

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



MEJORA DE INDUPROM S.A.C. A TRAVÉS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

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

Claudia Fiorella Romero Luciano

Código 20162487

Asesor

Luis Bedoya Jiménez

Lima – Perú

Marzo de 2021



**IMPROVEMENT OF INDUPROM S.A.C.
THROUGH LEAN MANUFACTURING**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.....	2
2.1. Planteamiento del problema.....	2
2.2. Hipótesis.....	2
2.3. Objetivo general y específicos.....	3
2.3.1. Objetivo general.....	3
2.3.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Manufactura esbelta y la mejora de los procesos productivos.....	4
3.2. Técnicas de la manufactura esbelta.....	7
3.3. Investigaciones relacionadas.....	14
3.4. Estado del arte de los procesos productivos de la fabricación de asas dobles.....	16
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	18
4.1. Metodología de investigación a aplicar.....	18
4.2. Herramientas o instrumentos para utilizar.....	18
4.3. Definición de variables.....	21
CAPITULO V: DESARROLLO Y RESULTADOS.....	23
5.1. Descripción de situación actual del proceso productivo, indicadores.....	23
5.2. Identificación de desperdicios Lean a través de VSM. Costo Anual.....	25
5.3. Causa raíz de principal(es) desperdicio(s) y breve descripción.....	26
5.4. Propuesta de solución (Aplicación de técnicas Lean).....	30
5.5. Evaluación: técnica, económica, social y ambiental.....	35
5.6. Resultados y validación de la hipótesis.....	42
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Descripción y beneficios de las 5S's	9
Tabla 5.1. Identificación de desperdicios Lean	25
Tabla 5.2. Presupuesto económico de la propuesta	33
Tabla 5.3. Actividades con desperdicio por sobreproceso.....	38
Tabla 5.4. Flujo de fondos económicos, 2021 - 2025	39
Tabla 5.5. VAN económico	40
Tabla 5.6. Matriz de impactos ambientales	41
Tabla 5.7. Resultados VAN económico.....	42



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Principios del pensamiento esbelto	6
Figura 3.2. Técnicas de Lean Manufacturing	7
Figura 3.3 Pilares del TPM	11
Figura 3.4. Secuencia de pasos del SMED	13
Figura 3.5. Variación de producción de plástico en el 2018.....	17
Figura 4.1. Diagrama de Ishikawa	19
Figura 4.2. Curva de Pareto	20
Figura 5.1. Diagrama de operaciones para la elaboración de un asa doble	24
Figura 5.2. Mapa de Flujo de Valor	25
Figura 5.3. Diagrama Ishikawa del desperdicio “Sobrepreso”	26
Figura 5.4. Diagrama Ishikawa del desperdicio “Sobrepreso”	27
Figura 5.5. Cronograma de implementación	32
Figura 5.6. Diagrama de flujo original	36
Figura 5.7. Diagrama de flujo con la mejora	37
Figura 5.8. Stakeholders de la empresa	40

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se realizó un análisis de mejora enfocado en la empresa INDUPROM S.A.C., con el objetivo de determinar el impacto causado tras la aplicación de metodologías de manufactura esbelta al proceso de producción de asa dobles de la mencionada empresa.

En el capítulo I, se redacta la actividad principal de la empresa, la cual produce elementos de madera, metal y plásticos, lo cual brinda el panorama de los procesos a estudiar, la cual será el área de producción de asas dobles.

Por otro lado, en el capítulo II, se define el problema existente de la empresa INDUPROM S.A.C, identificando que el problema es el nivel de defectuosos, ya que afecta principalmente la calidad, la productividad y el aprovechamiento del tiempo .

Luego, en el capítulo III, se establece el marco teórico, donde se define las herramientas y las técnicas a emplear de la manufactura esbelta. Asimismo, se presenta las investigaciones relacionadas con la empresa, así como de la industria de plástico.

Además, en el capítulo V, se describe el proceso productivo, la cual incluye el diagrama de operaciones, así como el mapa de flujo de valor para posteriormente realizar el análisis de la causa raíz y finalmente proponer la solución más adecuada, haciendo la evaluación económica, social y ambiental.

Del mismo modo, en el capítulo VI se discuten los resultados de la solución propuesta en el capítulo V, analizando los costos anuales antes y después de haber aplicado la manufactura esbelta.

Finalmente, en el capítulo VII se realiza las conclusiones correspondientes a la mejora aplicada a través de la manufactura esbelta.

Palabras clave: Asas dobles, costo anual y 5S's.

ABSTRACT

In this work, an improvement analysis focused on the company INDUPROM S.A.C. was carried out, in order to determine the impact caused after the application of lean manufacturing methodologies to the double handle production process of the aforementioned company.

In Chapter I, the main activity of the company is written, which produces elements of wood, metal and plastics, which provides the panorama of the processes to be studied, which will be the production area of double handles.

On the other hand, in Chapter II, the existing problem of the company INDUPROM S.A.C is defined, identifying that the problem is the level of defectives, since it mainly affects quality, productivity and the use of time.

Then, in Chapter III, the theoretical framework is established, where the tools and techniques to be used in lean manufacturing are defined. It also presents the investigations related to the company, as well as the plastics industry.

In addition, in chapter V, the production process is described, which includes the operations diagram, as well as the value flow map to later carry out the root cause analysis and finally propose the most appropriate solution, making the economic evaluation. , social and environmental.

Similarly, Chapter VI discusses the results of the solution proposed in Chapter V, analyzing the annual costs before and after applying lean manufacturing.

Finally, in chapter VII the conclusions corresponding to the improvement applied through lean manufacturing are made.

Keywords: Double handles, annual cost and 5S's.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La empresa a la cual nos vamos a enfocar es INDUPROM S.A.C., una empresa productora que se encarga de producir diversos productos elaborados principalmente de madera, metal y hechos a base de plástico como polipropileno, polietileno y poliestireno. Esta empresa tiene como única sede la planta de producción ubicada en el distrito de Ate.

La empresa cuenta como se menciona con varios productos, no obstante, la línea a estudiar será la de plásticos, ya que el trabajo se enfocará en la producción de asas dobles.

La finalidad del presente trabajo de investigación es detectar cuál proceso para producir asas dobles, debido a que es el que tiene fallas y con esto poder aplicar la tecnología de la manufactura esbelta para poder solucionar dichas fallas.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

2.1. Planteamiento del problema

El problema por abordar en la empresa de INDUPROM S.A.C es la disminución del nivel de defectuosos, ya que actualmente constituye el 0,5% por lote de producción, siendo 80 unidades por lote de producción.

Las variables que se van a analizar en el trabajo se van a dividir en tres campos. En primer lugar, la calidad, este contempla una categorización de factores que debe tener el producto final para que pueda ser adquirido por el cliente evitando así la logística inversa y los costos esta deriva. Por ello, se consideró como parte de la variable al porcentaje de unidades rechazadas, el porcentaje de unidades reprocesadas y número de reclamos por mes.

En segundo lugar, la productividad, este campo se ve afectado principalmente por las unidades defectuosas ya que implica la utilización de más recursos para la obtención del mismo nivel de productos terminados. Por tal motivo, se analizará como parte la variable al tiempo de carga de la máquina, la cantidad de unidades esperadas y el tiempo unitario de inspección de las máquinas, con la finalidad de encontrar una adecuada optimización de los recursos a través de la manufactura esbelta.

Finalmente, los costos, este factor será medido mediante el aprovechamiento del tiempo de procesamiento para fabricar un asa doble, se medirá de manera de unidades monetarias. Asimismo, cuantifica los dos primeros factores, ya que a partir de los costos se puede analizar de indicadores y determinar un problema en la producción. Como parte de la variable, se analizará los costos referentes a la cantidad de productos terminados adicionales se pueden generar a comparación de la anterior.

2.2. Hipótesis

El uso de la manufactura esbelta en el proceso de producción de asas dobles beneficiará a la empresa, permitiendo así reducir los gastos y aumentar la productividad en el proceso.

2.3. Objetivo general y específicos

2.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto causado tras la aplicación de metodologías de manufactura esbelta al proceso de producción de asa dobles en la empresa INDUPROM S.A.C.

2.3.2. Objetivos específicos

- Encontrar los principales problemas en el proceso productivo, determinando el impacto que estas generan en el nivel de producción y merma.
- Identificar las áreas y procesos en los cuales se generan los desperdicios a fin de optimizar la utilización de materia prima.
- Determinar la metodología y las herramientas óptimas de manufactura esbelta para el correcto análisis de la manufactura esbelta.
- Proponer mejoras para optimizar y contrarrestar los problemas identificados en la problemática a fin de poder simular los posibles resultados y comparar los escenarios planteados.
- Realizar un estudio financiero, técnico, social y ambiental, el cual permita visualizar las mejoras aplicadas por la manufactura esbelta.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Manufactura esbelta y la mejora de los procesos productivos

Como sabemos, Lean Manufacturing está definido como una filosofía centrada a la optimización y mejora de los procesos productivos mediante la búsqueda de la eliminación o disminución de todas las actividades que no generan un aporte de ningún tipo de valor al proceso con el mínimo de recursos necesarios (Camara valencia, s.f.). En otras palabras, aquellas actividades que no añaden nada al cliente ni tampoco contribuyen de algún modo a acelerar o mejorar el proceso de producción.

Las actividades que no generan ningún tipo de valor están relacionadas a los denominados desperdicios, despilfarros o muda. Existen muchos tipos de estos desperdicios que deben ser monitoreados y minimizados a lo largo de toda la cadena de producción. A continuación, se presentan los más importantes y como deberían ser abordados según el portal web Lean Manufacturing Hoy (2017):

- *Sobreproducción:* Se hace referencia a “la producción no ajustada a la demanda” en donde se incluye, además productos que no son de interés para los consumidores. Es decir, en primer lugar, corresponde a la elaboración de productos por encima de la demanda. De igual manera, se le atribuye al esfuerzo de elaboración de un producto del cual no se tiene la certeza inmediata que será vendido. La sobreproducción genera costos adicionales.
- *Esperas:* Con esto se refiere a los tiempos muertos, tanto del personal como de la maquinaria. Siendo específicos, un desperdicio de espera viene comprende todo aquel tiempo en el cual las personas están detenidas, a la espera de que la etapa/proceso anterior envíe el entregable que le permita continuar con el proceso de manufactura.
- *Transporte:* Se entiende que el traslado de materiales, personas o documentos de un sitio a otro no añaden valor alguno a la empresa. Además, el transporte cuesta dinero, equipo, combustible o mano de obra por lo que habría que evitarlo. Este desperdicio toma mayor relevancia especialmente cuando la fábrica está alejada de los puntos de adquisición de la materia prima o el producto manufacturado está lejos del consumidor final. Por ello, es aconsejable que una planta o empresa debe

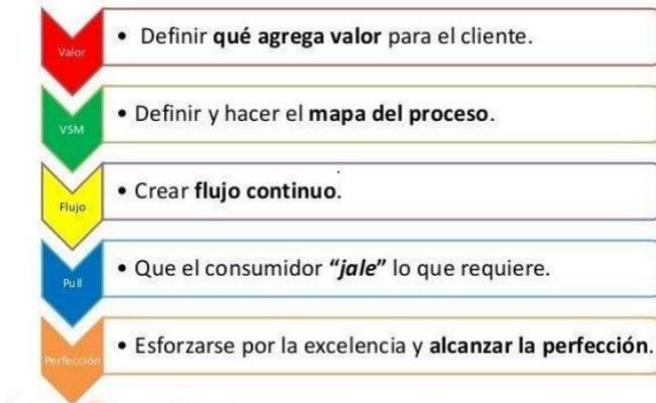
realizar un buen diseño y distribuir bien las localizaciones para evitar estos movimientos, además de limitar aquellos que no se pueden evitar.

- *Sobreprocesos*: Corresponde a todos los retrabajos asociados a un producto, que no cumplió el estándar de aceptación de calidad y debe ser procesado nuevamente, para que el resultado se encuentre dentro de los parámetros de calidad aceptables. Este desperdicio es originado cuando los procesos no son revisados ni optimizados, por tanto, acabamos haciendo o replicando acciones que, de ser analizadas y estar estandarizadas, serían innecesarias.
- *Inventario*: Abarca unidades obsoletas, material que no llega a utilizarse o maquinaria ocasionadas por la acumulación innecesaria de piezas o materia prima que se van sumando al inventario de manera aleatoria. Además, corresponde a los productos terminados que se encuentra en almacenaje, esperando a ser comprados. Por eso, el mantener inventario tiene como implicación un incremento en los costos y, por ende, al precio a los usuarios finales.
- *Movimientos*: Corresponde al tiempo invertido en poder mover la mercancía de un punto de fabricación a otro en todo el proceso de manufactura, en la medida que se disminuye este tiempo. los productos son fabricados en menor tiempo y, por ende, a menor costo. La principal causa es la aplicación de metodologías de trabajo poco eficientes y una deficiente automatización de tareas.
- *Defectos*: Corresponde a todos los productos que no cumplen con el estándar de calidad y al no poder ser reprocesados deben ser desechados, incrementando los costos de fabricación y por ende el precio del producto al consumidor final.
- *Potencial humano subutilizado*: Corresponde a aquel personal, que durante el proceso, se encuentra de alguna manera ocioso, bien porque no encuentra dónde encajan sus funciones o bien porque las mismas no se encuentran bien descritas.

Por otro lado, esta filosofía se rige bajo 5 principios claves, detallados, de la siguiente manera por el ingeniero Santa Cruz (2007):

Figura 3.1

Principios del pensamiento esbelto



Nota. Adaptado de D'Angello M, 2020

1. Definir que agrega valor desde el punto de vista del cliente: La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. Identificar la corriente de valor: Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. Crear flujo: Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor final.
4. Producir el "jale" del cliente: Una vez hecho el flujo, se es capaz de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
5. Perseguir la perfección: Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados que añadir eficiencia siempre es posible.

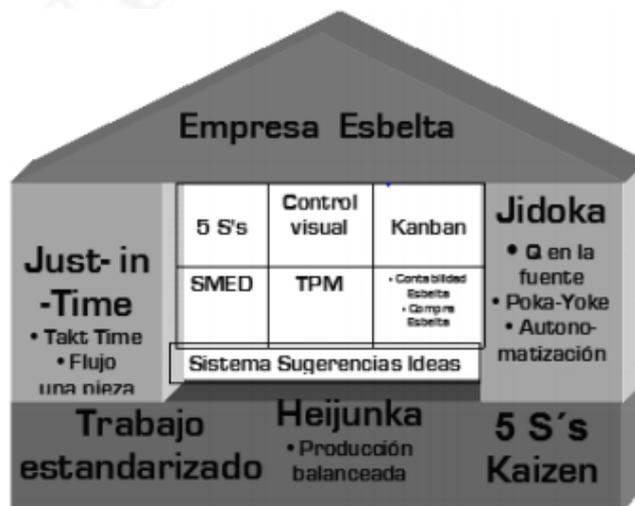
Una publicación de GianMarco D'Angelo M. (2020) en el portal web de Magenta: branding y planificación, nos permite señalar que el modelo de gestión esbelto o lean es un complemento a la implementación de la metodología de Six Sigma. Ambas pueden ser aplicadas de manera independiente, no obstante, sus objetivos son distintos, debido a que la Manufactura Esbelta se enfoca en la eliminación de desperdicios y la mejora continua y, por otro lado, la metodología de Six Sigma se encuentra enfocada en tener procesos estables que siempre produzcan los resultados esperados con 6 Sigmas de efectividad.

3.2. Técnicas de la manufactura esbelta

Las herramientas que utiliza la manufactura esbelta se pueden clasificar en: operativas y de seguimiento. Entre las operativas destacan: 5S, SMED, TPM y Kanban, mientras que las de seguimiento se encuentran Gestión visual y KTP's. Sin embargo, es que cada una de las técnicas de Lean Manufacturing son empleadas según el objetivo que se quiere llegar. Por ello, se puede relacionar al uso de una de estas técnicas con el deseo de reducir el efecto de los desperdicios ya mencionados anteriormente. En las siguientes líneas se abarcarán cada una de ellas con la finalidad de poder elegir la más adecuada para el presente trabajo de investigación.

Figura 3.2

Técnicas de Lean Manufacturing



Nota. Adaptado de Gestiopolis, Santa Cruz Ruiz, 2007

5S

Se utiliza generalmente para optimizar las condiciones de cada puesto de trabajo, aplicando para ello la limpieza, el orden y la organización. Consiste en eliminar todo aquello que el operario no necesita en su zona de trabajo, evitando así pérdidas de tiempo a la hora de buscar herramientas. Tiene como principal objetivo lograr un funcionamiento más eficiente y uniforme de los colaboradores dentro de la organización. Además, la implantación de una estrategia de 5Ss trae consigo ciertos beneficios como tiempos de respuesta reducidos, implantación de una cultura organizacional, una mayor calidad del

producto/servicio, incremento de la vida útil de los equipos y mayores niveles de seguridad en los procesos.

Para Karla Pinedo Mandujano de Gestipolis (2004), las 5's se pueden definir y traen consigo los beneficios que se señalan en el siguiente cuadro:



Tabla 3.1*Descripción y beneficios de las 5S's*

5Ss	Descripción	Beneficios
Seiri (Clasificar)	Consiste en retirar todos aquellos elementos que no son indispensables para la realización de actividades que realmente aportan valor, tanto en las áreas de producción como en áreas administrativas.	<ul style="list-style-type: none">- Liberar espacio útil.- Reducir tiempos de acceso al material, documentos, herramientas, otros.- Utilizar únicamente con lo esencial.- Organizar las herramientas de trabajo para permitir que los cambios se originen con el menor tiempo posible.- Eliminar elementos.- Permite eliminar la mentalidad de “Por si acaso”.
Seiton (Ordenar)	Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesario de modo que puedan ubicarse sin esfuerzo alguno. Es decir, permite la mejora de la visualización de los elementos de trabajo. Adopta estrategias como “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.	<ul style="list-style-type: none">- Facilitar el acceso y el retorno a su lugar de cada elemento rutinarios en el trabajo.- El aseo y la limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.- Eliminación de pérdidas por errores.- Lograr que los trabajadores tengan un mayor campo visual de los elementos de los equipos.- Mejora de la productividad global de la planta.

(continuará)

(continúa)

5Ss	Descripción	Beneficios
Seiso (Limpieza)	Significa eliminar el polvo y la suciedad de los elementos de una fábrica. Se identifican problemas de averías, fallos o defectos. Implica abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none">- Reduce el riesgo de que se puedan producir accidentes.- Se incrementa la vida útil del equipo al reducir el riesgo de deterioro por suciedad o contaminación.- Aumenta la eficiencia global de los equipos.- La calidad del producto se mejora y se evitan pérdidas por suciedad del producto y/o empaque.
Seiketsu (Estandarizar)	Pretende mantener la limpieza y organización luego de haber aplicado las 3's anteriores. Permite enseñar al operario a realizar normas con apoyo de la dirección para realizar las labores en óptimas condiciones de limpieza y de seguridad.	<ul style="list-style-type: none">- Los operarios aprenden a conocer el equipo utilizado.- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar los entornos limpios de forma permanente.- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la organización.
Shitsuke (Disciplina)	Consiste en evitar que los procedimientos y normas ya establecidos no se rompan. Vela por el respeto de dichos estándares y normas de preservación del trabajo impecable. Así como, comprender la importancia de este y disfrutar de sus beneficios.	<ul style="list-style-type: none">- Se crea una cultura de sensibilidad, cuidado y respeto por los recursos que la empresa ofrece a sus trabajadores.- La moral en el trabajo se incrementa.- Se incrementará la motivación y la satisfacción de los colaboradores con su entorno de trabajo, debido a lo atractivo del cambio.

Nota. Adaptado de Pinedo M, 2004

TPM

Es una herramienta de gestión de mantenimiento, diseñada con la finalidad de evitar las paradas en las máquinas a causa de una avería. Sus objetivos están enfocados hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Con la eliminación de los tiempos muertos se beneficia la productividad y de la misma forma se reduce el tiempo de ciclo. (Salazar López, 2019)

Son 7 los pilares bajo los cuales se rige el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y se describen a continuación:

Figura 3.3

Pilares del TPM



Nota. Adaptado de BSG Institute, Jonathan C.

Mejoras enfocadas. - Actividades desarrolladas con el propósito de mejorar la eficiencia global del sistema en general.

Mantenimiento autónomo. - Actividades no especializadas (inspecciones, lubricación, limpieza, ajustes menores, análisis de fallas).

Mantenimiento planificado. - Mejoramiento incremental y sostenible del sistema, con el propósito de lograr el objetivo de “cero averías”.

Mantenimiento de calidad. - Mejora y mantiene las condiciones de las instalaciones y equipos en un punto óptimo donde se alcance la meta de “cero defectos”.

Prevención de mantenimiento. - Planificación sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en la organización y reducir las probabilidades de averías y costos incurridos.

Mantenimiento de áreas de soporte. - Se debe reforzar las funciones administrativas y de apoyo mejorando su cultura y organización.

KANBAN

Kanban es un sistema que permite encontrar el punto de equilibrio óptimo en el proceso de producción entre proveedores y clientes. Se basa en el re-aprovisionamiento mediante señales que avisan en el momento en el que se necesita mayor cantidad de material.

Esta metodología usa como herramienta a las tarjetas Kanban, las cuales son un componente importante que señalan las necesidades de transportar materiales dentro de una fábrica o desde un proveedor. Esta tarjeta juega el rol de un mensaje o alerta que señala que hay una necesidad de productos, repuestos o inventario. El cual cuando se recibe, lanza el proceso de reposición de ese producto, repuesto o inventario. (Lean Manufacturing Hoy, 2013)

Sistemas de tres canastas: La primera canasta se encuentra ubicada en planta (el punto inicial de demanda), la segunda está en almacén de la empresa (el punto de control de inventario), y otra en la empresa proveedora. Estas canastas comúnmente poseen una tarjeta extraíble que contiene los detalles del producto y otra información relevante, la clásica tarjeta kanban.

Sistemas de Kanban electrónicos: Actualmente se han implementado diversos sistemas electrónicos de kanban o sistemas e-kanban. Estos sistemas que van de la mano con las nuevas tecnologías brindan soporte al eliminar problemas comunes como errores humanos de registro manual o tarjetas perdidas. Los e-kanban pueden ser integrados en sistemas ERP, de esta manera permiten la señalización de la demanda en tiempo real a través de la cadena de suministro, además de una mejor visibilidad.

SMED

Según el blog de Progressa Lean (2014), esta es una técnica cuyo principal objetivo es reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías.

Esta reducción de tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de dos maneras:

- Para incrementar el OEE y la Productividad. Manteniendo tanto la frecuencia de cambio de las referencias como el tamaño de los lotes.
- Para reducir el stock en proceso. Incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el tamaño de los lotes.

Figura 3.4

Secuencia de pasos del SMED



Nota. Adaptado de ProgressaLean, 2014

POKA YOKE

Es una de las herramientas de Lean Manufacturing más populares, su nombre de origen japonés en español significa a “prueba de errores”. Permite detectar errores y prevenirlos en el proceso productivo. Su principal objetivo es el de conseguir finalizar el proceso con cero defectos. Defectos, que de detectarse en una etapa de inspección de calidad posterior y luego corregirlos resulta muy caro.

Por ello, una publicación de la universidad ESAN (2018) en su portal web, señala que esta herramienta nos brinda dos tipos de dispositivos Poka-Yoke, que consisten en:

Dispositivo de advertencia: Advierte al usuario que cometió una falta por medio de una notificación o alarma.

Dispositivo de control: Detiene el proceso o el funcionamiento de una máquina si se ha cometido un error. Es recomendado cuando dicha equivocación pone en riesgo al empleado o bien al usuario o cliente final del producto o servicio que se esté desarrollando.

CONTROL VISUAL

También llamados sistemas “Andon” (de significado señal o linterna) son ayudas visuales que resaltan el lugar donde es necesario intervenir. Entre sus propósitos principales están facilitar la toma de decisiones y la participación del personal. De igual manera, nos ofrece un sinnúmero de información sobre el cómo la labor de los trabajadores puede influir en los resultados organizacionales, de esta manera se permite un mayor control sobre las metas. En este sentido, el control visual ayuda a empoderar y motivar mediante la información a los trabajadores dentro de un entorno laboral. Entre algunos ejemplos de este tipo de sistemas, se encuentran: las alarmas, lámparas de colores, tableros, lecciones de punto, listas de verificación, etc. (Geinfor, 2020)

3.3. Investigaciones relacionadas

Estrella, O., & Fuentes, L. (2020). Propuesta de mejora para reducir los productos no conformes en una empresa de plásticos, utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

Esta tesis presenta un diagnóstico de la situación actual del entorno internacional y nacional del sector de plásticos. Según la revista MundoPlast se observa un crecimiento de la producción a lo largo del tiempo, además del año 2000 al año 2018 se incrementó aproximadamente un 83% y la producción se concentra en Asia con un 50,1% del total de la producción. En el caso del ámbito nacional, la producción aún continúa en crecimiento, pues en el primer cuatrimestre del 2019, la producción de plásticos creció en 4,2% respecto al mismo periodo del año anterior.

Asimismo, a pesar del crecimiento de la producción en el Perú, existe una problemática, pues se evidencia un decreciente aporte en el PBI. Según el secretario Nacional de Industrias y presidente del Comité de Plásticos, Jesús Salazar (2018), “Las empresas del rubro plástico han presentado considerables pérdidas, debido a que se vive

una época de constante cambio”. El problema principal que se encuentra es el incremento de productos no conformes que no cumplen la calidad requerida.

Los principales problemas que se encontró fue que el producto no cumple el estándar de calidad, alto índice de productos no conformes, cuyas causas se debe a instalaciones inadecuadas, desajustes y paradas de máquina y ambientes de trabajo fuera de condiciones óptimas. Para contrarrestar y eliminar esto, se optó por el uso de herramientas como SMED, TRM, 5S y un plan de capacitación, las cuales se justifican mediante una evaluación técnica y económica.

Coloma Querol, D. (2019). Proyecto de mejora de los indicadores de Gestión de una planta de producción de plásticos mediante herramientas LEAN MANUFACTURING.

Esta tesis se centra en la descripción del funcionamiento actual de una empresa valenciana líder en el sector de inyección de plásticos. La empresa cuenta con 5 plantas de fabricación y en cada una de ellas se identificará los problemas presentes. Asimismo, se implementará herramientas para lograr su correcto funcionamiento como la organización de personas en GAPS, la técnica SMED, estandarización de procesos, 5S y una cultura Kaizen como la base global de la metodología de mejora continua.

Posteriormente a la implementación de las herramientas, se realizarán autorías periódicas y un seguimiento del cumplimiento de los indicadores para poder garantizar el sistema Lean Manufacturing. Para lograr la implementación se contará con la participación de jefes de planta, operarios de planta y operarios de funciones de soporte. Finalmente, se cuantificarán los beneficios en la empresa a nivel económico y organizativo.

Benítez, E. Y. (2012). Desarrollo de la herramienta 5 S's de Lean Manufacturing en el área de inyección preformas de Iberplast S.A.

Esta investigación se desarrolló con la finalidad de que la empresa IBERPLAST busque nuevos métodos y herramientas que le permitan crear un factor diferenciador para poder competir en el mercado y poder expandirse de manera nacional e internacional, para lo cual aplicará la herramienta 5 S en el área de inyección.

Según el análisis realizado al proceso de la empresa, a través de censos al personal y fotografías del área de trabajo, se evidenció los problemas como desorganización, desorden, suciedad e inseguridad; teniendo como causas principales un personal sin capacitación, falta de auditorías, y falta de programas de limpieza y mantenimiento en el área de inyección, así como en las máquinas.

La aplicación de las 5 S se basó en una secuencia: lanzamiento de programa, organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Finalmente, se realizó auditorías para medir y analizar los resultados, los cuales después de la implementación presentan un nivel de cumplimiento de los índices.

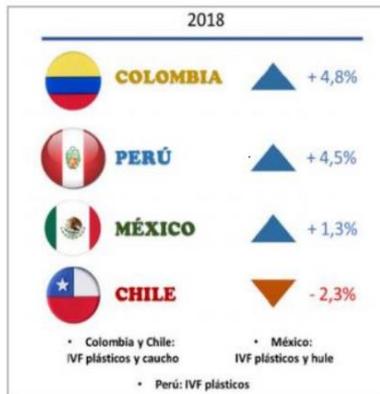
3.4. Estado del arte de los procesos productivos de la fabricación de asas dobles

En los últimos años la industria del plástico se vi presionada, ya que se encuentra relacionada directamente con la contaminación ambiental, específicamente a los plásticos de un solo uso y debido a este hecho, algunos gobiernos tomaron medidas para disminuir el uso del plástico (impuestos de consumo o comercialización, prohibición parcial). En Latinoamérica, a pesar de panorama actual y las campañas para reducir el uso de plástico en la región, la industria crece continuamente, ya que años tras año se presenta un aumento de las exportaciones e importaciones, en el 2018 se produjo un aumento de 9% en exportaciones y 9,5% en importaciones (a excepción de Chile que redujo 2,3%).

Sin embargo, en Latinoamérica, a pesar de panorama actual y las campañas para reducir el uso de plástico en la región, la industria crece continuamente, ya que años tras año se presenta un aumento de las exportaciones e importaciones, en el 2018 se produjo un aumento de 9% en exportaciones y 9,5% en importaciones (a excepción de Chile que redujo 2,3%).

Figura 3.5

Variación de producción de plástico en el 2018



Nota. Adaptado de *Mundo Plast*, 2018

En el caso del entorno nacional en el sector plástico, durante los últimos años se sostuvo un crecimiento y el principal sector que demanda los productos de plástico es el de construcción (22%) seguido por el sector comercio (13%) y posteriormente por la industria que fabrica productos de plástico (9%). Asimismo, en el caso de exportaciones, en el 2018 se registró un crecimiento en el ámbito de exportaciones y en el caso de importaciones, en la última década presentó un crecimiento notable. De manera contraria según el PBI, el sector manufacturero (donde se encuentra la producción del plástico) disminuye a su aporte respecto a los demás sectores.

Según la tesis Propuesta de mejora para reducir los productos no conformes en una empresa de plásticos, utilizando herramientas de Lean Manufacturing, el problema se debe, según un análisis macro, al incremento de productos no conformes, para lo cual se tiene que revisar toda la cadena productiva y su correcto funcionamiento.

En el presente trabajo se planea aplicar la Manufactura Esbelta para generar valor y reducir o eliminar los desperdicios en la cadena de suministros de la producción de asas dobles en la empresa INDUPROM S.A.C. con una adecuada gestión de los recursos (materia prima, maquinaria, mano de obra, proveedores) a través del uso de herramientas (5S, CANVAS, SMED, etc.) con la finalidad de reducir productos no conformes, lograr la eficiencia en el proceso productivo y adaptarse a las nuevas exigencias del mercado.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Metodología de investigación a aplicar

La metodología de investigación a emplear en el presente trabajo de investigación es el método científico, puesto que, bajo esta metodología se busca la obtención de nuevos conocimientos en la solución de problemas del proceso de producción, empleando la observación, experimentación y análisis.

También se emplearán estudios cuantitativos y cualitativos para la recopilación de información relevante que contribuya a cumplir con los objetivos planteados en el trabajo de investigación.

Finalmente, dada la situación actual en el país solo se realizará una entrevista al Gerente General de Calidad para la recopilación de información cualitativa debido a sus años de experiencia en el área de calidad, asimismo, para la recopilación de información cuantitativa se le solicitará datos con variables relevantes.

4.2. Herramientas o instrumentos para utilizar

Las herramientas por emplear en el presente trabajo de investigación son seleccionadas de acuerdo con las ventajas que estas contribuirán a cumplir con los objetivos planteados. Además, estas herramientas en general tienen como objetivo una correcta administración de recursos disminuyendo la mayor cantidad de desperdicios.

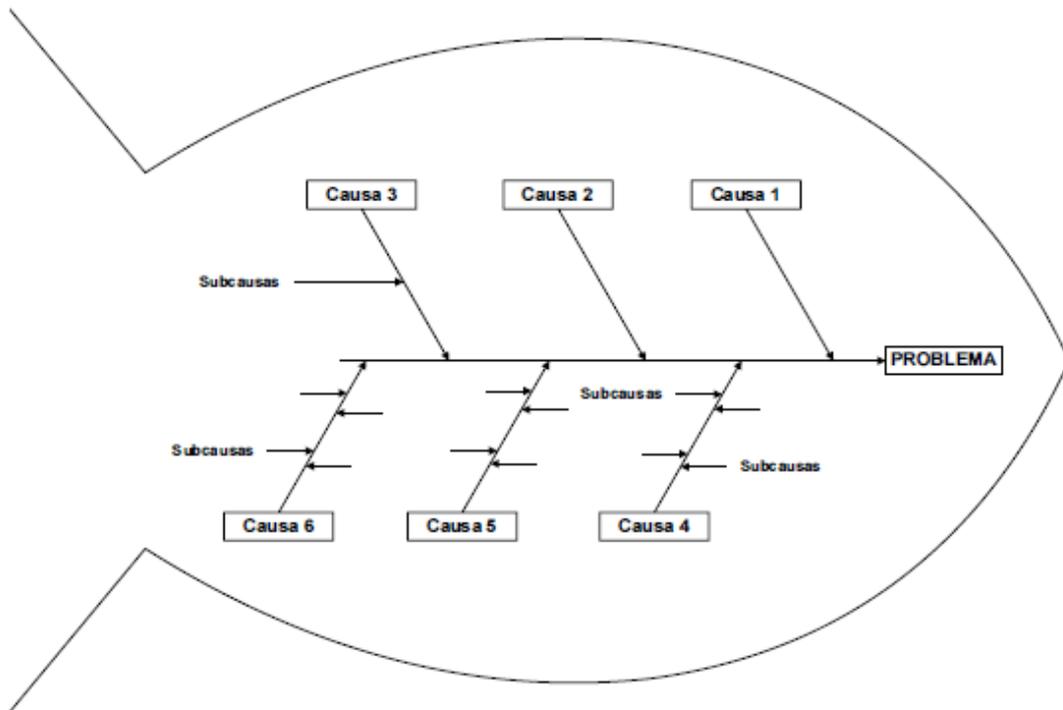
Diagrama de causa efecto

El objetivo de esta herramienta es facilitar la solución de problemas, enfocándonos en los síntomas (causas raíces) principales de los problemas. Estas causas raíces se agrupan por lo general en seis aspectos: medio ambiente, medios de control, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos de trabajo. Asimismo, estas causas raíces se llenan de información recopilada de una sesión de “lluvia de ideas” de un problema de la empresa. (Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2020, pág. 66)

En la siguiente figura 4.1 se muestra el esquema del Diagrama de causa – efecto o diagrama de Ishikawa.

Figura 4.1

Diagrama de Ishikawa



Nota. Adaptado de Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2020

Curva de Pareto

El objetivo de esta herramienta es determinar las causas raíces principales que tienen un mayor impacto negativo en el problema. Bajo esta metodología se permite clasificar los elementos (causas raíces) en clases, la clase A contiene cerca del 20% de los elementos y el 80% de impacto. En el otro extremo la clase C, que contiene cerca del 50% de los elementos y solo un 5% de impacto. Con la clase intermedia "B" contiene cerca del 30% de los elementos y un impacto del 15%. Luego de la clasificación se sugiere administrar los recursos en los elementos de la clase A, puesto que son elementos que tienen un impacto negativo del 80% en la organización. (Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2020, pág. 67)

La curva de Pareto ofrece las siguientes ventajas:

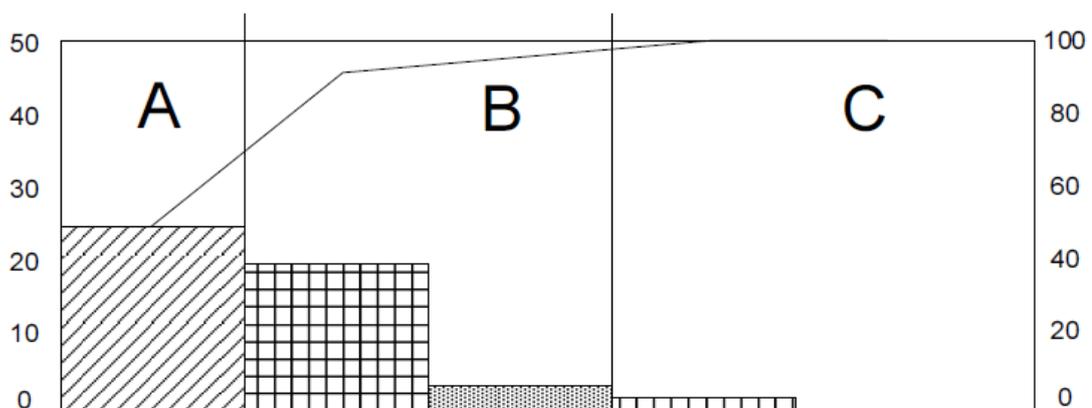
- ✓ Saber que elementos son prioritarios y dirigir hacia estos nuestros esfuerzos.
- ✓ Planear una mejora continua a la causa raíz del problema.
- ✓ Las gráficas de Pareto son especialmente valiosas como fotos de “antes y después”, para demostrar qué progreso se ha logrado. Como tal, la gráfica es una herramienta de análisis sencilla pero poderosa. (Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2020, pág. 68)

Para la aplicación se deben realizar los siguientes pasos:

1. Registrar los problemas o defectos de una organización
 2. Ordenar los elementos cuantificados de mayor a menor
 3. Totalizar los datos
 4. Calcular el porcentaje de cada elemento en función al total
 5. Clasificar los puntos sobre un eje de coordenadas, donde:
 - (X) % acumulado de elementos
 - (Y) % acumulado de impacto del elemento
 6. Trazar la curva
 7. Dividir la curva en 3 zonas, A, B y C.
 8. Analizar el comportamiento de la curva y seleccionar los elementos de la zona A.
- (Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2020, pág. 68)

Figura 4.2

Curva de Pareto



Nota. Adaptado de Bonilla, Díaz, Kleeberg, & Noriega, 2020

4.3. Definición de variables

Calidad

- Porcentaje de unidades rechazadas
 - Con esta variable se mide la cantidad de cucharas en unidades que tienen defectos.
- Porcentaje de unidades reprocesadas
 - Con esta variable se mide la cantidad de cucharas en unidades que se reprocesan por no cumplir con la funcionalidad del producto.
- Número de reclamos por mes
 - La cantidad de reclamos por mes debido a la disconformidad de la funcionalidad del producto.

Productividad

- Tiempo de carga de la máquina
 - El tiempo en segundos que se demora en cargar la materia prima e insumos a la máquina.
- Cantidad de unidades esperadas
 - La cantidad de cucharas en unidades que se produce de acuerdo con lo planificado.
- Tiempo unitario de inspección de las máquinas
 - El tiempo en segundo que se demora el operario en verificar que la máquina no presente defectos o averías.

Oportunidad

- Pedidos entregados a tiempo / pedidos totales
 - Indicador que mide el cumplimiento de promesa de entrega expresado en porcentaje.
- Porcentaje de despachos retrasados
 - Indicador que mide la cantidad de despachos con retrasos con respecto al total de despachos planificados, expresado en porcentaje.
- Entregas a tiempo por parte de los proveedores de la empresa

- Cantidad de veces en unidades que el proveedor a entregado a tiempo las materias primas, insumos, materiales, etc.
- Porcentaje de pedidos urgentes atendidos
- Indicador que mide la capacidad de reacción de la empresa con respecto a los pedidos urgentes que son atendidos con respecto al total de pedidos urgentes, expresado en porcentaje.



CAPITULO V: DESARROLLO Y RESULTADOS

5.1. Descripción de situación actual del proceso productivo, indicadores

Pesado:

Para empezar, se busca extraer estos dos materiales de las bolsas, polipropileno y pigmento. Dichos materiales se pesan con el uso de una balanza. El peso es establecido por el cliente.

Mezclado:

Una vez pesados los materiales pasan al lugar de mezclado. Los materiales deben tener una proporción ya definida por la empresa que es de diez gramos de pigmento por cada kilo de polipropileno. Este proceso dura aproximadamente un minuto.

Inyectado:

El material que ya fue mezclado pasa a ser ingresado por la parte superior de una máquina inyectora. Esta máquina se encarga de calentar la mezcla e insertarla en los moldes ya establecidos de asa doble. Dicha máquina cuenta con una capacidad de producción de seis piezas cada veinte segundos. No existe un reproceso por ende los productos que salen defectuosos pasan a otra área para ser usados en otros productos.

Rebabado y cortado:

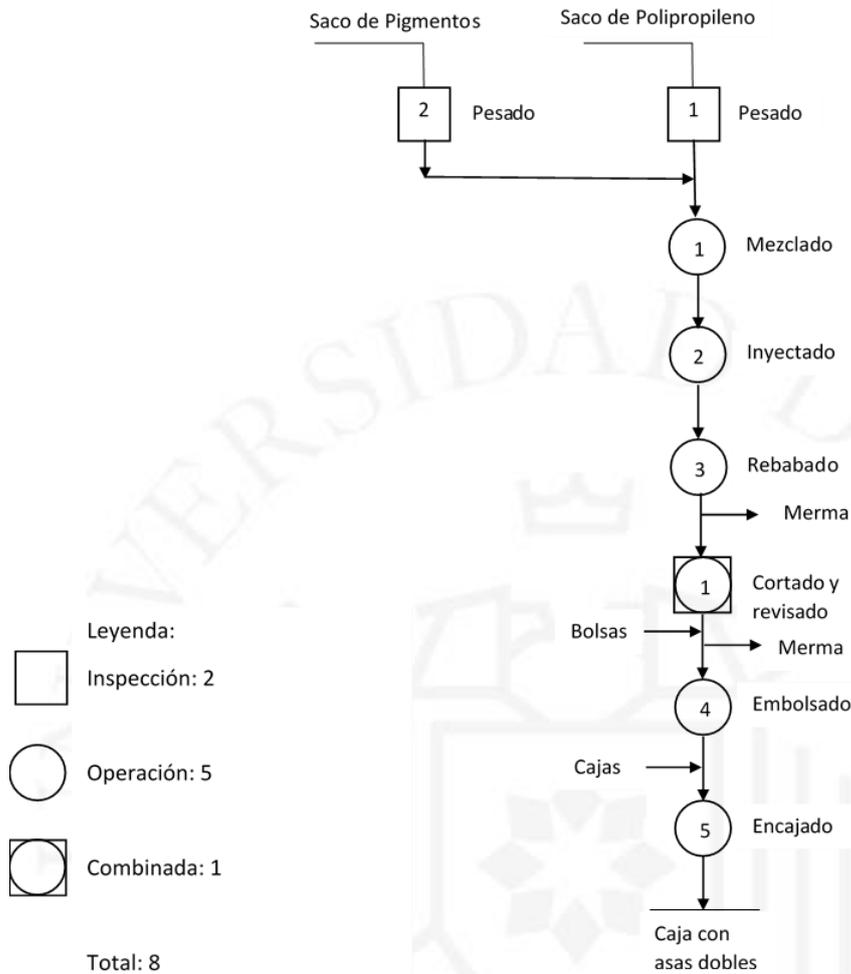
Esta área se encarga de cortar las asas que han salido del molde. El objetivo es retirar el filo de las asas mediante el uso de una cuchilla y después se corta una pequeña parte con un alicate especial. El producto que sale de esta área es un asa con un peso de nueve gramos.

Embolsado y encajado:

Al final dichas asas ya cortadas y rebabadas se transportan al área de embolsado y encajado. Aquí se llenan las bolsas con un promedio de triente kg asas. Estas bolsas se insertan en cajas para luego ser selladas y etiquetadas para ser transportadas al almacén de productos terminados.

Figura 5.1

Diagrama de operaciones para la elaboración de un asa doble



Los indicadores que se van a tomar en cuenta para el proceso de producción de un asa doble son cuatro. El primer indicador que analizaremos es el de la calidad del producto terminado, actualmente la empresa tiene un total de 80 defectuosos por cada lote de productos terminados. El segundo indicador que vamos a analizar es el de mejorar el rendimiento de la producción de la empresa, la máquina que se encarga en producir la asa doble que es una máquina inyectora se demora aproximadamente 3.33 segundos por asa doble; es decir que en una hora produce 1250 asas dobles.

5.2. Identificación de desperdicios Lean a través de VSM. Costo Anual

Figura 5.2

Mapa de Flujo de Valor

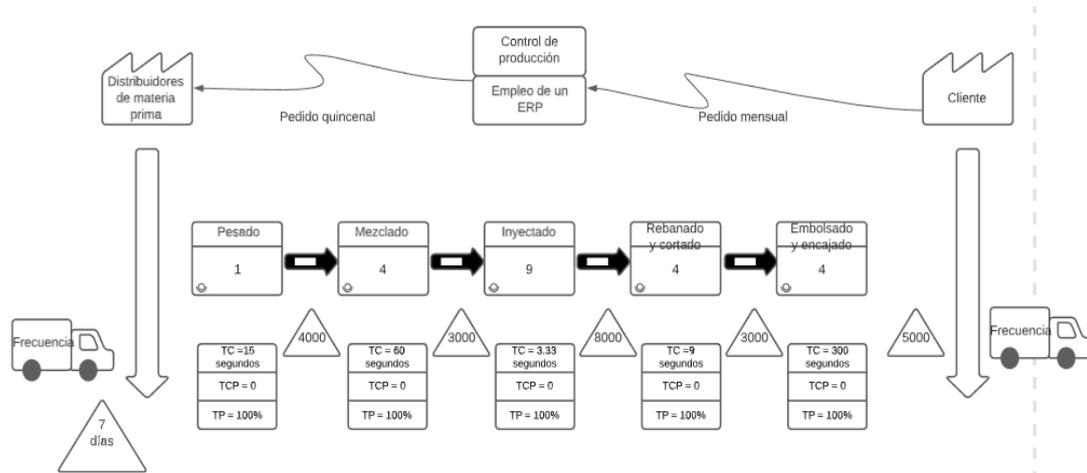


Tabla 5.1

Identificación de desperdicios Lean

ETAPA	ACTIVIDAD	DESPERDICIO LEAN	COSTO ANUAL
Almacenaje	Limpieza y orden de almacén de materia prima	Sobreprocesos	S/ 12 000
	Altos costos de almacenaje de productos terminados	Inventario	S/ 12 000
Proceso de inyección	Máquina inyectora aplica más golpes de los necesarios	Sobreproceso	S/ 24 000
Control de calidad	Preparación de pedidos solicitados (mayor peso)	Sobreproducción	S/ 48 000
Comunicación en la empresa	Comunicación oral entre las áreas de la empresa	Sobreproceso	S/ 20 000
Despacho de pedidos	Incumplimiento de algunos pedidos	Defecto	S/ 32 000

Costo anual:

El costo de desperdicio anual es la cantidad de unidades defectuosas por el precio unitario de cada asa doble, el cual es S/ 0,17 incluido IGV.

5.3. Causa raíz de principal(es) desperdicio(s) y breve descripción

Se eligieron los 2 principales desperdicios (sobreprocesos y defectos) en base a ellos se realizó un análisis de causas raíz con ayuda del diagrama Ishikawa

Figura 5.3

Diagrama Ishikawa del desperdicio “Sobreproceso”

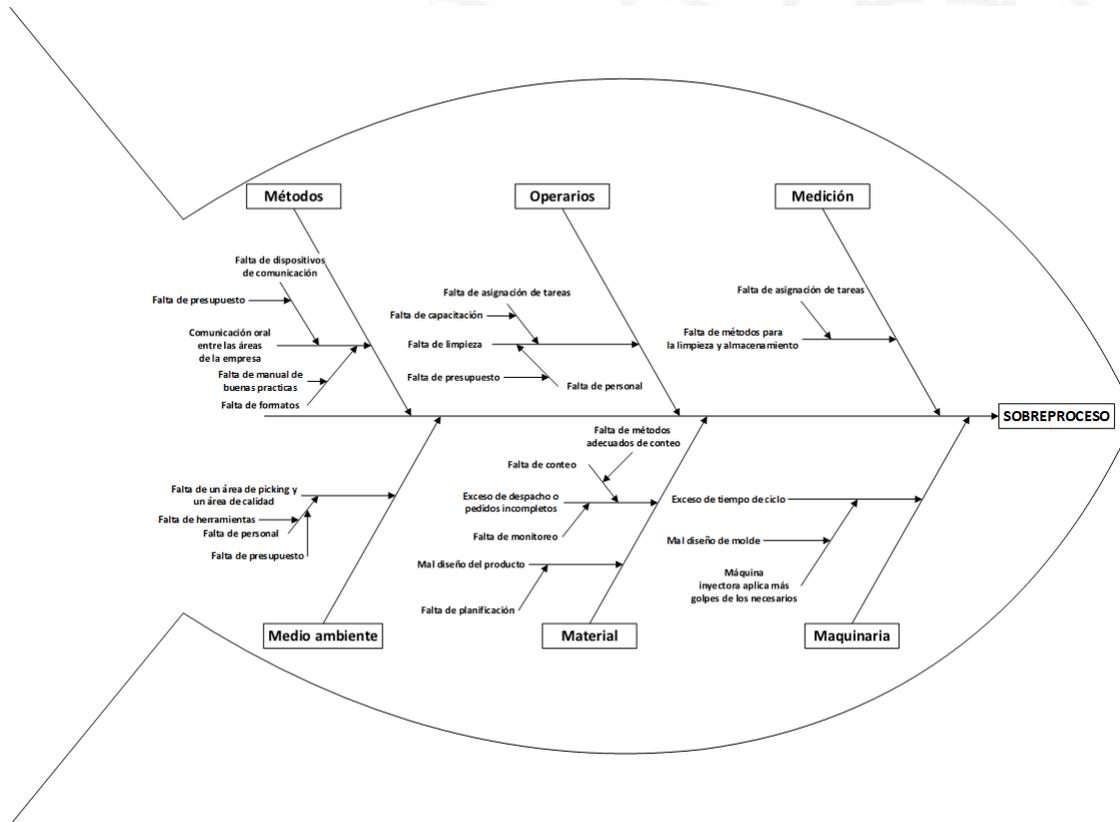
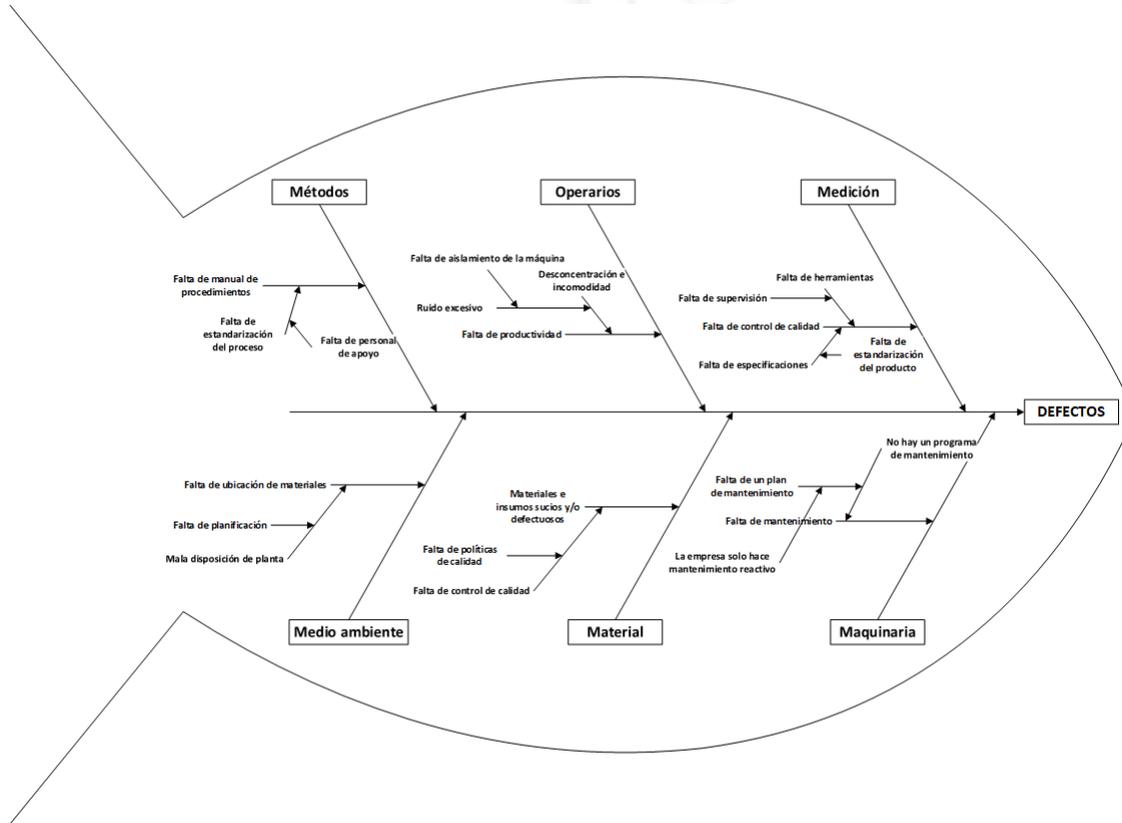


Figura 5.4

Diagrama Ishikawa del desperdicio “Sobreproceso”



A continuación, se listan las 5 principales causas raíz que se lograron identificar luego de haber hecho el análisis causa-efecto:

1. **Falta de métodos adecuados de conteo:** Actualmente las órdenes de los clientes son despachados únicamente guiándose a través de una estimación en base al peso del producto y, así que, la empresa para no enviar pedidos incompletos, con cada orden que llega agrega 10 kg de producto terminado a la misma, con tal de que el cliente reciba su pedido completo y no se de este tipo de situaciones. Por ello, en el intento por hacer entregas completas, la empresa descuida el hecho de que están regalando un exceso de producto, que promueve la producción de mayor cantidad de producto (sobreproducción) para satisfacer en exceso la demanda. Esto se traduce, evidentemente, en pérdidas económicas y afecta el exceso de recursos productivos como horas-hombre, materiales y dinero. A largo plazo, esta situación se convierte en totalmente insostenible, sin mencionar el hecho de que, a veces, los clientes de la empresa cuentan planifican sus niveles de inventario, con lo cual únicamente cuentan con disponibilidad para aceptar lo solicitado a la empresa.
2. **Mal diseño del molde:** El diseño del molde no permite que la máquina inyectora realice un cierre apropiado al momento del moldeo. Además, que la pieza no está diseñada para aminorar en todo lo posible los cambios bruscos de sección transversal que merman la eficiencia de la máquina. De igual manera, está vulnerable a algunos de los problemas más frecuentes como lo son el halado y alabeo que disminuyen la disponibilidad de las máquinas inyectoras, también dicho diseño influye en la cantidad de golpes que debería dar la máquina inyectora para poder moldear el producto sumado al hecho de que actualmente se encuentra con un alto desgaste, la no renovación del molde solo incrementa las probabilidades de generar fallas en el producto y, además aumenta el tiempo de operación requerido para una misma cantidad de producto.
3. **Falta de mantenimiento preventivo:** La empresa no cuenta con un plan y un programa de mantenimiento. Además, el tipo de mantenimiento que aplican es, en su mayoría, reactivo, dejando de lado el mantenimiento preventivo de su maquinaria, el cual favorece, en gran medida, a la disponibilidad de las máquinas y menores defectos en el producto. Por ello, cuando se da una falla de la maquinaria, la empresa se debe contratar los servicios de un tercero y hacer la

orden de compra de los repuestos, los cuales al necesitar ser importados dejan a la empresa con una menor capacidad de afrontar sus pedidos y de forzar a que las restantes máquinas actúen a tope para suplir esa pérdida. La falta de planificación y falta de compromiso con una cultura de mantenimiento solo conllevan a posibles averías futuras, disminución de la vida útil de sus activos y pérdida de capacidad y nivel de servicio.

4. **Falta de manual de buenas prácticas:** Se carece de un procedimiento estandarizado para llevar a cabo las operaciones de la empresa. No se manejan documentos, formatos para tener una comunicación más efectiva y que, a su vez, pueda haber un registro que brinde trazabilidad ante cualquier problema. Es decir, cada vez que llega una orden de pedido, el departamento de ventas recepciona el pedido y luego se lo comunica al jefe de planta a través del boca a boca, para que este último encargue la orden a los operarios. Durante el proceso de producción, en ningún momento, se lleva registro de los recursos que se vienen utilizando, ni de los parámetros que se deben mantener tanto de operación como de calidad del producto, lo cual dificulta tomar acciones preventivas para minimizar la ocurrencia de defectos y defectuosos.
5. **Falta de presupuesto para un área de picking y calidad:** No se cuenta con un presupuesto destinado a identificar las áreas que carece la empresa, pero que son necesarias para evitar mayores pérdidas y brindar un mejor nivel de servicio. La falta de interpretación de estas necesidades sumado al no establecimiento de un presupuesto destinado a cubrir las necesidades de oportunidades de mejora urgentes no permite que la empresa pueda controlar la variabilidad de sus productos y procesos, así como las pérdidas generadas por estas mismas. En primer lugar, pasa la urgencia de un área de picking que pueda verificar las cantidades de los pedidos a fin de entregarlos completos sin excesos ni ausencias. Por otro lado, contar con un área de calidad, ante las exigencias actuales, así como, la fuerte competitividad del mercado amerita tener un control estricto de las especificaciones del producto y que la variabilidad de ellas, sean las más esbeltas posibles con el único fin de aportar mayor valor y seguridad a los clientes.

5.4. Propuesta de solución (Aplicación de técnicas Lean)

Detalles técnicos de la propuesta (5W, 1H)

Partiendo de las causas raíz mencionadas anteriormente, se elegirá la causa raíz de falta de métodos adecuados de conteo, ya que como se mencionó, se incurre en costos extra por falta de precisión del peso de los productos.

- **WHAT (¿Qué se quiere mejorar?)**

Reducir el nivel de pedidos incompletos, a fin de evitar añadir 10 kg más a la orden del cliente, reduciendo las pérdidas que estas generan, para lo cual se aplicará la metodología TPM, la cual asegurará la limpieza de la zona de trabajo y el mantenimiento de las máquinas, para minimizar los desperdicios y aumentar la calidad.

- **WHY (¿Por qué se quiere mejorar?)**

La falta de mantenimiento preventivo implica un costo muy alto para la empresa, ya que involucra que las máquinas trabajen al tope de su capacidad, lo cual genera un mayor desgaste en las mismas. Por otro lado, la falta de un método de conteo genera que la empresa entregue más material de lo solicitado por el cliente.

- **WHEN (¿Cuándo se quiere mejorar?)**

Programar la implementación de la metodología de manufactura esbelta involucraría la capacitación del personal, a fin de garantizar la calidad del proceso y por ende del producto, por lo cual se concluye que se aplicaría dichas metodologías a dos meses de iniciado la capacitación.

- **WHERE (¿Dónde se va a mejorar?)**

La mejora se hará en todo el proceso de producción, empezando por la maquina inyectora. Cabe destacar que existen dos máquinas inyectoras, las cuales producen 6 y 8 asas dobles

por 20 segundos. Asimismo, la limpieza se hará en la zona de producción de asas dobles y se organizará dicha zona para contar con lo necesario para la producción y no incurrir en desperdicios.

- **WHO (¿Quién lo va a mejorar?)**

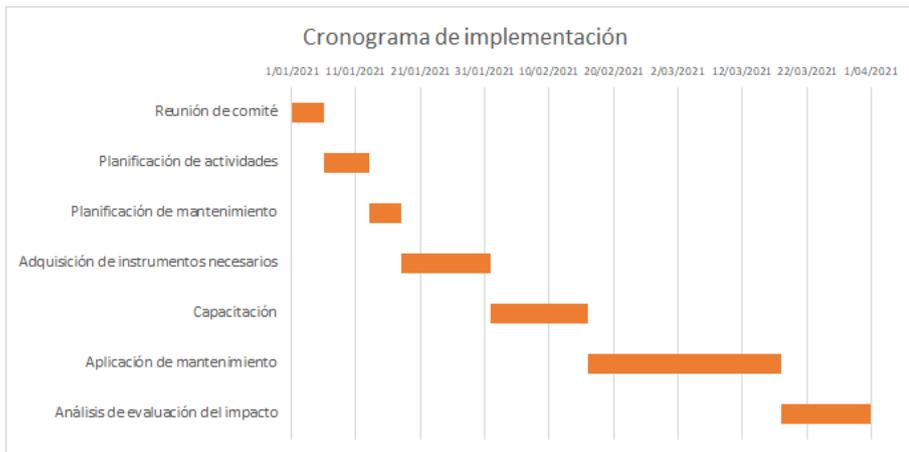
Debido a que actualmente no existe un área de mantenimiento, se debe destinar un equipo capacitado para el mantenimiento de la inyectora, principalmente, y de las otras máquinas, para garantizar el balance de la producción y estabilizar el proceso de producción de asas dobles.

- **HOW (¿Cómo lo van a mejorar?)**

Como se mencionó, en primer lugar se aplicará la herramienta TPM para poder contar con disponibilidad de las máquinas, para cual será necesario elaborar un programa de mantenimiento anual, la cual estará conformado por 1 mantenimiento mensual de la inyectora, principalmente, cabe destacar que con esta propuesta se buscará reducir el mantenimiento reactivo y el uso de las otras máquinas en su máxima capacidad, este mantenimiento preventivo se realizará los días domingos, días en el cual la máquina no se encuentra operativa. Asimismo, se debe capacitar a un grupo de operarios, el cual estará conformado por un experto técnico en mantenimiento, esto para que los operarios realicen los mantenimientos preventivos menores (calibración, limpieza, inspección) en un tiempo de 10 minutos por cada turno.

Figura 5.5

Cronograma de implementación



Presupuesto económico para implementar propuesta

Para la propuesta de la implementación del TPM se tomará en consideración el plan de actividades, a continuación, se detallarán los recursos necesarios para la realización de cada actividad de manera correcta y óptima.

Tabla 5.2*Presupuesto económico de la propuesta*

Actividad	Recursos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Reunión de comité	Gerente General	Horas	1.00	41.67	41.67
	Jefe de Producción	Horas	1.00	20.83	20.83
Planificación de actividades	Gerente General	Horas	1.50	41.67	62.50
	Jefe de Producción	Horas	1.50	20.83	31.25
	Informe de planificación	Copias	1.50	0.15	0.23
Planificación del mantenimiento	Gerente General	Horas	1.00	41.67	41.67
	Jefe de Producción	Horas	1.00	20.83	20.83
	Experto técnico de mantenimiento	Horas	1.00	120.00	120.00
	Informe de planificación	Copias	60.00	0.15	9.00
Adquisición de instrumentos necesarios	Franela	Unidad	416.00	5.00	2,080.00
	Escoba	Unidad	4.00	25.00	100.00
	Recogedor	Unidad	4.00	34.00	136.00
	Aceite y lubricante	Litros	12.00	200.00	2,400.00
	Kit de herramientas	Unidad	1.00	850.00	850.00

(continuará)

(continúa)

Actividad	Recursos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Capacitación	Gerente General	Horas	1.00	41.67	41.67
	Jefe de Producción	Horas	1.00	20.83	20.83
	Experto técnico de mantenimiento	Horas	1.00	120.00	120.00
	Operarios (12)	Horas	12.00	3.88	46.50
	Alquiler equipo multimedia	Horas	1.00	250.00	250.00
	Alquiler de sillas	Unidad	15.00	10.00	150.00
Aplicación del mantenimiento	Operarios (12)	Horas	624.00	3.88	2,418.00
	Experto técnico de mantenimiento	Horas	104.00	250.00	26,000.00
	Lista de actividades	Copias	24.00	0.15	3.60
	Informes de trabajo	Copias	24.00	0.15	3.60
Análisis y evaluación del impacto	Gerente General	Horas	2.00	41.67	83.33
	Jefe de Producción	Horas	2.00	20.83	41.67
	Informe de evaluación del impacto	Copias	12.00	0.15	1.80
COSTO TOTAL:					35,094.98

5.5. Evaluación: técnica, económica, social y ambiental

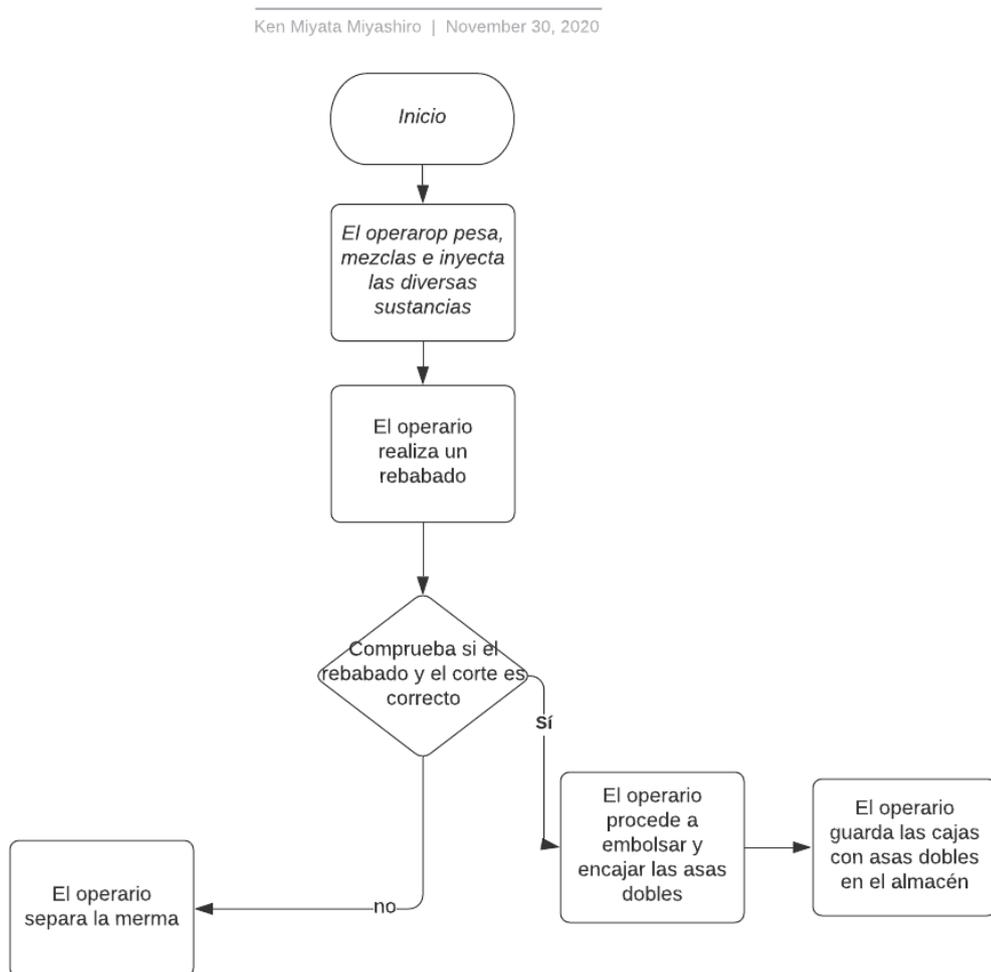
Técnica

Con respecto a la evaluación técnica es necesario definir que el proceso que se busca mejor es el proceso de inyección. Actualmente la máquina inyectora con la que cuenta la empresa tiene un tiempo de producción de 3.33 segundos por asa doble como se mencionó anteriormente, esta máquina realiza asas dobles, pero de un peso de 9 gramos. Esta máquina tiene una productividad de 1250 asas dobles por hora hombre. Una manera de mejorar la calidad y mejorar el rendimiento es analizar la posibilidad de adquirir otras máquinas inyectoras que permite mejorar la productividad. En este caso, el proyecto tiene como objetivo de solución plantear el método de TPM con la finalidad de reducir la cantidad de merma que existe, los sobreprocesos. Para poder aplicar una evaluación técnica correcta se usará un diagrama de flujo que permitirá detallar las actividades que realiza un operario durante el proceso de inyección para elaborar un asa doble.

Para empezar, se presenta el diagrama de flujo del operario antes de agregar la nueva actividad que también realizará. A continuación, se aprecia el diagrama de flujo del operario sin incluir el mantenimiento.

Figura 5.6

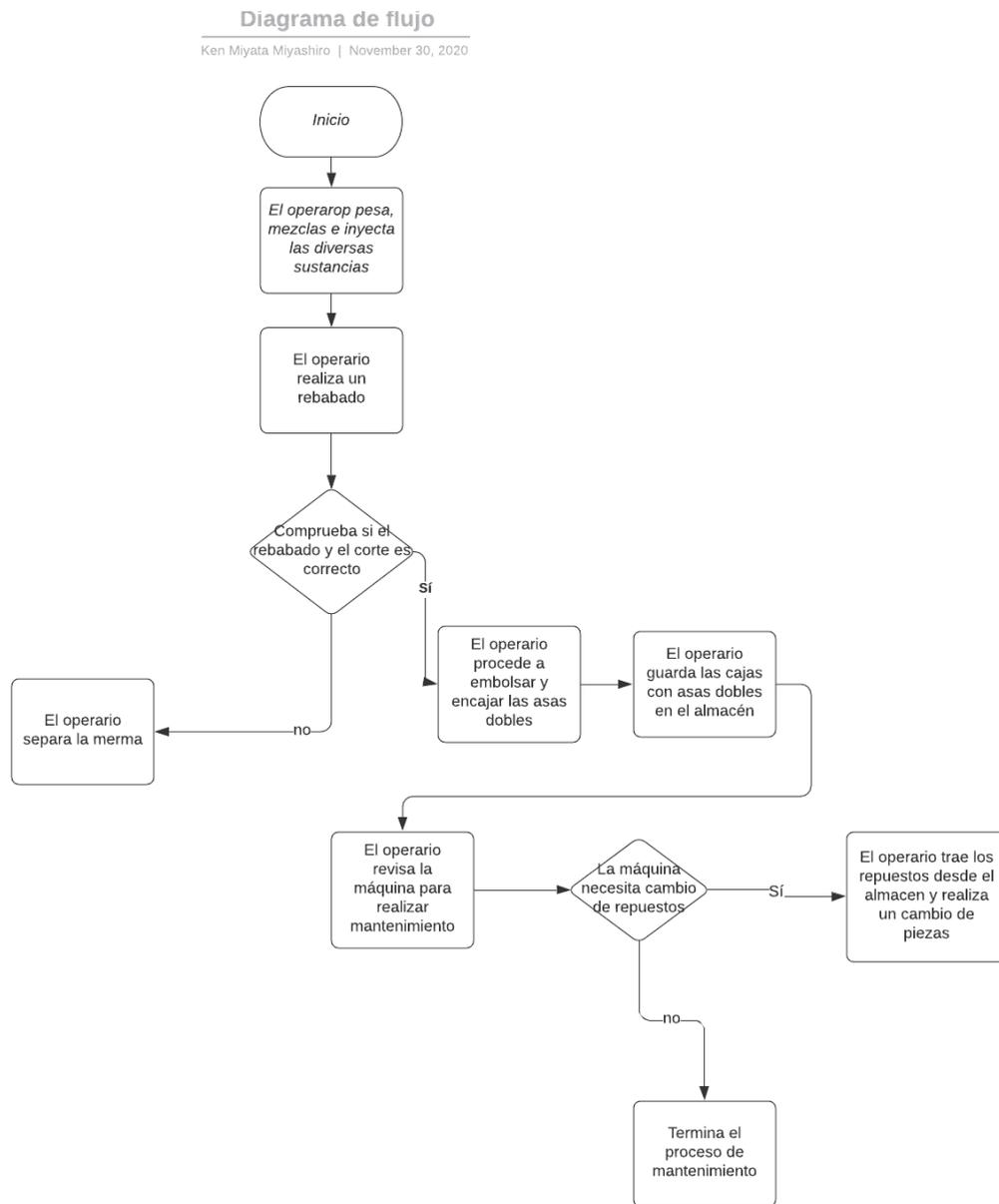
Diagrama de flujo original



Este diagrama demuestra las actividades que tiene el operario antes de aplicar el método de TPM que permitirá mejorar las causas que se hallaron anteriormente.

Figura 5.7

Diagrama de flujo con la mejora



Como se puede observar en el anterior diagrama de flujo se presenta la actividad de revisar la máquina para hacer un mantenimiento, mediante esto lo que se busca lograr es que se reduzca o se solucione al 100% las causas que se encontraron en los capítulos anteriores para así poder mejorar el proceso de producción del asa doble.

Económica

Para la evaluación económica se tendrá en consideración el presupuesto requerido en el año para la implementación del TPM mostrado en la tabla 5.2, y los beneficios que se obtendrán en cada año de acuerdo con la tabla 5.1 que muestra los desperdicios lean. El objetivo del mantenimiento productivo total es eliminar los desperdicios por sobreprocesos. En la tabla 5.3 se muestra los desperdicios que se eliminará con su respectivo costo.

Tabla 5.3

Actividades con desperdicio por sobreproceso

ACTIVIDAD	DESPERDICIO LEAN	COSTO ANUAL
Limpieza y orden de almacén de materia prima	Sobreproceso	S/ 12 000
Máquina inyectora aplica más golpes de los necesarios	Sobreproceso	S/ 24 000
Comunicación oral entre las áreas de la empresa	Sobreproceso	S/ 20 000
Pérdidas totales por desperdicio:		S/ 56 000

Para los flujos de fondos económicos se tomará en consideración a los ingresos las pérdidas que se generan por los desperdicios en los sobreprocesos los cuales ascienden a 56 mil soles anuales, además se tomará en consideración los gastos de mantenimiento planificados para cada año de acuerdo con la actividad de aplicación de mantenimiento cuyos costos se muestran en la tabla 5.2. Finalmente, la inversión para la implementación del TPM conlleva el presupuesto de todas las actividades menos la de aplicación de mantenimiento cuyos costos se muestran en la tabla 5.2.

Tabla 5.4

Flujo de fondos económicos, 2021 - 2025

Descripción	0	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos por desperdicios		56000.00	56000.00	56000.00	56000.0	56000.00
Gastos por Mantenimiento		28,425.20	28,425.20	28,425.20	28,425.2	28,425.20
Inversión	-6,669.78					
Flujo de Fondos Económicos	-6,669.78	27,574.8	27,574.8	27,574.8	27,574.8	27,574.8

Para la evaluación económica del proyecto, el gerente general ha considerado un costo de oportunidad del 25%, obteniendo un VAN de S/. 67 486,58 mayor a cero tal como se muestra en la tabla 5.5, por lo cual la implementación del mantenimiento productivo total en la empresa Induprom S.A.C es viable.

Tabla 5.5

VAN económico

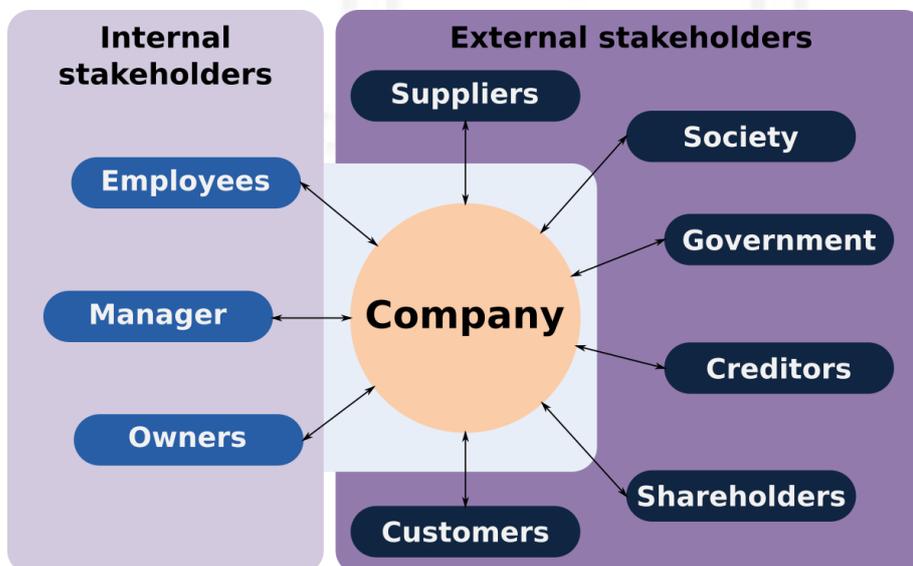
Descripción	Cantidad
COK (%)	25.00%
VAN Económico (S/.)	67,486.58

Social

La propuesta a implementar como producto de este trabajo de investigación tiene un impacto social significativo. En primer lugar, las medidas de limpieza y orden abocadas en 5S permiten a la empresa tener mejores controles y mejores condiciones para salvaguardar la integridad física de cualquier trabajador ante un posible accidente que pueda ocurrir durante las operaciones de esta. En segundo lugar, la empresa al ser más eficiente en sus procesos beneficia directamente a los clientes, uno de los principales stakeholders de la empresa, a que sus pedidos sean generados con un alto nivel de servicio, dentro del plazo establecido (sin inconvenientes por exceso de procesamiento para entregar dicho pedido debido a grandes cantidades de mermas). De igual manera, indirectamente varias otras empresas que pertenecen a la cadena de suministro se ven beneficiadas por la continuidad del proceso que realiza la empresa, así como, por la competitividad del rubro.

Figura 5.8

Stakeholders de la empresa



Nota. Adaptado de Parra, 2019

Ambiental

Actualmente el proceso genera diversos tipos de efluentes, residuos y otros agentes contaminantes, que no son controlados por la empresa, ya sea, por falta de políticas y/o compromiso con el medio ambiente. Por ello, a continuación, se describe, a través de una matriz, las etapas del proceso con su correspondiente análisis de aspectos e impactos ambientales que se generan en cada una de ellas.

Tabla 5.6

Matriz de impactos ambientales

ENTRADA	ETAPA DEL PROCESO	SALIDA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Pigmento y polipropileno	Pesaje de materias primas	Residuos sólidos	Uso de productos químicos	Contaminación del suelo
Agua	Mezclado	Efluentes	Generación de efluentes por el lavado de la tolva de mezclado	Contaminación del agua
Energía, agua	Inyectado	Efluente	Generación de efluentes por el lavado del husillo y molde	Contaminación del agua
Material tóxico	Rebabado	Merma	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
Material tóxico	Cortado	Merma	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
Bolsas de plástico	Embolsado		Uso de material contaminante (plástico)	Contaminación de suelos y generación de gases de efecto invernadero
Cajas de cartón	Encajado		Uso de recursos no renovables (papel-cartón)	Agotamiento de recursos no renovables (papel-cartón)

Mediante la implementación de la solución propuesta, no solo se pretende obtener mejores resultados económicos, sino que también se vea reflejado un compromiso por mejorar la huella de carbono que emite la empresa al reducir la cantidad de merma y/o producto defectuoso (el cual no puede ser reprocesado) que se origina en la planta y que luego es desechado. Así mismo, a través del sistema 5S se ve factible realizar acciones de clasificación de residuos sólidos, de manera que se pueda tener un mejor control de

ellos, y así contribuir con el reciclaje de ciertos componentes y colaborar con el medio ambiente.

5.6. Resultados y validación de la hipótesis

Técnico

El resultado técnico es la reducción de mermas, lo cual elimina el sobreproceso en el diagrama, ya que se aplicó el método TPM, el cual mediante mantenimientos a la máquina se puede eliminar al 100% los problemas encontrados anteriormente.

Económico

Tabla 5.7

Resultados VAN económico

Descripción	Cantidad
COK (%)	25.00%
VAN Económico (S/.)	67,486.58

Según la tabla anterior, en la cual se analiza el flujo de fondos financieros al realizar la implementación de mejora se puede determinar el COK con un valor de 25% y el VAN con un valor de S/. 67 486,58; por lo cual, el proyecto es viable.

Social

Mediante las herramientas de 5S, los resultados en el ámbito social que obtiene es la mejora en las condiciones del lugar de trabajo, salvaguardando la integridad física de los trabajadores y reduciendo los accidentes en el lugar de trabajo. Además, al mejorar la eficiencia se logra brindar un mayor nivel de servicio a los clientes. Finalmente, de manera indirecta otras empresas que integran la cadena de suministros se benefician por el proceso.

Ambiental

El resultado ambiental es positivo para el medio ambiente, ya que al aplicar las diversas herramientas lo que se busca es mejorar la huella de carbono que emite la empresa y esta se logra con la reducción de mermas, clasificación y control de residuos.

Por lo tanto, se valida la hipótesis planteada, pues al aplicar el uso de manufactura esbelta en el proceso de producción de asas dobles se logra aumentar la productividad en la empresa, la reducción de productos defectuosos. Asimismo, contribuye al positivamente a la sociedad y al medio ambiente.



CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Cómo se logra ver en la evaluación técnica se ha comparado dos diagramas de flujos cada uno representa al mismo operario con la diferencia que uno tiene aplicado la metodología del TPM. Las actividades que generan adicional al original el operario es la de revisar si a la máquina le toca el mantenimiento y en caso de que así sea realizarlo el mismo operario. Esto permitirá que el operario tenga mayor conocimiento de las máquinas y a su vez permite que la máquina siempre se encuentre en las mejores condiciones para poder usarla mediante esto se logra reducir los desperdicios generados por el mal mantenimiento e incluso se agiliza el proceso de producción de un asa doble.
- En los resultados financieros, se puede determinar que al implementar la herramienta TPM, en este caso mantenimientos a las máquinas del proceso, se logra que la empresa elimine el costo de desperdicio de sobreprocesos que se genera; asimismo, se logra una ganancia económica.
- A través de la implementación del TPM, será inevitable realizar un trabajo de 5Ss previo con lo cual se logrará una mejora en cuanto a orden y limpieza del área de trabajo, consiguiendo de esta manera mejores condiciones en el entorno de trabajo del trabajador, facilitando sus actividades y operaciones, minimizando el riesgo de ocurrencia del error. Asimismo, una nueva mentalidad será implantada en todos los colaboradores permitiendo hacerlo sostenible en el tiempo. Cabe resaltar que los métodos utilizados para esto no únicamente beneficiaran a la empresa, sino también a las demás partes interesadas, pues se verá reflejado en mayor nivel de servicio a los clientes y una mayor seguridad en las operaciones para los trabajadores.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

- La implementación del mantenimiento productivo total como técnica de manufactura esbelta es viable con un VAN de S/. 67 486.58.
- Los desperdicios lean por sobreprocesos tienen un equivalente a 56 000 mil soles, lo que representa el 48.28% del total de desperdicios totales dentro de la compañía.
- Las causas raíz principales de los desperdicios por sobreprocesos son la falta de presupuesto, la falta de métodos para la limpieza y la falta de comunicación entre las áreas de la compañía.
- La actividad clave del proceso productivo de la empresa es la máquina de inyección, la cual es la que finalmente genera el asa doble de plástico.

REFERENCIAS

- Barletta, F., Pereira, M., Robert, V., & Yoguel, G. (2013). Argentina: dinámica reciente del sector de software y servicios informáticos. *Revista de la CEPAL*(110), 137-155. Obtenido de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/50511/RVE110Yoqueletal.pdf>
- Benítez, E. Y. (2012). *Desarrollo de la herramienta 5 S's de Lean Manufacturing en el área de inyección preformas de Iberplast S.A.* Lima. doi:<http://hdl.handle.net/10901/9293>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2020). Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas.
- Choy, M., & Chang, G. (2014). *Medidas macroprudenciales aplicadas en el Perú.* Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Obtenido de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-07-2014.pdf>
- Coloma Querol, D. (2019). *Proyecto de mejora de los indicadores de Gestión de una planta de producción de plásticos mediante herramientas LEAN MANUFACTURING.* Lima. doi:<http://hdl.handle.net/10251/134021>
- Fuentes Canales, L. M., & Estrella Prado, O. D. (2020). Propuesta de mejora para reducir los productos no conformes en una empresa. Lima, Lima, Perú.
- Lean Manufacturing Hoy. (01 de Febrero de 2013). Obtenido de <https://www.leanmanufacturinghoy.com/kanban/>