

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**MEJORA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE POLOS DE  
UNA EMPRESA TEXTIL, APLICANDO HERRAMIENTAS DE  
*LEAN MANUFACTURING***

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial

**AUTORA:**

Yuriko Cecilia Ramos Torres

**ASESOR:**

Ing. Mariano Orlando Guillén Zénder

Lima, diciembre, 2021

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo brindar la mejora al proceso de confección de una empresa textil llamada RA, en donde se aplicarán herramientas de *Lean Manufacturing* y herramientas de Ingeniería Industrial. La investigación abarca desde la descripción de las herramientas de mejora, el diagnóstico actual de la empresa, el análisis de los problemas hasta la identificación de las propuestas de mejoras, con la finalidad de resolver las causas raíz de los inconvenientes.

A partir del diagnóstico de la empresa, mediante la utilización del VSM, los 7+1 desperdicios y la OEE, se logró reconocer los problemas de la empresa, centrándonos en los dos (02) principales, los cuales son el desorden en el área de producción y las paradas de máquinas. En relación con ello, empleando el método *Ishikawa* y la lluvia de ideas, se identificaron las causas más relevantes de cada problema.

De los dos problemas mencionados en el párrafo precedente, hemos identificado dos causas por cada uno. Del análisis de dichas causas hemos podido determinar la utilización de tres herramientas de mejora para la optimización de la empresa, las cuales son: las 5'S, el mantenimiento autónomo y las celdas de manufactura. A través de ellas se determinarán como se deben implementar, cuanto personal debe operar, que se requiere ejecutar y cuáles serán los costos y beneficios.

Finalmente, se realiza la evaluación económica de cada propuesta a implementar, con la cual se obtiene una tasa de retorno (TIR) de 63% y un VAN positivo, razón por la cual se puede intuir que el proyecto logra recuperar la inversión en tres (03) años, debido a que el TIR obtenido resulta ser mayor al COK que asciende 25% que es la ganancia esperada por la empresa.

## TEMA DE TESIS

<b>TEMA</b>	:	MEJORA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE UNA EMPRESA TEXTIL, APLICANDO HERRAMIENTAS DE <i>LEAN MANUFACTURING</i>
<b>ÁREA</b>	:	Mejora de procesos
<b>ASESOR</b>	:	Mariano Orlando Guillén Zénder
<b>ALUMNA</b>	:	Yuriko Cecilia Ramos Torres
<b>FECHA</b>	:	Lima, 29 de octubre de 2021

### JUSTIFICACIÓN:

En nuestros años de experiencia laboral, hemos centrado la atención en el área textil, la cual en un primer lugar, si consideramos el rubro a nivel mundial, para el cierre del año 2018, representó un total de inversión de US\$ 1.403 millones en las exportaciones, por otro lado, hacemos de relevancia que destacaron envíos de camisas y polos los cuales tuvieron una participación del 41.6% del total de los envíos mundiales, de igual manera, en el 2019 según el portal económico de Maximixe (2021), la industria textil presentó un mercado dinámico, teniendo un crecimiento de producción de 6.5%, mientras las exportaciones e importaciones representaron un 10% y 9.8% respectivamente<sup>1</sup>.

De la misma forma, según la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (2018), en adelante PROMPERU, China es el mayor productor y exportador mundial de textiles y prendas concentrado el 35% de las ventas mundiales, seguido de los países de Estados Unidos, Alemania, Japón y Reino Unido<sup>2</sup>.

En un segundo lugar, en Latinoamérica, del porcentaje de exportaciones totales, el 31.2% representa las exportaciones del sector industrial, destacando algunos países principales como México, Brasil y el Salvador. Asimismo, conforme al reporte del portafolio textil realizado en el 2019 (Lafayette,2021), marcas colombianas, peruanas, mexicanas y argentinas, se encuentran como los primeros líderes capaces de competir en el mercado textil, siendo sus principales productos exportados: polos, camisetas, suéteres, pantalones y calzado<sup>3</sup>.

En tercer y último lugar, en el Perú, la producción de confecciones del año 2021 tuvo un incremento del 75.1%, respecto al 2020, sobre las exportaciones de confecciones de ropa, siendo el destino principal los Estados Unidos con un 69% del total exportado, representando 289 millones de dólares. De igual forma, otros destinos de gran importancia en las exportaciones peruanas fueron Canadá, Chile, Brasil, Alemania y Ecuador. Asimismo, las principales prendas exportadas a Estados Unidos constaron de camisas y polos, los cuales

<sup>1</sup> Portal Económico *Maximixe*. (21 de marzo de 2019). *Exportación de textiles y confecciones crecería 10% en 2019*. <https://alertaeconomica.com/exportacion-de-textiles-y-confecciones-creceria-10-en-2019/>

<sup>2</sup> Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (2018). *Panorama mundial del mercado: Textiles y prendas de Vestir*. <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/609578798radEE344.pdf>

<sup>3</sup> Lafayette. (06 de setiembre 2019). *La industria textil dentro de la economía Latinoamérica*. <https://www.lafayette.com/la-industria-textil-dentro-de-la-economia-latinoamericana/>

simbolizaron 130 millones de dólares de las prendas enviadas (Agencia peruana de noticias,2021)<sup>4</sup>.

En el sentido anteriormente expuesto, la presente investigación centrará su atención en la mejora de procesos textiles de la empresa de confecciones *RA*, debido a la relevancia manifiesta de este sector a nivel mundial, regional y local. Nuestra propuesta se enfoca en la producción de polos como producto estrella, para reducir el universo a estudiar.

### **OBJETIVO GENERAL:**

Aplicar herramientas de *Lean Manufacturing* y herramientas de Ingeniería Industrial en la fabricación de polos de la *Empresa RA*, para obtener la mejora continua en los procesos de producción.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Presentar los conceptos, metodologías y herramientas de *Lean Manufacturing*, así como de las herramientas de Ingeniería Industrial para proponer mejoras en la situación actual de la confección de polos.
- Describir la situación actual de la empresa y detallar los procesos involucrados en la obtención de su producto estrella (polos).
- Identificar los principales problemas que maneja la empresa, así como las causas que lo originan.
- Determinar las medidas correctivas y/o contramedidas, para eliminar o minimizar cada una de las causas identificadas.

### **PUNTOS A TRATAR:**

#### **a. Marco teórico**

Desarrollar herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial, los cuales se aplicarán en los procesos de producción de los polos.

#### **b. Descripción y diagnóstico de la empresa**

Presentar la situación actual de la empresa en donde se detallará los procesos, maquinaria e insumos que intervienen en la fabricación de los polos. Asimismo, se dará a conocer sus principales clientes y proveedores.

#### **c. Diagnóstico del Proceso**

Analizar con detalle los diferentes procesos de confección de polos, en el cual se identificarán los principales problemas, así como las causas que los originan.

#### **d. Análisis de Resultados y Propuesta de Mejora**

Presentar y analizar las diferentes herramientas de mejora, las cuales serán planteadas en el marco teórico y tendrán como objetivo determinar las propuestas adecuadas a ser utilizadas por la empresa.

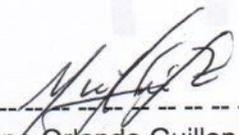
---

<sup>4</sup> Agencia Peruana de Noticias. (08 de julio del 2021). *Exportación peruana de confecciones subió 75.1% en 5 primeros meses 2021*. <https://andina.pe/agencia/noticia-exportacion-peruana-confecciones-subio-751-5-primeros-meses-2021-852480.aspx>

**e. Evaluación Económica**

Determinar la evaluación técnica y económica de todas las propuestas de mejoras a ser implementadas.

**f. Conclusiones y recomendaciones**

  
-----  
Asesor: Mariano Orlando Guillen Zénder

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1    Proceso.....	2
1.1.1    Tipos de Proceso .....	3
1.1.2    Etapas de un proceso.....	4
1.2    Mejora continua de los procesos.....	4
1.2.1    Círculo de Deming.....	4
1.3    Herramientas de análisis de los procesos.....	5
1.3.1    Tormenta de ideas .....	5
1.3.2    Diagrama de Causa y efecto.....	6
1.3.3    Diagrama de Pareto.....	7
1.3.4    Metodología de los 5 porqués .....	8
1.3.5    Diagrama de operaciones de proceso (DOP) .....	8
1.3.6    Diagrama de actividades de proceso (DAP) .....	9
1.4    Estudio del trabajo .....	10
1.4.1    Medición del trabajo .....	10
1.4.2    Estudio de métodos .....	10
1.5 <i>Lean Manufacturing</i> .....	11
1.5.1    Antecedentes de <i>Lean Manufacturing</i> .....	11
1.5.2    Casa de <i>Lean Manufacturing</i> .....	12
1.5.3    Principios de <i>Lean Manufacturing</i> .....	12
1.5.4    Los 7 + 1 desperdicios .....	13
1.6    Herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> .....	14
1.6.1    VSM – Mapa de cadena de valor .....	14
1.6.2    Las 5’S .....	17
1.6.3    Celdas de Manufactura.....	18
1.6.4 <i>Kanban</i> .....	20
1.6.5 <i>Just in time</i> .....	21
1.6.6    Flujo continuo .....	21
1.6.7    Mantenimiento Autónomo ( <i>Jishu Hozen</i> ).....	22
1.7    Indicadores de desempeño de <i>Lean Manufacturing</i> .....	23
1.7.1    Efectividad global de los equipos (OEE).....	23
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....	25
2.1    Sector y actividad económica .....	25

2.2	La empresa .....	25
2.2.1	Misión .....	25
2.2.2	Visión .....	26
2.3	Organización .....	26
2.4	Entidades participantes en el modelo del negocio .....	27
2.4.1	Clientes .....	27
2.4.2	Proveedores .....	28
2.4.3	Personal .....	28
2.5	Procesos y organización .....	29
2.5.1	Mapa de procesos .....	29
2.6	Descripción general de los procesos de producción .....	30
2.7	Instalaciones y maquinaria .....	32
2.7.1	Instalaciones .....	32
2.7.2	Maquinaria .....	33
2.8	Diagnóstico de la empresa .....	34
2.8.1	Selección del proceso a analizar .....	35
2.8.2	Selección de la familia de productos .....	37
2.8.3	Selección del producto estrella .....	38
2.9	Desarrollo de mapa de flujo de valor actual VSM .....	38
2.10	Determinación del <i>Takt Time</i> .....	41
2.11	Identificación de los 7 + 1 desperdicios .....	42
2.12	Métrica <i>lean</i> (OEE) .....	42
2.13	Listado de problemas .....	43
2.14	Análisis de los problemas principales aplicando el Diagrama de Ishikawa .....	44
2.15	Identificación de contramedidas para resolver las causas principales .....	55
2.16	VSM con las herramientas a aplicar .....	56
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA DE MEJORA .....		57
3.1	Plan y Cronograma para la implementación de propuestas .....	57
3.1.1	Implementación de las 5'S .....	59
3.1.2	Aplicación de la primera S: Clasificación .....	60
3.1.3	Aplicación de la segunda S: Orden .....	66
3.1.4	Aplicación de la tercera S: Limpieza .....	71
3.1.5	Aplicación de la cuarta S: Sentido de salud y seguridad .....	75
3.1.6	Aplicación de la quinta S: Autodisciplina .....	81
3.2	Mantenimiento Autónomo .....	84
3.3	Celdas de manufactura .....	89
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....		94

4.1	Obtención del Costo de Oportunidad del Capital (COK) .....	94
4.2	Análisis de costos.....	95
4.2.1	Costo de la implementación de la 5'S:.....	96
4.2.2	Costo de implementación del Mantenimiento Autónomo.....	97
4.2.3	Costo de implementación de las Celdas de Manufactura:.....	98
4.2.4	Costo Total de las herramientas .....	99
4.3	Beneficios económicos de las propuestas de mejora de <i>Lean Manufacturing</i> .....	100
4.3.1	Beneficio de la implementación de la Primera S .....	100
4.3.2	Beneficio por la implementación de la Segunda S.....	101
4.3.3	Beneficio por la implementación de la Tercera S .....	101
4.3.4	Beneficio por la implementación de la Cuarta S.....	102
4.3.5	Beneficio por la implementación de la Quinta S .....	102
4.3.6	Beneficio por la implementación del Mantenimiento Autónomo.....	103
4.3.7	Beneficio por la implementación de las Celdas de Manufactura .....	103
4.3.8	Beneficio económico total del proyecto de mejora.....	104
4.4	Evaluación de la factibilidad de las propuestas de mejora.....	105
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		106
5.1	Conclusiones .....	106
5.2	Recomendaciones .....	108
BIBLIOGRAFÍA .....		109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Maquinaria de la empresa .....	34
Tabla 2.2 : Productos Confeccionados en el 2020.....	36
Tabla 2.3 : Cantidad de Productos confeccionados .....	37
Tabla 2.4 : Indicador OEE de la empresa .....	43
Tabla 2.5 : Listado de problemas.....	44
Tabla 2.6 : Cuadro resumen de las puntuaciones de las causas del problema principal .....	47
Tabla 2.7 : Cuadro de cálculo de los porcentajes parciales y acumulados de las causas del problema .....	48
Tabla 2.8: Cuadro resumen de las puntuaciones de las causas del problema principal .....	52
Tabla 2.9: Cuadro de cálculo de los porcentajes parciales y acumulados de las causas del problema principal .....	53
Tabla 2.10: Herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> .....	55
Tabla 3.1: Listado de objetos innecesarios .....	63
Tabla 3.2: Manual de limpieza - Máquinas.....	72
Tabla 3.3: Cuadro de control para una limpieza diaria .....	73
Tabla 3.4: Manual de limpieza por áreas .....	73
Tabla 3.5: Matriz IPERC realizado a la empresa.....	77
Tabla 3.6: Cartilla de Limpieza por áreas de producción .....	85
Tabla 3.7: Manual de usuario para la máquina remalladora .....	86
Tabla 3.8: Formato para estándar de lubricación en cada máquina .....	87
Tabla 3.9: <i>Checklist</i> de la reducción de paradas de máquinas .....	89
Tabla 3.10: Tiempo de producción de cada celda.....	92
Tabla 3.11: <i>Checklist</i> de la producción diaria.....	93
Tabla 4.1 : Salario del Personal .....	95
Tabla 4.2 : Costo de los materiales para las 5'S .....	96
Tabla 4.3 : Costo de capacitación para las 5'S .....	97
Tabla 4.4 : Costo de capacitación para el Mantenimiento Autónomo .....	97
Tabla 4.5 : Costo de materiales para el Mantenimiento Autónomo.....	98
Tabla 4.6 : Costo de capacitación para las Celdas de Manufactura .....	98
Tabla 4.7 : Costo de materiales para las Celdas de Manufactura.....	99
Tabla 4.8 : Costo total de las herramientas .....	99
Tabla 4.9 : Beneficio económico por la implementación de la primera S .....	101
Tabla 4.10 : Beneficio económico por la implementación de la segunda S.....	101
Tabla 4.11 : Beneficio económico por la implementación de la tercera S.....	102
Tabla 4.12 : Beneficio económico por la implementación de la cuarta S .....	102
Tabla 4.13 : Beneficio económico por la implementación de la quinta S.....	103
Tabla 4.14 : Beneficio económico por la implementación del Mantenimiento Autónomo .....	103
Tabla 4.15 : Beneficio económico por la implementación de las Celdas de Manufactura .....	104
Tabla 4.16 : Beneficio económico total .....	104
Tabla 4.17 : Flujo de caja del proyecto de mejora .....	105
Tabla 4.18 : Indicadores de viabilidad del proyecto .....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Representación de un proceso .....	2
Figura 1.2: Círculo de Deming .....	5
Figura 1.3: Diagrama de causa y efecto .....	7
Figura 1.4: Diagrama de Pareto .....	7
Figura 1.5: Estructura del diagrama de operaciones .....	9
Figura 1.6: Diagrama de Actividades de Proceso .....	10
Figura 1.7: Casa de <i>Lean Manufacturing</i> .....	12
Figura 1.8: Proporciones de los desperdicios de una empresa.....	14
Figura 1.9: Ejemplo del VSM actual. Fabricación de partes metálicas .....	16
Figura 1.10: Ejemplo del VSM futuro. Fabricación de partes metálicas .....	17
Figura 1.11: Representación de las 5'S.....	18
Figura 1.12: Representación de una celda de manufactura en forma de “u” .....	19
Figura 1.13: Ejemplo del cálculo del <i>Takt time</i> .....	20
Figura 1.14: Ejemplo de <i>Kanban</i> .....	20
Figura 1.15: Ejemplo de <i>just in time</i> .....	21
Figura 1.16: Ejemplo de flujo continuo .....	22
Figura 1.17: Ejemplo de mantenimiento autónomo.....	23
Figura 2.1: Estructura organizacional de la empresa .....	26
Figura 2.2: Productos solicitados por la “entidad nacional de renombre” .....	27
Figura 2.3: Insumos utilizados para la fabricación de los polos .....	28
Figura 2.4: Personal en el taller de la empresa .....	29
Figura 2.5: Mapa de procesos .....	30
Figura 2.6 :Diagrama de flujo de los procesos de la empresa.....	31
Figura 2.7: <i>Layout</i> del Damero A .....	32
Figura 2.8: <i>Layout</i> del Damero B.....	33
Figura 2.9 : Confecciones principales de la Empresa .....	35
Figura 2.10 : Diagrama de barras de las Confecciones Principales .....	36
Figura 2.11 : Diagrama de barras de las Familias de Productos .....	37
Figura 2.12: Prototipo del producto a confeccionar.....	38
Figura 2.13: VSM actual de la empresa .....	40
Figura 2.14: Comparación entre el Tiempo de ciclo vs. el <i>Takt Time</i> .....	41
Figura 2.15: Diagrama de Ishikawa para el desorden en el área de producción .....	45
Figura 2.16: Fotos reales de las causas del desorden en el área de producción .....	46
Figura 2.17: Puntajes de las causas originadas por el problema principal .....	49
Figura 2.18 : Causas originadas por el Problema Principal .....	49
Figura 2.19 : Diagrama de Ishikawa para las paradas de máquinas.....	50
Figura 2.20: Fotos reales de las causas de las paradas de máquinas.....	51
Figura 2.21 :Puntajes de las causas originadas por el problema principal .....	54
Figura 2.22: Causas originadas por el Problema Principal .....	54
Figura 2.23: VSM con herramientas a aplicar .....	56
Figura 3.1: Cronograma de implementación del proyecto de mejora.....	58
Figura 3.2: Flujo de identificación de elementos innecesario.....	61
Figura 4.1 : Porcentaje de costos de las herramientas sobre el costo total.....	100
Figura 4.2 : Impacto económico de las herramientas de mejora.....	104

# INTRODUCCIÓN

La confección de prendas en el Perú ha demostrado un gran crecimiento en los últimos años, teniendo como ventajas competitivas: el prestigio y alta calidad que presentan las fibras peruanas, así como la relevancia que ha adquirido el sector textil en los procesos de producción.

El presente trabajo de investigación tiene como materia de análisis a la *Empresa RA* dedicada a la confección de todo tipo de prendas de vestir. Tras el diagnóstico realizado a la empresa, hemos encontrado los siguientes problemas: en primer lugar, el desorden en el área de producción y en segundo lugar las paradas de las máquinas. Por ello, con la finalidad de mejorar la producción de su producto estrella, es decir, los polos blancos de algodón, se han desarrollado y analizado diversas herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial.

En el primer capítulo, se presentará detalles del marco teórico necesarios para el desarrollo de la propuesta de mejora en la fabricación de polos blancos de la *Empresa RA*. Del mismo modo, se identificarán conceptos, metodologías y/o herramientas de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial, de los cuales se analizarán las características necesarias para ser aplicadas en beneficio de la empresa, llegando a la conclusión que solo será necesario aplicar las herramientas de *Lean Manufacturing*.

En el segundo capítulo, se describe de forma detallada a la empresa. De esta manera, se muestra el rubro del negocio y/o actividad económica. Asimismo, se mencionan sus productos y procesos de producción actuales. Además, se identifican los problemas principales presentes en la empresa. Por último, se desarrollarán diversas metodologías para el análisis de las causas y, luego, con la ayuda de herramientas como el VSM, los 7+1 desperdicios, el diagrama de Ishikawa y la lluvia de ideas se plantean propuestas de mejora.

En el tercer capítulo, se desarrolla de manera precisa las herramientas a implementar, en donde se determina la aplicación y se muestra cuáles son los beneficios de la mejora propuesta. Particularmente, en la *Empresa RA*, se propuso la utilización de un cronograma que tiene una duración de doce (12) meses, aplicando las herramientas de: las 5'S, el mantenimiento autónomo y las celdas de manufactura.

En el cuarto capítulo, se evaluará el impacto económico de las propuestas, en donde se obtendrán los diferentes beneficios y gastos de cada inversión, teniendo como resultado un TIR = 63% mayor a un de COK = 25% y un VAN positivo (S/. 45 427.68).

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones de la empresa.

# CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se definirán los conceptos teóricos, los cuales servirán como base para el desarrollo de la mejora en los procesos de confección de la empresa textil *Empresa RA.*, en donde se aplicarán temas relacionados con *Lean Manufacturing* y herramientas de Ingeniería Industrial.

## 1.1 Proceso

En la página web Logística 260, la narración toma en cuenta que un proceso es una secuencia de actividades relacionadas entre sí, los cuales consisten en transformar determinados elementos de entrada en resultados como bienes y/o servicios (autor desconocido, 2021). Asimismo, según la Enciclopedia Económica, estos están orientados a optimizar los objetivos de producción tales como calidad, tiempo, costo, entre otros. Por tal motivo, existen cuatro (04) principales características que representan a todo proceso (autor desconocido, 2021):

- Todo resultado final debe ser identificable y cuantificable.
- Las actividades deben seguir una secuencia lógica logrando un resultado bien definido.
- Cada proceso muestra un propósito específico, en donde el resultado final debe satisfacer al cliente.
- Toda operación debe tener límites determinados, tales como: inicio, fin, entradas, clientes, proveedores y productos.

De igual manera, se definirán tres (03) elementos esenciales (Rivera, 2014, p.3 y ss.):

- **Entradas:** Elementos que entran al proceso, los cuales son necesarios para llevar a cabo la transformación, estos pueden ser físicos (materia prima, documentos, etc.), humanos (personal) o técnicos (información, etc.).
- **Salidas:** Productos o servicios destinados a usuarios o clientes, los cuales cuentan con la calidad exigida por los mismos.
- **Recursos:** Requisitos y/o medios necesarios para desarrollar el proceso.

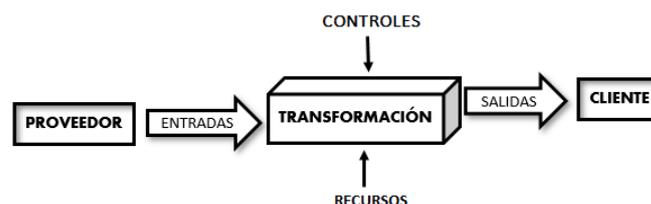


Figura 1.1: Representación de un proceso

### 1.1.1 Tipos de Proceso

A continuación, se mencionarán los diferentes tipos de procesos productivos:

- **Producción por proyecto:**

Se caracterizan a través de una serie de fases, tareas individuales, las cuales se realizan en secuencia con la finalidad de contribuir con los objetivos finales del proyecto. Son considerados productos de alto costo, debido a que contienen una planificación y control administrativa difícil, asimismo, cada uno de ellos muestran una identidad propia, en otras palabras, presentan rasgos distintos con respecto a los demás, los cuales se deben a que tienen por lo general una red compleja de tareas y/o son productos de gran magnitud o importancia. (JovenDC, 2019)

- **Producción por lotes:**

Producción por lotes es un sistema de producción, en donde se fabrican volúmenes pequeños de productos, los cuales son considerados como una producción discontinua, porque acumulan el material frente a cada uno de los procesos de producción. Asimismo, este sistema presenta algunas de las siguientes características: flexibilidad de producir una diversidad de diferentes productos, ahorro de dinero, cambio lento en las máquinas, entre otros. (Sy Corvo, 2019)

- **Producción artesanal:**

Producción similar a la producción por lotes, debido a que se fabrican gran variedad de productos, con la diferencia de que aquí se cuenta con un menor tamaño de lote. Este tipo de proceso, se da por fabricación por encargo o cuando se requieren prototipos específicos. Asimismo, la producción puede adaptarse a las exigencias de los clientes. (Nuño, 2021)

- **Producción en masa:**

Conocido como producción en serie o producción en cadena, el cual se refiere a la fabricación de un producto a partir del ensamblaje de las diferentes piezas que se irán incorporando a medida que vayan pasando por los centros de trabajo. Este proceso productivo es altamente mecanizado y automatizado. Sus principales características son: producciones homogéneas, fácil de automatizar, ahorro de costes y ahorro de tiempo de producción. (Infaimon, 2018)

- **Producción continua:**

También llamado flujo continuo, debido a que tiene una producción sin pausa y sin transición entre operación y operación. Tiene como principales características: requerir mayor número de máquinas de producción y menos mano de obra, se considera como una producción totalmente

orientada al mercado, adecuado para volúmenes de productos únicos y con pocas variaciones.  
(*Wolters Kluwer*)

### **1.1.2 Etapas de un proceso**

El proceso productivo se compone de tres (03) etapas determinadas, las cuales según Pérez (2021) son:

- **Etapla analítica:**

Conocida también como etapa de acopio, en el cual se consiguen la mayor cantidad de materia prima para la fabricación de sus productos a un menor costo. Luego, se descompone la materia prima en partes más pequeñas, de acuerdo al proceso de producción.

- **Etapla de síntesis:**

También llamado etapa de producción, la cual consiste en la transformación de la materia prima con el objetivo de obtener un producto único y distinto. Asimismo, se lleva labores de monitorización, control y acompañamiento al proceso de producción.

- **Etapla de acondicionamiento:**

Esta última etapa consiste en la adecuación del producto hacia las necesidades de los clientes, preparándolo para su ingreso al circuito comercial.

## **1.2 Mejora continua de los procesos**

Con la finalidad de obtener mejoras en los procesos productivos de los productos y/o servicios, se presenta la siguiente herramienta adecuada a emplear.

### **1.2.1 Círculo de Deming**

También conocido como ciclo PDCA; es un método sistemático de un ciclo de mejora continua, basado en cuatro (04) pasos esenciales, donde cada una de ellas es fundamental para comenzar la siguiente. Presenta beneficios como: reducción de tiempos en procesamientos, incremento de la productividad, disminución de errores y optimización de los recursos de la empresa (materiales, económicos y humanos) (Rodríguez, 2021).

A continuación, según la página web *Excellence Management* (2021), se describen los cuatro (04) pasos que conforman el Ciclo de *Deming*:

- **Plan (planear):** Se realiza la planificación, es decir, se identifica las actividades necesarias para cumplir con el objetivo deseado. En esta etapa, se conoce el proceso actual y se establece los requisitos para el nuevo proceso, el cual detalla las especificaciones que se desea obtener.
- **Do (hacer):** Ejecución del plan de acción. Se realizan pruebas piloto y cambios necesarios.
- **Check (verificar):** Consiste en hacer un seguimiento al sistema de evaluación, con el objetivo de determinar si se están cumpliendo los objetivos.
- **Act (actuar):** Análisis de los resultados. Se elabora documentos, con la finalidad de crear el siguiente plan de mejora.



Figura 1.2: Ciclo de Deming

Fuente: (Lee J. Kraiewski)

### 1.3 Herramientas de análisis de los procesos

Se presenta las siguientes herramientas, las cuales serán utilizadas para el respectivo análisis de la situación actual de la empresa.

#### 1.3.1 Tormenta de ideas

Tormenta de ideas o también llamado *brainstorming*, es una técnica de trabajo grupal que permite la generación de nuevas ideas que contribuyan a la solución del problema específico. Además, con esta herramienta se puede mejorar la participación y compromiso de un grupo de personas para un objetivo

común, logrando visualizar diferentes perspectivas de los problemas y/o soluciones (*Brainstorming*, 2020). Asimismo, la aplicación de esta herramienta presenta las siguientes características (Darian, 2021):

- Nombrar un moderador o persona a cargo
- Definir un marco de tiempo determinado (de 60 a 90 minutos)
- La reunión debe contar con menos de 15 personas
- Centrar el objetivo a tratar

De la misma forma, existen cinco (05) tipos de lluvias de ideas, los cuales serán detallados a continuación (Darian, 2021):

- **Directo:** Es el más popular. Primero se elige el tema a debatir y luego se construyen las ideas.
- **Inverso:** Se generan las ideas desde un plano opuesto, es decir, se aporta ideas contrarias al tema a discutir.
- **Individual:** Cada integrante deberá generar sus propias ideas, para que al final se puedan comparar con la de los demás participantes.
- **Estrella:** Se trata de obtener ideas en base a preguntas. Por tal motivo, en el medio de la estrella se debe escribir el tema a discutir y en los picos, las preguntas: ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Por qué?

### 1.3.2 Diagrama de Causa y efecto

Según la página web *progressa lean* (2021) el diagrama de causa y efecto, es conocida también como diagrama de Ishikawa, la cual es una herramienta de análisis que consiste en una investigación de todas las posibles causas de un efecto (problema), permitiendo obtener un cuadro detallado de los diversos motivos, el cual es fácil de comprender e involucra a un grupo personas, quienes mediante una lluvia de ideas podrán identificar la mayor cantidad de causas posibles.

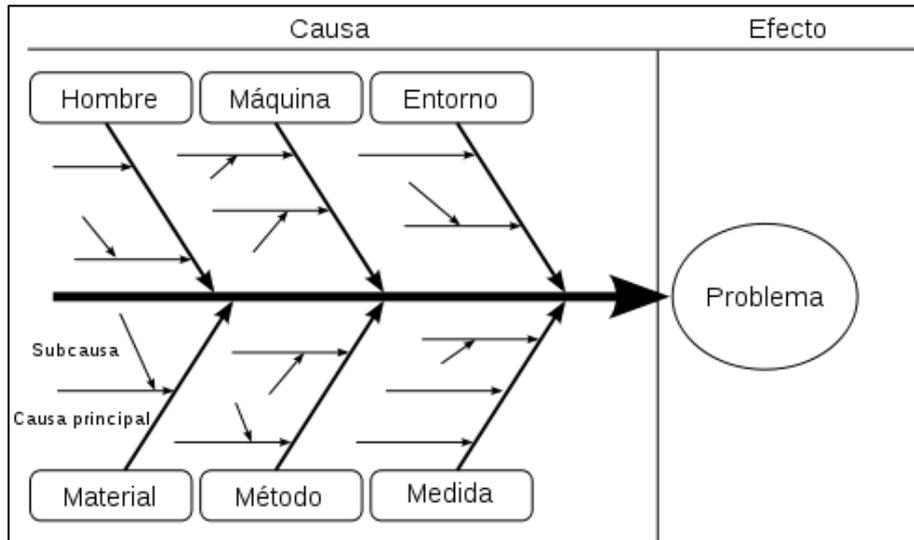


Figura 1.3: Diagrama de causa y efecto

Fuente: Pagina web de *Progressa lean*

### 1.3.3 Diagrama de Pareto

Según el portal electrónico *Lean Manufacturing 10* (2021) la herramienta que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades, el cual se basa en que “el 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan” enunciado por Vilfredo Pareto. Asimismo, al hacer uso de esta herramienta, el diagrama de Pareto consigue obtener una visión sencilla y completa de los problemas y una mejora continua en la empresa.

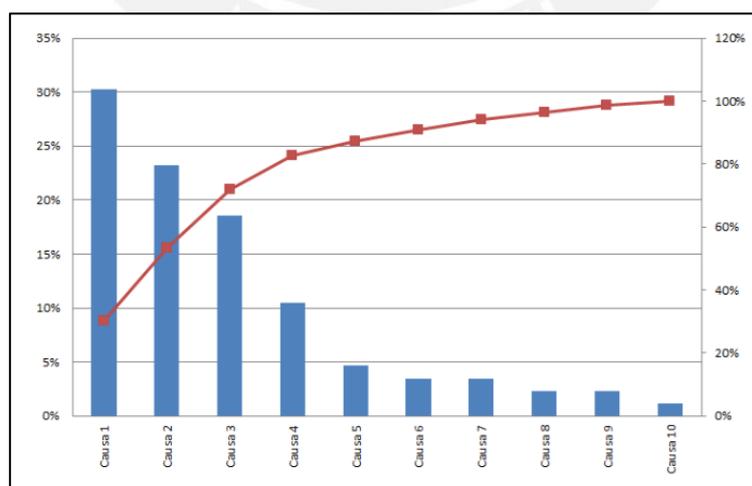


Figura 1.4: Diagrama de Pareto

Fuente: Pagina web de *Lean Manufacturing 10*

### 1.3.4 Metodología de los 5 porqués

La técnica de los 5 porqués es una interesante metodología de gestión y análisis aplicable a cualquier área de una empresa, debido a que es eficaz para descubrir la causa raíz de un defecto o problema ya que, consiste en realizar la pregunta: “¿Por qué?” 5 veces. (*progressa lean*, 2015).

Tabla 1.1: Ejemplo de la metodología de los 5 porqués

<b>PROBLEMA:</b>	Avería del control principal de una máquina de control numérico
<b>Pregunta 01:</b>	¿Por qué se averió el control principal?
Respuesta	La placa de conductores está defectuosa.
<b>Pregunta 02:</b>	¿Por qué es defectuosa la placa de los conductores?
Respuesta	Por tener una mala refrigeración.
<b>Pregunta 03:</b>	¿Por qué tiene una mala refrigeración?
Respuesta	Por no llegarle suficiente aire.
<b>Pregunta 04:</b>	¿Por qué no le llega suficiente aire?
Respuesta	Por falta de presión.
<b>Pregunta 05:</b>	¿Por qué la presión del aire era insuficiente?
Respuesta	Filtro de aire muy sucio. → <b>CAUSA RAÍZ</b>

### 1.3.5 Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

Un artículo en Conduce tu Empresa<sup>5</sup> menciona que el diagrama de operaciones de proceso, consiste en graficar el proceso operativo de un producto, en el cual se puedan visualizar de forma secuencial todas las actividades, inspecciones, tiempos y materiales que se utilizan en cada operación, con el objetivo de identificar nuevos y mejores procedimientos. Asimismo, para este diagrama, se emplean dos símbolos: un círculo representando la operación y un cuadrado figurando la inspección (autor desconocido, 2018).

<sup>5</sup> Blog empresarial especializado en la gestión de capital humano.

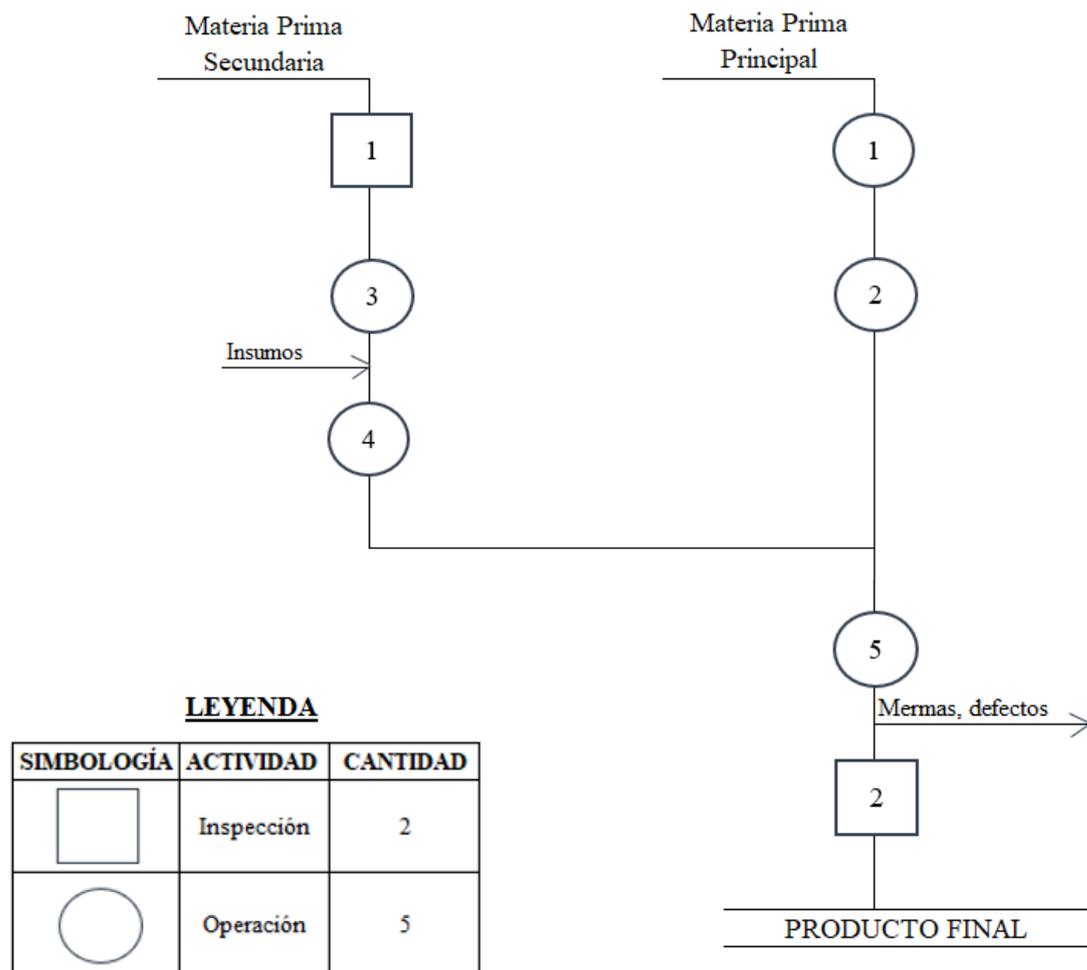


Figura 1.5: Estructura del diagrama de operaciones

### 1.3.6 Diagrama de actividades de proceso (DAP)

Un artículo en Conduce tu Empresa<sup>6</sup> menciona que el DAP es una representación más detallada de todas las operaciones realizadas a un producto, con la finalidad de descubrir y eliminar ineficiencias. Además, permite conocer costos ocultos, tales como: distancias recorridas, retrasos, almacenamientos temporales, entre otros. Asimismo, este diagrama es graficado mediante cinco (05) símbolos: un círculo representando la operación, una flecha simbolizando el transporte, un cuadrado figurando la inspección, la letra “d” manifestando la demora y un triángulo invertido de almacenamiento (autor desconocido 2020).

<sup>6</sup> Blog empresarial especializado en la gestión de capital humano.

<b>DAP</b>		<b>OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO</b>							
Diagrama Núm.:	Hoja Núm. de	Resumen							
Objeto:		Actividad			Actual	Propuesta	Economía		
Actividad:		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar:		Espera							
Operario (s):		Inspección							
Fecha:		Almacenamiento							
Aprobado por:		Distancia (m)							
Fecha:		Tiempo (min-hombre)							
Compuesto por:		Costo							
Aprobado por:		-Mano de Obra							
		-Material							
		Total							
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
					●	■	◐	→	▼
Total									

Figura 1.6: Diagrama de Actividades de Proceso

Fuente: (Meza, 2017)

## 1.4 Estudio del trabajo

Consiste en la medición del trabajo y estudio de métodos, en el cual se examina el trabajo humano, investigando los factores que influyen en la eficiencia de una determinada situación, con la finalidad de efectuar mejoras obteniendo una mayor productividad.

### 1.4.1 Medición del trabajo

Según la página de Ingeniería Industrial (Salazar, 2021), la medición del trabajo es un método permite determinar el tiempo invertido por un trabajador en su respectiva tarea, teniendo como objetivo conocer el tiempo total de fabricación de un producto. Asimismo, mediante el estudio de tiempos y muestreo del trabajo, se investigará, reducirá y luego eliminará el tiempo en el cual no se ejecuta el trabajo productivo por el motivo que sea.

### 1.4.2 Estudio de métodos

Consiste en el registro de las actividades realizadas, en las cuales se aplicarán técnicas diseñando y analizando los métodos de trabajo con el objetivo de efectuar mejoras, es decir, se realizará la reducción

del contenido de una tarea. Asimismo, este estudio consta de siete (07) etapas fundamentales: seleccionar el trabajo al cual se hará el estudio, registrar toda la información referente al método actual, examinar críticamente lo registrado, idear el método propuesto, definir el nuevo método propuesto, implantar el nuevo método y mantener en uso el nuevo método (Salazar, 2021).

## **1.5 *Lean Manufacturing***

*Lean* es una filosofía de trabajo, basada en las personas que definen la forma de mejora y optimización de un sistema de producción centralizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellas actividades que usan más recursos de los necesarios. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

El objetivo principal de esta filosofía es generar una nueva cultura de mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo, buscando nuevas formas de realizar las actividades de manera más ágil, flexible y económica. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

En la presente investigación, se desarrollará el concepto de *Lean manufacturing*, con la finalidad de aplicar herramientas y principios para minimizar inventarios, disminuir retrasos, reducir espacio de trabajo, rebajar costos totales y mejorar la calidad de la organización, convirtiéndose así, en una empresa más competitiva, innovadora y eficiente.

### **1.5.1 Antecedentes de *Lean Manufacturing***

Luego de la Segunda Guerra mundial, la compañía automovilística de mayor importancia en Japón fue Toyota, quien observó que el método de trabajo de producción en masa era poco factible. En consecuencia, los ingenieros Eiji Toyoda y Tiichi Ohno, trabajadores de la compañía, propusieron incorporar una serie de métodos en su producción con un enfoque distinto, conocido como “*Toyota Production System*” (TPS). El desarrollo de esta nueva metodología está basado en los principios de *Jidoka* y *Just in Time*, los cuales buscan mejorar el proceso productivo, reduciendo y/o eliminando los desperdicios (Tejada, 2011).

### 1.5.2 Casa de *Lean Manufacturing*

El modelo de lean, puede ser representado mediante una casa, la cual será sólida, solo si el techo, los pilares y los cimientos son fuertes. Por lo cual, el techo representa obtener una mejor calidad, tener un costo y un *lead time* más bajo. Asimismo, se sustenta sobre dos (02) pilares: el *Just In Time (JIT)* y el *Jidoka*, los cuales se apoyan en cuatro (04) cimientos: estandarización, *heijunka* y estabilidad. Además, la casa de *Lean Manufacturing* está construida en base a la confianza, respeto, liderazgo y cooperación. (Madariaga, 2018)

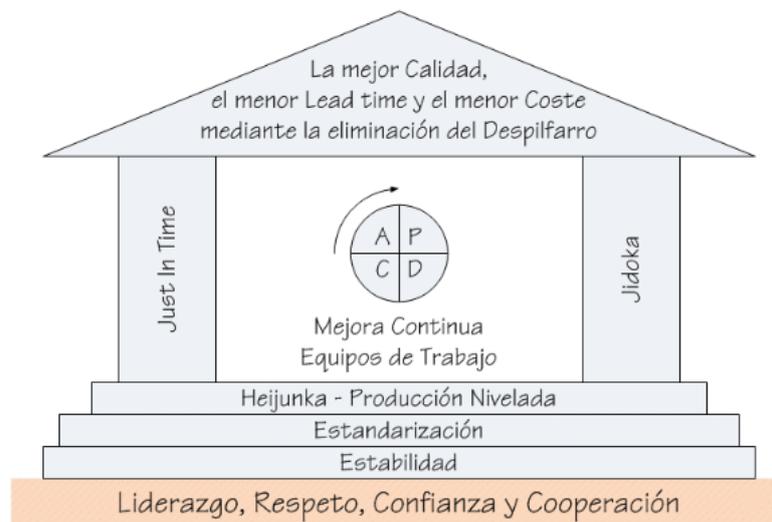


Figura 1.7: Casa de *Lean Manufacturing*

Fuente: (Francisco Madariaga, 2018)

### 1.5.3 Principios de *Lean Manufacturing*

Según, Cabrera (2012), implementar *Lean Manufacturing* implica un cambio en los pensamientos de toda la empresa, comenzando por la entrada de la materia prima hasta la fabricación del producto terminado. Por tal motivo, existen seis (06) principios, los cuales ayudarán a cambiar el sistema de producción a Lean (p.6 y s):

- **Definir el valor desde el punto de vista del cliente:** Enfocado en la necesidad del cliente, entregando el producto en el tiempo y al precio adecuado.
- **Identificar todos los pasos de la cadena de valor:** Se definirá las actividades que generan valor agregado en la fabricación de un producto, eliminando y/o reduciendo los desperdicios.

- **Crear flujo:** Se busca tener una producción eficiente, generando un flujo continuo, el cual permita agregar valor a todas las operaciones por las cuales el producto pasa.
- **Dejar que el cliente “jale” la producción:** Se buscará generar órdenes de compra según necesidades del cliente.
- **No se debe perder el tiempo explicando y justificando:** Se debe romper paradigmas, debido a que es el camino correcto.
- **Perseguir la perfección:** Se debe seguir aumentando la productividad, por lo cual se buscará obtener la mejora continua del proceso productivo.

#### 1.5.4 Los 7 + 1 desperdicios

Según la página web *SPC Consulting Group*, la identificación continua de los desperdicios tiene como propósito mejorar la eficiencia de las actividades ejecutadas y/o el producto ofrecido al cliente. Esta herramienta tiene ventajas como: reducción de los tiempos excesivos, aprovechamiento de los equipos, adecuados niveles de *stock*, entre otros. Actualmente, existen ocho (08) principales tipos de desperdicios que deben ser eliminados y/o reducidos por todas las empresas (Rodríguez, 2021):

- **Sobreproducción:** Es una producción adicional a lo solicitado por el usuario. Es considerada como el principal desperdicio.
- **Tiempo de espera:** Consiste en los retrasos o esperas de las actividades realizadas por el personal.
- **Procesos inapropiados:** Son las operaciones innecesarias, los cuales no aportan valor al producto y/o servicio desde la perspectiva del cliente.
- **Exceso de inventario o stock:** Materiales o piezas que no se utilizan en la fabricación de un producto.
- **Defectos:** Se considera como todo aquello que no es realizado de una forma correcta, lo que implica un trabajo extra, con la finalidad de conseguir el objetivo esperado.

- **Movimientos innecesarios:** Son movimientos y/o desplazamientos que realiza el personal y no agrega valor al producto o servicio brindado.
- **Transporte:** Se basa en mover los productos en proceso, productos terminados o los materiales de un lado a otro.
- **Talento humano:** Desperdicio de carácter intelectual, lo que significa no saber aprovechar la capacidad máxima de cada trabajador (talento, conocimientos, experiencia).

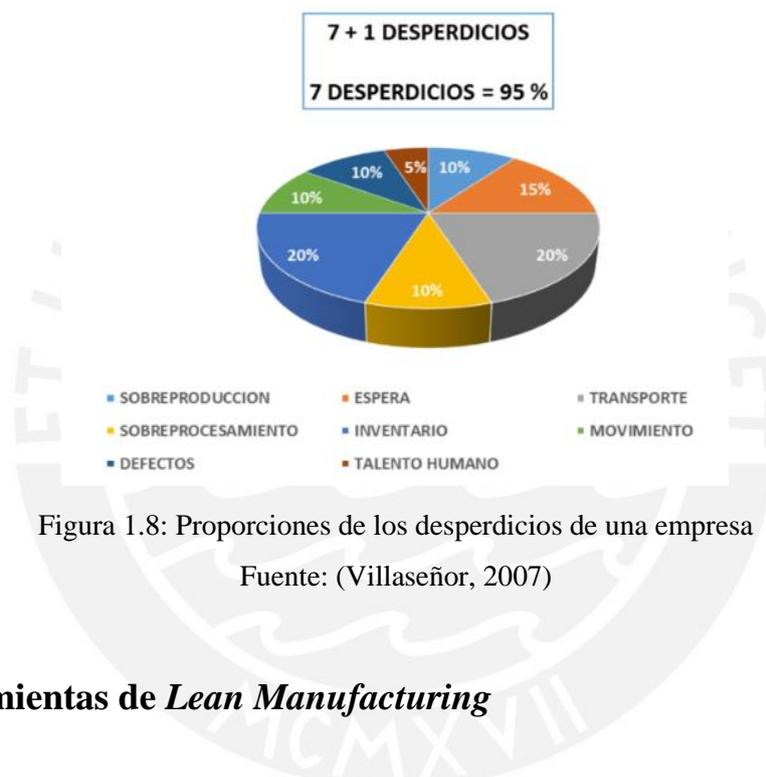


Figura 1.8: Proporciones de los desperdicios de una empresa  
Fuente: (Villaseñor, 2007)

## 1.6 Herramientas de *Lean Manufacturing*

A continuación, se presentarán algunas de las herramientas de *Lean Manufacturing*, los cuales tienen como objetivo optimizar y mejorar los procesos de producción de una empresa.

### 1.6.1 VSM – Mapa de cadena de valor

Consiste en una representación gráfica de los elementos de producción e información que permite conocer el estado actual y futuro de un proceso. Esta herramienta, sirve para identificar los desperdicios, cuellos de botella y/o restricciones de las operaciones, con el objetivo de analizar las actividades que no generan valor ante los ojos del cliente final. Asimismo, tiene como principal indicador el tiempo *takt*, el cual representa la frecuencia de compra del cliente (Álvarez, 2021).

Según la página web *Lean Solutions*, esta metodología comprende los siguientes pasos (2021):

1. **Identificar un producto:** Se empleará la matriz producto – proceso, en donde se identificarán las familias de productos presentes en una empresa. Dentro de las familias, se deberá escoger al producto que comparta la mayor cantidad de operaciones y/o actividades en común.
2. **Diseñar el VSM del estado actual:** Se mostrará todos los procesos que sigue el producto en la actualidad. Asimismo, para graficar el VSM, se deberá tener en cuenta lo siguiente (Elical, 2021):
  - **Cliente, proveedor y control de producción:** Mediante el ícono de una fábrica, se representará la demanda del cliente, el cual será ubicado a la derecha del mapa.
  - **Procesos productivos:** Figurando las operaciones que sigue el producto, se dibujará cajas de izquierda a derecha, las cuales detallarán: tiempo de ciclo, tiempo de cambio de formato, número de operarios necesarios y la productividad.
  - **Puntos de stock:** Con un triángulo, se visualizará el inventario acumulado. Asimismo, ese ícono sirve para dibujar el almacén de materias primas y/o producto terminado.
  - **Entrada y salida de material:** Se interpretará con una flecha y un camión él envió de materiales al almacén y el flujo de material de los proveedores a la planta.
  - **Flujos de información:** Se añadirá información sobre los planes de producción, envíos de los productos terminados, requerimientos de los materiales, entre otros.
  - **Relación entre los procesos:** Se empleará el uso de flechas blancas y/o ralladas, dependiendo del modo en que trabaja la empresa: *pull* o *push*.
  - **Líneas de tiempo:** Con sus respectivos tiempos de ciclo, se trazarán líneas debajo de las operaciones, teniendo como resultado el valor agregado del producto. De la misma forma, debajo de los triángulos, se visualizarán los tiempos de inventario de cada material, con los cuales se obtendrá el tiempo de procesamiento total (*Lead Time*).

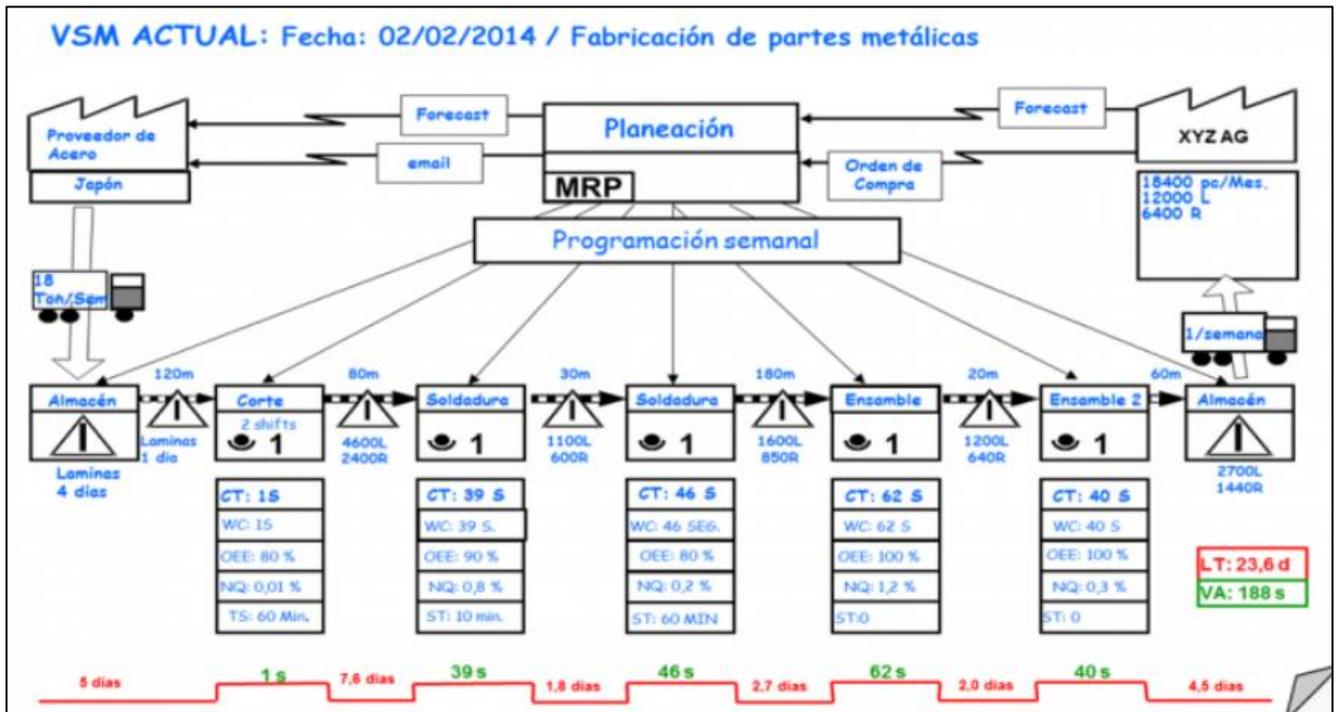


Figura 1.9: Ejemplo del VSM actual. Fabricación de partes metálicas

Fuente: Pagina web de *Lean Manufacturing* 10

3. **Elaborar el VSM del estado futuro:** Con base al VSM actual, se diseñará el VSM futuro, el cual tendrá un flujo continuo durante todas las operaciones del producto. Por tal motivo, para obtener un VSM futuro ideal, se deberá considerar lo siguiente (Álvarez, 2021):

- **Producir con respecto a su Tiempo Takt:** Para satisfacer a los clientes, se tendrá en cuenta la tasa de ventas.
- **Fijar un flujo continuo:** Se entregará uno a uno la pieza al siguiente proceso sin ser almacenado.
- **Crear supermarkets en modo pull:** Significa utilizar el material solo cuando se necesite.
- **Distribuir la producción:** Balancear y/o nivelar la producción de los diferentes productos en el tiempo.

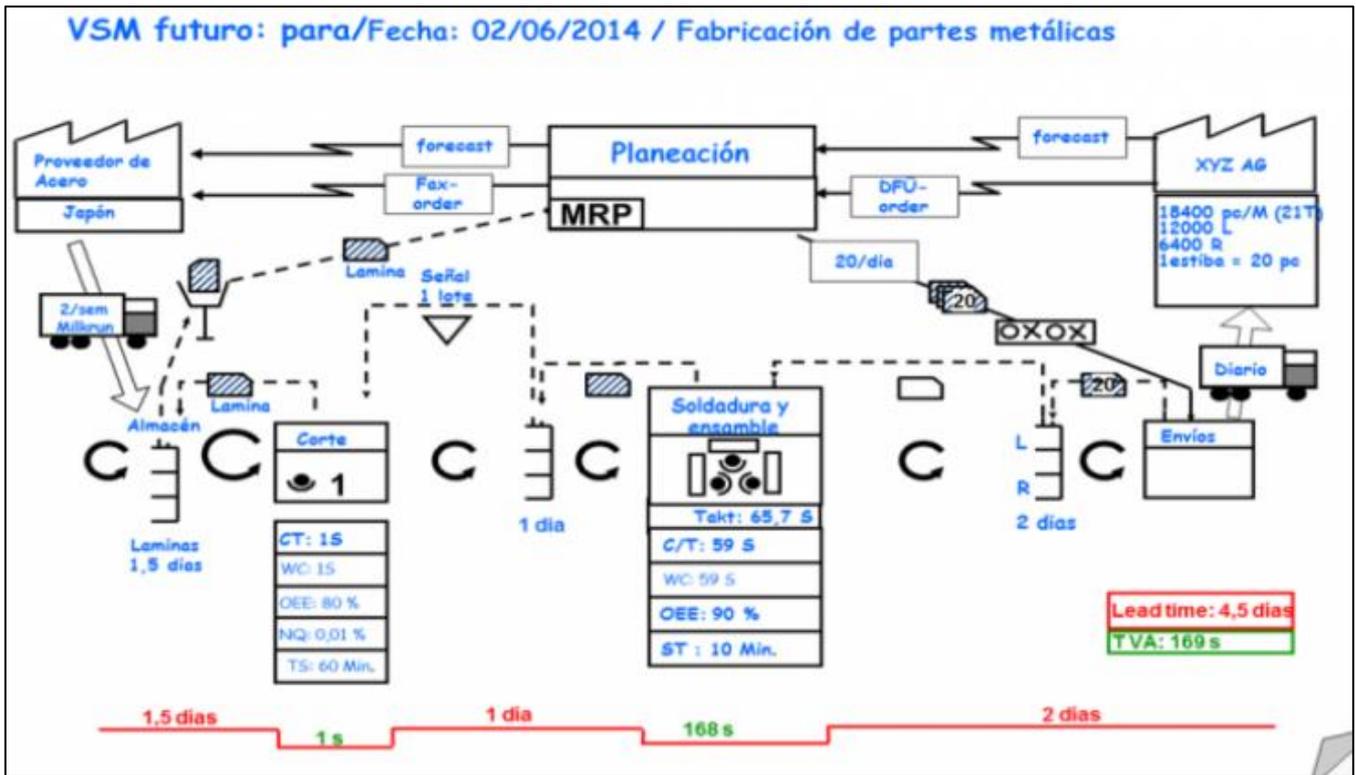


Figura 1.10: Ejemplo del VSM futuro. Fabricación de partes metálicas

Fuente: Pagina web de *Lean Manufacturing* 10

4. **Plan de acción:** Se realizarán cambios en el proceso de producción, los cuales deben estar definidos en un plan de acción. Estos, deben estar en un constante seguimiento con la finalidad de alcanzar el estado futuro.

### 1.6.2 Las 5'S

Es una herramienta que se encarga de mejorar la eficiencia directa y total de los procesos, facilitando un flujo de materiales y personas, disminuyendo errores y tiempos. Asimismo, se requiere el compromiso de la empresa para promover sus actividades, con la finalidad de crear hábitos de orden y rutinas de trabajo. Además, esta técnica tiene como objetivo principal mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza del ambiente laboral. (Guillén, 2019, sesión 2) Por tal motivo, está basado en cinco (05) principios:

- **Seiri (Clasificación):** Se basa en la eliminación de elementos innecesarios, separando los materiales y objetos que sirven de las que no. Asimismo, se puede clasificar los materiales de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia, con la finalidad de mejorar la productividad. (Guillén, 2019, sesión 4).

- **Seiton (orden):** Este principio contiene tres (03) términos fundamentales para su ejecución: demarcar, identificar y señalar los elementos del lugar de trabajo, liberando espacio para un mejor desempeño. (Guillén, 2019, sesión 5)
- **Seisou (limpieza):** El área de trabajo debe de estar impecable para generar un ambiente laboral agradable. Se deberá identificar y eliminar las fuentes de contaminación, con el objetivo de reducir accidentes e incrementar la vida útil de las máquinas y/o equipos. (Guillén, 2019, sesión 6)
- **Seiketsu (salud y seguridad):** En los centros de trabajo se buscará tener un ambiente seguro. Por tal motivo, se tendrá un control de riesgos, el cual evitará perjudicar la salud y/o la integridad física del personal. (Guillén, 2019, sesión 7)
- **Sehitsuke (autodisciplina):** Este principio es fundamental, ya que permitirá convertir en hábito la ejecución de las cuatro (04) primeras S, buscando obtener un ambiente de buena calidad para los trabajadores. (Guillén, 2019, sesión 8)



Figura 1.11: Representación de las 5'S

### 1.6.3 Celdas de Manufactura

Es una agrupación de estaciones de trabajo requeridas para la fabricación de un producto o familia de productos, con el objetivo de obtener una flexibilidad en la producción, obteniendo un flujo continuo y un aumento en la productividad. Tiene como principales ventajas: reducir inventarios en procesos, estandarizar operaciones en la planta y mejorar las condiciones de los equipos para su mantenimiento.

Por tal motivo, existen cuatro (04) diseños de celdas de manufactura, en donde las máquinas deben estar configuradas para producir en función al *takt time*, el cual consiste en el ritmo de fabricación de las piezas del producto con las exigencias de los clientes: (Guillén, 2019, Talleres de Manufactura Esbelta)

- **Celda maquina simple:** Se utiliza una sola máquina en procesos básicos tales como: torneado, taladrado y rectificado.
- **Celda de un grupo de máquinas con manejo manual de material:** Consiste en la agrupación de mecanismos para la fabricación de una familia de productos, en donde los operarios realizan las actividades.
- **Celda de un grupo de máquinas con manejo semiautomático:** La producción se realiza mediante un sistema automatizado.
- **Sistema de manufactura flexible (FMS):** Conjunto de herramientas controladas mediante un sistema integrado, que tiene como finalidad obtener la capacidad de procesar diferentes partes en simultáneo.

Asimismo, al configurar una celda de manufactura, se debe disponer las maquinas en secuencia de actividades, las cuales pueden tener diferentes formas: S, “I”, “u” o lineal. El más utilizado por las empresas de producción, es la celda en forma de “u”, debido a que permite la comunicación y apoyo entre operadores.

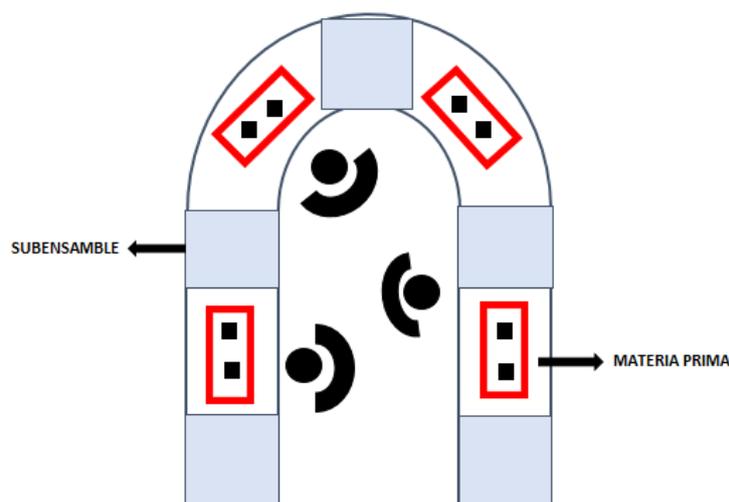


Figura 1.12: Representación de una celda de manufactura en forma de “u”

Producción =	1200 unidades diarias
Horas disponibles =	15.5 horas
$Takt\ time = \frac{15,5}{1200} = 0,012\ h = 46,5\ s$	

Figura 1.13: Ejemplo del cálculo del *Takt time*

Fuente: Pagina web de *Lean Manufacturing* 10

#### 1.6.4 *Kanban*

Según el artículo en Gestión (2021), *Kanban* es una palabra japonesa que significa tarjeta de signos o señal visual, la cual se emplea para la visualización de la correcta producción, en donde se verifica que se cumpla con la programación establecida. Este tablero, está compuesto por tres (03) columnas: Por hacer, en proceso y hecho. Sirve como fuente de información en tiempo real, determinado el cuello de botella del sistema productivo. Asimismo, evita la sobreproducción y proporciona instrucciones necesarias entre las operaciones. Tiene como objetivo principal disminuir los desperdicios sin afectar la producción. De igual forma, esta herramienta se basa por cuatro (04) principios fundamentales:

- Permitir la visualización de todas las tareas del flujo de trabajo.
- Limitar el trabajo en curso.
- Lo importante es el flujo de trabajo.
- Mejora continua.



Figura 1.14: Ejemplo de *Kanban*

Fuente: Página web de *Be agile my friend*

### 1.6.5 *Just in time*

Según el *blog IsoTools Excellence*, justo a tiempo es una metodología que consiste en la fabricación del producto terminado, el cual solo se produce y se transporta a su destino en el momento requerido, ni antes ni después. Asimismo, busca brindar un producto y/o servicio de mejor calidad, eliminando las actividades que no aportan valor a la producción. Por lo cual, presenta las siguientes ventajas (autor desconocido, 2020):

- Método de producción sencillo y efectivo.
- Reducción de los costos de almacenaje.
- Plazo de entrega en un menor tiempo.

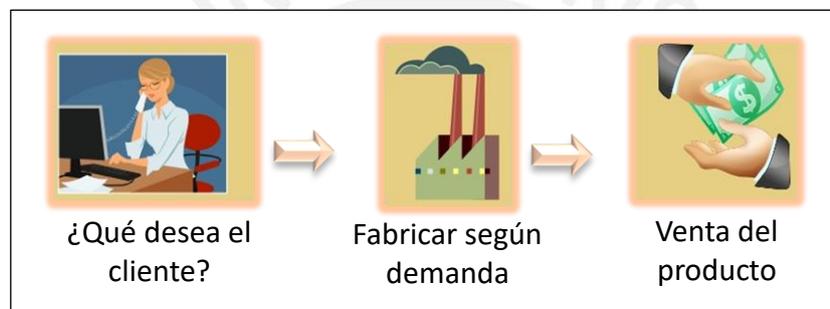


Figura 1.15: Ejemplo de *just in time*

### 1.6.6 Flujo continuo

Según el portal electrónico *Lean Manufacturing 10* (2021), el flujo continuo también conocido como producción continua, consiste en transportar sin interrupciones el producto a las diferentes actividades, es decir, los elementos son procesados y trasladados de forma directa al siguiente proceso de una sola pieza a la vez. Este método se caracteriza por máquinas y herramientas especializadas. Asimismo, permite minimizar el inventario y maximizar el rendimiento del personal, teniendo como ventajas un correcto diseño del producto. Además, es adecuado para fabricar volúmenes de productos únicos y/o con pocas variaciones.

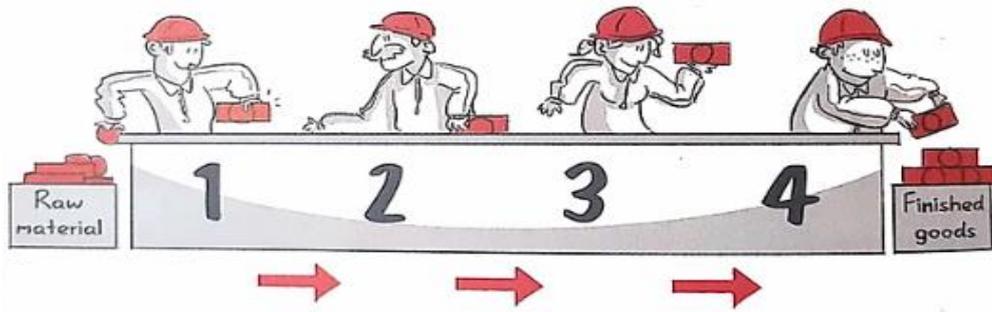


Figura 1.16: Ejemplo de flujo continuo

Fuente: Pagina web de *Lean Six Sigma institute*

### 1.6.7 Mantenimiento Autónomo (*Jishu Hozen*)

Según la página de Ingeniería Industrial (Salazar, 2021), el mantenimiento autónomo es una metodología en donde se necesita la participación de los operarios para realizar actividades como: inspecciones, estudios de mejora, análisis de fallas, entre otros. Por tal motivo, es de suma importancia la capacitación previa de los trabajadores, ya que deben contar con los conocimientos básico y/o necesarios de los equipos e instalaciones de su entorno. Además, al implementar esta herramienta, se obtiene mejoras en la seguridad, productividad y energía del equipo.

Asimismo, para llevar a cabo este mantenimiento, según varios autores, se debe seguir los siguientes pasos:

- **Limpieza inicial:** Se realiza una limpieza profunda, el cual consiste en la eliminación de la suciedad, polvo y escapes.
- **Acciones correctivas:** Consiste en evitar que los equipos se ensucien nuevamente, así como, la reducción del tiempo empleado en la limpieza inicial.
- **Estándares de inspección:** Se establecen estándares para mantener la limpieza, lubricación y ajustes en los procesos.
- **Inspección general:** Se diseñan manuales para la eliminación y/o corrección de los defectos en los equipos.
- **Inspección autónoma:** Se implementa listas de chequeo para los métodos de control autónomo.

- **Estandarización:** Elaboración y aplicación de los procedimientos operativos.
- **Control autónomo:** Implica el desarrollo de políticas y metas. Asimismo, para tener un mejor control se utilizará tableros de gestión visual y tablas MTBF.



Figura 1.17: Ejemplo de mantenimiento autónomo

Fuente: (Wordpress, 2013)

## 1.7 Indicadores de desempeño de *Lean Manufacturing*

Se desarrollará el principal indicador de *Lean Manufacturing*, el cual es considerado como herramienta de toma de decisiones para el sistema de producción.

### 1.7.1 Efectividad global de los equipos (OEE)

Según sistemas OEE *technology to improve* (2021), la efectividad global de los equipos es el indicador general que representa la capacidad real de fabricar un producto sin defectos, el cual tiene como finalidad mejorar el rendimiento de los procesos productivos, ya que permite disminuir los retrasos, minimizar los productos defectuosos e incrementar la calidad de la producción.

Para determinar la efectividad global de los equipos (OEE), se definen tres (03) indicadores:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

- **Disponibilidad:** Mide el tiempo real de producción entre el tiempo disponible por turno de fabricación. Asimismo, se deben considerar los tiempos improductivos como: esperas, cambios y/o averías de las máquinas.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100\%$$

- **Rendimiento:** Se refiere al porcentaje entre la producción real y la capacidad de producción. Este parámetro se ve afectado por la reducción de la velocidad y las micro paradas de los equipos.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad producida}} \times 100\%$$

- **Calidad:** Relaciona las piezas fabricadas buenas sobre la producción real.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas buenas}}{\text{Producción real}} \times 100\%$$

Asimismo, de acuerdo con Guillén (2019), una empresa manufacturera de clase mundial está sujeta a los siguientes indicadores:

- **Disponibilidad:** más de 90%
- **Eficiencia:** más de 95%
- **Efectividad global del equipo:** más de 85%

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

En este capítulo, se mostrará la información de la empresa en estudio, en donde se detalla la situación actual y el proceso productivo de la fabricación de prendas de vestir. Asimismo, se aplican diferentes metodologías para identificar los principales problemas que abarca la empresa, así como, un correcto análisis para determinar la causa raíz que lo ocasionan.

### **2.1 Sector y actividad económica**

La empresa en cuestión pertenece al sector textil, teniendo como código de su actividad económica 1399, el cual según la clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), permite realizar todas las actividades relacionadas con textiles o productos textiles, comprendiendo la confección de prendas de vestir, fabricación de calzado y artículos tales como: tejidos estrechos, tejidos especiales, entre otros.

### **2.2 La empresa**

Se ha realizado la presente investigación en la persona jurídica que denominaremos *Empresa RA.*, para proteger su verdadera denominación y los derechos que de esta derivan, la cual fue fundada el dieciséis de setiembre del año 2016, por una familia limeña emprendedora, cuyo negocio inició como una microempresa, sin embargo, con los años se expandieron a través de la contratación con el Estado, llegando a expandir su fábrica al doble de lo que fue en sus inicios.

Su giro de negocio es la fabricación de prendas de vestir textiles y otros análogos, en la actualidad la fábrica está ubicada en el distrito de la Victoria, provincia de Lima; y, sus principales clientes son entidades públicas como: municipalidades, programas estatales, medios de comunicación pública y ministerios de la nación.

#### **2.2.1 Misión**

Empresa dedicada a la fabricación y distribución de productos textiles de buena calidad, de acuerdo a las especificaciones técnicas, logrando la plena satisfacción de los clientes, cuidando el medio ambiente y logrando contribuir con el desarrollo económico propio y del país.

### 2.2.2 Visión

Ser reconocida como una empresa líder en la industria textil nacional, la cual, fabrica productos textiles de la más alta calidad, en donde se valora y se respeta la labor humana.

### 2.3 Organización

A continuación, se presentará el organigrama actual de la empresa:

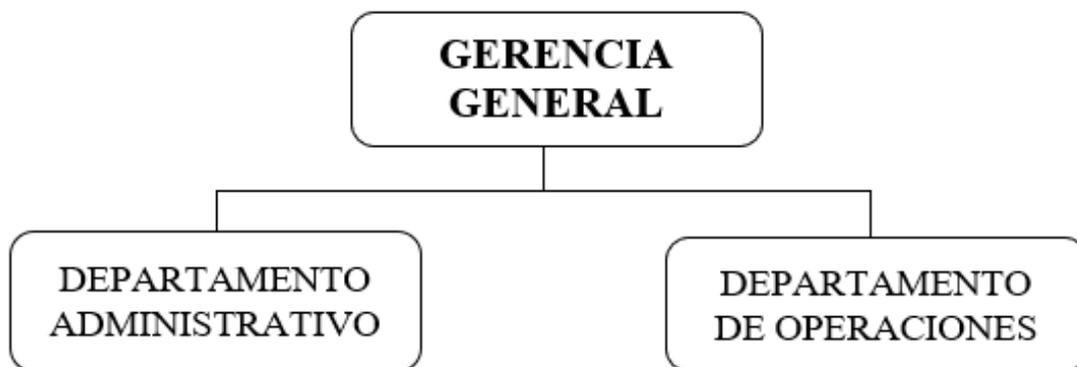


Figura 2.1: Estructura organizacional de la empresa

- **Gerencia general:** Encargado de la toma de decisiones de la empresa, buscando un crecimiento a corto y a largo plazo. Asimismo, verifica que el departamento administrativo y operativo cumplan con los objetivos de la empresa.
  - **Departamento administrativo (órgano dependiente en línea directa de la Gerencia General):** Tiene como función principal realizar las cotizaciones o licitaciones de los productos. Además, se encarga de generar los contratos y/o órdenes de compra de los diferentes clientes.
  - **Departamento de operaciones (órgano dependiente en línea directa de la Gerencia General):** Se encarga de verificar la elaboración de los productos, los cuales se deben realizar de una forma correcta en un tiempo determinado, con el objetivo de cumplir los pedidos solicitados.

## 2.4 Entidades participantes en el modelo del negocio

Se procede a describir las entidades principales involucradas con la empresa.

### 2.4.1 Clientes

Sus principales clientes son: municipalidades, programas estatales, medios de comunicación pública y ministerios de la nación. En ese sentido, el año 2019, la empresa postuló y obtuvo la buena pro para proveer sus productos, respecto a la fabricación de prendas, vestuarios y accesorios para un programa nacional de renombre, en el cual se pactó un plazo de entrega de hasta treinta y cinco (35) días calendario, el mismo que fue cumplido a cabalidad.

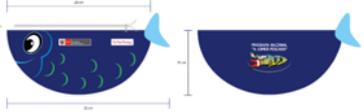
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
1	Polo blanco cuello redondo	2000	5	Gorros institucionales	80	9	Mandil blanco (adulto)	3000
								
2	Cartucheras	2500	6	Polo cuello camisa	120	10	Bolsa de tela	4200
								
3	Gorros chef	100	7	Cascas impermeables	70	11	Mandil blanco (niño)	2000
								
4	Chalecos institucionales	70	8	Delantal educativo	4000			
								

Figura 2.2: Productos solicitados por la “entidad nacional de renombre”

Fuente: La empresa

## 2.4.2 Proveedores

Actualmente, *Empresa RA* tiene tres (03) principales proveedores para la producción de prendas de vestir, con fines didácticos para la presente investigación, los denominaremos: Empresa 1<sup>7</sup>, la cual provee diferentes tipos de tela; Empresa 2, la misma que suministra los hilos; y, Empresa 3, cuyo negocio es brindar todo tipo de insumos tales como: agujas, cierres, elásticos, entre otros.



Figura 2.3: Insumos utilizados para la fabricación de los polos

Fotos referenciales

## 2.4.3 Personal

La empresa cuenta con seis (06) habilitadores<sup>8</sup> encargados de las actividades adicionales a la confección. Asimismo, para la fabricación de los productos, se contrata al maestro de costura<sup>9</sup>, el cual se encarga de buscar al personal adecuado para la fabricación de las prendas.

<sup>7</sup> Empresa 1.- Esta empresa está dedicada a la importación de diferentes tipos de telas, las cuales tienen mayor calidad y mejor resistencia.

<sup>8</sup> Habilitadores: La empresa entiende por habilitador a aquellas personas que realizan actividades adicionales tales como: limpieza de máquinas, movilización de materiales o productos en proceso de un estadio a otro, entre otros.

<sup>9</sup> Maestro de costura: Es la persona encargada de realizar la confección de cada uno de los pedidos de la empresa, este servicio tiene la característica de ser tercerizado.



Figura 2.4: Personal en el taller de la empresa

Fuente: La empresa. Fotos reales

## 2.5 Procesos y organización

En el presente subcapítulo desarrollaremos la información respecto al proceso de producción y el mapa de procesos.

### 2.5.1 Mapa de procesos

A continuación, mediante la figura 2.5, se presentará de forma gráfica los procesos generales de la empresa:

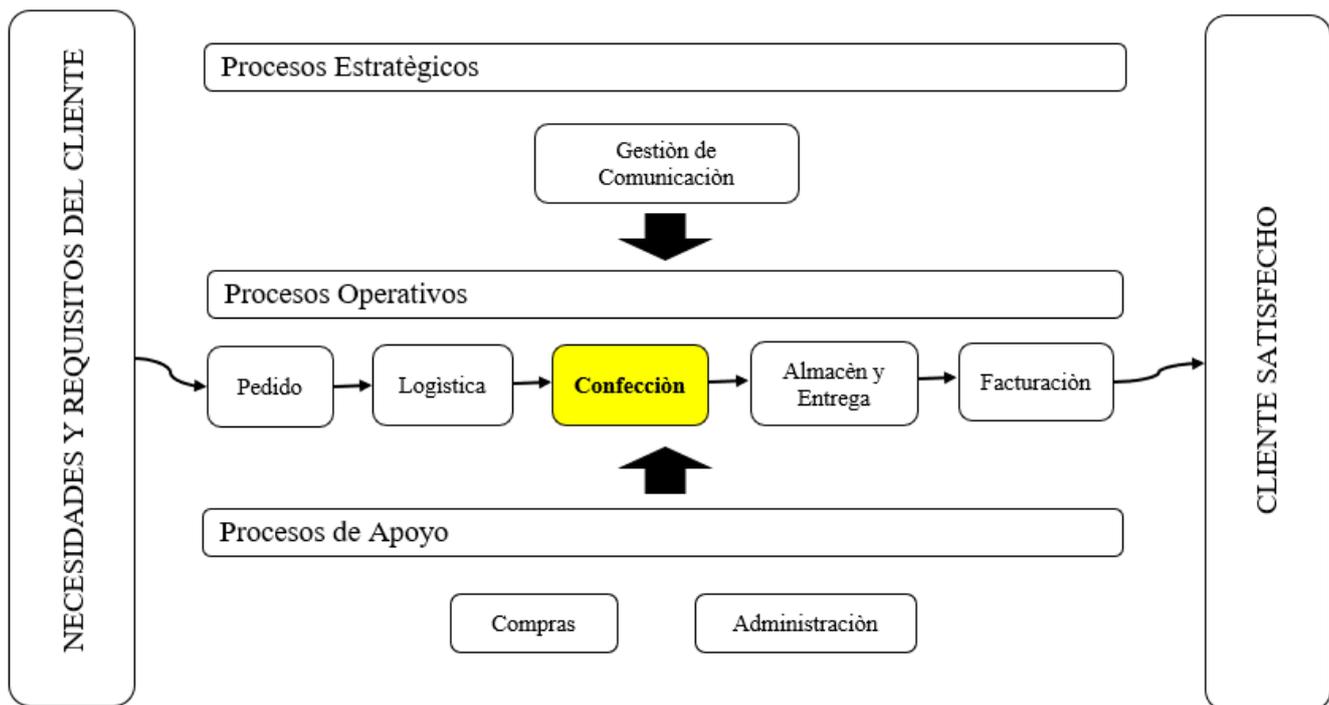


Figura 2.5: Mapa de procesos

## 2.6 Descripción general de los procesos de producción

La empresa se dedica a la fabricación de prendas de vestir y análogos, los cuales siguen un proceso de producción similar. Por tal motivo, se describirá las operaciones principales:

- **Recepción de materia prima:** Una vez que se solicita el producto, la empresa realiza la compra de los materiales necesarios para su fabricación tales como: tela, hilos, cuchillas, agujas, bolsas, entre otros. Se debe mencionar que es el Gerente General quien realiza esta adquisición, debido a que la empresa tiene un número reducido de personal.
- **Tendido de telas:** Al llegar la materia prima al taller, los habilitadores se encargan de desenrollar y tender las telas, así como retirar los hilos sobrantes de los extremos expuestos.
- **Corte de los moldes:** Se realiza el cortado de la tela según las especificaciones técnicas (dimensiones, tipo de tela, color de la prenda, etc.) exigidas por cada cliente. Antes de iniciar el corte, se desarrolla el tizado (dibujo del molde en la tela), el cual tiene como resultado las piezas necesarias para la fabricación del producto.

- **Confección:** Una vez disponibles todas las piezas, estas pasan por el proceso de confección, en donde se hace uso de la remalladora, la cual sirve para la respectiva unión. Asimismo, se coloca un *sticker* con la talla correspondiente.
- **Estampado:** Luego de tener la prenda confeccionada, se procederá con la operación de estampado, el cual consiste en poner la imagen que el cliente desea mostrar.
- **Limpieza:** Para obtener un mejor producto, una vez terminado con el estampado, se deberá proceder a la limpieza de la prenda y del área de trabajo. Además, a cada una de las prendas fabricadas, se le realizará una inspección, con el objetivo de verificar la correcta producción (sin defectos).
- **Doblado:** Al haber obtenido la prenda con el estampado solicitado, se procederá a realizar el doblado, la cual dependerá de cada prenda en particular.
- **Embolsado:** Después de terminar con el respectivo doblado de cada prenda, se procede a colocarlas de manera individual en bolsas plásticas comunes para ropa.
- **Empaquetado:** Una vez que se cuenta con el producto terminado, debe ser empaquetado en grupos de 10 a más, dependiendo de la cantidad solicitada y/o especificaciones del cliente.
- **Almacenado:** Finalmente, obtenidos los paquetes del producto, se busca dentro del taller un espacio vacío, en donde se pueda colocar los paquetes. Esto se realiza de esta manera, debido a que la entrega es de forma inmediata.

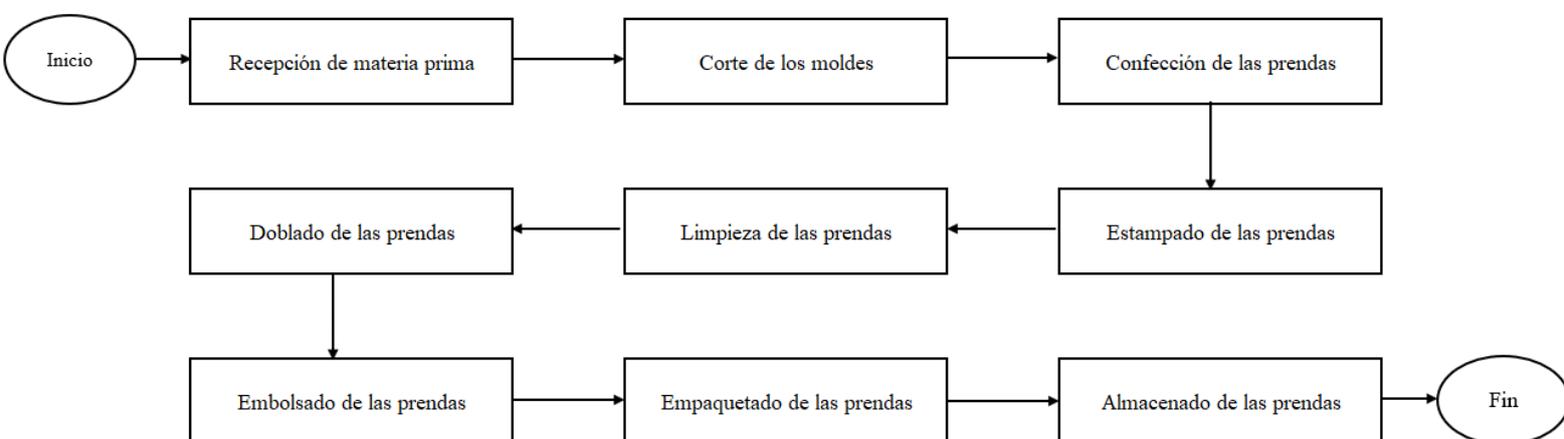


Figura 2.6 :Diagrama de flujo de los procesos de la empresa

Fuente: La empresa.

## 2.7 Instalaciones y maquinaria

En este punto, se presentará una breve descripción actual del taller y de la maquinaria que existe en la empresa.

### 2.7.1 Instalaciones

La empresa cuenta con dos (02) locales ubicados en la Victoria, Lima. En el primero se ubica al área administrativa y las dos (02) áreas de operaciones principales, las cuales son: tendido y cortado de tela, con un aproximado de 60 m<sup>2</sup> situado en el Damero A (referencia geográfica). De igual manera, en el Damero B (referencia geográfica), se localiza el taller de producción con un área de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> y se distribuye según la orden de pedido, es decir, solo se usan las máquinas necesarias para la fabricación del producto específico.

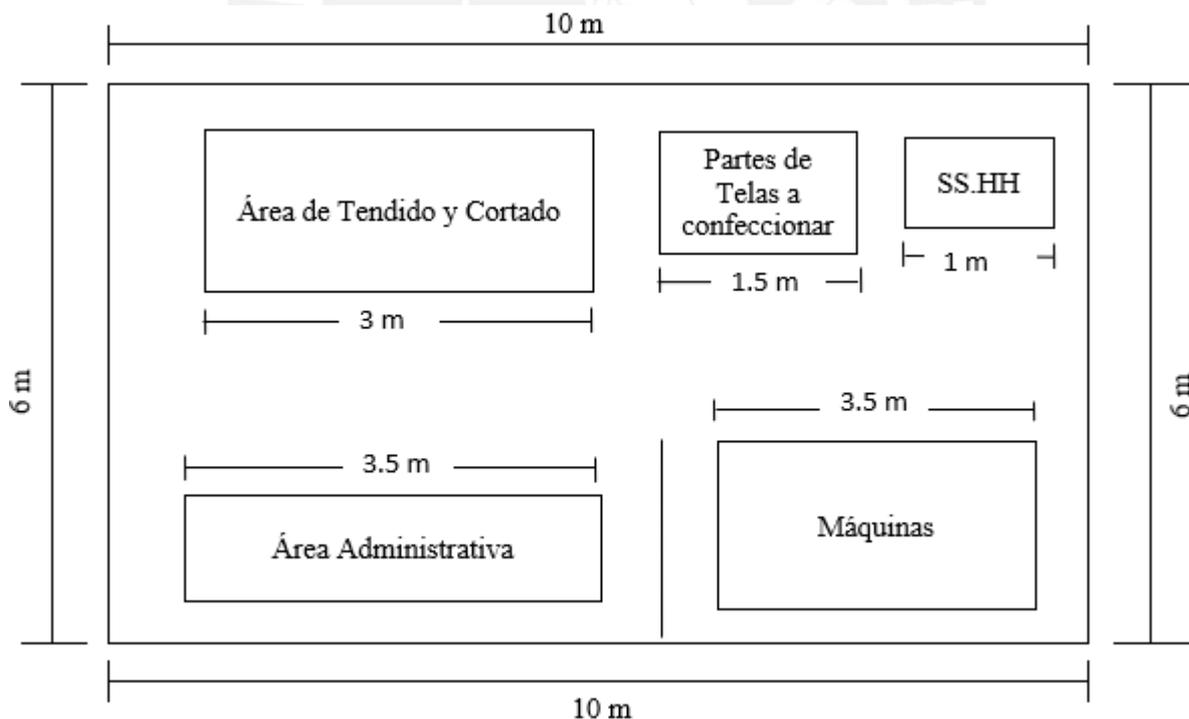


Figura 2.7: *Layout* del Damero A

Fuente: La empresa

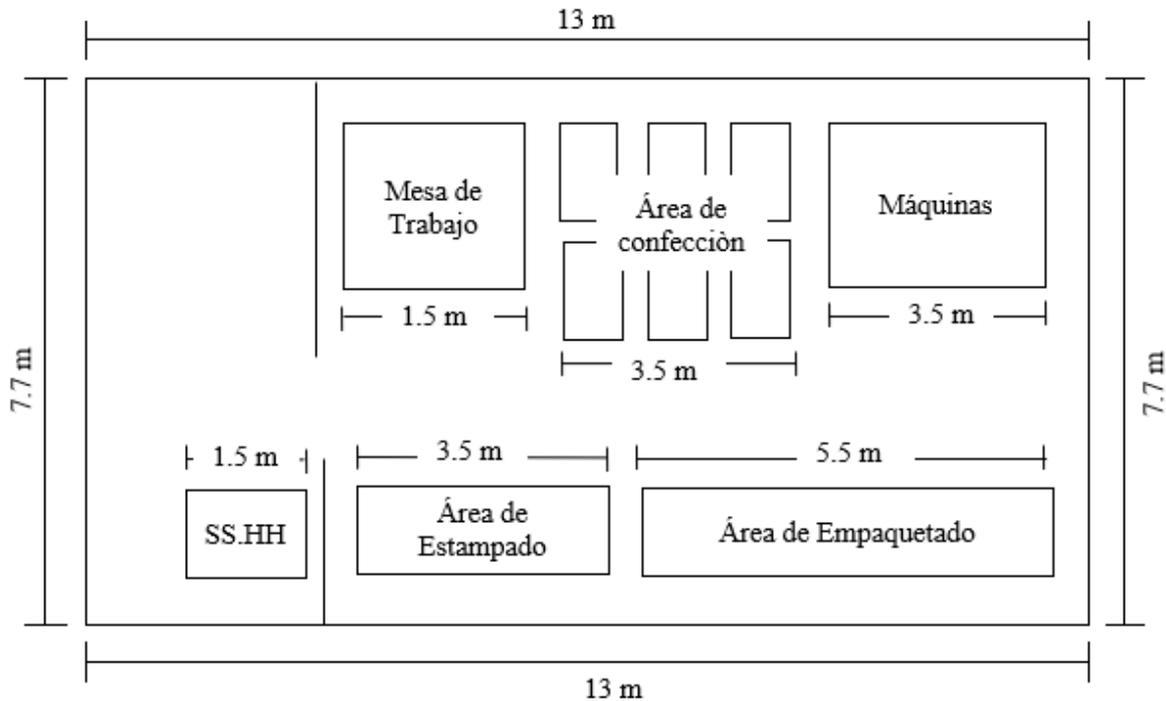


Figura 2.8: *Layout* del Damerero B

Fuente: La empresa.

## 2.7.2 Maquinaria

La empresa cuenta con ocho (08) máquinas industriales, las cuales intervienen en la producción de las diferentes prendas de vestir:

- **Remalladora:** Máquina de coser esencial para la confección de las prendas de vestir, debido a que presenta diferentes funciones, de las cuales, las principales son: la unión de piezas y la creación de volantes.
- **Tapeteadora:** Se usa exclusivamente para la fabricación de los polos, ya que consiste en la unión del cuello con el cuerpo de la prenda.
- **Cortadora:** Permite tener cortes de tela de gran exactitud, debido a que se adapta a las necesidades del corte.
- **Cerradora:** Se utiliza en telas pesadas, empleando puntadas francesas. Son capaces de cerrar camisas, mangas, pantalones, entre otros. Asimismo, tiene como finalidad proporcionar una mayor solidez a las prendas.

- **Máquina recta:** Conocida también como pespunte, la cual tiene como objetivo realizar una costura cerrada.
- **Máquina multiaguja:** Utilizan varias agujas para la elaboración de puntadas múltiples. Permiten coser los elásticos de las diferentes prendas tales como: pantalones, chompas o *shorts*.
- **Recubridora:** Especial para tejidos con puntos. Realiza costuras de pespuntos y centradas.
- **Corta Cinta:** Máquina que elabora los ribetes de las diferentes prendas de vestir, los cuales sirven como un refuerzo para proteger los bordes.

Tabla 2.1: Maquinaria de la empresa

Remalladora	Tapeteadora	Cerradora	Máquina Multiaguja
			
Corta Cinta	Máquina Recta	Cortadora	Recubridora
			

Fotos referenciales

## 2.8 Diagnóstico de la empresa

En el presente subcapítulo analizaremos la línea de producción elegida para desarrollar el estudio del producto estrella (la prenda de vestir polo), luego de lo cual evaluaremos la problemática de la empresa al producir este tipo de ropa, a través del VSM, OEE y 7+1 desperdicios. Al finalizar este estudio se escogen las herramientas de mejora para resolver las causas principales de los problemas analizados.

### 2.8.1 Selección del proceso a analizar

Tal como se ha referido anteriormente, la *Empresa RA* cuenta con procesos de confección de prendas de vestir, los cuales tiene un aproximado de 8 a 10 procesos según el producto requerido por cada cliente.

En este aspecto, mediante la figura 2.9, se presentan las principales líneas de confección de la empresa:

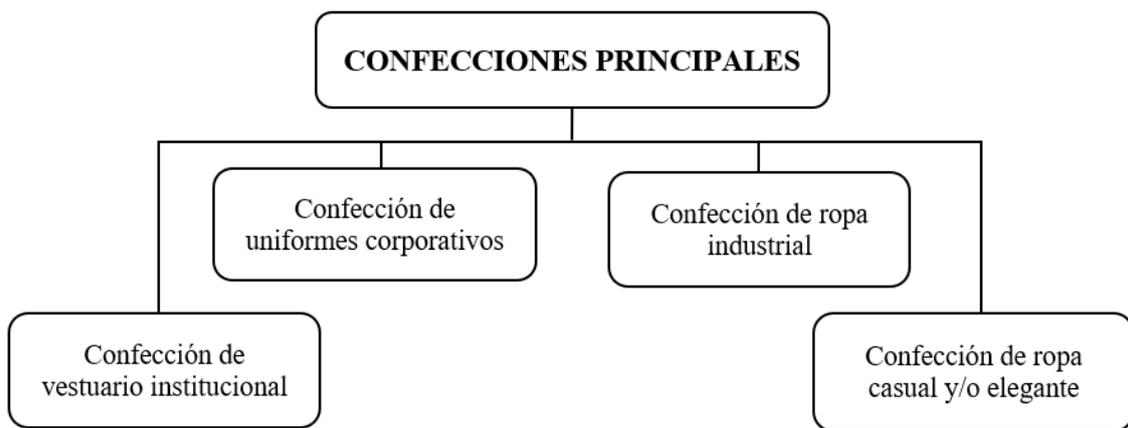


Figura 2.9 : Confecciones principales de la Empresa

De la figura referida en el párrafo anterior, hemos seleccionado la confección de ropa casual y/o elegante, en virtud de la alta producción realizada el año 2020, tal como se demuestra en la tabla 2.2, la misma que analiza los productos confeccionados en dicho año:

Tabla 2.2 : Productos Confeccionados en el 2020

Confecciones Principales	Productos	Cantidad (unid)	Cantidad Total (unid)	Porcentaje Parcial (%)
Confección de Vestuario Institucional	Chalecos	600	600	3%
Confección de Uniformes Corporativos	Camisaco y pantalones	450	600	3%
	Camisaco y pantalones de denim	150		
Confección de Ropa Industrial	Mandiles Blancos de drill	4920	6920	40%
	Bolsas de Tocuyo	2000		
Confección de Ropa Casual y/o elegante	Camisas Manga Larga	3500	9200	53%
	Polos cuello redondo	2000		
	Gorros	1500		
	Paraguas	1200		
	Camisas Manga Corta	1000		
<b>TOTAL</b>			17320	100%

Adicionalmente, se ha incluido la figura 2.10 con la finalidad de verificar que la línea de producción que tiene mayor demanda en la empresa de análisis es la de los productos casuales y/o elegantes.

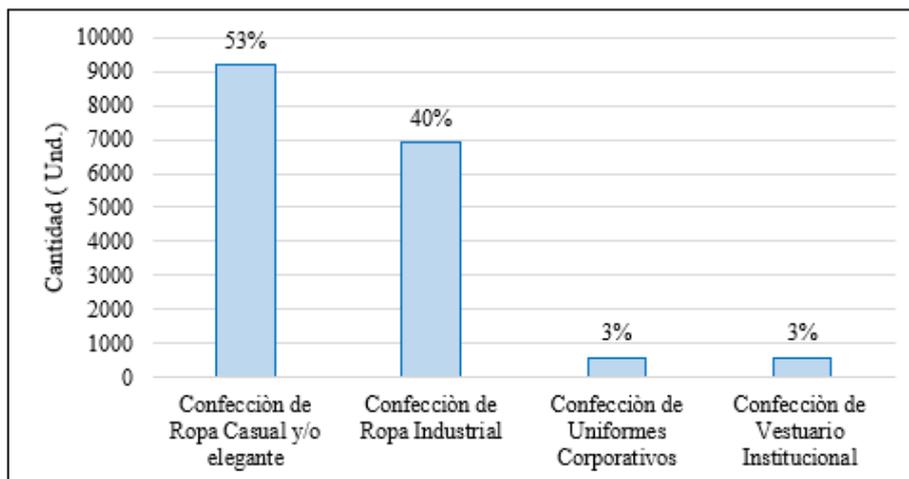


Figura 2.10 : Diagrama de barras de las Confecciones Principales

Como conclusión preliminar, de acuerdo con la producción de prendas fabricadas, el proceso seleccionado es el de ropa casual y/o elegante, que representa el 53% del total producido en el año mencionado en el párrafo anterior.

## 2.8.2 Selección de la familia de productos

Hemos analizado la producción realizada en el 2020 de la empresa en estudio, la cual se visualiza en la tabla 2.3, en donde se determina que la principal familia de productos es el polo de algodón manga corta, ya que representa el 60% del total producido.

Tabla 2.3 : Cantidad de Productos confeccionados

Familia de Productos	Cantidad	Porcentaje Parcial (%)
Polo de algodón manga corta	77500	60%
Chompa manga larga	23100	18%
Pantalón elástico	16750	13%
Chaqueta manga corta	8500	7%
Gorra	3350	3%
<b>TOTAL</b>	<b>129200</b>	<b>100%</b>

Adicionalmente, se ha incluido la figura 2.11 con la finalidad de verificar que la línea de producción que tiene mayor demanda en nuestra empresa de análisis son los polos de algodón de manga corta, los mismos que representa el porcentaje referido en párrafo anterior.

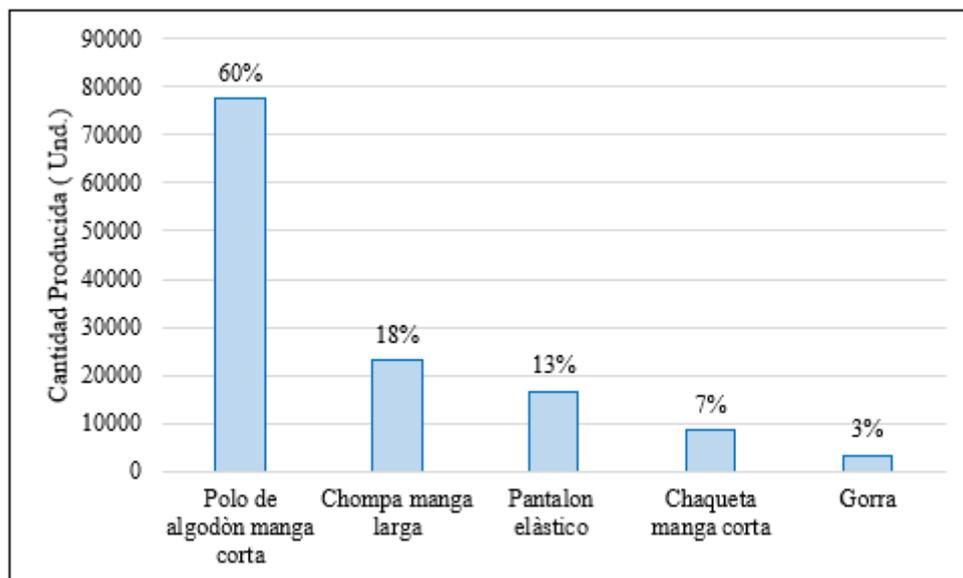


Figura 2.11 : Diagrama de barras de las Familias de Productos

### 2.8.3 Selección del producto estrella

Al contar el género familia polo de manga corta con un modelo único, el mismo será nuestro producto estrella, este tiene una confección con características iguales: cuello redondo, manga corta y hombro topeteado.



Figura 2.12: Prototipo del producto a confeccionar

## 2.9 Desarrollo de mapa de flujo de valor actual VSM

A continuación, se empleará la herramienta VSM (Mapeo de flujo de valor), con el objetivo de visualizar detalladamente el proceso productivo del polo de manga corta. Esta técnica, contiene información sobre los materiales, los tiempos de operación, números de operaciones, entre otros. En ese sentido, se podrá identificar las actividades que no generan valor al proceso para posteriormente ser eliminadas y/o reducidas.

Los datos obtenidos en el VSM actual, fueron analizados en base a su última licitación, en donde se requirió la preparación de 77 500 polos con un plazo de entrega de 30 días.

Asimismo, detallaremos la figura 2.13:

**Primero:** Se realiza la adquisición de los materiales (rollos de tela). Para nuestro caso, se utilizó la cantidad de 15 rollos, los cuales se transportaron al área de tendido y cortado.

**Segundo:** las piezas obtenidas se trasladaron al proceso de confección. El encargado de esta operación es un maestro de costura (tercero), el cual es contratado por la empresa.

**Tercero:** se realiza la ejecución de los siguientes procesos: estampado, limpieza, doblado, embolsado y empaquetado.

**Cuarto:** Finalmente, se calcula el tiempo de valor agregado de 34.6 segundos y el *lead time* de 2 horas.

Después de detallar el proceso de producción, hemos identificado los siguientes problemas:

1. La confección de polos de algodón tiene un *Lead Time* prolongado de una hora; y,
2. Un inventario en proceso de 200 cortes de tela.



# VSM ACTUAL

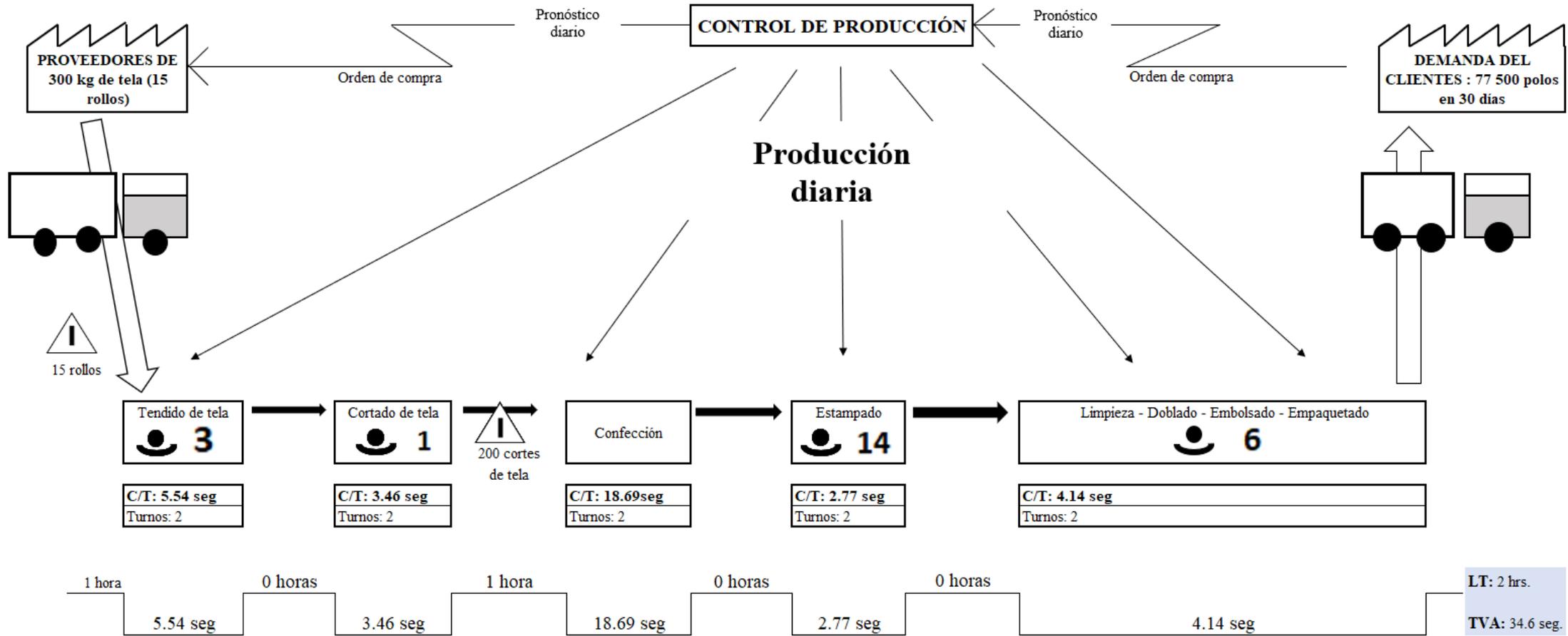


Figura 2.13: VSM actual de la empresa

## 2.10 Determinación del *Takt Time*

La empresa necesita la fabricación de 77 500 polos blancos, para lo cual se contratan la cantidad de 20 a 24 personas. Estas personas, cuentan con (02) horarios de trabajo: de 8:00 am. – 7:00 pm. (10 h) y de 9:00 pm. – 3:00 am. (5 h), teniendo por cada turno 1 h de descanso y/o refrigerio. Por ende, para el cálculo del *takt time*, se considera lo siguiente:

- Tiempo disponible por día: 15 h
- Cantidad requerida por día: 2 584 polos

Asimismo, se considerará 15 minutos/turno para la utilización de servicios higiénicos, lo cual equivale a 30 minutos totales:

- Tiempo disponible por día: 14.50 h
- Cantidad requerida por día: 2 584 polos

$$\textit{Takt time: } \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}} = \frac{52200 \text{ seg.}}{2583,3 \text{ polos}} = 20,2 \text{ seg. por polo}$$

En la figura 2.14, se puede observar que el tiempo obtenido (*takt time* = 20.2 segundos) es mayor a los tiempos de ciclo de cada operación, con lo cual, se obtiene como resultado que, la empresa si logra satisfacer la demanda del cliente dentro del tiempo establecido. En esta línea de ideas, desde el punto de vista del *takt time*, el proceso analizado no presenta cuellos de botella, pero si requiere de un análisis de eficiencia de las operaciones.

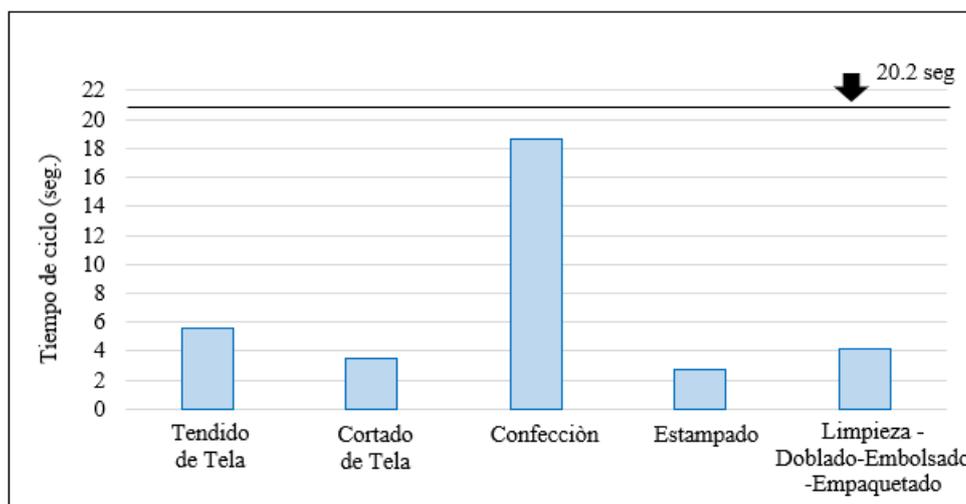


Figura 2.14: Comparación entre el Tiempo de ciclo vs. el *Takt Time*

## 2.11 Identificación de los 7 + 1 desperdicios

Con el objetivo de identificar y eliminar todo aquello que no genere valor agregado en la fabricación de polos, se analizará los 7 + 1 desperdicios, de los cuales, se mostrarán los problemas que se generan en cada uno:

- Sobreproducción
  - ✓ Escasez de espacio en el área de producción
- Tiempo de espera
  - ✓ Retraso en la producción
  - ✓ Demoras en el proceso de producción
- Sobre procesamiento
  - ✓ Reproceso de productos con falla
- Exceso de inventario o stock
  - ✓ Errores en el cálculo de medidas de tela
- Defectos
  - ✓ Mermas de producción
  - ✓ Descalibraciones de las máquinas
- Movimientos innecesarios
  - ✓ Traslado prolongado de las partes a confeccionar
- Transporte
  - ✓ Demoras en el proceso de producción
- Talento humano
  - ✓ Personal desmotivado y agotado

## 2.12 Métrica *lean* (OEE)

De igual modo, para medir las diferentes variables de la producción industrial, se determinará el indicador OEE:

Tabla 2.4 : Indicador OEE de la empresa

Planificación (Turno de 14.5 horas)	Tiempo disponible: 14.5 horas Velocidad estándar: 179 polos / hora Capacidad productiva: 2 600 polos /día	100%
Disponible	Solo 12 horas disponibles de 14.5 horas de trabajo, debido a paradas: Tiempo de transporte, defectos, cambios, esperas, etc. (2148 polos /día)	83%
Rendimiento	Fabricadas una media de 150 polos/ hora, debido a las micro paradas de las máquinas. Polos reales fabricadas: 1800 polos / día	69%
Calidad	Del total de piezas fabricadas, 80 polos son defectuosas. Polos buenos fabricados: 1720 polos / día	96%
<b>OEE =</b>		<b>55%</b>

Como se observa en la tabla 2.4, la efectividad global del equipo (OEE) es equivalente a 55% y es menor al 85% (objetivo de las empresas manufactureras de clase mundial). Esto se debe, a que el indicador con mayor deficiencia es el del rendimiento, debido a que representa el 69% del total de la métrica, teniendo como problema original a las pausas en el uso de las máquinas de la ejecución de los procesos.

### 2.13 Listado de problemas

En virtud de lo analizado y detallado en los párrafos anteriores, se lista los problemas encontrados al aplicar las siguientes herramientas: VSM, 7+1 desperdicios y análisis del OEE. Del uso de estas, mediante la tabla 2.5, los problemas se agrupan según su afinidad, dando como resultado dos (02) principales:

1. Desorden en el área de producción.
2. Paradas de máquinas.

Los cuales han sido detallados de la siguiente manera:

Tabla 2.5 : Listado de problemas

Herramientas	Problemas Identificados	Problemas Principales
7+1 desperdicios (Sobreproducción)	Escasez de espacio en el área de producción	Desorden en el área de producción
7+1 desperdicios (Tiempo de espera y Transporte)	Demoras en el proceso de producción	
VSM	<i>Lead Time</i> prolongado	
7+1 desperdicios (Talento Humano)	Personal desmotivado y agotado	
VSM	Stock de productos en proceso	
7+1 desperdicios (Movimientos innecesarios)	Traslado prolongado de las partes a confeccionar	
7+1 desperdicios (Sobrepesamiento)	Reproceso de productos con falla	
7+1 desperdicios (Tiempo de espera)	Retraso en la producción	Paradas de Máquina
OEE	Equipos con tiempo de vida menor a 3 años	
7+1 desperdicios (Exceso de inventario o stock)	Errores en el cálculo de medidas de tela	
7+1 desperdicios (Defectos)	Descalibraciones de las maquinas	
7+1 desperdicios (Defectos)	Mermas de producción	

## 2.14 Análisis de los problemas principales aplicando el Diagrama de Ishikawa

En el presente subtítulo, con el objetivo de encontrar todas las causas raíces de los problemas, se realiza el siguiente estudio detallado:

- **Primer problema:** Desorden en el área de producción

Se da prioridad a la utilización de la herramienta del diagrama de Ishikawa, el cual consiste en analizar los factores involucrados, para determinar las causas raíces del problema principal. Esto se visualiza en la figura 2.15:

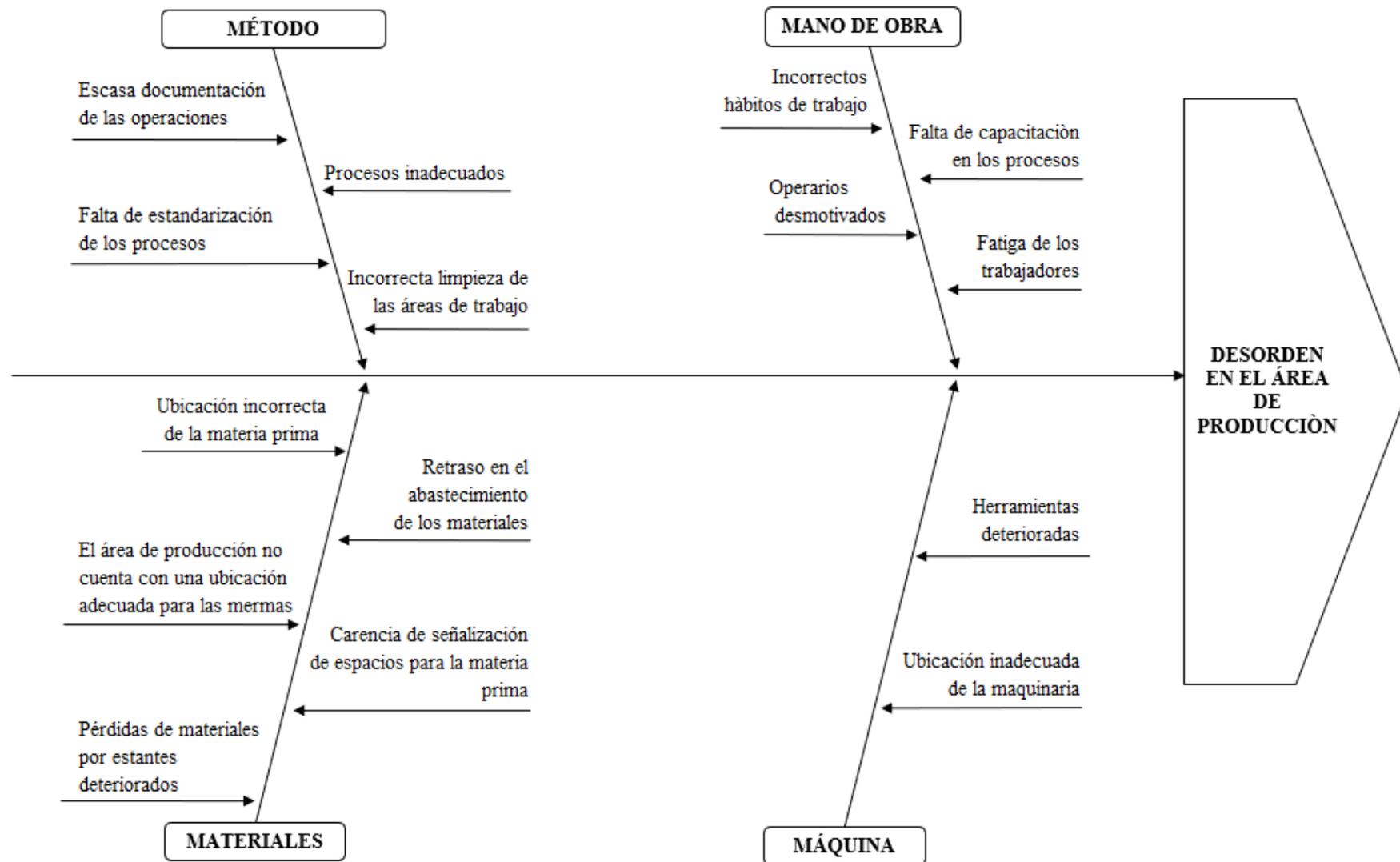


Figura 2.15: Diagrama de Ishikawa para el desorden en el área de producción



Figura 2.16: Fotos reales de las causas del desorden en el área de producción

Como se puede observar en la tabla 2.6, se identifican quince (15) causas raíces, de las cuales, mediante la herramienta de *brainstorming* se evaluó la ponderación de las mismas respecto del problema principal.

Los participantes de este método fueron el gerente general y el jefe de producción, quienes emplearon una escala de: 1 (prioridad baja), 3 (prioridad regular) y 5 (prioridad alta).

Tabla 2.6 : Cuadro resumen de las puntuaciones de las causas del problema principal

Problema Principal	Categorías	Causas	Puntaje de Evaluadores		
			Gerente General	Jefe de Producción	Puntaje Total
Desorden en el área de producción	Método	Escasa documentación de las operaciones	1	3	4
		Procesos inadecuados	3	5	8
		Incorrecta limpieza de las áreas de trabajo	1	3	4
		Falta de estandarización de los procesos	5	5	10
	Materiales	Ubicación errónea de la materia prima	1	3	4
		Retraso en el abastecimiento de los materiales	1	1	2
		Carencia de señalización de espacios para la materia prima	5	3	8
		Pérdidas de materiales por estantes deteriorados	1	1	2
		El área de producción no cuenta con una ubicación adecuada para las mermas	5	5	10
	Máquina	Herramientas deterioradas	1	1	2
		Ubicación inadecuada de la maquinaria	3	3	6
	Mano de Obra	Incorrectos hábitos de trabajo	3	3	6
		Falta de capacitación en los procesos	3	3	6
		Operarios desmotivados	3	3	6
		Fatiga de los trabajadores	1	3	4

Asimismo, se observa la tabla 2.7, con los porcentajes parciales y acumulados de las puntuaciones totales obtenidas de las causas del problema principal, las cuales son ordenadas de mayor a menor.

Tabla 2.7 : Cuadro de cálculo de los porcentajes parciales y acumulados de las causas del problema

Ítem	Causas	Puntaje Total	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
C1	Falta de estandarización de los procesos	10	12.20%	12.20%
C2	El área de producción no cuenta con una ubicación adecuada para las mermas	10	12.20%	24.39%
C3	Carencia de señalización de espacios para la materia prima	8	9.76%	34.15%
C4	Procesos inadecuados	8	9.76%	43.90%
C5	Ubicación inadecuada de la maquinaria	6	7.32%	51.22%
C6	Incorrectos hábitos de trabajo	6	7.32%	58.54%
C7	Falta de capacitación en los procesos	6	7.32%	65.85%
C8	Operarios desmotivados	6	7.32%	73.17%
C9	Fatiga de los trabajadores	4	4.88%	78.05%
C10	Escasa documentación de las operaciones	4	4.88%	82.93%
C11	Incorrecta limpieza de las áreas de trabajo	4	4.88%	87.80%
C12	Ubicación errónea de la materia prima	4	4.88%	92.68%
C13	Herramientas deterioradas	2	2.44%	95.12%
C14	Retraso en el abastecimiento de los materiales	2	2.44%	97.56%
C15	Pérdidas de materiales por estantes deteriorados	2	2.44%	100.00%

En la figura 2.17, se representa el diagrama de barras de los puntajes totales de las causas que originan el problema principal, las cuales, se encuentran ordenadas de mayor a menor puntuación.

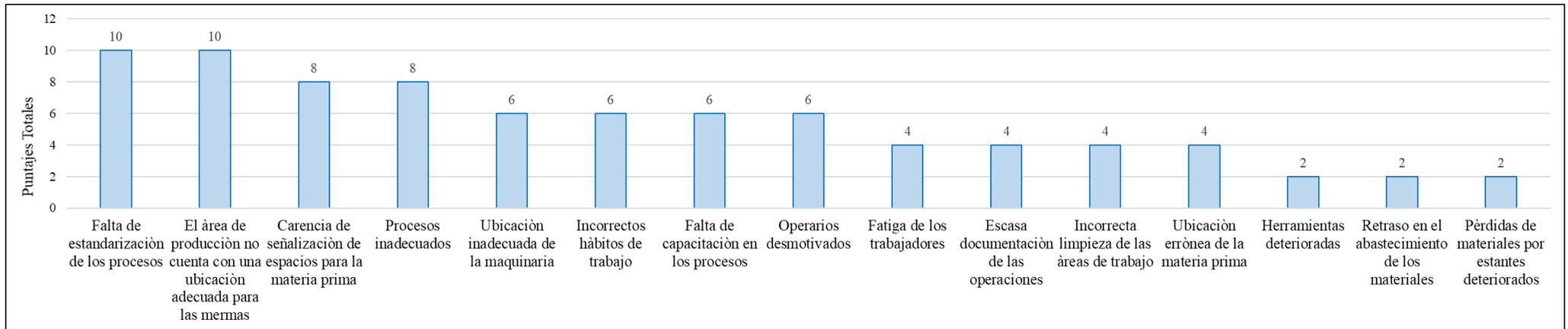


Figura 2.17: Puntajes de las causas originadas por el problema principal

Se emplea el método de Pareto, el cual indica que el 80% de las consecuencias del problema provienen del 20% de las causas. Por tal motivo, se seleccionaron las causas principales que son el 24.39%, siendo estas: 1. Falta de estandarización de los procesos; y, 2. El área de producción no cuenta con una ubicación adecuada para las mermas, las mismas que se pueden observar en la figura 2.18:

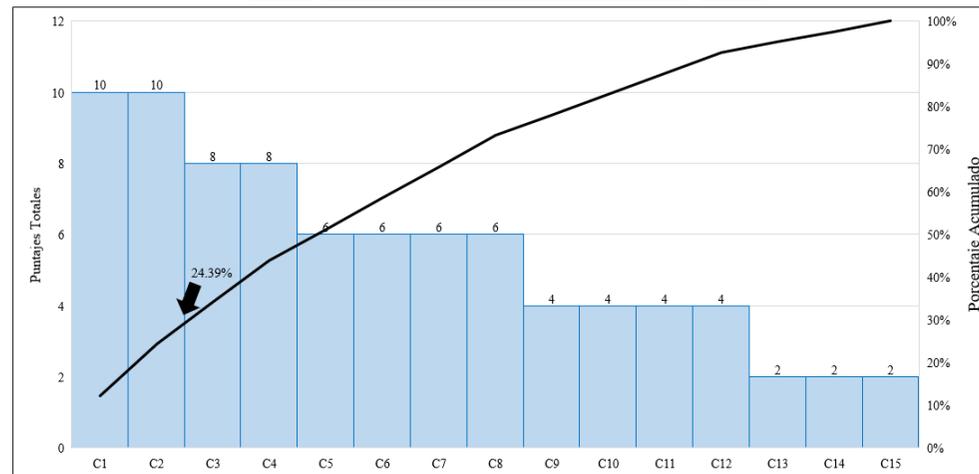


Figura 2.18 : Causas originadas por el Problema Principal

- Segundo problema: Paradas de Máquinas

De la misma forma, se utiliza la herramienta del diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíces del problema principal, analizando todos los factores involucrados. Esto se visualiza en la figura 2.19:

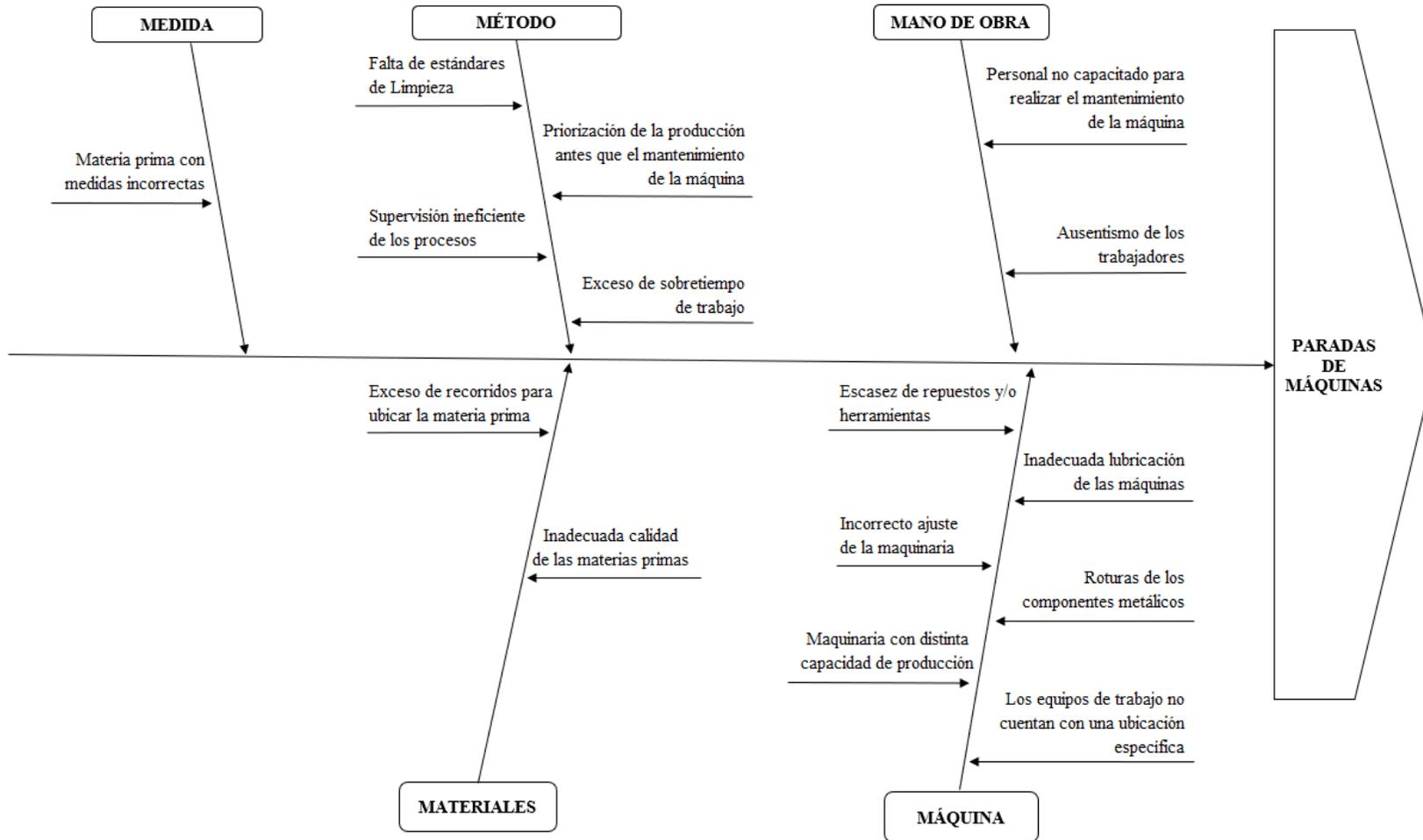


Figura 2.19 : Diagrama de Ishikawa para las paradas de máquinas



Figura 2.20: Fotos reales de las causas de las paradas de máquinas

Dentro de este análisis, se presenta la tabla 2.8, con las quince (15) causas identificadas al problema principal. De igual forma, mediante la herramienta de *brainstorming* se realiza la valoración de estas, las cuales fueron evaluadas por el gerente general y el jefe de producción, empleando una escala de 1 (prioridad baja), 3 (prioridad regular) y 5 (prioridad alta).

Tabla 2.8: Cuadro resumen de las puntuaciones de las causas del problema principal

Problema Principal	Categorías	Causas	Puntaje de Evaluadores		
			Gerente General	Jefe de Producción	Puntaje Total
Paradas de Maquinas	Medida	Materia prima con medidas incorrectas	3	3	6
	Método	Falta de estándares de Limpieza	5	5	10
		Priorización de la producción antes que el mantenimiento	5	5	10
		Supervisión ineficiente de los procesos	5	3	8
		Exceso de sobretiempo de trabajo	1	1	2
	Mano de Obra	Personal no capacitado para realizar el mantenimiento de la máquina	3	3	6
		Ausentismo de los trabajadores	3	3	6
	Materiales	Exceso de recorridos para ubicar la materia prima	3	5	8
		Inadecuada calidad de las materias primas	3	1	4
	Máquina	Escasez de repuestos y/o herramientas	1	1	2
		Incorrecto ajuste de la maquinaria	1	3	4
		Maquinaria con distinta capacidad de producción	3	1	4
		Inadecuada lubricación de las máquinas	3	1	4
		Roturas de los componentes metálicos	1	1	2
		Los equipos de trabajo no cuentan con una ubicación específica	1	1	2

En la tabla 2.9, se visualiza los porcentajes parciales y acumulados de las puntuaciones totales obtenidas para las causas del problema principal, las cuales son ordenadas de mayor a menor.

Tabla 2.9: Cuadro de cálculo de los porcentajes parciales y acumulados de las causas del problema principal

Ítem	Causas	Puntaje Total	Porcentaje Parcial	Porcentaje Acumulado
C1	Falta de estándares de Limpieza	10	12.82%	12.82%
C2	Priorización de la producción antes que el mantenimiento	10	12.82%	25.64%
C3	Exceso de recorridos para ubicar la materia prima	8	10.26%	35.90%
C4	Supervisión ineficiente de los procesos	8	10.26%	46.15%
C5	Personal no capacitado para realizar el mantenimiento de la máquina	6	7.69%	53.85%
C6	Ausentismo de los trabajadores	6	7.69%	61.54%
C7	Materia prima con medidas incorrectas	6	7.69%	69.23%
C8	Inadecuada calidad de las materias primas	4	5.13%	74.36%
C9	Incorrecto ajuste de la maquinaria	4	5.13%	79.49%
C10	Maquinaria con distinta capacidad de producción	4	5.13%	84.62%
C11	Inadecuada lubricación de las máquinas	4	5.13%	89.74%
C12	Los equipos de trabajo no cuentan con una ubicación específica	2	2.56%	92.31%
C13	Exceso de sobretiempo de trabajo	2	2.56%	94.87%
C14	Roturas de los componentes metálicos	2	2.56%	97.44%
C15	Escasez de repuestos y/o herramientas	2	2.56%	100.00%

De esta lluvia de ideas, en la figura 2.21, se muestra el diagrama de barras de los puntajes totales para las causas originadas por el problema principal, el cual, se encuentra ordenado de mayor a menor puntuación.

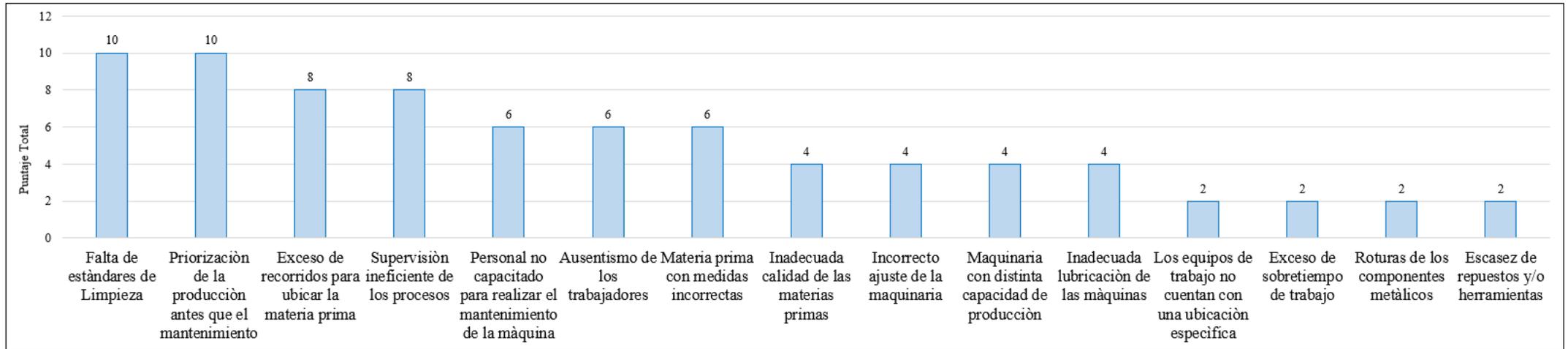


Figura 2.21 :Puntajes de las causas originadas por el problema principal

Finalmente, el diagrama de Pareto señala que el 80% de los efectos del problema resulta del 20% de las causas. En tal sentido, se selecciona las causas principales que son el 25.64%, siendo estas: 1. La falta de estándares de limpieza; y, 2. Priorización de la producción antes que el mantenimiento; los cuales, se pueden visualizar en la Figura 2.22:

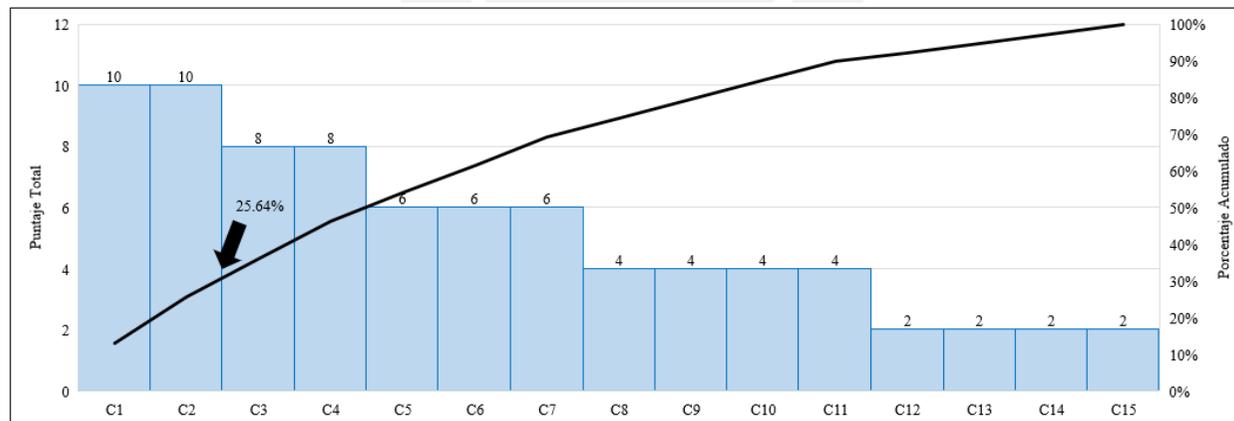


Figura 2.22: Causas originadas por el Problema Principal

Como conclusión preliminar, dado el análisis realizado, arribamos a las siguientes causas principales:

- Falta de estandarización de los procesos.
- El área de producción no cuenta con una ubicación adecuada para las mermas.
- Falta de estándares de limpieza.
- Priorización de la producción antes que el mantenimiento

## 2.15 Identificación de contramedidas para resolver las causas principales

En la tabla 2.10, se determina las herramientas de *lean* a utilizar para solucionar las cuatro (04) causas principales:

Tabla 2.10: Herramientas de *Lean Manufacturing*

<b>Problemas Principales</b>	<b>Causas Principales</b>	<b>Herramientas</b>
Desorden en el Área de Producción	Falta de estandarización de los procesos	Celdas de Manufactura
	El área de producción no cuenta con una ubicación adecuada para las mermas	Metodología 5'S
Paradas de Máquina	Falta de estándares de limpieza	Metodología 5'S
	Priorización de la producción antes que el mantenimiento	Mantenimiento Autónomo

La elección de las herramientas sistematizadas en la tabla anterior, se detallara de manera extensiva en el capítulo de análisis de resultados y propuesta de mejora, que se desarrolla a continuación.

## 2.16 VSM con las herramientas a aplicar

En la figura 2.23, se muestra el mapa del flujo de valor con las herramientas de *Lean Manufacturing* que se aplicarán:

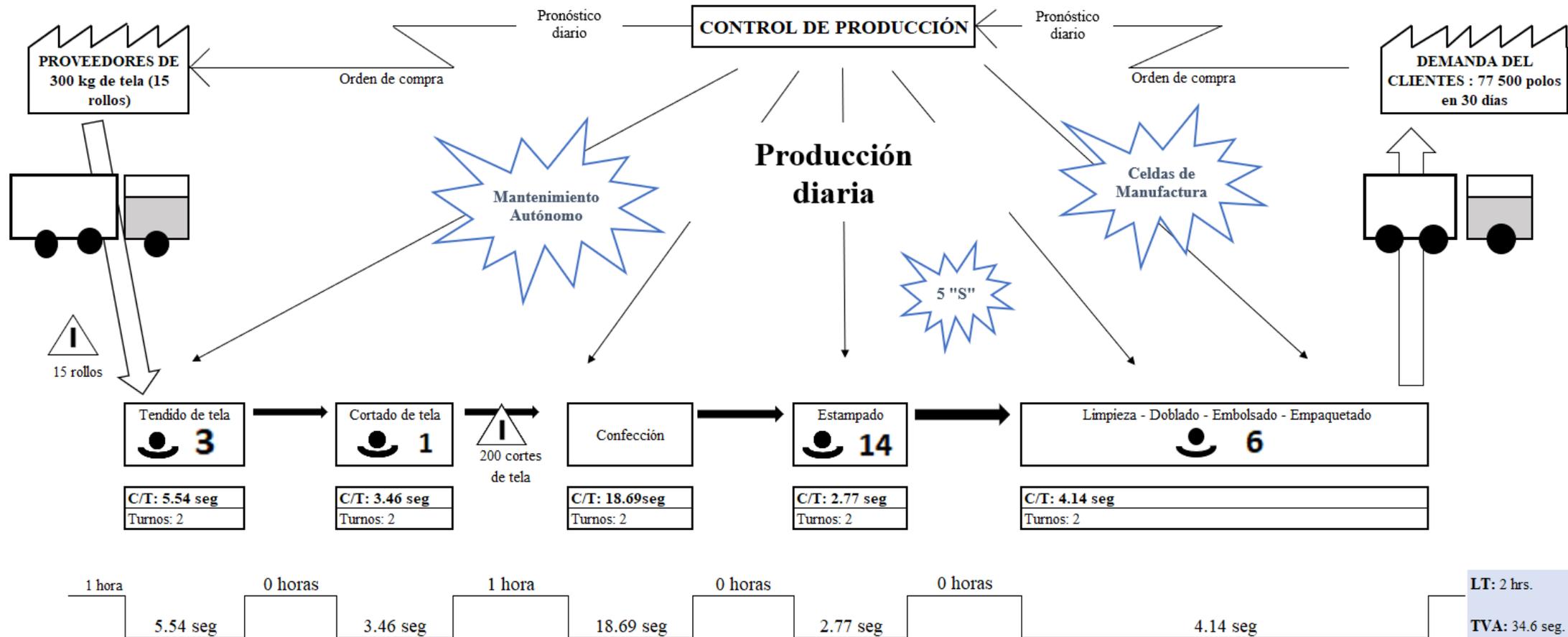


Figura 40: VSM con herramientas a aplicar

## **CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA DE MEJORA**

En el presente capítulo se desarrolla las diferentes herramientas de mejora para solucionar los principales problemas presentes en la fabricación de polos de la *Empresa RA*, en este sentido contamos con: Metodología 5'S, Mantenimiento Autónomo y Celdas de Manufactura; de los cuales evaluaremos el impacto y beneficio que generan.

### **3.1 Plan y Cronograma para la implementación de propuestas**

El desarrollo de la implementación de las propuestas de mejora tiene un plazo de un (01) año, el cual está determinado por una serie de actividades y un tiempo de ejecución de cada herramienta.

Para el plan y el cronograma, se emplea la siguiente estructura:

- En primer lugar, se ejecuta la herramienta de 5'S, la cual tiene como principal objetivo implementar lugares de trabajo mejor organizados, ordenados y limpios de forma permanente, teniendo una mayor productividad y un mejor clima laboral. Por tal motivo, se realizan dos tipos de auditorías: de un lado, una auditoría de piso (ejecutada en cuatro (04) semanas); y, de otro lado, una auditoría de piso permanente (ejecutada hasta el final de la planificación).
- En segundo lugar, se desarrolla el mantenimiento autónomo, el cual brinda un cambio de cultura en la producción pues permitirá la optimización del uso de los equipos.
- Finalmente, se pone en práctica la aplicación de las celdas de manufactura para obtener una mejora en el flujo de los procesos de la empresa.

Cabe mencionar, que previamente a la implementación de cada herramienta, se desarrollará una introducción y/o capacitación al personal, con la finalidad de conocer a detalle en que consiste, como funciona y que postura se debe tener al momento de la ejecución.



### 3.1.1 Implementación de las 5'S

El uso de esta herramienta tiene como objetivo principal lograr un espacio de trabajo organizado, ordenado y limpio para los trabajadores, en donde se desarrolla el crecimiento y transformación de la cultura en la empresa. Asimismo, en esta metodología, se definen los siguientes comités:

- **Comité Central:** Es el responsable de liderar el proyecto de 5'S, este necesitará el siguiente personal: gerente general, operario 1, operario 2, operario 3, operario 4 y operario 5. Asimismo, será el encargado de ejecutar y supervisar la implementación de cada S.
- **Comité de fotografía:** Es el encargado del registro fotográfico de las áreas. Las tomas fotográficas que documentaran el procedimiento se realizan antes de la implementación y después de la misma. Por tal motivo, cada operario del comité central, tendrá que evaluar una S, es decir, el Operario 1 se hará cargo del comité clasificación; el operario 2 se hará cargo del comité de orden; el operario 3 se hará cargo del comité de limpieza; el operario 4 se hará cargo del comité salud y seguridad; y, finalmente el operario 5 se hará cargo del comité de autodisciplina.
- **Comité de lanzamiento:** Es quien ejecuta campañas para generar la curiosidad de los trabajadores, según lo solicitado por el comité central 5'S. Estas personas, deben ser creativas, proactivas e imaginativas.
- **Comité de capacitación:** El cual está conformado por el equipo de facilitadores (también llamados formadores), quienes están encargados de ejecutar el planeamiento, programación, ejecución y seguimiento de la capacitación en 5'S.
- **Comité de auditoría:** Encargado de facilitar el cumplimiento de la implementación de las 5'S. Conformado por auditores *coach*, quienes deben tener una comunicación empática y asertiva con los trabajadores.

Del mismo modo, en cada S, se realizará un concurso para determinar el *OPL – One point lesson*, el cual tiene como objetivo disminuir los tiempos de capacitación y formación, mejorar la ejecución de los procesos y aprovechar el capital intelectual de los trabajadores de cada área. En cada S, se debe realizar lo siguiente:

- Los trabajadores participantes tendrán un plazo de una (01) semana para elaborar el OPL de la respectiva S, en el cual se observará la situación anterior y posterior a la implementación. El OPL debe desarrollarse en la última semana de la implementación de la S.
- El OPL debe ser conciso, sencillo y fácil de entender.
- El comité central evaluará y elegirá al OPL ganador, comunicando el resultado al inicio de la siguiente S.
- El comité central dispondrá que la OPL de cada S, sea exhibido y replicado en todas las áreas de la empresa, teniendo como finalidad ser un elemento de enseñanza para el trabajador.

Cabe mencionar, que el OPL se actualiza ante cualquier mejora que se realice en cada S.

### **3.1.2 Aplicación de la primera S: Clasificación**

Para que los trabajadores apliquen la primera S, deben trabajar bajo el lema: “Lo que no sirva que no estorbe”.

En esta primera S, se buscará obtener un espacio de trabajo con los artículos y herramientas indispensables, en donde se retirarán todos los elementos innecesarios para las respectivas operaciones de producción. Por lo cual, se deberá seguir los siguientes pasos:

- 1. Identificar los elementos innecesarios:** Para poder identificar los elementos que no son necesarios en el proceso de producción, el comité de clasificación (en nuestro caso el operario 1) debe seguir el flujo de la figura 3.2, en donde se determina la acción correctiva a emplear dependiendo del objetivo evaluado.

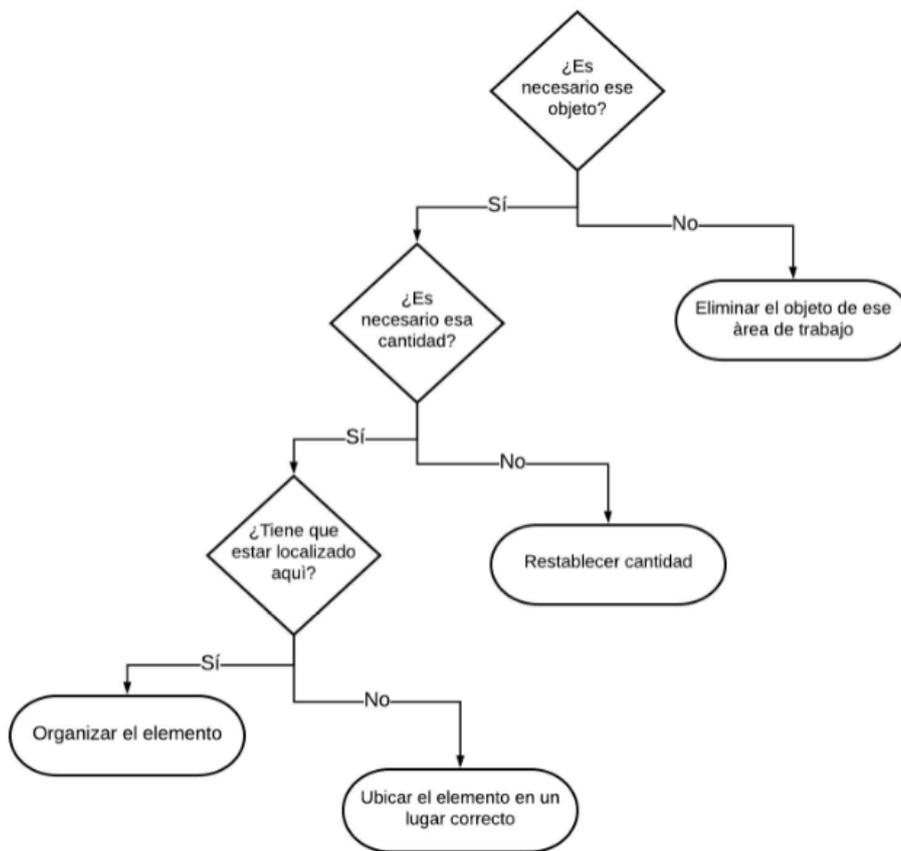


Figura 3.2: Flujo de identificación de elementos innecesario

Por tal motivo, se ha considerado necesario mostrar los elementos innecesarios en la tabla 3.3.

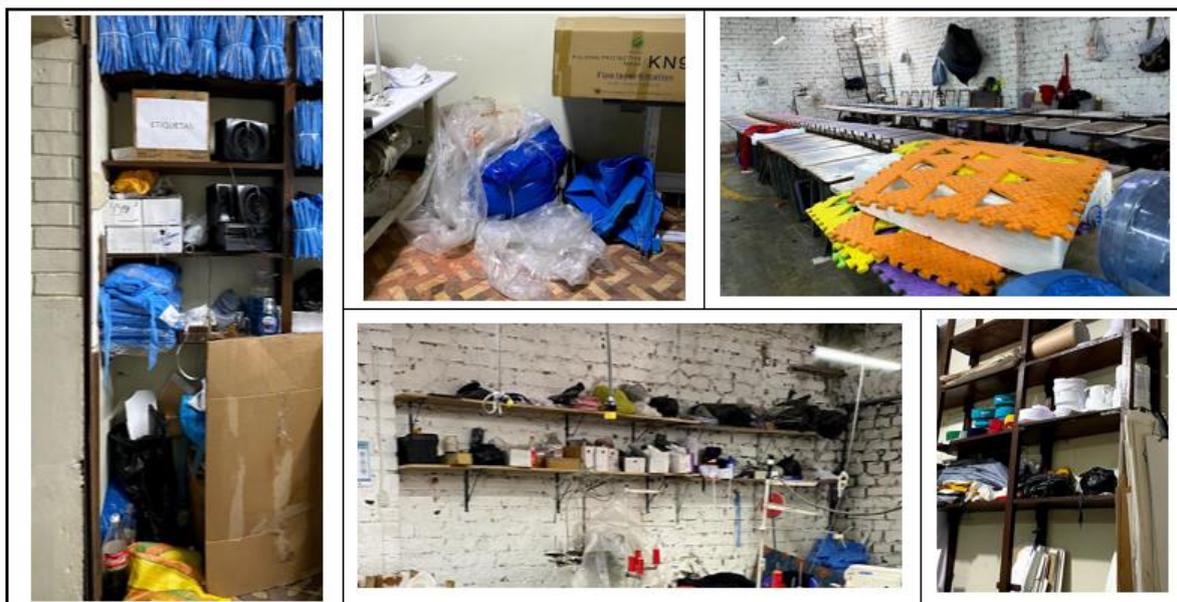


Figura 3.3: Elementos innecesario

2. **Aplicar tarjetas de color rojo:** Para conocer la ubicación del elemento innecesario, se marcará el área con una tarjeta roja. Posteriormente, se deberá tomar acciones correctivas. La tarjeta a utilizar, requiere de las siguientes características:

- a. Tener números consecutivos.
- b. Contar con colores intensos, los cuales ayudarán en la identificación del problema.
- c. Contener la siguiente información:
  - i. Nombre del objeto innecesario
  - ii. Cantidad del objeto innecesario
  - iii. La razón por la cual es innecesario
  - iv. Posibles causas de la permanencia en ese lugar
  - v. Plan de acción para su eliminación

Para lograr este objetivo, se utilizará el modelo de tarjeta mostrada en la figura 3.4, la cual es aplicada en la figura 3.5.

Formulario de una tarjeta roja con los siguientes campos:

- No. \_\_\_\_\_
- TARJETA ROJA 5'S**
- Información Gen-
  - Propuesta por \_\_\_\_\_ Responsable de área \_\_\_\_\_
  - Area / Depto. \_\_\_\_\_
  - Descripción de artículo \_\_\_\_\_
- CATEGORIA**
  - Máquina/Equipo  Material gastable
  - Herramienta  Materia prima
  - Instrumento  Trabajo en proceso
  - Partes eléctricas  Producto terminado
  - Partes mecánicas  Otros
- OTROS/COMENTARIO \_\_\_\_\_
- RAZON DE TARJETA**
  - Innecesario  Defectuoso
  - Fuera de especificaciones  Otros
  - Otros \_\_\_\_\_
- ACCION REQUERIDA**
  - Eliminar
  - Agrupar en espacio separado
  - Retomar
  - Otros: \_\_\_\_\_
  - Fecha inicio \_\_/\_\_/\_\_ Final de la acción \_\_/\_\_/\_\_

Figura 3.4: Modelo de tarjeta roja

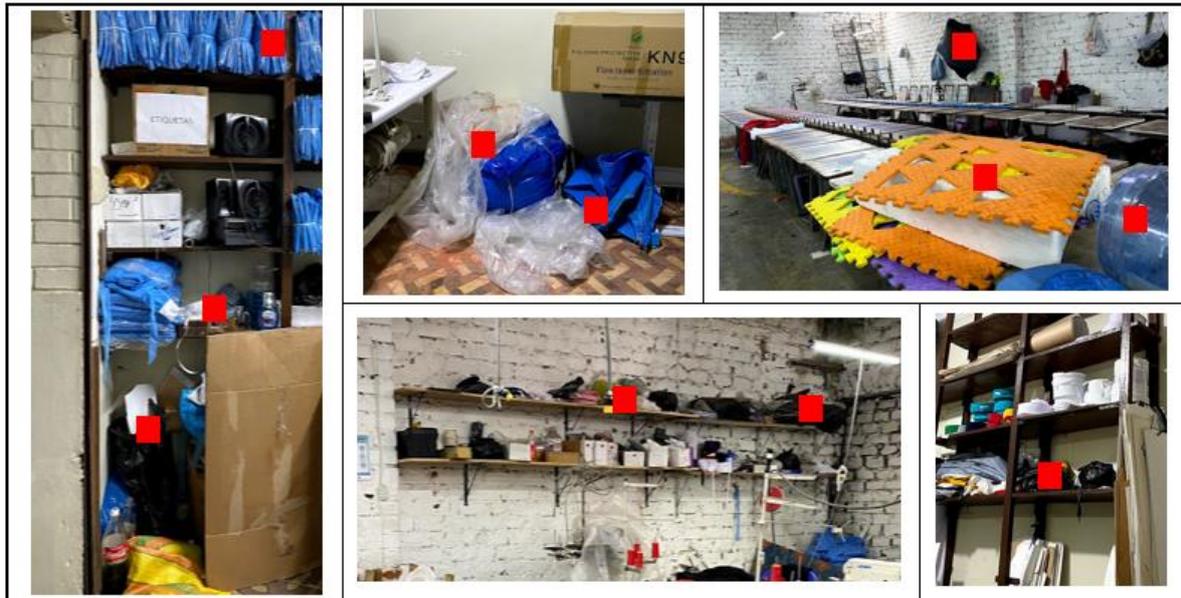


Figura 3.5: Elementos con tarjeta roja

- 3. Listado de elementos innecesarios:** Se diseña una lista, en el cual se registra los objetos, su ubicación, la cantidad encontrada y la acción que se sugiere: eliminarlo o ubicarlo en el lugar correcto. Esto permite mantener un control y obtener una toma de decisiones asequible. En este caso, se ha realizado a través de la tabla 3.1 un listado general de objetos innecesarios.

Tabla 3.1: Listado de objetos innecesarios

#	Objeto	Cantidad	Ubicación	Acción a Realizar
1	Hilos	Alta	Encima de los estantes	Ubicarlo en el lugar correcto
2	Botellas	Mediana	Debajo de los estantes	Eliminarlos
3	Bolsas	Mediana	Al costado de las máquinas	Eliminarlos
4	Cartones	Mediana	Encima del área de estampado	Eliminarlos
5	Productos terminados	Alta	En espacios vacíos	Ubicarlo en el lugar correcto
6	Equipo de sonido	Baja	Encima del estante	Ubicarlo en el lugar correcto
7	Mochilas	Mediana	En espacios vacíos	Eliminarlos
8	Productos en proceso	Mediana	En espacios vacíos	Ubicarlo en el lugar correcto
9	Telas	Mediana	AL costado del área de confección	Ubicarlo en el lugar correcto

**4. Plan de acción para retirar elementos innecesarios:** Tras realizar el proceso de clasificación, se logra eliminar un gran número de elementos innecesarios. Sin embargo, quedan otros elementos por retirar. Por tal motivo, se debe preparar un plan de acción para eliminarlos de forma gradual. Este plan debe optar por alguna de las siguientes acciones:

- Mantener los objetos en su mismo lugar.
- Trasladar los elementos a nuevos lugares, dentro de la misma área.
- Instalar un área de residuos para vender, donar, desechar y/o destruir los objetos.

Adicionalmente, es necesario realizar un informe, en donde se registre el avance de las acciones y decisiones planificadas.

De otra parte, con el objetivo de obtener el mejor aprendizaje de la primera S, en la última semana de implementación, se desarrolla el concurso OPL. En este concurso se debe convocar a todo el personal de producción y se debe utilizar el formato de la figura 3.6. Esto, permite a cada trabajador aprender, reflexionar y aplicar la metodología de la primera S.

<b>OPL - CLASIFICACIÓN</b>	
Elaborado por: _____ Revisado por: _____	Área: _____ Fecha: _____
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>ANTES:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>DESPUÉS:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>OBJETIVO:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>PASOS A SEGUIR:</b>  <div style="height: 60px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>HERRAMIENTAS:</b>  <div style="height: 60px;"></div> </div>

Figura 3.6: OPL - Clasificación

De igual forma, con la finalidad de verificar el cumplimiento de la implementación de la primera S, el comité de clasificación (en nuestro caso el operario 1) diseña una lista de cuatro (04) criterios, en donde el auditor *coach*, mediante un recorrido, determina el estado de cada área. Esto tiene como objetivo medir el sentido de clasificación y según sea la información, ejecutar acciones correctivas. Para lograr esto, se debe usar el formato que se muestra en la figura 3.7.

<b>FICHA DE AUDITORIA DE CLASIFICACIÓN</b>			
<b>"Lo que no sirva que no estorbe"</b>			
<b>Área:</b>		<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>			
Nº	CRITERIOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Se clasificó de forma correcta los desperdicios?		
2	¿Se encuentran elementos necesarios en el área?		
3	¿Los desperdicios y elementos innecesarios, fueron eliminados?		
4	¿El área se encuentra limpio y ordenado?		
<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>			
> 60%	[40 - 60[ %	< 40%	
			

Figura 3.7: Ficha de auditoria de clasificación

**Beneficio:** Al finalizar la implementación de la primera S, se obtendrá un área de trabajo con mayor espacio, en donde la empresa aprovechará el uso de las paredes, teniendo una ganancia aproximada de 10 metros cuadrados, los cuales permitirán almacenar de forma adecuada el producto terminado.

### 3.1.3 Aplicación de la segunda S: Orden

Para que los trabajadores apliquen la segunda S, deben trabajar bajo el lema: “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

Como paso previo a la implementación de esta segunda S, se ha considerado necesario organizar los materiales productos e insumos, tal como se muestra en la tabla a continuación.

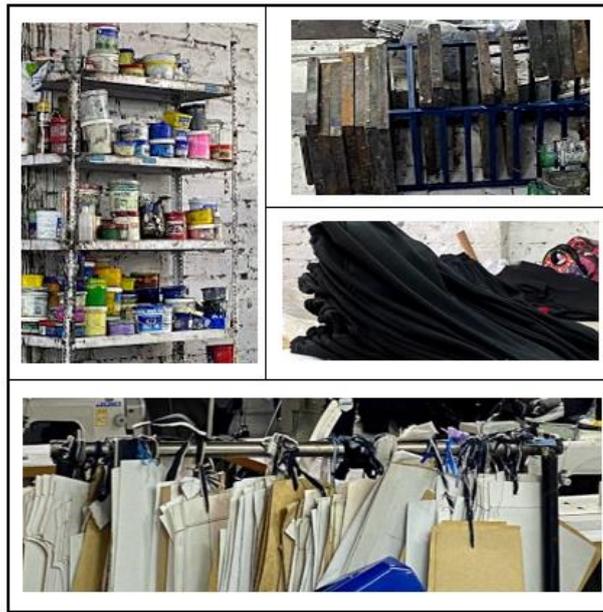


Figura 3.8: Materiales, productos e insumos para ser organizados

La segunda S, consiste en ubicar los elementos necesarios en un lugar correcto, la cual tiene como finalidad encontrarlos de una forma fácil y rápida. Se organizará los objetos de las áreas de trabajo, permitiendo una adecuada visualización. Para ejecutar esta S, se debe realizar lo siguiente:

- **Demarcar:** Esta acción debe delimitar el lugar necesario y adecuado para ubicar de una forma correcta las herramientas, insumos, máquinas, materia prima, productos, entre otros. Al disponer de cada sitio demarcado, se obtiene un mejor acceso al elemento utilizado, debido a que se ordena por las especificaciones técnicas y/o frecuencia de uso. En la figura 3.9 encontramos todos los materiales, productos e insumos que serán demarcados.



Figura 3.9: Maquinas y herramientas para ser enmarcados

- **Identificar:** Se debe tener una identificación visual correcta de los elementos, los cuales serán organizados por sus especificaciones técnicas y seguridad en máquinas, equipos e insumos. Para esta identificación, se utilizan los estantes mostrados en la figura 3.10, en los cuales se colocarán letreros para diferenciar con mayor claridad los elementos que contiene cada uno.

<p style="text-align: center;">Estante para Pinturas</p> 	<p style="text-align: center;">Estante para Materiales Adicionales</p> 
<p style="text-align: center;">Estantes para Moldes</p> 	<p style="text-align: center;">Estantes para Hilos</p> 

Figura 3.10: Identificación de materiales

- **Señalizar:** Es necesario señalar y ubicar los flujos de sistemas auxiliares de las operaciones: eléctricos, combustibles, entre otros.

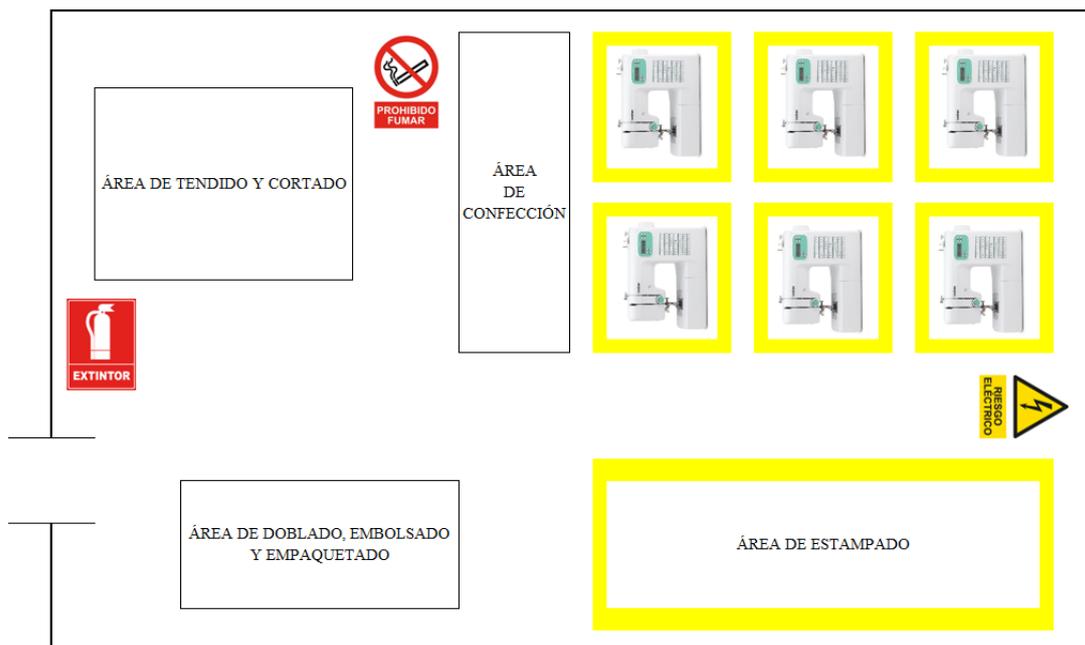


Figura 3.11: Demarcación y Señalización del área de producción

Adicionalmente a lo mencionado en líneas anteriores, con el objetivo de obtener el mejor aprendizaje de la segunda S, en la última semana de implementación, se desarrolla el concurso OPL. En este concurso se debe convocar a todo el personal de producción y se debe utilizar el formato de la figura 3.12. Esto, permite a cada trabajador aprender, reflexionar y aplicar la metodología de la segunda S.

<b>OPL - ORDEN</b>	
Elaborado por: _____ Revisado por: _____	Área: _____ Fecha: _____
<b>ANTES:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> </div>	<b>OBJETIVO:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 10px;"></div>
<b>DESPUÉS:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> </div>	<b>PASOS A SEGUIR:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 10px;"></div>
	<b>HERRAMIENTAS:</b> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin-top: 10px;"></div>

Figura 3.12: OPL - Orden

De igual forma, con el fin de verificar el cumplimiento de la implementación de la segunda S, el comité de clasificación diseña una lista de cuatro (04) criterios, en donde el auditor *coach*, mediante un recorrido, establece el estado de cada área. Esto tiene como objeto medir el sentido de orden y según sea la información, ejecutar acciones correctivas. Se debe usar el formato que se muestra en la figura 3.13.

<b>FICHA DE AUDITORIA DE ORDEN</b>			
<b>"Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"</b>			
<b>Área:</b>		<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>			
Nº	CRITERIOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Los estantes del área son adecuados para el operario?		
2	¿Los materiales son fáciles de encontrar?		
3	¿El área cuenta con tachos ubicados y etiquetados correctamente?		
4	¿Los operarios guardan los elementos y/o materiales en el mismo lugar?		
<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>			
> 60%	[40 - 60[ %	< 40%	
			

Figura 3.13: Ficha de auditoria de orden

**Beneficio:** Al finalizar la implementación de la segunda S, se obtendrá un ambiente de trabajo agradable, en donde se facilitará el acceso rápido a los materiales y/o elementos que se requiere para la operación, reduciendo el tiempo de búsqueda en un 50% (de 30 minutos a 15 minutos). Asimismo, se mejora el control visual de los elementos para la producción general. Además, se obtendrá mayor espacio en el área de confección (un aproximado de 5 metros cuadrados).

### 3.1.4 Aplicación de la tercera S: Limpieza

Para que los trabajadores apliquen la tercera S, deben trabajar bajo el lema “Hagamos de la limpieza una inspección”.

La tercer S, tiene como objetivo identificar áreas y/o espacios de suciedad de todos los elementos de una empresa, para tomar acciones dirigidas a su pronta eliminación. Por tal motivo, se deberán seguir los siguientes pasos:

**1. Limpieza profunda:** Todos los participantes de la empresa son responsables de esta actividad, en la cual, se deberá limpiar a fondo el área de trabajo, herramientas, equipos y/o muebles. Para lograr el éxito se deberá asignar personal a los diferentes elementos y lugares comunes. Esta limpieza profunda, estará programada cada seis (06) meses y estará a cargo de las diversas áreas de producción, es decir, se realizará dos (02) veces al año.

Para corroborar la necesidad de esta limpieza profunda, se aprecia la figura 3.14, donde se visualizan fotografías de las áreas de producción.



Figura 3.14: Áreas para realizar una limpieza profunda

**2. Planificar el mantenimiento de la limpieza:** Con el objetivo de mantener y mejorar lo iniciado con la limpieza profunda, es de vital importancia planificar como se logrará conservar la limpieza de una forma permanente. Por esta razón, es muy importante ubicar las principales áreas de suciedad y planear su eliminación.

Asimismo, para identificar las áreas con mayor suciedad de la empresa textil, apreciamos la figura 3.15, donde se observa que esta es el área de confección.

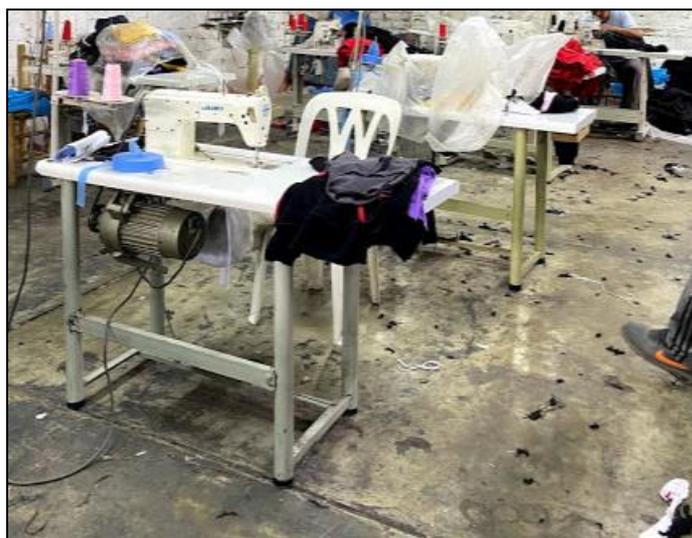


Figura 3.15: Principal área de suciedad

3. **Preparación del manual de limpieza:** Se debe preparar el manual de limpieza, en donde se determinarán los procedimientos, normas y estándares, conforme a la limpieza profunda y a la limpieza permanente. Asimismo, el manual debe contener la información mostrada en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Manual de limpieza - Máquinas

Manual de Limpieza					
Máquina	Superficie Interna		Superficie Externa	Periodicidad	Responsable
	Paso 1	Paso 2	Paso 3		
Remalladora	Cepillar las máquinas para eliminar pelusas de hilo.	Utilizar una sopladora para limpiar lugares de difícil acceso.	Echar una gota de aceite liviano.	Después de cada uso	Operario 1
Tapeteadora					Operario 2
Recubridora					Operario 3

4. **Programa de perpetuidad:** El programa tiene como objetivo lograr una permanencia de limpieza segura en las diferentes áreas de trabajo, en los cuales, cada líder y su equipo estarán a cargo.

5. **Programa diario de limpieza:** Asimismo, se implementará un manual de registro, en donde se mencionarán a los responsables (quienes serán designados por el comité de limpieza, quien en nuestro caso es el operario 3) con sus respectivos horarios, con el objetivo de tener una limpieza diaria. Para implementar este programa, se utilizará en cuadro contenido en la tabla 3.3.

Tabla 3.3: Cuadro de control para una limpieza diaria

Cuadro de Control de Limpieza					
Actividades a Realizar	Firma del Gerente				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Limpieza de las máquinas					
Barrido del área de confección					
Barrido del área de estampado					
Barrido del área de tendido					
Limpieza de los productos en proceso					

**6. Programa de control con lista de chequeo:** Además, con la finalidad de verificar el cumplimiento del programa, el líder de cada área deberá reportar mediante una lista de chequeo el estado de limpieza. Para realizar estos chequeos, se utilizará el manual de limpieza por áreas especificado en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Manual de limpieza por áreas

Manual de Limpieza						
Área	Procedimiento			Utensilios	Periodicidad	Responsable
	Paso 1	Paso 2	Paso 3			
Tendido - Cortado	Retirar los objetos que están encima de la mesa.	Echar líquido limpiador sobre la mesa.	Con un trapo, retirar el líquido de la mesa.	- Trapo - Líquido limpiador	Antes del uso de la mesa	Operario 4
Confección	Seguir el manual de limpieza - máquinas.	Mover las sillas del lugar.	Barrer y botar los desperdicios del suelo.	-Escoba - Recogedor - Trapos	Diario	Operario 5
Estampado	Retirar los objetos innecesarios del área de estampado.	Ponerse los guantes y echar el líquido limpiador al área.	Con un trapo retirar el líquido vertido anteriormente.	- Guantes - Esponja - Líquido limpiador	Diario	Operario 6
Doblado - Embolsado y Empaquetado	Trasladar los objetos de la mesa a su lugar correspondiente.	Con el trapo limpiar el lugar de trabajo.	Finalmente, barrer y retirar los elementos del suelo.	- Trapo -Escoba - Recogedor	Diario	Operario 7

Adicionalmente a lo mencionado en líneas anteriores, con el objetivo de obtener el mejor aprendizaje de la tercera S, en la última semana de implementación, se desarrolla el concurso OPL. En este concurso se debe convocar a todo el personal de producción y se debe utilizar el formato de la figura 3.16. Esto, permite a cada trabajador aprender, reflexionar y aplicar la metodología de la tercera S.

<b>OPL - LIMPIEZA</b>	
Elaborado por: _____ Revisado por: _____	Área: _____ Fecha: _____
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>ANTES:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>DESPUÉS:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>OBJETIVO:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>PASOS A SEGUIR:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>HERRAMIENTAS:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div>

Figura 3.16: OPL - Limpieza

De igual forma, con el fin de verificar el cumplimiento de la implementación de la tercera S, el comité de clasificación diseña una lista de cuatro (04) criterios, en donde el auditor *coach*, mediante un recorrido, establece el estado de cada área. Esto tiene como objetivo medir el sentido de limpieza y según sea la información, ejecutar acciones correctivas. Se debe usar el formato que se muestra en la figura 3.17.

FICHA DE AUDITORIA DE LIMPIEZA "Hagamos de la limpieza una inspección"			
Área:		Encargado:	
Fecha:			
N°	CRITERIOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿El área cuenta con máquinas y áreas limpias?		
2	¿Los materiales de limpieza se encuentran en un lugar apropiado?		
3	¿Se tiene claro el método de limpieza?		
4	¿Se cuenta con protocolos de limpieza?		
GRADO DE CUMPLIMIENTO			
> 60%	[40 - 60[ %	< 40%	
			

Figura 3.17: Ficha de auditoria de limpieza

**Beneficio:** Al finalizar la implementación de la tercera S, se evidenciará un incremento de la calidad en la producción (obteniendo una reducción de 80 a 50 unidades defectuosas), en donde se mejorará el bienestar físico y mental de los operarios. Asimismo, se tendrán controles de limpieza semanales, mensuales y semestrales en las áreas de trabajo, reduciendo las inspecciones en las máquinas (inspecciones que en la actualidad son mensuales), así como un mayor rendimiento de los trabajadores al 97%, debido a que se aprecia un ambiente seguro, agradable y limpio, con lo cual se producen 1 875 productos por día, obteniendo finalmente una confección de 1 825 polos sin defectos.

### 3.1.5 Aplicación de la cuarta S: Sentido de salud y seguridad

Para que los trabajadores apliquen la cuarta S, deben trabajar bajo el lema “Seguridad ante todo”.

Esta cuarta S, se encargará de eliminar todas las cosas, elementos y/o materiales que hagan tener un ambiente de trabajo inadecuado, es decir, que comprometa la salud e integridad de las personas en la

empresa. Por tal motivo, se presentarán los pasos que se debe realizar para obtener una cultura de prevención de accidentes.

1. **Desarrollo de la matriz IPER en la planta y oficinas administrativas:** La matriz IPER será elaborada por el equipo de Salud y Seguridad del área para luego ser entregada al respectivo comité. Esta, tiene como objetivo planificar la capacitación de los operarios, así como la gestión de su inspección. Para lograr estos objetivos utilizaremos como modelo la matriz contenida en la figura 3.18; aplicada para nuestro caso en particular en la tabla 3.5.

IPERC CONTINUO								
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN IPER				EVALUACIÓN DEL RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
Desprendimiento de Rocas	Daño a personas o equipos							
Derrame de Aceite	Daño a las personas							
Trabajos en Altura	Caída de personas o equipos							
Manipulación de Materiales Peligrosos	Daño a personas y ambiente de trabajo							
Operación de Vehículos	Daño a las personas y equipos							
Ruido	Daño a las personas							
Ventilación en la Zona de Trabajo	Daño a las personas y equipos							
Cambio de Llantas	Daño a las personas y equipos							
... Otros								
<b>SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO</b>								
1.-								
2.-								
<b>DATOS DE LOS SUPERVISORES</b>								
<b>HORA</b>	<b>NOMBRE DEL SUPERVISOR</b>	<b>MEDIDA CORRECTIVA</b>			<b>FIRMA</b>			

Figura 3.18: Formato de matriz IPER continuo  
Fuente: Página IPER, IPERC (Braulio Castillo, 2015)

Tabla 3.5: Matriz IPERC realizado a la empresa

MATRIZ IPERC												
Tarea	Identificación de Factores de Riesgo		Evaluación del Riesgo Actual				Acción Correctiva		Evaluación del Riesgo Residual			
	Peligro	Riesgo	Probabilidad	Severidad	Nivel de Riesgo	Clasificación de Riesgo	Medidas de Control	Responsable	Probabilidad	Severidad	Nivel de Riesgo	Clasificación de Riesgo
Cortar Tela	Manipulación inadecuada de la máquina de cortar	Cortes con la máquina	2	5	10	Medio	Capacitación a los operarios sobre el uso de las máquinas	Comité de Salud y Seguridad	1	1	1	Bajo
Confección	Incorrecto manejo del pedal en la máquina de coser	Atrapamiento del pie con el pedal	3	4	12	Medio	Inspeccionar los equipos y capacitar al personal		1	1	1	Bajo
Posicionar en el lugar correcto las máquinas	Cargar y/o mover las máquinas	Sobreesfuerzo físico	3	5	12	Medio	Sustituir la forma manual y utilizar un montacargas		1	1	1	Bajo
Uso de las diferentes herramientas	Herramientas defectuosas	Golpes y Cortes	2	4	12	Medio	Tener mantenimientos y capacitaciones		1	1	1	Bajo
-	Cables sueltos	Personal electrocutado	5	2	10	Medio	Señalizar los cables		3	1	3	Bajo

2. **Elaboración del mapa de riesgos:** Tiene como finalidad, eliminar y/o minimizar los peligros que representan las áreas de trabajo. Está elaborado en base a la matriz IPER (realizada en el paso 1) por el equipo de salud y seguridad. Este mapa brinda una serie de símbolos, los cuales indican que nivel de exposición al peligro presentan.

Usaremos la figura 3.19 para conocer los lugares donde se implementará la simbología, los cuales nos permitirán determinar la conclusión del mapa de riesgos mostrado en la figura 3.20.

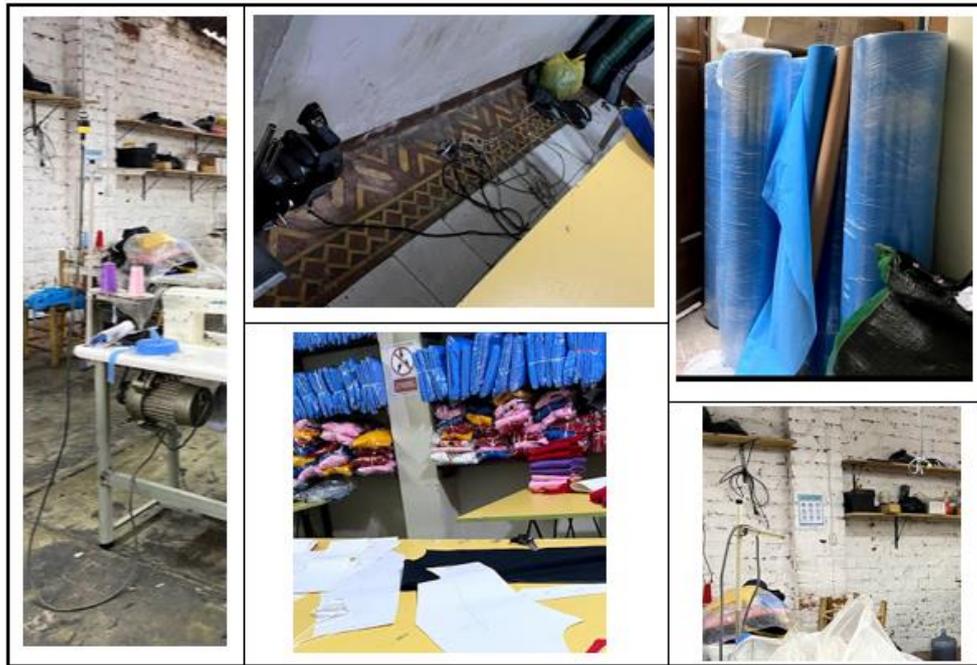


Figura 3.19: Áreas a implementar la simbología

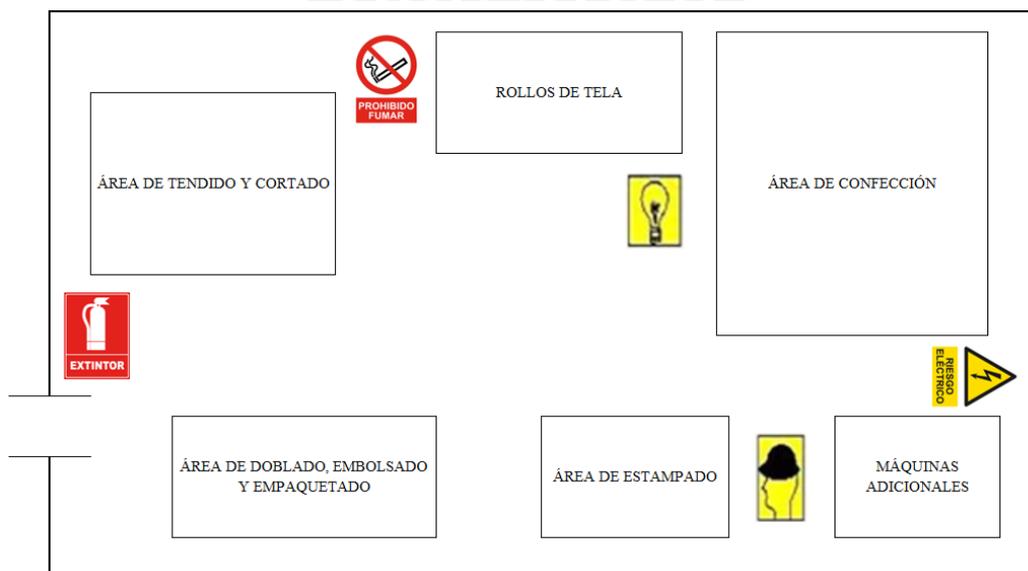


Figura 3.20: Mapa de riesgos

- 3. Acciones de seguridad:** Con el apoyo del mapa de riesgos, se tomarán acciones correctivas, las cuales serán revisadas y elaboradas por los comités de salud y seguridad; y, de orden (quien en nuestro caso es el operario 3).

Adicionalmente a lo mencionado en líneas anteriores, con el objetivo de obtener el mejor aprendizaje de la cuarta S, en la última semana de implementación, se desarrolla el concurso OPL. En este concurso se debe convocar a todo el personal de producción y se debe utilizar el formato de la figura 3.21. Esto, permite a cada trabajador aprender, reflexionar y aplicar la metodología de la cuarta S.

<b>OPL - SENTIDO DE SALUD Y SEGURIDAD</b>	
Elaborado por: _____ Revisado por: _____	Área: _____ Fecha: _____
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>ANTES:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>DESPUÉS:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>OBJETIVO:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>PASOS A SEGUIR:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>HERRAMIENTAS:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div>

Figura 3.21: OPL – Sentido de Salud y Seguridad

De igual forma, con el fin de verificar el cumplimiento de la implementación de la cuarta S, el comité de clasificación diseña una lista de cuatro (04) criterios, en donde el auditor *coach*, mediante un recorrido, establece el estado de cada área. Esto tiene como objetivo medir el sentido de salud y seguridad y según sea la información, ejecutar acciones correctivas. Se debe usar el formato que se muestra en la figura 3.22.

**FICHA DE AUDITORIA DE SALUD Y SEGURIDAD**  
**"Seguridad ante todo"**

Área:	
Fecha:	

Encargado:	
------------	--

N°	CRITERIOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Los operarios conocen a detalle cada proceso?		
2	¿Se realiza capacitaciones sobre el uso de máquinas?		
3	¿La limpieza se encuentra visible?		
4	¿Se toman medidas de seguridad en las operaciones realizadas?		

GRADO DE CUMPLIMIENTO		
> 60%	[40 - 60[ %	< 40%
		

Figura 3.22: Ficha de Salud y Seguridad

**Beneficio:** Mediante las capacitaciones y las acciones correctivas de todos los riesgos que existen en la empresa por parte de los trabajadores, se logrará eliminar el 100% de los accidentes (de 5 a 0) y se reducirán enfermedades ocasionadas en las diferentes áreas de la empresa. Asimismo, ayudará a conservar y mejorar la productividad, cuidando la salud e integridad física de los operarios, teniendo un aproximado de 72.5 HH de ahorros mensuales.

### 3.1.6 Aplicación de la quinta S: Autodisciplina

Para que los trabajadores apliquen la quinta S, deben trabajar bajo el lema “Hacer lo decidido”.

Por último, se realiza la ejecución de la quinta S, la cual tiene como objetivo principal el desarrollo del autocontrol dentro de la empresa, permitiendo tener un ambiente adecuado, es decir, con normas y estándares establecidos, logrando un lugar de trabajo de alta calidad para laborar.

Para entender el proceso de autodisciplina, hemos insertado la figura 3.23:

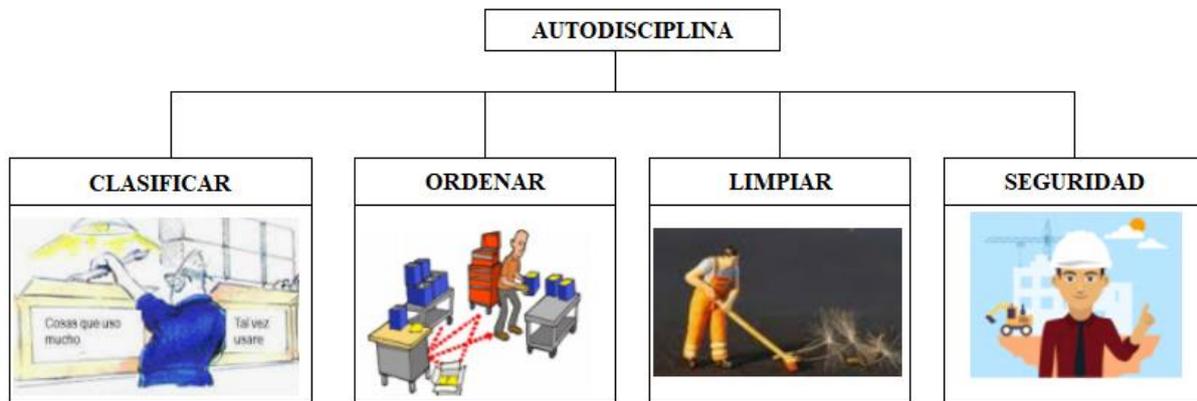


Figura 3.23: Proceso de autodisciplina

Se presentan los pasos a seguir para la implementación de la quinta S:

- 1. Promover el trabajo permanente en 5'S:** Para llevar a cabo este primer paso, se deberá cambiar la forma de pensar de los operarios, es decir, se mostrará y capacitará respecto a la nueva cultura que se está fomentando, capacitación que se llevará a cabo a través de esquemas visuales, afiches y/o folletos, en donde se muestre la práctica de las 4 primeras S.
- 2. Promover la participación de los líderes en las capacitaciones:** Los diferentes líderes de cada área, deben tener charlas de capacitaciones referidas a las 5'S, con la finalidad de conocer y promover lo aprendido con los operarios y/o personal de la empresa.
- 3. Programar visitas a las áreas de trabajo:** Para controlar el seguimiento de lo implementado en la empresa, se programarán visitas del gerente general y el comité central 5'S, en los cuales se conocerá el avance real de esta metodología.

4. **Cumplimiento de la programación de auditorías:** Es de suma importancia verificar y corroborar el cumplimiento del programa de auditorías, ya que el auditor y los líderes de áreas realizan intercambios de propuestas y/o comentarios según lo evaluado por las 5'S.
5. **Evaluar el progreso de las 5'S:** Mediante el uso de fotografías, el comité central y el comité de autodisciplina (quien en nuestro caso es el operario 5), evaluarán los avances de la respectiva implementación, con la finalidad, de observar las mejoras realizadas en la empresa.

Adicionalmente a lo mencionado en líneas anteriores, con el objetivo de obtener el mejor aprendizaje de la quinta S, en la última semana de implementación, se desarrolla el concurso OPL. En este concurso se debe convocar a todo el personal de producción y se debe utilizar el formato de la figura 3.24. Esto, permite a cada trabajador aprender, reflexionar y aplicar la metodología de la quinta S.

<b>OPL - AUTODISCIPLINA</b>	
Elaborado por: _____ Revisado por: _____	Área: _____ Fecha: _____
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>ANTES:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>DESPUÉS:</b>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>OBJETIVO:</b>  <div style="height: 40px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>PASOS A SEGUIR:</b>  <div style="height: 60px;"></div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>HERRAMIENTAS:</b>  <div style="height: 60px;"></div> </div>

Figura 3.24: OPL - Autodisciplina

De igual forma, con el fin de verificar el cumplimiento de la implementación de la quinta S, el comité de clasificación diseña una lista de cuatro (04) criterios, en donde el auditor *coach*, mediante un recorrido, establece el estado de cada área. Esto tiene como objetivo medir el sentido de la autodisciplina

y según sea la información, ejecutar acciones correctivas. Se debe usar el formato que se muestra en la figura 3.25.

FICHA DE AUDITORIA DE AUTODISCIPLINA "Hacer lo decidido"			
Área:		Encargado:	
Fecha:			
N°	CRITERIOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO	RESULTADO
1	¿Los operarios se encuentran motivados?		
2	¿El gerente se involucra en la motivación de los trabajadores?		
3	¿Se cumple con lo implementado en las anteriores S?		
4	¿Se verifica el orden de las áreas?		
GRADO DE CUMPLIMIENTO			
> 60%	[40 - 60[ %	< 40%	
			

Figura 3.25: Ficha de auditoria de autodisciplina

**Beneficio:** Al implementar la quinta S, se creará una nueva cultura en la empresa, en donde prevalecerá el respeto y cuidado de los diferentes recursos, generando un mejor clima laboral, el cual tendrá estándares establecidos. Asimismo, trae como beneficio obtener un cliente satisfecho, a quien se le brinda un producto de mayor calidad. Por último, se logra mejorar la capacidad de producción de 179 a 200 unidades por h, debido al orden adecuado de los materiales y la disminución de los accidentes del personal (de 5 a 0), teniendo una productividad del 97%.

## 3.2 Mantenimiento Autónomo

### - **Objetivo:**

Para prevenir y medir el deterioro de las máquinas, se desarrollará la implementación del mantenimiento autónomo. La cual, tiene como finalidad que el operador usuario pueda conservar y optimar las condiciones de las máquinas. Cabe indicar, que esta herramienta junto a las 5'S contribuirá a mejora de la productividad y el entorno laboral. Para lo cual, se debe seguir siete (07) actividades.

### - **Desarrollo de la Propuesta:**

Asimismo, como paso previo a la implementación de las siete (07) actividades, mediante un plan de capacitación, se debe preparar a los operarios de producción. Esta, tiene como plazo de ejecución una semana.

1. **Limpieza Inicial:** Los operarios realizan una limpieza diaria a las máquinas de la empresa, con el objetivo de eliminar polvos, basura y grasa que contienen las mismas. Se establece un horario de limpieza inicial de lunes a viernes de 8:15 a 8:45 am. Cabe mencionar, que la limpieza inicial se realiza en función a la metodología de limpieza desarrollada en la tercera S.
2. **Eliminación de problemas de contaminación en la fuente y áreas inaccesibles:** Se realiza la identificación de las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles de las máquinas con el objetivo de eliminar la suciedad y revertir las causas del polvo, mejorando las partes del equipo que son difíciles de limpiar.
3. **Creación de estándares de limpieza y lubricación:** Se establecerán estándares que reduzcan el tiempo realizado en la limpieza, lubricación y ajuste. A continuación, se detallará los cuatro (04) estándares fundamentales:
  - **Estándar de limpieza de áreas:** Conforme a lo establecido en la herramienta de la tercera S, se inserta la tabla 3.6.

Tabla 3.6: Cartilla de Limpieza por áreas de producción

Área	Máquina	Actividad	Materiales de Limpieza	T (min.)	Frecuencia			Responsable
					Diaria	Mensual	Semanal	
Área de Tendido y Cortado	Cortadora	- <b>Limpieza Interna:</b> Cepillar las máquinas para eliminar las pelusas de hilos. Utilizar una sopladora para limpiar lugares de difícil acceso.	- Trapo - Líquido Limpiador	20	✓ Después de cada uso	-	-	Operario de Tendido y Cortado
Área de Confección	Remalladora Recubridora Tapeteadora	- <b>Limpieza Externa:</b> Echar dos gotas de aceite liviano.	- Cepillo - Guantes		✓ Después de cada uso	-	-	Operario de Confección
Área de Estampado	-	<b>Limpieza Externa:</b> Al finalizar cada turno, se debe limpiar la mesa de trabajo de los tintes y laminas sobrantes.	- Paño - Agua - Escobilla - Trapo	15	✓ Después de cada uso	-	-	Operario de Estampado
Área de Limpieza - Doblado - Embolsado y Empaquetado	-	<b>Limpieza Externa:</b> Al finalizar cada turno, se debe retirar los hilos sobrantes de la mesa de trabajo, así como los empaques defectuosos.	- Escoba - Recogedor - Trapo	15	✓ Después de cada uso	-	-	Operario de Limpieza

- **Estándar de parámetros en cada maquinaria:** Se deben realizar manuales de usuario y lecciones de un punto (LUPs) para cada máquina, con lo cual se puede establecer limpiezas con mayor confianza y habilidad para el trabajador. A continuación, mediante la tabla 3.7, se detalla el manual de usuario para la máquina remalladora.

Tabla 3.7: Manual de usuario para la máquina remalladora

<b>Botón / Variable</b>	<b>Descripción</b>
Verificar la Aguja	Se debe verificar que la aguja sea la correcta para la confección del producto.
Enhebrar la Máquina	Colocar los carretes de los hilos a utilizar sobre el portacarretes.
	Levantar la palanca del pie prénsatela para levantar el prénsatela.
	Alinear la marca de la ruedecilla con la marca de la máquina.
Colocar tela a confeccionar	Colocar las telas cortadas debajo de la aguja y bajar el prénsatela.
Encendido de Máquina	Conectar el cable a la máquina de coser y oprimir el botón de encendido.

<b>LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)</b>					
Elaborada por: _____			Área: _____		
Revisado por: _____			Fecha: _____		
Tipo de LUP:	TPM	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Otros
	X				
Tema: _____			Nº: _____		
Razón de Selección: _____					
<b>IMAGEN</b>			<b>DESCRIPCIÓN</b>		

Figura 3.26: Modelo de Lección de un punto - Mantenimiento Autónomo

- **Estándar de ajuste de pernos:** Teniendo en cuenta los controles visuales, se deben establecer un adecuado límite para el ajuste de pernos, con lo cual el operario pueda identificar hasta qué punto se debe ajustar y/o colocar los pernos.

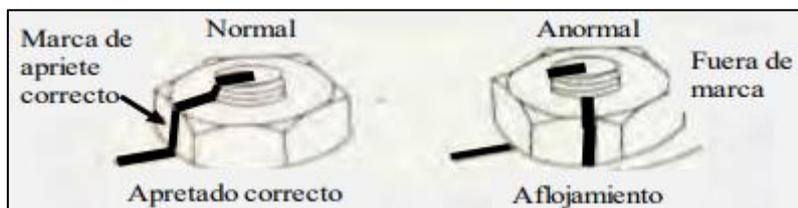


Figura 3.27: Estándar para apriete de pernos

Fuente: Importadora de pernos

- **Estándar lubricación en cada maquinaria:** Cada operario de producción debe revisar los controles de las máquinas: temperatura y de niveles de aceites. En la tabla 3.8, se detalla un formato para el estándar de lubricación en cada máquina.

Tabla 3.8: Formato para estándar de lubricación en cada máquina

Máquina	Revisión de nivel de aceite, fuga o lubricación con aceite	Antes de Comenzar el turno	Diariamente	Semanalmente	Según necesidades	Lubricante	Método de aplicación
Cortadora	Control Visual	X	X	X		Aceite	Manual
	Rellenado				X		
Remalladora	Control Visual	X	X	X			
	Rellenado				X		
Recubridora	Control Visual	X	X	X			
	Rellenado				X		
Tapeteadora	Control Visual	X	X	X			
	Rellenado				X		

- **Estándar de ubicación de herramientas:** Las herramientas utilizadas se colocan en los estantes del área de producción.

**4. Inspección general de los equipos:** Para realizar esta inspección, es importante efectuar lo siguiente:

- El técnico en mantenimiento industrial efectúa un entrenamiento básico a los operarios de las áreas de producción.
  - El técnico de mantenimiento industrial brinda una formación práctica de los operarios de producción para desarrollar conocimientos de inspección.
  - Al finalizar la inspección general de equipos todos los trabajadores realizan el control visual en el área de trabajo.
- 5. Inspección autónoma de equipos y procesos:** Para el desarrollo de la inspección autónoma, se utilizan unas hojas de verificación, las cuales serán adaptadas para cada área de trabajo. Asimismo, estas hojas deben tener métodos de limpieza, estándares de inspección, detallar funciones del personal y auditorías que aseguren la inspección mencionada.
- 6. Ordenamiento y pulcritud:** Consiste en la estandarización del control de categorías de los trabajos individuales, el cual comprende la limpieza, lubricación, registro de datos y mantenimientos de herramientas. Esta estandarización debe estar documentada en un lenguaje simple y sencillo, en donde el operario pueda entender y sea de gran utilidad.
- 7. Mantenimiento autónomo total:** Con esta herramienta, se busca desarrollar una política en la empresa, teniendo metas para el mantenimiento las cuales puedan incrementar con las actividades de mejora. De igual forma, se busca obtener los tiempos entre fallas, analizar los resultados y diseñar contramedidas.
- **Seguimiento:**

Para controlar la implementación del Mantenimiento Autónomo en la empresa, se realizará un *checklist* diario, en el cual se pueda controlar la reducción de paradas de máquinas, tal cual, se muestra la tabla 3.9.

Tabla 3.9: Checklist de la reducción de paradas de máquinas

<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>		
Encargado: _____	Firma: _____	
	<b>CANTIDAD DE PARADAS DE MÁQUINA</b>	
	<b>PRIMER TURNO</b>	<b>SEGUNDO TURNO</b>
LUNES		
MARTES		
MIÉRCOLES		
JUEVES		
VIERNES		
SÁBADO		

**- Beneficios:**

Con la aplicación del mantenimiento autónomo, se obtiene la reducción de paradas de máquinas por mantenimientos y/o cambios de herramientas de 2.5 h a 1 h por mes. Asimismo, al reducir el tiempo de paradas de máquinas, se mejora la producción media de productos de 150 polos/h a 160 polos/h.

### 3.3 Celdas de manufactura

**- Objetivo:**

Esta herramienta tiene como finalidad la disminución del material en proceso, debido a que las diferentes operaciones de producción se agrupan y se logra un mejor traslado y manejo de los materiales. Asimismo, se obtiene una reducción de los tiempos de fabricación.

**- Desarrollo de la Propuesta:**

Como se mencionó en el capítulo 2, se ha desarrollado la implementación de las celdas de manufacturas, las cuales tendrán como ventaja la reducción de los materiales en movimiento, la disminución en el tiempo de producción, así como una estandarización en las operaciones y una optimización en los espacios de los trabajadores. Por tal motivo, se debe realizar los siguientes pasos:

1. Organizar y limpiar todo el espacio de trabajo (máquinas, materiales, productos, entre otros).
2. Fijar la ruta de operaciones que el producto realiza.

3. Eliminar los almacenes de producto en proceso.
4. Minimizar distancias entre operaciones.
5. Establecer un flujo de trabajo.
6. Formar al equipo de trabajo.

Asimismo, se conoce que la empresa realiza ocho (08) operaciones, las cuales serán agrupadas en dos (02) celdas de manufactura, con el objetivo de seguir un flujo continuo y eficiente:

- **Primera celda de manufactura:** En esta, se realizan las operaciones de tendido, cortado y la confección del polo. Por lo cual, según lo analizado en el VSM futuro (capítulo dos), se contratará con ocho (08) operarios, quienes trabajarán en dos (02) turnos, los cuales se distribuirán de la siguiente manera:

- i. Tendido de tela: 2 personas
- ii. Cortado de tela: 2 persona
- iii. Confección: 4 personas

Para entender cómo funcionará la primera celda, podemos observar la figura 3.28.

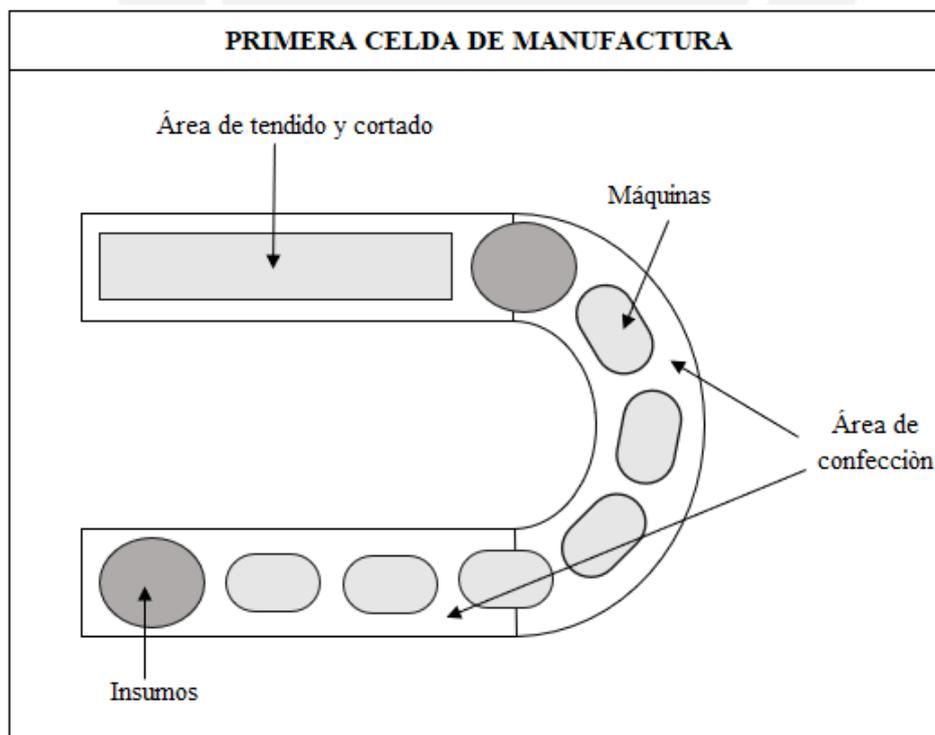


Figura 3.28: Primera celda de manufactura

- **Segunda celda de manufactura:** Se ejecutarán las actividades de estampado, limpieza, doblado, embolsado y empaquetado. Asimismo, la cantidad de trabajadores para esta celda es analizada en el capítulo dos (02), la cual llega a la conclusión que existe la necesidad de contratar a siete (07) operarios que trabajarán en dos (02) turnos. De la misma forma, se distribuye de la siguiente manera:

- iv. Estampado: 3 personas
- v. Limpieza – Doblado – Embolsado y Empaquetado: 4 personas

Para entender cómo funcionará la segunda celda, podemos observar la figura 3.29.

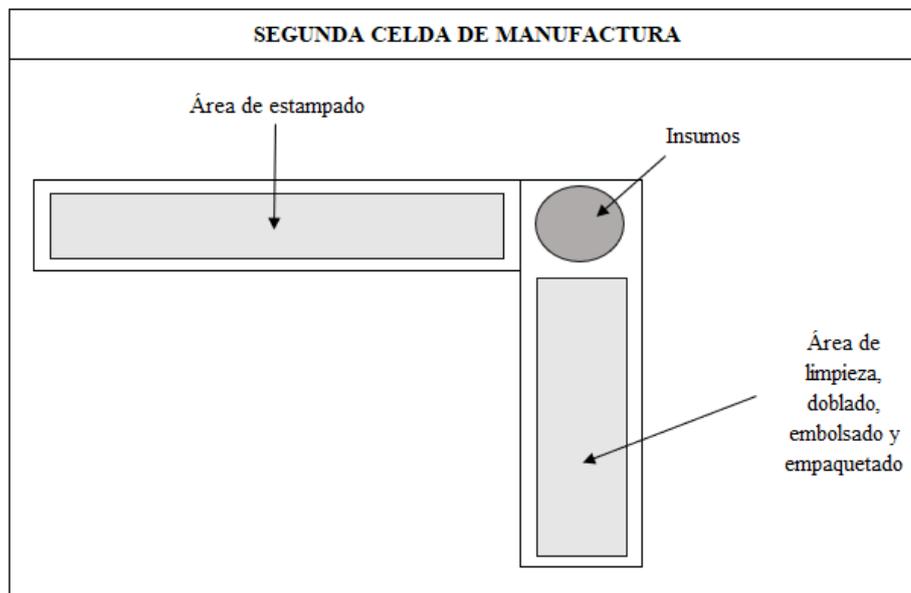


Figura 3.29: Segunda celda de manufactura

De lo observado en la figura 3.28 y 3.29, se obtiene una mejor distribución de las máquinas, las cuales fueron redistribuidas para obtener una producción eficiente, con menores desperdicios. Asimismo, se registraron los siguientes datos, teniendo un *takt time* de 20.2 segundos (tal como se observa en la tabla 3.10 y como se representa en la figura 3.30):

Tabla 3.10: Tiempo de producción de cada celda

N° de Celda	Actividad	Tiempo (Seg.)
1	Tendido de Tela	15.82
	Cortado de Tela	
	Confección	
2	Estampado	8.22
	Limpieza - Doblado - Embolsado y Empaquetado	
<b>Total</b>		24.04

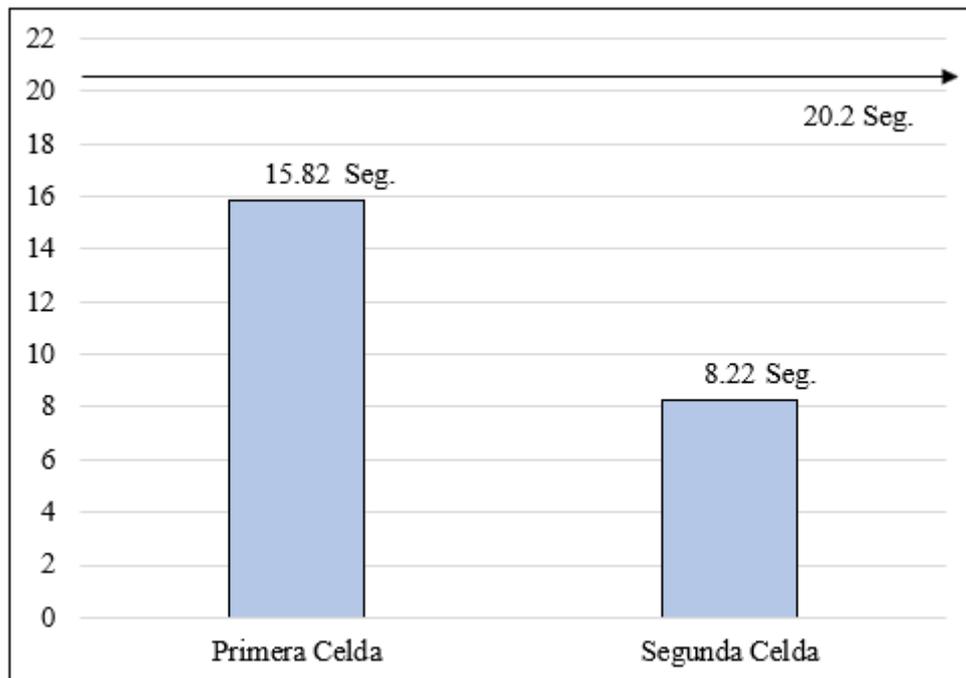


Figura 3.30: Balanceo de Trabajo

- **Seguimiento:**

Para controlar la implementación de las Celdas de Manufactura en la empresa, se realizará inspecciones mediante un *checklist* de la producción diaria, el cual se muestra en la tabla 3.11.

Tabla 3.11: *Checklist* de la producción diaria

<b>CELDAS DE MANUFACTURA</b>		
Encargado: _____	Firma: _____	
	<b>PRODUCCIÓN DIARIA</b>	
	<b>PRIMER TURNO</b>	<b>SEGUNDO TURNO</b>
LUNES		
MARTES		
MIÉRCOLES		
JUEVES		
VIERNES		
SÁBADO		

**- Beneficios:**

Al implementar las celdas de manufactura, se obtiene una reducción de personal (de 24 a 15 operarios). Asimismo, se observa una disminución del *lead time* (de 2 h a 1 h) y una reducción del valor agregado de 34.6 segundos a 24.04 segundos. Cabe mencionar, que una de las ventajas principales de esta herramienta, es obtener un flujo más flexible y continuo, en donde los operarios se involucran de forma comprometida, teniendo como objetivo conseguir más clientes, los cuales sean atendidos en un menor tiempo.

## CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se presentará la elaboración del flujo de caja económico, donde se evaluarán los costos y beneficios de cada herramienta *de Lean Manufacturing*, descritas en el capítulo 3, para la empresa textil, dando como resultado la viabilidad económica del proyecto.

### 4.1 Obtención del Costo de Oportunidad del Capital (COK)

El costo de oportunidad de capital es reconocido como la “Tasa de Descuento”, el cual indica la tasa de retorno de la mínima inversión que tendrá la empresa para generar valor. Cabe mencionar que, según el CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), se utilizará la siguiente fórmula matemática:

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

Donde:

$R_f$  = Tasa libre de riesgo: **2.52%** (Fuente: *WACC EXPERT*, 2020)

$\beta$  = Coeficiente de riesgo específico

$(R_m - R_f)$  = Prima de Riesgo

$R_p$  = Riesgo país: **1.50%** (Fuente: *WACC EXPERT*, 2020)

$R_m$  = Riesgo de mercado **6.63%** (Fuente: *WACC EXPERT*, 2020)

De igual modo, 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: **30.00%** (Fuente: *WACC EXPERT*, 2020)

Beta no apalancada: **0.89** (Fuente: *WACC EXPERT*, 2020)

D/C = Relación deuda capital < 1: **0.4177** (Fuente: *Aswath Damodaran*, 2020, Vestir USA)

Finalmente, se realiza la primera expresión:

$$\beta = 0.89 + \{1 + (1 - 30.00\%) * (0.4177)\}$$
$$\beta = 2.1823$$

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

$$\text{COK} = 2.52\% + 2.1823 (6.63\% - 2.52\%) + 1.50\%$$

$$\text{COK} = 12.98\% \rightarrow \text{COK} = 13\%$$

En relación a lo analizado en el acápite 4.1, el gerente general comunicó que la mínima rentabilidad que desea obtener del proyecto es de 25%. Por tal motivo, se tendrá la siguiente consideración:

$$\text{COK} = 25\%$$

## 4.2 Análisis de costos

Para el siguiente análisis, se desarrollarán los costos involucrados en cada implementación de las herramientas de mejora continua, así como el cálculo del costo de la HH del personal involucrado en la fabricación de polos de la *Empresa RA*. Además, se mostrará el costo de los materiales de cada herramienta. Adicionalmente, la empresa labora cinco (05) días a la semana de lunes a viernes en dos (02) turnos de trabajo con un total de 14,5 h laborales por día. La tabla 4.1, que se presenta a continuación muestra: el número de personal administrativo y de producción, las horas que laboran por día, los días que laboran por mes y el salario del personal.

Tabla 4.1 : Salario del Personal

Función	N° de Personas	Costo Base (S/.)	Horas al Día	Días al Mes	Sueldo Mensual (S/.)
Gerente General	1	S/ 33.33	8	30	S/ 8,000.16
Jefe de producción	1	S/ 10.42	8	30	S/ 2,500.08
Asistente Administrativo	1	S/ 5.00	8	30	S/ 1,200.00
Operarios	24	S/ 4.83	14.5	30	S/ 50,373.00
<b>Total:</b>					S/ 62,073.24

#### 4.2.1 Costo de la implementación de la 5'S:

En el presente subtítulo se determinan los costos para la implementación de las 5's, por otro lado, en la tabla 4.2 se detallan los costos por materiales y/o insumos que se van a utilizar en la ejecución de las 5'S, el cual tiene un costo total de S/ 5,526.50.

Tabla 4.2 : Costo de los materiales para las 5'S

Ítem	Cantidad (unid)	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Tarjetas rojas	100	S/ 1.50	S/ 150.00
Formatos y registros	20	S/ 0.45	S/ 9.00
Etiquetas descriptivas	100	S/ 0.35	S/ 35.00
Pintura amarilla	15	S/ 45.00	S/ 675.00
Brochas de pintura	5	S/ 32.00	S/ 160.00
Estantes	3	S/ 300.00	S/ 900.00
Repisas	2	S/ 150.00	S/ 300.00
Cartulinas	15	S/ 0.50	S/ 7.50
Impresiones fotos	200	S/ 1.00	S/ 200.00
Artículos de limpieza	50	S/ 60.00	S/ 3,000.00
Señaléticas piso, pared	30	S/ 3.00	S/ 90.00
<b>TOTAL</b>			S/ 5,526.50

Asimismo, en la tabla 4.3 se muestra los costos del personal que será capacitado para la implementación de las 5'S. Para esta capacitación, se considera al personal administrativo y operativo de la *Empresa RA*. Esta capacitación tiene una duración de 4 días, distribuidos en 3 horas por día. El costo total de la misma es de S/ 40,272.24.

Tabla 4.3 : Costo de capacitación para las 5'S

Descripción	Cantidad	Horas de Capacitación	Días de Capacitación	Costo HH (S/.)	Costo Total (S/.)	Costo Total de las 5 "S" (S/.)
Consultor <i>Lean Manufacturing</i>	1	3	4	S/ 300.00	S/ 3,600.00	S/ 18,000.00
Auditor	1	3	4	S/ 250.00	S/ 3,000.00	S/ 15,000.00
Jefe de Producción	1	3	4	S/ 10.42	S/ 125.04	S/ 625.20
Gerente de la empresa	1	3	4	S/ 33.33	S/ 400.01	S/ 2,000.04
Asistente Administrativo	1	3	4	S/ 5.00	S/ 60.00	S/ 300.00
Operarios	15	3	4	S/ 4.83	S/ 869.40	S/ 4,347.00
<b>TOTAL:</b>						S/ 40,272.24

Finalmente, de lo observado en las tablas 4.2 y 4.3 se concluye que el presupuesto para la implementación de las 5's es de: **S/. 45,798.74.**

#### 4.2.2 Costo de implementación del Mantenimiento Autónomo

En este subtítulo se determinarán los costos para la implementación del mantenimiento autónomo. En este sentido, con la tabla 4.4 se aprecian los detalles de los costos por capacitación para el personal involucrado en la mejora. Este adiestramiento tiene una duración de 4 días, distribuidos en 3 horas por día. El costo total de la capacitación para mantenimiento autónomo es de S/7,469.40.

Tabla 4.4 : Costo de capacitación para el Mantenimiento Autónomo

Descripción	Cantidad	Horas de Capacitación	Días de Capacitación	Costo HH (S/.)	Costo Total (S/.)
Consultor <i>Lean Manufacturing</i>	1	3	4	S/ 300.00	S/ 3,600.00
Auditor	1	3	4	S/ 250.00	S/ 3,000.00
Operarios	1	3	4	S/ 4.83	S/ 869.40
<b>TOTAL:</b>					S/ 7,469.40

Asimismo, en la tabla 4.5 se muestran los costos de los materiales e insumos utilizados en la implementación del mantenimiento autónomo. Ascendiente este, a un costo total de S/. 12,100.00.

Tabla 4.5 : Costo de materiales para el Mantenimiento Autónomo

Ítem	Cantidad (unid)	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Productos para limpieza	100	S/ 60.00	S/ 5,000.00
Aceites para máquinas	20	S/ 300.00	S/ 6,000.00
Copias e impresiones	100	S/ 1.00	S/ 100.00
<b>TOTAL:</b>			S/ 12,100.00

Finalmente, de las tablas 4.4 y 4.5, se determina que el presupuesto para la implementación del mantenimiento autónomo es de S/. **19,569.40**.

#### 4.2.3 Costo de implementación de las Celdas de Manufactura:

Con el objetivo de tener una producción flexible se desarrollará el análisis de costos para las celdas de manufactura. En primer lugar, en la tabla 4.6 se muestra al personal involucrado para la capacitación de esta herramienta, la cual tiene una duración de 4 días, distribuidos en 3 horas por día, teniendo esta un costo total de S/. 7,469.40.

Tabla 4.6 : Costo de capacitación para las Celdas de Manufactura

Descripción	Cantidad	Horas de Capacitación	Días de Capacitación	Costo HH (S/.)	Costo Total (S/.)
Consultor <i>Lean Manufacturing</i>	1	3	4	S/ 3000.00	S/ 3,600.00
Auditor	1	3	4	S/ 250.00	S/ 3,000.00
Operarios	15	3	4	S/ 4.83	S/ 869.40
<b>TOTAL:</b>					S/ 7,469.40

En segundo lugar, se muestra la tabla 4.7, la cual contiene los materiales e insumos de la herramienta a implementar teniendo un costo total de S/. 2,950.00.

Tabla 4.7 : Costo de materiales para las Celdas de Manufactura

Ítem	Cantidad (unid)	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Mesas industriales	3	S/ 950.00	S/ 2,850.00
Copias e impresiones	100	S/ 1.00	S/ 100.00
<b>TOTAL:</b>			S/ 2,950.00

En conclusión, el costo total de la implementación de esta herramienta es de: **S/. 10,419.40.**

#### 4.2.4 Costo Total de las herramientas

Finalmente, se presenta la siguiente tabla 4.8, el cual resume los costos totales de las diferentes herramientas a implementar:

Tabla 4.8 : Costo total de las herramientas

Herramienta	Costo Total (S/.)	Ponderación
5'S	S/ 45,798.74	60.43%
Mantenimiento Autónomo	S/ 19,569.40	25.82%
Celdas de Manufactura	S/ 10,419.40	13.75%
<b>TOTAL:</b>	S/ 75,787.54	100.00%

Como se puede observar en la tabla que precede, la herramienta de mayor impacto económico a implementar por la Empresa RA es la metodología de 5'S, la cual representa el 60.43% del total de todos los costos. Este porcentaje se visualiza en la figura 4.1.

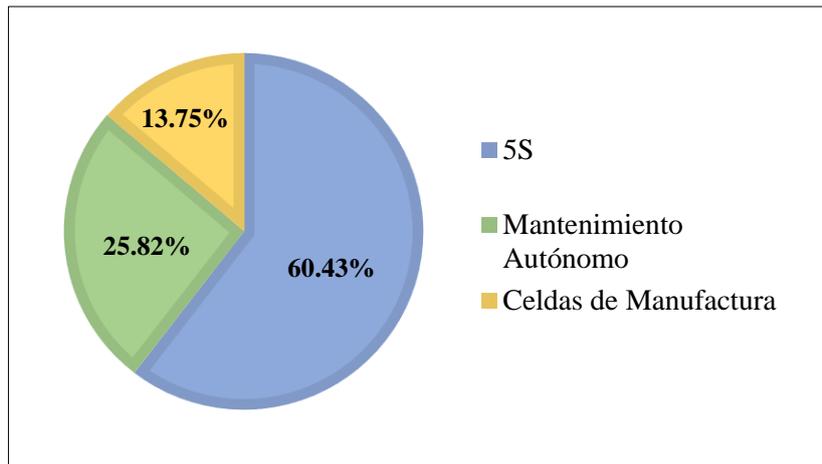


Figura 4.1 : Porcentaje de costos de las herramientas sobre el costo total

### 4.3 Beneficios económicos de las propuestas de mejora de *Lean Manufacturing*

Debido a la implementación de las diferentes herramientas mencionadas en el capítulo tres (03), la *Empresa RA*, obtendrá una mayor producción de lotes, con menores defectos y en un menor tiempo. Por otro lado, se conoce que la empresa textil trabaja un promedio diez (10) meses por año, en los cuales su producción es variable, dependiendo de distintos factores tales como, los clientes y sus necesidades, la temporada, las clases de contratación y adjudicación, entre otros, por lo cual, presenta los beneficios descritos a continuación.

#### 4.3.1 Beneficio de la implementación de la Primera S

Según el resultado planteado en el capítulo anterior, con la aplicación de la primera S, se generará un espacio libre de 10 metros cuadrados, el cual se visualizará en el área de confección. Esto trae como consecuencia que tres (03) operarios reduzcan el tiempo de entrega al cliente, el cual, reducirá el tiempo de entrega de 1.5 horas a 45 minutos, debido a que, al clasificar los materiales e insumos en su respectivo lugar y al desechar los desperdicios, los operarios logran encontrar dichos materiales e insumos de una forma más rápida, obteniendo así, un beneficio económico anual de S/. 2,173.50. Para demostrar lo mencionado, tenemos la tabla 4.9 que describe como se obtuvo el beneficio económico antes descrito.

Tabla 4.9 : Beneficio económico por la implementación de la primera S

<b>Tiempo de entrega al cliente (h)</b>	<b>Tiempo mejorado de entrega al cliente (h)</b>	<b>Reducción de tiempo en búsqueda de materiales (h)</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Precio unitario (S/. / HH)</b>	<b>Beneficio económico mensual (S/.)</b>	<b>Beneficio económico anual (S/.)</b>
4.5	2.25	2.25	H / operario	4.83	S/217.35	S/2,173.50

### 4.3.2 Beneficio por la implementación de la Segunda S

Asimismo, se realiza la activación de la segunda S, la cual genera una reducción de tiempos en la búsqueda de materiales y/o insumos: de 30 min a 15 min, obteniendo una producción de mayor eficiencia. Esto genera un beneficio económico anual de S/. 241.50. Para demostrar lo mencionado, tenemos la tabla 4.10 que describe como se obtuvo el beneficio económico descrito.

Tabla 4.10 : Beneficio económico por la implementación de la segunda S

<b>Tiempo de búsqueda de materiales (h)</b>	<b>Tiempo mejorado de búsqueda de materiales (h)</b>	<b>Reducción de tiempo en búsqueda de materiales (h)</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Precio unitario (S/. / HH)</b>	<b>Beneficio económico mensual (S/.)</b>	<b>Beneficio económico anual (S/.)</b>
0.5	0.25	0.25	H / operario	4.83	S/24.15	S/241.50

### 4.3.3 Beneficio por la implementación de la Tercera S

Dado lo analizado en el capítulo anterior, con la utilización de la tercera S, las diferentes máquinas de la empresa serán inspeccionadas una vez al mes, obteniendo así, una reducción de 80 a 50 unidades defectuosas, teniendo un beneficio económico anual de S/. 12,000.00. Para demostrar lo mencionado, tenemos la tabla 4.11 que describe como se obtuvo el beneficio económico descrito.

Tabla 4.11 : Beneficio económico por la implementación de la tercera S

<b>Polos defectuosos actuales por día (unid)</b>	<b>Polos mejorados por día (unid)</b>	<b>Reducción diaria en polos defectuosos (unid)</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Precio unitario (S/. / Polo)</b>	<b>Beneficio económico mensual (S/.)</b>	<b>Beneficio económico anual (S/.)</b>
80	50	30	Polos / día	2	S/1,200.00	S/12,000.00

#### 4.3.4 Beneficio por la implementación de la Cuarta S

Con la implementación de la cuarta S, se implementan capacitaciones e instructivos para el personal de la empresa. Estos tienen como finalidad dar a conocer el uso de las diversas maquinas utilizadas en la empresa, generando la reducción de 5 a 0 accidentes por día, teniendo un beneficio económico anual de S/. 4,830.00. Para demostrar lo mencionado, tenemos la tabla 4.12 que describe como se obtuvo el beneficio económico descrito.

Tabla 4.12 : Beneficio económico por la implementación de la cuarta S

<b>Cantidad de accidentes al día (unid)</b>	<b>Cantidad de accidentes reducidos al día (unid)</b>	<b>Reducción diaria en accidentes (unid)</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Precio unitario (S/. / HH)</b>	<b>Beneficio económico mensual (S/.)</b>	<b>Beneficio económico anual (S/.)</b>
5	0	5	Operarios / día	4.83	S/463.00	S/4,830.00

#### 4.3.5 Beneficio por la implementación de la Quinta S

Al aplicar la quinta S, se obtiene una mayor producción de lotes por día, en ese sentido, los operarios producen de 179 a 200 polos/h, teniendo un incremento de la productividad de 11.73%, obteniendo un beneficio económico anual de S/. 84,000.00. Para demostrar lo mencionado, tenemos la tabla 4.13 que describe como se obtuvo el beneficio económico descrito, la cual se trabajó en base al primer turno (10 h).

Tabla 4.13 : Beneficio económico por la implementación de la quinta S

<b>Producción actual (unid / h)</b>	<b>Producción mejorada (unid / h)</b>	<b>Beneficio en producción (unid / h)</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Precio unitario (S/. / Polo)</b>	<b>Beneficio económico mensual (S/.)</b>	<b>Beneficio económico anual (S/.)</b>
179	200	21	Polos / h	2	S/8,400.00	S/84,000.00

#### 4.3.6 Beneficio por la implementación del Mantenimiento Autónomo

Con la implementación de esta herramienta se logra la reducción de las paradas de máquinas mensuales por falta de limpieza, las cuales disminuyen de 2.5 h a 1 h. Asimismo, se considera el precio unitario del polo a S/. 2.00 y se obtiene un beneficio económico anual equivalente a S/ 5,370.00. Este beneficio se detalla en la tabla 4.14.

Tabla 4.14 : Beneficio económico por la implementación del Mantenimiento Autónomo

<b>Horas actuales por paradas de máquinas (h / mes)</b>	<b>Horas mejoradas por paradas de máquinas (h / mes)</b>	<b>Ahorro (h / mes)</b>	<b>Producción Diaria (Polos / h)</b>	<b>Precio unitario (S/. / Polo)</b>	<b>Beneficio económico mensual (S/.)</b>	<b>Beneficio económico anual (S/.)</b>
2.5	1	1.5	179	2	S/537.00	S/5,370.00

#### 4.3.7 Beneficio por la implementación de las Celdas de Manufactura

Según el resultado obtenido en el capítulo 4, al implementar dos (02) celdas de manufactura, se realiza la reducción de 24 a 15 trabajadores, de los cuales se genera un ahorro de nueve (09) personas equivalentes a 131 HH por mes, teniendo como beneficio económico anual de S/. 8,694.00. Para demostrar lo mencionado, tenemos la tabla 4.15 que describe como se obtuvo el beneficio económico descrito.

Tabla 4.15 : Beneficio económico por la implementación de las Celdas de Manufactura

Cantidad de personal actual (Operarios)	Cantidad de personal de la mejora (Operarios)	Reducción del personal (Operarios)	Unidad de Medida	Precio unitario (S/. / HH)	Beneficio económico mensual (S/.)	Beneficio económico anual (S/.)
24	15	9	Operarios / día	4.83	S/869.40	S/8,694.00

#### 4.3.8 Beneficio económico total del proyecto de mejora

Asimismo, se presenta el beneficio económico de cada propuesta de mejora, en donde se logra visualizar que el mayor impacto favorable lo proporciona la herramienta de 5'S, la cual representa el 88.01% del total del beneficio. Los beneficios de cada herramienta se observan en la tabla 4.16.

Tabla 4.16 : Beneficio económico total

Herramienta de Mejora	Ingreso Total	Ponderación
5'S	S/ 103,245.50	88.01%
Mantenimiento Autónomo	S/ 5,370.00	4.58%
Celdas de Manufactura	S/ 8,694.00	7.41%
<b>TOTAL:</b>	S/ 118,135.50	100.00%

De igual forma, se puede visualizar el impacto económico porcentual de las mismas en la figura 4.2.

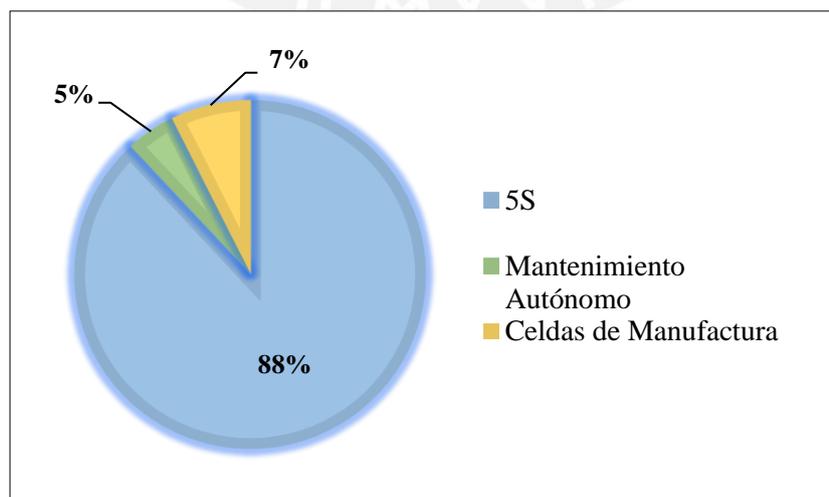


Figura 4.2 : Impacto económico de las herramientas de mejora

#### 4.4 Evaluación de la factibilidad de las propuestas de mejora

En la tabla 4.17, se visualiza el flujo de caja económico, el cual se estima a partir de los ingresos y egresos de las diferentes herramientas a implementar. Asimismo, se presentan las siguientes consideraciones:

- El periodo de evaluación del proyecto de mejora es de tres (03) años.
- Los beneficios económicos se mantienen constantes del año 1 al año 3.
- La inversión inicial del año 0, abarca las capacitaciones y los materiales de cada herramienta de mejora de dicho año.
- La inversión del año 1 al año 3, consta únicamente del costo de las capacitaciones.

Lo anteriormente descrito, se puede corroborar en la tabla 4.17.

Tabla 4.17 : Flujo de caja del proyecto de mejora

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Inversión</b>	-S/ 75,787.54	-S/ 55,211.04	-S/ 55,211.04	-S/ 55,211.04
<b>Beneficio económico</b>	S/ -	S/ 117,309.00	S/ 117,309.00	S/ 117,309.00
<b>Flujo</b>	-S/ 75,787.54	S/ 62,097.96	S/ 62,097.96	S/ 62,097.96

Por otro lado, en la tabla 4.18 se muestra los indicadores del flujo de caja, los cuales determinan que el proyecto es viable económicamente. Esto se debe a que, presenta un VAN positivo y un TIR mayor al COK de 25%.

Tabla 4.18 : Indicadores de viabilidad del proyecto

<b>TIR</b>	63%
<b>VAN</b>	S/ 45,427.68
<b>COK</b>	25%

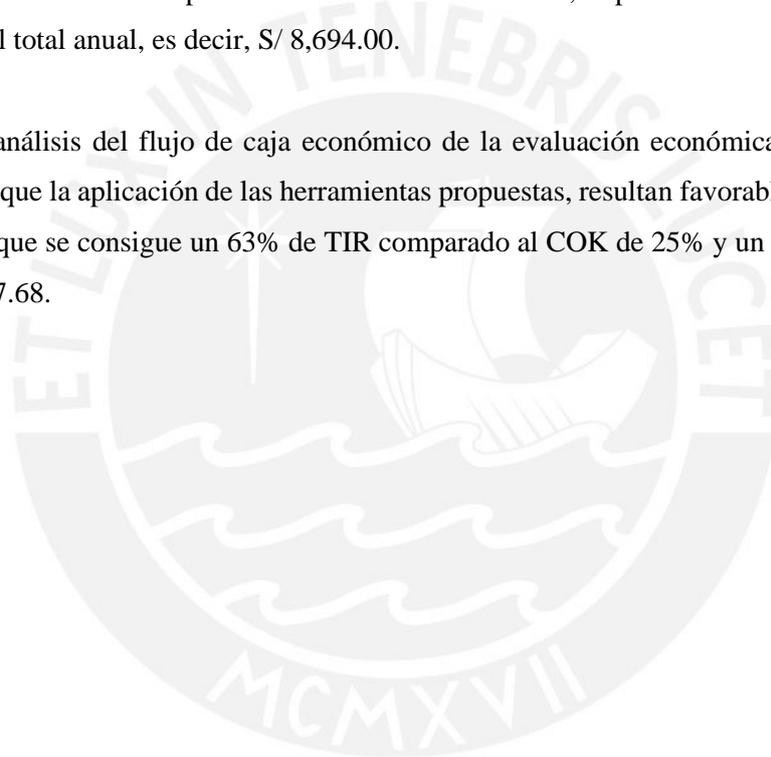
## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

### 5.1 Conclusiones

- La *Empresa RA* tiene dos (02) problemas principales, los cuales son: El desorden en el área de producción y las paradas de máquinas. En virtud de dichos problemas, se utilizan las herramientas de Ingeniería Industrial para determinar las causas principales de los mismos, concluyendo que están relacionados a la falta de estandarización de los procesos, así como que el área de producción no cuenta con una ubicación adecuada para las mermas, además existen deficientes estándares de limpieza y se prioriza la producción antes que el mantenimiento. Las propuestas de mejora determinadas para la empresa son, en primer lugar, la utilización de las 5 “S”, en segundo lugar, el mantenimiento autónomo y en tercer lugar la aplicación de las celdas de manufactura.
- Desde el punto de vista del costo de la implementación de las tres (03) herramientas, las de mayor impacto son: Las 5 “S” que representan el 60.43% del costo total anual, es decir, S/.45,798.74; y el mantenimiento autónomo que representa el 25.82% del mismo costo, es decir, S/.19,569.40, siendo el costo el monto anual de S/. 75,787.54.
- El mayor beneficio económico de la propuesta de mejora se muestra en la implementación de las 5 “S”, la cual representa el 88.01% del total anual de dicho beneficio, es decir, S/ 103,245.00. Debido a ello, se resuelven los dos (02) principales problemas de la empresa, por un lado, el desorden en el área de producción y, por otro lado, las paradas de máquinas.
- A partir de la implementación de las 5 “S”, se obtiene una cultura organizacional diferente en la *Empresa RA*, en la cual los operarios se sienten motivados y comprometidos con el cumplimiento de los objetivos empresariales. En base a ello, se mejora la producción de lotes de 179 a 200 polo/h, incrementando la producción diaria en un 11.73%.
- Con la implementación del mantenimiento autónomo, se disminuyen las paradas de máquinas de 2.5 h a 1 h, debido a que se realiza un seguimiento diario a los operarios, definiendo estándares de limpieza, para así, minimizar las fallas imprevistas. En base a ello, se obtiene un beneficio económico anual de S/ 5,370.00, el cual representa un 4.58% del beneficio total.

- A partir de la aplicación de las herramientas *Lean Manufacturing*, se produce un incremento del indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), el cual asciende de 55% a 70%, esto se debe al aumento de dos (02) factores respecto a la utilización de las máquinas, en primer lugar, el aumento del factor disponibilidad de 83% a 93% y, en segundo lugar, el incremento del factor rendimiento de 69% a 78%, lo cual produce una disminución de las micro paradas que presenta la empresa tales como esperas, tiempo de transporte, cambios de las herramientas, entre otros.
- Otra herramienta relevante en la presente investigación es la aplicación de las dos (02) celdas de manufactura, con las cuales se obtienen las siguientes consecuencias: la disminución del *lead time* de 2 h a 1 h; y, el reajuste del valor agregado de 34.6 seg. a 24.04 seg. Esto resulta en la reducción de 24 a 15 operarios. Todo lo antes señalado, implica un beneficio económico de 7.41% del total anual, es decir, S/ 8,694.00.
- Dado el análisis del flujo de caja económico de la evaluación económica de la empresa, se concluye que la aplicación de las herramientas propuestas, resultan favorables para la empresa, debido a que se consigue un 63% de TIR comparado al COK de 25% y un VAN equivalente a S/. 45,427.68.



## 5.2 Recomendaciones

- Para optimizar la aplicación de las herramientas de mejora implementadas en la empresa, se sugiere respetar la organización y planificación de los planes de producción. Asimismo, es de suma importancia que se ejecuten las capacitaciones necesarias para cada una de las herramientas, debido a que, sin el conocimiento adecuado o actualizado que necesitan los trabajadores se emplean inadecuadamente los recursos y elementos de producción, lo cual genera gastos innecesarios.
- Se propone tomar en consideración la automatización de los procesos de la confección de polos, con la finalidad de obtener un producto de mejor calidad, en un menor tiempo de fabricación, lo cual implica la minimización del error humano.
- Se sugiere realizar un seguimiento constante en cada una de las etapas de las 5 “S”, con el objetivo de lograr la implementación exitosa de cada “S”, así como el cambio en la cultura de la organización y obtener el compromiso de los trabajadores con la empresa.
- Otra recomendación consiste en la mejora del transporte de los productos de la celda 1 hacia la celda 2, el cual en la actualidad es ineficiente en tiempos, razón por la cual se debería implementar una faja transportadora, la misma que permitirá movilizar las confecciones textiles de una en una, de este modo se genera ahorro en el tiempo.
- Asimismo, se sugiere la aplicación de la herramienta *Poka Yoke*, la cual tendrá como objetivo la disminución de reprocesos y la producción de prendas de buena calidad, debido a que evita los errores humanos.

## BIBLIOGRAFÍA

### SISTEMAS OEE TECHNOLOGY TO IMPROVE

2016 “*Lean Manufacturing*: definición, origen y evolución”. Javier Touron 26 de septiembre de 2016.

Consulta: 15 de mayo de 2020.

<https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>

### EMPRENDE PYME

2017 “Tipos de procesos productivos”. Patricia Nuño 15 de noviembre de 2017.

Consulta: 02 de abril de 2021

<https://www.emprendepyme.net/tipos-de-procesos-productivos.html>

### AUTOR DESCONOCIDO

2020 “¿Qué es un DAP- Diagrama de Actividades Del Proceso?”. Conduce tu Empresa.

Consulta: 02 de abril de 2021.

<https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dap-estructura.html>

### AUTOR DESCONOCIDO

2020 “Diagrama de Operaciones del Proceso – Objetivos y simbología”. Conduce tu Empresa. Consulta: 08 de abril de 2021.

<https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dop.html>

### INFAIMON MENBER OF STEMMER IMAGING

2018 “Producción en cadena: evolución y ventajas”. Infaimon 02 de marzo de 2018.

Consulta: 16 de mayo de 2020.

<https://blog.infaimon.com/produccion-en-cadena-evolucion-ventajas/>

### SALAZAR, Bryan

“Mantenimiento productivo total (TPM)”. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

### SALAZAR, Bryan

“Estudio de tiempos” Consulta: 08 de abril de 2021.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>

SALAZAR, Bryan

“Ingeniería de métodos” Consulta: 08 de abril de 2021.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>

SISTEMAS OEE *TECHNOLOGY TO IMPROVE*

“Definición del OEE”. Consulta: 03 de abril de 2021.

<https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>

DARIAN

“Lluvia de ideas, ¿Qué es y cómo hacerla correctamente?” Consulta: 07 de abril de 2021.

<https://pedromoriche.com/lluvia-de-ideas-que-es-y-como-hacerla-correctamente>

SISTEMAS OEE *TECHNOLOGY TO IMPROVE*

“Calcular OEE”. Consulta: 03 de abril de 2021

<https://www.sistemasoe.com/calcular-oe/>

SALAZAR, Bryan

2019 “Eficiencia Global de los Equipos (OEE)”. Ingeniería Industrial. Consulta: 03 de abril de 2021.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oe/>

*EXCELENCE MANAGEMENT*

2017 “El círculo de *Deming (Shewhart)*: Ciclo PDCA”. 27 de junio de 2017. Consulta: 03 de abril de 2021.

<https://excelencemanagement.wordpress.com/2017/06/27/el-circulo-de-deming-shewhart-ciclo-pdca/>

SY CORVO, Helmut

2019 “Sistema de producción por lotes: características, ventajas, ejemplos”. Lifeder.com. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://www.lifeder.com/sistema-produccion-lotes/>

EDITORIAL GRUDEMI

2020 “*Brainstorming*”. Consulta: 24 de abril de 2021.

<https://enciclopediaeconomica.com/brainstorming/>

## INFAIMON

2018 Comentario del 02 de marzo a “Producción en cadena: evolución y ventajas”. Consulta: 07 de abril de 2021.

<https://blog.infaimon.com/produccion-en-cadena-evolucion-ventajas/>

## JOVENDC

2019 Comentario del 28 de marzo a “Sistema de Producción por proyecto”. Consulta: 24 de abril de 2021.

<http://jovenhoyrd.com/sistema-de-produccion-por-proyecto/>

## PROGRESSA LEAN

2014 Comentario del 16 de setiembre a “Diagrama Causa – Efecto (Diagrama Ishikawa)”. Progressa Lean. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

## GESTIÓN

2021 Comentario del 18 de marzo a “¿Qué es la metodología *Kanban* y por qué se utiliza tanto en empresas?”. Gestión. Consulta: 18 de marzo.

<https://gestion.pe/fotogalerias/que-es-la-metodologia-kanban-y-por-que-se-utiliza-tanto-en-empresas-noticia/?ref=gesr>

## PROGRESSA LEAN

2015 Comentario del 24 de febrero a “5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas”. Progressa *Lean*. Consulta: 05 de abril de 2021.

<https://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/#:~:text=La%20estrategia%20de%20los%205,de%20la%20estrategia%205%20porqu%C3%A9s.>

## RIVERA, Luis

2014 *Elementos de los procesos* [diapositiva]. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://es.slideshare.net/miguerrita/elementos-de-los-procesos-36071490>

## NUÑO, Patricia

“Tipos de procesos productivos”. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://www.emprendepyme.net/tipos-de-procesos-productivos.html>

WOLTERS KLUWER

“Producción Continua” Consulta: 24 de abril de 2021.

[https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASNTY1NjtbLUouLM\\_DxbIwMDS0NDQ3OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAgBrvnDUAAAA=WKE](https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASNTY1NjtbLUouLM_DxbIwMDS0NDQ3OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAgBrvnDUAAAA=WKE)

INGENIERÍA DE CALIDAD

“¿Cómo hacer un *Value Stream Mapping*? – Elaboración del Mapa de la cadena de Valor”

Consulta: 25 de abril de 2021.

<https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/como-hacer-un-value-stream-mapping.html>

LOGISTICA 360

“Proceso de producción: en qué consiste y cómo se desarrolla”. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://www.logistica360.pe/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/>

ALVAREZ, Areli

“¿Cómo hacer un *Value Stream Mapping*? Elaboración del Mapa de la cadena de Valor”.

Consulta: 25 de abril de 2021.

<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-elaboraci%C3%B3n-del-mapa-de-la-cadena-de-valor>

LEAN SOLUTIONS

“VSM, *Value Stream Mapping*”. Consulta: 25 de abril de 2021.

<https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>

PÉREZ, Anna

“Etapas del proceso de producción: del acopio al acondicionamiento”. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://www.obsbusiness.school/blog/etapas-del-proceso-de-produccion-del-acopio-al-acondicionamiento>

RODRIGUEZ, Jaime

“Círculo de *Deming*”. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://spcgroup.com.mx/circulo-de-deming/>

RODRIGUEZ, Jaime

“Los 7 Desperdicios + 1 en la Manufactura”. Consulta: 04 de abril de 2021.

<https://spcgroup.com.mx/los-7-desperdicios-1-en-la-manufactura/>

COWORKINGFY

s/f “Tipos de lluvia de ideas | Potencia el *brainstorming* en tu equipo”. 09 de enero.

Consulta: 02 de abril de 2021.

[https://coworkingfy.com/tipos-lluvia-de-ideas/#Role\\_Storming](https://coworkingfy.com/tipos-lluvia-de-ideas/#Role_Storming)

LEAN SOLUTIONS

s/f “VSM, *Value stream mapping*”.

Consulta: 03 de abril de 2021.

<https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>

LEAN MANUFACTURING 10

s/f “Diagrama de Pareto: qué es y cómo realizarlo paso a paso”.

Consulta: 03 de abril de 2021.

<https://leanmanufacturing10.com/diagrama-de-pareto>

GONZALEZ, Francisco

s/f “Manufactura esbelta (*lean manufacturing*), principales herramientas”.

Consulta: 25 de mayo de 2020

GUILLÉN, Mariano

2019 “Temas de operaciones. Celdas de manufactura esbelta”.

Consulta: 24 de mayo de 2020.

CABRERA, Rafael

2012 “Manual de *Lean Manufacturing*”. España: Editorial Académica Española.

GUILLÉN, Mariano

2019 “Sesión 2: Cambio Cultural las 5 S”.

Consulta: 25 de abril de 2021

GUILLÉN, Mariano

2019 “Sesión 4: Proyecto 5 S 1ra. S – Sentido de Clasificación”

Consulta: 25 de abril de 2021

GUILLÉN, Mariano

2019 “Sesión 5: Proyecto 5 S 2da. S – Sentido de Orden”

Consulta: 25 de abril de 2021

GUILLÉN, Mariano

2019 “Sesión 6: Proyecto 5 S 3ra. S – Sentido de Limpieza”

Consulta: 25 de abril de 2021

GUILLÉN, Mariano

2019 “Sesión 7: Proyecto 5 S 4ta. S – Sentido de Salud y Seguridad”

Consulta: 25 de abril de 2021

GUILLÉN, Mariano

2019 “Sesión 8: Proyecto 5 S 5ta. S – Autodisciplina”

Consulta: 25 de abril de 2021

Autor desconocido

2020 Comentario del 08 de enero a “Método *Just in time*, la filosofía de la reducción en las organizaciones”. *IsoTools Excellence*. Consulta: 05 de abril de 2021.

[https://www.isotools.org/2020/01/08/metodo-just-in-time-la-filosofia-de-la-reduccion-en-las-](https://www.isotools.org/2020/01/08/metodo-just-in-time-la-filosofia-de-la-reduccion-en-las-organizaciones/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20procedente%20del%20ingl%C3%A9s,necesario%20ni%20antes%20ni%20despu%C3%A9s.)

[reduccion-en-las-](https://www.isotools.org/2020/01/08/metodo-just-in-time-la-filosofia-de-la-reduccion-en-las-organizaciones/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20procedente%20del%20ingl%C3%A9s,necesario%20ni%20antes%20ni%20despu%C3%A9s.)

[organizaciones/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20procedente%20del%20ingl%C3](https://www.isotools.org/2020/01/08/metodo-just-in-time-la-filosofia-de-la-reduccion-en-las-organizaciones/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20procedente%20del%20ingl%C3%A9s,necesario%20ni%20antes%20ni%20despu%C3%A9s.)

[%A9s,necesario%2C%20ni%20antes%20ni%20despu%C3%A9s.](https://www.isotools.org/2020/01/08/metodo-just-in-time-la-filosofia-de-la-reduccion-en-las-organizaciones/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20procedente%20del%20ingl%C3%A9s,necesario%20ni%20antes%20ni%20despu%C3%A9s.)

PROMPERÚ

2018 “Panorama mundial del mercado: Textiles y prendas de vestir”. Informes Especializados. Lima. Consulta: 20 de enero de 2021.

<https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/609578798radEE344.pdf>

## MAXIMIXE

- 2019 “Exportación de textiles y confecciones crecería 10% en 2019”. AlertaEconómica. Lima, 21 de marzo. Consulta: 05 de enero de 2021.  
<https://alertaeconomica.com/exportacion-de-textiles-y-confecciones-creceria-10-en-2019/>

## LAFAYETTE

- 2019 “La industria textil dentro de la economía latinoamericana”. Portafolio Textil. Lima 06 de setiembre. Consulta: 10 de enero de 2021.  
<https://www.lafayette.com/la-industria-textil-dentro-de-la-economia-latinoamericana/>

## ANDINA

- 2021 “Exportación peruana de confecciones subió 75.1% en 5 primeros meses 2021”. Andina. Lima, 08 de julio. Consulta: 10 de noviembre de 2021.  
<https://andina.pe/agencia/noticia-exportacion-peruana-confecciones-subio-751-5-primeros-meses-2021-852480.aspx>

## LEAN MANUFACTURING 10

- s/f “One piece Flow o flujo de una sola pieza. Beneficios y desventajas”. Consulta: 03 de abril de 2021.  
<https://leanmanufacturing10.com/one-piece-flow>

## MADARIAGA, Francisco.

- 2013 *Lean Manufacturing*. Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Versión 2.2.

## HERNÁNDEZ, Juan Carlos y VIZÁN, Antonio

- 2013 *Lean Manufacturing*. Conceptos técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI.  
[https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://static.eoi.es/savia/documents/EOI\\_LeanManufacturing\\_2013.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://static.eoi.es/savia/documents/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf)

## PROGRESSA LEAN

- 2014 “Diagrama Causa-Efecto (Diagrama *Ishikawa*)”. Progressa lean. Consulta: 10 de octubre de 2021.  
<https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

Autor Desconocido

s/f “Kanban”. Consulta: 03 de abril de 2021.

<https://beagilemyfriend.com/kanban/>

#### WORDPRESS

2013 “Mantenimiento Autónomo”. Técnico Superior en Gestión de Mantenimiento  
Consulta: 15 de octubre de 2021.

<https://rieragestormantenimientosindustrialesjujuy.wordpress.com/mantenimiento-autonomo/>

