar su entrega eficiente a los clientes.
- Facturación: es el último paso operativo, este proceso emite las facturas y cierra la transacción con los clientes.

### **c. Procesos de soporte/apoyo**

Son aquellos que complementan los procesos operativos y de soporte, se dividen en:

- Gestión de Recursos Humanos: este proceso se ocupa de seleccionar, capacitar y desarrollar un equipo valioso.
- Infraestructura: este proceso se encarga de asegurar que la empresa tenga el espacio físico y tecnológico necesario para funcionar sin problemas, tales como las licencias de funcionamiento y defensa civil.
- Administración: incluye temas de contabilidad y gestiones que dan soporte a los procesos operativos
- Mantenimiento: este proceso se encarga de mantener en condiciones óptimas las maquinarias que posee la empresa para mantener la producción sin problemas.

Posteriormente, se realizará una matriz de comparaciones pareadas para evaluar el macroproceso más crítico, en donde los factores fueron evaluados con la empresa caso y sus respectivos pesos definidos en base a la importancia que la empresa considera por cada factor con niveles del 1 al 10. Adicionalmente, se evaluará cada factor del 1 al 5 para poder obtener el proceso principal. A continuación, se muestra en la tabla 2:

Tabla 2: Matrices pareadas de Macroprocesos

N°	Factores	Peso	Macroprocesos													
			Gestión Financiera	Desarrollo de productos	Gestión de Calidad	Marketing y Ventas	Cotización	Pedido	Logística Interna	Confección	Almacén y Entrega	Facturación	Gestión de Recursos Humanos	Infraestructura	Administración	Mantenimiento
1	Eficiencia en la Producción	14%	3	4	5	2	1	1	2	5	2	1	2	3	1	1
2	Gestión de Stock	10%	4	1	1	1	3	4	3	4	5	4	2	2	1	1
3	Calidad del Producto	12%	2	5	2	1	1	2	4	3	1	3	2	1	1	1
4	Tiempo de entrega	10%	2	2	2	1	1	2	5	3	1	3	2	1	1	1
5	Costos de producción bajos	9%	4	2	2	1	1	2	4	3	1	3	2	1	1	3
6	Experiencia del cliente	8%	4	5	3	1	1	2	2	3	1	3	2	1	1	1
7	Nuevos productos	11%	2	5	2	1	1	2	2	3	1	3	2	1	1	1
8	Equipo capacitado	9%	2	3	2	1	1	2	4	5	1	3	2	1	1	1
9	Flexibilidad en la producción	9%	2	3	2	1	1	2	5	3	1	3	2	1	1	4
10	Comunicación efectiva	8%	1	3	2	1	1	2	2	3	1	3	2	1	1	1
Total		100%	2.6	3.4	2.4	1.1	1.2	2.1	3.3	<b>3.6</b>	1.5	2.8	2	1.4	1	1.5

Según la matriz de intenciones, el proceso más importante es el de Confección, ya que con los cálculos realizados arrojó el mayor valor entre la relación de los factores que son de interés para los clientes, respecto a lo que ofrece la empresa para poder satisfacerlos. El proceso de Confección tuvo un total de 3.56 puntos y por ello se posiciona como el proceso a evaluar. La empresa actualmente cuenta con distintos tipos de productos a confeccionar, tales como los que se muestra en la Figura 19:

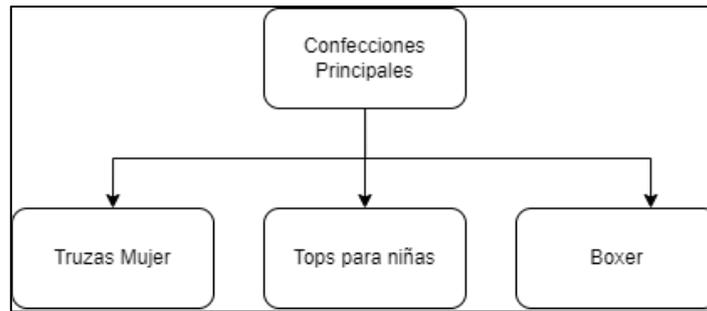


Figura 19: Confecciones en la empresa

Fuente: La Empresa

De la figura anterior, hemos seleccionado la confección de trusas modelo bikini, ya que durante el año 2022 tuvo una alta producción, tal como se demuestra en la Tabla 3, a continuación:

Tabla 3: Ventas 2022

Confecciones Principales	Productos	Cantidad	Cantidad Total	Porcentaje Parcial
Trusas Mujeres	Cadera	17 569	68 653	83%
	Bikini	17 000		
	Tipo Faja	15 522		
	Pierna Alta	18 562		
Top Niñas	Tops con tirantes	8 562	8 562	10%
Boxer	Boxer Primavera	5 823	5 823	7%
Total			83 038	93%

Como conclusión preliminar, en base al nivel de ventas que se tuvo en el año 2022, el producto seleccionado es el de trusas mujeres, que representa el 83% del total de ventas que se tuvo en la empresa. El proceso de producción es similar entre los distintos modelos por lo que se describirá el Diagrama de Operaciones del Proceso o DOP en la figura 20:

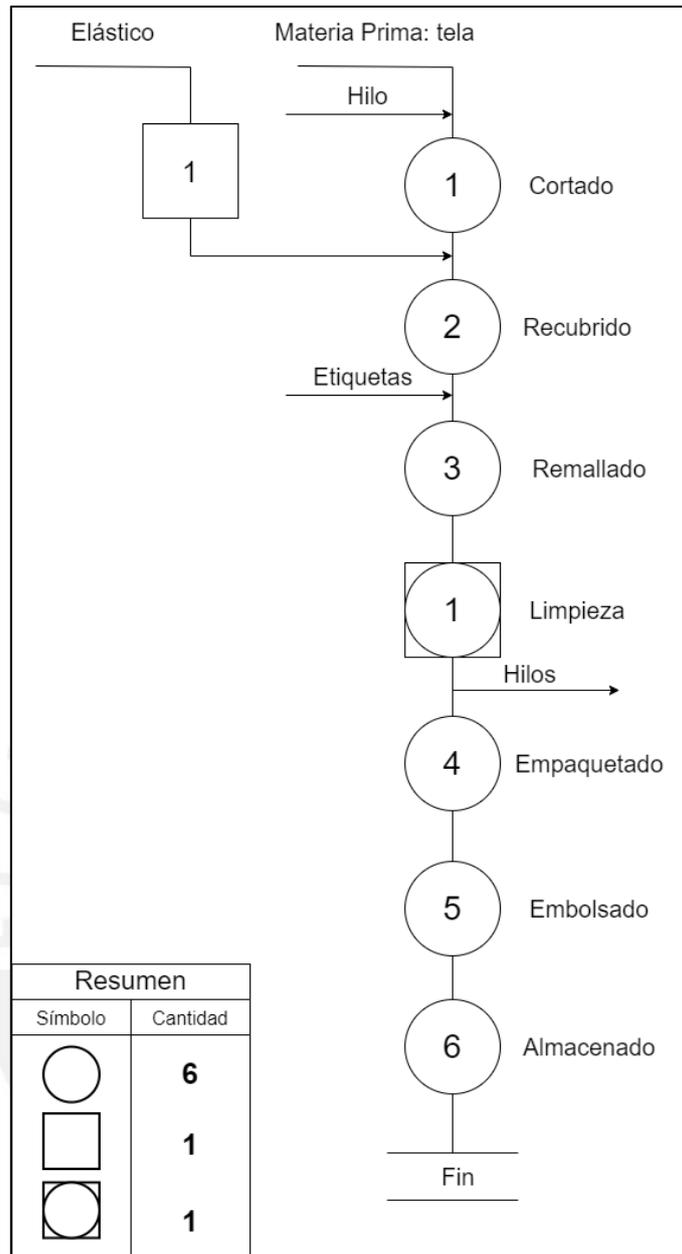


Figura 20: DOP de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

En base al DOP, procederemos a describir las actividades que se realizan internamente en el proceso:

**Recepción de materia prima:** Después de realizar la solicitud del lote de productos, la empresa procede a adquirir los materiales esenciales para la iniciar la confección, como

algodón, hilos, agujas y empaques de cartón, entre otros. Esta compra es coordinada entre la gerente general y el jefe de producción para evaluar los mejores proveedores según el tipo de pedido.

**Corte de los moldes:** En esta etapa, se lleva a cabo el corte de la tela en la máquina cortadora, para ello, es necesario primero tener el tizado sobre la tela, ya que es una guía para cada tipo y talla de producto.

**Confección de las trusas:** Todas las piezas son llevadas al segundo nivel para comenzar con la confección, en el cual se hace uso de una remalladora para unir las partes correspondientes: telas, bordados y etiquetas.

**Limpeza de prendas:** La prenda pasa por una fase de limpieza final donde se realizan los últimos acabados y se cortan los hilos sobrantes. Además, se lleva a cabo una breve inspección para asegurar que la producción sea correcta y sin defectos.

**Empaquetado de trusas en cajas:** Una vez que el producto está completamente listo, se procede a doblarlo y empaquetarlo en cajas, asignando cada unidad de ropa interior al modelo correspondiente.

**Almacenamiento de producto terminado:** Finalmente, obtenidos los paquetes del producto, se ubican en el área de almacén de producto terminado hasta su distribución.

Finalmente, se procederá a diagramar las operaciones del proceso bajo el “Diagrama de Operaciones del Proceso” o conocido como DOP, en la Figura 12, se presenta dicho diagrama para el producto trusas interiores:

### **2.2.2. Gestión de Indicadores**

En base a las actividades definidas, se plantearán los indicadores principales asociados a su respectiva ecuación que nos servirán para medir las mejoras que se aplicarán e identificar los problemas asociados a estos. En la Tabla 4, se muestran todos los indicadores junto a su intención, ecuación matemática, valor meta y valor promedio para que puedan ser aplicadas a la empresa caso y de esta manera analizar en el tiempo la medición de estos indicadores para evaluar los problemas asociados.

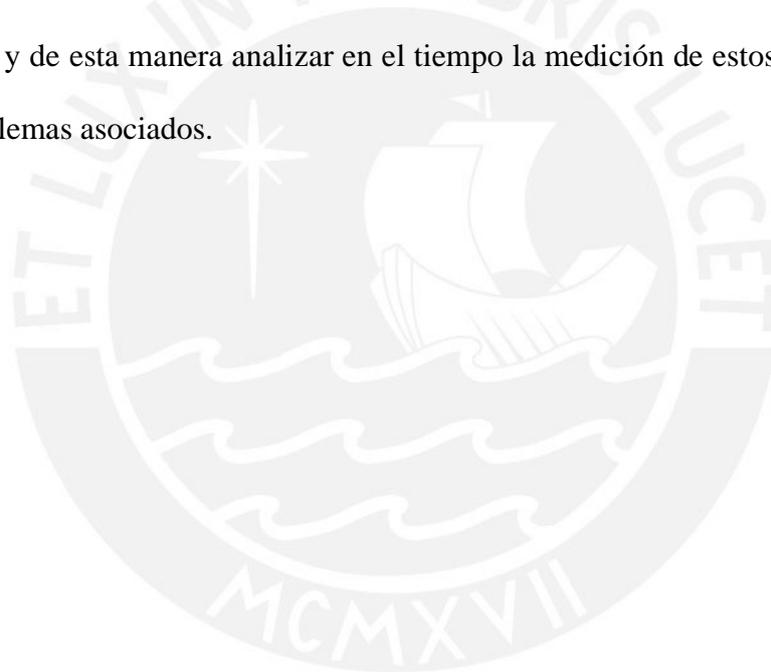


Tabla 4: Matriz de Intenciones

Actividad	Intención	Indicador	Ecuación	Meta Indicador	Indicador Promedio
Recepción de materia prima	Evaluar cuánto y con qué rapidez se está utilizando la materia prima, para garantizar una gestión eficiente de inventarios y reducir costos asociados al almacenamiento. Se busca mantener un flujo constante de material, evitando excesos que puedan generar gastos innecesarios.	Índice de rotación de inventarios	$\frac{Ventas\ concretadas}{Inventario\ promedio}$	>1	0.605
Corte de los moldes	Monitorizar el tiempo dedicado a la fase de corte, buscando oportunidades para mejorar la eficiencia y reducir el tiempo de producción. Se busca identificar y abordar posibles cuellos de botella en el corte para agilizar la producción.	Tiempo promedio de tizado y corte por unidades	$\frac{Tiempo\ total\ tizado\ +\ corte}{Cantidad}$	35 s/und	33 s/und
Confección de las trusas	Establecer un ritmo de producción equilibrado para cumplir con la demanda del cliente, asegurando un flujo eficiente y evitando sobrecarga de trabajo. Se busca sincronizar la producción con la demanda del mercado para evitar tanto la falta como el exceso de producción.	Takt time	$\frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida}$	153 s/und	145 s/und
Limpieza de prendas	Evaluar la eficiencia en el proceso de limpieza, identificando posibles áreas de mejora y optimizando el tiempo dedicado a esta actividad. Se busca minimizar el tiempo de limpieza para aumentar la eficiencia general del proceso de producción.	Tiempo promedio de limpieza de prendas	$\frac{Tiempo\ total\ de\ limpieza}{Cantidad\ total}$	15 s/und	25s/und
Empaquetado de trusas en cajas	Evaluar la productividad del personal encargado del empaquetado, buscando aumentar la eficiencia y minimizar los tiempos muertos. Se busca optimizar el proceso de empaquetado para garantizar la entrega oportuna de productos.	Porcentaje de unidades empaquetadas por turno	$\frac{N^{\circ}\ unidades\ empaquetadas}{Turno=9h} * 100$	100%	90%
Almacenamiento de producto terminado	Garantizar que la mayoría de los productos almacenados cumplan con estándares de calidad, minimizando la cantidad de productos defectuosos en el inventario. Se busca mantener un inventario de calidad y reducir la posibilidad de almacenar productos que no tienen un pedido o que superen el stock mínimo.	Porcentaje de productos almacenados sin defectos entre el total generado	$\frac{N^{\circ}\ productos\ almacenados}{Total\ de\ pedidos} * 100$	96%	102%

A continuación, procederemos a realizar el cálculo de los indicadores:

### Indicador 1: Índice de Rotación de Inventarios de Materia Prima

Para el cálculo de este indicador se utilizarán las ventas acumuladas a la fecha y el inventario promedio que se tiene en almacén según datos de la empresa, a continuación, un ejemplo:

- Ventas Acumuladas: 230
- Inventario Promedio: 380

Por lo tanto, el resultado es:  $230/380= 0.605$ , si los resultados son menores que 1, esto significa que el stock no rotó correctamente (Ver Figura 21):

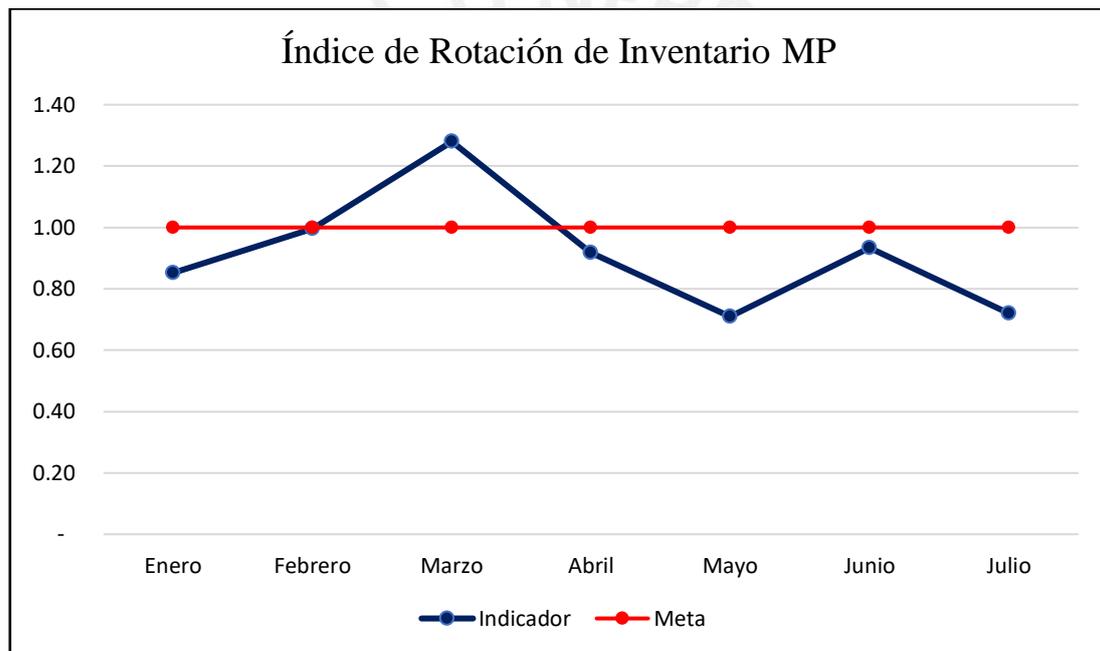


Figura 21: Índice de Rotación de Inventario MP

El indicador nos muestra valores en el tiempo menores a 1, lo que quiere decir que el stock de materia prima no rotó adecuadamente. Esto se puede deber debido a errores en el cálculo de medidas de tela, falta de una gestión y control adecuado de los inventarios. Se tiene un inventario de materia prima que se tiene en el almacén sin usar por alrededor de 1 semana, esto con la finalidad de anticipar la producción y tener los insumos listos. Sin embargo, no se tiene suficiente orden y espacio para su acomodación.

## Indicador 2: Tiempo de tizado y corte por unidades.

Para calcular el tiempo de tizado y corte mensual, se utilizó el siguiente ejemplo con los valores según la eficiencia del proceso y la capacidad del equipo:

- Capacidad necesaria de corte por turno: 250 trusas
- Horas de trabajo diarias: 9 horas
- Días laborables por mes: 24 días (considerando 6 días laborables por semana)

Con estos valores, puedes calcular el tiempo total de tizado y corte para los pedidos realizados los últimos 7 meses, ver figura 22:

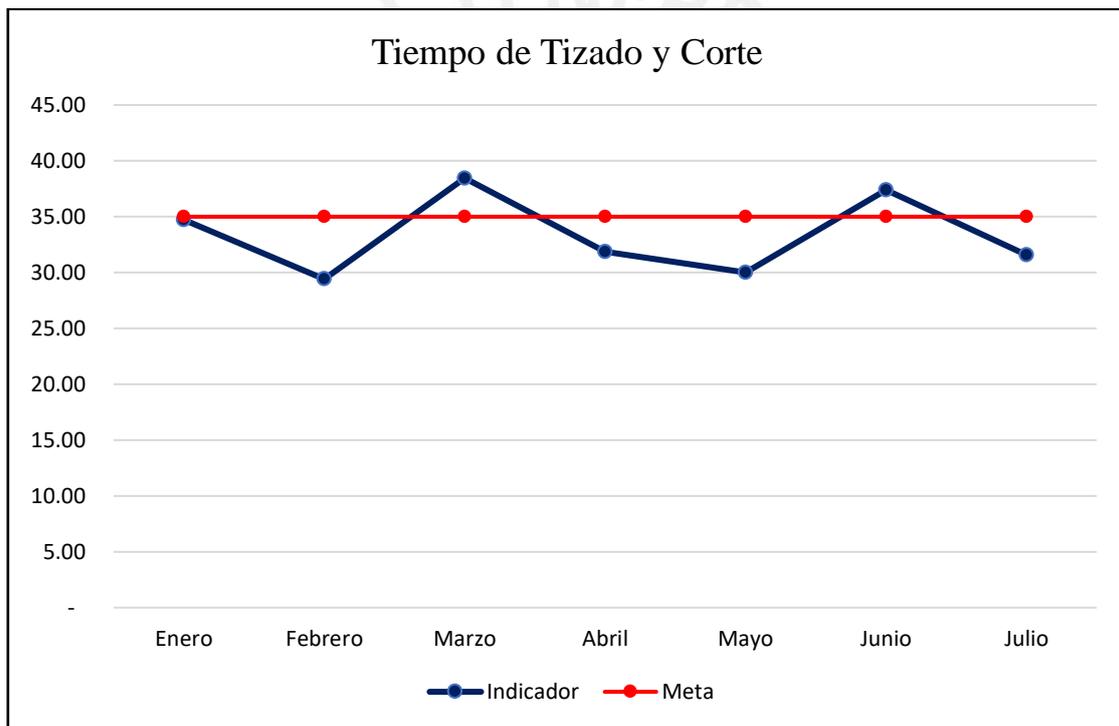


Figura 22: Índice de Rotación de Inventario MP

La meta para este indicador es el tiempo promedio del mejor operario de corte, 35 segundos por lote de 10 telas, por lo que en el gráfico se puede observar que este indicador está cerca a la meta, sin embargo, solo la ha superado en dos ocasiones.

### Indicador 3: Talk Time

La empresa requiere la confección de 11000 trusas modelo bikini, para lo cual se tiene la cantidad de 17 operarias, las cuales cuentan con (01) horario de trabajo: de 8:00 am. – 6:00 pm. (10 h), teniendo solo para el turno de lunes a viernes 45min a 1 hora de almuerzo. Se toma en cuenta lo siguiente para el cálculo del takttime:

- Turno de trabajo: 9 h

Además, se considerará aproximadamente 15 a 20 minutos para la utilización de servicios higiénicos que se puede dar hasta 2 veces en el turno.

- Tiempo disponible por día: 8.5 h
- Cantidad requerida por día: 200 trusas

A continuación, procedemos a realizar el cálculo del talk time:

Tiempo takt = Tiempo disponible / Demanda

Tiempo takt =  $8.5 * 60 * 60 / 200 = 153$  segundos/ropa interior.

Finalmente, se obtiene el resultado (takt time = 153 segundos) es decir, este es el tiempo en el que las unidades deben ser producidas para asegurar el cumplimiento de las ordenes de producción. Se compara con el tiempo de ciclo total que sería 145 segundos como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5: Tiempos de Ciclo por Operación

Operación	Tiempo de Ciclo (Segundos)
Cortado	25
Recubierto	30
Remallado	35
Limpieza	25
Empaquetado	30
Total	145

Se puede apreciar que el takt time  $\geq$  tiempo de ciclo, lo que quiere decir que se produce a un ritmo mucho mayor de lo que se dispone. Esto puede deberse a que al no tener una planificación adecuada se están produciendo mayores cantidades de las requeridas, aprovechando la capacidad máxima de las máquinas.

A continuación, se calculará el takt time mensual en segundos de los últimos 7 meses del año, en la Figura 23:

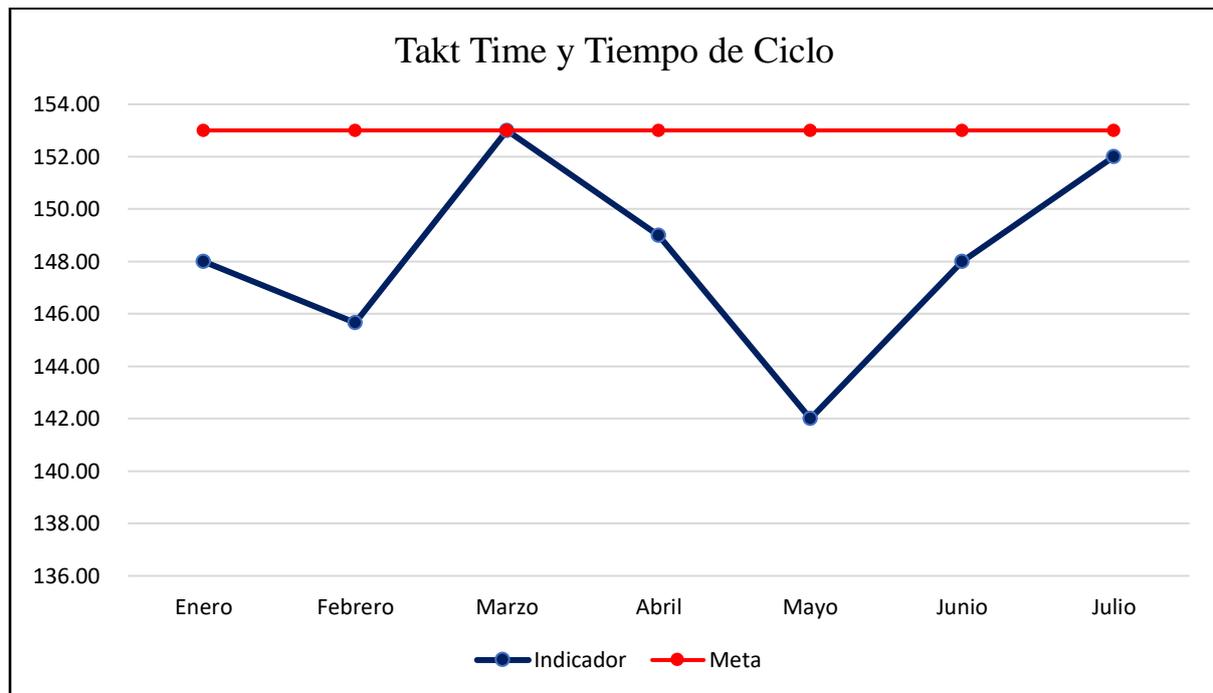


Figura 23: Takt Time

La meta es tener un takt time igual o menor al calculado y además que sea menor o igual al tiempo de ciclo que actualmente es 149 segundos según lo calculado en la tabla 5. En este caso, se puede observar que los valores están por debajo del takt time lo que significa que la demanda se satisface adecuadamente, sin embargo, el ritmo es mayor. Esto se evidencia ya que no se tiene una demanda proyectada y todo es en base a la experiencia.

#### Indicador 4: Tiempo promedio de limpieza de prendas

Este indicador nos muestra en promedio mensual cuánto tiempo se dedica a la limpieza de prendas. A continuación, en la Figura 24 se muestra el histórico de los últimos 7 meses:

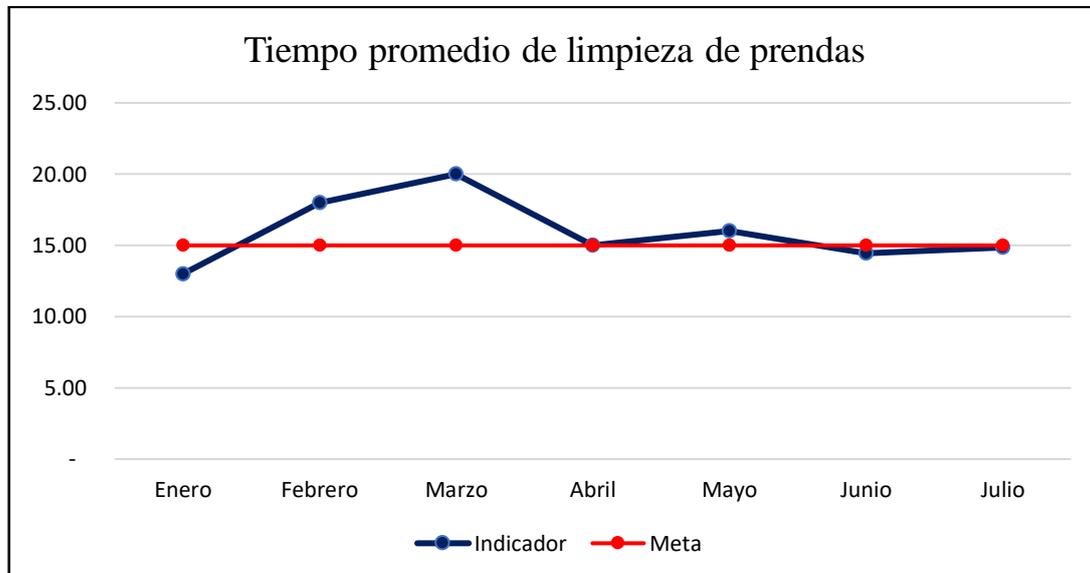


Figura 24: Índice de Artículos Defectuosos

La meta definida en la empresa es de 15 segundos por prenda, se puede observar que, en los meses evaluados, las prendas sobrepasan la meta. Por lo que, se puede evaluar los problemas asociados para aquellos meses en los que no se logró llegar a la meta.

#### Indicador 5: Porcentaje de unidades empaquetadas por turno

Este indicador proporciona información sobre la eficacia de la empresa en el proceso de empaque de sus productos, en relación con los pedidos recibidos durante un periodo específico.

La meta es llegar a un 100%, sin embargo, la meta que se tiene es 90% considerando factores ajenos. A continuación, en la Figura 25, se mostrará el histórico mensual de este indicador:

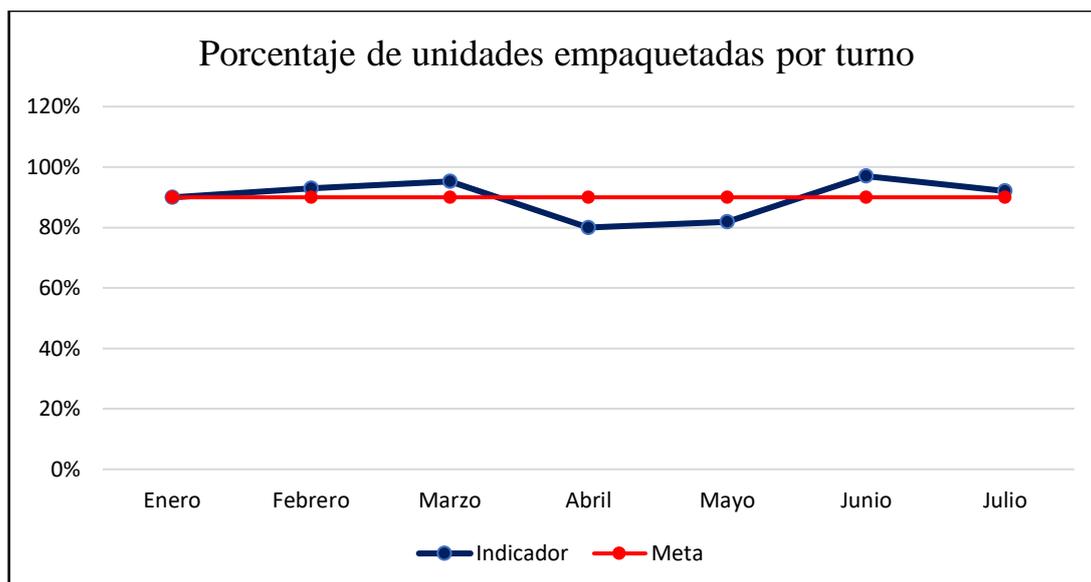


Figura 25: Porcentaje de unidades empaquetadas por turno

Se puede observar que el nivel de cumplimiento está por encima de la meta (90%) en su mayoría, con puntos bajos entre abril y mayo. Los puntos bajos pueden deberse a la poca planificación y mayor demanda entre esos meses (abril y mayo) por el cambio de temporada.

#### **Indicador 6: Porcentaje de productos terminados almacenados entre el total generado**

Para el cálculo de este indicador se utilizará el número de productos que se han almacenado sin problemas, es decir, no defectuosos, entre el total de pedidos generados en los diferentes meses del año actual versus el valor meta que se define en el 60% y se muestra en la Figura 26:

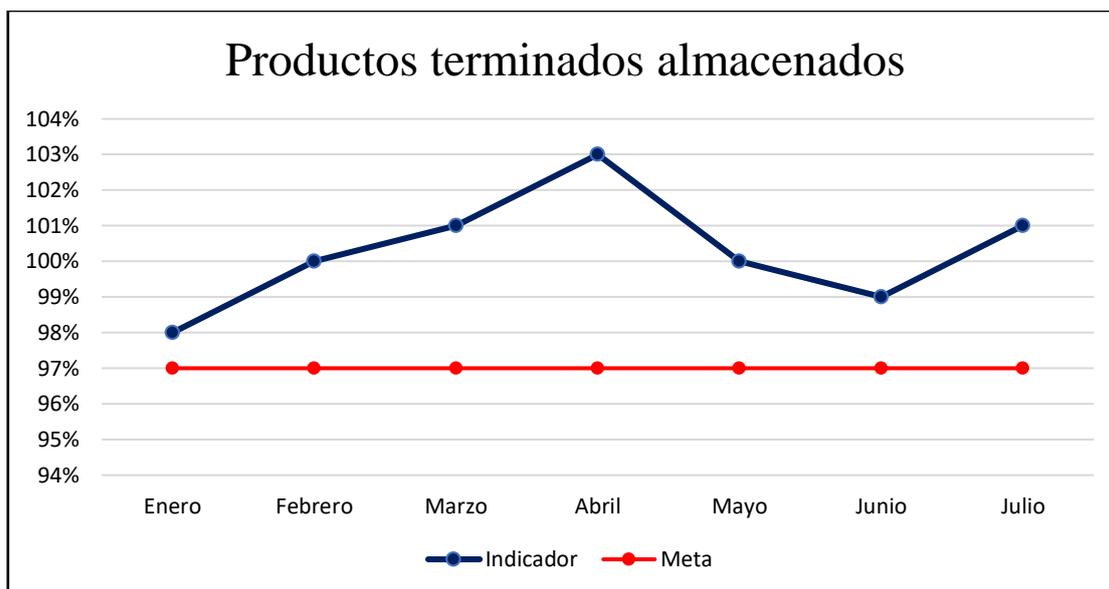


Figura 26: Productos terminados almacenados

En base a los datos identificados en los últimos meses, podemos ver que en promedio se tienen valores que no superan el 70%, este valor comparado con el promedio en el mercado por arriba del 80% es muy bajo. Esto puede significar que hay productos almacenados (no defectuosos) que no se han almacenado.

### 2.2.3. Priorización de Problemas

Una vez que se identificaron los indicadores de cada actividad, se procederá a realizar un análisis de frecuencia por impacto económico. En este caso, se hicieron las estimaciones en base al tiempo de producción de cada prenda y el pago que se realiza a cada operario. Adicionalmente, cuantificando las pérdidas de materia prima. Posteriormente, se realizó una clasificación 80-20 para identificar los problemas principales y de mayor impacto (ver Tabla 6):

Tabla 6: Priorización de Problemas

ID	Indicadores	Problemas	Frecuencia de Incidencia (1-10)	Impacto	Frecuencia por Impacto	Acumulado	Porcentaje Acumulado	Clasificación 80 - 20
1	Takt time	La producción no cumple con el ritmo del takt time.	9	S/ 24 000	S/ 216 000	S/ 216 000	43,0%	80%
2	Índice de rotación de inventarios	Materia prima acumulada sin utilizarse en el almacén e instalaciones	9	S/ 18 000	S/ 162 000	S/ 378 0000	75,3%	80%
3	Porcentaje de productos terminados almacenados entre el total generado	Se almacenan más productos de los que se tiene planificado	7	S/ 7 200	S/ 50,400	S/ 428 400	85,3%	20%
4	Porcentaje de unidades empaquetadas por turno	Cuello de botella en el proceso de empaquetado	8	S/ 6 480	S/ 51 840	S/ 480 240	95,6%	20%
5	Tiempo promedio de tizado y corte por unidades	Alto tiempo promedio de tizado en corte	6	S/ 2 160	S/ 12 960	S/ 493 200	98,2%	20%
6	Tiempo promedio de limpieza de prendas	No se cumple con el tiempo promedio de limpieza	3	S/ 3 000	S/ 9 000	S/ 502 200	100%	20%

### Diagrama de Pareto

Posteriormente, se procederá a graficar en un diagrama de Pareto el resultado de el impacto para evaluar el problema principal. A continuación, en la Figura 27, se muestra el diagrama de Pareto con la clasificación 80-20:

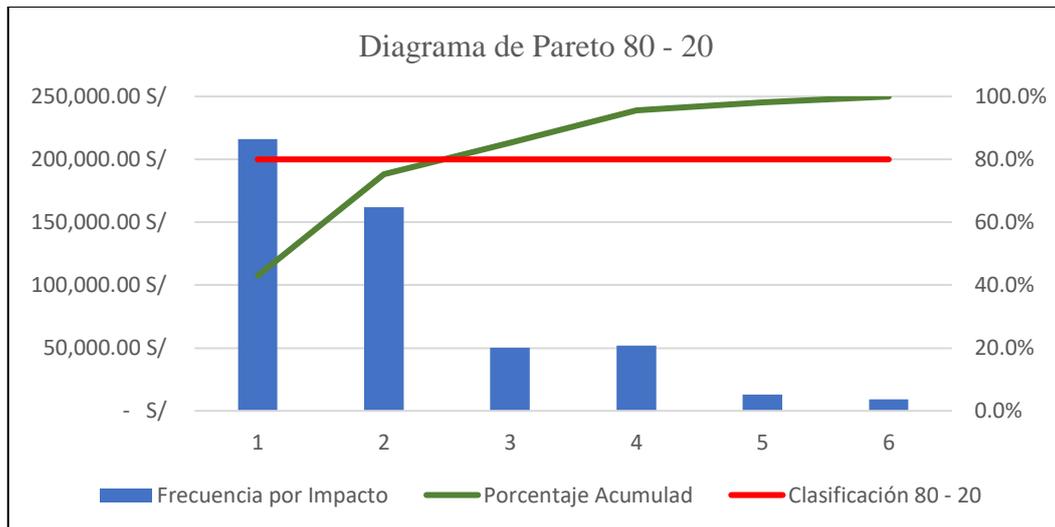


Figura 27: Diagrama Pareto

Del gráfico se puede concluir que son 2 los problemas principales a los que se enfrenta la empresa: el primero, que hace referencia al takt time, ya que este va a un mayor ritmo que el tiempo de ciclo, ocasionando así que se tenga producto terminado en el almacén. El segundo problema es la materia prima acumulada sin utilizarse en el almacén y parte de las instalaciones, ya que el almacén no es suficiente para todos los insumos que son necesarios para el producto, entre ellos: telas, elásticos, cajas de empaque, bolsas, hilos, etc.

#### 2.2.4. Análisis de Causas

Para identificar las causas asociadas a cada problema, se utilizará el Diagrama de Espina de Ishikawa, también conocido como Diagrama Causa-Efecto. Este diagrama muestra las principales categorías de causas que contribuyen a un problema específico. Estas categorías se dividen en seis dimensiones: materiales, recursos, mano de obra, medio ambiente o entorno, medición y método. Esta división facilita la identificación de las causas raíz. Para abordar el primer problema, que es la producción que no cumple con el ritmo del takt time, se presentarán los principales factores o causas en la Figura 28. Del mismo modo, para el segundo problema, que es la acumulación de materia prima sin utilizar en el almacén e instalaciones, se expondrán los principales factores o causas en la Figura 29.

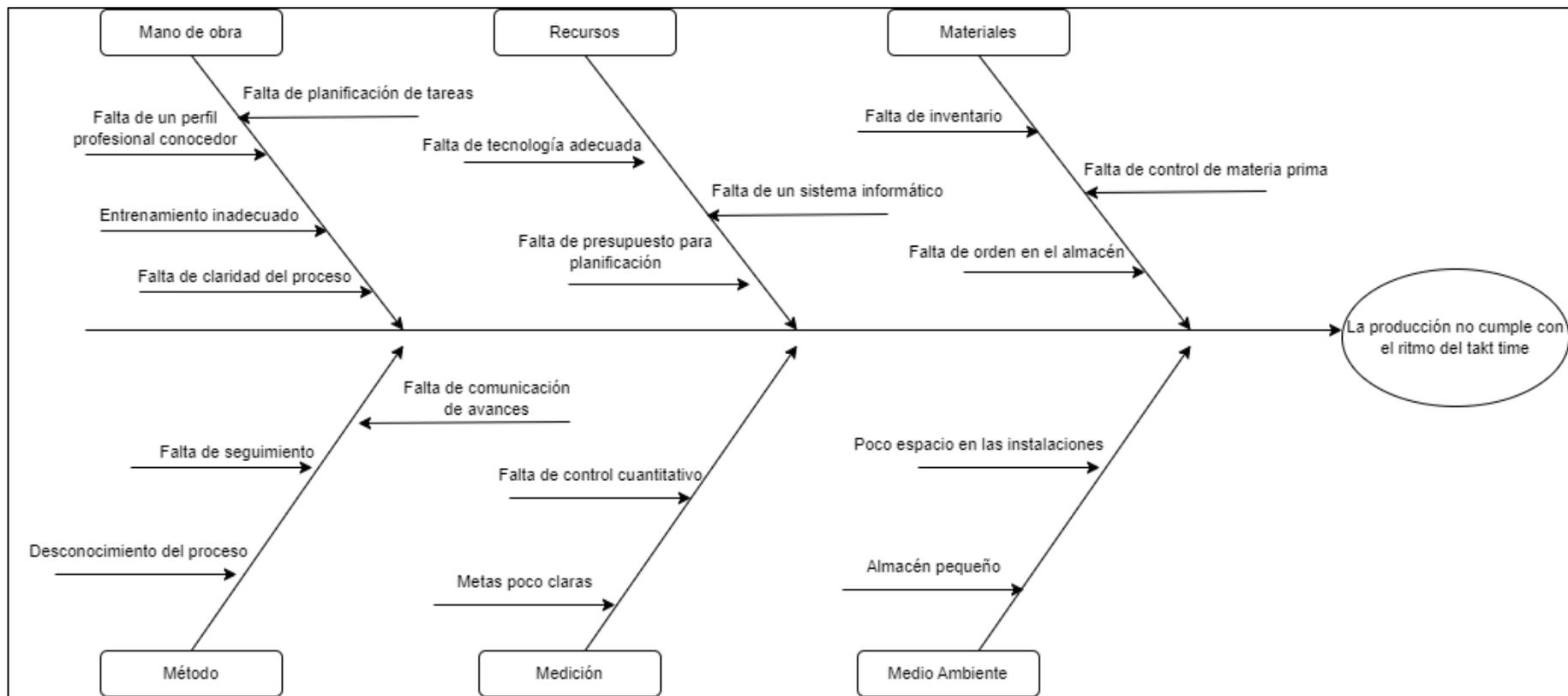


Figura 28: Diagrama Causa-Efecto Problema 1

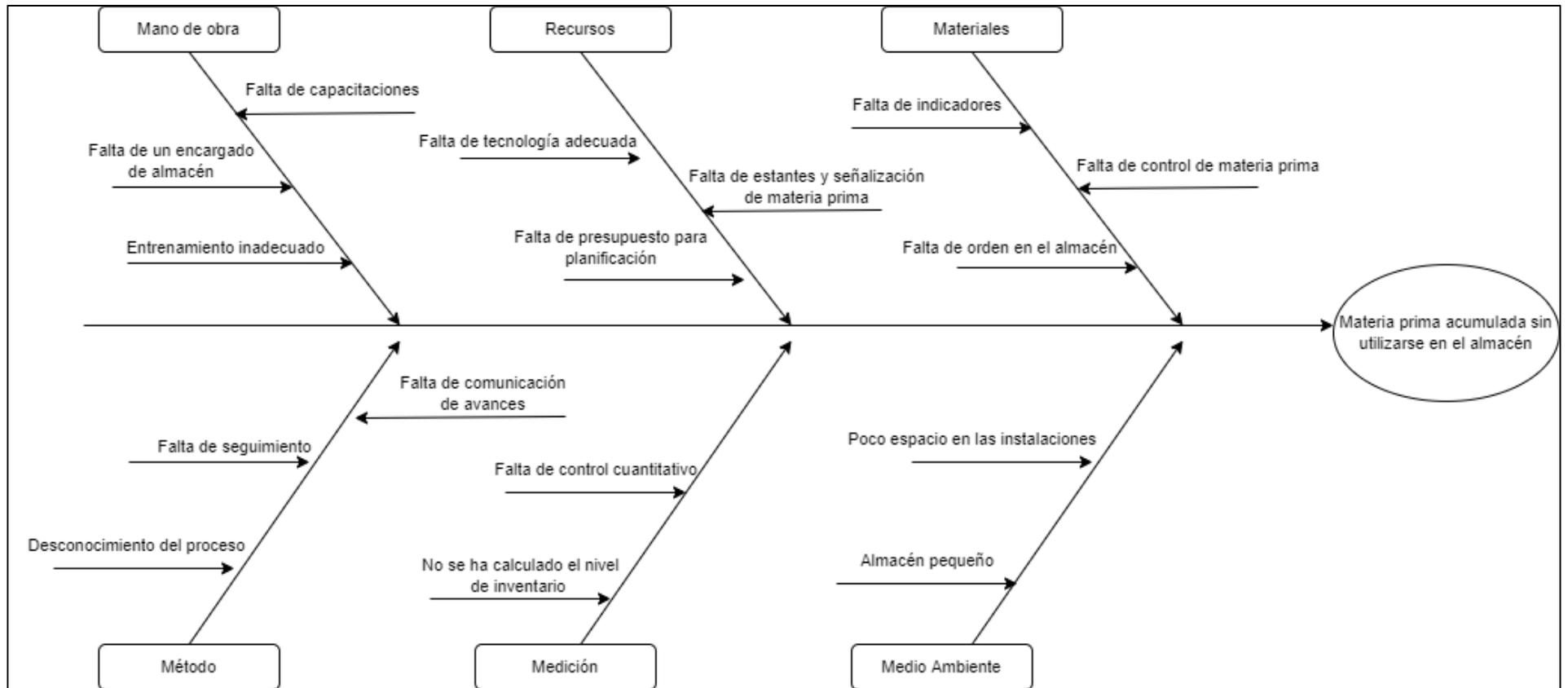


Figura 29: Diagrama Causa-Efecto Problema 2

### 2.2.5. Selección de contramedidas

Para identificar las causas raíz, es necesario identificar los factores más críticos, a continuación, definimos las escalas de impacto para cada causa en la Tabla 7:

Tabla 7: Escalas de Impacto

Impacto	Puntaje
Muy poco influyente en la actividad desarrollada	1
Poco influyente en la actividad desarrollada	3
Medianamente influyente en la actividad desarrollada	5
Influyente en la actividad desarrollada	7
Muy influyente en la actividad desarrollada	9

Adicionalmente, para completar el puntaje es necesario definir las escalas de frecuencia de cada causa para poder obtener las causas raíz, en la Tabla 8:

Tabla 8: Escalas de Frecuencia

Frecuencia	Puntaje
Muy poco frecuente en la actividad desarrollada	1
Poco frecuente en la actividad desarrollada	3
Medianamente frecuente en la actividad desarrollada	5
Frecuente en la actividad desarrollada	7
Muy frecuente en la actividad desarrollada	9

Finalmente, se calculará el impacto por la frecuencia para proceder a priorizar aquellos factores que tengan un mayor puntaje (Ver Anexo 1). Posteriormente, es necesario priorizar las causas raíz, para lo cual se seleccionará aquellas con el mayor puntaje entre impacto y frecuencia que tengan como resultado 63 o más.

Los resultados de los factores con mayor puntuación se muestran en la tabla 9:

Tabla 9: Factores con mayor puntuación

Factor	Puntaje
Falta de estantes y señalización de materia prima	63
Falta de presupuesto para entrenamiento del personal	63
Falta de control cuantitativo	63
Falta de un sistema de medición	63
Poco espacio en las instalaciones	63
Almacén pequeño	63

### Identificación de causas raíz y contramedidas

Después de un análisis exhaustivo y la aplicación de herramientas de ponderación para evaluar cada causa identificada, se revelará la causa raíz para los problemas mencionados anteriormente. Para ello, utilizamos la pregunta base a cada causa raíz: ¿Por qué se da esta causa? Y las respuestas serán identificadas como la causa raíces asociadas a ese factor, en la

Tabla 10:

Tabla 10: Causa raíz

Pregunta	Causa Raíz
¿Por qué este factor afecta el problema?	Porque no se cumple con los estándares de salud y seguridad en el trabajo
¿Por qué este factor afecta el problema?	Porque no se dedica un presupuesto al entrenamiento del personal
¿Por qué este factor afecta el problema?	Porque el control y planeamiento es visual y experimental
¿Por qué este factor afecta el problema?	Porque no se conoce más indicadores de gestión de inventarios
¿Por qué este factor afecta el problema?	Porque las áreas están combinadas de distintos materiales, los espacios están muy reducidos.
¿Por qué este factor afecta el problema?	Porque se recarga de materia prima sin ser necesaria.

Una vez que la causa raíz ha sido identificada, es necesario encontrar medidas que aborden y resuelvan el problema, con el objetivo de evitar la repetición de errores y generar propuestas efectivas de mejora. A continuación, se presentará una lista de contramedidas con base en modelos de ingeniería industrial para abordar cada problema identificado. A partir de esto, se desarrollará la Matriz FACTIS, que permitirá determinar la contramedida ideal para aplicar a la compañía y, posteriormente, definir las herramientas que se utilizarán para encontrar la mejor solución posible según el modelo de la contramedida elegida (ver Tabla 11):

Tabla 11: Contramedidas para cada causa raíz

Causa Raíz	Contramedida
Porque no se cumple con los estándares de salud y seguridad en el trabajo	Implementar el modelo Total Productive Maintenance (TPM), que busca mejorar la eficiencia del equipo y reducir los accidentes
Porque no se dedica un presupuesto al entrenamiento del personal	Implementar el Modelo de Mejora Continua en Salud y Seguridad Laboral: PDCA
Porque el control y planeamiento es visual y experimental	Implementar el Modelo de Producción Toyota (TPS) para facilitar la señalización visual de problemas
Porque no se conoce más indicadores de gestión de inventarios	Implementar el modelo de planificación agregada para la gestión de inventarios de la materia prima
Porque las áreas están combinadas de distintos materiales, los espacios están muy reducidos.	Implementar Lean Manufacturing para la disposición eficiente de las instalaciones, teniendo en cuenta el flujo de trabajo.
Porque se recarga de materia prima sin ser necesaria.	Aplicar el modelo Just-in-Time (JIT) para reducir el inventario y mejorar la eficiencia de producción combinado con el modelo Kaizen para realizar mejoras incrementales y continuas.

### Matriz FACTIS

En la última fase del diagnóstico del problema se aplicará la matriz FACTIS para obtener un puntaje ponderado basado en los criterios de selección predefinidos por dicha matriz. Además, se llevará a cabo una priorización de los criterios en función de los problemas identificados, presentando así un enfoque estratégico para cada opción planteada, lo que mejora la precisión

en la selección de un problema específico. Los factores de ponderación definidos en dicha matriz, se detallan en la Tabla 12:

Tabla 12: Ponderación de Matriz FACTIS

	Criterios de selección	Escalas	Factor de Ponderación
F	Facilidad para solucionarlo	1 (Muy difícil)/ 2 (Difícil)/ 3 (Fácil)	6
A	Afecta a otras áreas	1 (Si)/ 2 (Algo)/ 3 (Nada)	2
C	Mejora la calidad	1 (Poco)/ 3 (Medio)/ 5 (Mucho)	5
T	Tiempo que implica solucionarlo	1 (Largo)/ 2 (Medio)/ 3 (Corto)	4
I	Requiere inversión	1 (Alta)/ 2 (Media)/ 3 (Poca)	3
S	Mejora la seguridad	1 (Poco)/ 2 (Medio)/ 3 (Mucho)	1

Aplicando las ponderaciones a cada causa raíz, obtenemos los resultados en la Tabla 13, se puede notar cuales son aquellos problemas que se deben priorizar, para este caso los resaltados en rojo:

Tabla 13: Matriz FACTIS

Contra medidas	6	2	5	4	3	1	Total
	F	A	C	T	I	S	
Implementar el modelo Total Productive Maintenance (TPM), que busca mejorar la eficiencia del equipo y reducir los accidentes	2	3	3	2	1	3	47
Implementar el Modelo de Mejora Continua en Salud y Seguridad Laboral: PDCA	2	3	3	2	1	2	46
Implementar el Modelo de Producción Toyota (TPS) para facilitar la señalización visual de problemas	2	1	3	2	3	3	49
<b>Implementar el modelo de planificación agregada para la gestión de inventarios de la materia prima</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>60</b>
<b>Implementar Lean Manufacturing para la disposición eficiente de las instalaciones, teniendo en cuenta el flujo de trabajo.</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>60</b>
Aplicar el modelo Just-in-Time (JIT) para reducir el inventario y mejorar la eficiencia de producción combinado con el modelo Kaizen para realizar mejoras incrementales y continuas.	2	3	3	2	2	3	50

Por lo tanto, la primera contramedida es “Implementar el modelo de planificación agregada para la gestión de inventarios de la materia prima” con el objetivo de tener un mayor control de lo que ingresa y sale de los almacenes para disminuir el costo asociado a ello y la segunda contramedida es “Implementar Lean Manufacturing para la disposición eficiente de las instalaciones, teniendo en cuenta el flujo de trabajo,” de esta manera se tendrá un ambiente mucho más organizado y un mejor flujo de trabajo.

Podemos concluir que la matriz FACTIS en base a las ponderaciones realizadas nos ha dado dos resultados con un valor igual a 60 sobre cada contramedida a aplicar, por lo que se procederá a elaborar la propuesta de mejora en el siguiente capítulo.



### CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo se desarrollará y aplicará la propuesta elegida de los modelos Lean Manufacturing y Planificación Agregada, con el objetivo de mejorar la gestión de inventarios de la empresa caso. Además, se aplicarán las herramientas elegidas por cada modelo y se medirá el impacto de estas en los procesos de la empresa caso.

#### 3.1. Selección de las Herramientas de Mejora a Emplear

En base a los problemas identificados y sus respectivas contramedidas, procederemos a elegir las herramientas basándonos en las que nos ofrece la metodología Lean Manufacturing y el modelo de planificación agregada para que puedan aplicarse y abordar los problemas identificados previamente. A continuación, el resumen de causas y contramedidas descritas en la Tabla 14:

Tabla 14: Cuadro Resumen de Causas y Contramedidas

Causa Raíz	Contramedida
Porque no se conoce más indicadores de gestión de inventarios	Implementar el modelo de planificación agregada para la gestión de inventarios de la materia prima
Porque las áreas están combinadas de distintos materiales, los espacios están muy reducidos.	Implementar Lean Manufacturing para la disposición eficiente de las instalaciones, teniendo en cuenta el flujo de trabajo.

De los cuales, las que se aplicarán en el estudio serán los resaltados en rojo que tuvieron el puntaje mayor en la Matriz Factis (ver Tabla 12).

***Ira Contramedida: Implementar el modelo de planificación agregada para la gestión de inventarios de la materia prima***

Para controlar el nivel de inventarios de materia prima que se tiene actualmente se procederá a realizar un análisis ABC multicriterio y aplicar las curvas de intercambio para establecer

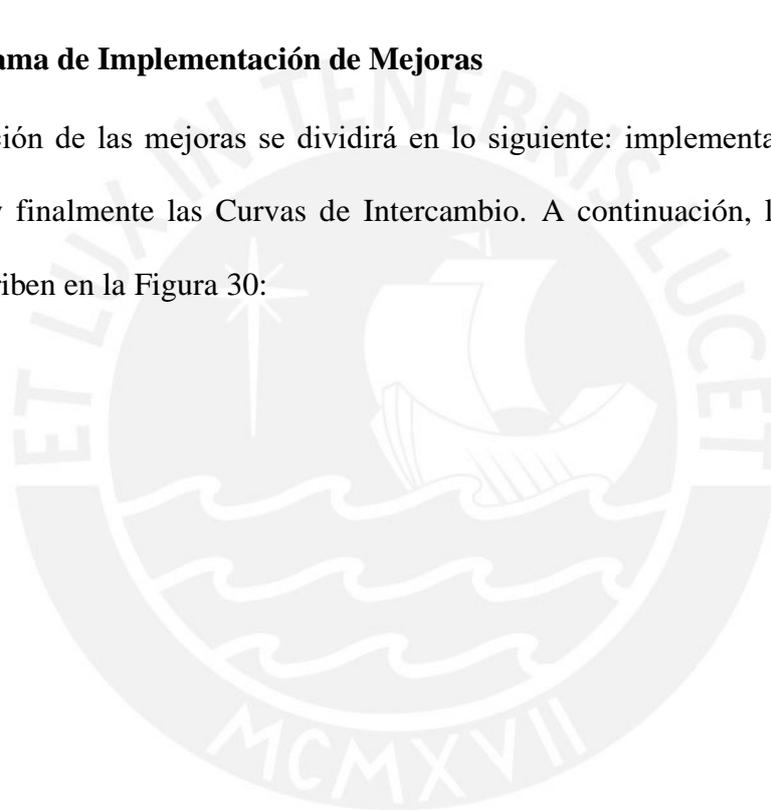
políticas que ayuden a mejorar la gestión de inventarios como parte del modelo principal de Planificación Agregada.

***2da Contramedida: Implementar Lean Manufacturing para la disposición eficiente de las instalaciones, teniendo en cuenta el flujo de trabajo.***

Para esta contramedida aplicaremos las 5S's que nos brindan una mejora continua a través de la eliminación de los desperdicios y a garantizar una satisfacción combinada con calidad para el cliente final.

### **3.2. Flujograma de Implementación de Mejoras**

La implementación de las mejoras se dividirá en lo siguiente: implementación de las 5S's, Análisis ABC y finalmente las Curvas de Intercambio. A continuación, las etapas de este proceso se describen en la Figura 30:



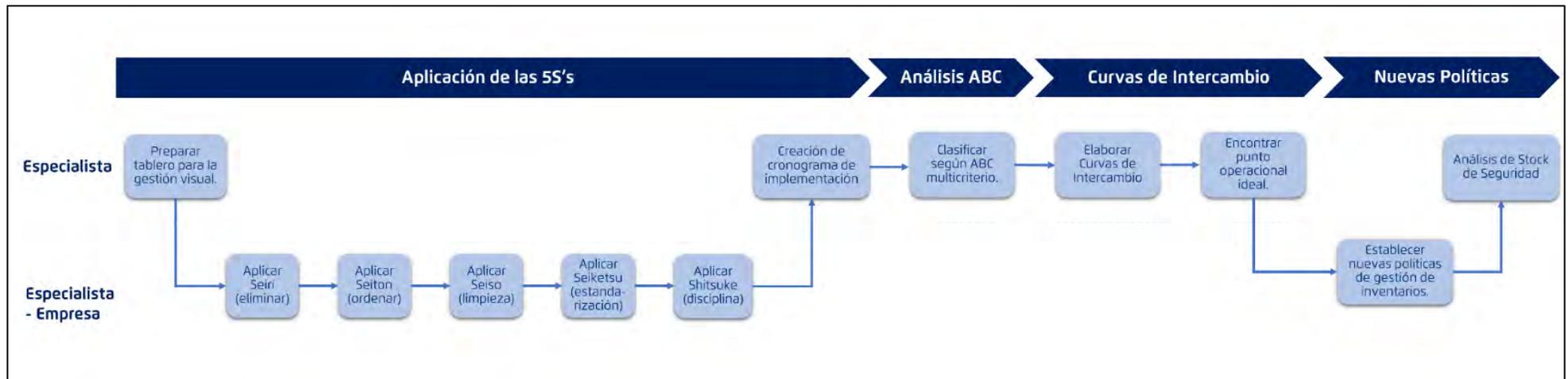


Figura 30: Flujograma de Implementación

Elaboración propia

### **3.3. Aplicación de las 5's a una PYME**

Esta metodología ha sido aplicable en distintas empresas en todo el mundo debido a que generan grandes resultados visibles para el usuario. Se utilizan distintas técnicas para generar un espacio de trabajo mucho más organizado y una mejora constante. Para una correcta aplicación se requiere de distintas capacitaciones tanto al personal operario como el administrativo. En la empresa caso ya se realizó un análisis de la situación actual, ahora comenzaremos con la aplicación especificando los paquetes de trabajo que se analizarán para la aplicación de esta mejora.

- Seleccionar las zonas donde se aplicarán primero las 5S, ya que hay que enfocarla en los procesos críticos.
- Seleccionar aquellos integrantes que serán los responsables de esta implementación y de guiar a los demás.
- En un lugar visual para operarios y jefes, se colocará un tablero con información relevante acerca de cada S.

Es importante indicar que la aplicación de las 5S's debería hacerse en toda la planta, es decir, ambos niveles, sin embargo, este estudio está enfocado al 1er nivel y el área de confección, que constan de las siguientes zonas: cortado, almacén de materia prima, almacén de producto terminado y confección.

#### **3.3.1. Aplicación de Seiri**

Es la primera S que debemos aplicar, “Eliminar” lo innecesario dentro de las distintas zonas de trabajo, para lo cual debemos clasificar los objetos que encontremos en el lugar de trabajo según tarjetas de colores indicando lo siguiente: utilización, categoría, incidencia y acción correctiva a aplicar. Clasificaremos los elementos según sean “necesarios”, “dañados”, “sin

uso”; para lo cual se usará una tabla de referencia. A continuación, se mostrarán las indicaciones para una correcta aplicación de Seiri:

**Identificación de Elementos:**

Se comenzará definiendo la tabla de referencia para el análisis de los objetos/ elementos en el área definida para la aplicación, en la Tabla 15:

Tabla 15: Referencia según condiciones para clasificación

Utilidad de materiales	Frecuencia de uso	Destino
Necesarios	Constante Ocasional Raro	Guardar
Innecesarios	Sin uso	Reciclar
	Obsoleto	Eliminar

Además, luego de identificar cada elemento, se procederá a definir el procedimiento para evaluar el destino de estos elementos/objetos, se muestra el flujograma de decisión que usaremos para cada elemento, a continuación, se muestra en la Figura 31:

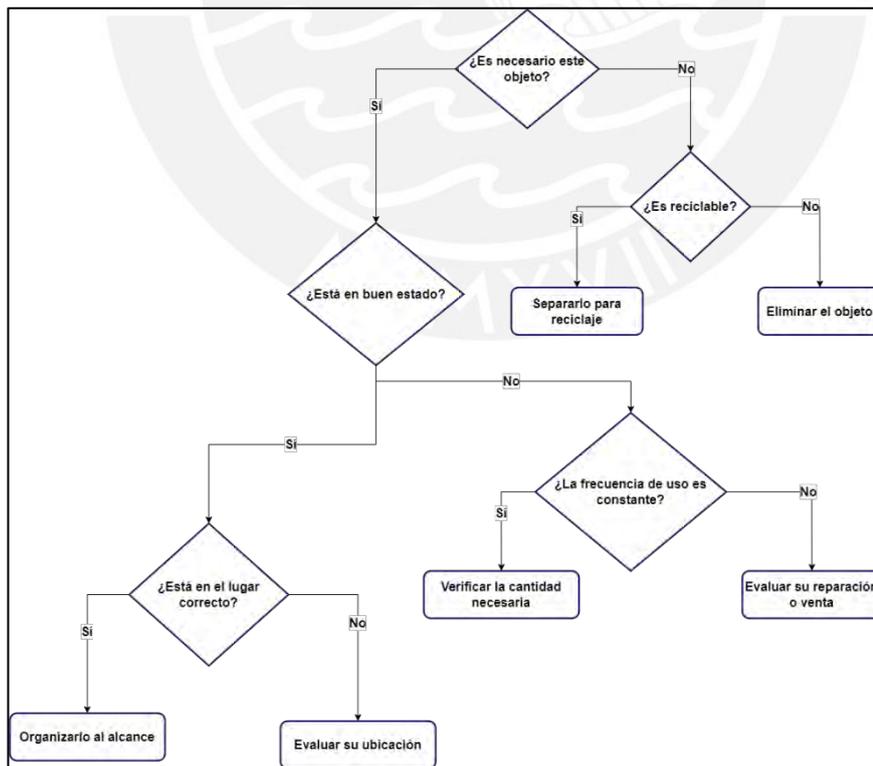


Figura 31: Flujoograma de identificación de elementos

Con estas condiciones, se facilita la organización de los objetos, distinguiendo entre los más utilizados y los inservibles, con el propósito de evaluar si pueden ser reutilizados en otros lugares del taller, su capacidad para ser reciclados o su potencial para ser donados. Esta metodología garantiza que la empresa realice un análisis exhaustivo antes de descartar cualquier objeto. En consecuencia, se procede a completar tarjetas de colores que indican, según su tonalidad, las acciones correctivas a tomar y determinan el destino final de los objetos. Estas acciones pueden incluir la organización, reparación, venta, reciclaje o eliminación de los elementos. Las tarjetas se dividen en cuatro colores, como rojo, verde, amarillo u naranja, cada uno con significados específicos para medir la magnitud del estado y ubicación de estos objetos. Las tarjetas de color rojo señalan elementos críticos que no son necesarios en ninguna parte del taller y deben ser desechados o reciclados. Por otro lado, las tarjetas naranjas indican que, aunque no son aptas para su uso en el área de trabajo, podrían ser aprovechadas en otras áreas de la empresa, evitando así que sean descartados. Aunque las tarjetas presentan colores diferentes, mantienen campos de información similares, permitiendo una gestión coherente de los elementos según las necesidades de la empresa. A continuación, en la Tabla 16, se muestra la clasificación de las tarjetas según el uso de los elementos/ objetos:

Tabla 16: Clasificación de Tarjetas

Uso/ Color de tarjeta	Verde	Amarilla	Naranja	Roja
Constante uso en el puesto de trabajo	X			
Poca frecuencia de uso en el puesto de trabajo		X		
No se usan dentro del puesto de trabajo			X	
No se requieren en ninguna parte del trabajo				X

Fuente: (Torres, 2019)

### Aplicación de Tarjetas por color:

Después de identificar el color que corresponde a la ubicación y uso del objeto, se procederá a examinar las categorías internas presentes en la tarjeta. Una vez que se haya determinado la ubicación adecuada del elemento innecesario, se implementarán acciones correctivas. Es esencial que las tarjetas estén numeradas de manera consecutiva y destaquen con colores llamativos, especialmente frente a la diversidad de telas presentes en los almacenes. Además, cada tarjeta debe contener la siguiente información para facilitar un análisis más efectivo:

- Nombre o código identificador del objeto en cuestión.
- Categoría asociada al código del objeto cuestionado.
- El motivo asociado al color de su tarjeta para clasificarlo como innecesario.
- Plan correctivo para la eliminación o el movimiento del objeto.

En la Figura 32 se puede apreciar el modelo de la tarjeta roja:

TARJETA ROJA 5'S	
Nº tarjeta:	
Nombre del objeto:	
CATEGORÍA	
Máquina	Elementos químicos
Herramienta	Materia prima
Elementos eléctricos	Producto acabado
Elementos mecánicos	Otros
Otras, especificación:	
INCIDENCIA	
Innecesario	Roto
Defectuoso	Otros
Otras, especificación:	
ACCIÓN CORRECTIVA	
Eliminar	Retomar
Reubicar	Reciclar
Reparar	Otros:
Fecha de inicio: / / 20__	Fecha de colocación etiqueta: / / 20__

Figura 32: Tarjeta roja para la aplicación del Seiri en una Pyme.

Fuente: (Gisbert 2017: 22, figura 2)

A continuación, se identificarán los objetos en el almacén de materia. Se muestra la aplicación de tarjetas según su uso en las áreas aplicadas, ver Figura 33 y Figura 34:



Figura 33: Aplicación de Tarjetas en el Almacén de MP

Fuente: Elaboración Propia



Figura 34: Aplicación de Tarjetas Rojas en el Área de Cortado

Fuente: Elaboración Propia

**Listado de elementos innecesarios:** Se proporcionará a la empresa una lista destinada a registrar la ubicación de los objetos, la cantidad encontrada y las posibles acciones a tomar, como eliminar, reciclar o colocar en el lugar adecuado. Esto facilita el control y la toma de decisiones de manera accesible. En este contexto, se ha elaborado una tabla que detalla los objetos innecesarios, denominada Tabla 16:

Tabla 17: Listado de objetos innecesarios

N°	Color de Tarjeta	Objeto	Cantidad	Ubicación	Acción a realizar
1	Rojo	Mantel de plástico	1	Almacén de MP	Eliminar
2	Amarillo	Telas sobrantes	+50	Almacén de MP	Reciclar
3	Verde	Bolsas con telas	+5	Almacén de MP	Eliminar
4	Verde	Conos de hilos	+20	Almacén de MP	Ubicarlos en un lugar correcto
5	Amarillo	Cajas de material	+5	Almacén de MP	Ubicarlos en un lugar correcto
6	Verde	Telas sueltas	+20	Zona de cortado	Ubicarlos en un lugar correcto
7	Rojo	Escalera	+20	Zona de cortado	Eliminar
8	Amarillo	Bolsas vacías	+5	Zona de cortado	Reciclar

**Acciones correctivas por aplicar:**

Después de clasificar los objetos en las áreas elegidas de la empresa, se ha identificado aquellos que deben ser reorganizados, reubicados, podrían estar en un lugar mejor o deben ser eliminados. No obstante, puede haber nuevos objetos que necesiten ser clasificados, por ello es importante mantener un plan de acción correctivo teniendo en cuenta lo siguiente:

- Los objetos deben ser devueltos a su lugar de origen una vez finalizado su uso.
- Mover los elementos a ubicaciones más adecuadas dentro de la misma área de estudio.

- Preparar un área de residuos enfocada a los objetos cuyo destino será vender, donar, desechar y/o destruir.

Adicionalmente, se requiere la generación de un informe detallado que documente el progreso de las acciones y decisiones planificadas. Este informe deberá incluir imágenes que ilustren la situación antes y después de la implementación de la primera fase del plan.

**Beneficio:**

Después de completar la aplicación de la primera fase, se logrará expandir el área de trabajo, proporcionando un espacio adicional que la empresa podrá aprovechar haciendo uso de estantes empotrados a las paredes. Esta ampliación permitirá obtener alrededor de 4 metros cuadrados adicionales, los cuales serán utilizados para almacenar la materia prima de manera eficiente.

**3.3.2. Aplicación de Seiton**

Denominada también como "Orden", la segunda fase de este proceso implica colocar los elementos esenciales en sus ubicaciones apropiadas para facilitar su localización de manera eficiente y rápida. La tarea principal consiste en organizar los elementos/objetos adecuadamente en cada estación de trabajo, garantizando una mejor visualización y alcance.

Para la puesta en marcha de esta S, es necesario realizar los siguientes pasos:

***Determinar y adecuar las ubicaciones específicas para cada objeto***

Tomando como referencia la frase “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, las herramientas, insumos, máquinas, hilos, telas y cajas de material deben colocarse en los estantes respectivos o agrupados según el tipo. Además, deberán ser organizados según su frecuencia de uso al alcance del operario. En la Figura 35 se muestra lo esperado:



Figura 35: Zonas esperadas después de la aplicación de Seiton

Fuente: Elaboración Propia

### ***Identificar***

La etapa de "Identificación" implica lograr una clasificación visual precisa de los elementos, organizándolos según su tipo y por proceso o actividad, de esta manera, se trata de cumplir con las normas de seguridad para cada máquina, estación de trabajo e insumos. En este proceso, se emplean herramientas como estantes para hilos, cajas de productos terminados, estantes empotrados, y estantes para moldes., etc.

### **Beneficio**

Como resultado de la implementación de la segunda fase, se logrará una cultura organizacional más elocuente, donde se facilitará el uso de herramientas o insumos para el área de confección, el almacén de materia prima, el producto terminado y el área de corte. Se espera una reducción entre el 40% al 50% en el tiempo de búsqueda, pasando de 45 minutos a 24 minutos. Además, se mejorará el control visual de cada elemento y se obtendrá un mayor espacio en el área de confección, aproximadamente 5.5 m<sup>2</sup> de ahorro.

### 3.3.3. Aplicación de Seiso

Al aplicar la tercera S se debe tener en cuenta un lema muy conocido “Hagamos de la limpieza una inspección”, este lema nos ayudará a plantar la base de la filosofía Lean. El objetivo principal de esta S es identificar áreas y/o espacios que requieran una limpieza de todos los elementos de una empresa, ello con el fin de tomar medidas correctivas para su pronta eliminación. Para cumplir con ello, se pueden tomar en cuenta los siguientes pasos:

**1. Limpieza inicial:** Cada operario o jefe es parte de la limpieza inicial, es su responsabilidad llevar a cabo esta actividad diariamente. Se deberá realizar esto en cada estación de trabajo, máquinas, herramientas y/o estantes. Para asegurar el éxito de este proceso, será necesario asignar encargados por cada nivel del taller. Además, cada 6 meses se deberá tener una “Limpieza Profunda” y será responsabilidad de cada área del taller, se planea realizarlo por trimestre, es decir, 4 veces al año. Como sustento para aplicar esta limpieza, se puede referenciar la Figura 36, que contiene escenas del área de corte y almacén de materia prima:



Figura 36: Zonas que necesitan limpieza

Fuente: Elaboración Propia

**2. Planificar el mantenimiento de la limpieza:** Con el propósito de mantener y mejorar los resultados obtenidos con la limpieza inicial, es fundamental planear cómo se garantizará la conservación de la limpieza a lo largo de cada ciclo productivo. Identificar las áreas críticas en términos de suciedad y diseñar estrategias para su eliminación son aspectos clave en este proceso. El formato de registro revela que el área de confección es particularmente propensa a acumular suciedad.

**3. Preparación del manual de limpieza:** La creación de un manual de limpieza es crucial, definiendo procedimientos, normativas y estándares tanto para la limpieza profunda como para la limpieza regular. Este manual debe ser una guía informativa para los operarios y el jefe de operaciones.

### **Beneficio**

La aplicación de los manuales de limpieza ayudará a disminuir los defectos de las máquinas que estos a su vez previenen errores o defectos en la confección de las prendas. En este sentido, se tendrá una reducción de los defectos que actualmente se dan entre 45 a 55 prendas por día y se espera reducir este número a 30 unidades.

### **3.3.4. Aplicación de Seiketsu**

Conocida como "Estandarización", esta fase tiene como objetivo garantizar la adherencia a las tres primeras S a través de la creación de conciencia en todo el personal para llevar a cabo de manera continua las actividades planificadas y los procedimientos ya establecidos. Esto implica que, en muchas ocasiones, los operarios deben estar familiarizados con diversas tareas al mismo tiempo, siempre que estén ubicados en un mismo lugar de trabajo. Por ejemplo, en la zona de "Confección", los operarios deberán conocer tareas clave como remallado, cocido, puntada recta, despunte, entre otras. Esta cuarta S busca mantener a los operarios, las maquinarias e insumos en excelentes condiciones, para poder lograrlo es muy importante el

orden, ya que un lugar de trabajo primero debe estar bien organizado para luego poder aplicar la estandarización.

La esencia de esta cuarta S es mantener tanto a las máquinas como a los operarios en óptimas condiciones, y para lograrlo, el orden desempeña un papel crucial. Un entorno de trabajo bien organizado es fundamental para aplicar eficazmente la estandarización.

Adicionalmente, el principal aporte de Seiketsu radica en preservar el progreso alcanzado con las primeras S, ya que, sin esta estandarización, existe el riesgo de que las áreas de trabajo y el nuevo entorno vuelvan a sus condiciones iniciales. Para obtener resultados óptimos, la empresa implementará un procedimiento de inspección y mantenimiento de los niveles alcanzados, buscando constantemente mejorar. Esto lo hará mediante matrices, flujos y tablas diseñadas para las primeras S, se llevará a cabo una gestión visual de los avances en un tablero general para facilitar la comprensión de todo el personal. Este panel de visualización incluirá normas para cada puesto de trabajo, el uniforme necesario para cada actividad, avances periódicos de cada S implementada con recordatorios de los planes de acción, programas de capacitación y talleres para estandarizar actividades, y un sistema de control de asistencia, limpieza y responsabilidades definidos.

Poniendo en marcha el control visual como guía para informar a los operarios sobre cómo realizar el trabajo y el progreso alcanzado de manera gradual. Finalmente, se instalarán tableros de comunicación con información clara y esencial para todo el equipo, similar a lo representado en la Figura 37:

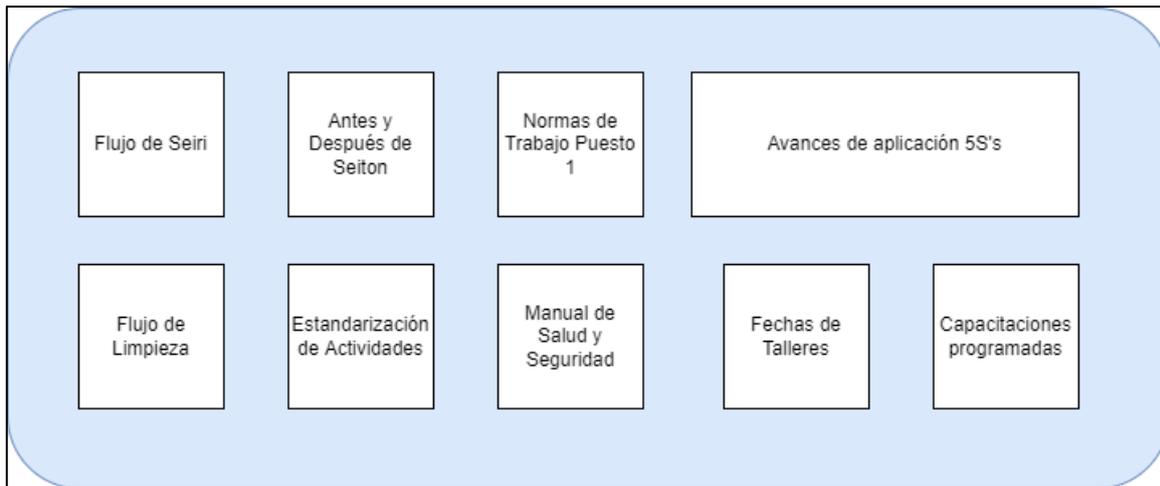


Figura 37: Tablero de gestión visual por zona de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

**Beneficio:** Al finalizar la implementación de la cuarta S, se tendrá la estandarización de actividades y una gestión visual de todos los avances de manera que permita mantener una disciplina en cada lugar de trabajo. Además, esto reducirá el nivel de accidentes y mejorará la productividad de los empleados, es importante definir las responsabilidades para cada flujo de procesos en la empresa.

### 3.3.5. Aplicación de Shitsuke

Finalmente, procedemos a instaurar la quinta "S", orientada principalmente a fomentar la autorregulación en la empresa. Con el objetivo de forjar un entorno más propicio, definido por normativas y estándares establecidos, que resulte en un espacio laboral de alta calidad para todos los colaboradores. En este sentido, resulta crucial implementar medidas que impulsen la disciplina en cada área. Se llevarán a cabo programas de formación y se proporcionará información acerca de la aplicación y relevancia de las 5 S's, como los que se muestran a continuación:

- Incentivar la participación activa de los trabajadores en la identificación de soluciones y sugerencias de mejoras.

- Valorar y estimular el esfuerzo de aquellos operarios que lleguen a las metas planteadas para cada S implementada.
- Estimular a los empleados que aún no se adapten a las nuevas políticas, ofreciéndoles retroalimentación constructiva para facilitar su progreso.
- Ampliar la adopción de sistemas de control visual para fortalecer la higiene y el orden en el entorno laboral.
- Definir de manera clara el papel y las responsabilidades de cada empleado en este proceso de mejora.
- Realizar evaluaciones regulares del avance y la evolución en cada área.
- Liderar con el ejemplo, mostrando los estándares y comportamientos esperados.

Todas las acciones mencionadas incluyen inspecciones internas y autoevaluaciones para validar el rendimiento de los trabajadores. Se emplea un método de medición del cumplimiento de las 5'S mediante evaluaciones regulares cuantificadas, asignando un puntaje específico a cada disciplina según el avance logrado, tal como se detalla en la Tabla 18.

Tabla 18: Tabla de avance de las 5S's

Tipo de S	Significado	Calificación
1ra S	Seleccionar	<1-10>
2da S	Organizar	<1-10>
3ra S	Limpiar	<1-10>
4ta S	Estandarizar	<1-10>
5ta S	Disciplina	<1-10>

**Beneficio:** Al finalizar la implementación de la quinta "S", se forjará una nueva cultura empresarial caracterizada por el predominio del respeto y la gestión cuidadosa de los diversos recursos, generando así un entorno laboral más positivo con estándares claramente definidos. Esta transformación cultural no solo contribuirá a potenciar las relaciones internas, sino que

también redundará en la satisfacción del cliente al recibir un producto de mayor calidad. Asimismo, se experimentará un aumento significativo en la capacidad de producción, elevándose de 65 a 120 unidades por hora gracias a la eficiente organización de los materiales, lo que se traduce en una mejora notoria en la productividad general.

### ***Cuadro Resumen de Beneficios 5S's***

A continuación, en la Tabla 19, se muestra un resumen de los beneficios para cada S:

Tabla 19: Resumen de Beneficios por cada S

Tipo de S	Beneficio
1ra S	Ganancia aproximada de 4 metros cuadrados, los cuales permitirán almacenar de forma adecuada la materia prima.
2da S	El tiempo de búsqueda se reduciría en un 50% (De 45 min a 24 min).
3ra S	Se tendrá una reducción de los defectos que actualmente se dan entre 45 a 55 prendas por día y se espera reducir este número a 30.
4ta S	Permitirá la estandarización de actividades y una gestión visual de todos los avances para mantener una disciplina en cada lugar de trabajo
5ta S	Mejora en la capacidad productiva de 65 a 120 u/h, debido al orden adecuado de los materiales, alcanzando una mejor productividad.

### **3.4. Propuesta para una nueva política de inventarios**

Como se mencionó en el diagnóstico de la empresa caso, esta no posee actualmente una planificación de los inventarios de sus productos finales, así como de la materia. Como consecuencia de esto, se han generado una elevada existencia de inventario que tienen asociados un costo. Además, se pudo observar materia prima en las instalaciones que no han rotado adecuadamente. Por otro lado, la empresa cuenta con 3 almacenes: el de materia prima (telas e insumos), producto terminado en el 1er nivel y el de materia prima (ligas) en el segundo nivel, en donde se identifica que posee una mayor cantidad el de producto terminado. Los planos de distribución para los almacenes no tienen una estructura eficiente, ya que se hacen

recorridos entre un nivel y el otro dejando desperdicios en el camino. Ello ha generado pérdida de materia prima, suciedad en el taller y alta rotación de inventarios, ya que no se tiene una planificación de la gestión y política a aplicar en la empresa. Para abordar estos desafíos, se propone implementar el modelo de “Planificación Agregada” para la gestión de inventarios, enfocado en el abastecimiento óptimo de materia prima basado en stocks de seguridad y la aplicación del análisis ABC. La clasificación ABC multicriterio para establecer políticas de inventario basadas en factores relevantes para cada producto. Posteriormente, se realizará el análisis de las curvas de intercambio, en base a los resultados, se podrá identificar áreas de mejora en la gestión de almacenes, tales como: codificación de cada insumo o materia prima, establecer indicadores de gestión y producción, establecer un stock de seguridad mínimo, planificación adecuada en base a los resultados y reducción de costos.

#### **3.4.1. Clasificación ABC Multicriterio**

En esta sección, se llevará a cabo un análisis ABC multicriterio con el objetivo de identificar diversas clasificaciones para los inventarios de productos terminados, permitiendo así la implementación de una política de control adaptada a cada tipo. El proceso se inicia mediante la creación de una matriz de ponderación que considera criterios clave como la demanda, el costo promedio y el valor de uso. La metodología comienza con la elaboración de la matriz, donde se asignan ponderaciones a cada criterio según su importancia. Luego, se ingresan los datos pertinentes y se ordenan de mayor a menor según la demanda en unidades. Posteriormente, después de realizar todos los cálculos necesarios, se presenta una tabla resumen con los resultados en la Tabla 20. Adicionalmente, se puede enriquecer el análisis proporcionando información detallada sobre la determinación de los pesos de los criterios, los parámetros empleados para evaluar la demanda, el costo promedio y el valor de uso, así como los criterios específicos de clasificación en las diferentes categorías (A, B y C). Esto asegurará

una comprensión más profunda del proceso y cómo se toman decisiones en relación con la gestión de inventario de productos.

Tabla 20: Clasificación ABC Multicriterio de Productos

Producto	Cantidad acumulada	Items Acum. (%)	Demanda Anual (un.)	Costo Promedio (\$/un.)	Valor de Uso DxC	Valor de Uso Acum. (\$)	Valor de Uso (%)	Clasificación ABC
Pierna Alta	1	16,67%	18562	1,69	31 453,23	31 453,23	22,08%	A
Cadera	2	33,33%	17569	1,88	33 029,72	64 482,95	45,27%	A
Bikini	3	50,00%	17000	1,55	26 350,00	90 832,95	63,77%	B
Tipo Faja	4	66,67%	15522	1,91	29 597,03	120 429,98	84,55%	B
Tipo hilo	5	83,33%	8562	1,13	9 674,52	130 104,50	91,34%	C
Bóxer Primavera	6	100,00%	5823	2,12	12 336,75	142 441,26	100,00%	C

Elaboración propia

Según el análisis realizado, se evidencia la necesidad de adaptar la política de inventarios de productos terminados de manera diferenciada para cada categoría, con el objetivo de reducir los costos de inventario y mejorar su gestión de manera eficiente. Nos centraremos en proponer mejoras específicas para la gestión de la materia prima de los productos clasificados como tipo trusas en la categoría A. En este sentido, se sugiere mantener porcentajes estándar de inventarios de seguridad según el tipo de material y la implementación de tiempos de entrega más reducidos.

### 3.4.2. Política Actual de Inventarios

La empresa carece actualmente de políticas o reglas de inventario claramente establecidas o estructuradas. En su lugar, la gestión del inventario se realiza de manera empírica, basándose en la experiencia y en la frecuencia de los pedidos de los clientes. Además, se lleva a cabo una revisión constante de los niveles de existencias de materias primas para garantizar un

abastecimiento oportuno y evitar situaciones de escasez de productos. Según los datos proporcionados por la empresa, el proceso actual de gestión del inventario se detalla en las Tablas 21 y 22, para lo cual se han uniformizado las unidades:

Tabla 21: Política Actual de Inventarios parte 1

Código	Demanda por ítem	Costo unitario	Demanda valorizada	Error de la demanda
I-1	60 500,00	0,07	4 114,00	2 249,99
I-2	47 300,00	0,05	2 128,50	1 759,08
I-3	8 520,60	0,76	6 475,66	316,88
I-4	3 712,09	27,00	100 226,39	138,05
I-5	3 689,44	21,19	78 166,08	137,21
I-6	2 040,34	31,00	63 250,39	75,88
I-7	712,80	29,00	20 671,20	26,51
I-8	676,50	18,00	12 177,00	25,16
I-9	660,00	2,90	1 914,00	24,55
I-10	478,50	20,00	9 570,00	17,80
I-11	459,80	30,00	13 794,00	17,10
I-12	368,87	20,00	7 377,48	13,72
I-13	191,40	26,00	4 976,40	7,12
I-14	148,50	36,00	5 346,00	5,52
I-15	40,70	22,04	896,95	1,51
I-16	22,00	44,00	968,00	0,82
I-17	14,30	47,00	672,10	0,53

Tabla 22: Política Actual de Inventarios parte 2

Código	Costo unitario	Demanda valorizada	Peso %	Peso acumulado %	Clase ABC	Ni
I-1	S/ 0,07	4 114	1,2%	1,2%	A	3
I-2	S/ 0,05	2 128,5	0,6%	1,9%	A	2
I-3	S/ 0,76	6 475,7	1,9%	3,8%	A	5
I-4	S/ 27,00	100 226,4	30,1%	33,9%	B	6
I-5	S/ 21,19	78 166,1	23,5%	57,4%	B	2
I-6	S/ 31,00	63 250,4	19%	76,4%	B	3
I-7	S/ 29,00	20 671,2	6,2%	82,7%	B	1
I-8	S/ 18,00	12 177	3,7%	86,3%	B	1
I-9	S/ 2,90	1 914	0,6%	86,9%	B	3
I-10	S/ 20,00	9 570	2,9%	89,8%	B	1
I-11	S/ 30,00	13 794	4,1%	93,9%	C	5
I-12	S/ 20,00	7 377,5	2,2%	96,1%	C	6
I-13	S/ 26,00	4 976,4	1,5%	97,6%	C	7
I-14	S/ 36,00	5 346	1,6%	99,2%	C	5
I-15	S/ 22,04	896,9	0,3%	99,5%	C	5
I-16	S/ 44,00	968	0,3%	99,8%	C	5
I-17	S/ 47,00	672,1	0,2%	100%	C	5

Fuente: La empresa

El N total, es decir, el número de pedidos actual nos da 65, una vez calculado ello procederemos a calcular el TCS actual en la Tabla 23:

Tabla 23: Política Actual de Inventarios parte 2

Código	$Q_i$	$(Q_i \times v_i)/2$
I-1	20 166,67	685,67
I-2	23 650,00	532,13
I-3	1 704,12	647,57
I-4	618,68	8 352,20
I-5	1 844,72	19 541,52
I-6	680,11	10 541,73
I-7	712,80	10 335,60
I-8	676,50	6 088,50
I-9	220,00	319
I-10	478,50	4 785
I-11	91,96	1 379,40
I-12	61,48	614,79
I-13	27,34	355,46
I-14	29,70	534,60
I-15	8,14	89,69
I-16	4,40	96,80
I-17	2,86	67,21
	<b>TCS Actual</b>	64 966,86

Fuente: La empresa

De acuerdo con la política actual para los productos, se obtuvo que anualmente se mantiene un TCS (Costo Total de Stock) de S/. 64,966 y se realizan un total de 65 pedidos durante ese mismo periodo. Para el cálculo de la demanda anual para cada insumo del siguiente año nos basamos en la teoría del promedio móvil según el porcentaje que la empresa espera obtener el

siguiente año. De la Tbla 23 se observa que se tomaron como criterios: la demanda, costo unitario y demanda valorizada.

### 3.4.3. Curvas de Intercambio

La utilización de las “Curvas de Intercambio” permiten evaluar todos los elementos necesarios, de manera que, en lugar de tener una política de inventario para cada materia prima o insumo, podamos gestionarlos de manera global. En primer lugar, es necesario determinar el tamaño de lote económico basado en la curva y los parámetros definidos, con el fin de observar cómo se comporta el TCS en función del número de órdenes a realizar. La elaboración de la curva de intercambio se basa en los parámetros indicados en la Tabla 24.

Tabla 24: Parámetro de la Curva de Intercambio

N	TCS	A/r	TCS X N
20	87 244,76	4362	1 744 895,15
30	58 163,17	1939	1 744 895,15
40	43 622,38	1091	1 744 895,15
44	39 656,71	901	1 744 895,15
48	36 351,98	757	1 744 895,15
50	34 897,90	698	1 744 895,15
55	31 725,37	577	1 744 895,15
60	29 081,59	485	1 744 895,15
63	27 696,75	440	1 744 895,15
65	26 844,54	413	1 744 895,15
68	25 660,22	377	1 744 895,15
70	24 927,07	356	1 744 895,15
75	23 265,27	310	1 744 895,15
78	22 370,45	287	1 744 895,15
80	21 811,19	273	1 744 895,15
85	20 528,18	242	1 744 895,15

Considerando tanto la línea de crédito habilitada para cada proveedor y también la liquidez de la empresa para compras al contado, se ha establecido un límite financiero aproximado de S/. 70,000. Por otro lado, el límite operacional se fija en 100 pedidos, lo cual se basa en la capacidad máxima del almacén de la empresa para esa cantidad de pedidos, obtenida a partir del histórico de pedidos realizados durante el año en períodos de alta demanda.

Además, se toma en cuenta que el costo de emitir órdenes de compra está compuesto por diversos factores, tales como: la administración de la orden (incluyendo el proceso de realizar el pedido y su seguimiento), acuerdos con proveedores S/. 30, llamadas telefónicas S/9, así como otros gastos relacionados con la utilización de hojas y tinta S/.6 , totalizando S/. 45. Este análisis de costos se lleva a cabo y se refleja en la Figura 38:

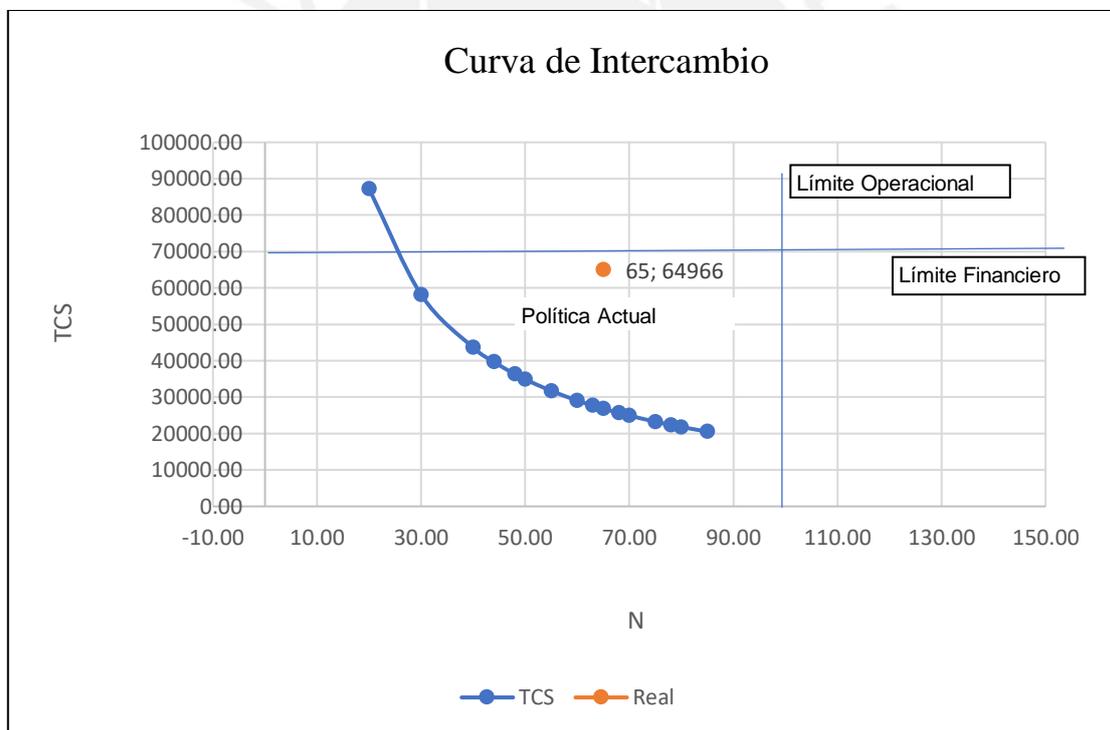


Figura 38: Curva de Intercambio de Materia Prima

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la evaluación de costos para los casos con el número de pedidos constante, el TCS constante, A/R constante, la política actual, límite financiero y operacional en la Tabla 25:

Tabla 25: Evaluación de Costos

Escenarios	TCS	N	A	r	Costo Total
N CTE	26 844,54	65,00	45	0,11	S/. 5 850,00
TCS CTE	64 966,86	26,85	45	0,02	S/. 2 417,24
A/R CTE	41 761,29	41,78	45	0,05	S/. 3 760,43
ACTUAL	64 966,86	65,00	45	0,05	S/. 5 850,00
LO	17 448,95	100,00	45	0,26	S/. 9 000,00
LF	70 000,00	25,00	45	0,02	S/. 2 250,00

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que el escenario con el límite financiero tiene el menor costo total. Sin embargo, lo que buscamos aquí es disminuir la cantidad de inventario en almacenes, por lo tanto, se elegirá la mejor opción: A/R constante, con la cual obtenemos un costo de S/. 3 760,43 que significa un ahorro de S/. 2 089,56 respecto a la política actual. Este análisis nos servirá para evaluar las nuevas políticas a implementar para cada ítem.

#### 3.4.4. Nueva Política de Inventarios

A continuación, procedemos a implementar las nuevas políticas para cada ítem, priorizando aquellos en la categoría A del análisis ABC, calculamos el POQ en meses en la Tabla 26:

Tabla 26: Nueva Política de Inventarios

Código	EOQi	Ni	Q*v/2	POQ (meses)
I-1	42 172	1,4	1 434	8
I-2	45 838	1,0	1 031	12
I-3	4 734	1,8	1 799	7
I-4	524	7,1	7 077	2
I-5	590	6,3	6 250	2
I-6	363	5,6	5 622	2
I-7	222	3,2	3 214	4
I-8	274	2,5	2 467	5
I-9	674	1,0	978	12
I-10	219	2,2	2 187	5
I-11	175	2,6	2 626	5
I-12	192	1,9	1 920	6
I-13	121	1,6	1 577	8
I-14	91	1,6	1 635	7
I-15	61	0,7	670	18
I-16	32	0,7	696	17
I-17	25	0,6	580	21

Elaboración propia

Para la nueva política ajustamos el POQ priorizando las celdas que pertenecen a la clasificación “A” en el análisis ABC que se realizó previamente. Finalmente, obtenemos la nueva cantidad de pedidos anuales (Ni) para cada POQ ajustado y el TCS que implicada cada uno. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 27:

Tabla 27: POQ Ajustado

POQ ajustado	Ni propuesto	TCS propuesto
8	2	1 371
11	1	976
6	2	1 619
1	12	4 176
1	12	3 257
2	6	5 271
3	4	2 584
4	3	2 030
12	1	957
5	2	1 994
4	3	2 299
6	2	1 844
7	2	1 451
7	2	1 559
17	1	635
17	1	686
20	1	560

Con esta nueva política ajustamos los valores del TCS a S/. 41 761 y N igual a 42. Esto significa una reducción del TCS respecto a la política actual y una menor cantidad de pedidos que se ajusta a la capacidad de inventario de materia prima que se tiene en las instalaciones actuales. Dado que la empresa tiene la intención de no exceder sus límites tanto financieros como operacionales, se opta por implementar una política de inventarios basada en la agrupación de ítems en lugar de manejarlos de forma independiente. El objetivo principal de esta decisión es reducir el nivel de stock actual en los almacenes a solo lo necesario, garantizando así un uso más eficiente de los recursos y evitando situaciones de exceso de inventario. La aplicación de esta nueva política conllevará acciones operativas y logísticas para poder retirar aquella materia prima que se encuentra actualmente en almacén. Para ello se planea realizar promociones en

épocas fuertes del año tales como: año nuevo y enero. Esto con el objetivo de reducir la cantidad de materia que se tiene actualmente y aumentar el nivel de rotación del producto. Para enfatizar ello se impulsará mediante la inversión en publicidad para lo cual será necesario la contratación de un perfil con los conocimientos necesarios para en gestión comercial y ampliar los canales de venta digitales a través de las redes sociales. Como resultado se espera tener una reducción de al menos 35% de espacio para acomodar los nuevos estantes y reestructurar el almacén en base a las nuevas políticas.

### 3.4.5. Análisis de Stock de Seguridad

En esta sección se analizará el valor monetario del stock de seguridad o TSS junto al ETSOPY (Total de ocasiones de falta esperadas al año). Partimos de la siguiente ecuación:

$$SS=k\sigma L$$

Dónde:

k= número de desviaciones estándar desde la media necesitada para implementar el nivel de servicio.

$\sigma L$ = desviación estándar de la demanda durante el lead time.

Evaluamos el nivel de servicio junto a las respectivas probabilidades que se muestran en la Tabla 28:

Tabla 28: Nivel de Servicio y “k”

k	Nivel de Servicio (%)	P	1-P	G(k)
1,00	84%	0,84	0,16	0,08
1,50	93%	0,93	0,07	0,03
1,55	94%	0,94	0,06	0,03
1,64	95%	0,95	0,05	0,02
1,88	97%	0,97	0,03	0,01
1,99	98%	0,98	0,02	0,01

Elaboración propia

Las evaluaciones para cada “k” (factor de seguridad) se encuentran en el Anexo 2, asumiendo valores para los niveles de servicio deseados para todos los ítems, se determinan diversos puntos en las curvas de intercambio, el resultado final es la curva TSS vs Etsopy (ver Figura 39):

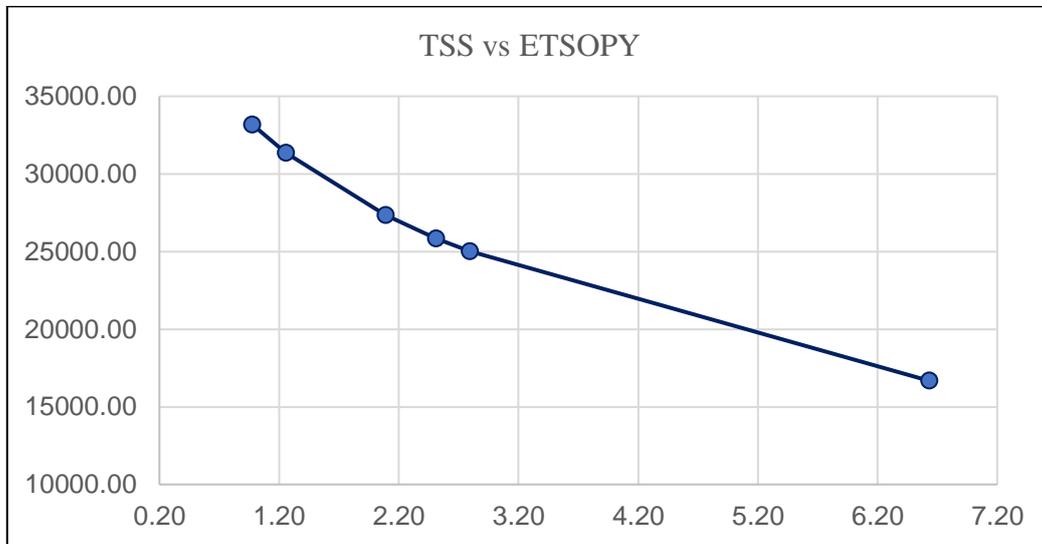


Figura 39: Curva de ETSOPY

Fuente: Elaboración propia

Esta curva se crea a partir del análisis de cada “k” y luego se procede a comparar el número total esperado de stockouts por año (ETSOPY) vs el TSS en la Tabla 29.

Tabla 29: ETSOPY y TSS

<b>ETSOPY</b>	6,63	2,79	2,51	2,09	1,25	0,97
<b>TSS</b>	16 682,03	25 023,04	25 857,14	27 358,52	31 362,21	33 197,23

Fuente: Elaboración propia

En este caso, escogemos un ETSOPY con menores fallas anuales, la del 2,79 que está asociado a un TSS de S/. 25 023. Luego, obtenemos los siguientes valores del “Stock de Seguridad” para cada ítem según el nivel de servicio escogido en la Tabla 30:

Tabla 30: Stock de Seguridad con el k elegido

Código	Número de faltas esperadas	Error	Valor esperado del costo de faltantes	SS
I-1	0,10	2 249,99	6,43	229
I-2	0,07	1 759,08	2,39	119
I-3	0,12	316,88	12,70	511
I-4	0,47	138,05	773,51	9 684
I-5	0,42	137,21	532,75	4 360
I-6	0,38	75,88	387,78	4 990
I-7	0,21	26,51	72,45	1 153
I-8	0,16	25,16	32,76	1 177
I-9	0,07	24,55	2,04	107
I-10	0,15	17,80	22,82	755
I-11	0,18	17,10	39,49	769
I-12	0,13	13,72	15,45	412
I-13	0,11	7,12	8,56	278
I-14	0,11	5,52	9,53	298
I-15	0,04	1,51	0,65	50
I-16	0,05	0,82	0,73	94
I-17	0,04	0,53	0,42	37

El valor de “k” escogido es el 1,5 con un ETSOPY de 2,79 y un TSS de S/25 023. Este valor se escoge porque está asociado a un nivel de servicio del 93%, ya que no siempre se podrá satisfacer el 100% de los pedidos. Lo que se busca aquí es mantener el mismo valor de inventario de seguridad total a través de la disminución del número esperado de faltantes por año. Es así como una vez definidos estos valores se procede con la aplicación de la nueva política de inventarios para la materia prima de los ítems que se muestra en la tabla 30.

## CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se detallarán los costos e inversiones relacionados con las mejoras planteadas anteriormente, y se respaldará la viabilidad económica y financiera de estas propuestas mediante indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) económico y financiero, la Tasa Interna de Retorno (TIR), la mejora en la relación costo-beneficio y el período en el que este proyecto mostrará un retorno de la inversión. Para evaluar la viabilidad de las propuestas, es fundamental cuantificar tanto los costos necesarios para implementar las mejoras como los beneficios asociados. Se llevará a cabo la elaboración del flujo de caja económico, donde se analizarán los costos y beneficios de cada herramienta de Lean Manufacturing descrita en el capítulo 3, aplicada a la empresa textil. Esto permitirá determinar la viabilidad económica de la propuesta de mejora y respaldar la toma de decisiones.

### 4.1. Costo de Oportunidad de Capital (COK)

El costo de oportunidad de capital, también conocido como la "Tasa de Descuento", representa la tasa de retorno mínima que la empresa requiere para generar valor. De acuerdo con el Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital (CAPM, por sus siglas en inglés), se utilizará la siguiente fórmula matemática:

$$\text{COK} = R_f + \beta (R_m - R_f) + R_p$$

Donde:

Nombre	Valor	Fuente
R <sub>f</sub> =Tasa libre de riesgo	3,83%	Datos Macro Expansión
(R <sub>m</sub> - R <sub>f</sub> )=Prima de riesgo	3,08%	Pages
R <sub>p</sub> =Riesgo país	21,09%	S&P/BVL Peru Select Index
T =Impuesto de a la renta	29,50%	SUNAT

De igual forma, para el cálculo del  $\beta$  (Coeficiente de riesgo específico), se empleará la siguiente fórmula:

$$\beta = \text{Beta no apalancada} + \{1 + (1 - T) * (D/C)\}$$

Donde:

T = Tasa de impuesto a la renta: 29,50% (Fuente: SUNAT, 2022)

Beta no apalancada: 0.89 (Fuente: Pages, 2022)

D/C = Relación deuda capital < 1 que se extrae de la inversión (D) y para el capital (C) de la utilidad neta del primer año (Ingresos – gastos) del flujo de caja.

Finalmente, se realiza la primera expresión:

$$\beta = 0,89 + \{1 + (1 - 29,50\%) * (0.4177)\} \beta = 0,34$$

Del mismo modo, se reemplaza los respectivos valores en la segunda expresión:

$$\text{COK} = 3,83\% + 0,34 * 3,08\% + 21.09\%$$

$$\text{COK} = 25,98\%, \text{ redondeando COK} = 26 \%$$

#### **4.2. Presupuesto**

Para llevar a cabo la implementación de la mejora, es crucial conocer el costo o valor de los elementos y materiales necesarios, ya que esto determinará la inversión inicial requerida para ejecutar el proyecto. Anteriormente se desarrolló la aplicación de cada herramienta propuesta por modelo, tanto las 5S como las curvas de intercambio, requieren diversos elementos que se detallarán en esta sección con el objetivo de calcular el costo total de los recursos que se presupuestarán.

#### 4.2.1. Beneficio de la implementación de la 1ra S

Con la aplicación de esta S, se obtendrá una reducción del área de almacenamiento de materia prima en 4 metros cuadrados. Esto a su vez impactará en la reducción de tiempo de búsqueda de las telas y/o conos de hilos y tirantes que realizan los operarios (02): el de cortado y el de confecciones. Actualmente, demoran alrededor de 3.5 minutos en la búsqueda por día y lo realizan 2 veces al día, lo cual reduciría este a solo 30 segundos/ día, ya que, al clasificar los elementos en su lugar correspondiente y al desechar los desperdicios, los operarios podrán encontrarlos en un menor tiempo y solo con inspección visual. En la siguiente tabla se muestra el análisis para conseguir el beneficio económico anual en la Tabla 31:

Tabla 31: Beneficio de la 1ra S

Tiempo actual mensual (h)	Reducción de tiempo en búsqueda (h)	Precio unitario (S./ HH)	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
2,92	2,50	5,13	25,65	307,8

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Beneficio de la implementación de la 2da S

La implementación de esta segunda "S" conlleva una notable reducción en los tiempos de búsqueda de materiales e insumos, disminuyendo de 48 minutos a 24 minutos, lo que se traduce en una producción más eficiente. Este incremento en la eficiencia genera un beneficio económico anual que se detalla en la Tabla 32:

Tabla 32: Beneficio de la 2da S

Tiempo actual mensual (h)	Reducción de tiempo en búsqueda (h)	Precio unitario (S./ HH)	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
10	10	5,13	513	6 156

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. Beneficio de la implementación de la 3ra S

La aplicación de la tercera S genera una reducción de tiempos en la cantidad de prendas defectuosas debido a la falta de limpieza de los hilos en las máquinas. Actualmente se tienen 50 a 55 prendas defectuosas por mes en cada máquina de coser y con esta S se reducirá este número a solo 25. Esto genera un beneficio económico anual que se muestra en la Tabla 33:

Tabla 33: Beneficio de la 3ra S

Prendas defectuosas actuales por mes (un)	Reducción de prendas defectuosas (un)	Precio unitario (S/. / ropa interior)	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
55	30	4,25	1785	21 420

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Beneficio de la implementación de la 4ta S

La aplicación de la cuarta S genera una reducción en los errores durante los distintos procesos que hay en el área de confección: recubierto, remallado y cocido. Los incidentes se reducirán de 3 a 0, lo que genera un beneficio económico anual que se muestra en la Tabla 34:

Tabla 34: Beneficio de la 4ta S

Cantidad de Incidentes por mes (un)	Reducción de incidentes (un)	Precio unitario (S/. / HH)	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
75	75	5,13	384,75	4 617

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. Beneficio de la implementación de la 5ta S

La aplicación de la quinta S mejorará la capacidad de producción de 65 a 120 u/h con un incremento de 1.84%, debido al orden adecuado de los materiales, alcanzando así una mejor productividad lo que genera un beneficio económico anual que se muestra en la Tabla 35:

Tabla 35: Beneficio de la 5ta S

Producción actual (u/h)	Producción mejorada (u/h)	Beneficio (u/h)	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
65	120	55	8 250	99 000

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6. Beneficio de la implementación de Curvas de Intercambio

Para evaluar económicamente la propuesta de la aplicación de curvas de intercambio y una nueva política de inventarios, se comparará el costo total de la política actual de la empresa versus la política propuesta utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Total} = A * N + R * TCS$$

Donde,

A = Costo de emisión de una orden de compra

N = Numero de órdenes de compra anuales

R = Costo de posesión de inventarios

TCS = Inventario Promedio valorizado

El costo de emisión de una orden de compra se estableció en S/. 45. Se lleva a cabo la evaluación de costos para ambas políticas, tal como se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36: Beneficio de la nueva política de inventarios

Escenarios	TCS	N	A	R	Costo Total
Actual	64 966,86	65,00	45,00	0,05	S/. 5 850,00
Propuesto	<b>41761,29</b>	<b>41,78</b>	45,00	0,05	<b>S/. 3 760,43</b>
Ahorro anual					<b>S/. 2 089,57</b>

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se puede detallar lo siguiente: la política propuesta tiene como resultado un TCS igual a S/.3 760,43 y un N (número de pedidos) igual a 42, lo que representa un ahorro estimado de S/. 2 089,57 en el costo total en comparación con la política actual de inventarios.

#### 4.2.7. Costo de la implementación de 5S's

Se analizarán y detallarán los costos para la implementación de las 5S's entre materiales y/o insumos que se muestran en la Tabla 37:

Tabla 37: Costo de materiales para las 5S's

Ítem	Cantidad (und)	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Tarjetas de colores	150	0,5	75
Impresora	1	450	450
Etiquetas	200	0.25	50
Estantes empotrados	3	350	1 050
Repisas	4	200	800
Pallets	3	85	255
Tablero visual	2	150	300
Artículos de limpieza	40	75	3 000
Señalizaciones de área	15	3	45
<b>Total</b>			<b>6 025</b>

Fuente: Elaboración propia

Además, las consultorías que se tendrán para la implementación de la mejora, entre capacitaciones y controles internos, en la Tabla 38:

Tabla 38: Costo de Capacitaciones para las 5S's

Descripción	Meses	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Consultor Lean Manufacturing	12	1 500	18 000
Auditor	12	1 500	18 000
Gerente de Producción	12	500	6 000
Operarios	12	700	6 000
<b>Total</b>			48 000

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para la implementación de las 5S's se requiere un presupuesto total de S/. 48 000,00 para los 12 meses.

#### 4.2.8. Costo de la implementación de nueva política de inventarios

Para poder implementar las nuevas políticas, será necesario tener materiales adecuados para la organización y reestructuración de los almacenes. Una vez que se hayan aplicado las 5S's se podrá organizar mejor el almacén y la política para las compras de materia prima, los materiales a necesitar se muestran en la Tabla 39:

Tabla 39: Costo de nueva política de inventarios

Ítem	Cantidad (und)	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Pallets	50	0,5	25
Etiquetas	200	0,25	50
Cuaderno de registro	10	25	250
Gestión Comercial	3	2 000	6 000
<b>Total</b>			6 325

Fuente: Elaboración propia

En este caso, al ser una herramienta Lean, los costos de consultoría y metodología ya se están plasmando en la sección de las 5S's.

#### **4.3. Flujo de Caja**

El flujo de caja se estima a partir de los ahorros (beneficio económico) que se tiene por cada mejora y los costos asociados. Además, se tiene en cuenta lo siguiente:

- Se está evaluando el proyecto en un periodo de 3 años.
- Los beneficios económicos se mantienen constantes anualmente.
- La inversión inicial en el año 0 abarca las capacitaciones y materiales necesarios el primer año.

Por lo tanto, se tiene el siguiente flujo de caja en la Tabla 40:

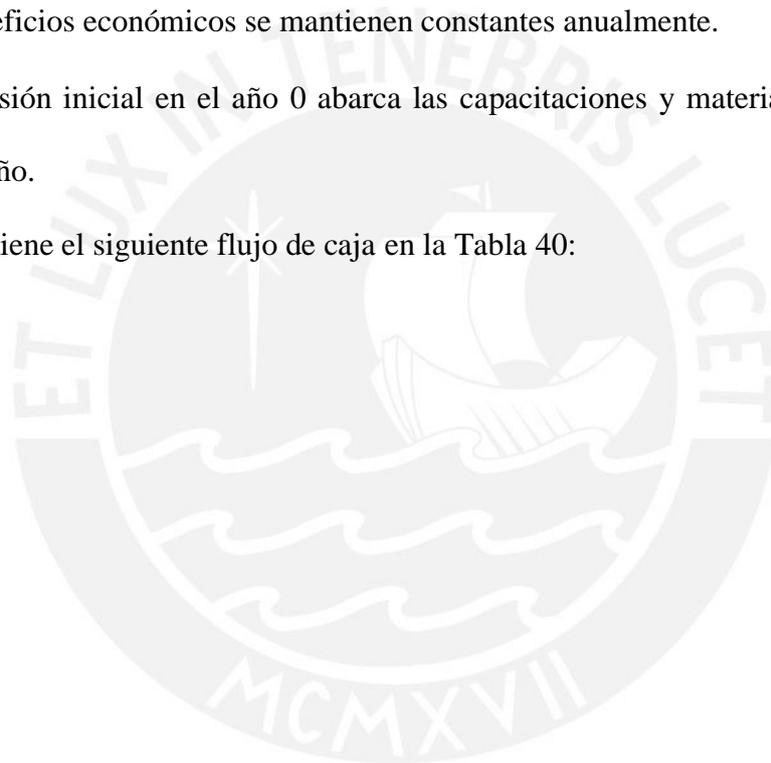


Tabla 40: Flujo de caja de la propuesta

Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos (ahorros)		S/133 590,37	S/137 598,08	S/141 726,02	S/148 812,32	S/156 252,94
Ingreso - Egreso		S/133 590,37	S/137 598,08	S/141 726,02	S/148 812,32	S/156 252,94
Egreso		-S/97 753,75	-S/93 753,75	-S/93 753,75	-S/93 753,75	-S/93 753,75
- Costos y gastos		-S/93 753,75				
- Inversión	-S/46 059,32					
- IGV Operativo		-S/17 595,68	-S/16 875,68	-S/16 875,68	-S/16 875,68	-S/16 875,68
- IGV crédito inversión	-S/8 290,68					
Utilidades antes de Impuestos		S/18 240,95	S/26 968,66	S/31 096,60	S/38 182,90	S/45 623,52
- Impuesto a la Renta		S/-	-S/7 955,75	-S/9 173,50	-S/11 263,96	-S/13 458,94
Utilidad - Flujo Económico	-S/54 350,00	S/18 240,95	S/19 012,90	S/21 923,10	S/26 918,94	S/32 164,58

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. VAN y TIR

Para la evaluación financiera del proyecto en el ámbito privado, se utilizarán dos indicadores principales: VAN-Económico y TIR-Económico. Estos indicadores se miden de la siguiente manera:

## VAN-E

Mide el valor presente neto, la regla de decisión es la siguiente:

- $VPN > 0$ , entonces, aceptar la propuesta de mejora porque es rentable.
- $VPN = 0$ , entonces, se puede aceptar o no, lo ideal es tener ganancias. Pero, aquí dependería del inversionista.
- $VPN < 0$ , entonces, se rechaza la propuesta porque no es rentable.

## TIR-E

- $TIR > COK$ , entonces, aceptar la propuesta de mejora porque es rentable.
- $TIR = COK$ , entonces, se puede aceptar o no, lo ideal es tener ganancias. Pero, aquí dependería del inversionista.
- $TIR < COK$ , entonces, se rechaza la propuesta porque no es rentable.

Aplicando estos indicadores al flujo de caja económico, tenemos como resultado la Tabla 41:

Tabla 41: VAN y TIR actuales

VAN	S/22 566,15
TIR	44%

Fuente: Elaboración propia

Ya que la TIR es mayor al  $COK=13\%$  y el VNA es positivo, entonces, se acepta el proyecto.

### 4.5. Análisis de Sensibilidad

Finalmente, se realiza el análisis de sensibilidad, que tiene el objetivo de estudiar el impacto que tendría en la propuesta la variación del costo, ya que este afectaría directamente al VAN y la TIR actuales, de esta manera se puede saber cuáles son los factores de riesgo en el proyecto, por lo tanto, los que se deberían tratar con mayor cuidado.

Se ha dividido en 3 situaciones: pesimistas, optimistas y normal. Los resultados de cada uno se muestran en el anexo 3 y las variaciones para el VAN y TIR se muestran a continuación, en la Tabla 42:

Tabla 42: Comparación de los escenarios del análisis de sensibilidad

	VAN	TIR
Escenario Optimista	S/ 43 426,43	59%
Escenario Normal	S/ 25 944,67	46%
Escenario Pesimista	S/ 8 414,12	33%

Fuente: Elaboración propia

***Escenario Optimista:***

En el escenario optimista, se observa que una disminución del 10% en los costos conduce a un VAN significativamente mayor y una TIR que supera la Tasa Mínima de Aceptación (TMA). Esto sugiere que, bajo estas condiciones favorables, la propuesta es altamente rentable.

***Escenario Normal:***

En el escenario normal, donde los costos se mantienen sin variaciones con respecto a la investigación original, los resultados obtenidos son consistentes con los datos iniciales. Esto indica que la propuesta sigue siendo rentable y no se ve afectada por cambios significativos en los costos.

***Escenario Pesimista:***

En el escenario pesimista, donde los costos aumentan en un 10%, se observa un VAN mucho menor y una TIR que aún supera el Costo de Capital (COK). Esto sugiere que, incluso en

condiciones desfavorables con costos más altos, la propuesta sigue siendo rentable, aunque con márgenes más estrechos.

En resumen, al aplicar los distintos escenarios a la propuesta, se demuestra que esta es rentable en todos los casos, ya sea bajo condiciones optimistas, normales o pesimistas. Sin embargo, los márgenes de rentabilidad pueden variar significativamente según las condiciones, lo que resalta la importancia de considerar estos escenarios al tomar decisiones estratégicas.



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

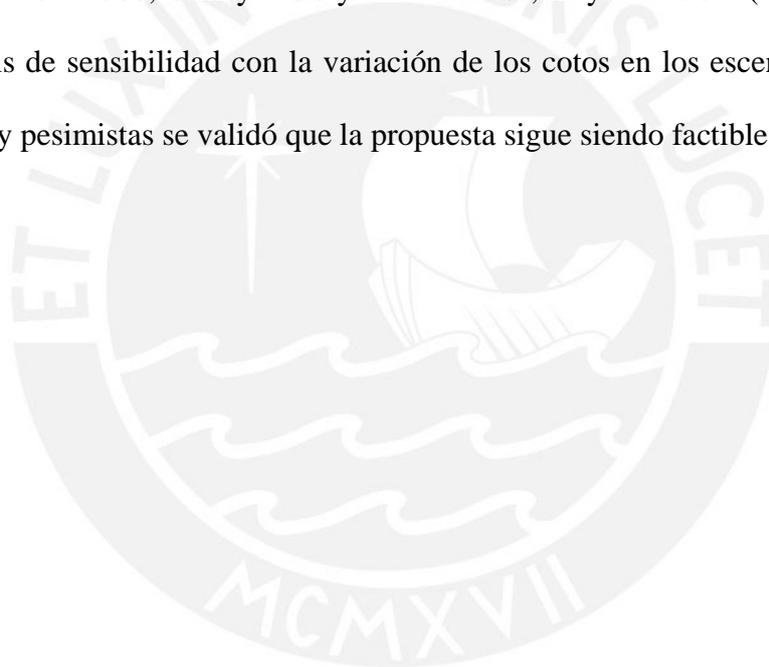
En este subcapítulo se presentarán las conclusiones y recomendaciones en base a las herramientas aplicadas como propuestas de mejora

### 5.1. Conclusiones

- Se concluye que la metodología Lean Manufacturing nos brinda la teoría y las herramientas para hacer un mejor y correcto análisis y diagnóstico en la empresa caso. Mediante la matriz FACTIS se pudo identificar las causas principales de los problemas identificados en la gestión de inventarios, lo que permitió luego conocer qué herramientas aplicar para solucionarlos.
- El estudio del diagnóstico nos permitió conocer qué posibles aspectos estarían interviniendo en los problemas que la empresa tenía que impedían que sus operaciones se den con normalidad. Además, identificar mejoras potenciales para ser desarrolladas con las herramientas que la metodología usada nos brindó.
- La implementación de las 5S's permitió tener una mejora sustancial en el taller tanto en tiempos como en un aumento del espacio en los almacenes de materia prima y producto terminado. Se lograron beneficios económicos en función a la reducción de tiempos de búsqueda de más del 50% asociado a beneficios de ahorro económico.
- Con la aplicación de las curvas de intercambio se logró disminuir los defectos operativos con ayuda de la correcta aplicación de la limpieza en las maquinarias debidamente estandarizados. Además, se definieron nuevas políticas de POQ y stock de seguridad para que puedan ser implementadas en las futuras compras de materia prima y sean correctamente ubicadas en los almacenes.
- Con la implementación de las nuevas políticas de inventarios fue necesario establecer algunas acciones operativas y logísticas para poder deshacernos del material que

actualmente se tiene en almacenes. Para esto se estableció un perfil comercial con la experiencia adecuada para conseguir vender lo que ya se tiene en stock y el exceso de materia prima.

- Se redujo el TCS en S/ 2 089 anualmente con ayuda de la implementación de las nuevas políticas de inventarios, enfocándonos en agregar valor al cliente. Estas están basadas en reducir el nivel de inventario por lo que en los escenarios de las curvas de intercambio se eligió el A/r constante.
- Finalmente, se concluye que la propuesta es viable debido a que se obtuvo un VAN con el valor de S/22 566,15 mayor a 0 y TIR del 44%, mayor al COK (26%). Además, en el análisis de sensibilidad con la variación de los cotos en los escenarios optimistas, actuales y pesimistas se validó que la propuesta sigue siendo factible.



## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de un área de planeamiento de la producción en la empresa que se encargue de controlar lo que se necesario y hacer seguimiento y aplicar las políticas nuevas de inventario en la compra de nueva materia. Esta área deberá velar por el control de todo lo establecido aquí y deberá tener conocimiento de todos los procesos en el taller para proponer otras mejoras.
- Además, será necesario en un futuro implementar un software que les permita tener un mayor control de la producción y poder obtener indicadores de manera más sencilla y real. Este software permitirá digitalizar todo lo teórico y apoyar en el planeamiento de la producción, además, realizar la compra de insumos y materia prima con un planeamiento previo.
- Realizar un compromiso interno de la mano de los líderes de la empresa junto a los operarios para que la transición a una metodología Lean sea mucho más amigable y que se de en forma transparente para que el impacto en el equipo sea el mejor posible.
- Se podría evaluar la optimización de la ubicación estratégica de cada zona en la planta, ya que se tiene 2 niveles que aumentan las distancias que se recorren entre ellas y se observa que el desorden está también asociado a que el espacio para el tamaño de la planta empieza a quedar pequeño. Por lo que se recomienda encontrar un lugar mucho más amplio que permita rediseñar las zonas de acuerdo con las necesidades del taller.

## 6. Anexos

### Anexo 1: Puntajes de Factores

Factor	Impacto	Frecuencia	Puntaje
<b>Mano de Obra</b>			
Falta de un perfil profesional conocedor	7	5	35
Falta de planificación de tareas	7	7	49
Entrenamiento inadecuado	5	5	25
Falta de claridad del proceso	7	3	21
Falta de capacitaciones	7	5	35
Falta de un encargado de almacén	7	7	49
Rotación de personal	7	5	35
Falta de un encargado de personal	9	5	45
<b>Recursos</b>			
Falta de tecnología adecuada	7	7	49
Falta de presupuesto para planificación	7	7	49
Falta de un sistema informático	5	9	45
Falta de estantes y señalización de materia prima	9	7	63
Falta de un área para cosas del personal	7	7	49
Falta de presupuesto para entrenamiento del personal	9	7	63
Falta de indumentaria adecuada	9	5	45
<b>Materiales</b>			
Falta de inventario	7	7	49
Falta de control de materia prima	9	5	45
Falta de orden en el almacén	9	5	45
Falta de indicadores	5	9	45
Falta de control de eficiencia	7	7	49
Falta de estantes para cosas del personal	7	5	35
<b>Método</b>			
Falta de seguimiento	7	5	35
Desconocimiento del proceso	7	7	49
Falta de comunicación de avances	7	5	35
Falta de identificación con la empresa	5	7	35
<b>Medición</b>			
Falta de control cuantitativo	7	9	63
Metas poco claras	5	7	35
No se ha calculado el nivel de inventario	7	7	49
Falta de un sistema de medición	7	9	63
<b>Medio Ambiente/ Entorno</b>			
Poco espacio en las instalaciones	7	9	63
Almacén pequeño	7	9	63
Exceso de enfoque a resultados	7	5	35
Falta de trato más horizontal	5	7	35

## Anexo 2: Calculo de ETSOPY

K=1.55			
Número de faltas esperadas	Error	Valor esperado del costo de faltantes	SS
0.0861	2250.0	5.7340	237
0.0619	1759.1	2.1339	123
0.1080	316.9	11.3236	528
0.4249	138.1	689.4991	10007
0.3752	137.2	474.8846	4506
0.3375	75.9	345.6649	5156
0.1929	26.5	64.5816	1192
0.1481	25.2	29.1992	1216
0.0587	24.5	1.8196	110
0.1313	17.8	20.3436	780
0.1576	17.1	35.2043	795
0.1153	13.7	13.7696	425
0.0947	7.1	7.6284	287
0.0981	5.5	8.4938	308
0.0402	1.5	0.5837	52
0.0418	0.8	0.6544	97

K=1.64			
Número de faltas esperadas	Error	Valor esperado del costo de faltantes	SS
0.0717	2250.0	4.6394	251
0.0516	1759.1	1.7265	130
0.0900	316.9	9.1620	559
0.3540	138.1	557.8756	10588
0.3127	137.2	384.2304	4767
0.2813	75.9	279.6784	5456
0.1608	26.5	52.2532	1261
0.1234	25.2	23.6252	1286
0.0489	24.5	1.4722	117
0.1094	17.8	16.4601	825
0.1313	17.1	28.4839	841
0.0961	13.7	11.1411	450
0.0789	7.1	6.1722	304
0.0818	5.5	6.8724	326
0.0335	1.5	0.4723	55
0.0348	0.8	0.5295	102
0.0275	0.5	0.3063	41

K=1.88			
Número de faltas esperadas	Error	Valor esperado del costo de faltantes	SS
0.0430	2250.0	2.5553	288
0.0310	1759.1	0.9510	149
0.0540	316.9	5.0463	640
0.2124	138.1	307.2710	12137
0.1876	137.2	211.6294	5465
0.1688	75.9	154.0434	6254
0.0965	26.5	28.7804	1445
0.0740	25.2	13.0124	1475
0.0294	24.5	0.8109	134
0.0656	17.8	9.0660	946
0.0788	17.1	15.6886	964
0.0576	13.7	6.1364	516
0.0473	7.1	3.3995	348
0.0491	5.5	3.7852	374
0.0201	1.5	0.2601	63
0.0209	0.8	0.2916	117
0.0174	0.5	0.1687	47

K=1.99			
Número de faltas esperadas	Error	Valor esperado del costo de faltantes	SS
0.0334	2250.0	1.9142	304
0.0240	1759.1	0.7124	158
0.0419	316.9	3.7802	678
0.1649	138.1	230.1761	12848
0.1457	137.2	158.5312	5785
0.1310	75.9	115.3937	6620
0.0749	26.5	21.5594	1530
0.0575	25.2	9.7476	1561
0.0228	24.5	0.6074	142
0.0510	17.8	6.7913	1002
0.0612	17.1	11.7523	1021
0.0448	13.7	4.5967	546
0.0368	7.1	2.5466	368
0.0381	5.5	2.8355	396
0.0156	1.5	0.1949	66
0.0162	0.8	0.2185	124
0.0135	0.5	0.1264	50

K=1			
Número de faltas esperadas	Error	Valor esperado del costo de faltantes	SS
0.2276	2250.0	18.2869	153
0.1637	1759.1	6.8054	79
0.2856	316.9	36.1135	341
1.1234	138.1	2198.9594	6456
0.9921	137.2	1514.5080	2907
0.8924	75.9	1102.3990	3327
0.5102	26.5	205.9646	769
0.3916	25.2	93.1225	784
0.1552	24.5	5.8031	71
0.3471	17.8	64.8802	503
0.4168	17.1	112.2741	513
0.3048	13.7	43.9143	274
0.2503	7.1	24.3286	185
0.2595	5.5	27.0887	199
0.1063	1.5	1.8616	33
0.1104	0.8	2.0872	62
0.0920	0.5	1.2075	25

### Anexo 3: Escenarios del Flujo de Caja

Escenario	-10%					
Optimista						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos por ahorros</b>		S/133 590,37	S/137 598,08	S/141 726,02	S/148 812,32	S/156 252,94
<b>Ahorro</b>		S/133 590,37	S/137 598,08	S/141 726,02	S/148 812,32	S/156 252,94
<b>Egreso</b>		-S/77 372,50	-S/73 372,50	-S/73 372,50	-S/73 372,50	-S/73 372,50
- Costos y gastos		-S/73 372,50				
- Inversión	-S/ 46 059,32					
- IGV Operativo		-S/13 927,05	-S/13 207,05	-S/13 207,05	-S/13 207,05	-S/13 207,05
- IGV crédito inversión	-S/ 8 290,68					
<b>Utilidades antes de Impuestos</b>		S/42 290,82	S/51 018,53	S/55 146,47	S/62 232,77	S/69 673,39
- Impuesto a la Renta		-S/12 475,79	-S/15 050,47	-S/16 268,21	-S/18 358,67	-S/20 553,65
<b>Utilidad - Flujo Económico</b>	-S/ 54 350,00	S/29 815,03	S/35 968,06	S/38 878,26	S/43 874,11	S/49 119,74

Escenario Normal	0%					
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos por ahorros</b>		S/ 133 590,37	S/ 137 598,08	S/ 141 726,02	S/ 148 812,32	S/ 156 252,94
<b>Ahorro</b>		S/ 133 590,37	S/ 137 598,08	S/ 141 726,02	S/ 148 812,32	S/ 156 252,94
<b>Egreso</b>		-S/ 85 525,00	-S/ 81 525,00	-S/ 81 525,00	-S/ 81 525,00	-S/ 81 525,00
- Costos y gastos		-S/ 81 525,00				
- Inversión	-S/ 46 059,32					
- IGV Operativo		-S/ 15 394,50	-S/ 14 674,50	-S/ 14 674,50	-S/ 14 674,50	-S/ 14 674,50
- IGV crédito inversión	-S/ 8 290,68					
<b>Utilidades antes de Impuestos</b>		S/ 32 670,87	S/ 41 398,58	S/ 45 526,52	S/ 52 612,82	S/ 60 053,44
- Impuesto a la Renta		-S/ 9 637,91	-S/ 12 212,58	-S/ 13 430,32	-S/ 15 520,78	-S/ 17 715,77
<b>Utilidad - Flujo Económico</b>	-S/ 54 350,00	S/ 23 032,96	S/ 29 186,00	S/ 32 096,20	S/ 37 092,04	S/ 42 337,68

Escenario Pesimista	0%					
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos por ahorros</b>		S/ 133 590,37	S/ 137 598,08	S/ 141 726,02	S/ 148 812,32	S/ 156 252,94
<b>Ahorro</b>		S/ 133 590,37	S/ 137 598,08	S/ 141 726,02	S/ 148 812,32	S/ 156 252,94
<b>Egreso</b>		-S/ 93 677,50	-S/ 89 677,50	-S/ 89 677,50	-S/ 89 677,50	-S/ 89 677,50
- Costos y gastos		-S/ 89 677,50				
- Inversión	-S/ 46 059,32					
- IGV Operativo		-S/ 16 861,95	-S/ 16 141,95	-S/ 16 141,95	-S/ 16 141,95	-S/ 16 141,95
- IGV crédito inversión	-S/ 8 290,68					
<b>Utilidades antes de Impuestos</b>		S/ 23 050,92	S/ 31 778,63	S/ 35 906,57	S/ 42 992,87	S/ 50 433,49
- Impuesto a la Renta		-S/ 6 800,02	-S/ 9 374,70	-S/ 10 592,44	-S/ 12 682,90	-S/ 14 877,88
<b>Utilidad - Flujo Económico</b>	-S/ 54 350,00	S/ 16 250,90	S/ 22 403,93	S/ 25 314,13	S/ 30 309,98	S/ 35 555,61

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, Areli

2021 Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo. Consulta: 25 de abril de 2022.

<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/value-stream-mapping-que-es-beneficios-y-como-realizarlo>

AR-RACKING

2021 *Método Just in Time en almacén: Qué es, ventajas y cómo se aplica*. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://www.ar-racking.com/pe/actualidad/blog/soluciones-de-almacenaje-2/metodo-just-in-time-en-almacen-que-es-ventajas-y-como-se-aplica>

ABPMP BPM CBOK

2019 “*Guide to the Business Process Management Body of Knowledge (BPM CBOK)*”. Tercera edición. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

[https://www.abpmp.org/page/guide\\_bpm\\_cbok](https://www.abpmp.org/page/guide_bpm_cbok)

BRIONES, Renzo y MEDINA, Miluska y MARINELLI, Stefano

2020 *Transformación 4.0 en el sector Textil-Confecciones: caso Confecciones Polcyr S.R.L. y Textil del Valle S.A.* Tesis de Pregrado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Gestión y Alta Dirección. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18791/MARINELLI TAGLIAVENTO MEDINA BALSECA BRIONES DEZA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18791/MARINELLI_TAGLIAVENTO_MEDINA_BALSECA_BRIONES_DEZA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

BOSE, Chandra

2006 *Inventory management. PHI Learning.* Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9E146G0f6agC&oi=fnd&pg=PP9&dq=INVENTORY+MANAGEMENT&ots=b8joaM2-OL&sig=i8HKstBaCw88\\_yyd\\_3116\\_aP2gE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9E146G0f6agC&oi=fnd&pg=PP9&dq=INVENTORY+MANAGEMENT&ots=b8joaM2-OL&sig=i8HKstBaCw88_yyd_3116_aP2gE#v=onepage&q&f=false)

CAÑARI, Alexis

2017 “*Las PYMES peruanas en el marco de los acuerdos comerciales*” . USIL, Facultad de Derecho [Artículo universitario]. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://facultades.usil.edu.pe/derecho/carrera-de-relaciones-internacionales/las-pymes-peruanas-en-el-marco-de-los-acuerdos-comerciales/>

CASTAÑEDA, Yuli & SILVA, Diego

2013 *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS EN MELEXA S.A.* Tesis de Pregrado. Bogotá: Universidad Libre, Facultad de Ingeniería. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9430/DOCUMENTO%20FINANCIAL.pdf?sequence=1>

CASTELLANO, Laura

2019 KANBAN. METHODOLOGY TO INCREASE PROCESS EFFICIENCY. En ProQuest, pp. 32-33. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://www.proquest.com/docview/2209310110?accountid=28391>

COCOTFYMA

2022 ¿Por qué usar ropa interior de algodón? Consulta: 10 de abril de 2022. Recuperado de:

<https://cocotfyma.com.pe/blog/algodon-organico/porque-es-importante-usar-ropa-interior-de-algodon/>

GISBERT, Víctor y MANZANO, María

2017 LEAN MANUFACTURING: IMPLANTACIÓN 5S. 3C Tecnología.. Consulta: 17 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://www-proquest-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/docview/1858719345/fulltextPDF/C4B333FD9781481C/PQ/2?accountid=28391>

GOFORTH, Kelly

2007 *Adapting lean manufacturing principles to the textile industry*. Tesis de Pregrado. North Carolina: North Carolina State University, Faculty of Engineering. Consulta: 17 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://repository.lib.ncsu.edu/bitstream/handle/1840.16/2865/etd.pdf?sequence>

GONZALES, Mario & SAMÁN, Félix

2020 *Propuesta de mejora en el área de confecciones para aumentar la productividad en una empresa textil aplicando el Lean Manufacturing*. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería. Consulta: 16 de abril de 2022. Recuperado de:

[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3212/Mario%20Gonzales\\_Felix%20Saman\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3212/Mario%20Gonzales_Felix%20Saman_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HERNÁNDEZ, E

2012 *¿Qué significa la filosofía "Lean"?* CAMCHAL. Camara Chileno - Alemana de Comercio e Industria (Junio – Julio). Consulta: 10 de abril de 2022. Recuperado de:

<https://xdoc.mx/documents/que-significa-la-filosofia-lean-608f779da058d>

IBM

2022 *¿Qué es la gestión de inventarios?* Lima. Consulta: 24 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://www.ibm.com/co-es/topics/inventory-management#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20del%20inventario%20es,hasta%20el%20punto%20de%20venta.>

INEI

2021 *Informe Técnico Empleo Nacional Oct-Nov-Dic*. Lima. Consulta: 27 de marzo del 2022.

Recuperado de: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-empleo-nacional-oct-nov-dic-2021.pdf>

DHARUN, Lingan y SAKTHI, Ganesh y GANESH, Kumar

2015 "Cycle time reduction for T-shirt manufacturing in a Textile industry using lean tools" 2015 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), 2015, pp. 1-6. Consulta: 27 de marzo del 2022.

Recuperado de:

<https://ieeexplore-ieee-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7193062>

IEES

2021 *Industria Textil y de Confecciones*. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>

KANAWATY, George

1996 *Introducción al estudio del trabajo*. 4ta edición. Consulta: 7 de mayo de 2022.

Recuperado de:

<https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

LAVERIANO, W

2010 "Capítulo 11. Área de Indicadores económicos y financieros". *Importancia del control de inventarios en la empresa*. Lima

LEE, Quaterman

2008 *Lean Manufacturing Essentials: Lean Manufacturing defined and explained.*

Management Services, 46-47. Consulta: 30 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://www-proquest-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/trade-journals/lean-manufacturing-essentials-defined-explained/docview/234318207/se-2?accountid=28391>

MCCAIN, Cecilia

2011 “*Utilice una matriz de selección para elegir los proyectos, evaluar soluciones*”. *Una herramienta de mucha ayuda.* En Quality Progress. Consulta: 26 de junio de 2022.

Recuperado de:

<http://asq.org/quality-progress/2011/06/back-to-basics/volviendo-a-los-fundamentos-una-herramienta-de-mucha-ayuda.html>

MEJÍA, S

2013 “*ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE CONFECCIONES DE ROPA INTERIOR EN UNA EMPRESA TEXTIL MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA*”. *Tesis de Pregrado.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta: 16 de abril de 2022. Recuperado de:

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4922/MEJIA\\_SA\\_MIR\\_ANALISIS\\_MEJORA\\_PROCESO\\_CONFECCIONES\\_ROPA\\_INTERIOR\\_EMPRESA\\_TEXTIL\\_MANUFACTURA\\_ESBELTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4922/MEJIA_SA_MIR_ANALISIS_MEJORA_PROCESO_CONFECCIONES_ROPA_INTERIOR_EMPRESA_TEXTIL_MANUFACTURA_ESBELTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## MIDAGRI

2022 *Informe Generalidades del Producto - Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. Lima.

Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://www.midagri.gob.pe/portal/27-sector-agrario/algodon/227-generalidades-del-producto>

## MORENO, Karla y RIVERA, Gilma

2019 *Impacto de las importaciones de prendas de vestir de China en las Mypes del comercio comercial de Gamarra*. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola , Facultad de Ciencias Empresariales. Consulta: 7 de mayo del 2022. Recuperado de:

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cea93542-e1ea-416f-8550-b193be5269d8/content>

## PAWLEWSKI, Pawel y GREENWOOD, Allen

2014 *Process Simulation and Optimization in Sustainable Logistics and Manufacturing*. New York: Springer. Consulta: 7 de mayo de 2022. Recuperado de:

<https://link-springer-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/content/pdf/10.1007/978-3-319-07347-7.pdf>

## PEIRÓ, Rosario

2017 *Análisis ABC*. Economipedia.com. Consulta: 24 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://economipedia.com/definiciones/analisis-abc.html>

PÉREZ, Julián y MERINO, María

2015 *Definición de Tormenta de Ideas*. Consulta: 30 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://definicion.de/tormenta-de-ideas/>

PETERSON, R., DPYKE y E. SILVER.

1995 *Decision Systems for inventory Management and Production Planning* New York: 1995  
Editorial John Wiley.

PONCE, Fernando

s/f *Diagrama de Ishikawa* - Academia.com [diapositiva]. Consulta: 30 de abril del 2022.

Recuperado de:

[https://www.academia.edu/31609684/Diagrama\\_de\\_Ishikawa](https://www.academia.edu/31609684/Diagrama_de_Ishikawa)

PROCEM Consultores

2019 *¿Cómo implementar la metodología 5s?* Consulta: 30 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://procemconsultores.com/metodologia-5s/>

RAJADELL, Manuel

2021 *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. 2da edición. Consulta: 24 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=40VIEAAAQBAJ&pg=PR13&dq=Lean+termino&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi84->

[SA3K\\_3AhUpK7kGHVv\\_CiwQ6AF6BAgJEAi#v=onepage&q=Lean%20termino&f=false](https://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers_pdf/IE052_Rau.pdf)

RAU, José

2010 *Evaluación agregada: Una innovación en la gestión de inventarios en una empresa de alimentos de consumo masivo*. LACCEI 2010. Consulta: 29 de mayo del 2022.

Recuperado de:

[http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers\\_pdf/IE052\\_Rau.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers_pdf/IE052_Rau.pdf)

REYES, Primitivo

2002 "Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones". Contaduría y Administración. México. Vol. xx, N. xx, pp. 01-22.

ROJAS, Jharly

2019 *ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADO DE UNA EMPRESA TEXTIL*. Tesis de Pregrado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15522/MONTOY\\_A\\_ROJAS\\_JHARLY\\_ANALISIS\\_DIAGNOSTICO\\_PROPUESTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15522/MONTOY_A_ROJAS_JHARLY_ANALISIS_DIAGNOSTICO_PROPUESTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RUEDA, Lizbeth

2007 “*Aplicación de la metodología Six Sigma y Lean Manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables*”. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en Administración de Negocios. Mexio: Insituto Politécnico Nacional: Escuela Superior de Comercio y Administración.

RUS, Enrique

2017 *Diagrama de Pareto*. Economipedia.com. Consulta: 24 de abril del 2022. Recuperado de:

<https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-pareto.html>

SALAZAR, Bryan

2019 *Heijunka: Nivelación de la producción*. Ingeniería Industrial Online. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

[https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/heijunka-nivelacion-de-la-produccion/#:~:text=Para%20implementar%20Heijunka%20es%20preciso,partir%20de%20la%20demanda%20real.&text=Nivelaci%C3%B3n%20de%20la%20cantidad%20de,producci%C3%B3n%20por%20Sku%20\(referencia\).](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/heijunka-nivelacion-de-la-produccion/#:~:text=Para%20implementar%20Heijunka%20es%20preciso,partir%20de%20la%20demanda%20real.&text=Nivelaci%C3%B3n%20de%20la%20cantidad%20de,producci%C3%B3n%20por%20Sku%20(referencia).)

SALAZAR, Bryan

2019 *Planeación agregada*. Ingeniería Industrial Online. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/planeacion-agregada/>

SILVA, S.K.P.N

2012 “*Applicability of Value Stream Mapping in Apparel Industry*”. International Journal of Lean thinking, Vol. 3. Consulta: 27 de marzo del 2022. Recuperado de:

[https://www.academia.edu/29418823/Applicability\\_of\\_Value\\_Stream\\_Mapping\\_VS\\_M\\_in\\_the\\_Apparel\\_industry\\_in\\_Sri\\_Lanka?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover\\_page](https://www.academia.edu/29418823/Applicability_of_Value_Stream_Mapping_VS_M_in_the_Apparel_industry_in_Sri_Lanka?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page)

SILVESTRI, Luca y GALLO, Tomasso y SILVESTRI, Cecilia y FALCONE, Domenico

2022 *Integration of Lean Manufacturing in Industry 4.0: An overview of tools and applications*. IEEE, 46-47. Consulta: 23 de junio del 2022. Recuperado de:

<https://ieeexplore-ieee-org.ezproxybib.pucp.edu.pe/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9737932>

TSAN-MING, Choi

2014 *Handbook of EOQ Inventory Problems*. Volume 197. California: Springer. Consulta: 7 de mayo de 2022. Recuperado de:

<https://link-springer-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/content/pdf/10.1007/978-1-4614-7639-9.pdf>

UNAM

2005 *CAPÍTULO 2. DIAGRAMAS DE PROCEDIMIENTOS* [documento]. Consulta: 7 de mayo del 2022. Recuperado de:

<https://dokumen.tips/documents/modelos-de-inventarios-p-y-q.html>

UNICEN

2005 *Modelos de Inventarios Sistemas P y Q* [documento]. Consulta: 7 de mayo del 2022.

Recuperado de:

<https://dokumen.tips/documents/modelos-de-inventarios-p-y-q.html>

XIAOYING, Liang y LIJUN, Ma y HAIFENG, Wang y HOUMIN, Yan

2017 *Inventory Management with Alternative Delivery Times*. Consulta: 27 de marzo del

2022. Recuperado de: <https://link-springer->

[com.ezproxybib.pucp.edu.pe/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-48635-2.pdf](https://link-springer-com.ezproxybib.pucp.edu.pe/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-48635-2.pdf)

