

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PUCP**

**ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA  
MANUFACTURERA DE SUELAS PARA CALZADO APLICANDO**

**HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

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

**AUTOR:**

Gianmarco Lucero Rivera

**ASESOR:**

Eduardo Carbajal López

Lima, Noviembre, 2021

## Resumen

En el presente proyecto de investigación tiene como objetivo la mejora de procesos en una empresa productora de suelas para calzado, utilizando herramientas de Lean Manufacturing para la identificación y eliminación de desperdicios de los procesos, optimización de los tiempos de manufactura y la reducción de costo.

En el primer capítulo se presenta las herramientas de diagnóstico que son útiles para la identificación de las causas raíces de los problemas de la empresa de calzado. Asimismo, se definen la metodología de Lean Manufacturing y sus herramientas más representativas. Por último, se presentan tres casos de investigaciones que han hecho uso de las herramientas antes descritas para la mejora de los procesos internos de diferentes empresas del mismo rubro que la presente tesis.

En el segundo capítulo se realiza una descripción de la empresa de calzado que ayuda a conocer su estructura organizacional, sus objetivos, características de sus productos y relación con sus stakeholders. Posteriormente se realiza el diagnóstico iniciando con el mapeo y selección de los procesos, que partiendo desde el diagrama de macroprocesos de la empresa, se hace uso de las diferentes herramientas de diagnóstico se identificó como proceso crítico a la extracción de suela de molde, por lo que se procedió a realizar un análisis de los indicadores de las actividades que componen dicho proceso para identificar los problemas, para luego a través del uso del diagrama de Pareto, y el diagrama de Ishikawa poder determinar los problemas de mayor impacto. Finalmente se utilizó la matriz FACTIS para la selección de contramedidas de los problemas y se concluyó que el uso de herramientas de Lean Manufacturing es la solución más óptima.

En el tercer capítulo se detalla la propuesta de mejora partiendo de la identificación de las actividades que no generan valor para la fabricación de suelas de calzado mediante la aplicación

del Value Stream Mapping (VSM as-is), en base a ello se procede con la identificación de los desperdicios a fin de establecer la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing las cuales son 5S, Kaizen y Poke Yoke. Para las tres se detalla las propuestas y finalmente se establece un cronograma para la implementación de las herramientas seleccionadas con el objetivo de establecer orden y tiempo de realización de las tareas. En suma, tiempo total para implementar las 3 herramientas es de 6 meses y 12 días.

En el cuarto capítulo se realiza la evaluación económica de las propuestas de mejora aplicadas a la empresa mediante el uso de las herramientas de 5S, Kaizen y Poka Yoke. Para la evaluación se detalla los costos de inversión que la empresa debe asumir para poder implementar cada una de las 3 herramientas dando un total de S/. 41,749.92. Así como también se calcula el ahorro anual que la empresa tendría luego de aplicadas las mejoras que resulta un total de S/. 41,654.62. Finalmente se calcula la viabilidad económica del proyecto dando como resultado el valor de TIR igual a 40.77% (mayor al COK calculado de 14.41%) y el resultado del valor del VAN igual a S/. 28,896.87, por lo que se concluye la viabilidad del presente proyecto.

# ÍNDICE

	Pág.
Resumen.....	i
Índice de Tablas .....	ivi
Índice de Gráficos .....	ix
1. Marco Teórico.....	1
1.1. Herramientas de Diagnóstico .....	1
1.1.1. Flujograma.....	1
1.1.2. Matriz de Comparaciones Pareadas.....	2
1.1.3. Matriz QFD.....	4
1.1.4. Matriz de Priorización .....	6
1.1.5. Diagrama de Pareto .....	8
1.1.6. Diagrama de Ishikawa .....	9
1.1.7. Cinco Por Qués.....	9
1.2. Modelo y herramientas.....	10
1.2.1. Definición de Lean Manufacturing.....	10
1.2.2. El desperdicio, despilfarro o muda .....	12
1.2.3. Herramientas de Lean Manufacturing .....	16
1.3. Estudio de casos .....	25
2. Descripción y Diagnóstico de la Empresa .....	36
2.1. Descripción de la empresa.....	36

2.1.1. Actividad Comercial.....	37
2.1.2. El Productos.....	37
2.1.3. Misión, Visión y Valores de la empresa.....	38
2.1.4. Estrategia .....	39
2.1.5. Clientes y Proveedores .....	39
2.1.6. Descripción de la situación actual .....	41
2.2. Diagnóstico.....	45
2.2.1. Mapeo y Selección de procesos.....	45
2.2.2. Gestión de indicadores.....	54
2.2.3. Identificación de problemas.....	61
2.2.5. Selección de contramedidas.....	67
3. Propuesta de Mejora .....	70
3.1. Value Stream Mapping Actual.....	71
3.2. Identificación de mudas .....	74
3.2.1. Categoría 1: Transporte .....	74
3.2.2. Categoría 2: Sobreproducción .....	74
3.2.3. Categoría 3: Defectos .....	75
3.2.4. Categoría 4: Reprocesos .....	76
3.2.5. Categoría 5: Inventarios.....	76
3.2.6. Categoría 6: Tiempos de espera.....	77
3.2.7. Categoría 7: Factor Humano.....	77

3.3. Aplicación de herramientas Lean.....	78
3.3.1. Implementación de 5s.....	79
3.3.2. Implementación de Kaizen.....	89
3.3.3. Implementación de Poka Yoke.....	93
3.3.4. Cronograma de Implementación de las mejoras.....	98
4. Evaluación Técnica y Económica.....	101
4.1. Evaluación técnica.....	101
4.2.1. Presupuestos de egresos e ingresos relevantes.....	102
4.2.2. Determinación costo de capital.....	105
4.2.3. Flujo de caja económico.....	106
4.2.4. Análisis de Sensibilidad.....	107
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	116
5.1. Conclusiones.....	116
5.2. Recomendaciones.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS.....	124

## Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1: Escala de preferencias.....	2
Tabla 2: Tipos de tiempos de cambios.....	24
Tabla 3: Tabla de defectos antes de la mejora .....	27
Tabla 4: Tabla de defectos después de la mejora.....	28
Tabla 5: Cálculo del tiempo estándar.....	30
Tabla 6: Tiempos reducidos por cada línea de calzado .....	31
Tabla 7: Eficiencias obtenidas en cada línea de calzado .....	32
Tabla 8: Cuadro resumen de encuestas .....	34
Tabla 9: Comparación de método anterior y mejorado .....	34
Tabla 10: Principales clientes .....	40
Tabla 11: Matriz QFD.....	48
Tabla 12: Puntajes para la matriz de priorización.....	50
Tabla 13: Matriz de priorización.....	50
Tabla 14: Propuesta de indicadores por actividades .....	55
Tabla 15: Principales problemas .....	62
Tabla 16: Frecuencia de los problemas identificados .....	63
Tabla 17: Resumen de la aplicación de las matrices de priorización a las causas.....	65
Tabla 18: Aplicación de los 5 Por qué a las principales causas .....	65
Tabla 19: Contramedidas propuestas .....	67
Tabla 20: Factores y criterios de ponderación para la matriz FACTIS .....	68
Tabla 21: Matriz FACTIS para la selección de contramedidas .....	69
Tabla 22: Tabla de selección de herramientas Lean .....	78
Tabla 23: Lista de objetos .....	81

Tabla 24: Tarjeta roja.....	82
Tabla 25: Cronograma de implementación de las 5S .....	89
Tabla 26: Tabla de ventas de suelas de la empresa durante el 2018.....	90
Tabla 27: Grupos de materias primas .....	91
Tabla 28: Composición química del acero A36.....	95
Tabla 29: Propiedades mecánicas del acero A36.....	96
Tabla 30: Formato de propuesta de mejora.....	97
Tabla 31: Cálculo del sueldo por hora según puesto .....	102
Tabla 32: Costos para la implementación de Kaizen.....	103
Tabla 33: Costos para la implementación de 5S.....	103
Tabla 34: Costos para la implementación de Poka Yoke .....	104
Tabla 35: Resumen de costos de implementación .....	104
Tabla 36: Pares adicionales de suelas producidas luego de las mejoras.....	105
Tabla 37: Cálculo del Costo de Capital (COK) .....	106
Tabla 38: Flujo de caja económico .....	106
Tabla 39: Indicadores financieros.....	107
Tabla 40: Escenarios para la variación del costo de implementación .....	108
Tabla 41: Costo aumentado en 20% .....	108
Tabla 42: Resultados del aumento del costo en 20%.....	109
Tabla 43: Costo reducido en 20%.....	109
Tabla 44: Resultados de la reducción del costo en 20%.....	110
Tabla 45: Escenarios para la variación del ahorro .....	110
Tabla 46: Ahorro aumentado en 20% .....	111
Tabla 47: Resultados del incremento del ahorro en 20% .....	111
Tabla 48: Ahorro reducido en 20%.....	111

Tabla 49: Resultados de la reducción del ahorro en 20%.....	112
Tabla 50: Escenarios para la variación del Costo de Capital (COK).....	113
Tabla 51: Costo de capital incrementado en 20%.....	113
Tabla 52: Resultados de aumentar el costo de capital en 20% .....	113
Tabla 53: Costo de capital reducido en 20% .....	114
Tabla 54: Resultado de la reducción del 20% del costo de capital (COK).....	114
Tabla 55: Variación del VAN respecto al COK .....	115



## Índice de Gráficos

	Pág.
Gráfico 1: Símbolos del flujograma según las normas ASME .....	2
Gráfico 2: Zonas de la Matriz QFD .....	5
Gráfico 3:Matriz de enfrentamiento.....	7
Gráfico 4: Matriz resumen .....	8
Gráfico 5: Modelo de Diagrama de Pareto .....	9
Gráfico 6:Diagrama de Ishikawa .....	9
Gráfico 7: Símbolos para el flujo de materiales.....	17
Gráfico 8:Simbología para el flujo de información .....	18
Gráfico 9: Modelo de VSM del estado actual.....	18
Gráfico 10: Ejemplo de modelo VMS mejorado .....	19
Gráfico 11: Modelo de suelas .....	38
Gráfico 12: Distribución de las áreas de la empresa.....	42
Gráfico 13:Estructura organizacional .....	43
Gráfico 14: Estructura del área administrativa .....	44
Gráfico 15: Estructura del área de producción / acabado .....	45
Gráfico 16: Macro procesos nivel 0 de la empresa.....	47
Gráfico 17: Macroproceso de Fabricación nivel 1.....	49
Gráfico 18: Actividades del proceso de extracción de suela de molde.....	51
Gráfico 19: Rebabas de una estación de trabajo .....	53
Gráfico 20: Horas de retraso por pronta apertura del molde .....	56
Gráfico 21:Cantidad de suelas dañadas en la elaboración .....	57
Gráfico 22: Nivel de mermas .....	58
Gráfico 23: Nivel suelas defectuosas detectadas durante en control de calidad.....	59

Gráfico 24: Nivel de transporte mensual .....	60
Gráfico 25: Nivel de transporte a depósito de mermas mensual .....	61
Gráfico 26: Diagrama de Pareto para la priorización de problemas .....	63
Gráfico 27: Diagrama de Ishikawa para el primer problema.....	64
Gráfico 28: Diagrama de Ishikawa para el segundo problema .....	64
Gráfico 29: Área de producción de la empresa.....	70
Gráfico 30: Value Stream Mapping de la situación actual .....	73
Gráfico 31: Desorden de materia prima y mermas en la empresa .....	80
Gráfico 32: Desorden en el puesto de trabajo .....	83
Gráfico 33: Círculo de frecuencia de uso .....	83
Gráfico 34: Gaveta organizadora .....	85
Gráfico 35: Mapa de 5S .....	86
Gráfico 36: Infografía sobre las 5S .....	87
Gráfico 37: Anuncio de exposición de peligros.....	88
Gráfico 38: Comportamiento de las ventas mensuales de suelas .....	90
Gráfico 39: Distribución propuesta del almacén de materias primas .....	91
Gráfico 40: Ejemplo 1 de uso de cintas separadoras .....	93
Gráfico 41: Ejemplo 2 de uso de cintas separadoras .....	93
Gráfico 42: Dispositivo para la extracción de suelas.....	95
Gráfico 43: Modelo del dispositivo para la extracción de suelas .....	95
Gráfico 44: Panel de actividades para la manufactura de la suela.....	98
Gráfico 45: Cronograma de implementación parte 1.....	99
Gráfico 46: Cronograma de implementación parte 2.....	100
Gráfico 47: Situación actual vs. situación propuesta .....	101

## **1. Marco Teórico**

Dado que el presente trabajo de investigación se utilizará metodologías, herramientas, diagramas, simbolismos, etc. que nos ayudarán en la propuesta de mejora en los procesos necesarios para la manufactura de suelas para calzado. Es importante presentar las principales definiciones y conceptos para el desarrollo de los siguientes capítulos.

### **1.1. Herramientas de Diagnóstico**

Para el diagnóstico se utilizarán un conjunto herramientas que ayudarán a identificar las causas raíces de los problemas identificados. Por ello, en este acápite se definirá dichas herramientas que serán aplicadas en el siguiente capítulo.

#### **1.1.1. Flujograma**

Un flujograma es una representación que permite mostrar las principales relaciones secuenciales entre cada proceso de una determinada área mejorando el entendimiento general del flujo de inicio a fin del proceso analizado. Además, permite identificar problemas como: mal flujo de información, materiales, procesos innecesarios, etc. Y en consecuencia facilita establecer puntos de control para mejorar el estudio y proponer mejoras. Para realizar un flujograma se utilizan símbolos, que contienen una breve descripción del proceso, unidos con

flechas que representan la sucesión y antecedente de cada proceso. Los símbolos básicos para la elaboración de diagramas de flujo, según las normas ASME, se muestran en el gráfico 1.

S I M P L E S	
SIMBOLO	REPRESENTA
	<i>Operación.</i> Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	<i>Inspección.</i> Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
	<i>Desplazamiento o transporte.</i> Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	<i>Depósito provisional o espera.</i> Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	<i>Almacenamiento permanente.</i> Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén.

Gráfico 1: Símbolos del flujograma según las normas ASME

Fuente: Normas ASME

### 1.1.2. Matriz de Comparaciones Pareadas

Las comparaciones pareadas son parte de un proceso de análisis Jerárquico (AHP) que a través de escalas de valores asignados del 1 al 9, otorgan importancia a los elementos analizados. Estas prioridades son asignadas por el encargado de decidir el valor de uno de estos por encima del otro. La escala de preferencias se muestra en la tabla 1.

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 1: Escala de preferencias

Fuente: Toskano (2015)

La matriz compara dos elementos evaluando la relación existente entre ellos para poder dar prioridad a uno más que el otro. Según Toskano (2015): Se representa una matriz que se denominará como A, que es cuadrada de forma nxn, donde  $n \in Z^+$ . Y sea  $a_{ij}$  elemento de la matriz A, para  $i = 1, 2, \dots, n$  y  $j = 1, 2, \dots, n$ . A será una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si  $a_{ij}$  es la medida de la decisión de preferencia de la alternativa en la fila i cuando se realiza una comparación con la columna j. En caso  $i = j$ , el valor de  $a_{ij}$  será igual a 1, pues en el supuesto, se esta comparando una alternativa con la misma alternativa.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Considerando que  $a_{ij} \times a_{ji} = 1$ , en la matriz A se tiene:

$$A' = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Luego de hallada la matriz A' es posible calcular la prioridad de cada elemento analizado. Para ellos se procede a través de operaciones matemáticas que se explican a continuación:

- 1) Se suma los valores de cada columna de la matriz A'
- 2) Se divide cada elemento de la matriz hallada entre la suma previamente hallada. La matriz resultante se conoce como matriz de comparaciones pareadas normalizada.
- 3) Por último, se procede a realizar el promedio de cada fila de la matriz normalizada hallando valores para cada criterio analizado.

Una vez hallada las prioridades relativas de cada criterio se procede a generar la matriz de prioridades, en la que asigna a cada alternativa las prioridades halladas. Es así que se para n criterios y m alternativas se tiene la siguiente matriz:

$$\begin{bmatrix} & \textit{Criterio 1} & \textit{Criterio 2} & \dots & \textit{Criterio n} \\ \textit{Alternativa 1} & P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ \textit{Alternativa 2} & P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \textit{Alternativa m} & P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mn} \end{bmatrix}$$

Donde  $P_{ij}$  es la prioridad designada de la alternativa  $i$  al criterio  $j$ , para para  $i = 1, 2, \dots, m$  y,  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Finalmente se procede a hallar el vector columna que representa la prioridad global de cada alternativa que resulta de la multiplicación de la matriz de prioridades y el vector que representa la prioridad de cada criterio con respecto a la meta global.

### 1.1.3. Matriz QFD

Es una herramienta para la calidad que nos permite determinar lo que el consumidor nos demanda y de esta manera poder incorporar en los procesos de generación de valor del producto o servicio a producir, de tal manera que los procesos, calidad y atención se encuentren alineados a lo que el cliente espera o necesite a fin de poder satisfacer al cliente en su totalidad. Además, el uso de la herramienta también complementa a la planificación de bien o servicio antes de entrar al mercado, ya que lo demandado por el consumidor final se integra durante el desarrollo del bien.

Según Bernal, la matriz QFD se divide tal como se muestra en el gráfico 2. A continuación se detalla cada zona.

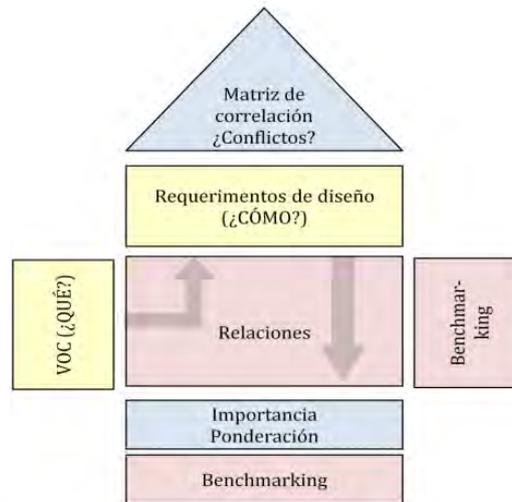


Gráfico 2: Zonas de la Matriz QFD

Fuente: Bernal (2009)

a) Voz del consumidor

En esta zona se formulan los objetivos que representaran la meta que se quiere alcanzar para la creación del bien o servicio en estudio. Es decir, los objetivos tienen que formularse en base a las necesidades del cliente que estén relacionados con el bien o servicio a desarrollar.

b) Requerimientos de diseño

Una vez definido los objetivos, en esta zona se procede a definir la misión a realizar para lograr cada objetivo, es decir, lo que se va a hacer para poder satisfacer el requerimiento del cliente.

c) Matriz de relaciones

Esta matriz muestra los diferentes niveles de vínculos entre los requerimientos del cliente y lo propuesto para satisfacer cada objetivo. Estas relaciones pueden ser débil, medio y fuerte y se asigna un valor numérico de menor a mayor en relación al nivel de relación que se tenga.

d) Benchmarking

La zona de benchmarking permite considerar a los bienes o servicios ofrecidos por los competidores y realizar una comparación con lo que la empresa ofrece. Es así que se asigna una medida que califica las diferentes características. Seguidamente se evalúa el nivel de satisfacción del cliente en base a los requerimientos para poder compararlo con la competencia.

e) Ponderación

En esta zona es importante, ya que se realiza la ponderación con los puntajes asignados anteriormente y el puntaje dado por el cliente, de esta manera nos permite obtener cuantitativamente que requerimientos tienen más impacto que otros. Luego de hallado el más importante se procede a seleccionar para realizar el diseño. Es importante indicar que los resultados hallados a partir del uso de la matriz QFD no deben considerarse como resultados finales, ya que lo recomendable es analizar otros factores para obtener un resultado absoluto.

f) Matriz de correlación

Esta zona tiene una forma triangular, y representa la relación de todas las estrategias que ayudarán satisfacer las necesidades del cliente. Esto se realiza para poder identificar los requerimientos que están relacionados entre sí y por ende existe mayor apoyo entre sí en su aplicación para evitar los sobreesfuerzos, así como las propuestas que presentan un conflicto al momento de implementarlas.

#### **1.1.4. Matriz de Priorización**

Es una herramienta que ayuda en la selección de diferentes alternativas mediante la formulación de criterios y ponderación de estos. Por ello es usado para la toma de decisiones ante problemas que se presentan en empresas y proyectos.

Para la aplicación de la matriz de priorización se debe tener un objetivo bien definido, seguidamente se procede a evaluar las alternativas que existen para la solución del problema

identificado con anterioridad. Luego se procede a definir los criterios que se evaluarán para poder determinar la mejor alternativa. Una vez se tenga todos los criterios a evaluar se procede a asignar una ponderación a cada uno en una matriz de enfrentamiento donde cada criterio se compara con los demás y se escoge el que posea mayor importancia asignándole un valor y el criterio con menor importancia se asigna la inversa del valor designado anteriormente. En caso los criterios a comparar sean iguales se procede a asignar el valor de 1 o 0. Cuando se haya terminado de asignar los valores se procede a realizar una sumatoria de cada columna y se halla la ponderación de cada criterio realizando una división simple del valor asignado entre la suma hallada tal como se muestra en el gráfico 3.

PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS	Impacto social	Procesos clave	Personal motivado hacia la mejora	Imagen de la institución	Madurez organizativa	TOTAL	Ponderación del Criterio
1 Impacto social		1,00	5,00	5,00	5,00	16,00	0,29
2 Procesos clave	1,00		5,00	10,00	0,20	16,20	0,29
3 Personal motivado hacia la mejora	0,20	0,20		0,20	1,00	1,60	0,03
4 Imagen de la institución	0,20	0,10	5,00		10,00	15,30	0,28
5 Madurez organizativa	0,20	5,00	1,00	0,10		6,30	0,11
<b>TOTALES</b>	1,60	6,30	16,00	15,30	16,20	55,40	1,00

Gráfico 3: Matriz de enfrentamiento

Fuente: Aiteco (2018)

Luego se comparan los criterios de acuerdo a la ponderación obtenida, este paso se repite de acuerdo a la cantidad de criterios que se han establecido para realizar la comparación de cada uno, por ello se crean tantas matrices tipo-L en base a la cantidad a analizar. Finalmente se procede a comparar todas las opciones y los criterios establecidos en una matriz resumen. Para la obtención del puntaje se procede a multiplicar los valores obtenidos para los criterios y las

opciones. Los puntajes obtenidos se suman por columna para obtener los valores finales donde se seleccionará al mayor de ellos, ya que representará el mejor criterio a escoger. En el gráfico 4 se muestra un ejemplo de lo explicado.

<b>MATRIZ RESUMEN</b>	SERVICIO DE URBANISMO	SERVICIO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	SERVICIO DE MANTENIMIENTO URBANO	SERVICIO DE DEPORTES	SERVICIO ECONÓMICOS
<b>1 Impacto social</b>	0,13	0,08	0,05	0,03	0,00
<b>2 Procesos clave</b>	0,13	0,09	0,02	0,05	0,00
<b>3 Personal motivado hacia la mejora</b>	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
<b>4 Imagen de la institución</b>	0,03	0,12	0,08	0,05	0,00
<b>5 Madurez organizativa</b>	0,00	0,05	0,00	0,04	0,02
<b>TOTALES</b>	<b>0,29</b>	<b>0,35</b>	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	<b>0,03</b>

Gráfico 4: Matriz resumen

Fuente: Aiteco (2018)

### 1.1.5. Diagrama de Pareto

Es una herramienta que facilita la clasificación de diferentes aspectos de acuerdo a un orden de mayor a menor. Su uso es común en casos de dar prioridad a los problemas encontrados descartando los no tan importantes, y de esta manera enfocarse en la solución de los que más impacto generen a la empresa. Además, ayuda en la toma de decisiones, ya que se centra en el 20% de los problemas analizados, haciendo que el 80% de los problemas restantes tengan menor prioridad y por ende haciendo que el tiempo invertido en la búsqueda de soluciones para los problemas tengan un mayor valor agregado para la compañía. A continuación, se muestra la representación de un diagrama de Pareto de manera general.

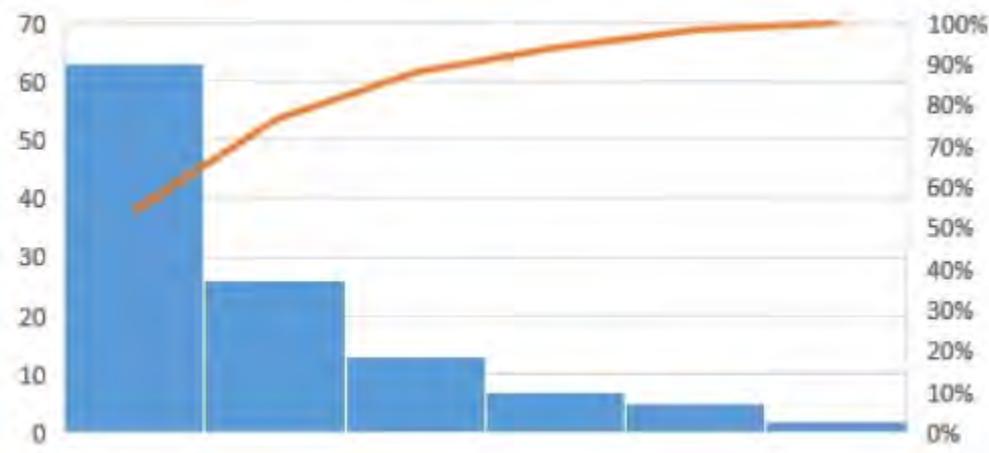


Gráfico 5: Modelo de Diagrama de Pareto  
Fuente: Calidad y ADR (2017)

### 1.1.6. Diagrama de Ishikawa

Es una forma de representar la relación que existe entre el problema a analizar y las causas que lo ocasionaron, para luego de su aplicación se puedan proponer diferentes soluciones. Esta herramienta tiene la característica de ser simple en la aplicación y de fácil entendimiento.

En la gráfica 6 se muestra el diagrama de Ishikawa donde el problema a analizar se representa como un cuadro en la parte derecha y las causas en la izquierda. Estas últimas se pueden separar en 4 categorías: máquina, materiales, métodos y personas. Donde las causas se pueden dividir en subcausas que ayudarán a profundizar en el análisis.

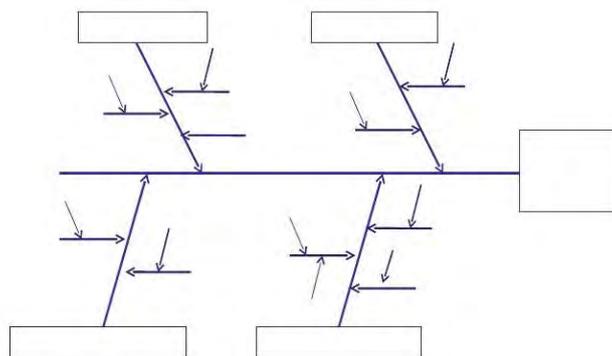


Gráfico 6: Diagrama de Ishikawa  
Fuente: Emprende Pyme

### 1.1.7. Cinco Por Qués

Es una técnica que realiza la pregunta “por qué” ante una situación presentada con el fin de poder profundizar y poder, en caso ser un problema, encontrar la causa raíz. La herramienta adquiere su nombre porque se suele repetir dicha pregunta 5 veces, pero en la práctica es posible hacer menos preguntas, ya que no se requiere mayor nivel de exactitud, así como en algunos casos es posible seguir iterando la pregunta para poder llegar a la causa raíz del problema.

El beneficio de la aplicación de los cinco Por Qué es que permite la detección, además de la causa buscada, otros problemas vinculados que se encuentran presente en la empresa y se van identificado a medida que se realiza el análisis de la técnica. También resulta práctico en cuanto al ahorro de tiempo en la aplicación de la herramienta, ya que en hasta menos de 5 iteraciones se puede llegar a una solución definitiva.

## **1.2. Modelo y herramientas**

Para el presente estudio se basará en la filosofía Lean Manufacturing, por ello se utilizará las herramientas de esta, a fin de poder identificar los problemas y poder mejorar los procesos actuales de la empresa. En el presente acápite definirá la filosofía Lean, así como sus herramientas más representativas.

### **1.2.1. Definición de Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing (en Castellano “Producción Ajustada”) es una filosofía que tiene como principales pilares a la mejora continua, control de calidad, control de despilfarro, mejorar el

nivel de aprovechamiento de la empresa y la participación de los operarios. Por ello, la aplicación de Lean Manufacturing se utiliza para mejorar los procesos que aportan valor al producto, reducir los costos directos e indirectos, disminución de tiempos de ciclo de fabricación y mantener o elevar los estándares de calidad. Para ello se hace uso de un conjunto de herramientas que fueron desarrolladas en Japón como el método de las 5S, Kanban, SMED, TPM, KAIZEN, POKA-YOKE, entre otros. (Rajadell y Sánchez, 2010)

La filosofía de Lean Manufacturing se centra principalmente en la mejora del nivel de competitividad de la empresa, su rentabilidad y por último en el grado de satisfacción de los clientes con el producto final, luego de implementar conceptos, técnicas y herramientas de Lean. Para que la aplicación de lo anterior mencionado se debe considerar que la filosofía posee tres principales pilares que se detallarán a continuación.

#### **a) Kaizen**

La filosofía Kaizen propone una implementación de una reforma sistemática a través de pequeños cambios que pueden ser propuestos por todos los trabajadores de la empresa, desde operarios hasta directivos, y de esta manera los cambios se acumulen a través del tiempo generando de esta manera una mejoría gradual. El objetivo es estandarizar los cambios implementados para luego, utilizarlos como base para poder identificar, desarrollar y proponer mejoras continuamente en los procesos y actividades que sea necesario un cambio. Parte del proceso incluye incentivar la participación de todos los miembros de la empresa, crear una cultura de cambios y promover la creatividad e innovación de los trabajadores.

#### **b) Control de la calidad**

Para poder implementar Lean Manufacturing en una empresa se debe considerar la importancia de crear una cultura de control de calidad a todos los participantes del modelo de negocio, es decir trabajadores, distribuidores y proveedores. Esto se debe lograr con una buena comunicación y participación de los implicados. Lo que se logra con una buena aplicación de este pilar es la reducción de los defectos, reducir los costos de producción, aumentar la rentabilidad de la empresa y brindar una mejor experiencia al cliente con la calidad del producto.

### **c) Just in time**

El Just in time es una filosofía que consiste en producir exactamente las cantidades requeridas y en el momento que se necesita, es decir mantener los inventarios en la medida de lo posible en cero, para poder reducir los costos de inventario y la rapidez de atención de los pedidos de los clientes con las cantidades demandadas. De manera general, la aplicación de Just in time tiene como principal objetivo evitar, en lo posible, todo aquello que no genera un valor agregado al producto, así como optimizar la utilización de los recursos de la empresa.

#### **1.2.2. El desperdicio, despilfarro o muda**

La definición de desperdicio es toda actividad y gasto de recursos que no agregue valor al cliente, así como toda actividad o consumo de recursos que genere un costo innecesario. Por ello se requiere que cada actividad que componen los procesos productivos necesariamente contribuya en la adición de valor en el producto o servicio final. Es por ello que la detección y eliminación de los desperdicios es un objetivo principal si se desea implementar en una empresa la filosofía de Lean, ya que mientras exista despilfarros que se pueden eliminar, siempre habrá una potencial mejora. Pero es importante aclarar que si bien en toda empresa

existen actividades que no generan un valor añadido al consumidor, no todas serán consideradas como muda, ya que, si bien no tienen un aporte directo, estas serán de apoyo a las actividades principales brindando seguridad, soporte, prevención, vigilancia, etc. (Cuatrecasas, 2015)

Según Luis Cuatrecasas (2015), existen 7 tipos de desperdicio los cuales se mencionan a continuación:

a) Sobreproducción

La sobreproducción tiene origen en una mala gestión de producción y se considera como un despilfarro, ya que trae consigo costos de energía, utilización de personal, espacio innecesariamente ocupado, tiempo requerido, consumo de materiales etc. Por ello la producción en todas las etapas del proceso debe ir ligado a una demanda del producto por parte del consumidor y que deberá tener como fin satisfacer la necesidad de este, mediante la variación del tamaño de los lotes para poder atender en lo posible todos los pedidos sin asumir costos innecesarios durante el proceso.

De acuerdo a lo mencionado, es fundamental que la cantidad producida no supere a la demanda existente, es por ello que se deben tomar acciones como detener algunas máquinas y equipos utilizados para la producción. Lo que se desea es evitar el consumo de energía, ahorros por stocks de más, mejor gestión de espacios, y disminuir los desperdicios anteriormente mencionados.

b) Proceso Inadecuado

Este tipo de desperdicio se da cuando en los procesos existe un exceso de consumo de recursos cuando en realidad solo se necesita una parte de lo utilizado, debido a la práctica de métodos incorrectos de trabajo o no tan eficientes. Para evitar casos de sobre procesamiento es necesario realizar estudios para determinar los métodos de trabajo más eficientes para poder contratar y capacitar a personal. Además, adquirir los equipos y máquinas que se acomoden a los métodos a implementar y se distribuyan de manera efectiva en los centros de trabajo sin entorpecer el proceso productivo. Por último, se debe buscar mejorar el método continuamente a fin de reducir los tiempos, reducir los costos y mejorar la calidad del producto.

#### c) Stocks

El desperdicio debido a las existencias conlleva a costos de almacenamiento, transporte, espacio y por el valor del producto que puede ir deteriorándose en el tiempo dependiendo el tipo de producto. Además, es común que el sobre stock oculte problemas iguales o más importantes que el mismo como falta de calidad, averías en los equipos, falta de mantenimiento, excesivos tiempos de preparación, etc. Para prevenir la acumulación de existencias se debe aplicar una producción alineada con la demanda existente, planificación de materiales y gestión de recursos.

#### d) Transporte y Manipulación Innecesarios

Debido a una mala distribución de planta de las empresas se presenta el problema de exceso de transporte de materiales y productos terminados. Además, al tiempo de transporte se adiciona el tiempo que el operario encargado realiza la manipulación de los materiales a ser trasladados. Esto evidentemente es una inversión de tiempo innecesaria y que puede ser evitada con

cambios en las ubicaciones de las áreas y almacenes para evitar el consumo de recursos, el largo recorrido y el tiempo de demora.

e) Movimientos Innecesarios

Los movimientos de las personas también son considerados desperdicios, ya que no dan un valor agregado al producto y ocasionan aumentos en los tiempos de operación. Por ello se debe evitar en todo momento el excesivo traslado de las personas, para ello se debe tener un ambiente de trabajo adecuado con los materiales, equipos y herramientas necesarios para la realización de sus actividades correctamente.

f) Tiempos de Espera

Los tiempos de espera son desperdicios muy comunes en las empresas, si bien hay esperas que son necesarias para la elaboración de los productos, se deben identificar aquellos tiempos que afecten la productividad. Para poder implementar un sistema Lean Manufacturing es importante lograr que los materiales necesarios en una estación de trabajo estén disponibles ni bien la máquina termine de trabajar para evitar demoras en obtención, transporte y suministro de material para procesar.

g) Insuficiencia en el nivel de calidad

Los productos que no poseen un nivel de calidad suficiente para poder ser vendido al cliente son considerados como desperdicio, ya que representa una pérdida de producto sin ningún beneficio, o en el caso pueda ser reprocesar es un costo adicional y tiempo disponible que deberá designar en la reparación de este. Además, si el control de calidad deja pasar el producto

defectuoso y llega hasta el cliente final el costo puede ascender y la imagen de la empresa se puede ver afectada. Para evitar el problema se debe tener buenos controles de calidad y realizar mantenimiento preventivo a las máquinas para reducir la probabilidad de falla.

### **1.2.3. Herramientas de Lean Manufacturing**

A continuación, se describirán brevemente las principales herramientas usadas en Lean Manufacturing.

#### **a) Value Stream Mapping (VSM)**

El Value Stream Mapping (En castellano mapa de la cadena de valor) permite tener una mejor visión del negocio mostrando el flujo de información como el flujo de materiales desde el proveedor hasta el cliente. De esta manera facilita la detección de actividades que no generan un valor añadido al producto, ya que representa la cadena de valor de la empresa de manera gráfica.

Para la aplicación de la herramienta se debe detectar el producto perteneciente a una familia de productos o que presenten similares etapas en el proceso de producción con el fin de no solo mejorar un producto, sino poder mejorar varios de ellos. Luego se procede a representar la situación actual, para ello se debe hacer un seguimiento tanto al flujo de información como el de materiales en cada etapa del proceso productivo. Seguidamente se recopila información de los procesos sobre tiempo requerido, tiempo de ciclo, distancia, cantidad productos en stock, en otros datos requeridos según el proceso.

En general, para la elaboración del VSM se los siguientes pasos:

- Flujo de materiales a partir del cliente

- Se representan operaciones comprendidas en el flujo del proceso
- Se representan el flujo de información
- Se calcula y representa el lead time
- Se dispone del mapa completo

Una vez obtenida la información necesaria se procede a la elaboración del VSM, para ello se presentan los principales símbolos utilizados para la representación de los procesos en un sistema productivo. Para el flujo de materiales se utilizan los símbolos mostrados en el gráfico 7 y la simbología usada para la representación del flujo de información que se muestra en el gráfico 8.

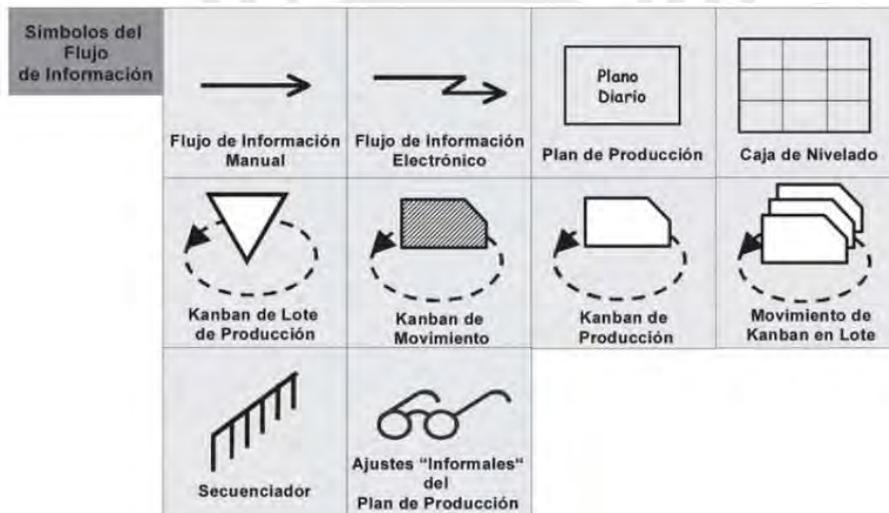


Gráfico 7: Símbolos para el flujo de materiales

Fuente: Rajadell, Sánchez (2010)

Simbolos del Flujo de Materiales			
	Operación de Valor Añadido		Operación de Control
	1000 piezas 1.3 días Material Parado		Movimiento de Material Tirado
	Movimiento de Materiales Empujado		Datos de Proceso
	T/C: 65 seg. C/S: 400 seg. 2 Turnos OEE: 60%		Flujo de Materiales en Secuencia
	Viernes & Miércoles Transporte por Camión		Localizaciones Externas
	Transporte interno		Supermercado

Gráfico 8: Simbología para el flujo de información

Fuente: Rajadell, Sánchez (2010)

Para graficar el VSM, se debe considerar solo el proceso principal, más no las excepciones del proceso; la información recopilada debe ser real, precisa y útil, no se debe usar datos estándar; se debe utilizar los símbolos establecidos anteriormente y el mapa debe tener la información suficiente para un fácil entendimiento, por ello se debe evitar que sea confuso y difícil de entender. (Rajadell y Sánchez, 2010)

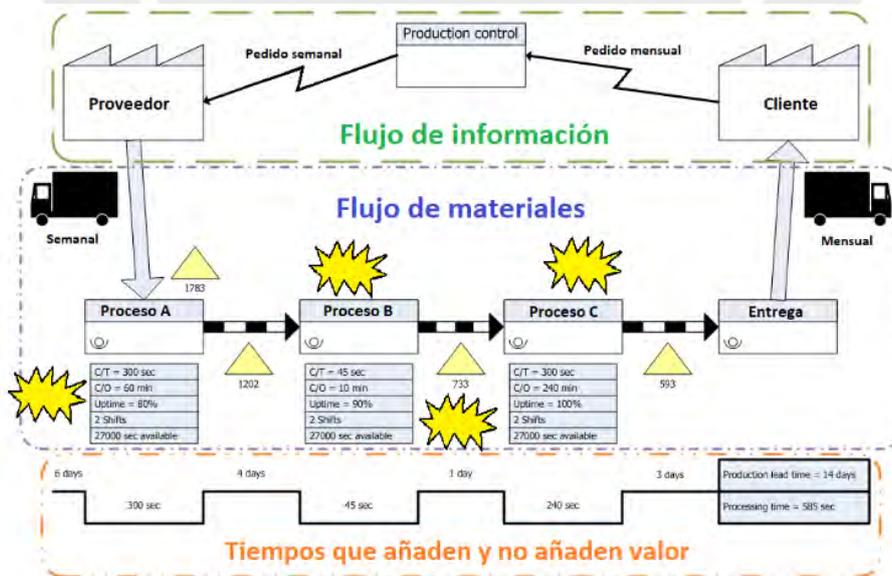


Gráfico 9: Modelo de VSM del estado actual

Fuente: Lean Manufacturing 10

Luego de obtener el VSM en base a la información obtenida se procede a elaborar un nuevo mapa de acuerdo a las propuestas de mejora a corto o largo plazo planteadas por la organización para poder tener una mejor visión de a donde se quiere llegar y que oportunidades de mejora se presentan en la situación actual. Posteriormente al análisis se determinará el punto de partida para la aplicación de las herramientas de acuerdo a los recursos disponibles de la organización. En el gráfico 10 se muestra un ejemplo de VSM mejorado para una empresa de bicicletas.

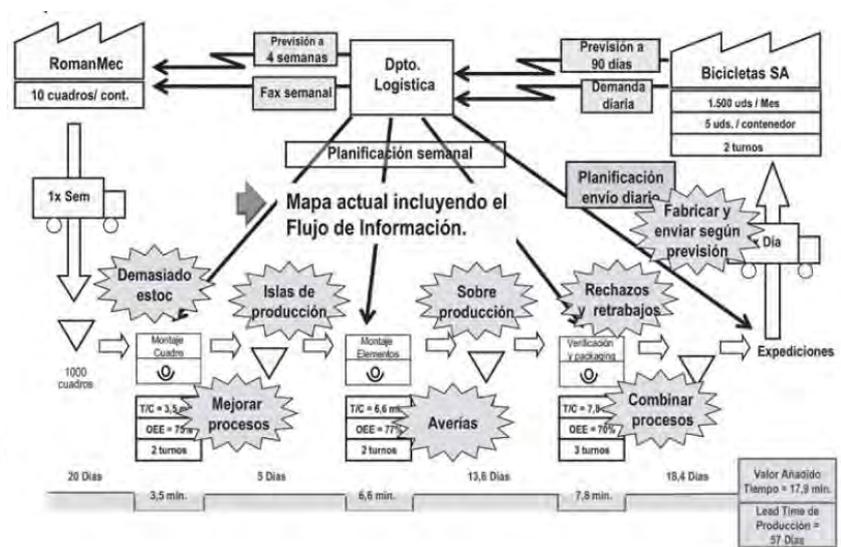


Gráfico 10: Ejemplo de modelo VMS mejorado

Fuente: Rajadell, Sánchez (2010)

## b) 5S

Las 5S es una metodología que busca mejorar el rendimiento de las empresas que lo utilizan, ya que es amigable con el personal, en el corto plazo da resultados, mejora la comunicación, mejora la calidad de los procesos productivos, así como la seguridad de los trabajadores. Para la implementación se debe tener en cuenta 5 pilares fundamentales de donde proviene el nombre, los cuales se mencionan a continuación: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke; que son palabras que en idioma japonés significan: Descarte, ordenar, limpieza, estandarizar y disciplina. (Rajadell y Sánchez, 2010)

A continuación, se explicará la importancia y los beneficios de cada uno de los componentes de las 5S:

a. Seiri (Descarte)

Consiste en eliminar los elementos innecesarios en las diferentes actividades que se realizan mediante una clasificación en base a la frecuencia de uso del material, sobrantes de los procesos, datos o información de poca utilidad. Con esto se quiere que las áreas de la empresa aumenten el espacio para desarrollar sus actividades, disminuir tiempo de adquisición de herramientas, materias primas, y objetos que intervengan en las operaciones, mejorar la visión en el área y mejorar las condiciones de seguridad del área de trabajo.

b. Seiton (Ordenar)

Se trata de mejorar el orden y definir una ubicación de los elementos que son importantes para que se pueda acceder a ellos fácilmente para su utilización y retorno. En conjunto consiste en asignar un lugar óptimo para cada cosa respetando los límites de las zonas de tránsito, trabajo y depósito. Su implementación tiene como objetivo mejorar la productividad de la organización, aumentar la seguridad, mejorar el flujo de materiales, la fácil localización y acceso a los elementos

c. Seiso (Limpieza)

Consiste la inspección de la zona de trabajo a fin de identificar y eliminar la suciedad presente. Se busca prevenir los defectos a causa de la falta de limpieza, implementar una cultura de limpieza en los trabajadores, y tener presente las causas que produce. Su implementación trae consigo el aumento de la vida útil de los equipos, ya que se reducirá los desperfectos y potenciales accidentes.

d. Seiketsu (Estandarizar)

Permite consolidar los 3 componentes anteriormente descritos, ya que consolida y estandariza la localización de las cosas, el lugar donde deben desarrollarse las actividades y considerando la limpieza en las zonas de trabajo y equipos utilizados. De esta manera se logra que el personal entienda la importancia de la estandarización, ya que permite la creación de hábitos que mejoraran los procesos, así como sus condiciones laborales.

e. Shitsuke (Disciplina)

Consiste implantar una cultura de disciplina para que la aplicación de la 5S se mantenga a largo plazo. Para ello es necesario el respeto a los estándares y normas impuestos por la organización, la aplicación de autoevaluaciones que permitan saber el nivel de cumplimiento sobre las normas y la tener un seguimiento y control mediante la realización de auditorías. La buena implementación de esta etapa trae consigo el mejoramiento del ambiente laboral y la creación de una cultura de respeto y disciplina entre los miembros de la empresa.

### c) Heijunka

Heijunka, por su significado en japonés “trabajo llano y liberado”, es una técnica que consiste mantener la producción alineada a las variaciones de la demanda del cliente. Es así que para poder adaptar la producción de la empresa se debe producir en lotes pequeños varios modelos en cortos periodos de tiempo, en lugar de producir lotes grandes de un producto específico para luego iniciar la manufactura de otro. (Rajadell y Sánchez, 2010).

La implementación de Heijunka como parte de las herramientas para la implementación de Lean Manufacturing tienen fundamentalmente los siguientes objetivos:

- Reducir los tiempos de espera a los clientes, ya que, con una población alineada a la demanda mediante la producción de lotes pequeños, se tendrá un menor tiempo de respuesta ante nuevos pedidos.
- Mejorar el nivel de flexibilidad de la empresa gracias a con una producción nivelada se tendrá mejores acciones de respuesta ante las posibles variaciones que pueda tener la demanda.
- Reducir el stock de materiales, ya que no será necesario grandes cantidades almacenados por los pequeños lotes de producción, de esta manera se tendrá mayor frecuencia de pedidos de los proveedores.
- De manera similar, se tendrá menor stock de productos terminados debido a que el tiempo de demanda será menor, ya que el transporte y recepción de parte de cliente será más frecuente.

### d) Kanban

Es un sistema que ayuda a controlar y programar la producción de forma estandarizada. La aplicación consiste en la sincronización del flujo de materiales a través cada uno de los procesos, es decir se la cantidad de material que se retirará del proceso anterior se debe considerar para el siguiente proceso, de esta manera se tiene cantidades iguales de piezas, subconjunto o conjuntos para la producción a través de todas las estaciones de trabajo. Es importante mencionar que es igual de importante que el flujo de comunicación entre las estaciones sea claro y constante. Para un mejor control es necesario separar un Kanban para determinar qué y cuánto será necesario producir para el siguiente proceso, así como un Kanban que indique qué y cuánto material se retirará del proceso anterior (Rajadell y Sánchez, 2010).

e) SMED

SMED (por sus siglas en inglés Single Minute Exchange of Die) es una técnica que permite reducir el tiempo que tarda la preparación de las diferentes máquinas que posee una empresa. El tiempo que demora en acondicionar una máquina para poder iniciar la producción, también se puede definir como el tiempo de diferencia que existe entre la producción del último producto tipo X y el primer producto producido tipo Y.

Para la aplicación de la herramienta debe considerar que los problemas por exceso de tiempo en la preparación no solo son de tipo técnico, sino de la organización, además se debe considerar que la rigurosidad de la aplicación de SMED es necesario para poder tener mejores resultados sin incurrir en costos altos, por último, se debe considerar que siempre será posible reducir los tiempos a través de grandes y pequeños cambios que se deben hacer progresivamente. (Rajadell y Sánchez, 2010).

En la tabla 2 se muestran los principales procedimientos de tiempos de cambios que se encuentran generalmente presente en la mayoría de empresas manufactureras.

Tabla 2: Tipos de tiempos de cambios

PROCEDIMIENTOS DE TIEMPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CAMBIO
Cambiar utillajes y herramientas	Estos procedimientos son típicos en talleres mecánicos, donde los operarios han de fijar y retirar moldes, sierras, fresas, etc.
Cambiar parámetros estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros estándares usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales	Cada vez que en una línea cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos casos incluye el cambio de utillajes.
Preparación general previa a la fabricación	Este tipo de preparación incluye una gran variedad de actividades para tener a punto el material, los útiles, las herramientas o los accesorios, por ejemplo: arreglar el equipo, ensayar el proceso y ajustar, limpieza general, asignar tareas a trabajadores, revisar planos, etc.

Fuente: Rajadell, Sánchez (2010)

La mejora en los tiempos de preparación de las máquinas es un pilar importante en la implementación de Lean Manufacturing en una empresa, ya que permite tener una mayor cambio y reducción de los stocks.

#### f) TPM (Mantenimiento de Producto Total)

El TPM tiene como objetivo que el equipo que se usará para la fabricación esté en buenas condiciones y que este produzca componentes de buena calidad de acuerdo a requisitos del cliente. Por ello, la herramienta ayuda a que los operarios se involucren con el cuidado de los equipos para que estos puedan ser de gran confiabilidad durante la producción, así como tener

un buen funcionamiento sin registrar errores que puedan retrasar la producción o dañar otros equipos y/o máquinas.

Los objetivos más importantes del uso de TPM son:

- Implantar en todas las áreas de la empresa que utilicen planificación, diseño o almacenado de los equipos utilizados para las actividades relacionadas al rubro de la empresa.
- Incentivar el trabajo en equipo para fortalecer el trabajo, mejorar la moral de los trabajadores, y generar una cultura empresarial de participación a fin de poder obtener soluciones creativas y innovadores para la empresa.
- Mejorar las capacidades competitivas de la empresa y que están se puedan estandarizar a fin de poder hacerlas durables en el tiempo. De esta manera ayudar a la mejora de los sistemas productivos, capacidad de adaptación a los cambios y disminuir los costos operativos.
- Mejorar las condiciones de funcionamiento de las máquinas y equipos para que se tenga mayor confianza en su uso.
- Minimizar los tiempos muertos debido a fallas, mantenimiento y preparaciones.
- Implementar un sistema de mantenimiento para incrementar la vida útil de los equipos y maquinaria de la empresa. Para ello es necesario la colaboración activa de todos los trabajadores que realizan actividades que necesitan mantenimiento.

### **1.3. Estudio de casos**

Para el presente estudio se han seleccionado trabajos de investigación de donde se ha implementado las herramientas de Lean Manufacturing para poder identificar y solucionar problemas en empresas de calzado. Los trabajos de investigación son: “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de “Calzado

Lupita” S.A. -2016” de Rodríguez, Jhoani, “Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED)” de Aldás, Darwin, Reyes, John, Collantes, Santiago y Vilema, William. “Implementación de las herramientas Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios en la línea de fabricación de calzados en la empresa D’Yomis.” de Cruz, Leydi y Mendoza, Claudia. Siendo los dos primeros trabajos de investigación y el último un proyecto de tesis que muestran los resultados de su investigación.

A continuación, se procederá a explicar las investigaciones mencionadas:

1. Primer caso: Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de “Calzado Lupita” S.A. -2016

a) Resumen

El caso a desarrollar fue realizado en el año 2016 con el objetivo de lograr una reducción de los desperdicios de una empresa manufacturera de calzado, donde se propone la implementación de un sistema de gestión tomando como base las herramientas de Lean Manufacturing a fin de poder identificar los problemas y poder proponer soluciones a fin de mejorar la calidad del calzado.

b) Herramientas de Lean Manufacturing

El autor del estudio utilizó el método experimental para poder realizar los test de control, realizo el DAP, DOP y VSM para poder diagnosticar el panorama actual de la empresa. Luego analizó la información obtenida de la empresa a través de la utilización del diagrama de Pareto y el de Ishikawa a fin de poder identificar los principales problemas. Por último, se utilizó las

herramientas de 5S y Poka-Yoke en la implementación de Lean Manufacturing a fin de poder medir los resultados.

A continuación, se muestran las tablas 3 y tabla 4, donde se muestra la cantidad de especificaciones técnicas que se han cumplido según los estándares de calidad de los clientes de la empresa. Se puede notar una mejoría en el número de defectos que se suelen presentar comúnmente en la fábrica.

Tabla 3:Tabla de defectos antes de la mejora

<b>CONSOLIDADO DE CANTIDAD DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NO CUMPLIDAS</b>								
<b>Defectos encontrados</b>	<b>Día</b>							<b>Total</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	
<b>No cumple medida</b>	3	3	2	3	2	4	3	<b>20</b>
<b>Manchas</b>	7	6	6	7	4	7	4	<b>41</b>
<b>Cuero con imperfecciones</b>	3	2	2	2	2	3	4	<b>18</b>
<b>Mal acabado de costura</b>	6	8	6	7	6	7	7	<b>47</b>

Fuente: Rodríguez, Jhoani (2016)

Tabla 4: Tabla de defectos después de la mejora

CONSOLIDADO DE CANTIDAD DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CUMPLIDAS								
Defectos encontrados	Día							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
No cumple medida	3	4	4	3	4	3	4	25
Manchas	5	7	5	7	5	6	7	42
Cuero con imperfecciones	5	3	4	4	4	4	3	27
Mal acabado de costura	6	5	7	6	7	7	6	44
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>138</b>

Fuente: Rodríguez, Jhoani (2016)

c) Resultados

- De acuerdo con el VSM se obtuvo que el Lead Time fue de 9.17 el cual supera los 4 días que son requeridos por el cliente. Esto ocurre por los retrasos en las actividades por piezas reprocesadas y malas condiciones en el área de trabajo que afectan la producción generando mermas y productos defectuosos.
- La creación de un check list logró determinar que 73 de 140 pares manufacturados cumplen los requerimientos de calidad. Esto debido a una falta de control en el producto terminado y el mal manejo de materiales.
- La implementación de 5S en la empresa en estudio tuvo gran impacto, ya que se logró tener los pasillos despejados, herramientas en su lugar con buenas condiciones de uso, áreas de trabajo limpias, mejor ambiente de trabajo para los operarios. Con respecto a la aplicación de Poka Yoke, se logró disminuir el número de errores en cuanto a manufactura, calidad y acabado.

- Se mejoró la calidad el producto en un 44% debido a que se mejoró el cumplimiento de las fichas técnicas que fueron implementadas. De manera general, se logró disminuir imperfecciones que eran comunes antes del desarrollo del estudio.

#### d) Conclusiones

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing ayudaron en la mejora de la empresa estudiada con respecto a los niveles de calidad y nivel de desperdicios. Los resultados de la implementación de 5S y Poka-Yoke, luego del análisis y diagnóstico fueron favorables, ya que se logró disminuir la cantidad de errores presentes en la empresa, así como mejorar el estado de los espacios para el transporte de materiales y calzado, así como el estado de las herramientas en los centros de trabajo y el ambiente laboral logrando una mejor satisfacción para los operarios en cuanto a seguridad, orden y limpieza.

## 2. Segundo caso: Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED)

#### a) Resumen

El caso de estudio seleccionado fue realizado en el año 2017 con el objetivo de reducir los tiempos de preparación y cambio de las máquinas que realizan la manufactura de calzado de cuero. Para ello se propuso reducir los tiempos de preparación en las operaciones con la metodología SMED. Adicionalmente se realizó estudios de los métodos del trabajo y se hizo el cronometraje de los tiempos de los operarios y cuantificar los desperdicios de los procesos involucrados en la obtención del calzado.

#### b) Metodología

Para la reducción del tiempo de la fábrica de calzados de cueros, el autor utilizó la herramienta de manufactura esbelta Single Minute Exchange of Die (SMED) para poder determinar mejoras en los tiempos, sino en métodos de trabajo, eficiencia de equipo y reducción de costos. Además, se utilizaron herramientas estadísticas para determinar los criterios para la población y muestra que resultaron que se debía analizar una línea de producción de 3 industrias de calzado, que en este caso fueron de calzado casual, deportivo y de seguridad industrial. Luego de la selección de los modelos de calzado se realizó un análisis ABC con la regla de 60-20 donde se determinó los calzados más representativos de cada línea. Seguidamente se realizó un estudio de tiempos a fin de determinar el tiempo que requiere y si es necesario tener trabajadores especializados para la producción. Para la medición del trabajo se siguió una metodología estandarizada que tuvo como resultado el cálculo del tiempo estándar para la preparación de suelas de calzado.

Tabla 5: Cálculo del tiempo estándar

<b>CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR</b>			Estudio #: 001 - CCH Hoja #: 01
<b>OPERACIÓN: Preparación de suelas</b>			
Elemento	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo estándar
A	0,006	12%	0,006
B	0,103	16%	0,119
C	0,120	16%	0,140
D	0,218	12%	0,244
E	0,003	12%	0,004
<b>Tiempo estándar de operación (min/zapato)</b>			<b>0,51</b>
<b>Tiempo estándar de operación (min/par)</b>			<b>1,02</b>
<b>1 minuto, 1 segundo</b>			

Fuente: Aldás, Darwin, Reyes, John, Collantes, Santiago y Vilema, William (2017)

Con ayuda del mapa del flujo de valor se identifican los desperdicios de tiempo del proceso (operaciones, montajes, tiempos de preparación, etc.) que se utilizó como input para el desarrollo de la metodología SMED, donde la primera etapa fue la identificación de las operaciones internas (máquina parada) y externas (máquina en funcionamiento) en el proceso de preparación de maquinarias, la segunda se hizo el cambio de las actividades internas a externas y por último se mejora las operaciones de ambos estados de la máquina.

### c) Resultados

- Los resultados obtenidos a través de la aplicación de las herramientas de estudio del trabajo son que existe un tiempo improductivo, debido a que el operario tiene que trabajar con varias máquinas al realizar su operación en el proceso de montaje de calzado.
- Se determinó que existen desperdicios de tiempo en la preparación de las máquinas. Por ello se propuso la metodología SMED para la reducción de tiempos.
- Luego de la aplicación de SMED se obtuvo una eficiencia del 16,92% obtenida en la preparación de suelas casual, tal como se muestra en el siguiente cuadro de las 3 líneas seleccionadas. Además, se muestra en cuadro donde se muestra el tiempo reducido por cada línea de calzado (casual, deportivo y seguridad industrial).

Tabla 6: Tiempos reducidos por cada línea de calzado

Operación	Casual			Deportivo			Seguridad Industrial		
	Tiempo actual (min/par)	Tiempo propuesto (min/par)	Tiempo reducido (min/par)	Tiempo actual (min/par)	Tiempo propuesto (min/par)	Tiempo reducido (min/par)	Tiempo actual (min/par)	Tiempo propuesto (min/par)	Tiempo reducido (min/par)
Preparación de suelas	1,19	1,02	0,17	1,48	1,28	0,20	2,90	2,72	0,18
Preparación de hormas	0,93	0,91	0,02	1,06	1,05	0,01	0,66	0,61	0,05
Preparación de cortes	0,66	0,66	0,00	0,64	0,64	0,00	3,12	3,08	0,03
Conformado de talones	1,44	1,41	0,03	1,47	1,43	0,04	1,40	1,40	0,00
Reformado de puntas	1,25	1,25	0,00	1,28	1,28	0,00	-	-	-
Aplicación de pega en laterales	0,78	0,76	0,02	0,95	0,92	0,03	-	-	-
Armado de puntas	1,56	1,56	0,00	1,58	1,58	0,00	3,58	3,50	0,09
Armado de laterales y talón	1,58	1,58	0,00	1,62	1,62	0,00	1,04	1,04	0,00
Rayado	1,47	1,44	0,03	1,38	1,34	0,04	1,30	1,30	0,00
Cardado	1,42	1,42	0,00	1,78	1,78	0,00	1,44	1,44	0,00
Aplicación de pegamento	1,54	1,46	0,08	1,66	1,56	0,10	2,61	2,52	0,09
Reactivado	0,52	0,52	0,00	0,52	0,52	0,00	0,63	0,63	0,00
Prensado	1,14	1,14	0,00	1,20	1,20	0,00	1,98	1,98	0,00
Enfriado	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,63	0,63	0,00
Deshormado	1,52	1,52	0,00	1,56	1,56	0,00	0,44	0,44	0,00
Acabados	3,21	3,15	0,06	3,82	3,75	0,07	3,47	3,39	0,08
<b>Total:</b>			0,41			0,49			0,53

Fuente: Aldás, Darwin, Reyes, John, Collantes, Santiago y Vilema, William (2017)

Tabla 7: Eficiencias obtenidas en cada línea de calzado

Operación	Casual		Deportivo		Seguridad Industrial		Prom.
	Variación (par/día)	% Eficiencia	Variación (par/día)	% Eficiencia	Variación (par/día)	% Eficiencia	
Preparación de suelas	69	16,92%	50	15,53%	11	6,53%	12,99%
Preparación de hormas	11	2,09%	6	1,24%	63	8,75%	4,03%
Preparación de cortes	0	0,00%	0	0,00%	2	1,11%	0,37%
Conformado de talones	7	2,12%	8	2,54%	0	0,00%	1,56%
Reformado de puntas	0	0,00%	0	0,00%	-	-	0,00%
Aplicación de pega en laterales	20	3,25%	17	3,28%	-	-	3,26%
Armado de puntas	0	0,00%	0	0,00%	3	2,50%	0,83%
Armado de laterales y talón	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
Rayado	7	2,01%	9	2,67%	0	0,00%	1,56%
Cardado	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
Aplicación de pegamento	17	5,52%	19	6,46%	7	3,74%	5,24%
Reactivado	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
Prensado	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
Enfriado	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
Deshormado	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,00%
Acabados	3	1,86%	2	1,95%	3	2,31%	2,04%

Fuente: Aldás, Darwin, Reyes, John, Collantes, Santiago y Vilema, William (2017)

#### d) Conclusiones

La aplicación de las metodologías de estudio del trabajo, así como la aplicación de la metodología SMED tuvieron resultados positivos, ya que se logró reducir el tiempo de preparación, montaje y uso de las máquinas, en las tres líneas de producción de calzado. Logrando así una mejora en la manufactura de estos. Es así que se obtiene que para el caso del calzado casual la reducción de tiempo fue de 0,41 min por cada par; para el calzado deportivo fue de 0,49 min/par y en el calzado de seguridad fue de 0,53 min/par; estos tiempos fueron obtenidos por la ejecución del trabajador auxiliar de la empresa en estudio. Además, se obtuvo que las eficiencias en las operaciones de montaje fueron mayores que en la preparación de suelas, ya que se puso en práctica la mejora planteada para este proceso.

### 3. Tercer caso: Implementación de las herramientas Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios en la línea de fabricación de calzados en la empresa D'Yomis

#### a) Resumen

El caso seleccionado es un proyecto de investigación realizado en el año 2017 en la ciudad de Trujillo donde tuvo como objetivo implementar herramientas de Lean Manufacturing a una empresa que manufactura calzado a fin de reducir los desperdicios que la empresa presentaba.

#### b) Herramientas de Lean Manufacturing

En esta investigación se han aplicado herramientas como 5'S, Kanban, JIT, SMED, ANDON, POKA-YOKE, Heijunka. Donde el objetivo del uso de estas fue facilitar la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor en la manufactura del calzado. Se utilizaron técnicas como el diagrama causa-efecto, pronósticos, sistemas de inventarios y Diagrama bomanuak a fin de poder realizar un análisis más fino de los datos. Además, se plantean medidas para la mejora de la ergonomía en la zona de trabajo, así como el estudio de los métodos de trabajo que los operarios realizan para la fabricación de los calzados, para ello se utilizaron diagramas de procesos, diagrama bimanual, hojas de procesos, desarrollo, evaluación, implementación y control del método propuesto.

#### c) Resultados

Luego de la implementación de los métodos mencionados se obtuvieron los siguientes resultados:

Se identificaron las causas de los desperdicios que la empresa generó por medio de una encuesta a los operarios. En la gráfica adjunta se muestra el cuadro de resultados de la encuesta donde se identifica que la falta de orden y limpieza, y el sobre stock de materia prima son las principales causas.

Tabla 8: Cuadro resumen de encuestas

TIPOS DE DESPERDICIO	CANTIDAD DE RESPUESTAS AFIRMATIVAS	% DE RESPUESTAS	% ACUMULADO DE RESPUESTAS
FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA	4	33%	33%
SOBRE STOCK DE MATERIA PRIMA	3	25%	58%
MÉTODO DE TRABAJO	3	25%	83%
TIEMPO ENTREGA	2	17%	100%
PRODUCTOS DEFECTUOSOS	0	0%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Cruz, Leydi y Mendoza, Claudia (2017)

Se realizó la toma de tiempos y a través del diagrama bimanual donde se identificaron tiempos ineficientes, por ello se realizó capacitaciones a los operarios a fin que estos aprendan la metodología adecuada para poder alinear a los estándares de eficiencia que la empresa necesita. Por ello, de acuerdo al diagrama bimanual se obtuvo la cantidad de movimientos tanto ineficientes y eficientes antes y después de la mejora donde resultó una mejora en los tiempos, tal como muestra el gráfico.

Tabla 9: Comparación de método anterior y mejorado

	M. EFICIENTES	M. INEFICIENTES
<b>MÉTODO ANTERIOR</b>	30.18 min	111.22 minutos
<b>MÉTODO MEJORADO</b>	66.71 minutos	31.55 minutos

Fuente: Cruz, Leydi y Mendoza, Claudia (2017)

Se obtuvo una disminución equivalente a un 30.5% del tiempo de ciclo para la manufactura de calzado realizado por el operario luego de realizada la mejora.

#### d) Conclusiones

Del caso analizado, se tiene que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing a empresas de calzado ayudan a mejorar los procesos internos haciéndolos más eficientes y disminuyendo tiempos improductivos. La aplicación de las 5S logró incrementar en un 31% el cumplimiento de los requerimientos con respecto al orden y limpieza de las áreas. Además, agilizó la búsqueda de materiales necesarios para la manufactura de calzado y se pudo liberar

un 20% del espacio asignado a las áreas de trabajo lo que evitó retrasos, accidentes y pérdidas de material. Por último, el autor de manera conjunta con la aplicación de la ergonomía a los puestos de trabajo, el estudio de movimientos de los trabajadores y capacitaciones brindan un impacto positivo a los resultados de la empresa de manera que contribuye al mejoramiento progresivo de la empresa de calzados.



## **2. Descripción y Diagnóstico de la Empresa**

Para la realización del diagnóstico, se presenta la descripción de la empresa en la que se hará un análisis y posteriormente se propondrán mejoras de acuerdo a los principales problemas identificados.

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

El presente trabajo se basará en una empresa peruana perteneciente al rubro de manufactura no primaria que inició sus operaciones desde hace 12 años.

La empresa inició sus actividades en el año 2006 en la zona industrial del distrito de Comas. Principalmente se dedicaron a la elaboración y comercialización de suelas de calzado. Sus principales clientes eran pequeños comerciantes de la zona de comercial de Gamarra. Inicialmente la cantidad vendida no superaba los 200 pares de suelas al mes, ya que no se contaba con máquinas especializadas y la mayor parte de los procesos eran realizados de manera manual por los operarios.

Durante los siguientes 3 años, la empresa se concentró en la búsqueda de nuevos clientes, logrando de esta manera incrementar sus ventas progresivamente. En los siguientes años el alza de la demanda de sus productos superó la capacidad de la empresa, es por ello que se decidió invertir en la compra de equipos para la producción de mayor cantidad de suelas para calzado que además permitió incrementar nuevos modelos a su catálogo de productos, acorde a las nuevas tendencias del mercado, así como el uso de diferentes materiales lo que permitió captar nuevos clientes fuera del país.

De esta manera la organización ha ido haciendo cambios en sus procesos y adquiriendo más equipos para la atención de los pedidos. Sin embargo, con la llegada de productos de bajo costo provenientes del extranjero, la empresa se ha visto afectada en su demanda. Por ello para el presente estudio analizaremos los principales procesos productivos para poder proponer mejoras en base a los problemas identificados a fin de mejorar la situación actual de la empresa.

### **2.1.1. Actividad Comercial**

La empresa se dedica principalmente a la manufactura y comercialización de suelas para calzado. La venta de las suelas se realiza con trato directo con los clientes que en su mayoría suelen ser empresas comercializadoras de calzado del mercado nacional e internacional.

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), la empresa posee el código 36996 y se encuentra dentro de Otras Industrias Manufactureras ncp.

### **2.1.2. El Productos**

Los productos manufacturados en la empresa son suelas para calzado de todo tipo. Sus atributos varían de acuerdo a los siguientes factores:

- Tipo de material usado para la fabricación
- Talla
- Color
- Marca
- Género

En el gráfico 11 se muestran los tipos de suelas que la empresa produce y comercializa a sus clientes.



Gráfico 11: Modelo de suelas

Fuente: Empresa

### 2.1.3. Misión, Visión y Valores de la empresa

En el presente acápite mencionarán la misión, visión y los valores de la empresa que ayudarán a perfilar la meta propuesta, la estrategia y desarrollo futuro en un corto y largo plazo.

#### a) Misión

Comercializar las mejores plantas para calzado del mercado peruano enfocándonos en la comodidad, calidad, tecnología e innovación de nuestros productos, generando beneficio para nuestros colaboradores y un valor agregado para nuestros proveedores y clientes.

#### b) Visión

Ser la empresa líder y con mayor prestigio a nivel nacional en la manufactura y comercialización de suelas para calzado enfocados en el cliente y el valor agregado que nuestros productos generan.

c) Principios y Valores

- Honestidad
- Responsabilidad
- Respeto
- Confianza
- Compromiso
- Esfuerzo

**2.1.4. Estrategia**

La empresa basa su estrategia en la buena calidad de las suelas que producen a fin de garantizar una buena experiencia con el cliente, destacar entre sus competidores y aumentar su participación en el mercado de suelas para calzado. Además, la empresa posee precios competitivos en comparación a otras empresas, de esta manera busca incrementar la cartera de clientes que actualmente tiene. Finalmente toma en cuenta la buena atención brindada al cliente, ya que de esta manera logra satisfacer las necesidades del cliente y dejar una buena imagen de la empresa.

**2.1.5. Clientes y Proveedores**

a) Clientes

La empresa atiende a gran cantidad de clientes, A nivel nacional los clientes suelen ser empresas comercializadoras de calzado que contratan los servicios de la empresa para la producción de suelas para calzado y posterior comercialización en los principales centros comerciales del país. Por otro lado, la empresa posee clientes al exterior del país los cuales envían las especificaciones que debe tener el modelo de acuerdo a estándares propios de la empresa. Estos pedidos suelen ser por lotes de acuerdo a las tallas y modelo de suelas. A continuación, en la tabla 10 muestran los principales clientes nacionales e internacionales de la empresa.

Tabla 10: Principales clientes

Tipo de Cliente	Nombre de Empresa
<b>Nacional</b>	TODAI S.A.
	INNOVUS S.A.
	CALZADOS JAGUAR S.A.C.
	CLIFOR S.R.L
	V & N BUSINESS GROUP S.A.C.
<b>Internacional</b>	BRASILIAN TIMES S.R.L.

Fuente: La empresa

Elaboración propia

b) Proveedores

Para la elaboración de los diferentes tipos de suelas que la empresa comercializa, trabaja en conjunto con empresas nacionales que proveen la materia prima necesaria como policloruro de vinilo (PVC), poliuretano, etilvinilacetato, goma termoplástica (TR), etc. Estas empresas han sido seleccionadas por la confiabilidad y calidad de sus productos. Además, la empresa trabaja

con diferentes tipos de proveedores de acuerdo al material que obtienen de ellos. A continuación, se nombran los principales 5 tipos de proveedores que tiene la empresa:

- Proveedores de materia prima para la manufactura de suelas para calzado.
- Proveedores de materiales destinados para el mantenimiento de las máquinas y equipos para la producción de suelas.
- Proveedores de materiales usados en el área administrativa.
- Proveedores de equipos de protección personal (EPP).
- Proveedores para el servicio de limpieza de la planta.

#### **2.1.6. Descripción de la situación actual**

##### a) Empleados

La empresa tiene entre 22 a 30 trabajadores de los cuales 3 pertenecen al área administrativa y el resto al área de producción. La cantidad de trabajadores depende de la demanda, ya que suele cambiar de acuerdo a la cantidad de pedidos en un periodo de tiempo. Particularmente la empresa históricamente presenta mayor cantidad de pedidos los meses comprendidos de abril a noviembre por lo que en estos meses suele aumentar el número de operarios en cada estación según se requiera. A continuación, se presenta los puestos de trabajo que la empresa cuenta.

1. 1 Gerente General
2. 3 Jefes de área
3. 3 Asistentes
4. 15 operarios

Actualmente la empresa cuenta con una planta de aproximadamente 200 metros cuadrados donde se realiza la manufactura de suelas para calzado. La planta trabaja de lunes a sábado en 2 turnos: De 7:00 am a 6:30 pm y de 6:30 pm a 7:00 am. Los días sábados la empresa opera hasta medio día.

Las máquinas utilizadas para la manufactura son programables, sin embargo, la mayor parte del desmontaje de las suelas de los moldes, transporte, acabado y almacenado son manuales, lo que muchas veces ocasiona retrasos debido a cuellos de botella, mermas por falta de control, acumulación de material en los pasillos, paradas de producción, etc.

La planta está dividida en área administrativa, área de producción, área de acabado, almacén de materia prima, almacén de productos terminados, zona de acumulación de mermas y zona donde se realiza la carga de productos terminados y descarga de materias primas. En el gráfico 12 se muestra la distribución actual de la empresa.



Gráfico 12: Distribución de las áreas de la empresa

Fuente: La empresa

## b) Organización

La empresa actualmente no cuenta con un organigrama oficial, pero en coordinación con los trabajadores se ha estructurado y organizado uno en base al estado actual de la empresa. A continuación, se muestra en el gráfico 13.

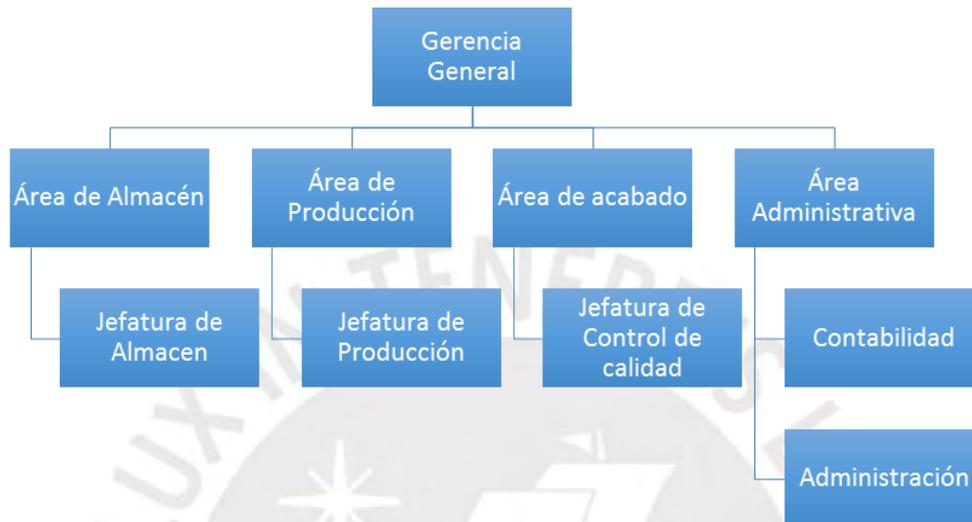


Gráfico 13: Estructura organizacional  
Fuente: La empresa

Como se puede apreciar, la empresa tiene como máximo representante al Gerente General y posee 4 áreas entre las cuales 3 poseen jefaturas independientes que son los encargados de los procedimientos, controles y mejoras de sus áreas. Dentro del área administrativa, la sección de administración está conformada por un solo administrador y la sección de contabilidad posee un contador y un asistente que apoya al área. En el gráfico 14 se muestra la estructura descrita.

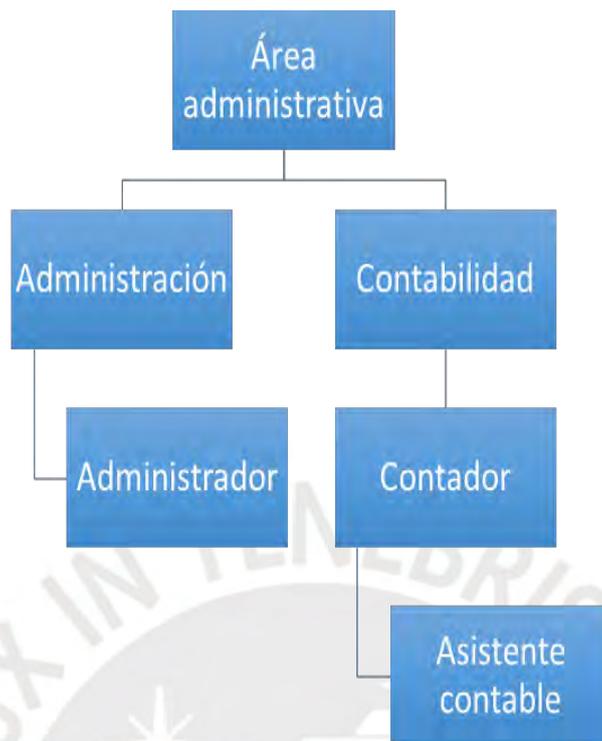


Gráfico 14: Estructura del área administrativa

Fuente: La empresa

En el gráfico 15, se muestra la estructura de las áreas de producción y acabado que ambas están conformadas por un jefe, asistente y operarios del área respectiva.

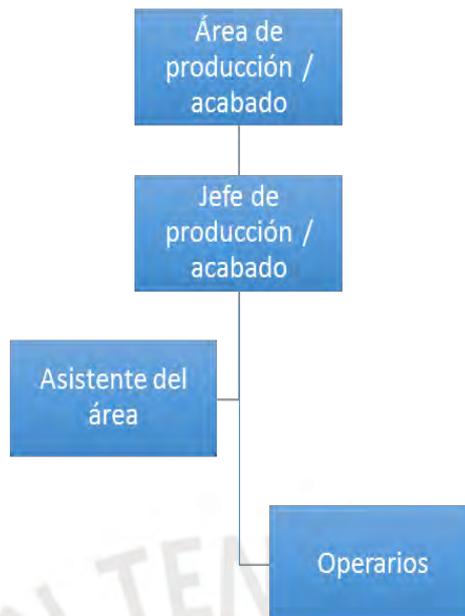


Gráfico 15: Estructura del área de producción / acabado

Fuente: La empresa

Actualmente en la empresa solo existe 1 persona por cada puesto de trabajo y la cantidad de operarios en cada área varía de acuerdo a la necesidad de la empresa para la atención de la demanda.

## 2.2. Diagnóstico

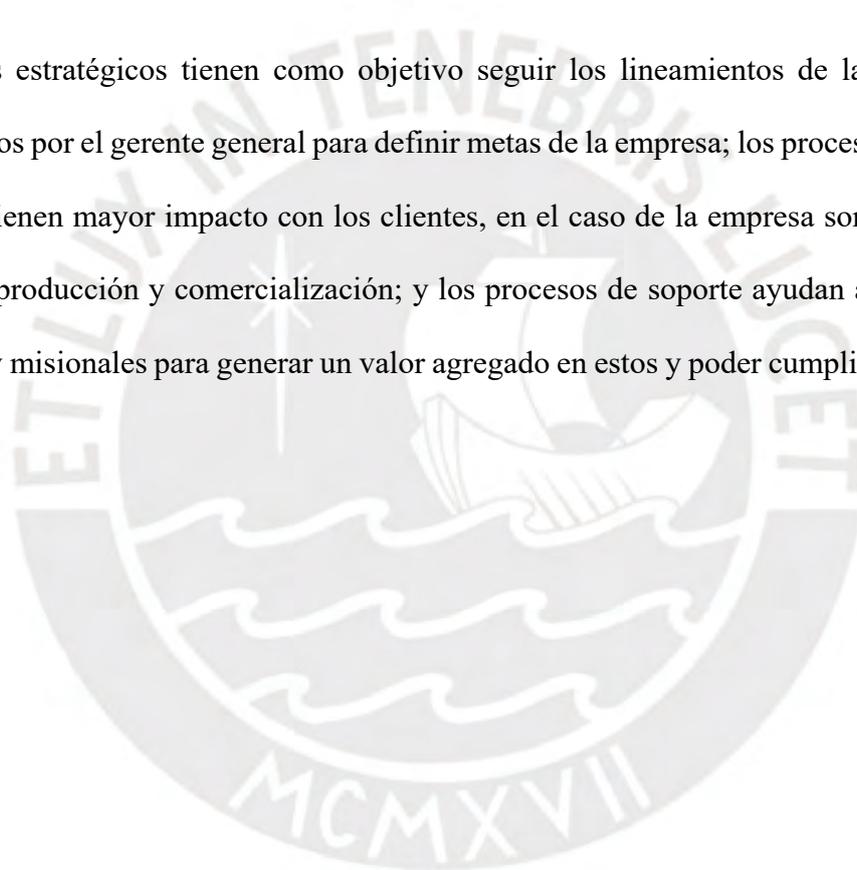
En este punto se desarrollará el diagnóstico de la empresa en el cual se detallará el mapeo y selección de los procesos, luego se detallará acerca de los indicadores que ayudarán a identificar los problemas más críticos que la empresa presenta actualmente que servirán para la propuesta de mejoras en proceso seleccionado.

### 2.2.1. Mapeo y Selección de procesos

Con el objetivo de entender el modelo de negocio, así como facilitar la identificación de los procesos que generan mayor impacto y otorgan un valor agregado; se realiza el análisis de los procesos de la empresa que será parte fundamental para la elaboración del diagnóstico y la propuesta de mejora.

En el gráfico 16 se muestra el diagrama de macroprocesos nivel 0, donde se ve la interacción de los clientes con los procesos de tipo estratégicos, misionales y de soporte con la finalidad de tener una mejor visión de los procesos de la empresa.

Los procesos estratégicos tienen como objetivo seguir los lineamientos de la visión de la empresa, dados por el gerente general para definir metas de la empresa; los procesos misionales son los que tienen mayor impacto con los clientes, en el caso de la empresa son los procesos de compras, producción y comercialización; y los procesos de soporte ayudan a los procesos estratégicos y misionales para generar un valor agregado en estos y poder cumplir los objetivos establecidos.



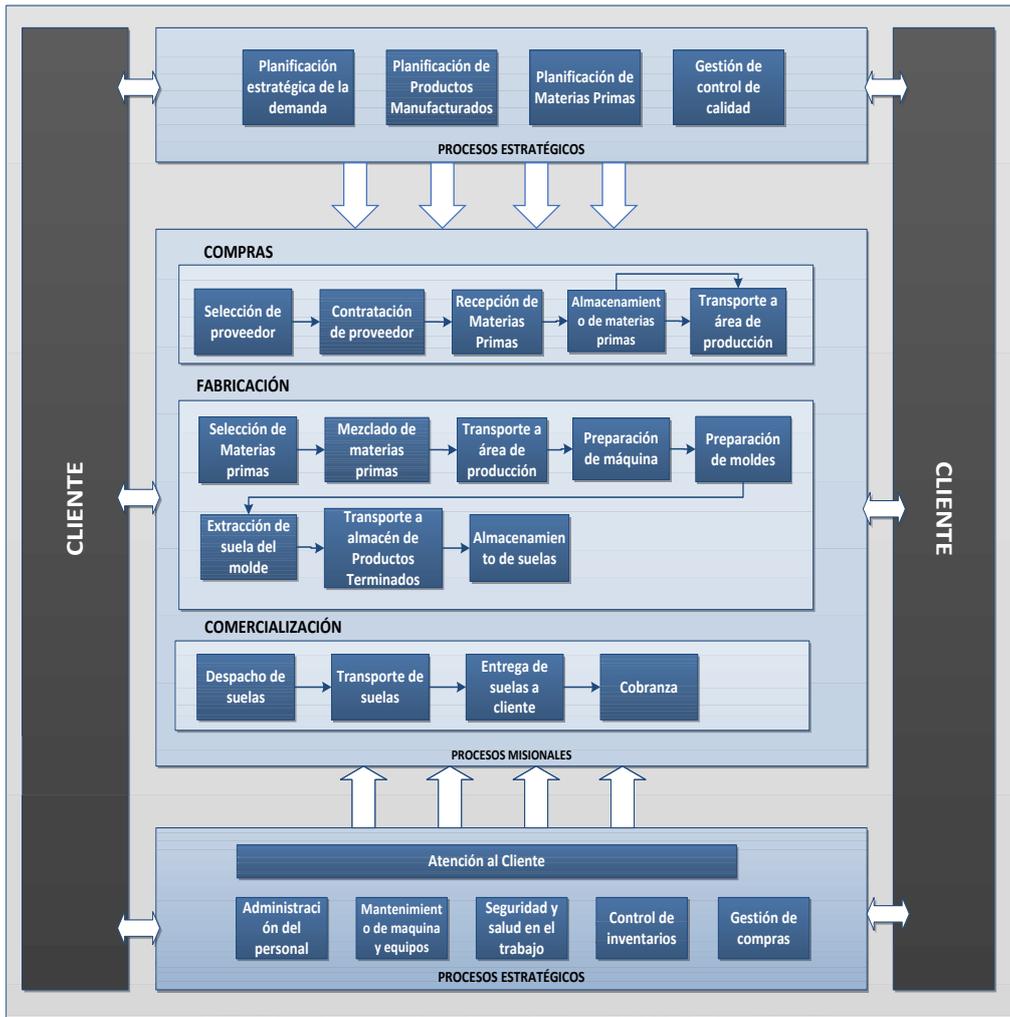


Gráfico 16: Macro procesos nivel 0 de la empresa

Fuente: La empresa

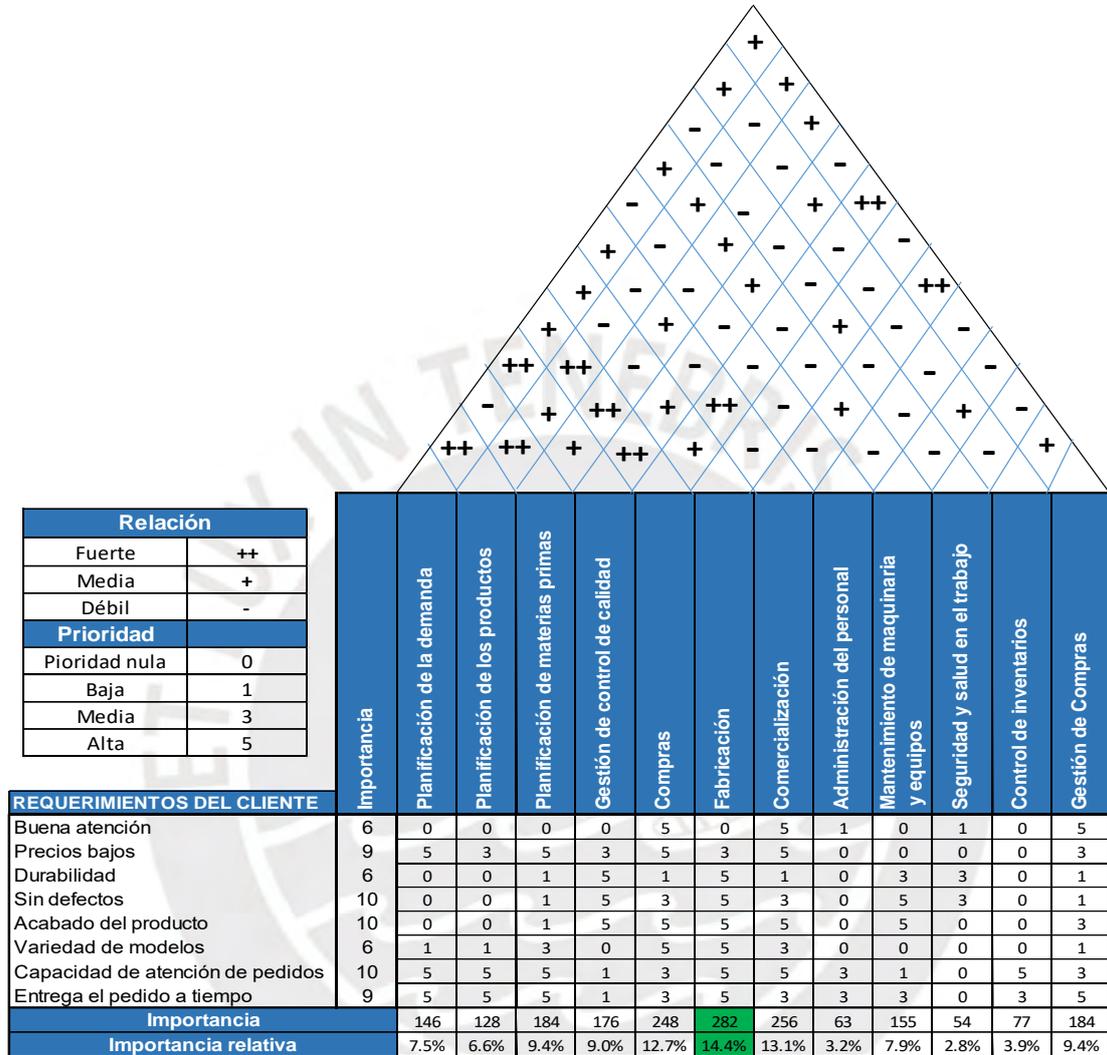
Elaboración propia

Para la identificación de los procesos críticos se inicia del mapa de macro procesos anteriormente mostrado, para ir filtrando procesos descritos de acuerdo al impacto de cada uno. El fin es partir de lo general hasta llegar a lo particular utilizando diagramas de acuerdo a los niveles próximos a analizar para que ayude a tener una mejor visión de la situación.

Se utilizará como herramienta de selección del macro proceso más crítico de la empresa a la matriz QFD. Esta matriz considera el impacto que tienen los criterios establecidos alineados a los objetivos de la empresa y los macro procesos. La importancia de cada requerimiento de

cliente que se muestra en la tabla 11 han sido hallados utilizando la matriz de comparación pareada. El procedimiento se detalla en el Anexo A.

Tabla 11: Matriz QFD



Elaboración propia

En la matriz se puede apreciar que los macro procesos más relevantes son Compras, Comercialización y Fabricación, siendo este último el macro proceso más crítico, ya que luego de realizar el análisis de la matriz QFD posee una importancia relativa de 14.4% del resto de

macro procesos. Por ello se realizará un análisis más detallado para poder identificar los procesos críticos comprendido dentro de fabricación.

En el gráfico 17 se muestra los procesos comprendido dentro de Fabricación los cuales serán analizados utilizando la matriz de priorización a fin de identificar los procesos críticos.

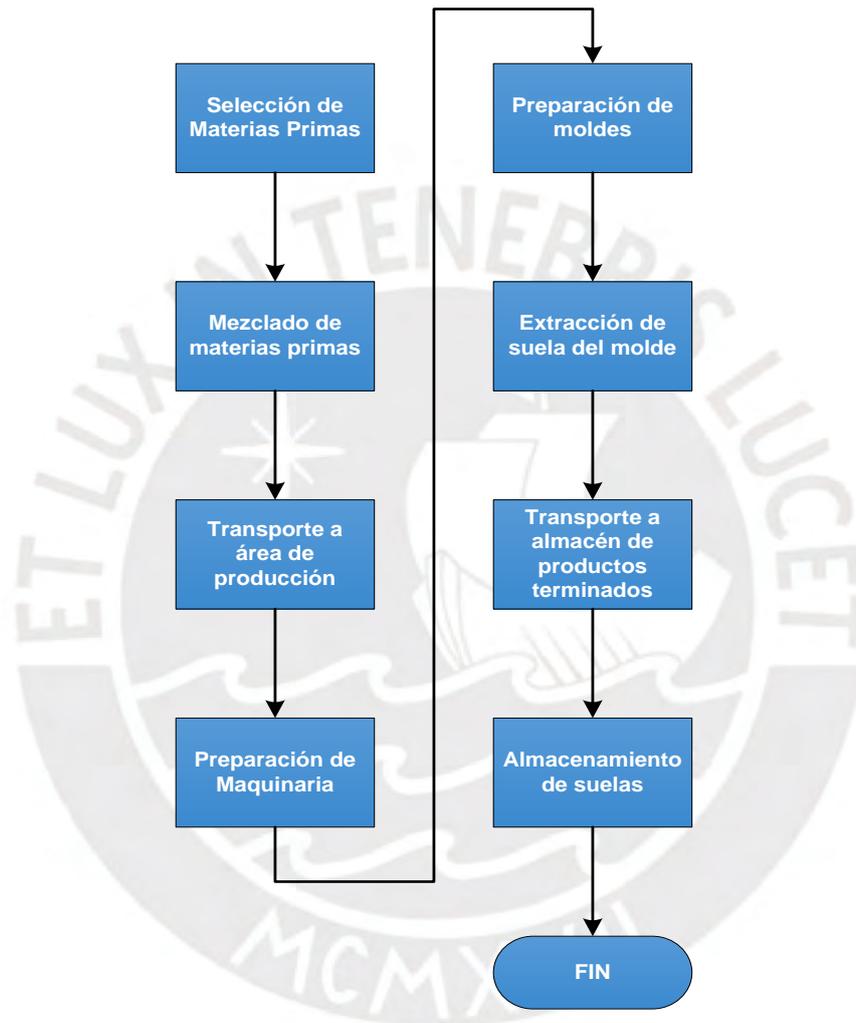


Gráfico 17: Macroproceso de Fabricación nivel 1

Fuente: La empresa

Para la utilización de la herramienta se otorgará un puntaje de acuerdo a criterios establecido en la tabla 12, teniendo en consideración las metas estratégicas de la empresa. La asignación

de peso de cada criterio se ha determinado utilizando la matriz de comparaciones pareadas tal como se explica en el Anexo B. En la tabla 13 la matriz de priorización, el puntaje otorgado ha sido asignado en coordinación con el Gerente General y el Jefe de Producción.

Tabla 12: Puntajes para la matriz de priorización

Puntaje	Impacto	Descripción
0	Nulo	El proceso no tiene relación con los objetivos estratégicos.
1	Bajo	El proceso tiene baja relación con los objetivos estratégicos.
2	Medio	El proceso tiene mediana relación con los objetivos estratégicos.
3	Alto	El proceso tiene alta relación con los objetivos estratégicos.

Elaboración propia

Tabla 13: Matriz de priorización

Criterios Procesos	Retrasos de procesos	Costo de inventario	Costo de producto	Calidad del producto	Nivel de ventas	Ponderado de peso / puntaje	Nivel del problema
	<b>Peso por criterio</b>	<b>18%</b>	<b>8%</b>	<b>17%</b>	<b>20%</b>	<b>37%</b>	
Selección de Materias Primas	1	2	2	3	1	1.64	15.64%
Mezclado de materia primas	1	1	0	3	0	0.85	8.09%
Transporte a área de producción	3	2	1	0	0	0.87	8.28%
Preparación de Maquinaria	2	1	1	3	1	1.57	14.97%
Preparación de moldes	3	1	1	2	1	1.56	14.81%
<b>Extracción de suela del molde</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2.21</b>	<b>20.98%</b>
Transporte a almacén de productos terminados	3	2	1	1	2	1.81	17.23%
						<b>10.51</b>	<b>100.00%</b>

Elaboración propia

Luego de realizar la matriz de priorización el proceso de “Extracción de suela del molde” ha obtenido un nivel de importancia de 20.98%. Por ello se efectuará un análisis a nivel de actividades a fin de poder identificar las actividades críticas y en base a lo hallado se propondrá mejoras que ayuden a optimizar el proceso. En el gráfico 18 se detalla el proceso seleccionado a nivel de las actividades que lo conforman.

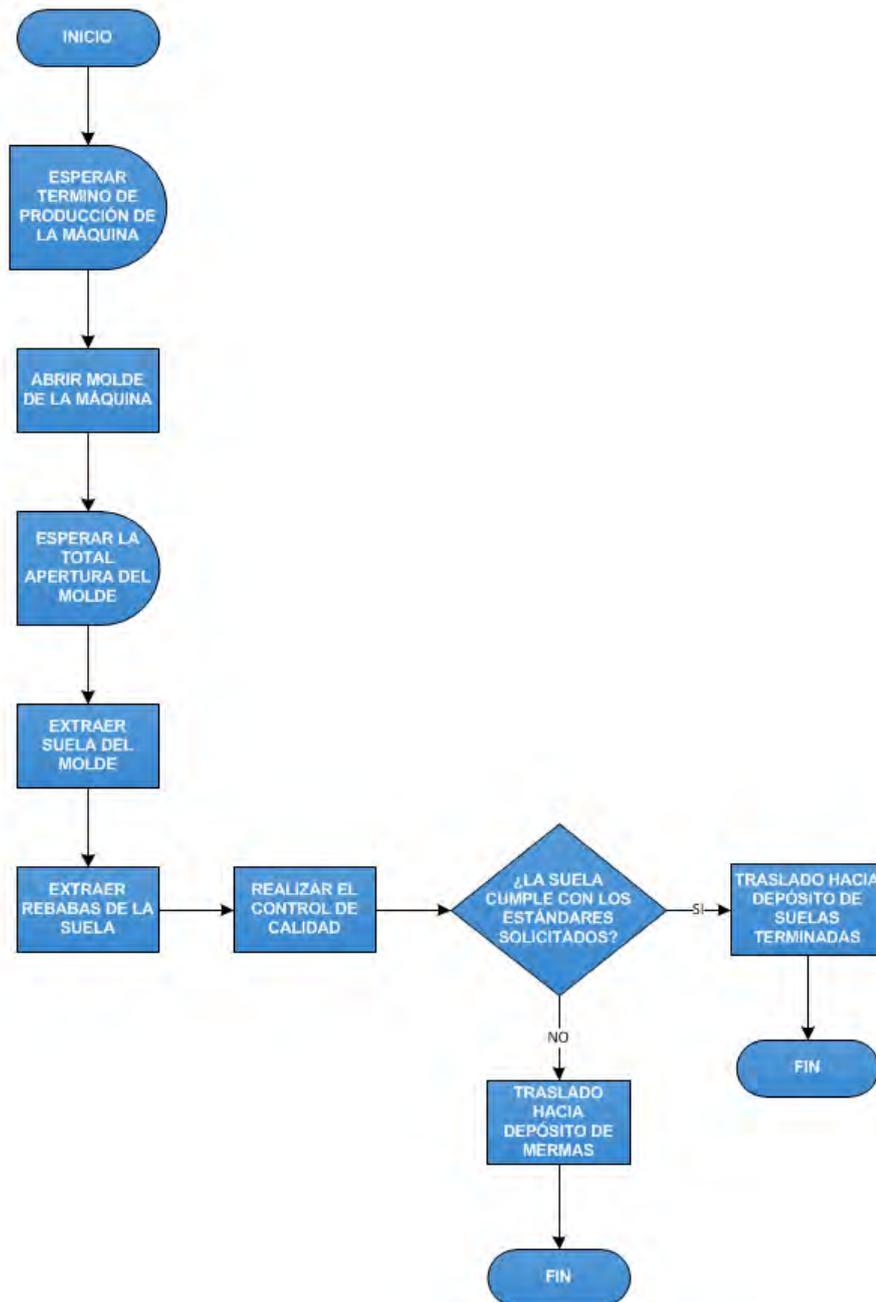


Gráfico 18: Actividades del proceso de extracción de suela de molde

Fuente: La empresa

Para poder comprender las actividades que conforman el proceso de extracción se describirán a continuación:

- **Abrir molde de máquina:** En esta etapa se da luego que el operario a cargo de la máquina espere que la suela se encuentre lista para ser extraída. Es fundamental este tiempo de reposo ya que, si la suela no cumple con el periodo asignado de elaboración, es decir se interrumpe el proceso, la suela no tendrá las condiciones solicitadas por el cliente. Luego del periodo el operario se posiciona en su zona de trabajo para evitar que la apertura del molde pueda generar algún daño. Seguidamente procede activando el botón de la máquina para que el molde comience con su apertura.
- **Extraer suela:** Previo a la extracción de la suela el operario debe esperar que el molde termine de abrirse completamente, este paso es importante, ya que si se procede con la extracción de la suela cuando se encuentre el movimiento el molde, el operario podría tener un accidente, ya que los moldes son de gran peso, además la máquina podría sufrir un daño en su sistema neumático que generaría altos costos de reparación. Una vez que el molde se encuentre completamente abierto, el operario procede con la extracción de las suelas, para esto el encargado no utiliza guantes, ya que estos no permiten una buena manipulación de la suela y entorpece la extracción. Este trabajo requiere esfuerzo por parte del operario, ya que la suela se encuentra adherida al molde y esto tarda aproximadamente entre 5 a 10 segundos de acuerdo a la técnica del operario.
- **Extraer rebabas de la suela:** Esta etapa consiste en el retiro de todo el material sobresaliente tanto en los lados laterales como en la superficie de la suela. Para esta actividad el operario utiliza herramientas como cuchillas, alicates y punzones

que facilitan el trabajo y le da un mejor acabado a la suela. En el gráfico 19 se muestra las rebabas en una estación de trabajo.



Gráfico 19: Rebabas de una estación de trabajo

Fuente: La empresa

- Realizar el control de calidad de la suela: En esta etapa el operario realiza una revisión visual en la superficie de la suela para poder detectar los desperfectos. Los problemas más comunes que se presentan en esta etapa son: porosidad en las suelas y suelas con partes incompletas por falta de material inyectado. Este último es recurrente cuando la máquina empieza su primer lote de producción.
- Traslado hacia depósito: Una vez la suela pase el control de calidad se procede a colocarla en una superficie para que repose y posteriormente reunir las suelas producidas en un saco para ser transportadas al depósito de suelas terminadas. En caso la suela sea considerada

como defectuosa sigue el mismo procedimiento utilizando un saco diferente donde se encuentran rebabas y desperdicios y se procede a ser trasladado al depósito de mermas.

### **2.2.2. Gestión de indicadores**

Para el proceso de extracción de suela de molde se realizará un análisis de cada actividad involucrada en el proceso que para poder tener una mejor identificación de los problemas críticos.

Actualmente la empresa en el proceso seleccionado no cuenta con indicadores establecidos para las actividades que serán analizadas, por ende, se han propuesto indicadores en base a la información histórica proporcionada por la empresa en estudio y validada en coordinación con el Gerente General y jefe del área de producción.

En la tabla 14 se muestra cada actividad con una breve descripción de la necesidad e importancia. Además, se detallan los indicadores propuestos tomando en consideración la información histórica que la empresa brindó y por último los indicadores meta que, en coordinación con el gerente y el jefe del área, se han planteado para poder tener un objetivo realista alcanzable a corto y mediano plazo a fin de poder mejorar la situación actual del proceso.

Tabla 14: Propuesta de indicadores por actividades

ACTIVIDADES	NECESIDAD	NOMBRE DEL INDICADOR	FÓRMULA	INDICADOR PROMEDIO 2017 - 2018	INDICADOR META
Abir molde de máquina	Esta actividad tiene como objetivo identificar que la suela ya se encuentra lista para ser extraída y proceder con la apertura del molde de la máquina donde se encuentra la suela.	Retraso por apertura antes de tiempo	$n = \frac{\text{Tiempo de retraso debido a apertura del molde}}{\text{antes de tiempo en un mes}}$	3.3 horas	<2 horas
Extraer suela	Esta actividad se realiza la extracción de la suela del molde para que continúe el proceso productivo y que la máquina pueda continuar con la inyección de material al molde vacío. La extracción se realiza de forma manual se tiene cuidado, ya que una mala técnica de extracción dañaría la suela producida.	Nivel de suelas dañadas durante la elaboración	$n = \frac{\text{Cantidad de suelas dañadas al ser extraídas}}{\text{Cantidad total de suelas producidas en un mes}}$	5.7%	<4.5%
Extraer rebabas de la suela	En esta actividad se desarrolla la extracción las rebabas y residuos que se encuentran tanto en el molde como en la suela a fin de poder estar aptas para poder utilizarse para la producción de calzados y brindar una mejor presentación al producto final	Nivel de mermas luego de la extracción	$n = \frac{\text{Cantidad de rebabas y residuos en un mes}}{\text{Cantidad total de suelas producidas en un mes}}$	11.7%	<10.5%
Realizar el control calidad	Esta actividad se desarrolla con el objetivo de que las suelas que serán comercializadas al cliente se encuentren acorde a los estándares de calidad brindados por el cliente y poder brindar una buena experiencia al usuario.	Nivel de suelas defectuosas detectadas durante el control de calidad	$n = \frac{\text{Cantidad de suelas defectuosas detectadas}}{\text{Cantidad de suelas producidas en un mes}}$	0.6%	<0.4%
Traslado hacia depósito de suelas terminadas	Esta actividad se realiza el transporte del producto al depósito de suelas terminadas a fin de evitar que se acumulen en la zona de trabajo del operario para que no se presenten problemas de espacio y accidentes.	Nivel de transporte de mermas mensual	$n = \frac{\text{Tiempo de traslado hacia depósito de productos terminados}}{\text{Horas laborales al mes}}$	0.9%	<0.7%
Traslado hacia depósito de mermas	Esta actividad se realiza el transporte de los desperdicios al depósito de mermas a fin de evitar que se acumulen en la zona de trabajo del operario y evitar entorpecer el trabajo, así como prevenir accidentes.	Nivel de transporte de productos terminados mensual	$n = \frac{\text{Tiempo de traslado hacia depósito de mermas}}{\text{Horas laborales al mes}}$	0.7%	<0.7%

Fuente: La empresa  
Elaboración propia

Una vez propuesto cada indicador se procederá con el análisis de cada uno de ellos. Para esto se considerará como referencia la información histórica del año 2017 y los primeros meses del 2018 para poder tener un mejor panorama de la situación actual.

a) Indicador 1: Retraso por apertura del antes de tiempo

Durante la fabricación de las suelas para calzado, se detectó que existen retrasados de 3.3 horas en promedio al mes por malas aperturas en los moldes. Esto se produce debido a que el operario realiza la apertura sin considerar el estado de la suela. En el gráfico 20 se observa el retraso registrado en horas en los últimos 12 meses, donde se aprecia que se encuentra por encima del valor meta, es decir no está dentro del rango de aceptación impuesto por el Gerente general y por el jefe del área.

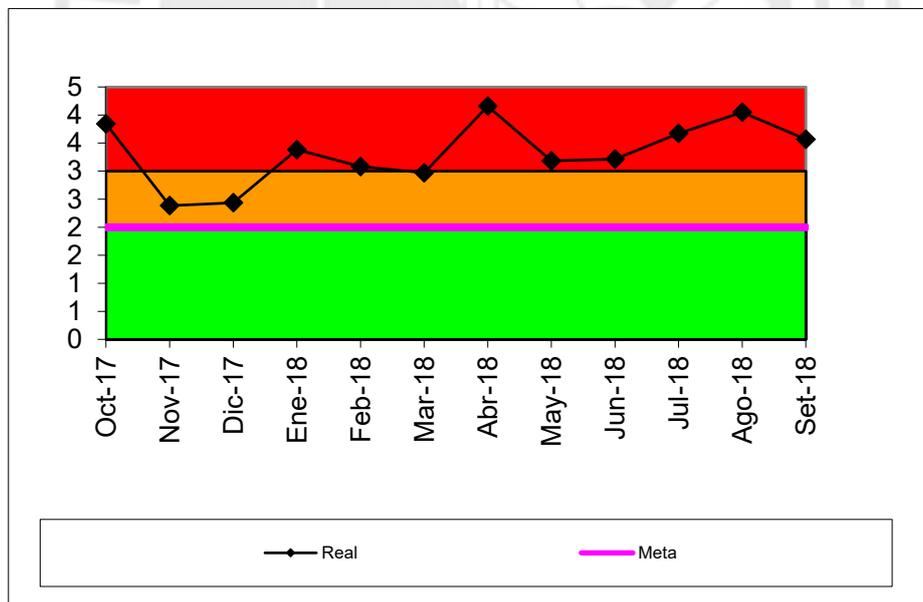


Gráfico 20: Horas de retraso por pronta apertura del molde

Fuente: La empresa

Elaboración propia

b) Indicador 2: Nivel de suelas dañadas durante la elaboración

Durante la extracción de suelas del molde es común que cada vez que se inicia la producción para un nuevo pedido luego de que la máquina inyectora haya estado en reposo, ocurra que la suela no haya adquirido la dureza requerida y que al momento que el operario realiza la extracción, está presente una rotura o imperfectos. Luego del análisis de la cantidad de suelas dañadas respecto a la cantidad total de suelas producidas se puede notar en el gráfico 21 que la cantidad de suelas dañadas tiene un comportamiento constante, pero aún se encuentra por encima del límite impuesto por el área de producción.

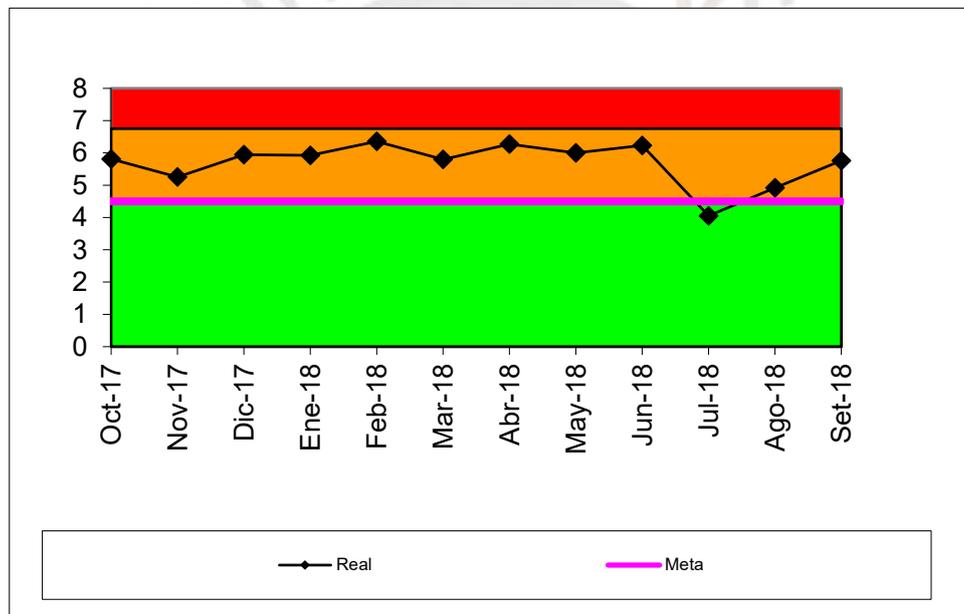


Gráfico 21: Cantidad de suelas dañadas en la elaboración

Fuente: La empresa

Elaboración propia

c) Indicador 3: Nivel de mermas mensuales

En la manufactura de la suela es muy común que al momento de la extracción estas presenten material sobrante en su superficie y en el molde se queden restos de material que se solidificó

en los conductos del molde. En el último año registrado el indicador ha registrado un valor promedio de 11.7% donde el valor más alto fue de 12.9% en el mes de febrero del 2018. En el gráfico 22 se aprecia la tendencia del nivel de mermas.

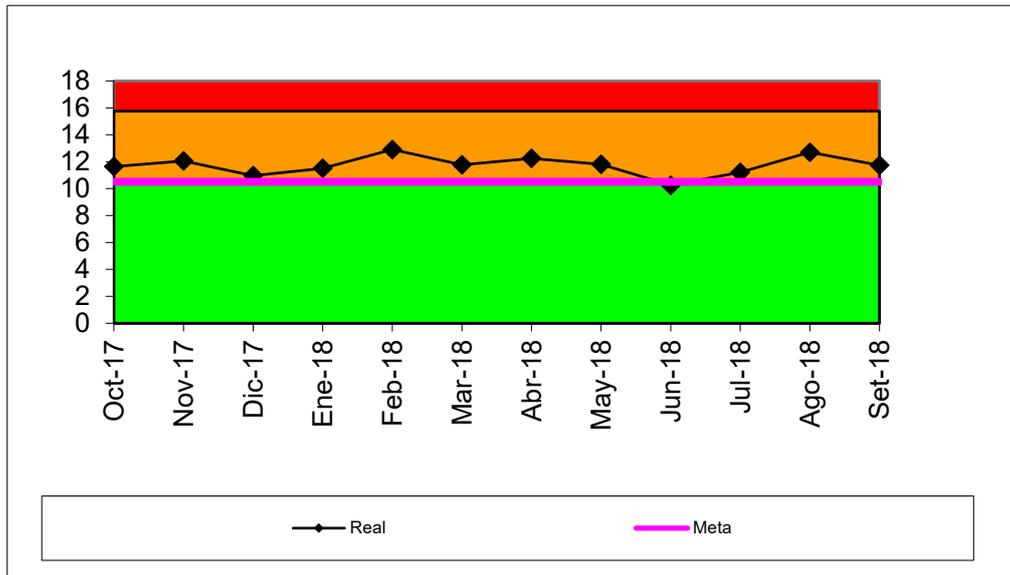


Gráfico 22: Nivel de mermas

Elaboración propia

d) Indicador 4: Nivel de suelas defectuosas detectadas durante el control de calidad

En este indicador se aprecia la cantidad de suelas defectuosas que se ha detectado luego de que el operario realizó el control de calidad. Los criterios de para la detección de una suela varían de acuerdo al requerimiento del cliente. En el gráfico 23 se muestran las variaciones que ha tenido el indicador en el último año. Sin embargo, se encuentra por encima del límite superior de 0.4% a excepción de los meses de diciembre 2017 y febrero 2018.

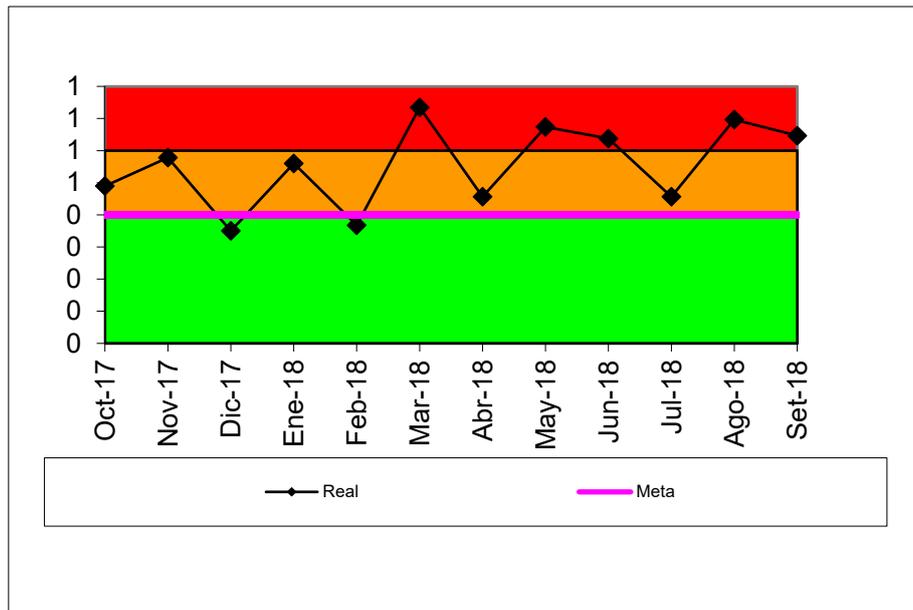


Gráfico 23: Nivel suelas defectuosas detectadas durante en control de calidad  
Elaboración propia

e) Indicador 5: Nivel de transporte a depósito de productos terminados mensual

El transporte desde la zona de trabajo hasta los depósitos productos terminados se da luego que se tiene un número considerable de productos y desperdicios en la zona de trabajo. El indicador propuesto analiza la relación entre el tiempo de traslado del operario hacia los depósitos y las horas laborales totales al mes. Es en promedio el indicador es de 0.9% lo cual se encuentra fuera del límite impuesto por el indicador meta que es de 0.7% tal como se muestra en el gráfico 24.

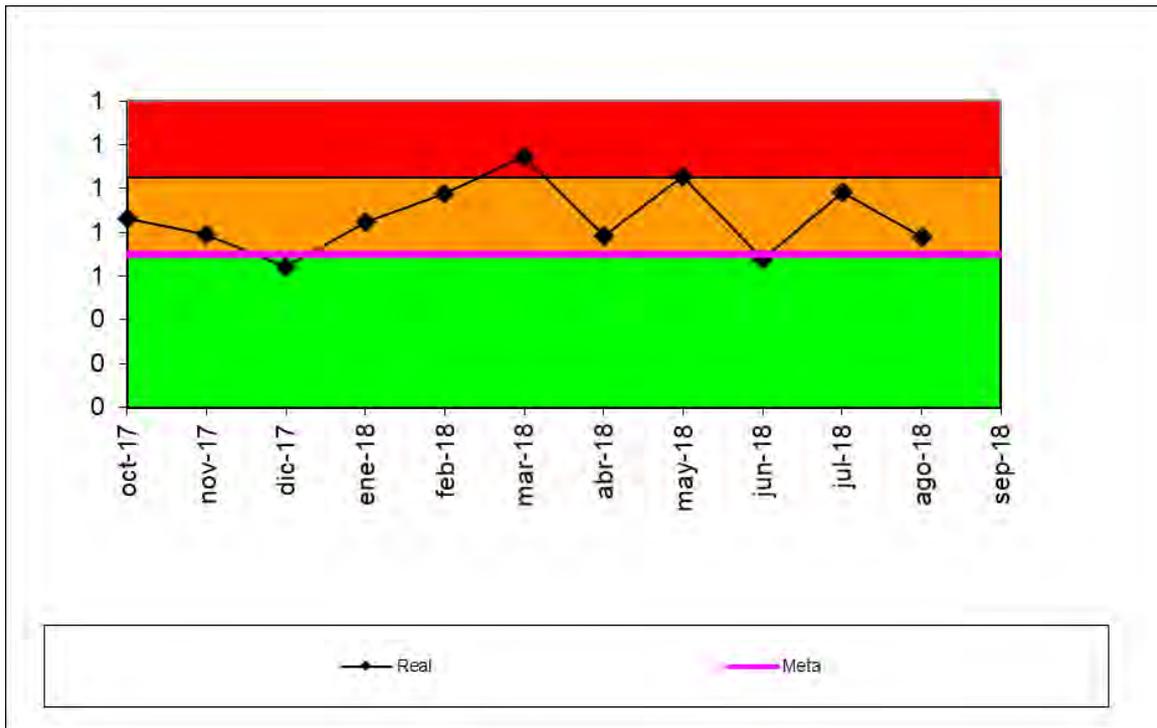


Gráfico 24: Nivel de transporte mensual

Elaboración propia

f) Indicador 6: Nivel de transporte a depósito de mermas mensual

El transporte desde la zona de trabajo hasta los depósitos de mermas se da luego que se detecta un exceso de desperdicios en la zona de trabajo. El indicador analiza la relación entre el tiempo de traslado del operario hacia el depósito mencionado y las horas laborales totales al mes. Es en promedio el indicador es de 0.7% el cual se encuentra en el límite impuesto tal como se muestra en el gráfico 25.

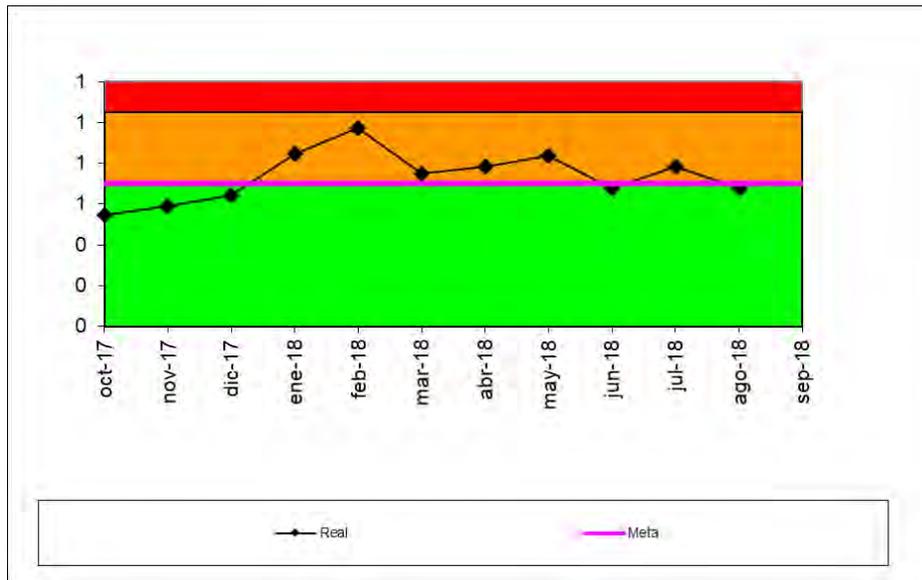


Gráfico 25: Nivel de transporte a depósito de mermas mensual  
Elaboración propia

### 2.2.3. Identificación de problemas

En este acápite se enlistará los principales problemas identificados en base los indicadores analizados en el punto anterior, así como las entrevistas realizadas tanto al Gerente general, los jefes de cada área, los operarios, y en lo observado luego de realizar visitas a la empresa en estudio. Es importante mencionar que, si bien la empresa actualmente presenta otros problemas que no se mencionan en la tabla 15, en el presente trabajo solo se centrará en los problemas que están generando mayor impacto en el desarrollo de las actividades de la empresa.

Tabla 15: Principales problemas

N°	Indicador analizado	Problemas identificados
1	Retraso por apertura antes de tiempo	Retrasos en las actividades de producción
2	Nivel de suelas dañadas durante la elaboración	Aumento de los costos de producción por consumo adicional de materias primas
3	Nivel de mermas luego de la extracción	Retrasos al quitar los restos de material en el molde
4	Nivel de suelas defectuosas detectadas durante el control de calidad	Alta generación de mermas en la zona de trabajo
5	Nivel de transporte de productos terminados mensual	Demora en el transporte hacia el depósito de productos terminados
6	Nivel de transporte de mermas mensual	Demoras por el transporte hacia el depósito de mermas

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Tomando como base a los problemas identificados del proceso de extracción de suela de molde se realizará una priorización a fin de poder identificar el más común en el área. Para ello se ha determinado el número de ocurrencias en el periodo de un mes, es decir la frecuencia que estos problemas se presentan en la estación de trabajo en una jornada normal de trabajo.

En la tabla 16, se muestra la frecuencia de cada problema identificado en un mes, esto se ha determinado de acuerdo a conversaciones y entrevistas con los trabajadores. Además, es importante aclarar que el número de frecuencia no es definitivo, ya que cada mes el valor varía por distintos factores, por ello la frecuencia mostrada es un promedio de los valores reales en diferentes meses y la desviación de cada mes no se aleja del valor mostrado en la tabla.

Tabla 16: Frecuencia de los problemas identificados

Problemas Identificados	Frecuencia (número de ocurrencias al mes)	IMPACTO ECONÓMICO (en soles)
Retrasos en las actividades de producción	31	673.5
Aumento de los costos de producción por consumo adicional de materias primas	36	1922.4
Retrasos al quitar los restos de material en el molde	19	366.8
Alta generación de mermas en la zona de trabajo	43	2296.2
Demora en el transporte hacia el depósito de productos terminados	23	213.7
Demoras por el transpoye hacia el depósito de mermas	28	440.9

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Aplicando el Diagrama de Pareto, mostrado en el gráfico 26, para determinar la priorización de los problemas identificados tomando como referencia las frecuencias de cada uno, se obtiene que la alta generación de mermas y el aumento de los costos de producción, ya que representan un 80% de acuerdo al porcentaje acumulado de los problemas identificados.

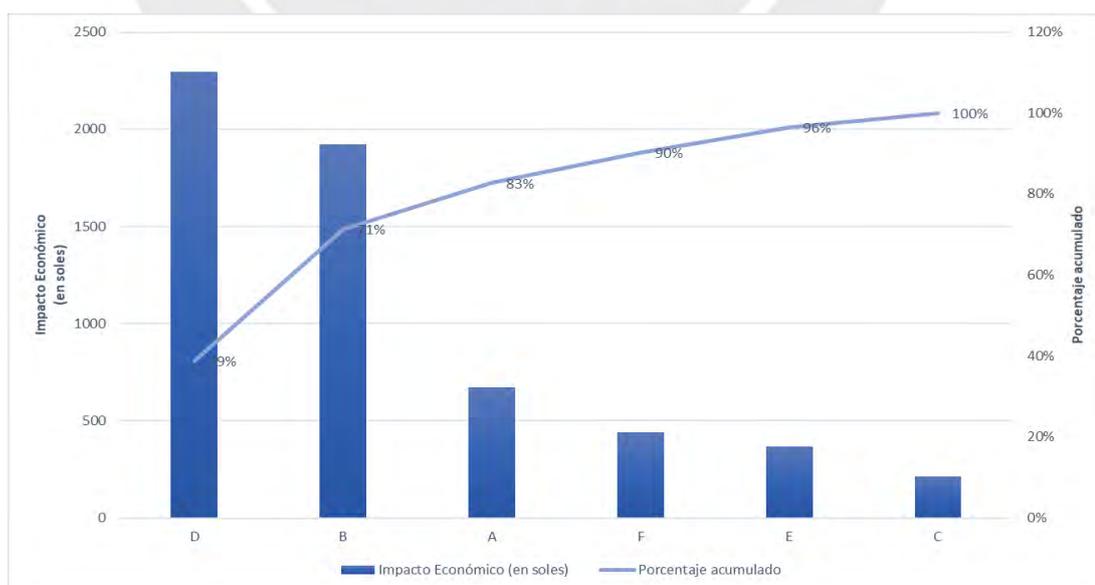


Gráfico 26: Diagrama de Pareto para la priorización de problemas

Elaboración propia

## 2.2.4. Determinación y priorización de las causas

Una vez priorizado los problemas, se determinarán las causas de estos utilizando los diagramas de Ishikawa para los 2 problemas identificados. En los gráficos 27 y 28 se muestran la herramienta aplicada para el problema 1 y 2 respectivamente.

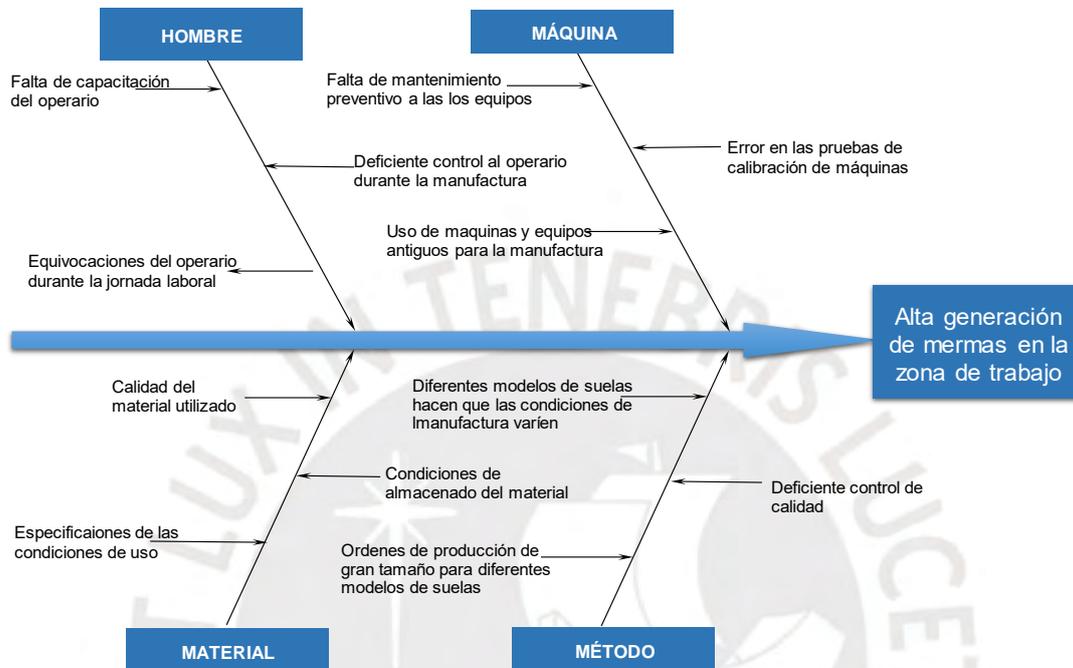


Gráfico 27: Diagrama de Ishikawa para el primer problema

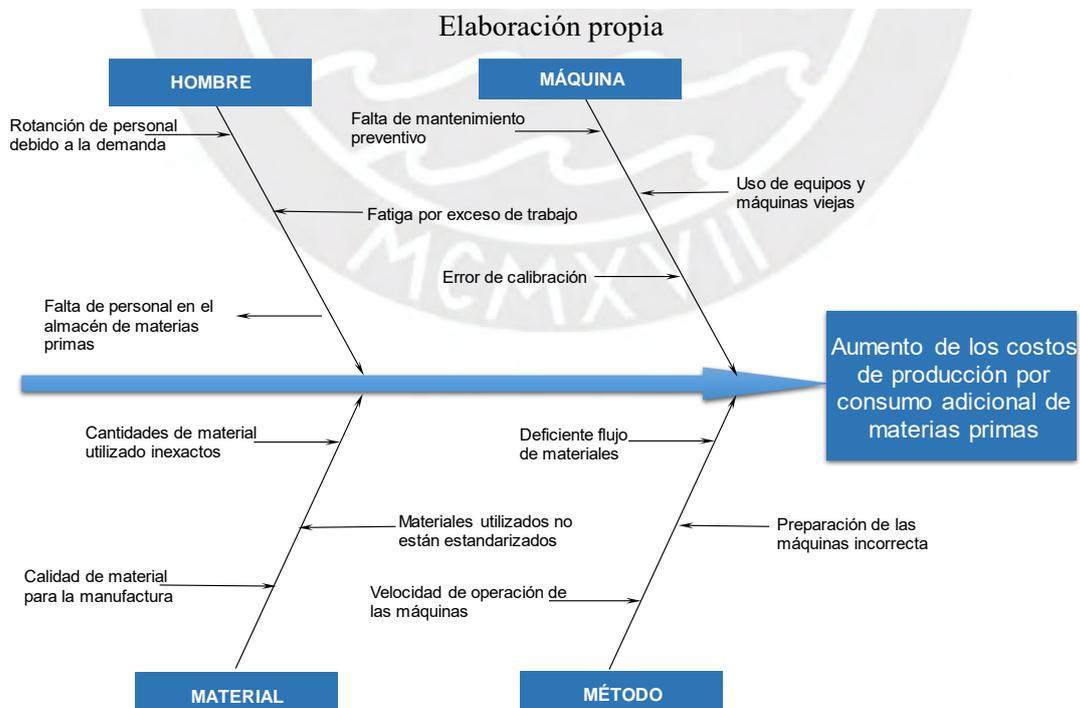


Gráfico 28: Diagrama de Ishikawa para el segundo problema

Elaboración propia

Una vez determinadas las causas de los problemas se utiliza las matrices de priorización. El procedimiento se muestra en las tablas 27 y 28 en el Anexo D. En base al resultado se elabora la siguiente tabla resumen donde se muestran las tres causas que obtuvieron mayor puntaje de cada problema.

Tabla 17: Resumen de la aplicación de las matrices de priorización a las causas

	CAUSAS	PROBABILIDAD (1-5)	IMPACTO (1-5)	PUNTAJE (1-25)
Problema 1	Condiciones de almacenado del material	4	5	20
	Falta de mantenimiento preventivo a las máquinas	5	5	25
Problema 2	Falta de mantenimiento preventivo a las máquinas	5	5	25
	Deficiente flujo de materiales	5	5	25

Elaboración propia

En ambos problemas se procede a seleccionar las causas con mayor puntaje. Es así que se selecciona el deficiente flujo de materiales, las condiciones de almacenado de material y la falta de mantenimiento preventivo a las máquinas, este último es una causa común en ambos problemas.

Luego se identificar las principales causas es clave realizar un análisis más preciso para poder profundizar a fin de encontrar las causas raíces, por ello es conveniente utilizar los Cinco Por Qué's como herramienta que nos ayudará en el análisis de las 3 causas principales. En la tabla 18 se muestra la aplicación de la herramienta mencionada.

Tabla 18: Aplicación de los 5 Por qué's a las principales causas

Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Falta de mantenimiento preventivo a las máquinas	Bajo presupuesto para el mantenimiento de las máquinas	Falta de cultura preventiva en la empresa	No se tiene conciencia del aumento de costos debido al mal estado de las máquinas	No existe un control del estado de las máquinas
Deficiente flujo de materiales	El método de flujo de materiales no es el adecuado	Mal nivel de comunicación entre las áreas	Se tiene problemas para cuantificar la cantidad de materiales acumulados	Falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo
Condiciones de almacenado del material	No se tiene designado ubicaciones de acuerdo al tipo de material	Desconocimiento de las cantidades a ingresar y salir de cada material	No existe un control de entradas y salidas de inventario	Falta de costumbre de registro de entradas y salidas de materiales

Elaboración propia

La falta de mantenimiento preventivo se da debido a que la empresa asigna un presupuesto insuficiente para brindar un buen mantenimiento a cada máquina, esto hace que estas fallen o generen más mermas de lo previsto. Además, a esto se suma la falta de control del estado de las máquinas y las fechas donde se realizó el último mantenimiento a la máquina debido a la falta de cultura preventiva. Por último, no se tiene conciencia el impacto en los costos que la falta de mantenimiento produce, por ello se suele presentar daños a la máquina o a los equipos utilizados.

Respecto al deficiente flujo de materiales, esto se da desde que las materias primas se transportan a la zona de trabajo hasta que el producto terminado se transporta al su respectivo almacén. El método utilizado de transporte y la manipulación hace que se dañen o desperdicien materiales y productos en su traslado. Además, existe una mala comunicación entre las áreas implicadas lo que ocasiona que existan largos periodos de tiempo en donde el material se queda depositado en la zona de trabajo, lo que ocasiona la formación de cúmulos de materiales, productos en proceso y terminados lo que dificulta tanto el traslado del operario como el desarrollo de sus actividades. A esto se le suma la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo lo que entorpece el traslado, así como expone genera un potencial peligro para la seguridad y salud del trabajador.

Por último, las condiciones en que la empresa almacena los materiales no son los adecuados, ya que no se tiene asignado ubicaciones de acuerdo al tipo y cantidad de material a almacenar, ya que los materiales no se encuentran correctamente etiquetados lo que produce que haya un desconocimiento de las cantidades a ingresar y retirar. Además, no se tiene un correcto orden en los materiales que se encuentran depositados, ya que se almacenan aditivos, colorantes y otros insumos en un mismo lugar sin un correcto lugar asignado. Finalmente, los trabajadores de la empresa no poseen la costumbre de realizar un registro de las entradas y salidas de material del almacén.

### 2.2.5. Selección de contramedidas

Una vez seleccionada las causas raíces se propondrá contramedidas para las causas raíces. En la tabla 19 se muestra lo mencionado, así como las herramientas que se utilizarán para la aplicación de las contramedidas.

Tabla 19: Contramedidas propuestas

CAUSA RAÍZ	CONTRAMEDIDA	HERRAMIENTA
No existe un control del estado de las máquinas	Implementar un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas utilizando metodologías que permitan reducir los retrasos durante la producción	Herramientas de Lean Manufacturing
Falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo	Implementar una cultura de orden, limpieza y disciplina en la empresa que los operarios estén dispuestos a seguir y aplicarlas en sus actividades diarias.	
Falta de costumbre de registro de entradas y salidas de materiales	Establecer un programa para el control de las entradas y salidas de materiales a fin de evitar la sobreproducción, así como la generación de desperdicios	Planificación de Operaciones

Elaboración propia

Como se muestra se han propuesto 3 contramedidas para cada una de las causas raíces mencionadas, donde se ha designado a las herramientas de Lean Manufacturing para la mejora de las dos primeras contramedidas y el uso de herramientas de planificación de operaciones para la última, ya que se adecua para brindar una mejor solución a la contramedida planteada. Para ello, se utilizará la matriz FACTIS para poder analizar y evaluar cuál de las contramedidas

propuestas será la más adecuada para su implementación. En la tabla 20 se muestra los factores y criterios a utilizar para la asignación de puntajes de cada contramedida propuesta.

Tabla 20: Factores y criterios de ponderación para la matriz FACTIS

CRITERIOS DE SELECCIÓN			FACTOR DE PONDERACIÓN	
F	Facilidad de implementación			4
	1: Muy difícil	2: Difícil	3: Fácil	
A	Afecta a otras áreas su implementación			3
	1: Sí	3: Medio	5: Nada	
C	Mejoramiento de la calidad			6
	1: Poco	3: Medio	5: Mucho	
T	Tiempo que implica implementarlo			2
	1: Largo plazo	2: Mediano plazo	3: Corto plazo	
I	Inversión requerida			5
	1: Alta	3: Media	5: Poca	
S	Nivel de seguridad en el servicio			1
	1: Poco	3: Medio	5: Alta	

Elaboración propia

Según mostrado, se ha designado un puntaje diferente de acuerdo al criterio, la asignación de puntajes y los factores, esto se encuentra detallado en el capítulo 1.

Luego se procede a la asignación de puntajes de acuerdo a la facilidad de implementación, el nivel de impacto a otras áreas, la calidad, el tiempo de implementación, la inversión y el nivel de seguridad del servicio. Lo mencionado se muestra en la tabla 21.

Tabla 21:Matriz FACTIS para la selección de contramedidas

	4	3	6	2	5	1	
	F	A	C	T	I	S	
HERRAMIENTAS	Facilidad de implementación	Afecta a otras áreas su implementación	Mejoramiento de la calidad	Tiempo que implica implementarlo	Inversión requerida	Nivel de seguridad en el servicio	PUNTAJE
Herramientas de Lean Manufacturing	3	5	3	2	5	3	77
Planificación de Operaciones	2	3	3	3	5	3	69

Elaboración propia

Finalmente, de acuerdo a la asignación de puntajes y a los criterios de selección de la matriz FACTIS se concluye que aplicar herramientas de Lean Manufacturing es la mejor contramedida que mejorará la situación actual de la empresa. En el capítulo 3 se realizará la selección de herramientas que se utilizarán para la mejora de los procesos de la empresa.

### 3. Propuesta de Mejora

En el presente capítulo se centrará en la propuesta de mejora, para ello se identificarán las actividades que no generan valor para la fabricación de suelas de calzado mediante la aplicación del Value Stream Mapping (VSM as-is), en base a ello se procederá con la identificación de los desperdicios a fin de establecer la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing apoyado en el mapa de valor futuro (VSM to be) y el cronograma de implementación de las mejoras.

En el gráfico 29 se muestra el área de producción de la empresa, donde se realizó las visitas donde se realizó la toma de datos de los procesos productivos, estado de las máquinas y equipos, estado de las áreas de trabajo y los tiempos de preparación, producción y traslado tanto de la materia prima como productos terminados.



Gráfico 29: Área de producción de la empresa  
Fuente: La empresa

### 3.1. Value Stream Mapping Actual

En este acápite se realiza el Value Stream Mapping de la situación actual del proceso de extracción de suelas de calzado del molde de la máquina. En el mapa de valor se aprecia el flujo tanto de la materia prima como el producto terminado donde se brinda información sobre los subprocesos durante cada etapa. Representando de esta manera el proceso en análisis nos permite tener una mejor visión de los problemas y desperdicios que se dan en la situación actual.

Para la construcción del VSM actual se considera como producto terminado a la obtención de un par de suelas, conformado por una suela izquierda y una suela derecha. Es importante mencionar que la máquina utilizada tiene la capacidad de realizar hasta 6 suelas, es decir, al momento de terminar con la extracción de una suela, el operario puede continuar en un tiempo corto la extracción del siguiente par.

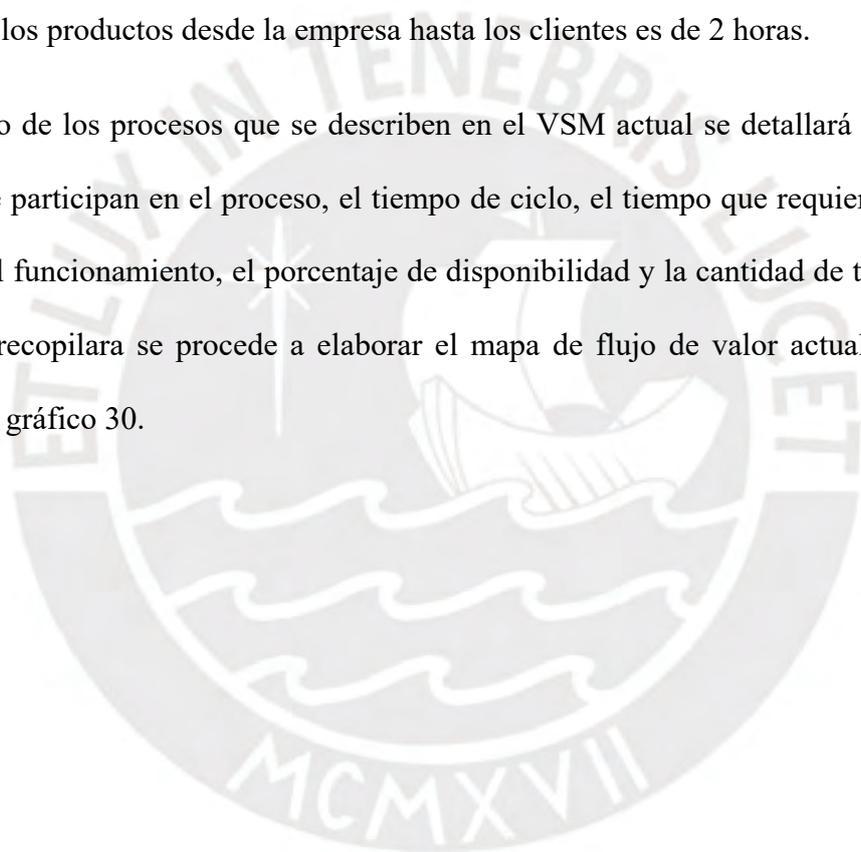
Para el proceso de Extracción de suela del molde se considera que esta ya se encuentra con los moldes preparados y que la máquina está abastecida de la materia prima suficiente para realizar un par de suelas. Además, el operario, si bien se encuentra capacitado y posee experiencia utilizando la máquina de inyección al molde, este no tiene un nivel de desempeño óptimo y constante durante toda la jornada laboral.

Toda la información utilizada en el desarrollo del VSM actual fue proporcionada por la empresa. Es así que, se sabe que los pedidos de los clientes se realizan por vía telefónica, vía correo electrónico y visitas directas con el Gerente General. La empresa realiza su planificación de pedido de materiales con 2 semanas de anticipación posterior a la confirmación de pedido del cliente, a fin de evitar problemas de atraso con los proveedores de materias primas. Adicional a lo mencionado, la empresa se encuentra constantemente fabricando suelas, ya que

se tiene pedidos constantes de menor volumen que son requeridos en menor tiempo, por ello la empresa siempre maneja un stock de inventario de aproximadamente 3 semanas.

Los transportes de los productos terminados son realizados por el camión de carga de la empresa, en caso sean pedidos de gran volumen y por un carro de menor capacidad de carga para pedidos de menor volumen. Por lo general, se suele transportar directamente al cliente, pero en casos de pedidos chicos, se suele llevar más de un pedido hacia un almacén central donde son recogidos previa coordinación con los clientes. En promedio, la duración del transporte de los productos desde la empresa hasta los clientes es de 2 horas.

Para cada uno de los procesos que se describen en el VSM actual se detallará el número de operarios que participan en el proceso, el tiempo de ciclo, el tiempo que requiere la máquina para iniciar el funcionamiento, el porcentaje de disponibilidad y la cantidad de turnos. Con la información recopilada se procede a elaborar el mapa de flujo de valor actual tal como se muestra en el gráfico 30.



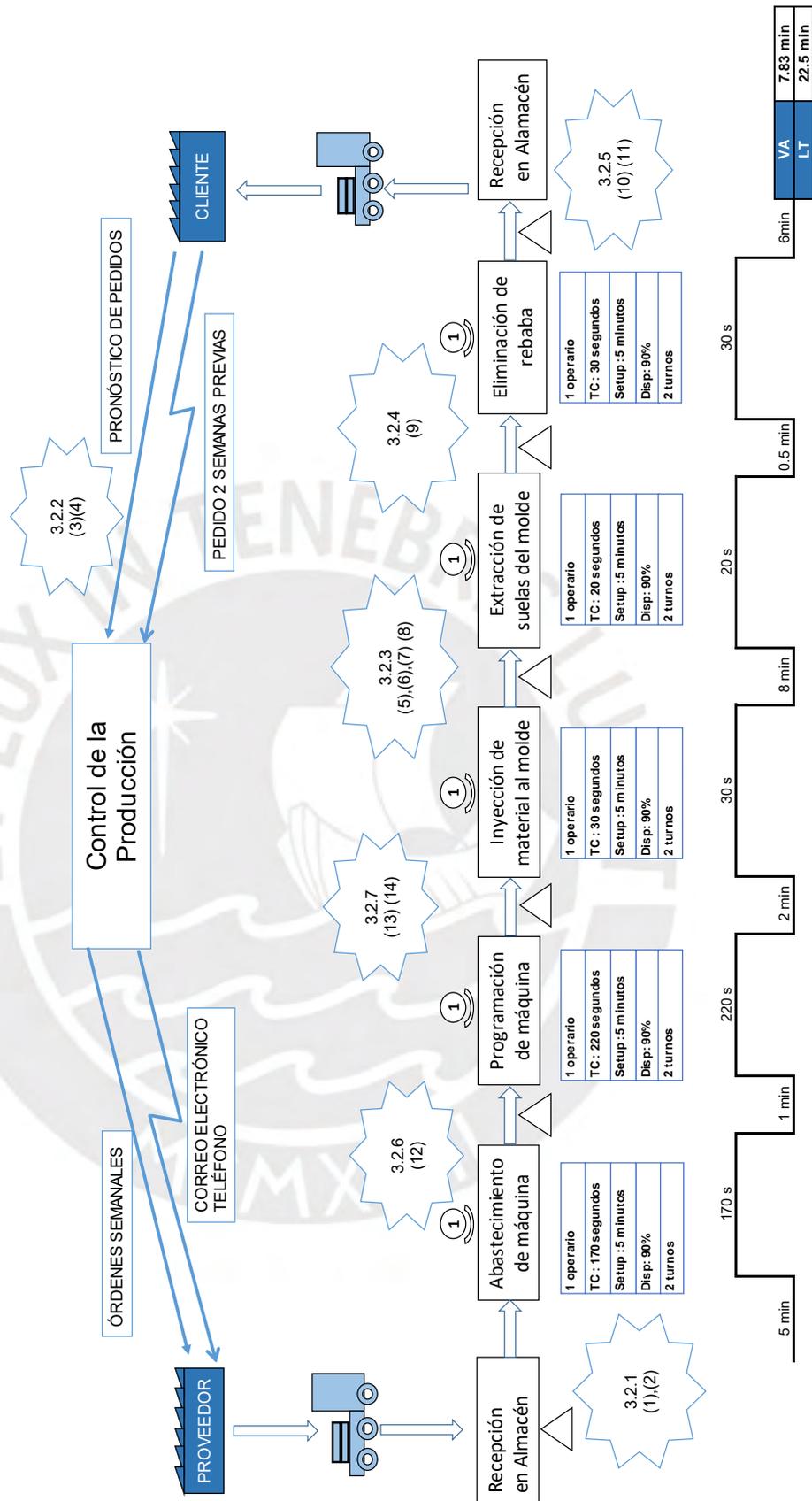


Gráfico 30: Value Stream Mapping de la situación actual

Elaboración propia

### **3.2. Identificación de mudas**

En base a lo detallado en el acápite 3.1, se han identificado desperdicios a lo largo del proceso productivo los cuales desencadenan problemas que afectan al producto final, así como la productividad de la empresa. En el VSM actual, se observa que los desperdicios que la empresa presenta son: Pérdida de material durante el transporte de la materia prima, desorden en las áreas de trabajo, fallas en las máquinas, generación de mermas y espacios insuficientes para el almacenamiento.

#### **3.2.1. Categoría 1: Transporte**

En la empresa, durante el transporte de materias primas del almacén, utilizan sacos que (1) durante la manipulación, traslado y vertido del material se pierde cantidades considerables que genera que la materia prima necesaria para la producción no llegue completa a la máquina inyectora. Además, sucede que al no tener el material suficiente (2) el operario tiene que volver al almacén para traer mayor cantidad de insumos, ya que si la máquina inicia con una cantidad menor de material los moldes no se llenarán por completo haciendo que se produzcan suelas incompletas.

#### **3.2.2. Categoría 2: Sobreproducción**

El pronóstico de demanda de la empresa la realiza el Gerente General con los jefes de las áreas en base a la información histórica de la empresa, es decir, se produce una cantidad de acuerdo a los pedidos semanales que se han dado los meses pasados, esto se realiza a fin de poder atender los pedidos de los potenciales clientes en corto tiempo. Por ello la empresa produce

mayor cantidad de suelas de lo demandado, esto genera que el (3) almacén de productos terminados no pueda almacenar la cantidad total de productos realizados por lo que además de generar costos adicionales de almacenamiento, (4) la empresa suele ubicar las suelas terminadas en los pasillos, así como en las zonas de carga y descarga de la empresa, que además de generar bloqueo de vías de acceso la calidad del producto se ve afectada por las malas condiciones de almacenaje.

### **3.2.3. Categoría 3: Defectos**

La generación de mermas se da frecuentemente al momento de la extracción de las suelas, esto se produce principalmente por 3 factores que se detallan a continuación:

- a) Error del operario: Esto se da al momento que el operario procede a realizar la extracción, por un mal manipuleo de la suela o un mal manejo de la herramienta para poder despegar la suela del molde, (5) se produce en un daño a la suela, que por lo general suele ser una rotura, punzada o rayón, pero esto genera que el producto no cumpla con los estándares del cliente. Por ello la suela dañada se suele almacenar para ser posteriormente reprocesada.
- b) Fallo de la máquina: En ocasiones la generación de mermas se da cuando (6) la máquina falla al momento de la inyección del material, apertura temprana del molde, temperatura elevada, error en los pistones, etc. Por otro lado, (7) una mala calibración de los parámetros por parte del operario y falta de control también ocasionan que la suela final no adquiera las características idóneas para la comercialización.

c) Molde: Los moldes utilizados para que la máquina realice la inyección de materia prima, tiene conductos donde el material se traslada para llegar al donde se solidifica y posteriormente se extrae la suela terminada. Por un margen de error, (8) la máquina inyecta más cantidad de materia prima del necesario por ello, el material sobrante se solidifica en los conductos, que posteriormente serán separados del producto final por el operario. Asimismo, la suela presenta material sobrante en los bordes (rebaba) por efectos del molde, que también son retirados por el operario.

#### **3.2.4. Categoría 4: Reprocesos**

Al momento de la producción de suelas se producen duelas que no cumplen con la calidad del cliente, sobrante de material debido al tipo de moldeado, así como sobranes de material. Estos, dependiendo el tipo de material sobrante, se puede realizar un (9) reproceso del mismo para volver a usarlo como materia prima para la elaboración de nuevas suelas. Pero para ello, debe pasar por un proceso de molido, que ocasiona un aumento en los costos por la pérdida de material, costos por reproceso y horas hombre invertidas. Del material reprocesado solo se puede aprovechar en un 60% para utilizarlo como insumo en la fabricación de suelas, ya que esto tiene un impacto directo en la calidad del producto final.

#### **3.2.5. Categoría 5: Inventarios**

La empresa luego de la manufactura de los calzados, almacena las suelas con desperfectos que se pueden reprocesar, así como los sobranes de material que se produce en cada jornada laboral. Todo el material sobrante pasará por un proceso de molido para posteriormente ser utilizado en el proceso productivo como materia prima, esto se hace a fin de poder aprovechar todo el material comprado, pero al no poder reutilizar todo el material por asegurar la calidad,

(10) el material recuperado ocupa un espacio considerable que podría ser usado para mejorar la distribución de planta y evitar el aumento de costos de producción y almacenaje extra. Además, se observó que el tanto el (11) almacén de materias primas como el de productos terminados no se encuentran correctamente ordenados y hay presencia de restos de materiales usados para el almacenaje en el suelo dificultando el correcto tránsito.

### **3.2.6. Categoría 6: Tiempos de espera**

Como se aprecia el Value Stream Mapping actual, mayores tiempos de espera se dan en 3 puntos: (12) al momento de seleccionar y trasladar las materias primas hacia la máquina inyectora que tiene una duración de 5 minutos aproximadamente, el tiempo de espera de 8 minutos desde que la máquina inyecta el líquido a los respectivos moldes hasta que las suelas se encuentren listas para su extracción, y finalmente ocurre un traslado de las suelas que tiene una demora aproximada de 6 minutos, desde la zona de trabajo hasta la recepción en el almacén de productos terminados.

### **3.2.7. Categoría 7: Factor Humano**

El factor humano es uno de los desperdicios que se encuentran presente en la mayoría de los procesos, ya que los operarios de la empresa poseen experiencia en sus actividades, por los años realizando trabajos similares, por ello es común que realicen los procesos con métodos que ellos consideran apropiados, pero muchas veces estas (13) prácticas impactan de forma negativa al producto final y por exceso de confianza arriesgan su seguridad al no usar EPPS. Por otro lado, los trabajadores suelen tener la (14) costumbre de trabajar en un puesto de trabajo

sin orden, con poca limpieza, que a su vez impacta en el libre tránsito. Por último, se ha observado que los trabajadores no son supervisados a fin de elevar la productividad por puesto de trabajo, así como no existe un compromiso con la empresa por parte de estos, esto debido a una falta de clima laboral que involucre a los trabajadores a estandarizar la forma de trabajo y que conozcan la importancia de sus actividades en el desarrollo de la empresa.

Para la realización de la propuesta de mejora se procede a realizar un cuadro resumen donde se muestra las mudas identificadas anteriormente y las herramientas de Lean Manufacturing. En base a ello se ha marcado con “X” a las herramientas que se adecuan mejor al tipo de desperdicio encontrado en la empresa. Como se muestra en la tabla 22, las herramientas con mayor puntuación fueron la aplicación de 5S, Kaizen y Poka-Yoke.

Tabla 22: Tabla de selección de herramientas Lean

Número	Muda	Categoría	SMED	Kanban	5S	Heijunka	TPM	Jidoka	Kaizen	Poka-Yoke
1	Pérdidas de materia prima durante el transporte	Transporte		X	X					
2	Traslado extra por recojo de material faltante	Transporte			X					
3	Aumento de costos de almacenamiento por exceso de productos	Sobreproducción		X	X	X			X	X
4	Obstrucción de los pasillos por exceso de productos terminados	Sobreproducción		X	X	X			X	
5	Daño de la suela en la extracción por el operario	Defectos						X		x
6	Falla de la máquina durante la inyección al molde	Defectos	X				X			X
7	Mala calibración y falta de control de la máquina	Defectos	X				X			X
8	Desperdicio de material por uso de moldes	Defectos								X
9	Reproceso de suelas consideradas defectuosas	Reprocesos						X		
10	Uso de espacios libres como almacén de productos a reprocesar	Inventarios			X				X	
11	Falta de orden y limpieza en los almacenes	Inventarios			X					
12	Demoras en traslados de MP y productos terminados	Tiempos de espera		X						
13	Malas prácticas de los operarios impactan en el PT	Factor humano			X			X	X	
14	Falta de costumbre de los operarios en mantener el orden y limpieza de sus puestos de trabajo	Factor humano			X				X	
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

Elaboración propia

### 3.3. Aplicación de herramientas Lean

### 3.3.1. Implementación de 5s

Como propuesta de mejora se plantea la implementación de la metodología 5S en la empresa para que los diferentes ambientes de trabajo de la empresa tengan un orden y limpieza adecuada que beneficie al trabajador, evite problemas durante las jornadas laborales y que evite que la empresa incurra en costos adicionales.

Para la que la implementación se realice de forma correcta es necesario que los trabajadores, así como la Gerencia estén de acuerdo con el cambio y se comprometan a participar activamente durante cada etapa de forma continua, teniendo una buena comunicación con todas las áreas de la empresa. Para ello se considera pertinente la asignación de líderes del cambio que serán los encargados de incentivar y brindar apoyo a todas las actividades que se realizarán en la implementación de las 5S.

Es necesario que la Gerencia conozca los conceptos de la filosofía 5S antes de aplicarlo a las áreas de manufactura de suelas, de esta manera se busca que se alineen a los estándares a los que se quiere llegar y que todos tengan la misma visión de cambio. Luego se procede a comunicar a los trabajadores sobre la reforma de trabajo que se quiere llegar, así como explicar los principios básicos e importancia del cambio, para ello es necesario preparar presentaciones donde se explique la filosofía 5S, casos de empresas que implementaron 5S, realizar talleres y finalmente exponer los objetivos que la empresa se proyecta a cumplir con los cambios.

#### a) Seiri - Clasificar

La primera S de la metodología se trata de la clasificación de los equipos y herramientas utilizados en los distintos espacios de trabajo de acuerdo a su utilidad y uso, para que se pueda cambiar el espacio de trabajo a uno donde solo se tenga al alcance los objetos necesarios y los

innecesarios, dependiendo de su importancia, sean reubicados, almacenados o desechados. Con el fin de optimizar el espacio y generar mayor orden en el área en beneficio del operario.



Gráfico 31: Desorden de materia prima y mermas en la empresa  
Fuente: La empresa

Para esto, los jefes y operarios deben trabajar en conjunto para que puedan identificar de manera certera los objetos realmente necesarios y los innecesarios en base a las deficiencias de espacios y desorden que estos generan. Para ello se propone la utilización de listas de los objetos que ayuden a recolectar la información suficiente para tomar una decisión. En la tabla 23 se muestra lista propuesta que tiene como campos, el nombre del objeto, la cantidad de objetos, la frecuencia de uso, la necesidad y observaciones.

Tabla 23: Lista de objetos

	Objeto	Función	Frecuencia de uso	Unidades	Necesidad	Observaciones
1	Punzón	Asegurar	Diario	1	SI	Para asegurar el detalle de la suela
2	Saco vacío	Almacenar	1/mes	2	NO	Sacos sobrantes luego de terminar el contenido
3	Sacos llenos	Abastecer	Semanalmente	7	SI	Sacos que contienen materia prima y Productos terminados
4	Cuchilla	Cortar	Diario	1	SI	Usado para eliminar material sobrante de la suela
5	Bolsas	Almacenar	Semanalmente	4	NO	Bolsas de menor tamaño sobrantes de diferentes contenidos
6	Moldes	Moldear	Diario	6	SI	Usados para el proceso de inyección de material
7	Cajas de cartón	Almacenar	Semanalmente	3	SI	Cajas usadas para el almacenaje de suelas
8	Cinta adhesiva	Proteger	Diario	1	SI	Usados para cubrir dedos del trabajador
9	Alicate	Ajustar y cortar	Diario	2	SI	Usado para eliminar material sobrante de la suela
10	Tijeras	Cortar	Diario	1	SI	Usado para eliminar material sobrante de la suela
11	Trapos	Limpiar	Semanalmente	3	NO	Usado para limpiar o usar de sostenedor
12	Pegamento	Pegar	Semanalmente	1	SI	Usado para pegar objetos (situacional)
13	Lapiz	Anotar pedidos	Diario	1	SI	Anotar pedidos y cantidad producida
14	Cuaderno	Registrar	Diario	1	SI	Registrar pedidos y cantidad producida
15	Carretilla de carga	Transportar	1/mes	1	NO	Para transporte de grandes pedidos
16	Caja de herramientas	Almacenar	Semanalmente	1	SI	Almacenar las herramientas para mantenimiento de máquina
<b>Fecha (dd/mm/aaaa):</b>				<b>Encargado:</b>		

Elaboración propia

Una vez que se tenga identificado los objetos que no son necesarios en el área es importante decidir cuáles son considerados innecesarios, para ello es importante distinguir que existen objetos en las áreas de trabajo que se encuentran malogrados con posibilidad de reparar, objetos que se encuentran obsoletos y objetos que son utilizados en otras áreas. Para esto se propone crear tarjetas rojas que permitan identificar las características del elemento y poder tomar una decisión sobre su futuro en la empresa. Las tarjetas rojas propuestas se muestran en la tabla 24.

Tabla 24: Tarjeta roja

<b>Tarjeta Roja</b>			
<b>Nombre del Objeto:</b>			<b>N°</b>
<b>Fecha:</b>		<b>Localización</b>	
<b>Cantidad:</b>		<b>Unidad de medida</b>	
<b>Razón:</b>	<b>1. Defectuoso</b>		<b>3. Fuera de lugar</b>
	<b>2. Obsoleto</b>		<b>4. Poco uso</b>
	<b>5. Otro:</b>		
<b>Elaborado por:</b>		<b>Puesto:</b>	
<b>Medida a tomar</b>	<b>1. Desechar</b>		<b>4. Mover a almacén</b>
	<b>2. Vender</b>		<b>5. Otro</b>
	<b>3. Ubicar en otra área</b>		
<b>Observaciones:</b>	<b>Firma de autorización</b>		

Elaboración propia

b) Seiton – Ordenar

La aplicación de Seiton en la empresa se enfocará en los lugares de trabajo que no posean un orden, es decir que no cuenten con espacios destinados para cada herramientas o insumo necesario para la realización del proceso productivo, para ello es necesario que se tenga un acceso rápido a objetos de uso frecuente en espacios que sean cómodos y al alcance del operario para evitar que se invierta tiempo en la búsqueda del objeto.



Gráfico 32: Desorden en el puesto de trabajo

Fuente: La empresa

En la práctica se realizarán talleres prácticos a todos los trabajadores de la empresa para que se informen de la importancia de mantener el orden en las estaciones de trabajo y se tomarán en cuenta sugerencias y opiniones sobre los trabajos prácticos a fin de conseguir una retroalimentación que ayude a mejorar las propuestas planteadas. Entre las principales propuestas se tiene el realizar entrevistas a los operarios sobre la frecuencia de uso de los objetos para que en base a esto se cambie el orden de estos. En el gráfico 34 se muestra el círculo de frecuencia de uso y las acciones que se toman en cada caso con respecto a la cercanía del equipo o herramienta a evaluar.



Gráfico 33: Círculo de frecuencia de uso

Elaboración propia

En adición a la priorización de las ubicaciones de los objetos se debe tener una distribución del área de acuerdo a la frecuencia de movimientos que el operario realiza, así como que los objetos se encuentren en una ubicación que no dañe la postura o genere incomodidad al trabajador al momento que este requiera usarlo. Para ello se realizará una separación de acuerdo al tipo de objetos:

1. Elementos de seguridad
2. Herramientas para el proceso productivo
3. Herramientas de mantenimiento
4. Elementos de registro
5. Elementos adhesivos
6. Elementos de limpieza
7. Elementos sobrantes

Por último, es importante que la asignación de espacios no se pierda en un mediano o largo plazo, por esto como medida de prevención la empresa adquirirá gavetas que permitan organizar los objetos utilizados en el espacio de trabajo. Cada gaveta se etiquetará de acuerdo al tipo de objetos que se almacenarán y será responsabilidad del operario asegurarse que los objetos al inicio y final de la jornada laboral se ubiquen en los espacios asignados. En el gráfico 35 se muestra el diseño de la gaveta que se ha escogido para el almacenaje de acuerdo al tipo de objeto. En los laterales de la gaveta se colocarán etiquetas indicando el tipo de categoría que se estableció líneas atrás.

Gráfico 34: Gaveta organizadora



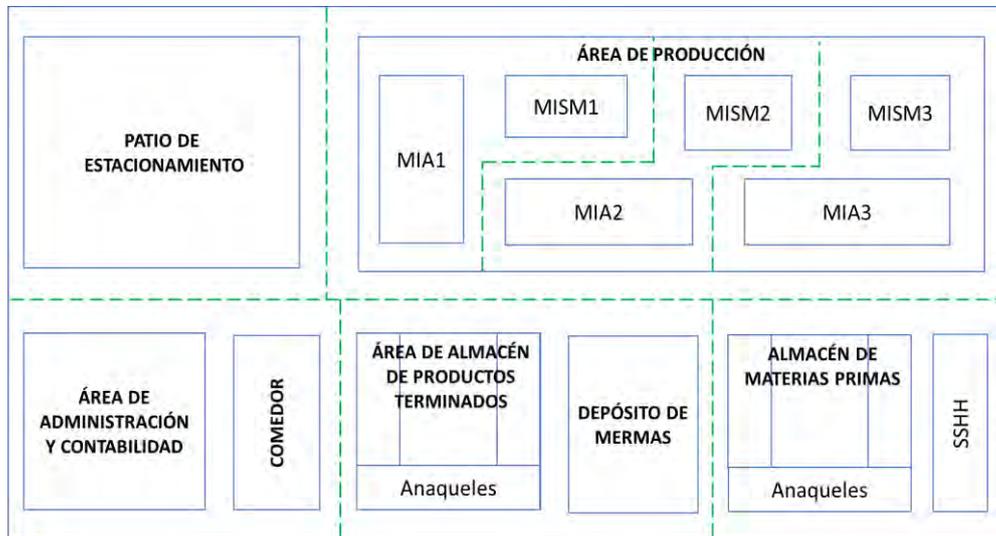
Fuente: <http://www.leroymerlin.es/fp/14723772/gaveta-azul-industrias-tayg-n52>

### c) Seiso – Limpiar

En la empresa es común encontrar en los pasillos y zonas de trabajo restos de materias primas, partes de rebaba y material residual producto de las actividades de manufactura. Además, los almacenes que la empresa tiene existen objetos que se encuentran mucho polvo, debido a su poca rotación y esto termina ensuciando los productos o generar una limpieza antes de poder trasladar la materia prima o el producto terminado, interrumpiendo el trabajo.

Para evitar esto se propone crear una cultura de limpieza en todas las áreas para que todos los equipos y herramientas se encuentren en estado listo para usar en cada momento que se requiera, el objetivo es implantar el hábito de la limpieza constante en los trabajadores, así como evitar en la medida de lo posible que el área se ensucie producto de las actividades diarias. En conjunto con las jefaturas y operarios se propondrán reuniones para que estos planteen soluciones sobre la limpieza de las máquinas y evitar que estas salpiquen o derramen aceite durante las operaciones. Por último, hacer entender a los miembros de la empresa que la suciedad dificulta a los trabajadores, así como impacta en las máquinas y productos haciendo que estos se deterioren progresivamente, por ello se deberá asegurar que la empresa se encuentre en limpieza continua en todas las áreas. Como medida se designará a empleados de la empresa la responsabilidad de asegurar que se cumpla lo deseado y para esto es necesario dividir en zonas la empresa para poder manejar la limpieza de manera

equilibrada y uniforme. En el gráfico 36 se muestra la propuesta de división de las áreas de la empresa en 7 zonas, donde se asignarán a un empleado en cada zona para ser responsables de la mantener la limpieza.



Leyenda:  
MIAi: Máquina inyectora automática número i  
MISMi: Máquina inyectora semiautomática número i

Gráfico 35: Mapa de 5S  
Elaboración propia

d) Seiketsu – Estandarizar

Las 3S detalladas anteriormente se complementan con Seiketsu, que consiste en poder normalizar las prácticas de clasificar, ordenar y limpiar en toda la empresa, es decir que forme parte de las funciones de todos los trabajadores. Para ello durante el proceso de regularización de todas las áreas, se designará a trabajadores que hagan el rol de controladores en zonas que serán asignadas a ellos para que se realiza el seguimiento y control necesario alineados a los estándares establecidos por las metodologías. Por otro lado, mensualmente se programarán reuniones con los miembros del equipo para informarles sobre las mejoras que se han dado desde la aplicación de las eses gracias al apoyo y esfuerzo de cada uno.

e) Shitzuke – Disciplina

Una parte clave de la aplicación de las 5S es la disciplina que deben cumplir todos los implicados del cambio, es decir, se debe tener en práctica los métodos de manera constante para que se establezca como un hábito. Para ello se propone colocar infografías y carteles con frases e imágenes sobre la metodología 5S, así como descripciones gráficas donde se entienda claramente los problemas a los que se exponen por seguir con malas prácticas y el riesgo que esto supone a la seguridad del trabajador y de la empresa. En los siguientes gráficos se muestra infografías de otras empresas que se utilizarán como referencia para poder diseñar los anuncios de la empresa.

Gráfico 36: Infografía sobre las 5S



Fuente: <https://www.gestionar-facil.com/calidad-para-empresas/>



Gráfico 37: Anuncio de exposición de peligros

Fuente: <https://www.plandemejora.com/implementacion-de-la-metodologia-de-las-5s-en-una-empresa/>

Estos anuncios estarán ubicados en lugares estratégicos para que sea visible para cualquier trabajador. Por otro lado, se promoverán talleres que complementarán la metodología y reforzarán los conocimientos sobre las 5S para que de esta manera se tengan siempre presente, así como poder capacitar a nuevo personal que se haya incorporado a la empresa. Por último, se realizará auditorías cada cierto periodo de tiempo a fin de que se pueda medir y controlar los cambios para tener una visión del panorama y realizar mejoras o cambios al proceso para crear una cultura de trabajo orientada a las buenas prácticas.

En base a estimaciones de presupuesto y tiempo se ha propuesto que las implementaciones de las 5S se realizarán en un promedio de 4 meses tal como se muestra en la tabla 25. Es importante considerar que las duraciones de las actividades en el gráfico propuesto pueden variar por factores externos, ya que durante la implementación se pueden presentar problemas de falta de tiempo, ausencia de operarios, incremento de los pedidos, etc, que harán que no se apegue al cronograma propuesto.

Tabla 25: Cronograma de implementación de las 5S

N°	Etapa	Nombre de actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
			S1	S2	S3	S4												
1	Fase previa	Planificación de actividades 5S	■	■														
2		Comunicar a todos los trabajadores		■														
3		Capacitaciones 5S			■	■												
4	Seiri-Clasificar	Plantear formatos				■	■											
5		Implementar formatos					■	■										
6		Recopilar información							■	■								
7		Ejecutar medidas planteadas									■	■						
8	Seiton-Ordenar	Talleres prácticos - ordenar			■	■												
9		Entrevistas a operarios					■	■										
10		Clasificación de objetos							■	■								
11		Reorganización de espacios de trabajo									■	■	■	■				
12	Seiso-Limpiar	Reuniones con los trabajadores						■	■									
13		Designar responsables del cambio								■	■							
14		Definir zonas de la empresa									■	■	■	■				
15		Auditorías										■	■	■	■			
16	Seiketsu – Estandarizar	Asignar a controladores									■	■						
17		Auditorías										■	■					
18		Reuniones con los controladores												■	■	■	■	
19		Evaluaciones													■	■	■	■
20	Shitzuke – Disciplina	Identificar espacios de anuncios					■	■										
21		Seleccionar anuncios idóneos							■	■								
22		Talleres 5S - disciplina									■	■	■	■				
23		Reforma de la cultura organizacional												■	■	■	■	
24		Auditorías															■	■

Elaboración propia

### 3.3.2. Implementación de Kaizen

En la empresa es común observar en los almacenes y los pasillos principales, sacos de materias primas, productos terminados, productos a reprocessar, entre otros; que carecen de orden y obstaculiza en libre tránsito del personal durante las jornadas laborales. Es por ello que se propone utilizar la herramienta Kaizen para poder realizar una reforma sobre el almacén de materias primas y los pasillos de la empresa que no solo entorpecen en desarrollo de las actividades, sino que pone en riesgo la seguridad integral de los trabajadores. Además, se busca aprovechar más eficientemente el espacio de la empresa, así como mejorar eficiencia de los almacenes.

Como primera etapa de la implementación, se debe clasificar en el almacén de la empresa las materias primas que poseen mayor rotación, para ello se analiza la demanda mensual en un año para determinar las materias primas necesarias para producirlas. En la tabla 16 se muestra las ventas mensuales de suelas durante el año 2018, según los materiales utilizados para su

fabricación, para un mejor detalle se realizó en el gráfico 39 donde se aprecia la variación de las ventas y qué productos son más demandados históricamente.

Tabla 26: Tabla de ventas de suelas de la empresa durante el 2018

Meses	Suelas de caucho	Suelas de TR	Suelas de Espanso	Suelas de PU	Suelas de otros modelos
Enero	32 832	8 913	2 816	1887	821
Febrero	25610	10505	4045	1462	996
Marzo	27864	12190	3 056	1194	748
Abril	21517	10030	1064	992	657
Mayo	31862	15931	2456	1684	377
Junio	26312	13848	2088	969	1221
Julio	20434	8926	4575	1286	1108
Agosto	18772	9579	6 224	2 454	1 415
Septiembre	21189	16651	3867	3822	1496
Octubre	25193	12833	3510	4753	1137
Noviembre	16350	6902	3647	3261	1808
Diciembre	23091	8907	6376	1299	730

Elaboración propia

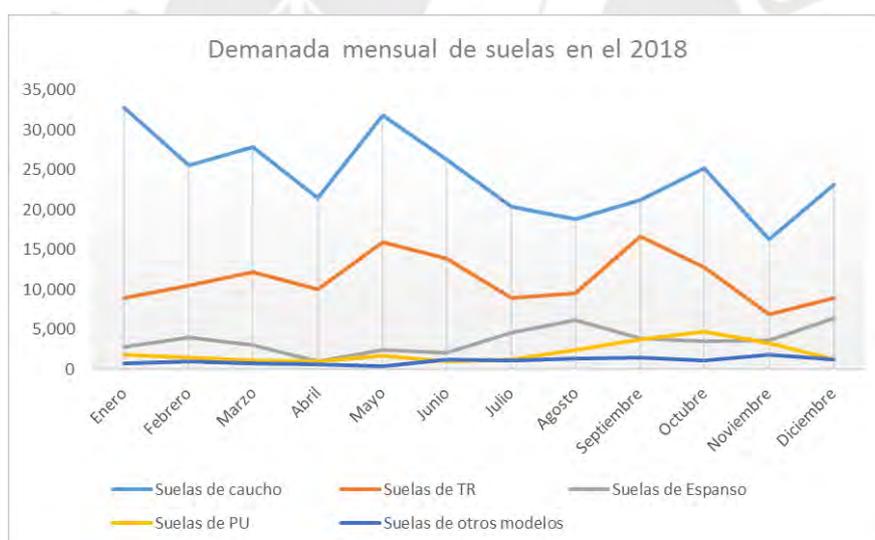


Gráfico 38: Comportamiento de las ventas mensuales de suelas  
Elaboración propia

La materia prima usada para elaborar las suelas varía de acuerdo al requerimiento del cliente, pero por lo general se diferencia por tipo de material, color, tamaño y propiedades. Para esto se utilizan distintos aditivos que brindan el color y características a la suela, que en proporción son menores a la materia prima central, pero también serán consideradas en la distribución del

almacén, ya que ocupan un espacio físico en este. En la tabla 27 se muestra los grupos de materias primas que son usadas en la elaboración

Tabla 27: Grupos de materias primas

N°	Materias primas
1	PVC
2	Caucho
3	Plastificantes
4	Pigmento
5	Poliuretano (PU)
6	Cerco
7	Materiales auxiliares
8	Envases y embotellados

Elaboración propia

El almacén de la empresa cuenta con anaqueles donde son apilados los sacos de las materias primas y cajas que contienen caucho listo para cortado, por ello es necesario establecer una ubicación para en los anaqueles para cada material, para ello se propone una distribución en secciones de los anaqueles para las materias primas según su usabilidad y tamaño. Adicionalmente, durante las visitas se pudo observar que 3 anaqueles se encontraban deteriorados por lo que se considera pertinente la adquisición de nuevos anaqueles para evitar un potencial accidente.

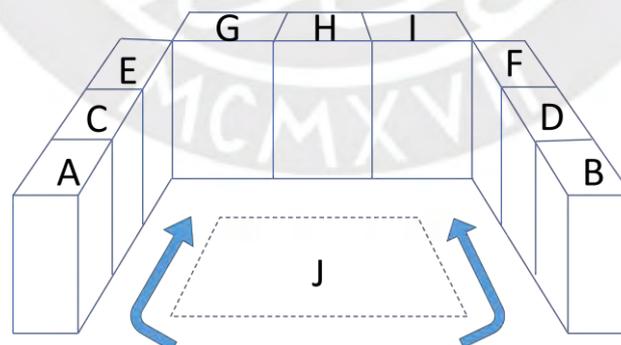


Gráfico 39: Distribución propuesta del almacén de materias primas

Elaboración propia

Como se observa en el gráfico 39, se los anaqueles se han dividido en secciones que servirán como referencia para la reubicación de las materias primas de acuerdo al nivel de rotación de

estas. De acuerdo a la demanda de las suelas, mostradas en el gráfico 38 se tiene que en los anaqueles tipo A y B serán ubicados los sacos de PVC, sacos de Poliuretano y pigmentos. Para C y D se depositarán parte de los pigmentos, plastificantes, cercos y materiales auxiliares. Para los anaqueles E, F, G, H y I se encontrarán los materias auxiliares, envases y embotellados, así como en la parte superior laminas grandes de Caucho; por último, en la zona J (al ras del suelo), se deposita el Caucho, ya que la presentación que el material es adquirido de los proveedores es en un bloque de aproximadamente 1.3m de largo y 1.m ancho envuelto en láminas de madera, por ello es necesario utilizar el espacio central del almacén para almacenarlos.

Se asignarán responsables de aseguren que se mantenga el orden establecido, así como respetar las zonas delimitadas para evitar que se pierda el orden con el paso del tiempo. De manera similar los operarios tendrán asignados instrumentos de limpieza, estantes de herramientas y estantes de moldes de tal manera que se encarguen del orden de estos y seguimiento de su uso.

Además, debido a la falta de orden, en la empresa es común que los pasillos de los almacenes y zonas de producción se encuentren obstaculizados con objetivos utilizados en la producción, como cajas, sacos de materia prima, herramientas, sacos de merma, entre otros. Por ello se considera pertinente el habilitado de estos pasillos, para ello se utilizarán cintas para el marcaje de los pasillos, así como delimitar las celdas de trabajo, áreas de carga y descarga, zonas peligrosas; y por último áreas de almacenamientos. Esto ayudará la implementación de políticas de separación de espacios a fin de respetar los espacios designados para tránsito. Asimismo, ayudará a visualizar la delimitación de las áreas de manera que se tendrá un ambiente más ordenado, limpio y seguro. En las dos gráficas se muestran un ejemplo del uso de las cintas de marcaje mencionadas.

Gráfico 40: Ejemplo 1 de uso de cintas separadoras



Fuente: <http://www.melcsa.com/productos/impresion-y-etiquetado/lean-manufacturing/IDBRFAV002>

Gráfico 41: Ejemplo 2 de uso de cintas separadoras



Fuente: <http://islmexico.com/>

### 3.3.3. Implementación de Poka Yoke

Con el objetivo de evitar que las actividades que realizan los operarios generen pérdidas y retrasos en la producción, se ha propuesto el uso de la metodología Poka Yoke. De acuerdo a los problemas expuestos anteriormente, se ha decidido estandarizar el proceso de obtención de la suela de la maquina inyectora, con ello se busca evitar que operarios nuevos, producto de la rotación de los trabajadores en la empresa afecte la producción de las suelas, de la misma manera, se debe uniformizar las actividades realizadas de cada operario de modo que todos

realicen las mismas actividades para poder obtener el producto final. Esto se llevará a cabo con la creación de paneles que describan las actividades para la obtención de la suela.

Como se explicó anteriormente, uno de los principales problemas es el daño de la suela en la extracción por el operario, por ello se propone el diseño e implementación de un dispositivo capaz de facilitar la extracción de la suela del molde, evitando fallos y desgaste físico por parte de los operarios, ya que para la extracción se realiza manualmente, donde el operario debe despegar la suela del molde sin ayuda de una herramienta que evite el sobreesfuerzo. El diseño y funcionalidad del dispositivo se realizó en coordinación con los operarios dueños del proceso, así como el Gerente General, para poder obtener ideas sobre alternativas de dispositivos y descartar otras.

#### a) Dispositivo para extracción de moldes

El dispositivo servirá para reducir los errores durante la extracción de las suelas de los diferentes tipos de molde de manera que no se dañe las suelas y mejore, mejore los tiempos de extracción, reduce el sobreesfuerzo y reduce la fatiga del operario encargado. El dispositivo será similar a una pala de mano, pero tendrá una curvatura en el borde frontal que servirá para despegar el borde de la suela del molde, para posteriormente el operario realice un jalón simple y pueda ser retirada la suela por completo. En el gráfico se muestran las dimensiones del dispositivo, así como sus vistas en 3 planos.

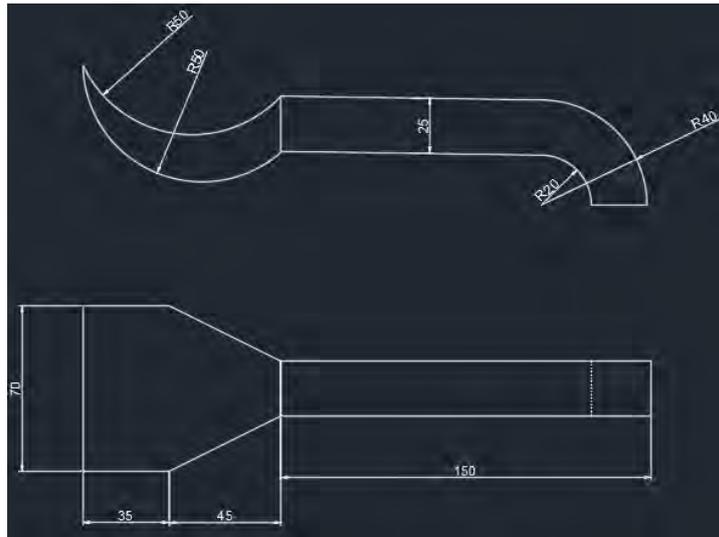


Gráfico 42: Dispositivo para la extracción de suelas  
Elaboración propia

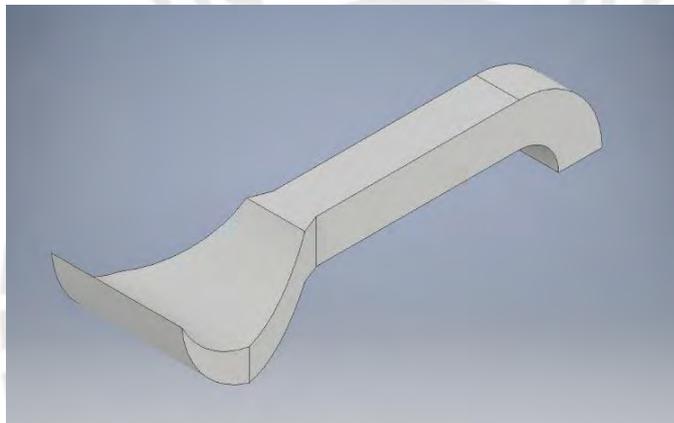


Gráfico 43: Modelo del dispositivo para la extracción de suelas  
Elaboración propia

El dispositivo propuesto será elaborado de acero ASTM A36, ya que, si bien es un material comúnmente usado en obras civiles, las propiedades mecánicas que este posee son necesarias para que durante la extracción de la suela del molde la herramienta se dañe o pierda su forma inicial. Además, el acero estará galvanizado a fin de evitar que el material se oxide. En las siguientes tablas se detalla la composición química y propiedades mecánicas del acero A36.

Tabla 28: Composición química del acero A36

Composición Química	
Carbono ( C )	0.26% máx.
Silicio ( Si )	0.40% máx.
Fósforo ( P )	0.04% máx.
Azufre ( S )	0.05% máx.

Fuente: <https://www.scribd.com/doc/89693272/Acero-ASTM-A36>

Tabla 29: Propiedades mecánicas del acero A36

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

Fuente: <https://www.scribd.com/doc/89693272/Acero-ASTM-A36>

El dispositivo fue planteado debido a que uno de los problemas comunes en la empresa era que al momento de la extracción de la suela del molde esta sufría de daños en la superficie o interior de la suela por una mala extracción por parte del operario, en suma, en las visitas realizadas a la empresa se pudo observar que los operarios realizaban la extracción de la suela con sus manos y al estar adherida al molde dificultaba la operación lo cual genera fatiga al operario, ya que realizaba un sobreesfuerzo para extraer la suela. El método de extracción era utilizando la yema de los dedos para poder despegar los bordes; según testimonios de los operarios, esto ya les había provocado dolor y hasta heridas en los dedos, otros utilizaban cinta para aminorar la molestia. El tratar de solucionar el problema usando guantes no era práctico, ya que los guantes entorpecían la extracción impactando en el tiempo de extracción, por ello se propuso el uso de un dispositivo que pueda facilitar la extracción sin que el operario tenga que esforzarse de más y que reduzca los tiempos de extracción. En el Anexo E se muestra el manual de uso del dispositivo donde se detalla las especificaciones técnicas, características de uso, procedimiento de uso, el mantenimiento y el control de uso a fin de estandarizar el procedimiento que deberá tener para la implementación del dispositivo.

b) Involucramiento de trabajadores

- Se implementarán talleres sobre las bases de la metodología de Poka Yoke, para que los operarios conozcan sobre los objetivos de su aplicación y su impacto en la empresa.
- Brindarles las metas que la empresa espera obtener con la implementación de Poka Poka tanto en la reducción de tiempo, así como reducción de costos de mermas.
- Capacitaciones sobre el uso del dispositivo propuesto.

- Asegurar el compromiso de los operarios y su adaptación al cambio.
- Recibir retroalimentación sobre la herramienta y recomendaciones sobre la aplicación y posibles cambios para mejorar la experiencia de uso de los trabajadores.

c) Control de cambios

Como parte de la implementación del dispositivo, desde el uso de la herramienta se realizarán controles periódicos para poder detectar defectos que puedan presentarse. De este modo se busca que los operarios puedan presentar soluciones, cambios en el dispositivo, forma de uso, etc. que pueda mejora a lo propuesto en un principio. Para que poder registrar las ideas y cambios propuestos se presenta un formato para darle seguimiento y tener el costo estimado.

Tabla 30: Formato de propuesta de mejora

Nombre del operario	Fecha (DD/MM/AAAA)	Problema detectado	Descripción de la propuesta de mejora	Beneficio	Costo estimado
Nombre op 1	dd/mm/aaaa	Problema 1	Descripción 1	Beneficio 1	S/. XXX.XX
Nombre op 2	dd/mm/aaaa	Problema 2	Descripción 2	Beneficio 2	S/. XXX.XX
Nombre op 3	dd/mm/aaaa	Problema 3	Descripción 3	Beneficio 3	S/. XXX.XX
Nombre op 4	dd/mm/aaaa	Problema 4	Descripción 4	Beneficio 4	S/. XXX.XX
Nombre op 5	dd/mm/aaaa	Problema 5	Descripción 5	Beneficio 5	S/. XXX.XX
Nombre op 6	dd/mm/aaaa	Problema 6	Descripción 6	Beneficio 6	S/. XXX.XX

Elaboración propia

d) Paneles de actividades para la obtención de suelas

Como parte de la estandarización de los procesos de la empresa se propone elaborar paneles que ayuden al operario a identificar las actividades claves a realizar para la obtención de la suela, esto ayuda a uniformizar los pasos a seguir, así como sirve de ayuda con la capacitación de nuevos operarios en la empresa a causa de la rotación de empleados que existe actualmente en la empresa. En el gráfico 44 se aprecia un ejemplo del panel.

Gráfico 44: Panel de actividades para la manufactura de la suela



Elaboración propia

### 3.3.4. Cronograma de Implementación de las mejoras

Para la implementación de las herramientas de 5S, Kaizen y Poka Yoke, se ha elaborado un cronograma de implementación con el objetivo de establecer orden y tiempo de realización de las tareas con el fin de que la empresa pueda tener una mejor visión de todas las actividades necesarias respecto a su duración, recursos necesarios y así poder tener un mejor control y seguimiento de ellas. En los gráficos 45 y 46 se muestra el cronograma mencionado donde se puede verificar que el tiempo estimado para la finalización de la implementación de 5S sería de 80 días laborables; el tiempo estimado para la finalización de la implementación de Kaizen sería de 42 días y el tiempo estimado para la finalización de Poka Yoke sería de 35 días. En suma, tiempo total para implementar las 3 herramientas sería de 6 meses y 12 días.

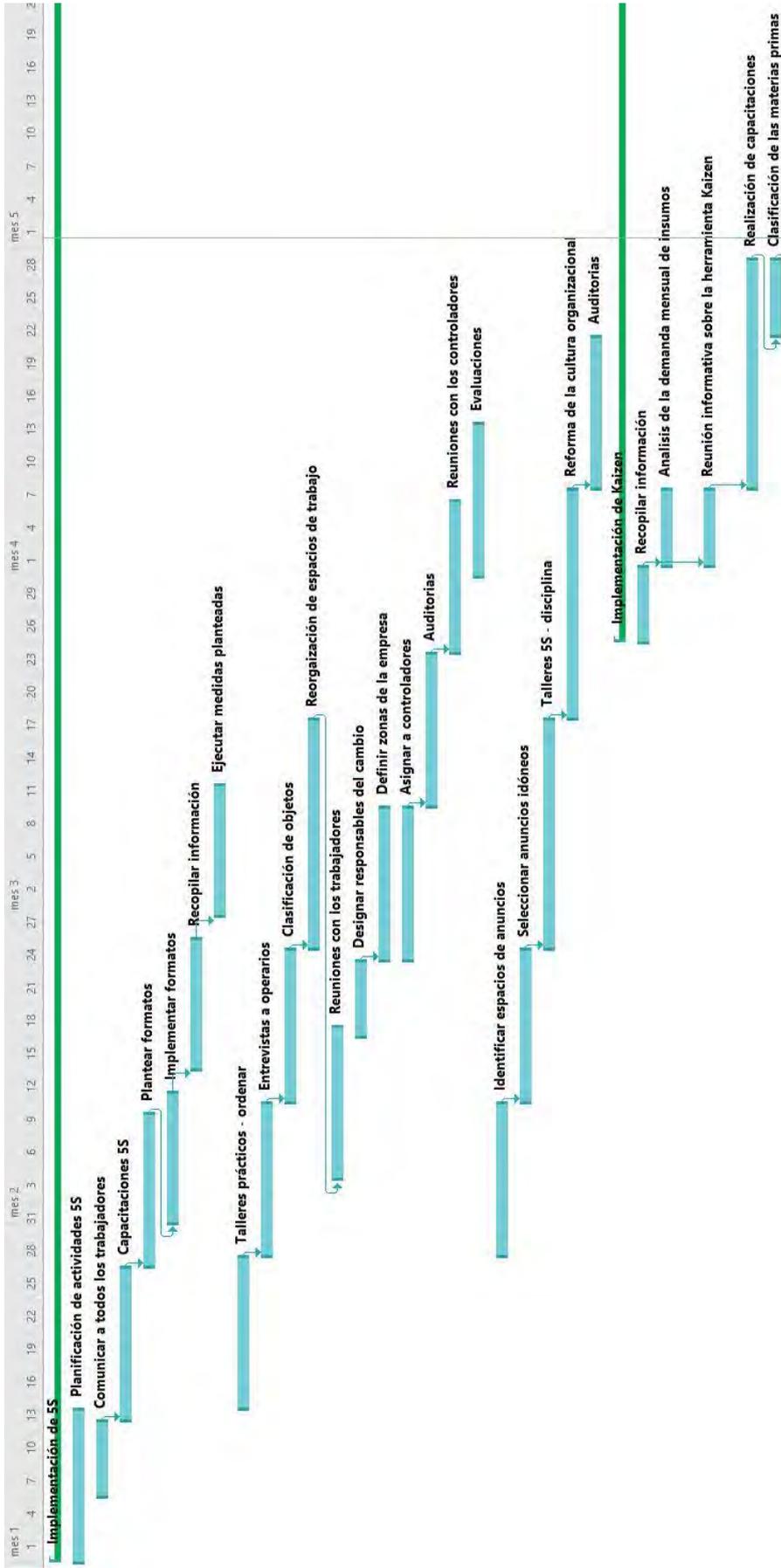


Gráfico 45: Cronograma de implementación parte 1

Elaboración Propia

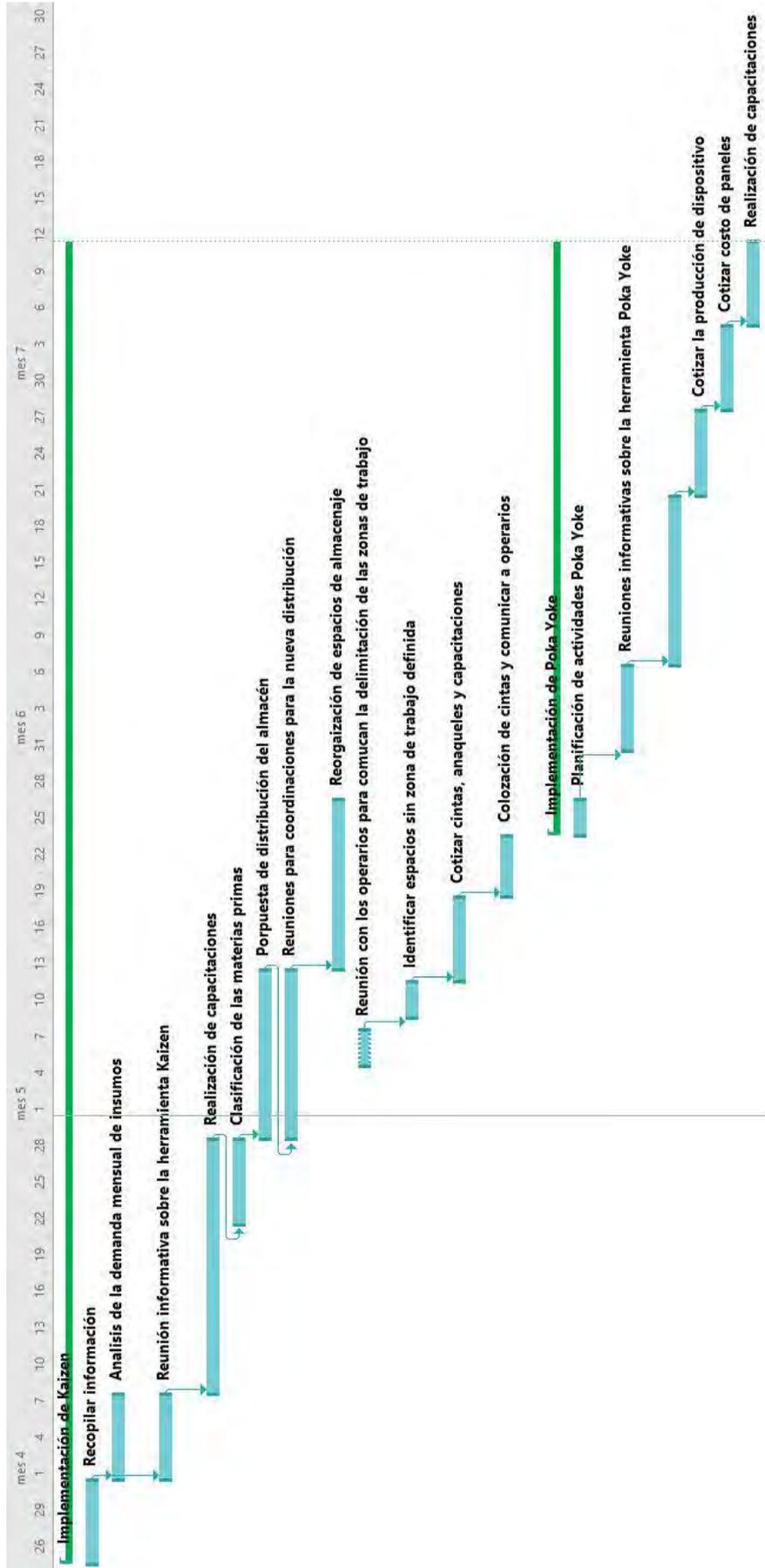


Gráfico 46: Cronograma de implementación parte 2

Elaboración Propia

#### 4. Evaluación Técnica y Económica

En el presente capítulo se realizará la evaluación económica de las propuestas de mejora aplicadas a la empresa mediante el uso de las herramientas de 5S, Kaizen y Poka Yoke. Para la evaluación se detallarán los costos que la empresa debe asumir para poder implementar cada una de las 3 herramientas de Lean Manufacturing y, de manera similar, el ahorro que la aplicación de estas generaría. Finalmente se presentará la viabilidad económica del proyecto hallando el TIR y el VAN.

##### 4.1. Evaluación técnica

Para la evaluación técnica se realiza la comparación de los indicadores operativos de la situación actual y la situación propuesta, es decir la variación que se tiene de los indicadores luego de implementar 5S, Poka Yoke y Kaizen. Para ello se ha seleccionado 3 indicadores de cada propuesta para comparar ambas situaciones. En la siguiente tabla se muestra lo descrito.

Propuesta	Indicadores	Actual	Propuesto
5S	Incidencias de seguridad al mes	5	1
	acumulada para moler al mes	140Kg	70Kg
	Porcentaje de espacio de trabajo libre	35%	50%
Kaizen	Tiempo de almacenamiento	5min	3,5min
	Tiempo de atención en el almacén	6.5min	4min
	Metros cuadrados ocupados por merma	15m <sup>2</sup>	7m <sup>2</sup>
Poka Yoke	Nivel de mermas luego de la extracción	11,70%	9%
	Nivel de suelas dañadas durante elaboración	5,70%	3,50%
	Tiempo de elaboración de suela	7,83min	7.6min

Gráfico 47: Situación actual vs. situación propuesta  
Elaboración propia

## 4.2. Evaluación económica

Una vez realizada la evaluación técnica se procede a realizar la evaluación económica de las propuestas de mejora. Para ello se detallarán la inversión necesaria que la empresa deberá asumir para poder implementar las 3 propuestas de mejora, asimismo se mostrarán los ahorros generados por la implementación y por último se detallarán la rentabilidad de la propuesta explicado en base al flujo de caja y los indicadores TIR, VAN y B/C.

### 4.2.1. Presupuestos de egresos e ingresos relevantes

Como paso previo al cálculo de los costos de cada propuesta de mejora es necesario calcular el sueldo por hora de los trabajadores de la empresa de acuerdo a el sueldo base que reciben. Lo mencionado se muestra en la tabla 31.

Tabla 31: Cálculo del sueldo por hora según puesto

Puesto	Sueldo	Sueldo x hora
Gerente	S/ 8 000,00	S/ 41,67
Jefe	S/ 4 000,00	S/ 20,83
Asistente	S/ 2 000,00	S/ 10,42
Operario	S/ 1 200,00	S/ 6,25

Elaboración propia

Se presenta los costos de la implementación de la metodología Kaizen, donde se detalló el uso de cintas separadoras para las zonas de trabajo y almacenes, compra de un almacén, y los talleres que se realizarán, que en este caso serán de 12 sesiones de 3 horas cada uno. Lo explicado se muestra en la tabla 32 con sus costos correspondientes dando un total de S/. 16,800.00.

Tabla 32: Costos para la implementación de Kaizen

Descripción de costos de Kaizen	Costos
Costo de cinta separadoras (2 unidades x 600 soles/unidad)	S/ 1 200,00
Costo de anaqueles (3 unidades x 1000 soles/unidad)	S/ 3 000,00
Costo de capacitaciones ( 350 soles/hora x 3 horas/sesión x 12 sesiones)	S/ 12 600,00
<b>COSTO TOTAL DE IMPLEMENTAR KAIZEN</b>	<b>S/ 16 800,00</b>

Elaboración propia

De manera similar, se presentan los costos de la implementación de las 5S, donde en la tabla 33 se muestra los costos de las capacitaciones, los 8 talleres de 3 horas cada uno, infografías, gavetas, auditorías, las etiquetas para el almacén y las tarjetas a implementar. En el siguiente cuadro se muestra lo mencionado junto con los costos correspondientes, así como el costo total de la implementación de las 5S, resultando un total de S/. 11,949.92.

Tabla 33: Costos para la implementación de 5S

Descripción de costos de 5S	Costos
Costo de talleres prácticos (100 soles/hora x 5 sesiones x 2 horas )	S/ 1 000,00
Costo de Infografías ( 300 soles/unidad x 2 unidades )	S/ 600,00
Costo de gavetas (50 unidades x 25 soles/unidad)	S/ 1 250,00
Costo de Auditorias ( 20,83 soles/hora x 4 auditorias x 2 horas x 3 jefes )	S/ 499,92
Costo de etiquetas	S/ 50,00
Tarjetas (30 tarjetas x 5 soles/tarjeta)	S/ 150,00
Costo de capacitaciones ( 350 soles/hora x 3 horas/sesión x 8 sesiones)	S/ 8 400,00
<b>COSTO TOTAL DE IMPLEMENTAR 5S</b>	<b>S/ 11 949,92</b>

Elaboración propia

Por último, se detallan los costos que debe incurrir la empresa para implementar Poka Yoke, que incluye el costo de 15 unidades del dispositivo planteado, el monto destinado a las potenciales mejoras, el costo del panel de procesos, y los talleres que serán de 8 sesiones de 3 horas cada uno.

Tabla 34: Costos para la implementación de Poka Yoke

Descripción de costos Poka Yoke	Costos	
Costo de producción del dispositivo (15 unidades x 350 soles/unidad)	S/	4 500,00
Costo de mejoras al dispositivo (presupuesto destinado a posibles cambios)	S/	3 000,00
Costo de panel de procesos	S/	250,00
Costo de capacitaciones ( 350 soles/hora x 3 horas/sesión x 8 sesiones)	S/	5 250,00
<b>COSTO DE IMPLEMENTAR POKA YOKE</b>	<b>S/</b>	<b>13 000,00</b>

Elaboración propia

Una vez obtenido los costos de las tres propuestas de mejora se calcula el costo total de implementación, dando por resultado S/. 41,749.92. El detalle se muestra en la tabla 35.

Tabla 35:Resumen de costos de implementación

Propuesta	Costo	
Implementación de Kaizen	S/	16 800,00
Implementación de 5S	S/	11 949,92
Implementación de Poka Yoke	S/	13 000,00
<b>Costo Total</b>	<b>S/</b>	<b>41 749,92</b>

Elaboración propia

Como consecuencia de la implementación de las mejoras propuestas se han modificado indicadores a favor de la empresa como se detalló en la propuesta técnica, entre ellos se encuentra el tiempo de elaboración de un par de suelas, esto trae consigo que se fabriquen un mayor número de suelas lo que hará que la empresa pueda atender de forma más rápida sus pedidos, así como poder satisfacer en mayor medida la demanda del mercado generando, a largo plazo, un aumento de los ingresos de la empresa. En la tabla 36 se muestra el cálculo de las cantidades adicionales que se producirán luego de implementadas las mejoras y el ahorro total calculado en base a los sueldos por hora de cada operario sin considerar la remuneración del Gerente General.

Tabla 36: Pares adicionales de suelas producidas luego de las mejoras

Indicador	Actual	Propuesto
Tiempo de elaboración de par de suela (minuto)	1,57	1,52
Cantidad de suelas fabricadas (semana)	4828	4974
Cantidad de suelas fabricadas (año)	255884	263622
Cantidades potenciales adicionales (año)	7738	
Tiempo que tomaría producirlas (minuto)	12117,708	
Tiempo que tomaría producirlas (hora)	201,9618	
Ahorro en precio por hora hombre	S/	41 654,62

Elaboración propia

#### 4.2.2. Determinación costo de capital

Como paso previo a la elaboración del flujo de caja, es necesario determinar el costo de capital (COK). Se realizó una investigación para la obtención del riesgo del país, la tasa libre de riesgo, el riesgo del mercado y la beta apalancado. Una vez obtenido la información necesaria se procedió a hallar el valor a través de la siguiente fórmula:

$$COK = Kf + \beta(Km - Kf)$$

Donde:

$Kf$ : Rendimiento o tasa libre de riesgo.

$Km$ : Rendimiento del mercado.

$\beta$ : Indicador de sensibilidad frente al mercado

$Km - Kf$ : Prima por riesgo de mercado.

En la tabla 37 se muestra los valores necesarios para el cálculo del costo de capital (COK) dando por resultado 14.407%, este valor será utilizado para poder determinar el Valor Actual Neto (VAN) en el siguiente acápite.

Tabla 37: Cálculo del Costo de Capital (COK)

<b>Riesgo País</b>	1,130%
<b>Tasa Libre de Riesgo (Rf)</b>	2,220%
<b>Riesgo de Mercado (Rm)</b>	15,870%
<b>Beta Apalancado</b>	0,81
<b>Cok</b>	14,407%

Fuente: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/histimpl.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histimpl.html)

#### 4.2.3. Flujo de caja económico

Para el flujo de caja económico del proyecto se considerará como ingresos a los ahorros obtenidos por el ahorro del recurso de tiempo disponible como se detalló anteriormente, así como el total de egresos se considera los costos totales de implementación de las mejoras que incurrirá la empresa. De esta manera se determina el Flujo de efectivo como se muestra en la tabla 38.

Tabla 38: Flujo de caja económico

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo		S/ 41 654,62				
<b>Total de ingresos</b>		S/ 41 654,62				
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de mejoras	S/ 41 749,92	S/ 20 874,96				
<b>Total de Egresos</b>	S/ 41 749,92	S/ 20 874,96				
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/ 41 749,92	S/ 20 779,66				
Tasa de descuento (COK)		14,407%				

Elaboración propia

Una vez obtenido en flujo de efectivo del proyecto de mejora se procede a determinar los indicadores financieros para poder determinar la rentabilidad del proyecto, es así que para el presente trabajo se calcula el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Impositiva de Retorno (TIR) y el apalancamiento (B/C).

Tabla 39: Indicadores financieros

<b>Ingresos actualizados</b>	S/	141 617,59
<b>Egresos actualizados</b>	S/	98 526,49
<b>VAN</b>	S/	28 896,87
<b>TIR</b>		40,77%
<b>B/C</b>		1,44

Elaboración propia

Como se detalla en la tabla 39, el VAN es de S/. 28,896.87 es mayor a cero, es decir, el proyecto viable, este resultado se complementa con el valor obtenido de la TIR de 40.77% mayor al COK de 14.41%, lo cual indica que el proyecto de implementación de las mejoras propuestas en el presente trabajo es viable lo que se complementa con la viabilidad económica. Por otro lado, el apalancamiento del proyecto es de 1.44, lo que representa que, por cada sol invertido, la empresa recuperará el 44%.

#### **4.2.4. Análisis de Sensibilidad**

Luego de obtener los resultados del TIR y VAN del flujo de caja económico se realizará un análisis de sensibilidad con el fin de poder conocer el impacto que generaría aumentar o disminuir el valor de un factor sobre los resultados que obtuvimos en el acápite anterior. Para ello se ha propuesto el análisis de tres casos que se detallarán a continuación:

## Caso 1: Variación del Costo de Implementación

Para el primer caso se incrementará y disminuirá en un 20% el costo de implementación de las mejoras para poder analizar el impacto que esto genera.

Tabla 40: Escenarios para la variación del costo de implementación

Escenario	Descripción
Pesimista	Reducción del 20% del costo de Implementación de la mejora en la empresa
Moderado	Se mantiene el costo de implementación según los cálculos realizados en el presente capítulo
Optimista	Incremento del 20% del costo de Implementación de la mejora en la empresa

Elaboración propia

En la tabla 41 se muestra que al aumentar el costo de implementación el valor asciende a S/. 50,099.90 lo que genera que el VAN disminuya a un valor de S/.6352.73 y que el nuevo TIR disminuya a 19.60% como se detalla en la tabla 42. Podemos concluir que aumentando el costo de implementación en 20% el VAN continúa siendo positivo y el TIR es mayor que el valor del COK (14.407%) por lo que el proyecto sería aún rentable. Por último, el apalancamiento del proyecto sería de 1.20, lo que representa que, por cada sol invertido, la empresa recuperará el 20%.

Tabla 41: Costo aumentado en 20%

Costo de Implementación	S/ 41,749.92
Incremento del 20% del costo de Implementación	S/ 50,099.90

Elaboración propia

Tabla 42: Resultados del aumento del costo en 20%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo		S/ 41,654.62				
<b>Total de ingresos</b>		S/ 41,654.62				
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de mejoras	S/ 50,099.90	S/ 25,049.95				
<b>Total de Egresos</b>	S/ 50,099.90	S/ 25,049.95				
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/ 50,099.90	S/ 16,604.67				
Tasa de descuento (COK)		14.407%				
<b>Ingresos actualizados</b>	S/ 141,617.59					
<b>Egresos actualizados</b>	S/ 118,231.79					
<b>VAN</b>	S/ 6,352.73					
<b>TIR</b>	19.60%					
<b>B/C</b>	1.20					

Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla 43 se observa que al disminuir en 20% del costo de implementación obtenemos el valor de S/. 33,399.94, lo que ocasiona que el VAN aumente a S/. 52,4441.02 y el TIR sea de 69.35%, como se detalla en la tabla 44. Por lo que se deduce que al disminuir el costo de implementación el proyecto se vuelve más rentable. Por último, el apalancamiento del proyecto sería de 1.80, lo que representa que, por cada sol invertido, la empresa recuperará el 80%.

Tabla 43: Costo reducido en 20%

<b>Costo de Implementación</b>	S/ 41,749.92
<b>Reducción del 20% del costo de Implementación</b>	S/ 33,399.94

Elaboración propia

Tabla 44: Resultados de la reducción del costo en 20%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo		S/ 41,654.62				
<b>Total de ingresos</b>		S/ 41,654.62				
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de mejoras	S/ 33,399.94	S/ 16,699.97				
<b>Total de Egresos</b>	S/ 33,399.94	S/ 16,699.97				
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/ 33,399.94	S/ 24,954.65				
Tasa de descuento (COK)	14.407%					
<b>Ingresos actualizados</b>	S/ 141,617.59					
<b>Egresos actualizados</b>	S/ 78,821.19					
<b>VAN</b>	S/ 51,441.02					
<b>TIR</b>	69.35%					
<b>B/C</b>	1.80					

Elaboración propia

### Caso 2: Variación de los ahorros generados por la mejora

Para el caso 2 se analizará el aumento y reducción de un 20% el ahorro generado luego de aplicar la mejora con el fin de poder determinar cómo estas variaciones impactan en el valor final de este factor.

Tabla 45: Escenarios para la variación del ahorro

Escenario	Descripción
Pesimista	Reducción del 20% en ahorros generados luego de implementar la mejora
Moderado	Se mantiene el ahorro según los cálculos realizados en el presente capítulo
Optimista	Incremento del 20% en ahorros generados luego de implementar la mejora

Elaboración propia

En la tabla 46, se muestra que el resultado del aumento mencionado es S/. 49,985.55, este aumento genera que el VAN adquiera un valor de S/. 57.220.39, así como el TIR que llega a tener un valor de 63.82%, tal como se observa en la tabla 47. Ambos valores verifican que al

incrementar el ahorro la rentabilidad del proyecto aumenta significativamente. Por último, el apalancamiento del proyecto sería de 1.72, lo que representa que, por cada sol invertido, la empresa recuperará el 72%.

Tabla 46: Ahorro aumentado en 20%

<b>Ahorros generados</b>	S/	41,654.62
<b>Incremento del 20% en Ahorros generados</b>	S/	49,985.55

Elaboración propia

Tabla 47: Resultados del incremento del ahorro en 20%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo		S/ 49,985.55				
<b>Total de ingresos</b>		S/ 49,985.55				
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de mej	S/ 41,749.92	S/ 20,874.96				
<b>Total de Egresos</b>	S/ 41,749.92	S/ 20,874.96				
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/ 41,749.92	S/ 29,110.59				
Tasa de descuento (COK)		14.407%				
<b>Ingresos actualizados</b>	S/ 169,941.10					
<b>Egresos actualizados</b>	S/ 98,526.49					
<b>VAN</b>	S/ 57,220.39					
<b>TIR</b>	63.82%					
<b>B/C</b>	1.72					

Elaboración propia

En la tabla 48 se observa el valor de S/. 33,323.70 resultado de la reducción del 20% de los ahorros generados.

Tabla 48: Ahorro reducido en 20%

<b>Ahorros generados</b>	S/	41,654.62
<b>Reducción del 20% en Ahorros generados</b>	S/	33,323.70

Elaboración propia

Tabla 49: Resultados de la reducción del ahorro en 20%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo	S/	33,323.70	S/	33,323.70	S/	33,323.70
<b>Total de ingresos</b>	S/	33,323.70	S/	33,323.70	S/	33,323.70
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de mej	S/	41,749.92	S/	20,874.96	S/	20,874.96
<b>Total de Egresos</b>	S/	41,749.92	S/	20,874.96	S/	20,874.96
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/	41,749.92	S/	12,448.74	S/	12,448.74
Tasa de descuento (COK)		14.407%				
<b>Ingresos actualizados</b>	S/	113,294.07				
<b>Egresos actualizados</b>	S/	98,526.49				
<b>VAN</b>	S/	573.36				
<b>TIR</b>		14.98%				
<b>B/C</b>		1.15				

Elaboración propia

En la tabla 49, se muestra que el VAN se reduce a S/. 573.36, lo que evidencia que la reducción de este factor tiene un impacto significativo, ya que representaría una disminución del 98.02% respecto al escenario moderado. Asimismo, notamos que el TIR disminuye en 14.98% y este valor es muy próximo al valor del COK (14.407%). Por lo que concluimos que la variación del ahorro impacta significativamente en la rentabilidad del proyecto. Por último, el apalancamiento del proyecto sería de 1.15, lo que representa que, por cada sol invertido, la empresa recuperará el 15%.

### Caso 3: Variación del Costo de Capital (COK)

Para el caso 3 se analizará el aumento y reducción de un 20% del costo de capital (COK) que fue calculado en el presente capítulo a fin de poder determinar cómo estas variaciones impactan en el valor final de este factor.

Tabla 50: Escenarios para la variación del Costo de Capital (COK)

Escenario	Descripción
Pesimista	Reducción del 20% del Costo de Capital (COK)
Moderado	Se mantiene el Costo de Capital (COK) según los cálculos realizados en el presente capítulo
Optimista	Aumento del 20% del Costo de Capital (COK)

Elaboración propia

En la tabla 51 se observa el resultado del costo de capital luego de realizar el aumento del 20% de su valor inicial. La variación de este factor no afecta al resultado de los valores del TIR, por lo que solo se observa que el VAN disminuyó a S/. 24.294.00 en la tabla 52. Es importante mencionar que el aumento del costo de capital se puede dar debido a diferentes factores, ya que este depende de riesgo del país, el riesgo de mercado y el valor de beta apalancado.

Tabla 51: Costo de capital incrementado en 20%

Costo de Capital	14.407%
Incremento del 20% del Costo de Capital	17.288%

Elaboración propia

Tabla 52: Resultados de aumentar el costo de capital en 20%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62
<b>Total de ingresos</b>	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de	S/ 41,749.92	S/ 20,874.96				
<b>Total de Egresos</b>	S/ 41,749.92	S/ 20,874.96				
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/ 41,749.92	S/ 20,779.66				
Tasa de descuento (COK)	17.288%					
<b>Ingresos actualizados</b>	S/ 132,390.72					
<b>Egresos actualizados</b>	S/ 92,163.65					
<b>VAN</b>	S/ 24,294.00					
<b>TIR</b>	40.77%					
<b>B/C</b>	1.44					

Elaboración propia

Para la reducción del costo de capital se observa en la tabla 53 que al disminuir en 20% resulta el valor de 11.525%. En la tabla 54 se tiene que el valor de VAN aumenta a S/ 34,045.62 luego del aumento del COK.

Tabla 53: Costo de capital reducido en 20%

<b>Costo de Capital</b>	14.407%
<b>Reducción del 20% del Costo de Capital</b>	11.525%

Elaboración propia

Tabla 54: Resultado de la reducción del 20% del costo de capital (COK)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Ingresos</b>						
Ingresos por ahorro de tiempo	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62
<b>Total de ingresos</b>	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62	S/ 41,654.62
<b>Egresos</b>						
Costo de implementación de	S/ 41,749.92	S/ 20,874.96				
<b>Total de Egresos</b>	S/ 41,749.92	S/ 20,874.96				
<b>Flujo de efectivo</b>	-S/ 41,749.92	S/ 20,779.66				
Tasa de descuento (COK)	11.525%					
<b>Ingresos actualizados</b>	S/ 132,390.72					
<b>Egresos actualizados</b>	S/ 92,163.65					
<b>VAN</b>	S/ 34,045.62					
<b>TIR</b>	40.77%					
<b>B/C</b>	1.44					

Elaboración propia

De los resultados obtenidos se concluye que a medida que el costo de capital aumente el proyecto pierde rentabilidad. Si bien es poco probable que se disminuya en gran medida es importante considerar la variación de este factor para la viabilidad de la mejora. En la tabla 55 se ha realizado el cálculo del valor del VAN en base a valores del 5%, 15%, 25%, 35% y 45% del COK. Se observa que para un costo de capital del 45% el valor del VAN resulta negativo (S/. -2,777.10) por lo que el proyecto no sería rentable.

Tabla 55: Variación del VAN respecto al COK

Variación del VAN según el valor de COK					
COK	5%	15%	25%	35%	45%
VAN	S/ 48,215.14	S/ 27,906.73	S/ 14,132.41	S/ 4,380.13	-S/ 2,777.10

Elaboración propia



## 5. Conclusiones y Recomendaciones

En el presente capítulo, se presentará las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, considerando todos los puntos anteriormente desarrollados.

### 5.1. Conclusiones

1. Luego de realizar el diagnóstico de la empresa se determinó que los principales problemas que tienen son las malas condiciones en que la empresa almacena los materiales no son los adecuados; la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo y almacenes de materias primas y productos terminados; deficiente flujo de materiales del almacén a la zona de trabajo y posteriormente al almacén de productos terminados; la falta de estandarización de los procesos y bajo control del mantenimiento de las máquinas y generación de mermas durante el proceso de elaboración de las suelas.
2. La implementación de las 5S como parte de la propuesta de mejora de la empresa logrará mejorar ambiente de trabajo, evitará retrasos en los traslados y búsqueda de herramientas. Además, se logrará eliminar todos los elementos que no aporten en la obtención del valor del producto liberando espacio y facilitando las actividades diarias de los trabajadores. Igualmente la aplicación de Kaizen será beneficioso, ya que permitirá reducir los tiempos de atención en el almacén, ya que se tendrá un orden establecido para cada materia prima según su nivel de rotación, por otro lado, la recuperación de los pasillos permitirá reducir los accidentes, desorden y demoras de los operarios, por último la implementación de Poka Yoke es fundamental, ya que se estandarizará los procesos, así como enfocará en la reducción de tiempos de producción a través del dispositivo propuesto que mejorará la extracción de las suelas del molde, facilitará la forma de trabajo y disminuirá la fatiga de los operarios.

3. Con la implementación de las propuestas de mejora se obtendrá una reducción en los tiempos de producción de suelas lo que hará que la empresa ahorre el uso de recursos y pueda optimizar la gestión del mismo. Asimismo, el ahorro de este recurso generará rentabilidad a la empresa, que se sustenta con los resultados obtenidos en el análisis económico donde se obtuvo un valor del TIR de 40.77% que es mayor al Costo de Capital (COK) de 14.41%, en adición se tuvo un valor positivo para el Valor Actual Neto (VAN) de S/.28896.87.

## **5.2. Recomendaciones**

1. La Gerencia debe estar comprometida con la implementación de las propuestas de mejora para la empresa, es decir debe ser principal impulsor de los cambios invirtiendo parte de su presupuesto a las capacitaciones, talleres, compra de equipos necesarios e infografías. Asimismo, es igual de importante poder transmitir el compromiso a los operarios mediante la comunicación de las metas planteadas, solicitando que brinden retroalimentación constante sobre las mejoras a realizar y compartir los logros alcanzados con los operarios. De esta manera de busca poder consolidar una cultura organizacional sólida y poder fomentar la constante participación de los operarios en las decisiones de la empresa.
2. Se recomienda la formación de equipos de cambio en la empresa a fin de que lideren los diferentes proyectos que tendrá la empresa, así como incentiven a los demás trabajadores a capacitarse en los temas que se alineen con sus actividades a fin de poder aspirar a aumento de salarios y buscar la mejora continua a nivel personal.
3. Si bien es cierto que las herramientas que se proponen en el presente trabajo ayudarán a mejorar la situación actual de la empresa, no son las únicas que podrían implementarse, por ello es recomendable que se opte por implementar otras herramientas que ayuden a la mejora continua de la empresa. Por otro lado, es necesario la implementación de mantenimientos

preventivos a las máquinas a fin de evitar que estas puedan sufrir algún desperfecto afectando a la producción o poniendo el riesgo la seguridad del operario a cargo.

4. Es importante que la empresa se centre en la seguridad de los operarios, por ello es recomendable que invierta en equipos y herramientas que hagan que sus actividades diarias demanden menor esfuerzo y asegure bienestar. De manera similar, la empresa debe implementar políticas de uso de Equipos de Protección Personal, ya que es responsabilidad de la empresa velar por la seguridad de sus trabajadores. Asimismo, es necesario enfocar en mejorar el clima laboral y brindar oportunidades de desarrollo a los operarios a fin de aumentar la satisfacción que tendrá impacto positivo en el índice de rotación de los trabajadores.



## BIBLIOGRAFÍA

AITECO CONSULTORES

2018 “Qué es un Diagrama de Flujo – Gestión de Procesos”. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

AITECO CONSULTORES

2018 “Matriz de Priorización”. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, <https://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>

ALCÁNTARA LOZANO, Guillermo

2017 Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

ALDÁS, Darwin, REYES, Jhon, COLLANTES, Santiago, VILEMA, William

2017 Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED). Tesis de licenciatura en Ingeniería Industrial en procesos de Automatización. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

BERNAL, Luis, SUVELZA, Jorge, DORNBERGER, Utz

2009 “Quality Function Deployment (QDF) para servicios”. Recuperado el 30 de agosto de 2018, [http://www.conoscope.org/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Guia\\_QFD\\_Servicios.pdf](http://www.conoscope.org/fileadmin/user_upload/Downloads/Guia_QFD_Servicios.pdf)

#### CALIDAD Y ADR

2017 “Diagrama de Pareto”. Recuperado el 16 de noviembre de 2018. <https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>

#### CEREM

2016 “Los 5 porqués de los problemas”. Recuperado el 16 de noviembre de 2018. <https://www.cerem.pe/blog/los-5-porques-de-los-problemas>

CRUZ, Leydi, MENDOZA, Claudia

2017 Implementación de las herramientas Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios en la línea de fabricación de calzados en la empresa D'Yomis. Tesis de licenciatura en Ingeniería Industrial. Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería.

#### CUATRECASAS, Lluís

2010 Lean Management: La gestión por excelencia. Séptima edición. Barcelona: Bresca Editorial.

#### EMPRENDE PYME

2016 “Diagrama de Ishikawa”. Recuperado el 16 de noviembre de 2018.  
<https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html>

HERNÁNDEZ, Juan Carlos, VIZÁN, Antonio

2013 Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fondo Social Europeo. Recuperado el 17 de septiembre de 2018, [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI\\_LeanManufacturing\\_2013.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf)

Lean manufacturing 10

2018 Herramientas Lean Manufacturing más importantes y cómo implantarlas. Recuperado el 30 de agosto de 2018, <https://leanmanufacturing10.com/herramientas-lean-manufacturing-mas-importantes-implantarlas>

Lean manufacturing 10

2018 Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo. Recuperado el 17 de agosto de 2018, <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>

MEDINA, Javier, ORTIZ, Felipe, ALBERTO, Carlos, ARANZAZÚ, Carolina

2010 Matriz de priorización para la toma de decisiones. Recuperado el 30 de agosto de 2018, [http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03\\_Matriz%20de%20priorizacion](http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03_Matriz%20de%20priorizacion)

MENDOZA TINEO, Michael

2018 Análisis y mejora de procesos de Graneles en Silos en un Operador Logístico aplicando Herramientas de Lean Manufacturing. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

RAJADELLI, Manuel y José SÁNCHEZ

2010 Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. Primera Edición. Madrid: Eficiones Diaz de Santos

RODRÍGUEZ, Jhoani

2016 Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de “Calzado Lupita” S.A. -2016. Revista de investigación de estudiantes de ingeniería. Lima, Universidad Cesar Vallejo. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.

SERVIR

2017 “Anexo 1: Guía para el desarrollo del Mapeo de Puestos en las entidades públicas”. Recuperado el 01 de octubre de 2018, de <https://storage.servir.gob.pe//lsc/Res316-2017-SERVIR-PE-Anexo-2.pdf>

SOTELO SEGUIL, Marjorie

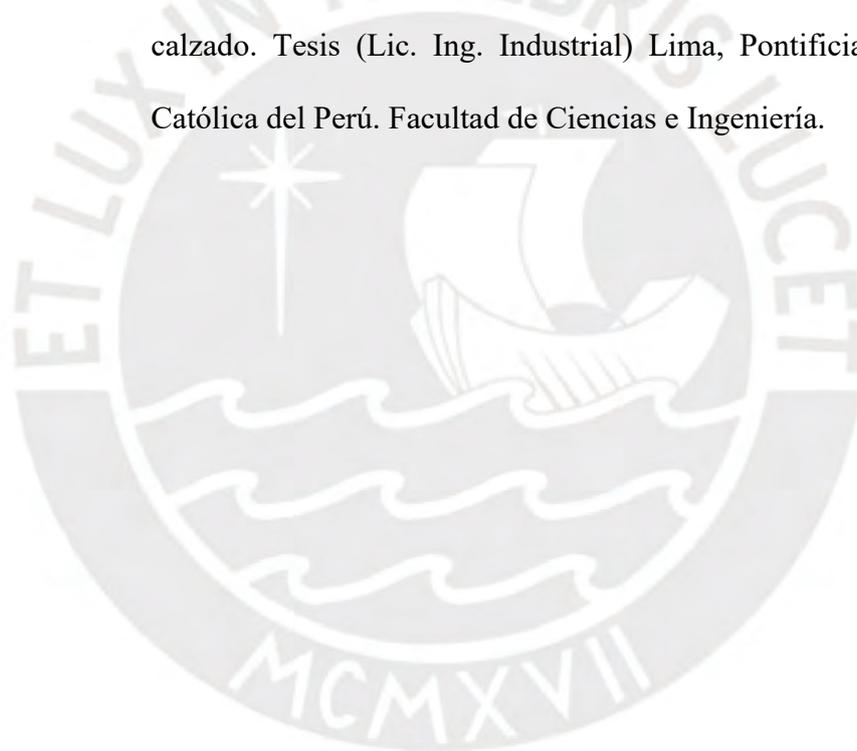
2017 Diagnóstico y mejora para el servicio de la seguridad ciudadana en el distrito de San Martín de Porres. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

TOSKANO HURTADO, Gérard Bruno

2005 “El proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores”. Tesis de licenciatura en Ciencias Matemáticas con mención en Investigación Operativa. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas.

YAURI QUISPE, Luis

2015 Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado. Tesis (Lic. Ing. Industrial) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.



## ANEXOS

### Anexo A: Diagnóstico del macro proceso crítico

#### Procedimiento para el cálculo de la importancia de los criterios de la matriz QFD

Para la determinación de la importancia de cada criterio que se utilizará en la matriz QFD. El análisis de los 8 criterios definidos tal como se muestra en la tabla A1, donde se utiliza la matriz de comparaciones pareadas para los requerimientos del cliente.

Tabla A56: Matriz de comparaciones pareadas - Matriz QFD

Requerimientos de clientes		A	B	C	D	E	F	G	H
Buena atención	A	1	1/4	1/3	1/2	1/4	3	1/3	1/3
Precios bajos	B	4	1	2	1/3	1/2	4	1/3	3
Durabilidad	C	3	1/2	1	1/3	1/4	3	1/3	1/2
Sin defectos	D	2	3	3	1	1/2	3	2	2
Acabado del producto	E	4	2	4	2	1	2	2	3
Variedad de modelos	F	1/3	1/4	1/3	1/3	1/2	1	1/2	1/4
Capacidad de atención de pedidos	G	3	3	3	1/2	1/2	2	1	2
Entrega el pedido a tiempo	H	3	1/3	2	1/2	1/3	4	1/2	1
	Suma	20,33	10,33	15,67	5,50	3,83	22,00	7,00	12,08

Fuente: Elaboración propia

Luego de asignar la importancia de cada requerimiento respecto de los otros se realiza el cálculo de la matriz normalizada para determinar el porcentaje de importancia que se le asignará a cada uno.

Tabla A57: Matriz normalizada - Matriz QFD

Requerimientos de clientes		Matriz normalizada								Suma	Porcentaje
Buena atención	A	0,049	0,024	0,021	0,091	0,065	0,136	0,048	0,028	0,462	5,8%
Precios bajos	B	0,197	0,097	0,128	0,061	0,130	0,182	0,048	0,248	1,090	13,6%
Durabilidad	C	0,148	0,048	0,064	0,061	0,065	0,136	0,048	0,041	0,611	7,6%
Sin defectos	D	0,098	0,290	0,191	0,182	0,130	0,136	0,286	0,166	1,480	18,5%
Acabado del producto	E	0,197	0,194	0,255	0,364	0,261	0,091	0,286	0,248	1,895	23,7%
Variedad de modelos	F	0,016	0,024	0,021	0,061	0,130	0,045	0,071	0,021	0,390	4,9%
Capacidad de atención de pedidos	G	0,148	0,290	0,191	0,091	0,130	0,091	0,143	0,166	1,250	15,6%
Entrega el pedido a tiempo	H	0,148	0,032	0,128	0,091	0,087	0,182	0,071	0,083	0,821	10,3%
										8	100,0%

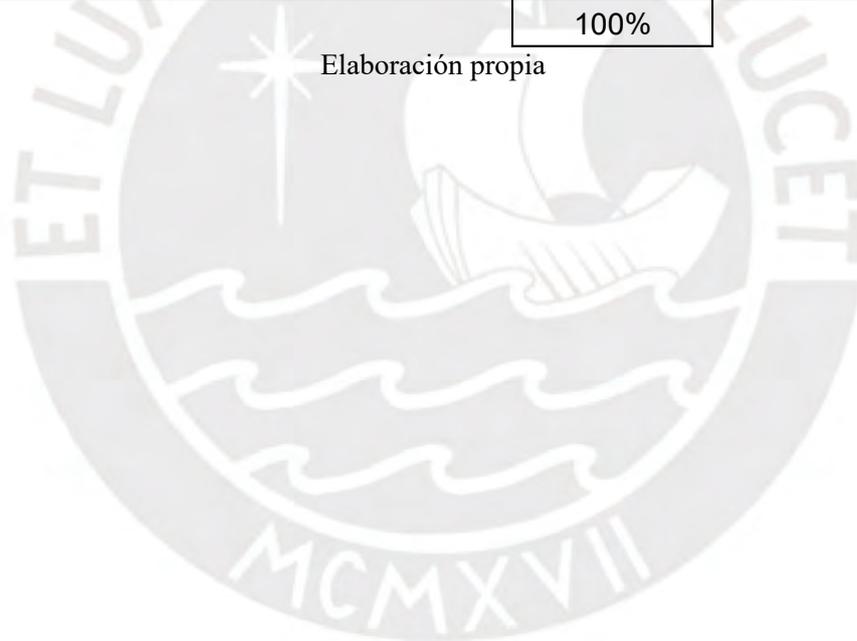
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se procede a asignar los puntajes de 6, 9 y 10 de acuerdo al porcentaje alcanzado en la tabla A2. El criterio de asignación se aprecia en la tabla A3.

Tabla A58: Tabla de asignación de importancia

Requerimientos de clientes		Porcentaje	Importancia
Buena atención	A	5,8%	6
Precios bajos	B	13,6%	9
Durabilidad	C	7,6%	6
Sin defectos	D	18,5%	10
Acabado del producto	E	23,7%	10
Variedad de modelos	F	4,9%	6
Capacidad de atención de pedidos	G	15,6%	10
Entrega el pedido a tiempo	H	10,3%	9
		100%	

Elaboración propia



## Anexo B: Procedimiento para determinar los pesos de la matriz de priorización

### Procedimiento para el cálculo de la importancia de los criterios de la matriz de priorización

Para hallar los pesos de cada criterio de la matriz priorización se utiliza la matriz de comparación pareada. En la tabla 59 se muestra los puntajes asignados a cada criterio con respecto de los otros.

Tabla B1: Matriz de comparaciones pareadas - Matriz de priorización

Criterios		A	B	C	D	E
Retrasos de procesos	A	1	3	2	1/2	1/3
Costo de inventario	B	1/3	1	1/2	1/3	1/3
Costo de producto	C	1/2	2	1	2	1/3
Calidad del producto	D	2	3	1/2	1	1/2
Nivel de ventas	E	3	3	3	2	1
		6,83	12,00	7,00	5,83	2,50

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se procede a realizar la matriz normalizada para determinar el porcentaje que se asignará a cada criterio seleccionado para ser usado en la matriz de priorización tal como se observa en la tabla 60.

Tabla B2: Matriz normalizada - Matriz de priorización

Criterios		Matriz normalizada					Suma	Porcentaje
Retrasos de procesos	A	0,146	0,250	0,286	0,086	0,133	0,901	18%
Costo de inventario	B	0,049	0,083	0,071	0,057	0,133	0,394	8%

Costo de producto	C	0,073	0,167	0,143	0,343	0,133	0,859	17%
Calidad del producto	D	0,293	0,250	0,071	0,171	0,200	0,986	20%
Nivel de ventas	E	0,439	0,250	0,429	0,343	0,400	1,860	37%
							5	100%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo C: Análisis de Fichas Indicador

En el presente anexo se presenta las fichas de cada indicador explicado en la gestión de indicadores.

### Ficha de Indicador:

- Retraso por apertura del molde antes de tiempo



ND: No Definido

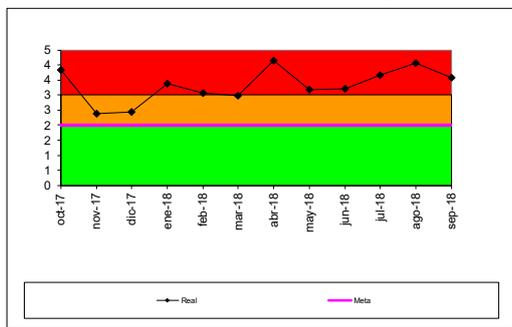
MF: Rango Mal Definido

#### Definiciones Generales

<b>Formula / Cálculo:</b>	Tiempo de retraso debido a apertura del molde antes de tiempo acumulado en un mes				
<b>Responsable:</b>	Operario 1	<b>Tipo:</b>	D	<b>Unidad:</b>	Horas
<b>Fuente / Procesamiento:</b>	Tiempo de retraso				
<b>Frecuencia de Medición:</b>	Mensual	<b>Oportunidad:</b>	Último día útil		
<b>Glosario:</b>	Apertura del molde; Molde de suela para calzado abierto				

<b>Fecha. Control</b>	sep-18
<b>Real</b>	3.6
<b>Meta</b>	2.0
<b>Verde</b>	2.0
<b>Rojo</b>	3.0
<b>-57%</b>	0%

#### Definiciones Específicas



Serie Principal				
Fecha	Real	Meta	Verde	Rojo
oct-17	3.8	2.0	2.0	3.0
nov-17	2.4	2.0	2.0	3.0
dic-17	2.4	2.0	2.0	3.0
ene-18	3.4	2.0	2.0	3.0
feb-18	3.1	2.0	2.0	3.0
mar-18	3.0	2.0	2.0	3.0
abr-18	4.2	2.0	2.0	3.0
may-18	3.2	2.0	2.0	3.0
jun-18	3.2	2.0	2.0	3.0
jul-18	3.7	2.0	2.0	3.0
ago-18	4.0	2.0	2.0	3.0
sep-18	3.6	2.0	2.0	3.0
oct-18	2.0	2.0	2.0	3.0
nov-18	2.0	2.0	2.0	3.0
dic-18	2.0	2.0	2.0	3.0
ene-19	2.0	2.0	2.0	3.0
feb-19	2.0	2.0	2.0	3.0
mar-19	2.0	2.0	2.0	3.0

Gráfico C48: Ficha de Indicador de retraso por apertura del molde antes de tiempo

Fuente: Elaboración propia

### Ficha de Indicador:

- Nivel de suelas dañadas durante la elaboración



ND: No Definido

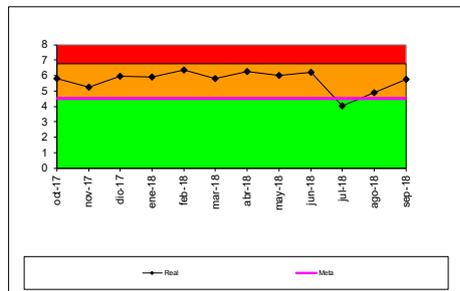
MF: Rango Mal Definido

#### Definiciones Generales

<b>Formula / Cálculo:</b>	[Cantidad de suelas dañadas al ser extraídas / Cantidad total de suelas producidas] * 100				
<b>Responsable:</b>	Operario 1	<b>Tipo:</b>	D	<b>Unidad:</b>	%
<b>Fuente / Procesamiento:</b>	Inventarios - Entradas al depósito de productos terminados - Entradas al depósito de mermas - Control del operario				
<b>Frecuencia de Medición:</b>	Mensual	<b>Oportunidad:</b>	Último día útil		
<b>Glosario:</b>	depósito; Espacio temporal de almacenamiento de productos terminados y mermas				

<b>Fecha. Control</b>	sep-18
<b>Real</b>	5.8
<b>Meta</b>	4.5
<b>Verde</b>	4.5
<b>Rojo</b>	6.8
<b>44%</b>	44%

#### Definiciones Específicas



Serie Principal				
Fecha	Real	Meta	Verde	Rojo
oct-17	5.8	4.5	4.5	6.8
nov-17	5.3	4.5	4.5	6.8
dic-17	5.9	4.5	4.5	6.8
ene-18	5.9	4.5	4.5	6.8
feb-18	6.4	4.5	4.5	6.8
mar-18	5.8	4.5	4.5	6.8
abr-18	6.3	4.5	4.5	6.8
may-18	6.0	4.5	4.5	6.8
jun-18	6.2	4.5	4.5	6.8
jul-18	4.0	4.5	4.5	6.8
ago-18	4.9	4.5	4.5	6.8
sep-18	5.8	4.5	4.5	6.8
oct-18	4.5	4.5	4.5	6.8
nov-18	4.5	4.5	4.5	6.8
dic-18	4.5	4.5	4.5	6.8
ene-19	4.5	4.5	4.5	6.8
feb-19	4.5	4.5	4.5	6.8
mar-19	4.5	4.5	4.5	6.8

Fuente: Elaboración propia

Gráfico C49: Ficha de Indicador del nivel de suelas dañadas durante la elaboración

**Ficha de Indicador:**

● **11.a Nivel de mermas mensuales luego de la extracción**



ND: No Definido

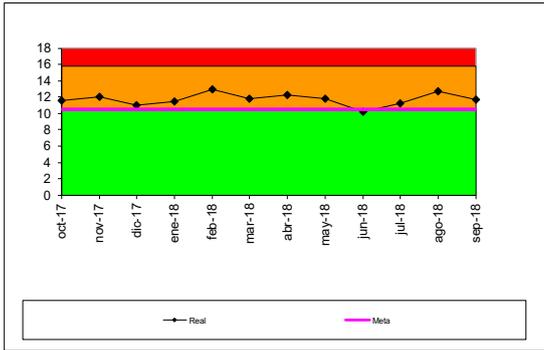
MF: Rango Mal Definido

**Definiciones Generales**

<b>Formula / Cálculo:</b>	[(Cantidad de rebabas + cantidad de residuos producidos en la manufactura de las suelas) / Cantidad total producido]				
<b>Responsable:</b>	Operario 1	<b>Tipo:</b>	D	<b>Unidad:</b>	%
<b>Fuente / Procesamiento:</b>	Inventarios - Cantidad de mermas y desperdicios <u>registrados</u> en la actividad				
<b>Frecuencia de Medición:</b>	Mensual	<b>Oportunidad:</b>	Último día útil		
<b>Glosario:</b>	<u>Registrados</u> : Jefe deja registrado las mermas y desperdicios en el día en una base de datos				

<b>Fecha. Control</b>	sep-18
<b>Real</b>	11.7
<b>Meta</b>	10.5
<b>Verde</b>	10.5
<b>Rojo</b>	15.8
<b>77%</b>	<b>77%</b>

**Definiciones Específicas**



Serie Principal				
Fecha	Real	Meta	Verde	Rojo
oct-17	11.6	10.5	10.5	15.8
nov-17	12.1	10.5	10.5	15.8
dic-17	11.0	10.5	10.5	15.8
ene-18	11.5	10.5	10.5	15.8
feb-18	12.9	10.5	10.5	15.8
mar-18	11.8	10.5	10.5	15.8
abr-18	12.2	10.5	10.5	15.8
may-18	11.8	10.5	10.5	15.8
jun-18	10.2	10.5	10.5	15.8
jul-18	11.2	10.5	10.5	15.8
ago-18	12.7	10.5	10.5	15.8
sep-18	11.7	10.5	10.5	15.8
oct-18		10.5	10.5	15.8
nov-18		10.5	10.5	15.8
dic-18		10.5	10.5	15.8
ene-19		10.5	10.5	15.8
feb-19		10.5	10.5	15.8
mar-19		10.5	10.5	15.8

Gráfico C3:Ficha de indicador del Nivel de mermas mensuales luego de la extracción

Fuente: Elaboración propia

**Ficha de Indicador:**

● **Nivel de suelas defectuosas detectadas durante el control de calidad**



ND: No Definido

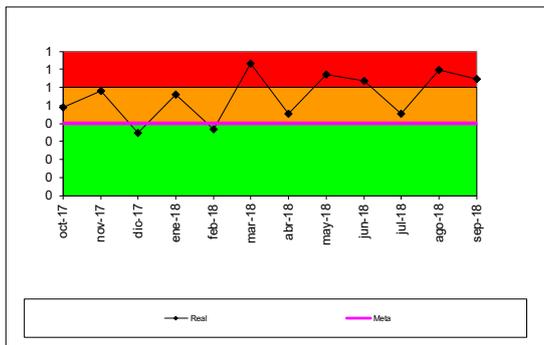
MF: Rango Mal Definido

**Definiciones Generales**

<b>Formula / Cálculo:</b>	[Cantidad de suelas defectuosas detectadas durante el control de calidad / Cantidad de suelas producidas en un mes] * 100				
<b>Responsable:</b>	Operario 1	<b>Tipo:</b>	D	<b>Unidad:</b>	%
<b>Fuente / Procesamiento:</b>	Registros - cantidad de suelas ue son detectadas como defectuosas durante el <u>control de calidad</u>				
<b>Frecuencia de Medición:</b>	Mensual	<b>Oportunidad:</b>	Último día útil		
<b>Glosario:</b>	<u>Control de calidad</u> : Verificación que la suela cumpla con las especificaciones del cliente				

<b>Fecha. Control</b>	sep-18
<b>Real</b>	0.6
<b>Meta</b>	0.4
<b>Verde</b>	0.4
<b>Rojo</b>	0.6
<b>-23%</b>	<b>0%</b>

**Definiciones Específicas**



Serie Principal				
Fecha	Real	Meta	Verde	Rojo
oct-17	0.5	0.4	0.4	0.6
nov-17	0.6	0.4	0.4	0.6
dic-17	0.4	0.4	0.4	0.6
ene-18	0.6	0.4	0.4	0.6
feb-18	0.4	0.4	0.4	0.6
mar-18	0.7	0.4	0.4	0.6
abr-18	0.5	0.4	0.4	0.6
may-18	0.7	0.4	0.4	0.6
jun-18	0.6	0.4	0.4	0.6
jul-18	0.5	0.4	0.4	0.6
ago-18	0.7	0.4	0.4	0.6
sep-18	0.6	0.4	0.4	0.6
oct-18		0.4	0.4	0.6
nov-18		0.4	0.4	0.6
dic-18		0.4	0.4	0.6
ene-19		0.4	0.4	0.6
feb-19		0.4	0.4	0.6
mar-19		0.4	0.4	0.6

Gráfico C4: Ficha de indicador del nivel de suelas defectuosas detectadas durante el control de calidad

Fuente: Elaboración propia

### Ficha de Indicador:

#### ● Nivel de transporte de productos terminados mensual



ND: No Definido

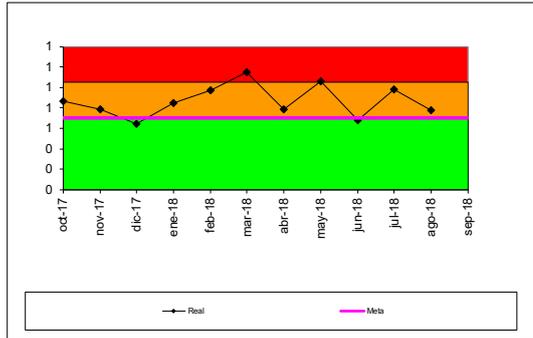
MF: Rango Mal Definido

#### Definiciones Generales

<b>Formula / Cálculo:</b>	[Tiempo de traslado hacia depósito de PT / Horas laborales al mes ] * 100				
<b>Responsable:</b>	Operario 1	<b>Tipo:</b>	D	<b>Unidad:</b>	%
<b>Fuente / Procesamiento:</b>	Mediciones - Cantidad de viajes estimados hacia depósito de PT en un periodo de tiempo -Reglamento de horario laboral				
<b>Frecuencia de Medición:</b>	Mensual	<b>Oportunidad:</b>	Último día útil		
<b>Glosario:</b>	PT: Productos terminados				

<b>Fecha. Control</b>	sep-18
<b>Real</b>	ND
<b>Meta</b>	0.7
<b>Verde</b>	0.7
<b>Rojo</b>	1.1
<b>ND</b>	No Calcula

#### Definiciones Específicas



Serie Principal				
Fecha	Real	Meta	Verde	Rojo
oct-17	0.9	0.7	0.7	1.1
nov-17	0.8	0.7	0.7	1.1
dic-17	0.6	0.7	0.7	1.1
ene-18	0.8	0.7	0.7	1.1
feb-18	1.0	0.7	0.7	1.1
mar-18	1.1	0.7	0.7	1.1
abr-18	0.8	0.7	0.7	1.1
may-18	1.1	0.7	0.7	1.1
jun-18	0.7	0.7	0.7	1.1
jul-18	1.0	0.7	0.7	1.1
ago-18	0.8	0.7	0.7	1.1
sep-18		0.7	0.7	1.1
oct-18		0.7	0.7	1.1
nov-18		0.7	0.7	1.1
dic-18		0.7	0.7	1.1
ene-19		0.7	0.7	1.1
feb-19		0.7	0.7	1.1
mar-19		0.7	0.7	1.1

Gráfico C51: Ficha de indicador del nivel de transporte de productos

Fuente: Elaboración propia

### Ficha de Indicador:

#### ● Nivel de transporte de mermas mensual



ND: No Definido

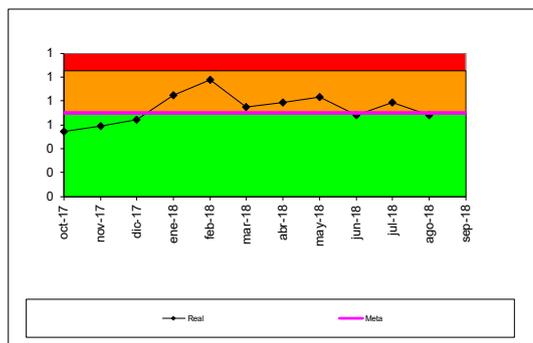
MF: Rango Mal Definido

#### Definiciones Generales

<b>Formula / Cálculo:</b>	[Tiempo de traslado hacia depósito de mermas / Horas laborales al mes ] * 100				
<b>Responsable:</b>	Operario 1	<b>Tipo:</b>	D	<b>Unidad:</b>	%
<b>Fuente / Procesamiento:</b>	Mediciones - Cantidad de viajes estimados hacia depósito de mermas en un periodo de tiempo -Reglamento de horario laboral				
<b>Frecuencia de Medición:</b>	Mensual	<b>Oportunidad:</b>	Último día útil		
<b>Glosario:</b>					

<b>Fecha. Control</b>	sep-18
<b>Real</b>	ND
<b>Meta</b>	0.7
<b>Verde</b>	0.7
<b>Rojo</b>	1.1
<b>ND</b>	No Calcula

#### Definiciones Específicas



Serie Principal				
Fecha	Real	Meta	Verde	Rojo
oct-17	0.5	0.7	0.7	1.1
nov-17	0.6	0.7	0.7	1.1
dic-17	0.6	0.7	0.7	1.1
ene-18	0.8	0.7	0.7	1.1
feb-18	1.0	0.7	0.7	1.1
mar-18	0.7	0.7	0.7	1.1
abr-18	0.8	0.7	0.7	1.1
may-18	0.8	0.7	0.7	1.1
jun-18	0.7	0.7	0.7	1.1
jul-18	0.8	0.7	0.7	1.1
ago-18	0.7	0.7	0.7	1.1
sep-18		0.7	0.7	1.1
oct-18		0.7	0.7	1.1
nov-18		0.7	0.7	1.1
dic-18		0.7	0.7	1.1
ene-19		0.7	0.7	1.1
feb-19		0.7	0.7	1.1
mar-19		0.7	0.7	1.1

Gráfico C50: Ficha de indicador del nivel de transporte de mermas mensual

Fuente: Elaboración propia

### Anexo D: Determinación de Causa Raíz

En los diagramas de Ishikawa mostrados en las gráficas 28 y 29 se analizaron 4 factores para agrupar las causas: Hombre, Máquina, Material, Método.

#### a) Matriz de Priorización para la identificación de las principales causas

Luego de determinadas las causas de los problemas mediante la utilización de los diagramas de Ishikawa, se realizará una matriz de priorización donde se asignará la probabilidad de que la causa suceda y el nivel de impacto que generará al proceso. En la tabla D1 y tabla D2 se muestra las causas del primer y segundo problema respectivamente, donde se muestra un puntaje asignado que ayudará a identificar las principales causas.

Tabla D1: Matriz de priorización - Causas del primer problema

	CAUSAS - PRIMER PROBLEMA	PROBABILIDAD (1-5)	IMPACTO (1-5)	PUNTAJE (1-25)
HOMBRE	Falta de capacitación del operario	3	4	12
	Deficiente control al operario durante la manufactura	3	4	12
	Equivocaciones del operario durante la jornada laboral	3	3	9
MATERIAL	Calidad del material utilizado	4	4	16
	Condiciones de almacenado del material	4	5	20
	Especificaciones de las condiciones de uso	3	4	12
MAQUINA	Falta de mantenimiento preventivo a los los equipos	5	5	25
	Error en las pruebas de calibración de máquinas	3	4	12
	Uso de maquinas y equipos antiguos para la manufactura	4	3	12
MÉTODO	Diferentes modelos de suelas hacen que las condiciones de manufactura varíen	3	2	6
	Deficiente control de calidad	4	4	16
	Ordenes de producción de gran tamaño para diferentes modelos de suelas	4	2	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla D2: Matriz de priorización - Causas de segundo problema

	CAUSAS - SEGUNDO PROBLEMA	PROBABILIDAD (1-5)	IMPACTO (1-5)	PUNTAJE (1-25)
HOMBRE	Rotación de personal debido a la demanda	3	3	9
	Fatiga por exceso de trabajo	3	3	9
	Falta de personal en el almacén de materias primas	3	2	6
MATERIAL	Cantidades de material utilizado inexactos	4	4	16
	Materiales utilizados no están estandarizados	3	2	6
	Calidad de material para la manufactura	3	3	9
MAQUINA	Falta de mantenimiento preventivo a las los equipos	5	5	25
	Uso de equipos y máquinas viejas	4	3	12
	Error de calibración	3	3	9
MÉTODO	Deficiente flujo de materiales	4	5	20
	Falta de estandarización de actividades	3	4	12
	Velocidad de operación de las máquinas	2	2	4

Fuente: Elaboración propia



## Anexo E: Manual de uso del dispositivo

En el presente anexo se muestra el manual de uso del dispositivo que deberá ser leído por todos los operarios que vayan a implementar su uso en sus actividades.

Tabla E1: Manual de uso del dispositivo propuesto

DESCRIPCIÓN	Es un dispositivo manual que permite la extracción de las suelas del molde de la máquina de manera sencilla evitando dañar el producto y el molde.	
MATERIAL	El material del dispositivo es acero ASTM A36 galvanizado	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material: Acero galvanizado ASTM A36</li> <li>- Peso: 0,7 Kg Aprox</li> <li>- Dimensiones: Largo 23cm Ancho 2,5cm / 7cm</li> </ul>		
<b>CARACTERÍSTICAS DE USO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El dispositivo debe tener un espacio designado para su ubicación.</li> <li>- Se debe verificar que el equipo este en óptimas condiciones de trabajo, es decir que no presente un defecto que ponga el riesgo el producto y al operario.</li> <li>- Respetar la localización del dispositivo antes y después de su uso.</li> <li>- Manipular el dispositivo utilizando los EPP's adecuados (guantes, botas de acero, etc.).</li> <li>- Utilizar el dispositivo según lo descrito en el procedimiento a fin de evitar daños a equipos y el usuario.</li> </ul>		
<b>PROCEDIMIENTO DE USO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presionar el botón de la máquina para abrir el molde.</li> <li>- Coger el dispositivo por el mango y llevarlo hacia la zona del molde.</li> <li>- Revisar visualmente que la suela se haya inyectado de manera correcta.</li> <li>- Posicionar la parte curva del dispositivo en el límite de la suela con el molde.</li> <li>- Introducir el dispositivo en el molde de manera que se forme un ángulo de 45° el mango y el molde. Jalar el mango del dispositivo simulando una palanca hasta que el borde de la suela quede fuera del molde.</li> <li>- Realizar el mismo procedimiento en otros puntos del borde de la suela lo suficiente para poder terminar la extracción del centro de la suela con ayuda de la mano del operario.</li> <li>- Una vez terminado el uso, colocar el dispositivo en su ubicación inicial.</li> </ul>		
<b>MANTENIMIENTO</b>		
Se realizará un mantenimiento preventivo y correctivo, de los dispositivos de manera semestral, que hayan sido dañados durante el proceso de producción a fin de evitar que este pueda dañar a los equipos y al usuario.		
<b>CONTROL DE USO</b>		
Para un correcto uso del dispositivo es necesario considerar el procedimiento mencionado anteriormente, así como evitar realizar movimientos forzados que pongan el riesgo el bienestar del usuario y se eviten accidentes de todo tipo. Además el equipo debe ser manipulado con EPP's y con la máquina previamente parada. Es importante que el usuario avise a la jefatura en caso considere que el dispositivo puede generar un problema para que tomen las medidas correspondientes.		

Fuente: Elaboración propia