

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **INCREMENTO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE INDUPROM S.A.C A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA**

Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería  
Industrial

**Alejandro Vizcarra Lizarzaburu**

**Código 20161562**

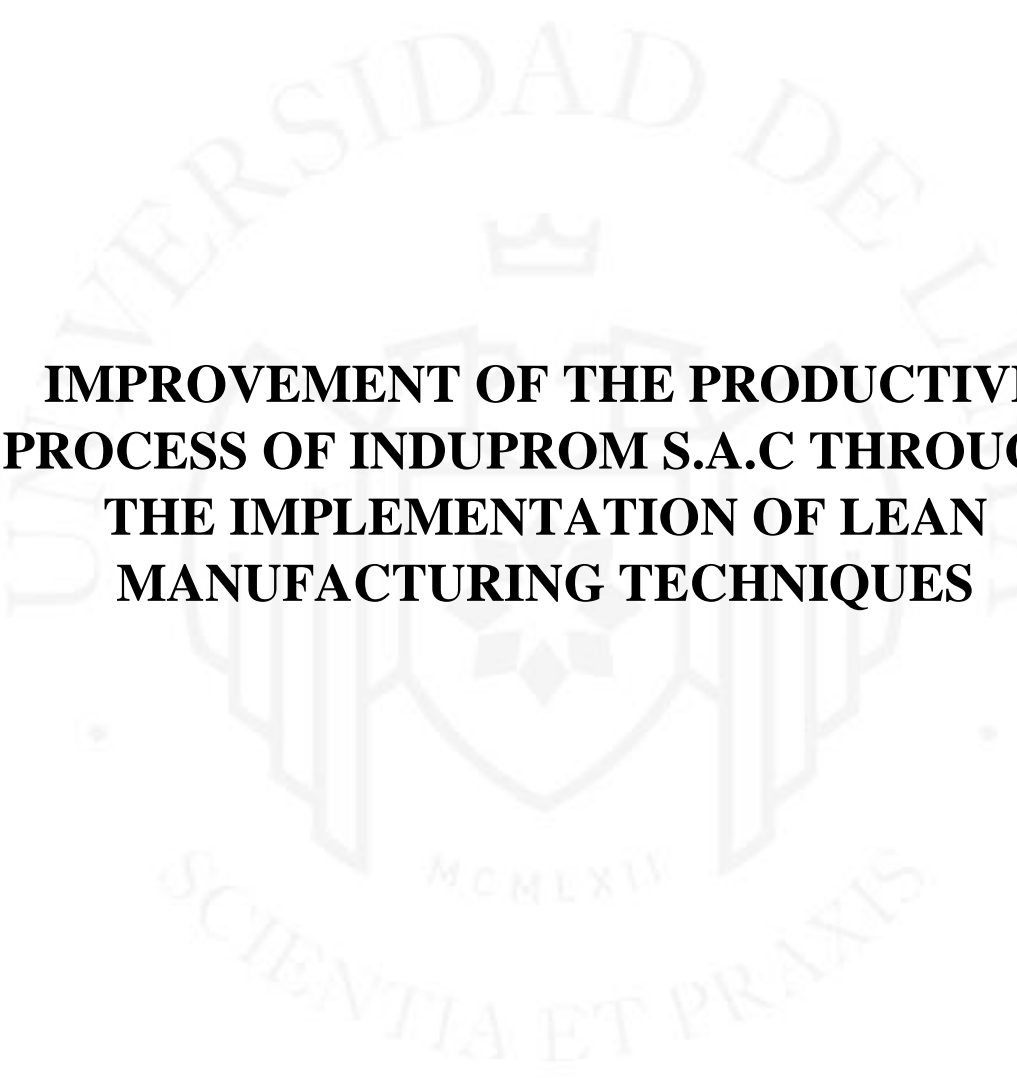
**Asesor**

Luis Bedoya Jimenez

Lima – Perú

Febrero de 2021





**IMPROVEMENT OF THE PRODUCTIVE  
PROCESS OF INDUPROM S.A.C THROUGH  
THE IMPLEMENTATION OF LEAN  
MANUFACTURING TECHNIQUES**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>CAPÍTULO I: ANTECEDENTES</b> .....	1
1.1. Primer subtítulo.....	1
1.2. Hipótesis .....	1
1.3. Objetivo General y Específicos .....	1
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	3
2.1. Manufactura esbelta y la mejora de los procesos productivos.....	3
2.1. Técnicas de la manufactura esbelta .....	6
2.2.1. Value Stream Map .....	6
2.1.2. SMED .....	7
2.1.3. Poka Yoke.....	7
2.1.4. Kanban .....	7
2.2.5. Diagrama 5’S .....	8
2.2.6. Kaizen .....	8
2.2.7. TPM .....	9
2.3. Investigaciones relacionadas.....	9
2.4. Estado del arte del proceso de producción del vaso de plástico .....	10
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....	13
3.1 Metodología de investigación aplicar .....	13
3.2 Herramientas o instrumentos a utilizar .....	13
3.3 Definición de variables .....	15
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS</b> .....	16
4.1 Descripción de situación actual del proceso productivo e indicadores de desempeño	16
4.2. Presentación del VSM de diagnóstico .....	26
4.3 Análisis causa efecto de causas raíz .....	27
4.4. Propuesta de solución, descripción técnica y económica .....	32
4.4.1. Metodología 5’S .....	32
4.4.2 Mantenimiento productivo total (TPM).....	37
4.5 Contribución técnica y económica.....	42

4.6 Resultados y validación .....	43
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b> .....	45
<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
<b>REFERENCIAS</b> .....	48
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	49
<b>ANEXOS</b> .....	50



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Frecuencia de Problemática.....	14
Tabla 4.1. Muestra de Tiempos .....	16
Tabla 4.2. Rango de la frecuencia.....	29
Tabla 4.4. Tabla de Criticidad .....	30
Tabla 4.5. Contribución Económica Estimada .....	42



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. El Desperdicio de una Oportunidad de Mejora .....	4
Figura 2.2. Flujo de Material y de Información.....	8
Figura 3.1. Diagrama de Pareto .....	14
Figura 4.1. Gráfica de Control de Medias .....	23
Figura 4.2. Gráfica de Rangos .....	23
Figura 4.3. D.O.P. para la producción de 1000 vasos.....	25
Figura 4.4. VSM del Proceso.....	26
Figura 4.5. Diagrama de Ishikawa .....	28
Figura 4.6. Almacén Induprom S.A.C .....	33
Figura 4.7. Vasos Induprom S.A.C.....	34
Figura 4.8. Rebarbeado de Vasos .....	35
Figura 4.9. Pigmentadora.....	36
Figura 4.10. Ejemplo Hoja de Inspección Diaria.....	40
Figura 4.11. Ejemplo Hoja de Inspección Periódica .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS





## RESUMEN

El presente trabajo de investigación ha sido realizado a fin de mejorar el proceso productivo de la empresa INDUPROM S.A.C, una empresa que se dedica a la producción y comercialización de productos de plástico, madera y metal; usando las herramientas de la manufactura esbelta.

Tras observar cada actividad incurrida en el proceso productivo de un producto de la empresa, denominado kero largo, y definirse las actividades que generan valor y desperdicio dentro de dicho proceso, se decidió poner el foco sobre el subproceso de inyección.

El trabajo consta de 5 capítulos, en los siguientes capítulos se define la problemática identificada, se plantean la hipótesis y los objetivos, se profundiza acerca del marco teórico del trabajo y la metodología a emplear, definiéndose tanto las herramientas como las variables, posteriormente se ahonda en el diagnóstico y las potenciales consecuencias a obtener, finalmente se discuten los resultados obtenidos.

Con este trabajo se pretende solidificar los conocimientos acerca de las herramientas y la filosofía del Lean Manufacturing; para ser capaces de desarrollar y mejorar la cadena de valor de una empresa manufactura mediante la reducción de los ocho grandes desperdicios dentro de una empresa.

La empresa INDUPROM S.A.C. se encuentra ubicada en la calle Los Plateros 188 en la urbanización El Artesano, Ate. Esta empresa se dedica a la elaboración de productos para eventos como vasos, hieleras, copas, entre otros, destinados a diversas marcas y/o a exhibidores en punto de venta; el catálogo de productos de la empresa consta de bienes hechos a base de diferentes materiales como madera metal y plástico, asimismo, INDUPROM S.A.C. se dedica a dar el servicio de serigrafía.

**Palabras clave:** Mejora de proceso productivo, filosofía de lean manufacturing, ocho grandes desperdicios y plástico.

## ABSTRACT

The following work has been carried out in order to improve the production process of INDUPROM S.A.C, a company that is dedicated to the production and commercialization of plastic, wood and metal products; using the tools of lean manufacturing.

After observing each activity incurred in the production process of a company product, called long kero, and defining the activities that generate value and waste within said process, it was decided to focus on the injection sub-process.

The work consists of five chapters, in this chapters you will find, the hypothesis and the objectives are raised, the theoretical framework of the work and the methodology to be used are deepened, defining both the tools and the variables, then the diagnosis and potential consequences are delved into. to be obtained, finally the results obtained are discussed.

This work is intended to solidify the knowledge about the tools and philosophy of Lean Manufacturing; to be able to develop and improve the value chain of a manufacturing company by reducing the eight big wastes within a company.

The company INDUPROM S.A.C. It is located on Calle Los Plateros 188 in the urbanization El Artesano, Ate. This company is dedicated to the production of products for events such as glasses, coolers, glasses, among others, for various brands and / or displays at the point of sale; The company's product catalog consists of goods made from different materials such as wood, metal and plastic, as well as INDUPROM S.A.C. is dedicated to providing the serigraphy service.

**Key words:** Improvement of the production process, lean manufacturing philosophy, eight big waster and plastic.

# CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

## 1.1. Planteamiento del problema

El problema identificado en el proceso de producción del vaso de plástico “Kero Largo” son los tiempos extras en la etapa de inyección. Dentro de esta etapa se ha podido apreciar que cuando un vaso está siendo inyectado, hay un tiempo aproximado de 20 segundos en el cual el trabajador no está haciendo labor alguna, también a la hora de que la máquina bote el producto, está da un golpe de más, generando tiempo extra. Esto genera sobre costos debido a que la cantidad que está proyectada que la máquina produzca:

Cantidad de vasos que debería producir por minuto: 3.6 vasos/minuto aprox.

Cantidad de vasos por minuto que produce: 3 vasos/minuto

Estos sobre tiempos en la etapa de inyección se puede dar debido a varias opciones, ya sea el estado de la máquina, matriz o el mismo operario. El lote promedio de producción es de 1000 vasos, teniendo una demora de 55.22 minutos por estos tiempos extras.

## 1.2. Hipótesis

Mediante la aplicación de técnicas de manufactura esbelta la productividad de la empresa Induprom S.A.C en el proceso productivo del vaso de plástico “Kero Largo” se incrementará.

## 1.3. Objetivo General y Específicos

Objetivo General: Aumentar la productividad de la máquina de 3 vasos a 3.6 vasos por minuto en la etapa de inyección de los vasos “kero Largo”.

Objetivo Específicos:

- Plantear la problemática en el proceso productivo de Induprom S.A.C
- Definir las técnicas de manufactura esbelta y su influencia en la mejora de la productividad.

- Definir las técnicas e instrumentos idóneos y aplicables
- Implementar las técnicas propuestas y analizar los resultados

Evaluar económicamente los resultados obtenidos.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Manufactura esbelta y la mejora de los procesos productivos

La manufactura esbelta o *lean manufacturing* es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación de los desperdicios, entendiendo como desperdicio o despilfarro a todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. (Rajadell y Sánchez, 2010)

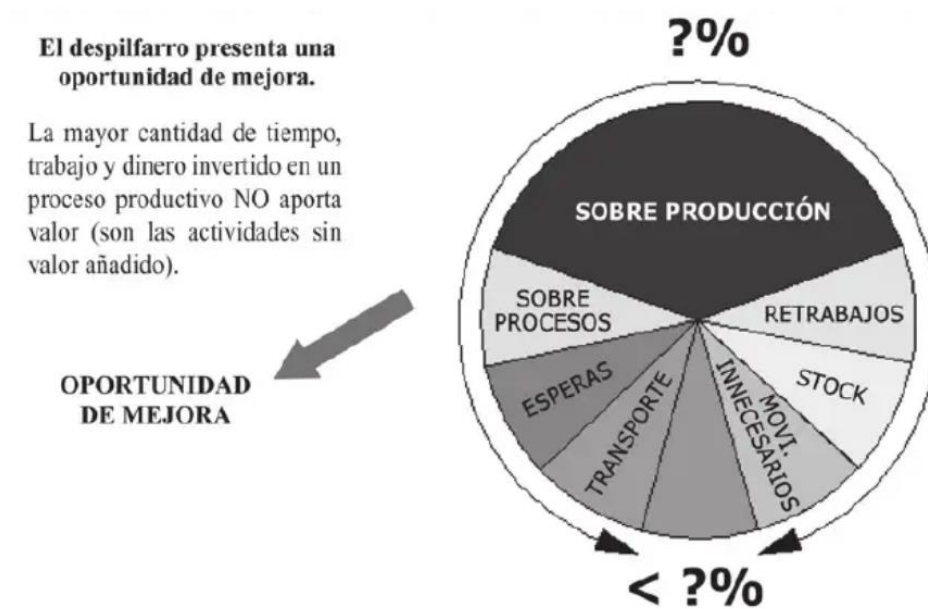
El lean manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son:

- La filosofía de la mejora continua
- El control total de la calidad
- La eliminación del despilfarro
- El aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor
- La participación de los operarios.

(Rajadell y Sánchez, 2010)

“Debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados y conscientes del importante papel que juegan, porque son quienes valoran producto. Obligando a las empresas a ser más flexibles, adecuar los productos y servicios a la nueva realidad, apoyados en los tres aspectos fundamentales de la competitividad: calidad, rapidez de respuesta y coste.” (Rajadell y Sánchez, 2010). A nivel general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, es decir que el 99% de las operaciones restantes no aportan valor, son por lo tanto desperdicios. Es evidente que el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo representa una enorme oportunidad de mejora que tradicionalmente no se tomaba en cuenta.

**Figura 2.1. El desperdicio como oportunidad de mejora**



Fuente: Rajadell y Sánchez, 2010

A lo largo de la cadena productiva de un producto se pueden identificar siete tipos de desperdicios:

- **Inventario**

“El despilfarro por stock es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material antes y después del proceso indica que hay stock innecesario y que el flujo de producción no es continuo. En este caso, se deberían monitorizar las actividades intermedias para identificar y resolver el problema” (Rajadell y Sánchez, 2010). Para reducir los costos y eliminar, o minimizar, necesidades de un posible almacenamiento es recomendable aplicar el método *just in time* .

- **Movimiento innecesario**

“El desperdicio por transporte es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario, quizás por culpa de un *layout* mal diseñado. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.” (Rajadell y Sánchez, 2010)

- **Tiempo muerto o tiempo vacío**

“El desperdicio por tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Un cliente nunca estará dispuesto a pagar el tiempo perdido durante la fabricación de su producto, así que es preciso estudiar cómo utilizar estos tiempos o bien cómo eliminarlos.” (Rajadell y Sánchez, 2010)

- **Sobreproducción**

“El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria” (Rajadell y Sánchez, 2010). La sobreproducción implica perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, que representa un consumo inútil de materia, aumento del transporte interno y del nivel de stock.

- **Sobreprocesamiento**

El desperdicio por sobre proceso es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el valorado por el cliente, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles, como verificaciones adicionales, aplicaciones innecesarias de pintura, procesos administrativos burocráticos innecesariamente complejos, etc. (Rajadell y Sánchez, 2010). “Cualquier tarea que pueda eliminarse sin afectar la producción de un artículo es un desperdicio” (Chandavoine, 2018), siendo el objetivo de un proceso productivo obtener el producto acabado sin aplicar más tiempo y esfuerzo que el requerido.

- **Defectos**

Es el desperdicio derivado de los errores y uno de los más aceptados en la industria, es la consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez. “Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones adicionales. También debería haber un control de calidad en tiempo real de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden” (Rajadell y Sánchez, 2010).

- **Transporte innecesario**

Se refiere al transporte innecesario de productos de un lugar a otro. Para mitigar el tiempo y capital perdido en el transporte, la distancia entre puntos de descarga, carga y línea de producción debe minimizarse (Chandavoine, 2018).

Existe además un octavo desperdicio, el desaprovechamiento de la creatividad de personal, que ocasiona que se pierdan ideas y oportunidades de mejora, razón por la cual es importante mantener al personal motivado, buscando su participación en los procesos de mejoramiento.

## **2.1. Técnicas de la manufactura esbelta**

### **2.2.1 Value Stream Map**

#### **Primera etapa:**

Para aplicar la herramienta VSM, lo que se hace primero es identificar las familias de productos para luego mapear el proceso productivo. Se necesitará el detalle de este para poder identificar todos los desperdicios; es decir, debilidades y así mejorarlas aplicando un plan de trabajo.

#### **Segunda etapa:**

Se realizará la caracterización de los procesos en un diagrama llamado SIPOC, flujos del proceso productivo para mapear la cadena de valor, se recaudan datos como por ejemplo tiempos de producción y del proceso que agregan y que no agregan valor.

Se calcula además el takt time, que significa el tiempo del ritmo de producción que permite cumplir con una demanda específica.

#### **Tercera etapa:**

Se realiza el diagrama del estado futuro para así superar todas las debilidades mapeadas en etapas anteriores.



(Chandavoine,2018)

### **2.1.2. SMED**

Sus siglas en inglés Single-Minute Exchange of Dies, el objetivo de esta herramienta es reducir los tiempos de preparación de las máquinas, la cual se complementa con la estandarización de los procesos. Para aplicar esta metodología se usarán menos recursos y como resultado permitirá aumentar la productividad, menos desperdicios y mayor flexibilidad. (Chandavoine,2018)

### **2.1.3. Poka Yoke**

Esta técnica está ideada para prevenir errores humanos, o por lo menos para evitar que los errores humanos terminen convertidos en defectos y/o afectando al proceso o al producto, su nombre se traduce como evitar errores no intencionados. (Chandavoine,2018)

### **2.1.4. Kanban**

Kanban en japonés significa, señal o cartel de tienda, pero en el contexto del sistema de productivo significa un pequeño signo enfrente del operario (una tarjeta, una caja vacía, unfax, etc.), que le marca la necesidad de producir, este sistema fue implementado y desarrollado en Toyota cuyas bases son la garantía de alta calidad y la producción de las partes precisas en las cantidades necesarias en tiempos cortos y fiables en cada proceso. (Rajadell y Sánchez, 2010).

Para lograr implementar esta técnica se debe aplicar el sistema de tirar de la producción, conocido como el sistema o flujo pull, que pretende que el material se sustituya en el proceso al mismo ritmo que se consume.

Los objetivos de la implantación de un sistema *pull* mediante el uso de señales llamadas *kanban* son los siguientes:

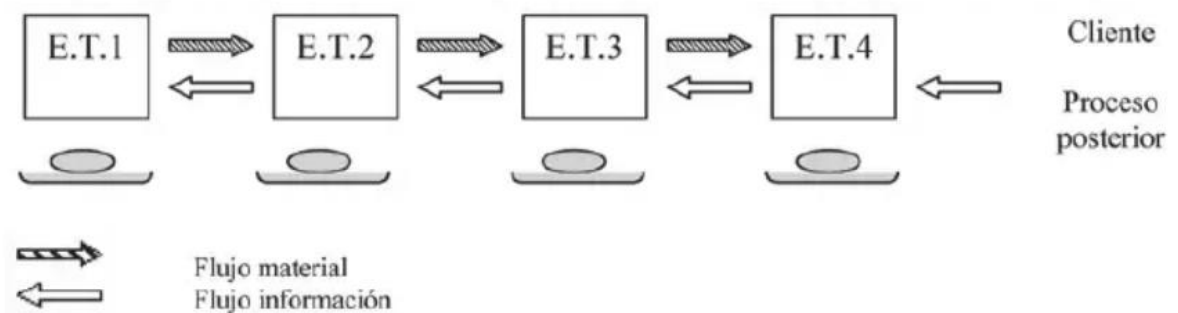
- Regular y reducir el nivel de los stocks, consiguiendo que cada operario solo produzca las unidades retiradas por el proceso posterior.
- Simplificar las tareas administrativas de la organización de la producción y el lanzamiento de las órdenes de aprovisionamiento a los proveedores.

- Implantar un sistema de control visual que ayude a la localización de problemas de la producción.
- Facilitar el flujo continuo de la producción.

(Rajadell y Sánchez, 2010).

La figura siguiente ilustra el funcionamiento de las señales *Kanban* mediante en una línea de producción con cuatro estaciones de trabajo.

**Figura 2.2. Flujo material y de información en una línea de producción usando *Kanban***



Fuente: Rajadell y Sánchez, 2010

### 2.2.5. Diagrama 5'S

Consiste en implementar 5 pasos o lineamientos en las organizaciones y se les conoce como: Seiri (eliminar), Seiton (ordenar), Seiso (limpieza e inspección), Seiketsu (estandarizar), Shitsuke (Disciplina). consiste en implementar 5 pasos o lineamientos en las organizaciones y se les conoce como: Seiri (eliminar), Seiton (ordenar), Seiso (limpieza e inspección), Seiketsu (estandarizar), Shitsuke (Disciplina). Es una técnica que es muy simple y su implementación es de bajo costo.

### 2.2.6. Kaizen

Kaizen es realizar el mejoramiento de los procesos antes de esperar que se obtengan resultados mejorados, todo problema de la calidad deben atacarse de raíz y esto se logra mediante un mejoramiento continuo a través de pequeñas y grandes acciones, se debe trabajar de forma diaria. (Chandavoine,2018)

### **2.2.7. TPM**

El Mantenimiento Productivo Total tiene como objetivo eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. (Chandavoine,2018)

### **2.3. Investigaciones relacionadas**

**Investigación 1:** Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas

Objetivo de la investigación: Se buscará resolver el siguiente problema: ¿cuáles serán los principales beneficios de la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de la empresa Jah's Company en los próximos 2 años. Como respuesta a este problema se propone la hipótesis que sostiene que, los principales beneficios de la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de la empresa Jah's Company S.A.C en los próximos 2 años serán: en primer lugar, el incremento de la productividad, debido a que aumentará la cantidad de calzados producidos sin defectos mediante el uso eficiente de los recursos disponibles; y en segundo lugar, la disminución de los retrasos de la producción, ya que se disminuirá los movimientos innecesarios y el cuello de botella.

**Investigación 2:** Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura

Objetivo de la investigación: El principal objetivo del proyecto es; una vez definidos los parámetros actuales en la producción de la planta de fabricación, definir, desarrollar e implantar mejoras productivas con el fin de aumentar la productividad, flexibilizar, disminuir los despilfarros, disminuir los stocks, disminuir los espacios, eliminar los stocks de seguridad e intermedios. En definitiva, poner en práctica mejoras de la productividad para conseguir que esta sea lo más eficiente posible.

### **Investigación 3:** Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera

Objetivo de la investigación:

- Objetivo General: Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.
- Objetivos Específicos
  1. Presentar los conocimientos y herramientas del Lean que permita convertir en verdaderos agentes del cambio dentro de sus organizaciones.
  2. Presentar los aspectos que debe contemplar el Lean Manufacturing, para mejorar de la productividad en la empresa manufacturera.
  3. Aplicar la metodología kanban, para reducir costos y aumentar la productividad del proceso.

#### **2.4. Estado del arte del proceso de producción del vaso de plástico**

En este punto se hará una compilación y análisis de los resultados más relevantes obtenidos en investigaciones previas relacionados al tema de investigación.

Para mantenerse competitivas, las compañías se enfocan cada vez más en que los procesos productivos permitan alcanzar tiempos cortos de entrega, reducir inventarios y entregar justo a tiempo, mejoras que se logran aplicando las soluciones inteligentes que brinda la manufactura esbelta (Olaya y Romero, 2015). Debido a ello, existe abundante información sobre su base teórica, metodología y recomendaciones de implementación; sin embargo, la información sobre la aplicación de estas herramientas aplicadas específicamente en plantas fabricantes de vasos de plástico es limitada y/o restringida. A continuación, se citarán las investigaciones y artículos que se relacionan con la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en procesos productivo similares al de los vasos Kero largo de Induprom y a su impacto en la problemática encontrada:

- Desarrollo de la Manufactura Esbelta en los procesos de la empresa Martinplast S.A.S, una tesis para optar por el grado de ingeniero industrial

- Optimización de procesos utilizando Lean Manufacturing para reducir el tiempo de inactividad: estudio de caso de una pyme manufacturera en Perú
- Manufactura esbelta y el sistema cambio rápido de moldes de EAS Mold.

En general, en todos los trabajos se resalta la utilización eficaz de los conceptos de manufactura esbelta para facilitar la identificación, el análisis, la evaluación y el tratamiento las pérdidas que se pueden presentar dentro de una empresa, este diagnóstico del proceso productivo que se hace de manera simple en la primera fase de implementación de las herramientas de *lean* es muy valorado. Por ejemplo, en el caso de Martinplast S.A.S se encontró deficiencias en la distribución de tareas y maquinaria, logrando que después de una simple redistribución, la compañía ahorrarse la mitad de las horas hombre-máquina, pasó que se redujo el trabajo de dos máquinas inyectoras a una. (Olaya y Romero, 2015).

Otra investigación, evidenciando que gran parte del sector de las pequeñas empresas industriales del Perú tienen problemas para satisfacer la demanda total del mercado, principalmente debido a que no capitalizan su capacidad de producción, propuso un método para resolver problemas relacionados con el tiempo de inactividad, que consistió en aplicar 5S para reducir el tiempo muerto derivado del desorden y la impureza, mientras que simultáneamente se aplicaba el mapeo de flujo de valor (VSM) a fin de encontrar el método más eficiente para llevar a cabo procesos. La conclusión de dicho trabajo de investigación fue que la forma de implementar estas herramientas en el sector permitió que estas operen con hasta un 73% de eficiencia. (Henríquez, Luque, Macassi, Alvarez, y Raymundo, 2019). Cabe resaltar que una de las empresas implicadas era una PYME productora de vasos.

En el tercer trabajo se hace evidente la asociación entre los sistemas de automatización con la aplicación exitosa de la manufactura esbelta. En el mundo de la tecnología de plásticos para referirse al término SMED (cambio de troqueles en menos de diez minutos) se usa el término SMEM, siendo la M para referirse a moldes moldeados por inyección, de acuerdo con la empresa pionera en el desarrollo de sistemas que permiten cortos tiempos de cambio, EAS Change Systems, lograr la eficiencia de tiempos depende del cambio de mentalidad de las pequeñas compañías plásticas que suelen comprar inyectoras nuevas cuando su eficiencia está al 70%, en vez de adquirir un sistema que podría subir su eficiencia hasta en un 90%. (Manufactura esbelta y cambio rápido

de moldes de EAS Mold, 2020), la tecnología es entonces unas estrategias para mejorar la competitividad en inyección de plásticos.

En suma, hay una tendencia creciente por adoptar una producción y filosofía Lean, pues esta promueve todo el potencial, las habilidades y el compromiso del talento humano en la empresa y se centra en los deseos cliente.



# CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

## 3.1 Metodología de investigación aplicar

Aplicaremos la metodología de mejora continua (Kaizen) que se enfoca en la mejora de un sistema de producción. Para ello se utilizarán diferentes herramientas como la identificación de indicadores, diagrama de Pareto y análisis de criticidad.

Pasos para implementar la metodología Kaizen:

1. Planear: Lo primero que se realizó es plantear los objetivos específicos y el objetivo principal en base a la hipótesis planteada. Además, se analizó dentro de un listado de problemas, el principal, en este caso los tiempos improductivos que existen en la etapa de inyección.
2. Hacer: Se analizan principalmente las causas raíces con un diagrama de Ishikawa en base al problema principal. Esto conjuntamente con un diagrama de Pareto previamente. Luego se realizará el plan de trabajo, en esta etapa se realiza el mapeo de inicio a fin del proceso; es decir, el diagrama de flujo, se establecen acciones y estrategias de solución, variables, indicadores, etc.
3. Comprobar: Se implementa el plan de mejora continua con un continuo seguimiento utilizando los indicadores planteados y aplicando un análisis de criticidad. Se verifican los resultados obtenidos y en caso se encuentren indicadores negativos, proponer estrategias de solución en base a estos.
4. Actuar: Implementar los planes de acción para así cumplir con los objetivos.

## 3.2 Herramientas o instrumentos a utilizar

Se utilizará un diagrama de Pareto para poder determinar cuál de todas las opciones de mejora es la más importante, en el cual la unidad de base será el número de vasos “kero largo” en un lote en un día.

-Aumento de productividad: Se producirán entre 100 y 200 vasos más en un lote dentro de un día, lo cual me permitiría poder producir entre 1540 y 1640 vasos acercándose a las producciones óptimas de la máquina inyectora.

-Reducción de costos de inventarios: La empresa puede disminuir significativamente el stock, atendiendo los pedidos exactos y dándole seguimiento más minucioso a la demanda, evitando la sobreproducción.

-Disminución de tiempos muertos en la etapa de inyección: Disminuir los tiempos de ocio del operario.

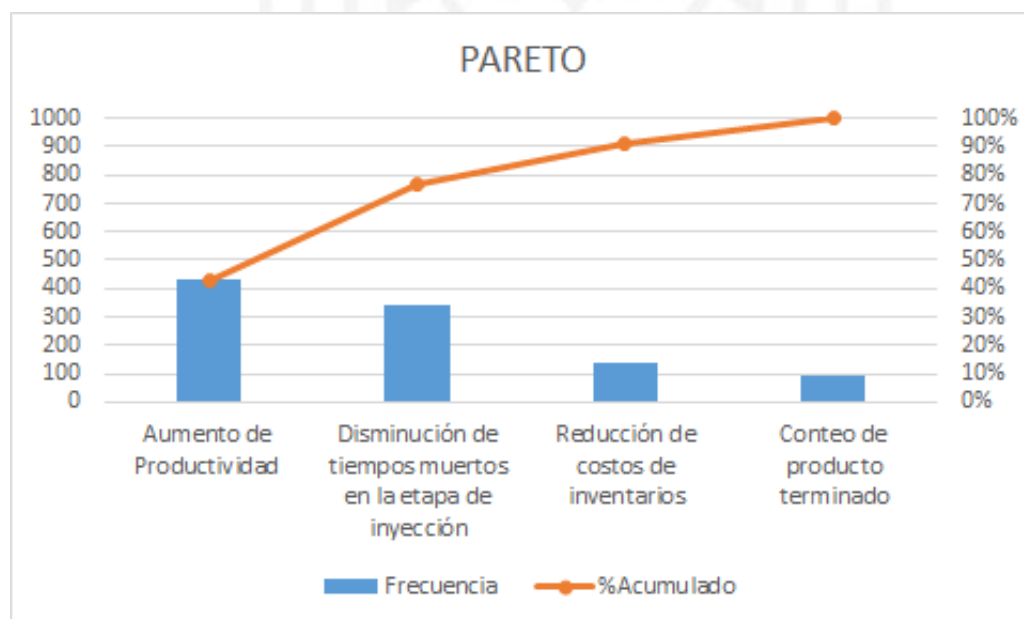
-Cuento de producto terminado: Ayuda a la reducción de inventarios.

**Tabla 3.1. Frecuencia de problemática**

Lote de 1000		
Problemática	Frecuencia	%Acumulado
Aumento de Productividad	430	43%
Disminución de tiempos muertos en la etapa de inyección	340	77%
Reducción de costos de inventarios	140	91%
Cuento de producto terminado	90	100%
	1000	

Elaboración Propia

**Figura 3.1. Diagrama de Pareto**



Elaboración Propia



### **3.3 Definición de variables**

Se hallarán algunas variables, las cuales se analizarán mediante las técnicas de lean, para poder medir el progreso de uso.

Las variables independientes del presente proyecto son aquellas que se utilizarán para determinar cuál es el problema principal y de este modo poder plantear las mejoras correspondientes:

- Tiempos de traslado
- Tiempo de producción
- Tiempo de carga
- Distancia
- Cantidad a producir
- Tamaño de lote

Las variables dependientes del presente proyecto son aquellas que dependen directamente de las variables descritas posteriormente:

- Utilización de Máquinas
- Nivel de Servicio
- Productividad

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 4.1 Descripción de situación actual del proceso productivo e indicadores de desempeño

La situación actual de la empresa: Se está generando una pérdida de tiempo a la hora de inyectar un vaso tipo kero largo. Estos vasos cuando el molde está nuevo y la máquina bien calibrada, debería producir un vaso cada 17 segundos aproximadamente. El tipo de evaluación que se hizo para poder analizar los tiempos fue mediante gráficas de control de medias y rangos.

Se tomaron como muestra 50 vasos correspondientes a un pedido de 10000 que mandó a hacer un cliente. Para poder analizar esos 1000 vasos, se tomaron 10 muestras en 50 observaciones (n=10).

**Tabla 4.1. Toma de tiempos**

		Muestras( Tiempos de producción por vaso kero largo)									
Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	20.5	20.2	20.2	20.3	20.0	20.2	19.6	20.2	19.5	19.9	
2	20.7	19.5	19.9	19.5	20.2	19.3	20.8	20.3	19.5	19.1	
3	20.0	20.1	19.6	19.4	20.7	19.6	19.6	20.3	19.0	20.6	
4	20.1	19.1	20.4	20.1	20.4	19.5	19.5	19.2	20.1	20.8	

5	19.1	19.7	20.4	19.4	21.0	20.4	19.9	20.1	20.5	19.8
6	19.7	20.8	20.2	20.0	20.6	20.1	20.9	20.2	20.0	20.5
7	20.3	19.5	20.5	19.3	20.1	20.2	20.2	20.3	20.0	20.1
8	20.5	19.7	19.2	20.4	20.4	19.9	19.3	19.4	20.0	19.4
9	19.5	20.8	20.6	20.3	19.2	19.4	20.9	19.3	19.8	20.7
10	20.6	19.1	20.3	20.4	19.5	20.1	20.0	20.0	20.6	19.4
11	20.7	20.1	20.5	20.9	20.2	19.9	19.5	20.7	20.4	19.5
12	20.8	19.4	19.2	19.1	20.0	19.6	20.9	20.1	20.3	20.4
13	19.6	20.1	19.2	20.9	19.3	19.7	20.3	19.1	19.3	19.9
14	20.0	20.9	20.6	20.5	19.8	20.9	20.4	20.6	19.5	19.3
15	20.7	20.3	19.9	19.3	20.6	19.1	19.7	19.0	19.9	20.1
16	20.0	19.3	20.1	19.0	20.4	19.4	19.9	20.0	21.0	19.3

	7									
17	19.5	20.8	20.3	20.3	20.2	20.2	19.3	20.0	20.9	19.5
18	19.9	19.2	19.8	19.6	20.7	19.8	20.4	20.7	20.6	19.4
19	20.5	20.2	20.2	20.0	19.6	20.5	20.8	19.4	19.3	19.6
20	20.3	19.7	19.9	20.9	20.3	20.6	20.8	20.6	19.9	20.4
21	21.0	20.1	19.5	19.8	20.4	20.4	20.5	20.8	19.7	19.2
22	20.6	20.3	20.2	20.4	20.0	19.6	20.2	19.8	20.3	19.2
23	19.5	20.8	20.2	20.3	20.2	19.1	20.0	20.5	20.7	19.8
24	20.6	19.7	19.6	20.7	20.6	20.7	20.7	20.4	19.2	20.1
25	20.0	21.0	19.6	20.3	20.1	19.6	20.5	19.4	19.3	19.7
26	19.9	20.8	20.6	19.9	20.3	19.0	20.2	20.4	20.6	19.9
27	20.1	20.9	20.2	19.3	20.3	21.0	20.8	19.3	20.6	20.1

28	19.7	19.4	19.1	20.9	19.9	20.6	19.3	20.9	19.8	20.5
29	20.5	19.8	20.2	19.1	20.3	20.0	20.8	19.7	20.3	19.8
30	20.7	20.5	19.3	20.6	19.1	20.3	19.5	19.7	20.3	20.1
31	19.3	20.4	20.7	19.6	19.8	19.6	19.6	19.2	19.5	19.4
32	20.0	19.8	20.4	20.8	19.2	20.3	20.7	20.2	20.5	20.7
33	19.8	19.4	20.0	19.6	20.3	20.6	19.1	19.3	19.7	20.9
34	19.9	19.1	20.2	20.9	20.1	19.9	20.6	20.6	19.4	19.1
35	19.1	19.8	20.6	19.6	20.9	20.1	19.2	20.8	19.4	20.6
36	20.5	20.5	19.9	20.1	20.1	20.6	19.5	20.9	20.4	19.7
37	20.4	20.0	21.0	20.5	20.9	20.0	20.1	19.3	20.4	19.3
38	19.8	20.7	20.2	19.3	19.1	20.9	20.9	19.4	19.8	20.2
39	20.0	20.3	20.0	21.0	20.8	19.9	20.1	20.5	19.3	19.9

	3									
40	20.0	20.7	20.8	20.8	20.7	20.4	20.6	20.4	20.1	20.7
41	19.4	20.5	19.2	19.4	20.7	19.4	20.8	19.2	20.0	20.7
42	20.1	19.9	19.1	19.3	19.6	20.8	19.8	20.1	19.0	20.8
43	20.3	19.8	19.2	20.2	19.0	20.9	20.7	20.4	20.2	20.2
44	20.5	19.2	20.1	19.9	20.8	20.8	19.6	19.4	20.8	19.8
45	19.0	21.0	20.4	19.7	19.4	19.0	20.0	20.3	20.3	20.5
46	20.6	20.1	19.8	19.3	20.9	20.1	20.1	19.1	20.5	20.7
47	19.6	19.0	19.7	20.7	20.2	19.5	19.0	19.9	20.6	20.6
48	20.5	19.7	20.2	20.4	20.0	20.7	20.3	19.5	19.2	19.0
49	20.4	19.7	19.2	19.3	20.2	20.8	20.2	19.7	19.4	20.5
50	20.6	19.6	19.7	19.9	19.8	19.9	19.3	19.4	19.5	20.4

A2	D3	D4	d2
0.31	0.22	1.78	3.08

TIEMPO DE INYECCIÓN POR VASO

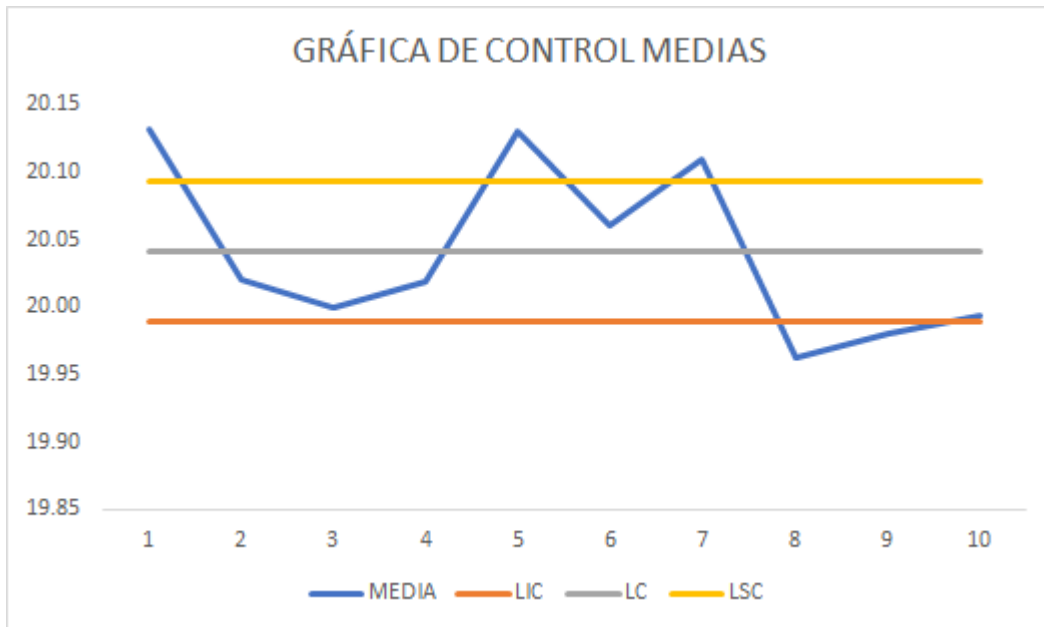
MEDIA	LIC	LC	LSC
20.13	19.99	20.04	20.09
20.02	19.99	20.04	20.09
20.00	19.99	20.04	20.09
20.02	19.99	20.04	20.09
20.13	19.99	20.04	20.09
20.06	19.99	20.04	20.09
20.11	19.99	20.04	20.09
19.96	19.99	20.04	20.09
19.98	19.99	20.04	20.09
19.99	19.99	20.04	20.09

RANGO	LIC	LSC	LC
MUESTRAS			
1.06	0.329	2.67	1.50
1.77	0.329	2.67	1.50
1.65	0.329	2.67	1.50
1.71	0.329	2.67	1.50
1.85	0.329	2.67	1.50
1.21	0.329	2.67	1.50
1.20	0.329	2.67	1.50
1.26	0.329	2.67	1.50
1.77	0.329	2.67	1.50
1.49	0.329	2.67	1.50

Elaboración propia

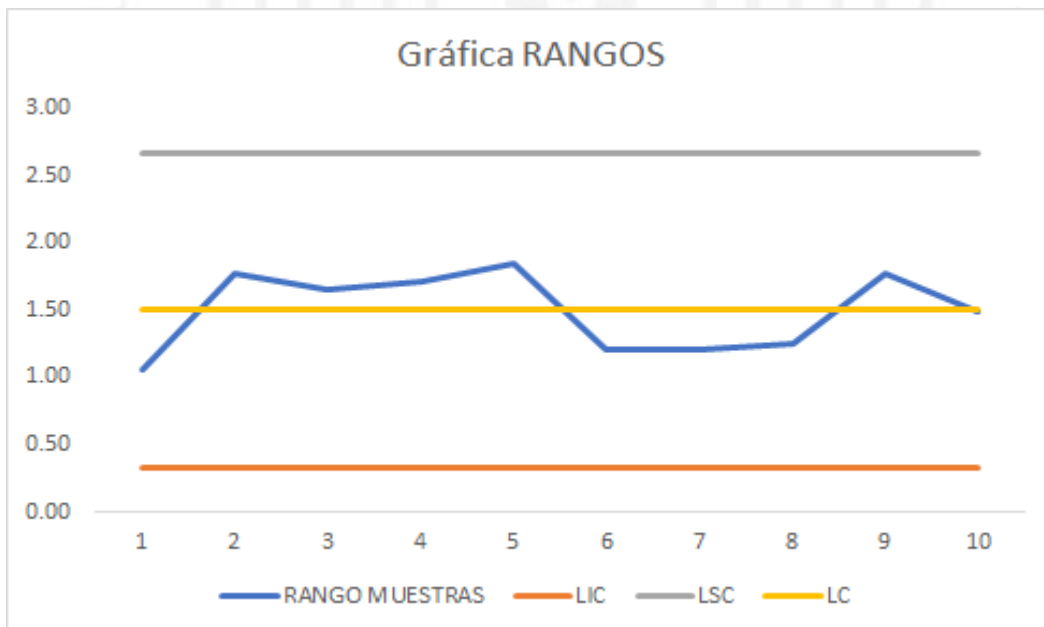


**Figura 4.1. Gráficas de control de medias**



Elaboración propia

**Figura 4.2. Gráficas de rangos**



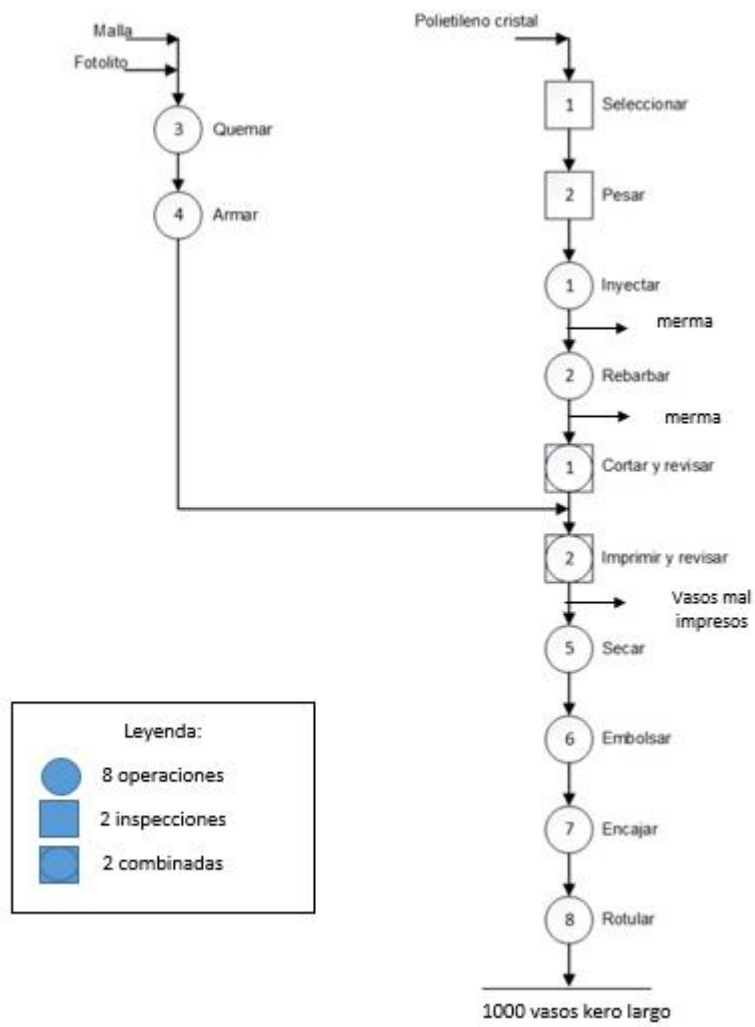
Elaboración propia

Podemos apreciar que las muestras tomadas varían mucho respecto al tiempo promedio, además este promedio está 3 segundos del tiempo ideal. El tiempo que la empresa que quiere llegar para poder mejorar su productividad es de 17 segundos, esto genera un rendimiento 18% por debajo del proyectado.

Descripción del proceso productivo:

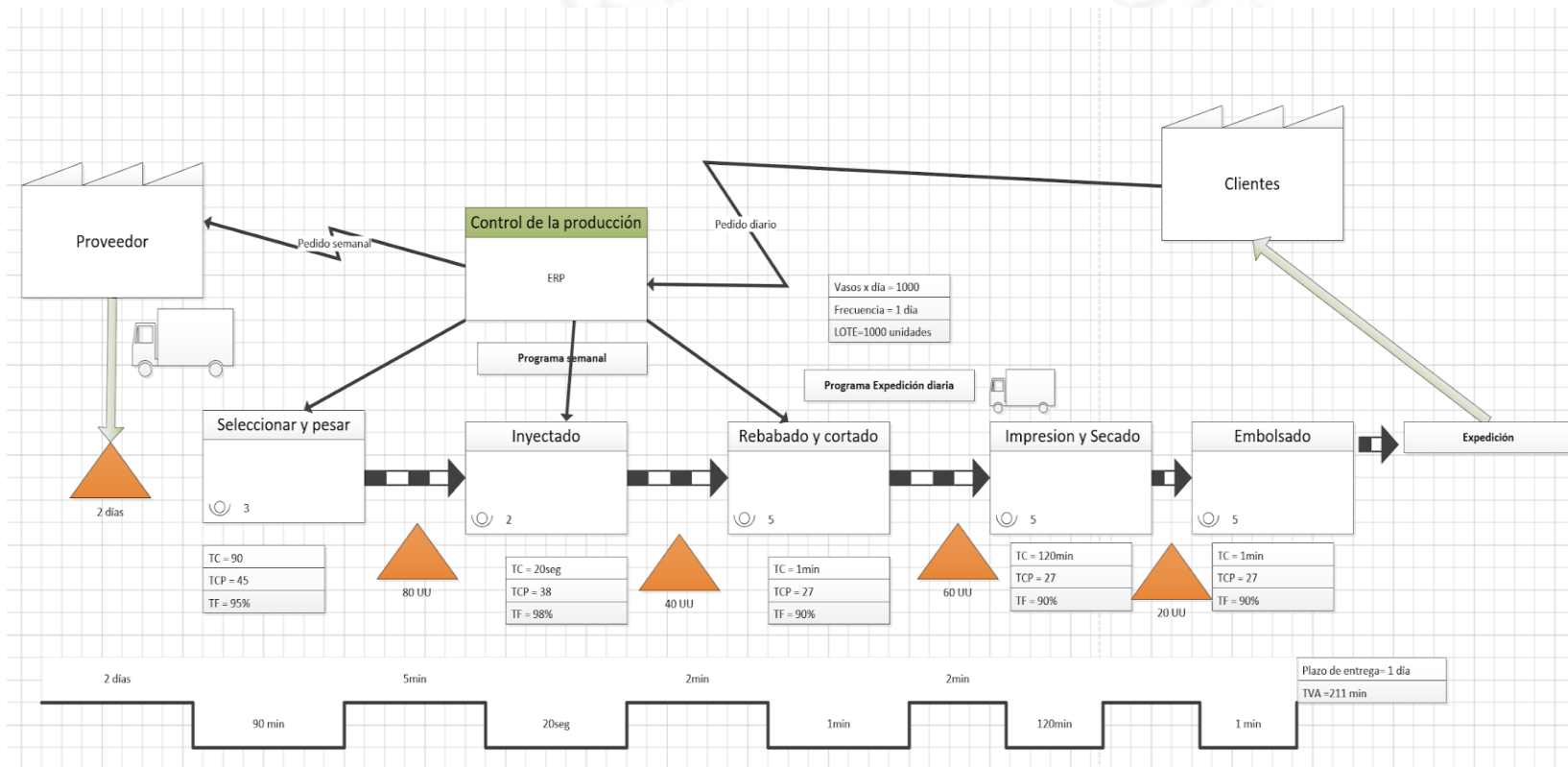
- El proceso productivo inicia con la recepción de la materia prima en el almacén. Esta materia prima son pellets de diferentes tipos de plástico, también pigmentos para poder imprimir en el vaso.
- Esta se selecciona dependiendo del tipo de vaso a utilizar, en este caso se utilizará pellets de polipropileno. Los pellets se pesan dependiendo de la cantidad a producir en el lote.
- Pasado el seleccionado y pesado, estos pasan a la etapa de inyección, donde se colocan dentro de la máquina inyectora. Para producir 1 vaso kero largo la máquina se demora aproximadamente 20 segundos por vaso.
- La última etapa de esta parte del proceso es el rebabado junto con el cortado de la colada y revisión. Se rebaba para que este no deje ningún filo que pueda cortar al cliente, y se corta la colada para que el vaso se pueda parar correctamente.
- Simultáneamente a todas estas operaciones se quema y se arma en una malla el fotolito de la imagen que se quiere que vaya impresa en el vaso.
- Ya terminado estas actividades, se lleva la malla a la máquina serigráfica y se imprime la imagen en una cara del vaso. Esto se revisa debido a que puede haber vasos mal impresos.
- Seguido de esto, se deja secar los vasos un promedio de 2 horas, pudiendo acelerara esto con la ayuda de ventiladores.
- Para finalizar el proceso, los vasos se embolsan, luego son puestos en cajas, y rotulados para su posterior despacho.

Figura 4.3. D.O.P para la producción de 10000 vasos kero largo de polipropileno



## 4.2. Presentación del VSM de diagnóstico

Figura 4.4. VSM del proceso



Elaboración propia

### 4.3 Análisis causa efecto de causas raíz

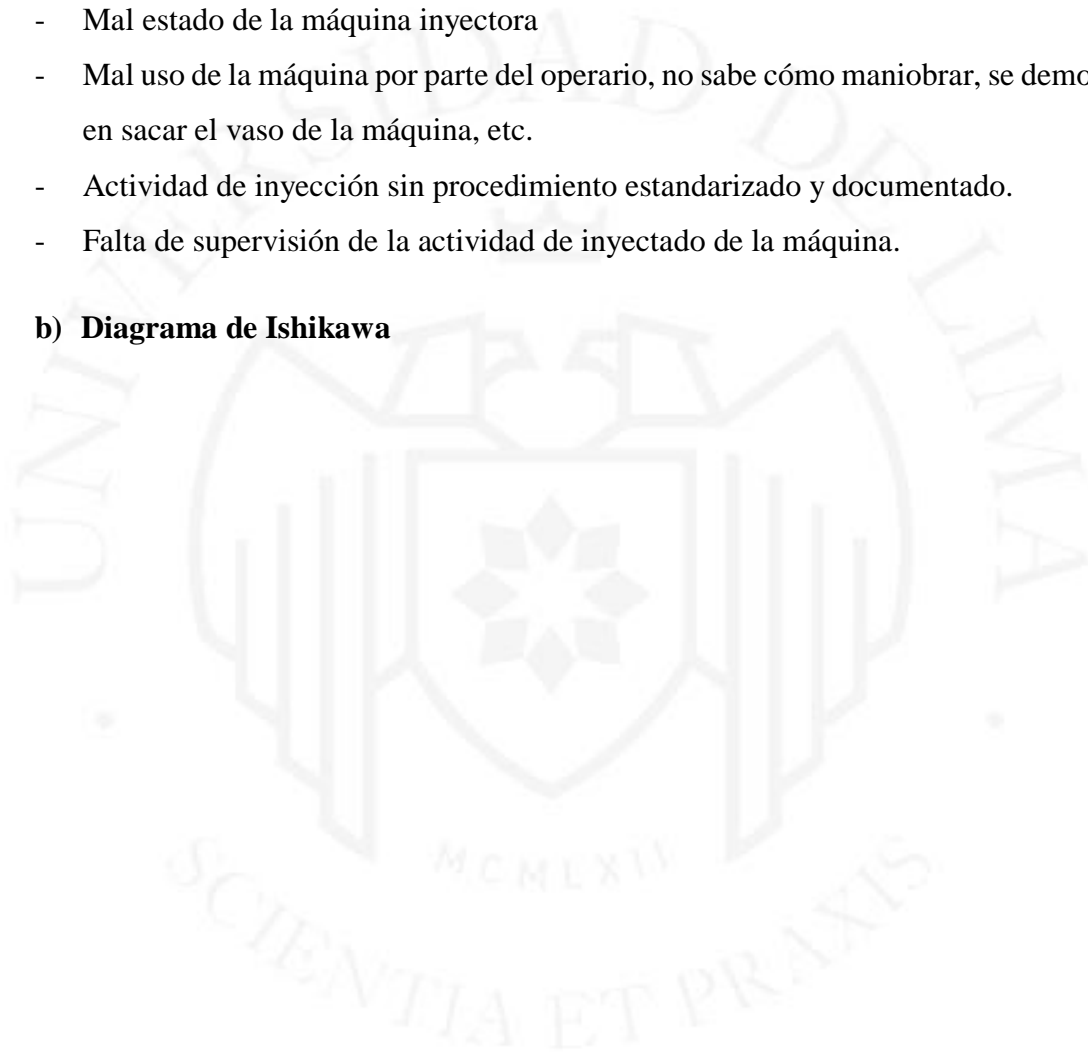
#### a) Preparación de lista de causas:

**Problema Principal:** Tiempo extra en la actividad de inyección del vaso.

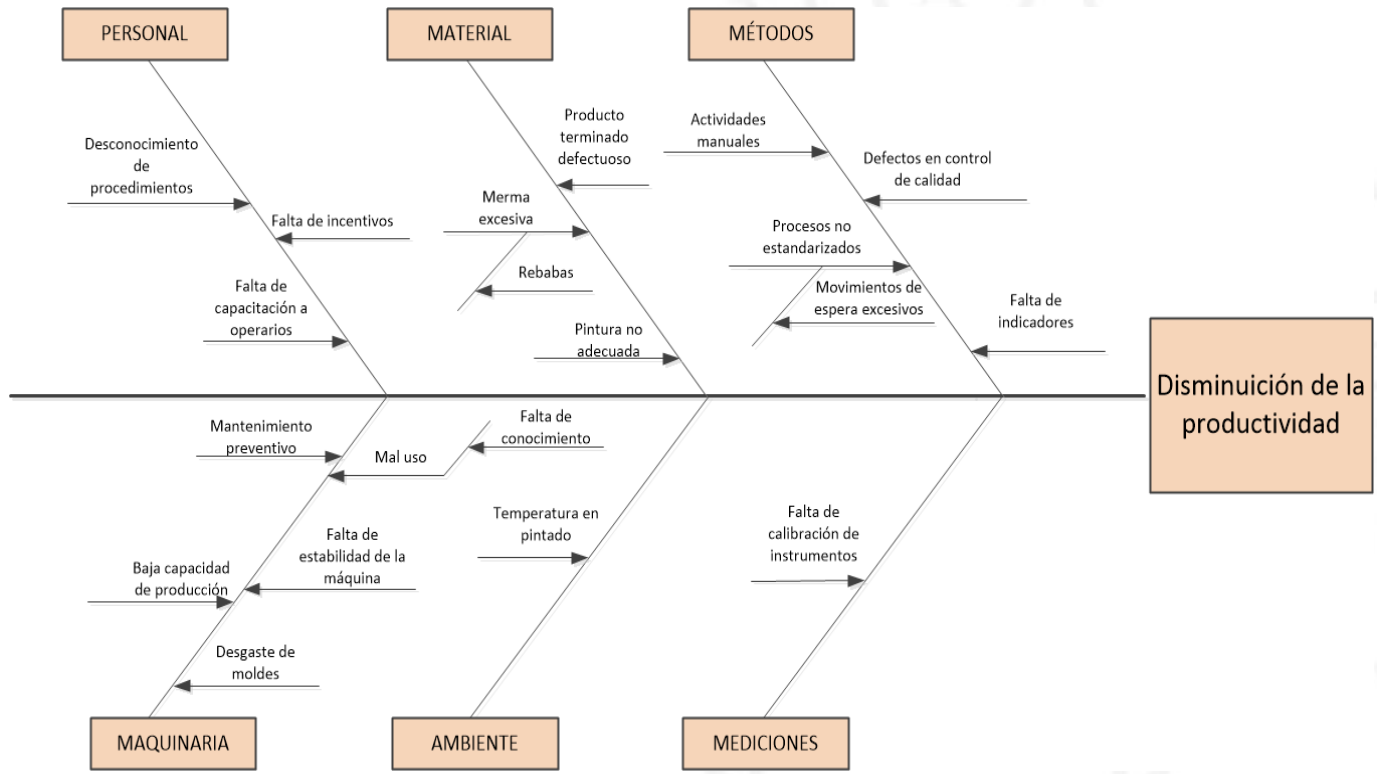
#### **Posibles Causas:**

- Desgaste de la matriz de inyección
- Mal estado de la máquina inyectora
- Mal uso de la máquina por parte del operario, no sabe cómo maniobrar, se demora en sacar el vaso de la máquina, etc.
- Actividad de inyección sin procedimiento estandarizado y documentado.
- Falta de supervisión de la actividad de inyectado de la máquina.

#### b) Diagrama de Ishikawa



**Figura 4.5. Diagrama de Ishikawa**



Elaboración propia

**c) Análisis de criticidad de causas raíces**

Se procederá al análisis de las causas raíces y se determinará su impacto en la operación de inyectado usando la tabla de criticidad, en donde se toman en cuenta tanto la frecuencia como el impacto de las causas raíces del problema descrito.

El rango de frecuencia e impacto a utilizar se muestran en las tablas 4.2. Y 4.3. respectivamente.

**Tabla 4.2. Rango de la frecuencia**

---

<b>Frecuencia</b>	
Muy frecuente	<b>5</b>
Frecuente	<b>3</b>
Poco frecuente	<b>1</b>

---

Elaboración propia

**Tabla 4.3. Rango del impacto**

---

<b>Impacto</b>	
Muy alto impacto	<b>12</b>
Alto impacto	<b>9</b>

---

---

Impacto medio	<b>3</b>
---------------	----------

---

Bajo impacto	<b>1</b>
--------------	----------

---

Elaboración Propia

**Tabla 4.4. Tabla de criticidad**

---

<b>Causa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Impacto</b>	<b>Efecto</b>
Incumplimiento del programa de capacitación de operarios	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
Incumplimiento de mantenimiento preventivo de la máquina	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
Métodos y procedimientos no estandarizados	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>45</b>
Operarios desmotivados	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>18</b>
Personal incompetente	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
Falta de supervisión	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

---



## Elaboración Propia

Se analizaron seis causas. A continuación, se describe el detalle de los puntajes asignados a cada causa.

1. Incumplimiento del programa de capacitación de operarios. Se le asigna una frecuencia media, puesto que el operario recibe una capacitación en el momento de su contratación mas no de manera periódica. El impacto es considerado medio pues las actividades en la operación de inyectado son ordinarias y no requieren de una actualización especializada, salvo haya un cambio del modelo de la máquina.
2. Incumplimiento de mantenimiento preventivo de la máquina. Se considera muy frecuente puesto que la máquina no recibe una inspección diaria por parte del operario ni periódica por parte de un especialista. El impacto es muy alto debido a que se debe incurrir en costos y paradas imprevistas para realizar el mantenimiento reactivo.
3. Métodos y procedimientos no estandarizados. Se le asigna alta frecuencia pues no existe un procedimiento debidamente documentado, el impacto es alto puesto que al no ser un procedimiento estandarizado el tiempo de operación suele variar con tendencia a incrementar.
4. Operarios desmotivados. Se le asigna una frecuencia media pues los operarios no muestran descontento con la empresa más si con el trabajo repetitivo. El impacto es alto pues esta causa les provoca cansancio y aburrimiento a los operarios en horas aún operativas, influyendo de manera negativa en la operación de inyección la cual requiere de su intervención directa.
5. Personal incompetente. Se considera de frecuencia media pues la selección de empleados se realiza de manera cuasi informal. El impacto es medio pues a pesar de que no se verifican las habilidades de los operarios contratados, la operación de inyectado no requiere de conocimientos especializados.
6. Falta de supervisión. Se considera de poca frecuencia, pues si existe una constante supervisión por parte de los superiores, mas no por trabajadores propiamente capacitados ni con supervisiones programadas a operaciones específicas, el

impacto se considera medio pues a pesar de que la supervisión constante alerta al operario de inyección a no descuidar su trabajo, no siempre se le hacen recomendaciones especializadas.

Se concluye que la principal causa de la demora en la actividad de inyección, tomando en cuenta su efecto en la operación, es el incumplimiento del mantenimiento preventivo de la maquina inyectora, la cual no recibe inspección diaria por parte del operario ni inspección periódica por parte de un técnico de mantenimiento especializado.

#### **4.4. Propuesta de solución, descripción técnica y económica**

Se desarrollarán dos herramientas de manufactura esbelta, primero la metodología 5's y posteriormente el mantenimiento productivo total (TPM)

##### **4.4.1. Metodología 5'S**

La herramienta de manufactura esbelta elegida acorde al análisis hecho en los capítulos anteriores y a la situación actual de la empresa, es la implementación de la “Metodología 5'S” con la ayuda de los mismos operarios que conocen a fondo el proceso de producción y que ayudarán a identificar qué elementos son los más esenciales para realizar su trabajo del día a día. Todo esto permitirá mejor seguridad en el ambiente de trabajo, facilitará la identificación de los 7 desperdicios existentes para eliminar o reducir algunas de las actividades que no agregan valor al producto final y principalmente a disminuir los tiempos muertos en la etapa de inyección.

- **Clasificación**

Para poder implementar la clasificación primero se tiene que entender el significado, esta S es la primera de la lista ya que permite primero poder identificar los elementos innecesarios dentro de la planta de producción y eliminarlos para así quedarnos con los más esenciales. Cuando hablamos de elementos no solamente nos referimos a materiales

o herramientas obsoletas sin uso, sino también a las máquinas y todo tipo de documentación que no sirva.

Por ejemplo, para empezar a implementarla nos dimos cuenta que en los almacenes se tenían objetos innecesarios encima de las cajas apiladas, así como también bolsas sobre las máquinas. Esto se tendrá que almacenar en algún lugar adecuado, y en caso estos elementos no sirvan, se desechará.

A continuación, una imagen que demuestra los objetos innecesarios encima de las cajas:

**Figura 4.6. Almacén INDUPROM S.A.C.**



- Orden

Al haber terminado de clasificar todo lo que será necesario en cada etapa del proceso y en cada área de los ambientes de trabajo se procede con ordenar; es decir, tener lo necesario a un alcance y de manera simple de identificar. Esto permite además una buena impresión para las nuevas personas que ingresan a la planta de producción.

Cuando escuchamos la palabra orden parece fácil de aplicarla, pero en realidad en el turno de trabajo cuando se va elaborando el producto no lo es, ya que al momento de usar una herramienta u otra estas no se dejan en su lugar y así se comienza a generar en desorden, de este modo se debe realizar una reunión previa con los operarios para poder analizar dónde ubicar cada elemento, este lugar debe ser accesible al operario que tenga más frecuencia de uso.

Para implementar esta segunda S se procede con definir donde se ubicarán las máquinas, herramientas, productos terminados, entre otros importantes. Todo esto en base a cada cuanto tiempo son usados (frecuencia de uso) y para qué. En las siguientes imágenes se puede observar por ejemplo como existen elementos bajo la zona de trabajo para realizar el pintado de vasos, así como también bolsas o cajas en el suelo que no están a un fácil alcance. Los operarios tienen que agacharse, lo que genera movimientos improductivos y que a la larga traen como consecuencia traumas acumulativos.

**Figura 4.7. Vasos**



**Figura 4.8. Rebarbeado Vasos**



- Limpieza

Esta tercera S (Limpieza) tiene que incluirse dentro de la cultura organizacional de todos los trabajadores en la empresa, no se trata de esperar que los encargados de limpieza lo hagan, sino de en el día a día poder identificar los puntos donde existe más suciedad que podrían afectar a largo plazo a los equipos y también al rendimiento de ellos. Esto viene de la mano con el mantenimiento productivo total que hace referencia a que los operarios mismos lo realizan.

Para implementarla primero se reunirá a un equipo de trabajadores comprometidos para realizar un programa o plan de limpieza y después cada operario especializado en usar los equipos, identificará los puntos o zonas que afectarán a largo plazo o que generen fallas.

En la siguiente imagen se pueden observar uno de los equipos donde podrá implementarse la limpieza:

**Figura 4.9. Pigmentadora**



Elaboración propia

- Estandarización

Esta etapa se basa en mantener las tres primeras S y poder mejorarlas, para poder tener la seguridad que se están cumpliendo, debemos realizar auditorías, las cuales deben no deben ser programadas si no esporádicas, sin ser programadas, de este modo se verifica que se estén cumpliendo las tres primeras S de manera adecuada, como se ha planteado y en caso estas sean deficientes buscar la manera de mejorarlas.

- Disciplina

Esta última S es básicamente entrenar al personal y enseñarles a generarse hábitos de disciplina. Es importante que se cumplan las anteriores S, que sin las 4 anteriores no se podría implementar.

Entre algunas ideas para poder promover una buena disciplina en los trabajadores:

- Dentro del plan o programa de auditorías se podría plantear cada cuanto tiempo se realizará la limpieza de los almacenes y la maquinaria (diario, semanal, mensual, bimestral, etc.)
- Generar métodos de comparación de los estantes desordenados y ordenados, para poder ver diferencias significativas y motivar a los operarios a tener el hábito de disciplina.
- Concientizar a los trabajadores y haciéndoles ver cómo afecta no cumplir con una buena disciplina en el día a día.
- Realizar reuniones mensuales para que los supervisores o jefes de área den Feedback de cómo se va cumpliendo con cada S
- Plantear e indicar qué personas realizarán cada actividad o cada S; es decir, planificar de la manera correcta asignando actividades.

#### **4.4.2 Mantenimiento productivo total (TPM)**

Con el objetivo de maximizar la efectividad total del proceso productivo de los vasos “kero largo” de la empresa Induprom, se aplicará TPM, un sistema de gestión que evita cualquier tipo de pérdida durante el proceso de producción. Para lograrlo se deben eliminar las pérdidas con la participación y compromiso de todos los empleados, tanto del área administrativa como del área productiva, razón por la cual la aplicación exitosa de las 5S es importante.

Para proceder con el programa de desarrollo del TPM en la empresa se realizarán los siguientes pasos:

1) Anuncio de la alta dirección sobre la decisión de introducir el TPM

Rodolfo Dasso, gerente general de la empresa, debe informar a todos sus empleados de la decisión de implementar el TPM, evidenciando su compromiso e infundiendo entusiasmo por el proyecto.

Es importante que esta decisión sea justificada, de preferencia con indicadores numéricos encontrados en el diagnóstico. Asimismo, de ser necesario se procederá a la emisión impresa de boletines internos con la información necesaria.

2) Lanzamiento de campaña educativa

Después de introducir y anunciar el programa, debe empezar el entrenamiento y promoción del mismo, el objetivo es explicar todo acerca del TPM y romper la resistencia al cambio de todos los implicados.

3) Crear organizaciones para promover el TPM

Es importante crear una estructura promocional del TPM, conformada por comités en cada nivel de la organización vertical de dirección.

Habrán un comité promocional del TPM, que se encargará de formar al gerente administrativo, Fernando Vizcarra y un comité promocional de fábrica y departamento organizado por Jhonny Quispe, el actual gerente de producción. Asimismo, se impulsarán círculos PM al nivel del suelo de la fábrica, conformada y organizada por operarios.

4) Establecer políticas y metas para el TPM

El comité central promocional del TPM, integrado por la alta gerencia, debe establecer políticas y metas básicas. Una política básica debe ser comprometerse con el TPM e incorporar procedimientos concretos de desarrollo a medio y largo plazo, pues la eliminación de defectos y averías a través del TPM, toma como mínimo tres años.

5) Formular plan maestro

El cual debe incluir planes para:

- Mejorar la efectividad del equipo, en especial de la inyectora, a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas, averías, preparación y ajustes, tiempos muertos, velocidad reducida, rechazos, reducción de rendimiento.
- Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios, logrando que se realice una inspección diaria de la inyectora por medio del mismo operario que la opera.
- Aseguramiento de la calidad
- Establecer un programa de mantenimiento planificado por los especialistas.
- Educación y entrenamiento



6) “Disparo de salida”

Se considera el primer paso para la implantación del TPM, a partir de este punto los trabajadores como entes individuales deben cambiar desde sus rutinas tradicionales y empezar a practicar el TPM, para eliminar las seis grandes pérdidas.

7) Mejora efectividad del equipo

Una actividad de desarrollo básica del TPM, es mejorar la efectividad de cada pieza del equipo que experimenta una pérdida, se empezará con la máquina inyectora.

8) Establecimiento de programa de mantenimiento autónomo para los operarios

En este paso se debe apartar el concepto entre operario y técnico del yo opero y tú reparas. Capacitando al operario para que realice una inspección diaria del equipo que opera.

A continuación, se muestra los puntos de inspección diaria de una máquina inyectora que debería realizar el mismo operario. El contenido concreto de la inspección será definido con base en las consultas que se hacen con el fabricante de máquina inyectora y el intercambio de opiniones interno de la empresa.

**Figura 4.10. Ejemplo hoja de inspección diaria para inyectora**

### Ejemplo de una hoja de inspección diaria

Puntos que se van a inspeccionar	Frecuencia	21/oct	22/oct	23/oct
Ruidos de la bomba: ¿Hay ruidos anormales en el momento de arrancar el motor?	Diario	✓	✓	
Temperatura del cilindro: ¿Llega correctamente a la temperatura configurada?	Diario	✓	✓	
Puerta de seguridad del lado del operador: ¿Se detiene el movimiento de cerrar el molde al abrir la puerta?	Diario	✓	✓	
Circuito del equipo controlador de la temperatura del molde (incluyendo el molde): ¿Hay fuga de agua y rozamiento de la manguera?	Diario	✓	✓	
Volumen del aceite hidráulico: ¿El nivel del aceite está dentro del rango permisible?	Semanal	✓		
Encargado de la inspección: Operador capacitado	Fecha de inspección	Shimoda	Shimoda	

Fuente: JICA Mantenimiento de máquinas de moldeo por inyección, 2013

9) Establecimiento de programa de mantenimiento para los técnicos especializados

En este paso se debe apartar el concepto entre operario y técnico del yo opero y tú reparas. Se establecerá un programa de mantenimiento preventivos periódicos a desarrollar por técnicos especializados.

A continuación, se muestra los puntos de inspección periódica de una inyectora que debería realizar el técnico especializado en mantenimiento.

**Figura 4.11. Ejemplo hoja de inspección periódica para inyectora**

## Ejemplo de una hoja de inspección periódica

Puntos que se van a inspeccionar	Frecuencia	21/mar.	21/sep.	21/mar.
Aceite hidráulico: Revisar la suciedad y el deterioro.	Semestral	↳	NG Cambio del aceite	
Boquilla: Radio de la punta, diámetro del orificio	Semestral	↳	↳	
Anillo check del husillo: ¿No hay reflujo del material?	Semestral	NG Cambio del juego de 3 componentes	↳	
* * * *	Semestral	↳	↳	
Encargado de la inspección: Técnico del mantenimiento		Shimoda	Shimoda	
Responsable administrativo: Gerente de producción		Ueda	Ueda	

Fuente: JICA Mantenimiento de máquinas de moldeo por inyección, 2013

10) Conducción de entrenamiento para mejorar capacidades de operación y mantenimiento.

Se debe invertir en la capacitación de los operarios para que puedan gestionar apropiadamente su equipo, aprendan técnicas de mantenimiento y afinen sus capacidades en operación.

11) Desarrollo de un programa de gestión de equipos

Es la gestión anticipada del equipo, donde se deben considerar los problemas durante las operaciones de test y arranque, a pesar de que todo parezca marchar normalmente.

12) Contemplación de mayores metas a futuro

Es un periodo de estabilización en donde cada uno trabaja continuamente por el TPM, y en el cual se debe perfeccionar la implantación y fijar metas futuras aún más elevadas.

Para medir si es que la herramienta tuvo éxito se debe medir la efectividad global del equipo, en este caso de la inyectora, la cual debe ser como mínimo de 85%, considerado como el porcentaje de EGE de clase mundial, en el cual la tasa de disponibilidad alcanza un 90%, la de rendimiento un 95% y la tasa de calidad un 99%.

#### 4.5 Contribución técnica y económica

Para poder analizar las técnicas analizadas, la empresa nos brindó porcentajes de los datos más para poder calcular si es que saldría rentable hacer estos cambios. Se tomó en consideración un crecimiento de 5% en las ventas anualmente que es lo que han estado creciendo en los últimos años, y debido a la implementación gracias al ahorro de tiempos y también en mano de obra el costo de ventas disminuye en 5% respectivamente. La inversión esperada para poder implementar esto, junto con la empresa calculamos que iba a ser equivalente al 20% de las ventas del año 2020.

**Tabla 4.4. Contribución Económica Estimada**

	2020	2021	2022	2023
Ventas	X	1.05X	1.1X	1.16X
costo de ventas	0.7X	0.67X	0.63X	0.6X
Utilidad Bruta	0.3X	0.38X	0.47X	0.56X
Otros gastos	0.05X	0.05X	0.05X	0.05X

UAI		0.25X	0.33X	0.42X	0.51X
IMPUESTO		0.07X	0.1X	0.12X	0.15X
UDI		0.18X	0.23X	0.3X	0.36X
INVERSIÓN	-0.2X				
FLUJO	-0.2X	0.18X	0.18X	0.18X	0.18X
VAN	0.5X			COK	
				16.81%	
TIR	1.04				

Elaboración Propia

Gracias a esto, podemos apreciar que hacer las mejoras gracias a la manufactura esbelta si es rentable para la empresa al tener un VAN positivo y un TIR mayor a 0.

#### 4.6 Resultados y validación

Después de un análisis detallado, se puede notar que gracias a la implementación al ahorro de tiempos y también en mano de obra se podrá obtener mayor utilidad a un menor costo, lo que permite que el negocio sea más rentable.

Si bien el implementar las distintas técnicas tiene un costo medio elevado, esto permitirá el aumento de las ventas en más del 5 % lo cual compensa y permitirá y mejor desarrollo de la empresa, que también servirá para un futuro.

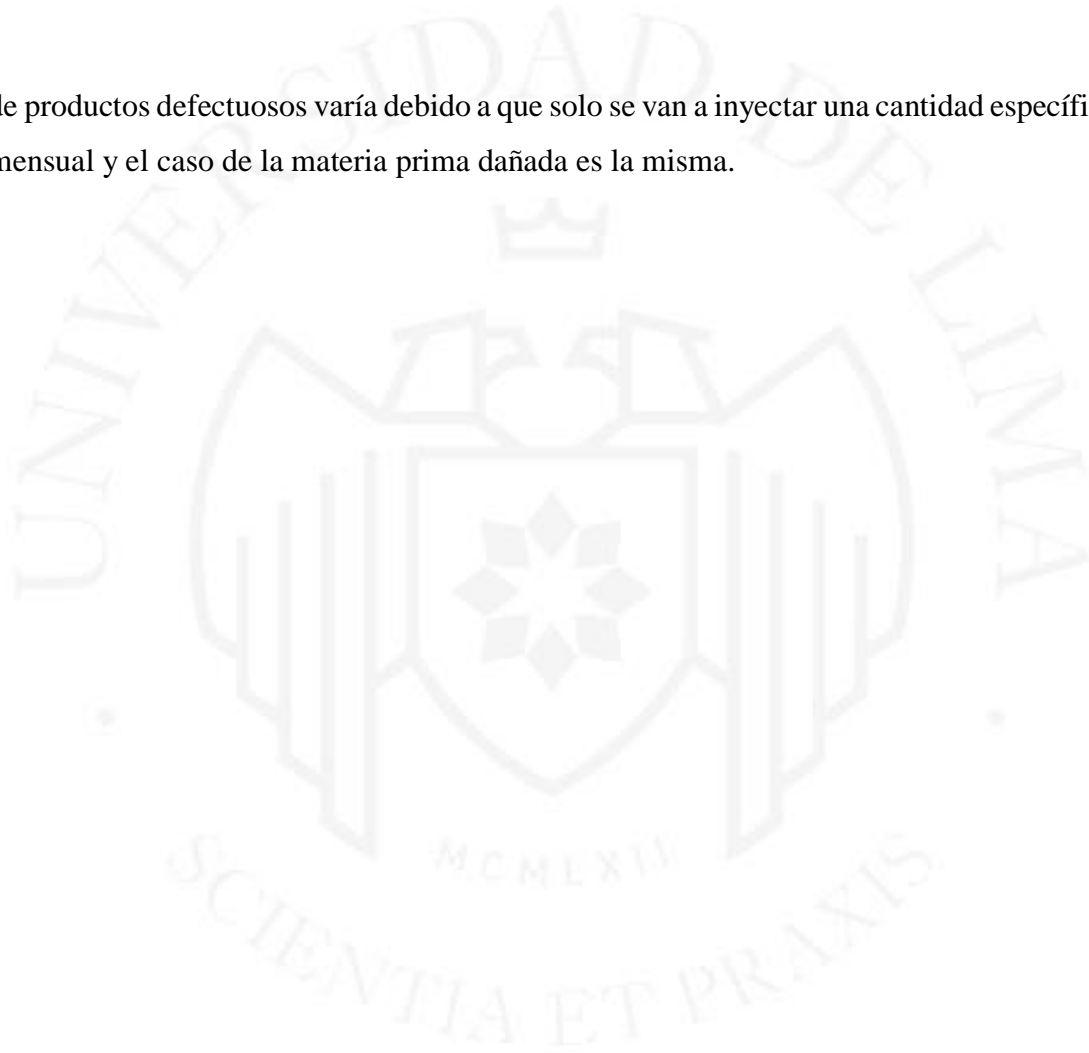
Por último, el poder formular un plan maestro no solo hará que aumente la productividad notablemente, sino que también se trabajará en orden lo cual permite que la empresa tenga todo en regla y no tenga percances que perjudiquen su producción.



## **CAPÍTULO V: RESULTADOS**

Los resultados hallados en un posible escenario muestran que en un período aproximadamente de 5 años la empresa va a tener ahorros significativos dentro de su costo de ventas. Estos ahorros se deben porque ya no debería haber defectos humanos tanto en movimiento, como en sobreproducción y también el pago extra a operarios. Esto generará que el costo de ventas disminuya 5% anualmente.

de productos defectuosos varía debido a que solo se van a inyectar una cantidad específica mensual y el caso de la materia prima dañada es la misma.



## CONCLUSIONES

- La primera conclusión que hemos podido llegar es que se puede utilizar siempre en cualquier organización por lo menos una herramienta de manufactura Esbelta. En este caso, usamos las 5s para tratar de eliminar desperdicios dentro de los tiempos en el proceso. Como se ha podido comprobar, esto generará un ahorro significativo en la empresa.
- Se debe analizar mínimo dos indicadores para poder tomar una decisión respecto a un problema dentro de la empresa. Bastantes casos, como pudimos apreciar a la hora de hacer el trabajo, hay datos puntuales, que, si no se excluyen, puede parecer que son un problema grande. En el caso de la toma de tiempos, hubo un tiempo que lo excluimos debido a que la máquina se paró por tema de sobrecalentamiento. Si se hubiera tomado ese dato a la hora de hacer el análisis, este hubiera distorsionado las gráficas de control.
- La principal causa de efecto negativo sobre la operación de inyectado en la empresa Induprom S.A.C es la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo, lo cual es relativamente sencillo de elaborar e implementar y previene paradas y consumo de tiempo y dinero improductivo.
- Para implementar el TPM es necesario que toda la organización, desde los empleados desde la alta dirección a los trabajadores de la línea de producción estén comprometidos, razón por la cual es preferible que se aplique después de otra herramienta de manufactura esbelta previa, en el presente caso, las 5'S.
- Aplicando las técnicas de manufactura esbelta nos permite en general poder a ser más ordenados y volver el negocio más rentable, se producirá más a un costo menor, lo cual toda empresa quiere llegar a eso.



## RECOMENDACIONES

- La primera recomendación que se puede realizar es para las empresas que producen productos físicos, esta es que utilicen herramientas de manufactura esbelta. Estas herramientas por más que se implementen en una etapa pequeña del proceso pueden generar grandes beneficios tanto en productividad como eficiencia tanto de costos como de las personas.
- La segunda recomendación es realizar un análisis antes de aplicar una herramienta. Para poder tener una mejor aplicación de estas se debe de conocer de manera correcta el problema.
- La tercera recomendación es que cuando se implemente alguna herramienta de manufactura esbelta, se tome en cuenta en la implementación a toda la organización. El estar todos informados de las metas que tiene la empresa, pueden trabajar todos de mejor manera.
- La última recomendación es que, a la hora de implementación de las herramientas, se haga paso a paso, no tratar de saltar ninguna etapa de los procesos, de esta manera se hará de manera correcta.

## REFERENCIAS

Aranibar Gamarra M. A. (2016). *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera* (Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5303/Aranibar\\_gm.pdf;jsessionid=05B591479625C72568F22523FBC4F84A?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5303/Aranibar_gm.pdf;jsessionid=05B591479625C72568F22523FBC4F84A?sequence=1)

Chandavoine, C. (2018). *Los 7 desperdicios en la fabricación y cómo eliminarlos*. Recuperado de <https://trilogiq.es/los-7-desperdicios-en-la-fabricacion-y-como-eliminarlos/>

Espejo Ruiz L. ( 2011). *Aplicación De Herramientas Y Técnicas De Mejora en La Productividad en una Planta de Fabricación de Artículos de Escritura* (tesis para optar al título de Ingeniería Técnica Industrial especialidad en mecánica). Universidad Politécnica de Cataluña, España. Recuperado de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum\\_II.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11140/Volum_II.pdf)

Henríquez Alvarado, F., Luque-Ojeda V., Macassi Jauregui, I., Alvarez, J. M., y Raymundo Ibañez, C. (2019). Process Optimization Using Lean Manufacturing to Reduce Downtime: Case Study of A Manufacturing SME in Peru. *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE 2019)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 261–265. DOI:<https://doi.org/10.1145/3364335.3364383>

JICA. (2013). *M4 Mantenimiento de máquinas de moldeo por inyección*. Recuperado de [http://open\\_jicareport.jica.go.jp/pdf/12181988\\_02.pdf](http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12181988_02.pdf)

Manufactura esbelta y cambio rápido de moldes de EAS Mold. (2020). Recuperado el 29 de enero 2020 de <http://www.plastico.com/temas/Manufactura-esbelta,-la-clave-es-justo-a-tiempo+118682>

## BIBLIOGRAFÍA

Olaya Cañon, M. L. y Romero Martínez, S. J. (2015). *Desarrollo de la Manufactura Esbelta en los proceso de la empresa Martinplast S.A.S* (tesis de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial). Universidad Libre, Bogotá. Recuperada de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10360/DOC%20Final%20V4%20-%20Humberto%20Guerrero.pdf?sequence=1>

Rajadell, C. M. y Sánchez, G. J. L., & e-libro, Corp. (2010). *Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Código Biblioteca U. Lima: 658.5 R184

Tamashiro Tamashiro, E. y Yacarini Vadillo, C. J. (2018). *Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas* ( tesis para optar por el título profesional de ingeniero industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625516/TamashiroT\\_E.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625516/TamashiroT_E.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Jorge Jimeno Bernal (2013). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de la mejora continua*. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>



**ANEXOS**