

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



PROPUESTA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Alex Jorge Alvarado Enero

Código 20091323

Nataly Lisset Garcia Talavera

Código 20090443


Asesor

Luis Bedoya Jiménez

Lima – Perú

Diciembre del 2021





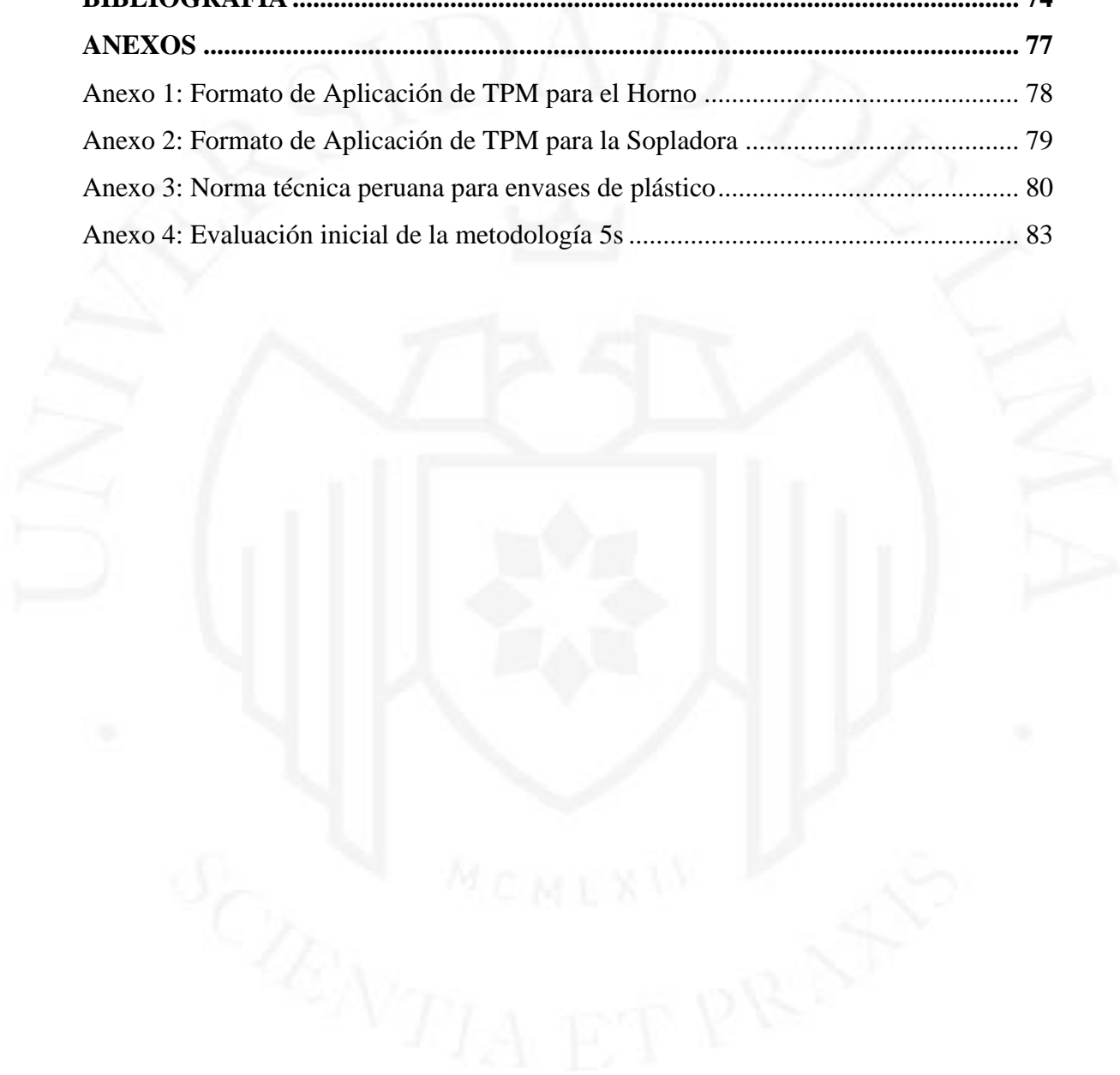
**IMPROVEMENT PROPOSAL IN THE
PRODUCTION AREA IN A PLASTIC BOTTLE
MANUFACTURING COMPANY BASED ON
THE IMPLEMENTATION OF LEAN
MANUFACTURING TOOLS**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes de la empresa	1
1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica	1
1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos	1
1.1.3 Estrategia general de la empresa	3
1.1.4 Descripción de la problemática actual.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.3 Alcance y limitaciones de la investigación.....	5
1.4 Justificación de la investigación	5
1.5 Hipótesis de la investigación	7
1.6 Marco referencial de la investigación.....	7
1.7 Marco conceptual.....	11
CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1 Análisis Externo de la Empresa	16
2.1.1 Análisis del entorno global.....	16
2.1.2 Oportunidades y Amenazas.....	17
2.1.3 Análisis del entorno competitivo.....	20
2.2 Análisis Interno de la Empresa	21
2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico	21
2.2.2 Análisis de la estructura organizacional.....	22
2.2.3 Análisis general de las áreas claves.....	24
2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves -línea base.....	25
2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora (hallazgo de problemas).26	

2.2.6	Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.	27
2.2.7	Proceso a mejorar	28
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO		30
3.1	Análisis del sistema o proceso objeto de estudio.....	30
3.1.1	Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio.....	30
3.1.2	Elaboración de Value Stream Map.....	35
3.1.3	Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso..	36
3.1.4	Data histórica de causas raíz	37
3.2	Determinación de las causas raíz de los problemas hallados.....	41
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN		46
4.1	Planteamiento de alternativas de solución	46
4.2	Selección de alternativas de solución	46
4.2.1	Priorización de soluciones seleccionadas.....	47
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES		49
5.1	Ingeniería de la solución	49
5.2	Plan de implementación de la solución.....	49
5.2.1	Objetivos y metas	49
5.2.2	Implementación de las mejoras	52
5.2.2.1	CLASIFICAR (SEIRI).....	53
5.2.2.2	ORGANIZAR (SEITON)	54
5.2.2.3	LIMPIAR (SEISO)	55
5.2.2.4	ESTANDARIZAR (SEIKETSU)	56
5.2.2.5	DISCIPLINA (SHITSUKE)	56
5.2.3	Elaboración del presupuesto general para la ejecución de la solución.....	61
5.2.4	Actividades y cronograma de implementación de la solución	61
5.2.5	Simulación del proceso en Arena.....	62
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN.....		64
6.1	Costos de implementación de propuestas	64

6.2	Evaluación Económica	64
6.2.1	Simulación de Montecarlo – Análisis Tornado.....	67
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	71
	REFERENCIAS	72
	BIBLIOGRAFÍA	74
	ANEXOS	77
	Anexo 1: Formato de Aplicación de TPM para el Horno	78
	Anexo 2: Formato de Aplicación de TPM para la Sopladora	79
	Anexo 3: Norma técnica peruana para envases de plástico.....	80
	Anexo 4: Evaluación inicial de la metodología 5s	83



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características de botellas de plástico	2
Tabla 2.1 Matriz EFE	19
Tabla 2.2 Escala de Impacto.....	25
Tabla 2.3 Análisis de Impacto en las Áreas de la empresa.....	25
Tabla 2.4 Tabla de Indicadores generales de desempeño.....	26
Tabla 2.5 Matriz EFI	27
Tabla 2.6 Detalle del FODA.....	28
Tabla 2.7 Detalle de baja eficiencia.....	29
Tabla 3.1 Análisis de tiempos de VSM	36
Tabla 3.2 Tabla de Indicadores de desempeño.....	36
Tabla 3.3 Cuadro comparativo de indicadores	37
Tabla 3.4 Tabla de Eficiencia de Producción	37
Tabla 3.5 Tabla de Ventas Anuales	38
Tabla 3.6 Tabla de Utilidad Anual	38
Tabla 3.7 Tabla de cambio de línea.....	39
Tabla 3.8 Tabla de Fallas.....	40
Tabla 3.9 Tabla de % defectuosos	40
Tabla 3.10 Cuadro de causas raíz	44
Tabla 4.1 Tabla de Herramientas de Lean Manufacturing	46
Tabla 4.2 Tabla de causas raíz vs Herramientas disponibles	47
Tabla 4.3 Tabla de Priorización de cada solución	48
Tabla 5.1 Tabla 5W 1H	51
Tabla 5.2 Tabla de las 5s	53

Tabla 5.3 Código de señalización por estación	55
Tabla 5.4 SMED para el proceso de calentamiento de la preforma	58
Tabla 5.5 SMED para el proceso de soplado de la preforma	59
Tabla 5.6 Tabla de Presupuesto General	61
Tabla 5.7 Cronograma de actividades	61
Tabla 5.8 Resultado de la simulación de la situación actual	63
Tabla 5.9 Resultado de la simulación aplicando la mejora propuesta.....	63
Tabla 6.1 Evaluación Económica - Flujo de Ahorros	65
Tabla 6.2 Indicadores Económicos.....	66
Tabla 6.3 Cálculo del CPPC.....	66
Tabla 6.4 Matriz de Datos	68

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 2.1 Cadena de valor.....	22
Figura 2.2 Estructura Organizacional.....	23
Figura 3.1 Diagrama de operación de procesos para 20 botellas de plástico.....	30
Figura 3.2 Diagrama de operación de procesos para paquetes de 100 botellas de plástico	31
Figura 3.3 Value Stream Map	35
Figura 3.4 Eficiencia de Producción	37
Figura 3.5 Ventas Anuales	38
Figura 3.6 Utilidad Anual.....	39
Figura 3.7 Cambio de línea	39
Figura 3.8 Número de fallas	40
Figura 3.9 % Defectuosos	41
Figura 3.10 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)	42
Figura 5.1 Radar 5S.....	52
Figura 5.2 Tarjeta roja 5s	53
Figura 5.3 Rótulo de etiqueta	55
Figura 5.4 Formato para el control de SMED	57
Figura 5.7 Simulación del proceso de fabricación de botellas de plástico en Arena Simulator	62
Figura 6.1 Gráfico Araña.....	67
Figura 6.2 Análisis Tornado.....	68
Figura 7.1 Formato de Aplicación de TPM para el Horno.....	78
Figura 7.2 Formato de Aplicación de TPM para la Sopladora.....	79
Figura 7.3 Norma técnica peruana para envases de plástico	80



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar una propuesta de mejora, para reducir tiempos en el área de producción y mejorar la eficiencia de una empresa de producción de botellas de plástico. Se estableció como objeto de estudio el proceso de elaboración de botellas de plástico.

La metodología utilizada se basó en una entrevista al jefe de área de producción y a los trabajadores del área de producción, obteniendo información posteriormente utilizada en el análisis y diagnóstico de la empresa en donde se identifica como problema principal la baja eficiencia en la producción de botellas de plástico la cual era de 67.31%.

A partir de la problemática identificada se procedió a plantear propuestas de mejora mediante el uso de algunas herramientas de manufactura esbelta como 5s, SMED y TPM. Se analizaron las propuestas obteniendo como resultado un reordenamiento en el área de producción, una mejor distribución de las tareas, una reducción de tiempo en cambio de línea de 51 minutos, es decir se generan más botellas en menos tiempo lo que indica un aumento a 82.32% en la eficiencia de producción.

Además, con las propuestas aplicadas se genera un ambiente de trabajo más organizado en donde se realiza una gestión de producción más eficiente.

En la evaluación económica de las propuestas se obtuvo un VAN de 1 982.74 y un TIR de 19.22%, lo que indica que el proyecto es rentable y puede ser implementado.

Palabras claves: manufactura esbelta, botellas de plástico, producción, diagnóstico de empresa.

ABSTRACT

The present investigation has as aim design a plan of improvement to reduce times and costs in the production area of a plastic bottle production company. There was established as object of study the process of production of plastic bottles.

The used methodology included an interview to the head and workers of the production area, obtaining information later used in the analysis and diagnosis of the company where the low efficiency in the production of plastic bottles is identified as the main problem, which was 67.31%.

Based on the identified problem, we proceeded to propose improvement proposals through the use of some lean manufacturing tools such as 5s, SMED and TPM. The proposals were analyzed, obtaining as a result a reordering in the production area, a better distribution of tasks, a reduction of time in line change of 51 minutes. That means more plastic bottles will be produced in the same period of time indicating an increase to 82.32% of production efficiency.

In addition, with the applied proposals, a more organized work environment is generated where more efficient production management is carried out.

In the economic evaluation of the proposals, a NPV of 1 982.74 and an IRR of 19.22% were obtained, which indicates that the project is profitable and can be implemented.

Keywords: lean manufacturing, plastic bottles, production, business diagnosis.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa

1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

La empresa Blownia E.I.R.L ubicada en jirón Vigil 137, distrito de Breña; fue creada en el año 2009 por el Ingeniero Walter Martín Palomino Tamayo, actual Gerente General.

En el año 2008 adquiere una empresa pequeña del rubro de botellas que ya contaba con la maquinaria requerida, lo cual facilitó el inicio de sus operaciones. Es así como Blownia E.I.R.L consigue tener como clientes a negocios pequeños y micro comercializadores.

En el 2012 Blownia busca una empresa que le abastezca de materia prima más barata y rápida, consiguiendo a la empresa SAN MIGUEL INDUSTRIAL S.A.C como único proveedor de preformas pet, manteniéndose como tal hasta la actualidad.

Fue en el 2013 cuando consigue a MULTIFOOD S.A.C como cliente estable lo cual le permitió aumentar sus ingresos.

En la actualidad tienen en mente incursionar en la fabricación de la botella Oneway, con el objetivo de crecer en el mercado.

1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos

- A) La empresa Blownia E.I.R.L, ofrece botellas de plástico de gran calidad y diseños personalizados.

Tabla 1.1*Características de botellas de plástico*

Peso de Preforma Pet	Cantidad	Presentación	
33.7 gr	10 mil unidades	1 Litro	
32.35 gr	10.5 mil unidades	960 mL.	
20 gr	16.5 mil unidades	600 mL.	
20.7 gr	15 mil unidades	1 Litro	
17 gr	21 mil unidades	500 mL.	
15 gr	23 mil unidades	500 mL.	
11 gr	30 mil unidades	300 mL.	
10 gr	33 mil unidades	300 mL.	
2.022 gr	162 mil unidades	60 mL.	
1.011 gr	325 mil unidades	30 mL.	

Se utilizo el costo de 0.0022\$ / gr para la elaboración de este proyecto.

B) Descripción del mercado objetivo de la empresa

El mercado objetivo de la empresa son los clientes que se dediquen a la venta de bebidas gaseosas, agua, aceite, alcohol medicinal, vinagre.

1.1.3 Estrategia general de la empresa

La estrategia general que la empresa Blownia E.I.R.L. utilizó fue la de enfoque, porque eligió el segmento de mercado de botellas de plástico de uso doméstico como agua, aceite, gaseosas, vinagre, etc.

En un inicio la empresa desarrolló la estrategia de Penetración de mercado, para desarrollar las botellas de plástico, producto tradicional de consumo masivo en el mercado actual.

La estrategia de Penetración de mercado se desarrolla mediante:

- Captación de clientes de la competencia
- Atrae nuevos clientes del mismo segmento
- Aumenta el consumo de botellas de plástico de los clientes actuales

Actualmente cuenta con la estrategia de Precio orientado a la competencia, estrategia que consiste en fijar los precios de acuerdo a cómo va la competencia.

Como estrategia a largo plazo, manteniendo un control sobre sus costos de mano de obra, bienes y suministros, se planea evaluar a nuevos proveedores de materia prima.

1.1.4 Descripción de la problemática actual

Para el desarrollo de la descripción del problema actual por el que pasa la empresa, se desarrolló la Metodología de Diagnostico de Procesos de Jean Pierre Thibaut en el proceso productivo, como se muestra a continuación:

El problema principal en el área de producción es la baja eficiencia de la línea de producción, la cual se encuentra en un 67.31%.

Con relación a las Políticas de la empresa se tiene:

- En el área de operaciones no se cuenta con una política de contratación de personal.
- No cuentan con política de inventario de productos en proceso.

Con relación al Análisis de Medios de la empresa se tiene:

- Los trabajadores encargados no cuentan con experiencia para realizar el cambio de línea de producción.

- Línea de producción antigua, con elevados tiempos de parada por mantenimiento correctivo.

- No hay software para la planificación de la producción

Con relación al análisis de los Métodos de Gestión en la empresa se tiene:

- No existe un procedimiento para el desarrollo del proceso en la línea de producción

- No se cuentan con un método para el control de stocks en la línea de producción.

- No se cuenta con un plan para el cambio de molde en el cambio de formato en la línea de producción.

- No existe un método para el análisis de fallas en la línea de producción.

Con relación a otros procesos de la empresa:

- No se cuenta con una política para motivación y retención del personal.

- No existe procedimiento para el planeamiento y control de adquisiciones de materia prima.

Con los tiempos de mano de obra para cambio de línea de 81 minutos, se origina una eficiencia de 67.31%.

El área de Recursos Humanos contrata a trabajadores con poca o sin experiencia; deberían de cumplir con una experiencia mínima de 1 año, para una mejor eficiencia en la producción.

Actualmente la rotación del personal es del 60%.

1.2 Objetivos de la investigación

- Objetivo General

Realizar un plan de mejora en el área de producción, que permita incrementar la eficiencia de 67.31% a 82.32% utilizando herramientas de manufactura esbelta.

- Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.

Realizar un análisis externo e interno de la empresa

Analizar el área de producción de las botellas de plástico

Identificar los factores que afectan en el área de producción de la empresa de botellas de plástico, utilizando el Diagrama causa-efecto de Ishikawa.

Planear alternativas de solución

Seleccionar alternativas de solución

Planear la implementación de la solución

Realizar la evaluación de la propuesta.

1.3 Alcance y limitaciones de la investigación

- Unidades de Análisis

Área de producción de botellas de plástica de la empresa Blownia

- Población

Maquinaria y operario que se encuentran en el área de producción.

- Espacio

Blownia y el Área de Producción.

- Tiempo

Inicio de la investigación Agosto 2018, hasta Julio del 2019.

1.4 Justificación de la investigación

A. Técnica: Mejia (2016) en su tesis “Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal” se observa que aplicando herramientas de lean manufacturing se logra aumentar la eficiencia de un 60.61% a 94.26% a partir de la implementación de las 5S. “El uso de métodos de mejora ha sido empleado por diferentes sectores con la finalidad de incrementar su competitividad a nivel global, cumpliendo un rol de vital importancia en el mejoramiento de la eficiencia en operaciones de eliminación de residuos” (Ahmad, Lee, Ramlan, Ahmad, Husin, Abdul, 2017, pp. 1-11).

B. Económica: Orozco, Cuervo y Bolaños (2016) en su tesis “Implementación de herramientas lean manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de eka corporación” al aplicar SMED en sus tres líneas de producción logran aumentar las unidades producidas logrando un aumento en

su eficiencia de 68% a aprox. 90% generando un ingreso mensual adicional de 83 mil pesos colombianos. Mejia (2016) en su tesis "Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal" se aplican las 5s logrando reducir turnos extras lo cual genera un ahorro mensual de S/ 16 000. Bravo (2008) en su tesis "Diseño de un plan de mejoras en una industria de plástico aplicando técnicas de manufactura esbelta", se tiene como conclusión que al aplicar las técnicas de manufactura esbelta se obtiene un beneficio de 47 770 dólares a un costo de implementación de 35 160 dólares, por lo cual el proyecto se pagaría en el primer año de implementado. "El objetivo principal de este estudio es incrementar la productividad usando el VSM mediante la eliminación de actividades que no agregan valor" (Ahmad et al., 2017).

- C. Social: La propuesta de mejora tiene un impacto directo sobre los trabajadores de la empresa, los cuales presentan una resistencia al cambio debido a que llevan varios años con el mismo sistema de trabajo, para lo cual se tiene pensado desarrollar incentivos como bonos o reconocimientos para incentivar en su destreza laboral.

Considerando los datos proyectados obtenidos por el INEI desde el último censo del 2017 hasta el año 2020, se tiene que Lima metropolitana cuenta con una población de 10.8 millones de habitantes de los cuales el 57.1% corresponde a hombres entre los 18 y 59 años pertenecientes a la PEA, finalmente según el INEI se tiene que la PEA de hombres no ocupada es de 141 300 con lo que se concluye que existe una oferta de mano de obra de 80 682 potenciales trabajadores.

1.5 Hipótesis de la investigación

Se logrará aumentar la eficiencia en el área de producción de una empresa de producción de botellas de plástico, mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing.

1.6 Marco referencial de la investigación

A. Ahmad, Lee, Ramlan, Ahmad, Husin, Abdul. (2017) La manufactura esbelta está siendo analizada por varios sectores, con el motivo de mantener la competitividad en los mercados globales. La manufactura esbelta juega un rol de vital importancia en el mejoramiento de la eficiencia en la operación de eliminación o reducción de desperdicios.

La mayoría de las pequeñas y medianas empresas no tienen conocimiento o la información suficiente para implementar la manufactura esbelta. El principal objetivo de este estudio es realizar el VSM, una de las principales herramientas de manufactura esbelta, para mejorar la productividad en dichas empresas, eliminando actividades que no generen valor.

El VSM, es una de las herramientas principales para identificar desperdicios y mejorar la línea de producción.

Luego de esto diferentes herramientas de manufactura esbelta como KAIZEN, ONE PIECE FLOW y 5S; fueron ejecutadas para disminuir desperdicios.

B. Aqlan, F; Mustafa, E. (2014) En este artículo, se combinan los principios de manufactura esbelta y el análisis de BOW-TIE; los que son usados para evaluar los riesgos de los procesos en la industria química.

Las herramientas y técnicas de la manufactura esbelta son usadas extensamente para eliminar desperdicios en los ambientes de manufactura.

Los 5 principios de LEAN (Identificar el valor, Mapear el flujo de valor, Crear flujo, Establecer el Pull y buscar la perfección), son usados en el proceso de evaluación de riesgos.

Los principales riesgos y factores de riesgo son identificados y analizados por el equipo de gestión de riesgos. Se obtienen estimaciones difusas para los factores de riesgo, y el análisis del BOW-TIE se usa para calcular la probabilidad e impacto de riesgo.

Se concluye que los riesgos son priorizados usando una matriz de prioridad de riesgo y las estrategias de eliminación, son seleccionadas basados en un

FEMA. Los resultados muestran que se puede mejorar el proceso de gestión de riesgos en las industrias químicas.

- C. Orozco (2016) en su tesis “Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas todo sport”, cuya finalidad era incrementar la productividad, elaborando un plan de mejora. Durante el análisis se identificó diferentes problemas, los cuales se mencionan a continuación: falta de compromiso y de trabajo en equipo de los trabajadores, falta de personal, incumplimiento de pedidos, movimientos innecesarios, desorden, falta de mantenimiento y de limpieza.

Es por eso que se propone implementar propuestas de mejora de manufactura esbelta, utilizando las herramientas VSM y 5S, permitirán que se incremente aproximadamente en un 6% en promedio la productividad parcial de la mano de obra y en un 15% aproximadamente la productividad del área de producción.

Similitudes: Se aplicará el plan de mejora para el área de producción de una empresa, se utilizarán los métodos de manufactura esbelta para las propuestas de mejora.

Diferencia: pese a que esta tesis se encuentra enfocada en aumentar su productividad, nuestro proyecto busca aumentar la eficiencia en el área de producción de botellas de plástico.

- D. Infante y Erazo (2013) en su tesis “Propuesta de Mejoramiento de La Productividad de la Línea De Camisetas Interiores en Una Empresa de Confecciones por Medio de la Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing”, la finalidad de esta tesis es lograr disminuir inventario en el proceso de camisetas a través de un flujo continuo y mejorar la productividad de la línea. Lograron implementar un diseño de Manufactura Esbelta como 5's, Visuales y Kaizen, para reducir los tiempos muertos con el objetivo de aumentar la producción y el método de Lean Manufacturing para reducir costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios, con la finalidad de alcanzar una mayor productividad y satisfacción de sus clientes.

Con esta propuesta se logra aumentar la productividad en un 48%, y los tiempos muertos en un 8% sin necesidad de aumentar la mano de obra en la línea de producción y traerían ingresos por \$15 446 600 al mes.

Similitudes: Se aplicará el plan de mejora para el área de producción de una empresa, se utilizarán los métodos de manufactura esbelta para las propuestas de mejora.

Diferencia: pese a que esta tesis se encuentra enfocada en aumentar su productividad, el proyecto busca aumentar la eficiencia en el área de producción de botellas de plástico.

E. Mejía (2013) en su tesis “Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta”, con la finalidad de mejorar la eficiencia en el proceso de confección, desarrolló una metodología basada en la propuesta de mejora de manufactura esbelta para lograr mejores indicadores de eficiencia principalmente en el proceso productivo de la empresa. Se identificó que los principales problemas fueron: desorden en el área, alto tiempo de búsqueda de herramientas y tiempos de parada de máquina altos y frecuentes. Para la solución de estos problemas, decidieron hacer uso de la metodología 5S's acompañada del mantenimiento autónomo y el SMED (por las siglas en inglés de Single Minute Exchange of Die).

Se lograron los siguientes resultados: mejorar el proceso productivo en un 33% equivalente a 25 000 nuevos soles mensuales, en la línea de algodón del área de confección; debido a la mejora de las condiciones de trabajo y a la planificación en las ordenes de fabricación.

Similitudes: Se aplicará el plan de mejora para el área de producción de una empresa, se utilizarán los métodos de manufactura esbelta para las propuestas de mejora. Esta tesis se encuentra enfocada en mejorar su eficiencia, eliminando tiempos muertos y organizando mejor el área de trabajo

Diferencia: La tesis consultada se basó en productos textiles mientras que nuestra propuesta de mejora se desarrolla en una empresa de fabricación de botellas de plástico.

F. Flores (2017) en su tesis “Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED y 5s, en una empresa de confecciones”, con la finalidad de tener registro de su inventario, reducir fallas en maquinaria por falta de mantenimiento y mantener un método estandarizado de orden el trabajo, para lo cual desarrollo herramientas de manufactura esbelta como 5s, SMED y TPM.

Se lograron los siguientes resultados: aumento en la producción de 140 polos al mes, reducción de tiempo de paradas de 38.07% a 10% del tiempo total de producción, reducción de tiempo unitario de fabricación de 15% lo cual aumenta la productividad.

Similitudes: Como se observa en la tesis se aplican las mismas herramientas de manufactura esbelta las cuales son 5s, SMED y TPM con la finalidad de reducir tiempos y mantener un orden estandarizado en el trabajo.

Diferencia: La tesis consultada se basó en productos textiles teniendo como prioridad el aumento de la producción, mientras que en este proyecto se busca aumentar la eficiencia del área de producción.

G. Avila y Gamarra (2020) en la tesis “Modelo operacional lean manufacturing para incrementar la eficiencia en las empresas del sector metalmecánico” la finalidad es aumentar la disponibilidad de las máquinas, reducir los tiempos de configuración para reducir los desperdicios y así aumentar la capacidad de producción para satisfacer la demanda del sector metalmecánico, para lo cual aplica herramientas de lean manufacturing tales como SMED, TPM y 5s bajo la metodología Kaizen.

Se obtuvo los siguientes resultados: mejora del 8% del OEE, reducción de tiempos de configuración de 21% y reducción de tasa de productos defectuosos de 20%.

Similitudes: Aplican la metodología Kaizen para solucionar los problemas presentes en la empresa.

Diferencias: La tesis consultada se basa en la aplicación de herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector metalmecánico, no realizaron análisis interno y externo de la situación actual de la empresa, mientras que en el proyecto desarrollado se considera indispensable el desarrollo del análisis interno y externo para el sustento de la situación actual de la empresa.

H. Geo Tutoriales. (2017) En este artículo se observa la importancia del uso del Diagrama de Ishikawa con el Diagrama de Pareto para la identificación de las causas de un problema.

La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el Diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas y que usualmente en términos nominales son reducidos.

Adicionalmente se propone seleccionar las causas más probables y valorar el grado de incidencia global que tienen sobre el efecto.

Finalmente permitirá sacar conclusiones y aportar las soluciones más aconsejables para resolver y controlar el caso estudiado.

I. Puerto S; Forero S; Rivera E; Herrera J. (2015) En este artículo se desarrolla el modelo y la simulación de una intersección vial, para lo cual se utilizó el software Arena ya que su gran variedad de herramientas permite diseñar y modelar sistemas estocásticos logrando tener simulaciones en eventos diseñados para validar el modelo a través de realizar cambios en la programación de semáforos y agregar paraderos. Teniendo como finalidad disminuir el tamaño de colas, reducir tiempo de recorrido de usuarios y mejorar el funcionamiento vial de la ciudad.

J. Palomino (2012) en su tesis “Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricante”, tiene como finalidad aumentar la eficiencia en las líneas de envasado para ello utiliza las herramientas lean SMED, 5S y JIT.

Similitudes: Utilizan SMED, 5S obteniendo un aumento de la eficiencia de 15%, lo cual permite tener el dato del aumento de eficiencia como referencia.

Diferencias: La tesis consultada se basa en la aplicación de herramientas de lean manufacturing en una empresa de lubricantes mientras que en el proyecto desarrollado se basa en una empresa de producción de botellas de plástico.

1.7 Marco conceptual

Tipo de investigación

De acuerdo con el proyecto, el tipo de investigación será descriptivo-cuantitativa, puesto que se limitará a describir situación actual en la que se encuentra la empresa, sin hacer uso de variables adicionales. Mediante el uso de herramientas aprendidas a lo largo de la carrera de ingeniería industrial tales como Diagrama Causa Efecto, Programa de 5S, SMED y TPM.

- Diagrama Causa Efecto: Diagrama que muestra la relación entre un problema y todos los factores que producen defectos. Las causas se van desagregando y en su último nivel se encuentran las causas raíz.

- Programa de 5S: Consta de 5 etapas (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina), para lograr beneficios en la seguridad, eficiencia, calidad y personal.
- SMED: Sistema diseñado para reducir radicalmente la cantidad de tiempo, para llevar a cabo un cambio de configuración de equipos, con la finalidad de reducir el tiempo a menos de 10 min.
- Diagnostico Thibaut: Es un método de diagnóstico que permite conocer la situación real de la organización para identificar problemas y áreas de oportunidad.
- TPM: es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es 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. Esto supone: Cero averías.
- Maquina sopladora de botellas: La máquina consisten en una boca de soplado, molde con venas de calentamiento y una cuchilla. Es utilizada en la industria para el soplado de plásticos.
- Compresor: máquina que reduce el volumen de un líquido o gas por medio de presión.
- Desperdicio: es cualquier elemento dentro del proceso de producción (incluyendo áreas de servicio y administrativa) que añade costo sin añadir valor al producto
- Resina: Sustancia orgánica que se solidifica en contacto con el aire, insoluble en agua, tiene resistencia térmica. Existen de varios tipos y pueden ser usadas para distintas aplicaciones, como envases, botellas, sillas, etc.
- Preforma: tubo de plástico formado por resina pet para la elaboración de botellas.
- Teoría del FMEA: ayudará a colocar los pesos, mediante la ponderación de su severidad, frecuencia y detección en las Oportunidades y Amenazas.
- Matriz EFE: matriz en la cual se colocan los pesos, mediante la ponderación de su severidad, frecuencia y detección en las Oportunidades y Amenazas.
- Matriz EFI: permite comprender la situación real de una empresa, observando sus fortalezas y debilidades de forma clara.

- Diagrama de operación de procesos: Es un gráfico donde se muestra la secuencia de las operaciones, inspecciones, tiempos, así como también los materiales que se utilizan en un proceso de manufactura, desde que llega la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado.
- 5W1H: Las Cinco W son una técnica con la que se consigue transmitir un mensaje eficazmente. Es la manera más sencilla y completa de presentar información
- Diagrama de Pareto: es un tipo de gráfica de barras donde los valores se encuentran organizados de mayor a menor, se utilizan para identificar los problemas que se producen con mayor frecuencia. El diagrama de Pareto se basa en la regla 80/20, la cual hace referencia a que el 80% de los problemas pertenece al 20% de los productos.
- Producción total: Producción de uno o varios equipos en un determinado tiempo de análisis.
- Producción teórica: producción total de un equipo a su máxima capacidad.
- Velocidad teórica: velocidad de producción de un equipo a su máxima capacidad.
- Índice de producción: es una división entre el beneficio obtenido y el costo total empleado, cuanto mayor sea dicho índice mayor será la rentabilidad de la empresa.
- Índice de calidad: es un indicador que permite conocer cuanto % de todos los productos terminados presentan fallas.
- Eficiencia total del equipo: es un indicador que permite conocer la capacidad para producir sin defectos, con el rendimiento y disponibilidad reales de los equipos.
- Eficiencia Actual: es la cantidad de botellas que produce el equipo actualmente
- Eficiencia Esperada: es la cantidad de botellas que produciría el equipo sin defectos y con toda su disponibilidad.
- Tiempo de paradas planeadas: Tiempo asignado para el mantenimiento de maquinas
- Tiempo Disponible: Tiempo total disponible en el año
- Tiempo de paradas no planeadas: Tiempo empleado en corregir errores y fallas de la maquinaria durante la producción.

- Tiempo de operación: Tiempo total de producción de la maquinaria
- Índice de Disponibilidad: porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y operatividad.
- OEE: Herramienta lean que mide en conjunto el rendimiento, disponibilidad, calidad y tiene un nivel teórico.
- VAN: es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial el VAN es positivo; entonces es viable el proyecto.
- TIR: es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión.
- Beneficio / Costo: es una herramienta financiera que compara el costo de un producto y el beneficio que esta entrega para evaluar y tomar la mejor decisión en términos de inversión.
- COK: El costo de oportunidad de capital es el interés que se ganaría de haber invertido en la mejor opción o negocio.
- CPPC: Costo promedio ponderado de capital también llamado WACC, es una tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión.
- Beta apalancado: es una medida de riesgo afectada por factores internos como la razón deuda/capital y externos como la tasa impositiva. En el caso del proyecto se encuentra afectada por la estructura de capital de la empresa.
- CAPM: es un modelo de fijación de precios de activos de capital y sirve para determinar la tasa de rentabilidad de un activo en un portafolio de inversiones.
- Tasa libre de riesgo: está asociada a un bono emitido por el banco central de reserva. Se puede tomar como referencia la tasa de rentabilidad de un bono a 5 años o una obligación a 10 años emitidos por el tesoro público.
- Rendimiento de mercado: es el rendimiento estimado de la rentabilidad de todas las empresas de un sector para un periodo no menor a 10 años.

Diseño de la Investigación

El tipo de diseño será de tipo no experimental, ya que no se manipulará deliberadamente ninguna variable, solo se describieron tal y como estaban presentes.



CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Análisis Externo de la Empresa

2.1.1 Análisis del entorno global

El análisis del entorno global se basó en un análisis PEST para identificar los factores globales.

- A. Político: Factores políticos que puedan afectar, las actividades de la empresa en un futuro. Ej. Iniciativas gubernamentales a favor de la empresa, cambios en acuerdos internacionales.

Con respecto a lo evaluado en el sector de botellas de plástico, se considera a la importación de insumos como un factor político, puesto que la mayor cantidad de proveedores de resina se encuentran en el exterior y de tener mayor facilidad basada en acuerdos internacionales, sería más rentable.

- B. Socio Cultural: Son elementos de la sociedad que pueden llegar a afectar a todo el sector de botellas de plástico, estos pueden ser cambios en hábitos de consumo y patrones culturales. Basado en este factor, se considera la demanda en continuo crecimiento a un ritmo más lento, como factor socio cultural, puesto que actualmente se promueve la reducción del consumo de plástico.

- C. Ámbito Legal: El mercado de botellas de plástico se rige bajo ciertas normas legales llamadas normas técnicas peruanas (NTP), para su comercialización. Para la exportación de sus productos debe también cumplir con las normas legales del país de destino. La norma técnica peruana vigente para envases y accesorios plásticos en contacto con alimentos es NTP 399.163-1:2017/CT 1 2018.

Se considera como factor legal el surgimiento de normativas legales que limitan la utilización del plástico, ya que se está promoviendo la reducción del consumo, como se logró en otros países con el aumento en impuesto.

- D. Económico: Son elementos económicos actuales o futuros que afectan el sector de las empresas de botellas de plástico. Basado en ese concepto, se

considera a las consultoras que brindan servicios de implementación de mejoras, a los indicadores altos de crecimientos económicos, a la disponibilidad de materia prima, al aumento de precios de insumos y a la competitividad de empresas del sector como factores Económicos, ya que generan efecto tanto positivos como negativos en el sector. En el Perú el 2017 el PBI creció en 2.5% y el año el 2018 creció un 4% y el 2019 en un 2.3% respecto al año anterior.

- E. Tecnológico: La velocidad de mejora de la tecnología es decisiva actualmente para el futuro del sector. Se considera el desarrollo tecnológico e innovaciones y la tecnología inalcanzable como factores Tecnológicos.

Se propone la compra de una nueva maquinaria para poder cubrir una mayor demanda.

Desarrollo de Matriz EFE, mediante la evaluación del FMEA y el Proceso analítico jerárquico.

Se utiliza la base teórica del FMEA, la cual ayudará a colocar los pesos, mediante la ponderación de su severidad, frecuencia y detección en las Oportunidades y Amenazas.

- F. Ecológico: La empresa no genera impacto ecológico porque no fábrica la preforma, sus procesos son el calentador por horno y soplado por lo que no genera residuos ni afluentes. La preforma es calentada a 115°C para posteriormente ser soplada, con lo que podemos concluir que no emite residuos, ya que es considerado tóxico la resina pet calentada a más de 265°.

2.1.2 Oportunidades y Amenazas

A continuación, se detallará las Oportunidades y Amenazas presentes en la empresa para la posterior aplicación de la matriz EFE.

Consultoras que brindan servicios de implementación de mejoras: se puede contratar una consultora para implementar las herramientas de manufactura esbelta.

Importar insumos de menor precio: se puede comprar preformas del extranjero a un menor costo y en mayor cantidad.

Desarrollo tecnológico e innovaciones: se puede obtener maquinaria moderna con una mayor inversión.

Crecimiento Económico del mercado: según la información brindada por el diario Gestión (2019) se tiene el dato que la industria de plástico crece a un ritmo de 3.2% anual; a su vez representa el 4% del PBI industrial y genera 52 mil empleos directos. Asimismo, se destaca que el PBI de la industria plástica es de S/. 3 mil millones y la oferta supero los S/. 18 mil millones. Cada año se importa más de 1 millón de toneladas de materias primas plásticas.

Disponibilidad de materia prima: Existe gran cantidad de proveedores de preformas pet por lo que no habría escasez de la misma.

Producto sustituto: existen productos que cumplen la misma función con características diferentes como: botellas de vidrio, botellas de acero inoxidable, botellas oneway, botellas biodegradables.

Aumento de precios de insumos: según la información brindada por El comercio (2020) el alza de precios en las resinas se debe a la escasez del insumo en China y Estados Unidos; también por el alza de precio del transporte.

Surgen nuevas normativas que limitan el uso del plástico: se están presentando leyes para el control del uso del plástico y se prevé que en un futuro cercano el sector de botellas de plástico se verá afectado.

Competitividad de empresas del sector: existen gran variedad de empresas en el sector de botellas de plásticos por lo que la oferta es alta.

Existen pocas barreras de ingreso en el mercado: existe pocas barreras de entrada al mercado de botellas de plástico como son la legal y la de inversión, por lo que es relativamente sencillo ingresar al rubro.

Tabla 2.1*Matriz EFE*

FACTORES CLAVES	EXTERNOS ENTORNO	PESO RELATIVO	VALOR	VALOR PONDERADO
OPORTUNIDADES				
1. Contratar una consultora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta	Económico	5%	3	0.15
2. Importar insumos de menor precio	Político	10%	2	0.2
3. Desarrollo tecnológico e innovaciones.	Tecnológico	10%	4	0.4
4. Crecimiento económico del mercado.	Económico	10%	3	0.3
5. Disponibilidad de materia prima.	Económico	15%	2	0.3
AMENAZAS				
1. Producto sustituto.	Socio cultural	10%	4	0.4
2. Aumento de precios de insumos.	Económico	10%	4	0.4
3. Surgen nuevas normativas que limitan el uso del plástico.	Legal	15%	3	0.45
4. Competitividad de empresas del sector	Económico	5%	2	0.1
5. Existen pocas barreras de ingreso en el mercado.	Tecnológico	10%	3	0.3
TOTAL		100%		3

Escalas: Respuesta Superior: 4, Respuesta Superior a la media: 3, Respuesta Media: 2, Respuesta mala: 1

El peso relativo considerado para la realización de la matriz se basó en la información proporcionada en la visita a la empresa con colaboración del jefe de área y los trabajadores.

El valor ponderado de la matriz EFE es 3, esto quiere decir que la empresa aprovecha bien sus oportunidades importantes en el entorno frente a sus amenazas.

2.1.3 Análisis del entorno competitivo

Para realizar el análisis del entorno competitivo, se desarrollará las 5 fuerzas de Porter

- La amenaza de nuevos participantes: En el sector de botellas de plástico, se pueden identificar las siguientes barreras de ingreso: legales y de inversión; ya que “Surge como barrera de ingreso, cuando la empresa entrante necesita asegurar la distribución del producto” (Porter, 2012, p. 34). Se considera como principal barrera de entrada a Inversión, debido a que de eso depende la cantidad de productos disponibles para los clientes, nivel de servicio. (Porter, 2012, p. 35). Se concluye que es alta la amenaza.
- El poder de negociación con los compradores: Actualmente el sector de botellas de plástico cuenta con clientes que deciden las características de las botellas que solicitan. Piden calidad en el producto y menores tiempos de entrega, ya que “el poder de negociación de los compradores aumenta a medida que exige a las industrial a reducir precios, mejorar calidad u ofrecer otros servicios adicionales” (Porter, 2012, p. 67). Por lo mencionado anteriormente se puede concluir que los compradores tienen un poder de negociación medio.
- El poder de negociación de los proveedores: Para la Industria de las botellas de plástico, los proveedores principales son los proveedores de preformas pet. La mayor cantidad de preformas pet de este sector es importada, la cantidad de proveedores es limitada; sin embargo, debido a que se puede considerar un commodity su precio es volátil y está sujeto a las condiciones de demanda internacional y al nivel de competencia entre productores. “los proveedores no necesitan competir con productos sustitutos, para venderle a la industria los insumos” (Porter, 2012, p. 74). Por ello los proveedores poseen un poder de negociación medio dentro del mercado.
- La amenaza de productos sustitutos: Actualmente existen productos sustitutos con la misma función como son las botellas Oneway, pero son producidos en menor escala y con un mayor precio. “Se tendrá un mayor margen de utilidad a medida que se ofrezca a menor precio que los sustitutos” (Porter, 2012, p. 65). Por lo que se concluye que existe amenaza media de productos sustitutos.
- La rivalidad de los competidores: En el sector existen muchas empresas que producen botellas de plástico, el mercado se encuentra en crecimiento lento,

el producto de la empresa se diferencia por entregar sus pedidos en menor tiempo, en comparación a otras, ya que “la rivalidad se hace presente recurriendo a guerras de publicidad, introducción de productos y mejora de servicios para sus clientes” (Porter, 2012, p. 52). Se concluye que existe una alta rivalidad entre los competidores.

En base a lo evaluado se concluye que se encuentra en un sector altamente riesgoso, se debe aprovechar el poder de negociación con los compradores, poder de negociación con los proveedores y amenaza de productos sustitutos para destacar en el sector de botellas de plástico.

2.2 Análisis Interno de la Empresa

2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico

La empresa no tiene una visión compartida con sus trabajadores, luego de haber conversado con la dirección de la empresa se propone la siguiente visión y misión para la empresa:

Visión

Mantenerse en el mercado de botellas de plástico buscando incursionar en el mercado de provincias ofreciendo entregas puntuales y precios competitivos.

Misión

Somos una empresa peruana, producimos y comercializamos botellas de plástico,

Objetivos organizacionales

- Lograr ventas anuales de 200 mil dólares en el año 2020

Adicionalmente a este objetivo, se propone:

- Mejorar el clima laboral logrando reducir la rotación del personal.
- Incrementar la disponibilidad de equipos al 85%
- Aumentar la cartera de clientes
- Contar con personal calificado

Figura 2.1
Cadena de valor

Abastecimiento					M A R G E N
Compra de resina, materiales para producción, equipos, materiales de oficina					
Desarrollo tecnológico					
Internet, servicio telefónico, sistemas de computo					
Recursos Humanos					
Contratación de personal, compensaciones, ambiente de trabajo saludable, clima laboral					
Infraestructura de la empresa					
Maquinaria para producción, Control de Calidad					
Logística Interna	Operaciones	Logística Externa	Marketing y ventas	Servicios	
-Recepción de pedidos -Recepción de insumos -Trato con proveedor de insumos	-Preparación -Desarrollo -Cambio de línea	-Convenio con clientes -Distribución de producto terminado	-Ventas directas -Ventas a pedido	-Asistencia al cliente	

Actividades de apoyo

Abastecimiento: Compras de materia prima.

Desarrollo tecnológico: Los generadores de los costos y el valor.

Recursos Humanos: Búsqueda, contratación y motivación del personal.

Infraestructura de la empresa: Actividades que prestan apoyo a toda la empresa como planificación, contabilidad y las finanzas

Actividades primarias

Logística interna: Comprende operaciones de recepción, almacenamiento y distribución de las preformas pet.

Operaciones: Proceso por el que pasa la materia prima para obtener el producto final.

Logística externa: Abastecimiento de los productos terminados (botella de plástico) y distribución del producto al consumidor.

Marketing y ventas: Define las actividades con las que se publicita el producto para darlos a conocer como son las ventas directas.

Servicios: Actividades que se encargan de realzar el valor del producto como es la asistencia al cliente.

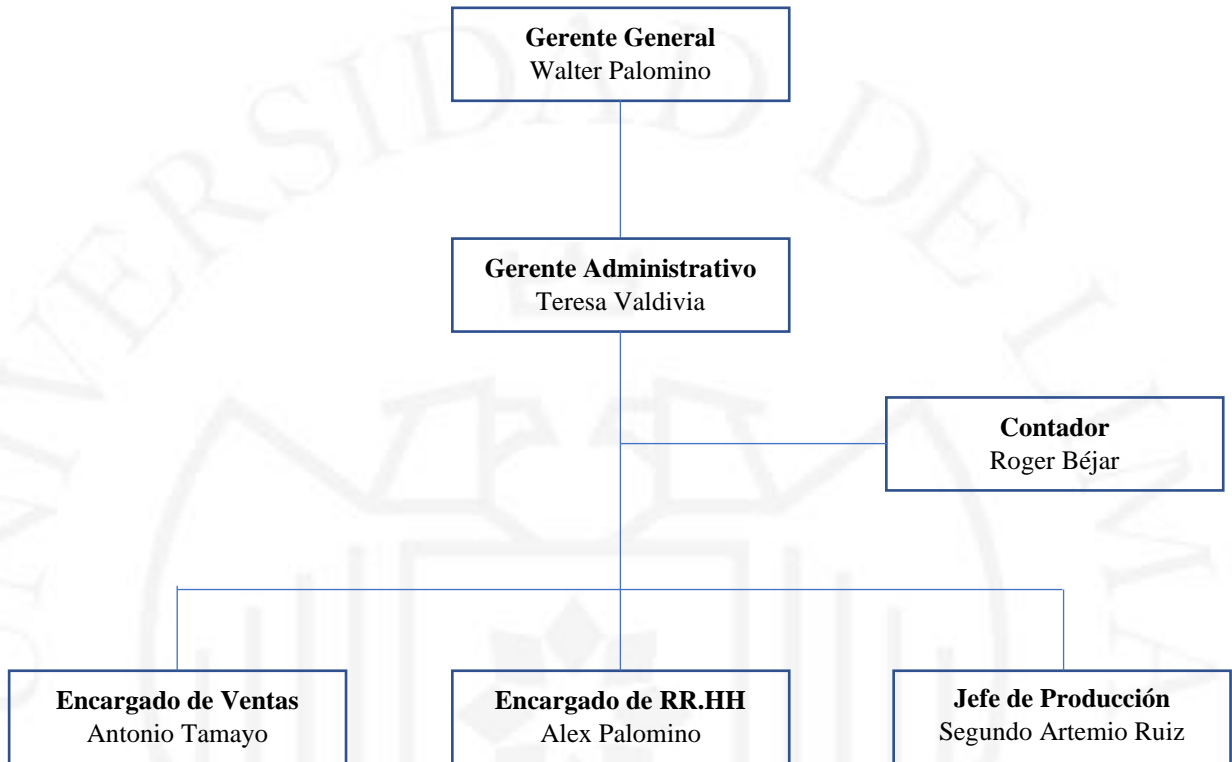
2.2.2 Análisis de la estructura organizacional

Es la forma en la que se divide y agrupan los puestos de trabajo y la distribución del personal, se relacionan a partir de la división de tareas según su jerarquía para lograr sus

objetivos. Para la empresa Blownia E.I.R.L. se identificó que el tipo de estructura organizacional es la simple debido a que existe un bajo grado de departamentalización y su autoridad se encuentra centralizada en una sola persona y tiene poca formalización.

Figura 2.2

Estructura Organizacional



- Gerente General: Máxima autoridad de La Empresa, encargado de tomar las grandes decisiones y realizar el planeamiento a nivel estratégico.
- Gerente Administrativo: Persona que asume las decisiones de administración y supervisión del cumplimiento de las funciones de sus empleados.
- Encargado de Ventas: Persona encargada de supervisar y dirigir actividades en el área de ventas, su empleo consiste en coordinar y monitorear el trabajo de sus empleados a cargo. Define e implementa políticas y procedimientos de venta. Mantiene relación con los compradores y representantes de ventas de los clientes. Detecta clientes potenciales, informa al gerente general sobre las decisiones tomadas.
- Encargado de RR. HH: Es responsable del proceso de reclutamiento y selección dentro de la empresa, actúa como mediador entre los empleados y sus superiores, su función es llevar control sobre el personal. Elaboración de

contratos, deben mantener expedientes del personal actualizado para llevar un control sobre permisos, vacaciones y fechas de pago. Responsable de salud y seguridad ocupacional. Registro de los empleados.

- Contador: Se encarga de llevar las cuentas y controlar el dinero que entra y sale de la organización, elabora y presenta estados financieros con comentarios de la situación actual.
- Jefe de Producción: Dirige la producción de la empresa, tiene a su cargo operarios y les asigna las tareas. Programa las actividades de acuerdo con el plan de producción previamente elaborado. Reporta los tiempos de producción, las horas laboradas, los permisos y los ausentismos. Encargado de controlar la calidad del producto. Tiene a su cargo el mantenimiento de los equipos. Controla el stock y la gestión del almacén.

2.2.3 Análisis general de las áreas claves

La empresa Blownia E.I.R.L. cuenta con las siguientes áreas que se procederá a identificar y describir:

- Área de Ventas: En esta área se realizan la compra de insumos al proveedor MULTIFOOD S.A.C, se lleva un control vía correo electrónico para realizar las ventas y se contactan con los clientes.
- Área de Producción: En esta área se realizan diversos procesos para la elaboración de las botellas de plástico, dentro de esta área se realizan otras labores, tales como la de mantenimiento de maquinaria y cambio de molde.
- Área de Recursos Humanos: En esta área se tiene registrado al personal de la empresa, el desarrollo de sus tareas, sus asistencias y remuneraciones.
- Área de Finanzas: En esta área se lleva a cabo la estrategia del negocio, manteniendo un registro de sus recursos para que sean viables, así como el control de sus resultados y el registro de operaciones contables. Mediante el uso de estados financieros e indicadores mantienen registrada información financiera pasada y actual de la empresa.

Se utiliza una matriz de impacto para evaluar las diferentes áreas que influyen en los resultados de la empresa.

Tabla 2.2*Escala de Impacto*

IMPACTO	ESCALA
NADA	0
POCO	10
REGULAR	30
MUCHO	90

Tabla 2.3*Análisis de Impacto en las Áreas de la empresa*

AREAS	IMPACTO EN COSTOS	IMPACTO EN VENTAS	IMPACTO EN EL VALOR AGREGADO AL PRODUCTO FINAL	PUNTAJE
VENTAS	30	90	30	54
FINANZAS	30	10	10	16
PRODUCCION	90	90	90	90
RECURSOS HUMANOS	30	30	30	30

Como se logra observar en la matriz de impacto, el área clave de la empresa es la de Producción, debido a que los costos, las ventas y el valor agregado al producto final dependen netamente de la capacidad de la máquina.

2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves - línea base.

A continuación, se presentan los indicadores de rentabilidad, endeudamiento y liquidez los cuales se podrá observar la situación de la empresa 2015 al 2018.

Tabla 2.4*Tabla de Indicadores generales de desempeño*

Indicadores	Año	2015	2016	2017	2018
	Rentabilidad sobre ingresos o Margen Neto	31.99%	32.90%	32.91%	32.93%
	Interpretación	Se puede observar que el margen neto aumento del Año 2015 al 2016 y luego fue constante hasta el 2018, esta es positivo para la empresa dado que cada \$1 que ingresa a la empresa se queda con \$ 0.32 después de imp. e intereses.			
Indicador de Rentabilidad	Rentabilidad sobre activos (ROA)	12.38%	13.13%	13.10%	13.06%
	Interpretación	Entre los años 2015 y 2018 el ROA se mantiene entre un 12% y 13% lo cual indica que por cada \$1 invertido en activos se tiene un \$0.13 de utilidad neta.			
	ROI	38.70%	39.90%	39.79%	39.66%
	Interpretación	Este indicador quiere decir que por cada \$1 invertido se obtiene \$0.39, entre mayor sea el indicador es mejor.			
Indicador de Endeudamiento	Razón de Endeudamiento	17.80%	14.49%	14.44%	14.40%
	Interpretación	En el año 2015 fue de 17.80% lo que indica que el 17.80% del activo total fue financiado por los pasivos, dicho porcentaje va disminuyendo lo que significa que la empresa tiene menos deudas.			
Indicador de Liquidez	Razón Corriente	2.99	2.75	2.75	2.75
	Interpretación	En el año 2015 la empresa pudo cubrir 2.99 veces sus deudas a corto plazo, entre mayor sea este indicador es más favorable.			
	Capital de trabajo	S/59 266.32	S/53 936.42	S/55 557.13	S/57 210.92
	Interpretación	Es la cantidad de activos que le quedan a la empresa luego de pagar sus obligaciones a corto plazo.			

2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora (hallazgo de problemas).

En el año 2018 la empresa cuenta con una venta anual de 535 500 botellas equivalentes a \$96 390.

- Respecto al estado financiero, la empresa tiene una rentabilidad de 32% anual.

- Respecto a sus clientes, su cliente principal es MULTIFOOD S.A.C. el cual representa el 70% de los pedidos y el 30% restante se distribuye entre sus otros clientes.
- Respecto al área de producción, se observa que en el cambio de línea de producción existe una holgura de tiempo de 1 hora y 21 minutos la cual provoca menos eficiencia en la producción.
- Respecto a Recursos Humanos, cuentan con 7 operarios (Área de Producción) y se tiene una rotación de personal del 60% anual.

2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.

A continuación, se evaluarán los factores internos claves de la empresa mediante el uso de una Matriz EFI.

Tabla 2.5

Matriz EFI

FACTORES INTERNOS CLAVES	PESO RELATIVO	VALOR	VALOR PONDERADO
FORTALEZAS			
1. Entrega del producto en menor tiempo, a comparación de la competencia	17%	4	0.68
2. Precio accesibles.	15%	4	0.6
3. Buena ubicación estratégica.	9%	3	0.27
4. Monitoreo de los precios de venta de mercado	13%	3	0.39
5. Los contratos son adaptados a las condiciones de cada cliente	9%	3	0.27
DEBILIDADES			
1.No aplican herramientas de manufactura esbelta.	10%	2	0.2
2. No usan las EPPs.	6%	1	0.06
3. No tienen página web.	8%	2	0.16
4. Alta rotación de personal	8%	2	0.16
5. Falta de motivación del personal	5%	2	0.1
TOTAL	100%		2.89
Escalas			
Fortaleza mayor: 4, Fortaleza menor: 3, Debilidad menor: 2, Debilidad mayor: 1			

Se puede concluir que la sumatoria del valor sopesado es de 2.89 esto da a entender que la empresa es más fuerte en lo interno.

El peso relativo considerado para la realización de la matriz se basó en la información proporcionada en la visita a la empresa con colaboración del jefe de área y los trabajadores.

Se realizará una matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para identificar los factores externos e internos claves de la empresa.

Tabla 2.6

Detalle del FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Entrega del producto en menor tiempo, comparación de competencia.	Contratar una consultora para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta.	No aplican herramientas de manufactura esbelta.	Producto sustituto.
Precios accesibles.	Importar insumos de menor precio	No usan las EPPs.	Aumento de precio de insumos.
Buena ubicación estratégica.	Desarrollo tecnológico e innovación	No tienen página web.	Surge nuevas normativas que limitan la utilización de plástico.
Monitoreo de los precios de venta de mercado	Crecimiento económico del mercado	Alta rotación de personal.	Competitividad de empresas del sector
Los contratos son adaptados a las condiciones de cada cliente	Disponibilidad de materia prima	Falta de motivación del personal	Barreras para ingresar al mercado de plástico son pocas.

“Análisis enfocado en proveer decisión para el trabajo, contiene objetivos específicos para las industrias, así como factores estratégicos internos y externos que pueden o no ser favorables. El proceso de análisis es usado para darle un valor”

(Prasad,2018,p.1295-1309)

2.2.7 Proceso a mejorar

Según lo observado en las posibles oportunidades de mejora, se llegó a la conclusión de que, realizando una mejora en el área de producción, se lograrán cambios significativos como es reducir tiempo para cambio de línea de productos aumentando la eficiencia.

Actualmente la eficiencia se encuentra en un 67.31% y se lograría una eficiencia de 82.32% al emplear las herramientas de manufactura esbelta.

Tabla 2.7

Detalle de baja eficiencia

Detalle de baja eficiencia	
PRODUCCION TOTAL (botellas)	535 500
VELOCIDAD TEORICA (botellas/hr)	650
PRODUCCION TEORICA (botellas)	$650 * 1224 = 795\ 600$
INDICE DE PRODUCCION	$535\ 500 / 795\ 600 = 0.6731$



CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio

A continuación, se desarrollará el proceso de la elaboración de botellas de plástico, con la finalidad de obtener productos requeridos por los clientes.

Figura 3.1

Diagrama de operación de procesos para 20 botellas de plástico

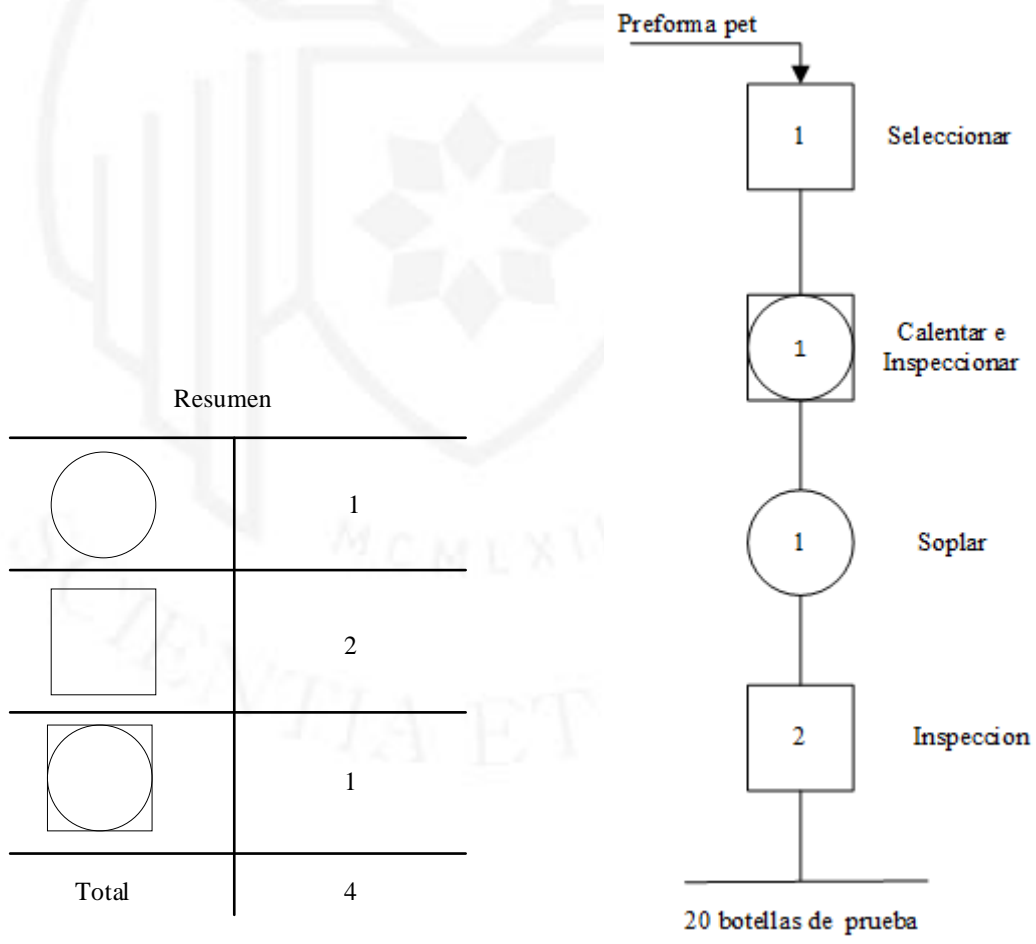
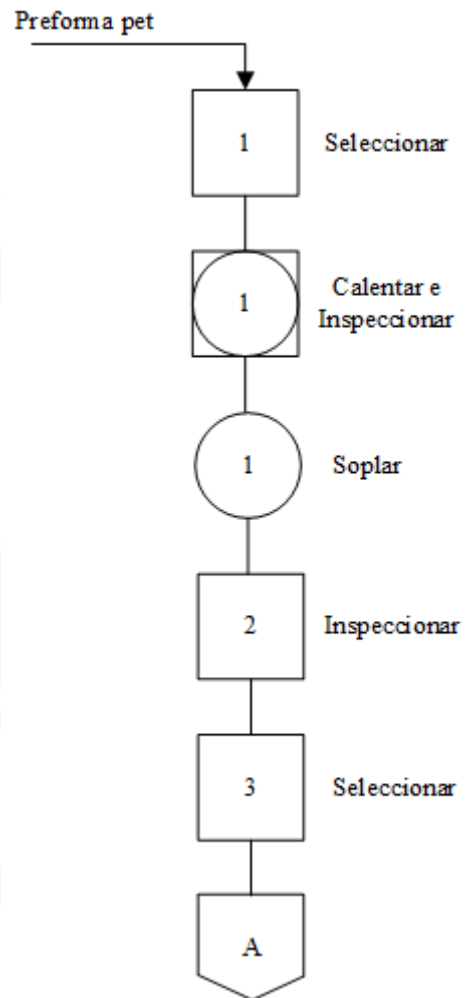
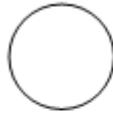

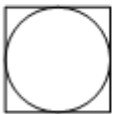
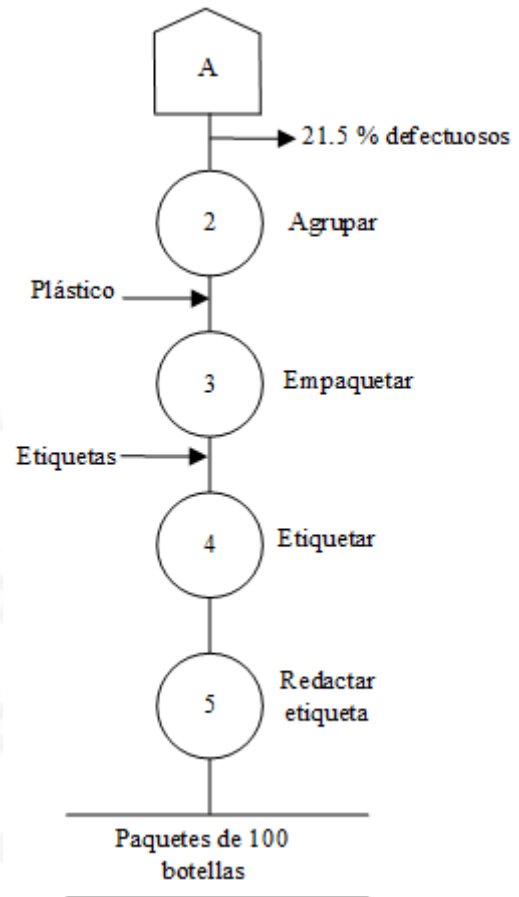


Figura 3.2

Diagrama de operación de procesos para paquetes de 100 botellas de plástico



Resumen	
	5
	3
	1
Total	9



Se procederá a describir el proceso de la elaboración de la botella de plástico, este proceso consiste en que trabajan 7 operarios en el área de producción y se producen 2 calidades de botellas en 2 turnos por día.

Se pone en encendido la llave general y se enciende el compresor, a su vez el horno y la sopladora.

La duración de encendido dura aproximadamente 15 minutos, otros 15 minutos se utilizan para la calibración de las máquinas y colocar los parámetros según el molde.

El inicio del proceso será el siguiente:

- Se reciben las preformas pet y se colocan en el área de recepción según su tamaño.
- Durante la primera mitad de la jornada se seleccionan las preformas pet requeridas y son llevadas al área de producción por un operario.
- En el área de producción un operario procede a calentar las preformas pet en el horno a 115° C previamente calibrado donde entran 15 preformas pet colocadas una por una y paralelamente controla la uniformidad de la temperatura entre 10 a 12 minutos.
- Con ayuda de un operario las preformas pet previamente calentadas son colocadas de dos en dos en la sopladora, la cual tiene la capacidad de producir 12 botellas/minuto.
- El supervisor inspecciona las primeras 20 botellas para ver si presentan algún defecto, en caso presenten algún defecto las máquinas son nuevamente calibradas y nuevamente se procede a revisar otras 20 botellas, este proceso de inspección dura 1.5 minutos.
- Las botellas que presentaron algún defecto son agrupadas de 100 en 100 por un operario, luego empaquetadas y etiquetadas por otro operario (actividad que dura 5 minutos). Posteriormente enviadas al almacén por otro operario también encargado del control de inventario. Previo al envío de almacén, se escribe manualmente la calidad de la botella, el área de ubicación y los datos del cliente en las etiquetas pegadas.
- Las botellas en buen estado se agrupan de 100 en 100 por un operario, luego empaquetadas y etiquetadas por otro operario (actividad que dura 5 minutos). Posteriormente enviadas al almacén por otro operario, quien también

encargado del control de inventario. Previo al envío de almacén, se escribe manualmente la calidad de la botella, el área de ubicación y los datos del cliente en las etiquetas pegadas.

- Antes del inicio de la segunda mitad de la jornada se realiza un cambio de línea para comenzar con la producción de las botellas de diferentes características. Para lo cual se toma un tiempo de 24.5 minutos para la calibración y cambio de molde del horno; y 5.41 minutos para la calibración y cambio de molde de la sopladora. Este proceso de cambio de línea se da una sola vez al día.
- Para iniciar la segunda mitad de la jornada; un operario selecciona las preformas pet de otra presentación de botella y las lleva al área de producción y se procede a realizar la misma operación.
- El supervisor es el encargado para hacer un control de calidad a las botellas, en caso haya alguna falla se realiza el calibrado del horno y de la sopladora.
- Como se puede observar se obtienen paquetes de 100 botellas de plástico de las dimensiones y calidad solicitadas por el cliente.
- Se registra que el 21.5% de la producción son defectuosos.

3.1.2 Elaboración de Value Stream Map

A continuación, se realizará el mapeo del proceso de producción de botellas de plástico para su posterior evaluación.

Figura 3.3

Value Stream Map

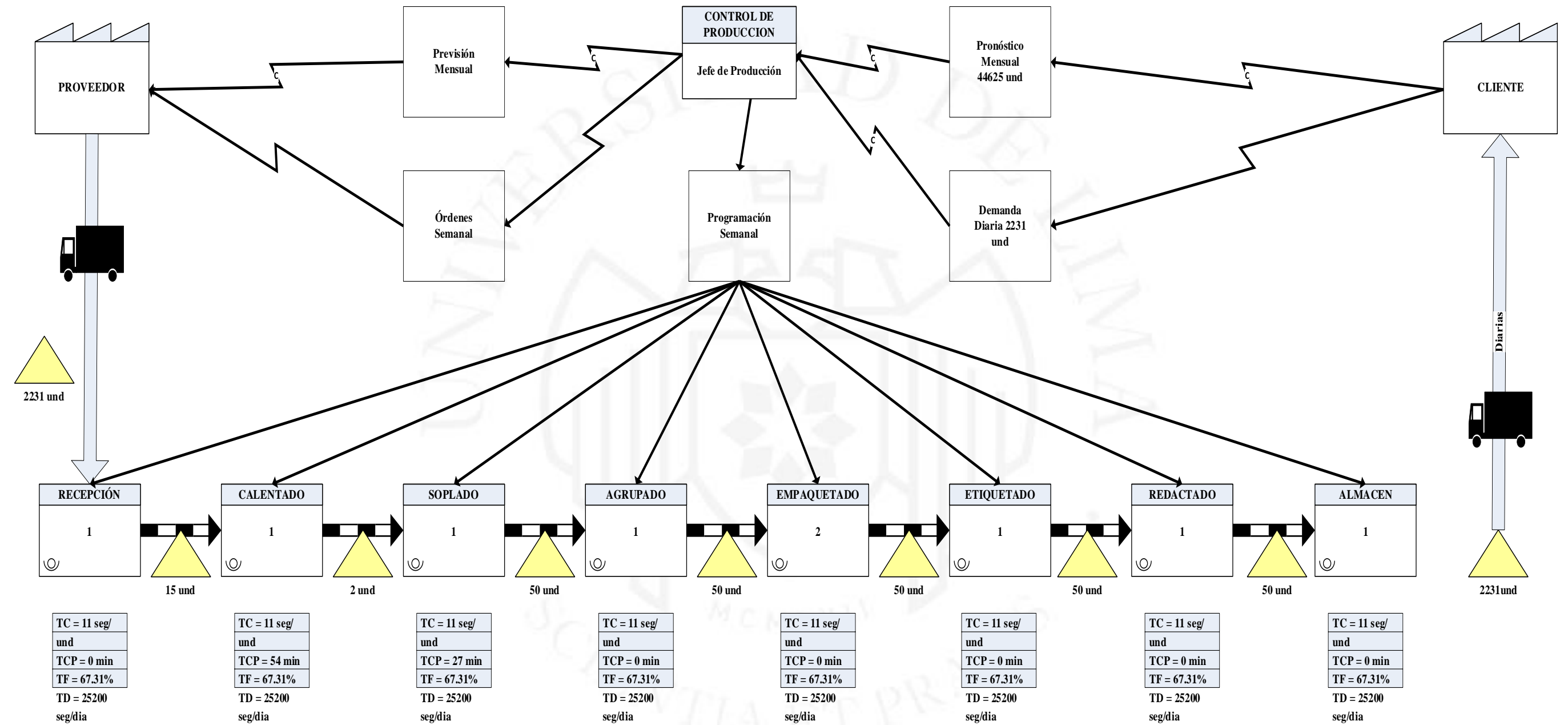


Tabla 3.1

Análisis de tiempos de VSM

Descripción	UMD	Valor
TVA	min	1.5058
TNVA	min	1.1104
Tiempo Total	min	2.6162

3.1.3 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

Se empleará los indicadores de disponibilidad, calidad y rendimiento del proceso de producción de botellas de plástico, para lo cual se considera los siguientes datos otorgados por la empresa:

- Mantenimiento preventivo 2 veces al año con una duración de 8 horas cada uno. (PARADA PLANEADA).

Tabla 3.2

Tabla de Indicadores de desempeño

INDICADORES DE DESEMPEÑO (2018)	
TIEMPO TOTAL (hrs)	$8\text{hr/día} \times 5\text{días/semana} \times 4\text{semanas/mes} \times 12\text{m/año} = 1920$
TIEMPO DE PARADAS PLANEADAS (hrs)	$((81\text{ min/días} \times 5\text{días/s} \times 4\text{semanas/mes} \times 12\text{m/año}) / 60) + 2 \times 8 = 340$
TIEMPO DISPONIBLE (hrs)	$1920 - 340 = 1580$
TIEMPO DE PARADAS NO PLANEADAS (hrs)	$9 + 48 + 16 + 24 + 48 + 16 + 72 + 24 + 48 + 9 + 24 + 18 = 356$
TIEMPO DE OPERACIÓN (hrs)	$1580 - 356 = 1224$
INDICE DE DISPONIBILIDAD	$1580/1224 = 0.7747$
PRODUCCION TOTAL (botellas)	535 500
VELOCIDAD TEORICA (botellas/hr)	650
PRODUCCION TEORICA (botellas)	$650 * 1224 = 795\ 600$
INDICE DE PRODUCCION	$535\ 500 / 795\ 600 = 0.6731$
PRODUCCION RECHAZADA (botellas)	$26.5\% \times 429\ 624 = 141\ 907$
INDICE DE CALIDAD	$(429\ 624 - 141\ 907) / 429\ 624 = 0.735$
EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO	$0.7747 * 0.6731 * 0.735 = 0.3832$

Tabla 3.3

Cuadro comparativo de indicadores

Indicadores de desempeño	Valor Actual	Deseado	Brecha
Productividad	67.31%	95.00%	27.69%
Disponibilidad	77.47%	90.00%	12.53%
Calidad	73.50%	99.00%	25.50%

3.1.4 Data histórica de causas raíz

A continuación, se mostrará datos otorgados por la empresa de años anteriores, donde se puede apreciar los cambios a lo largo del tiempo.

Tabla 3.4

Tabla de Eficiencia de Producción

AÑO	EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN
2013	62.50%
2014	60.50%
2015	65.40%
2016	63.60%
2017	68.40%
2018	67.31%

Figura 3.4

Eficiencia de Producción

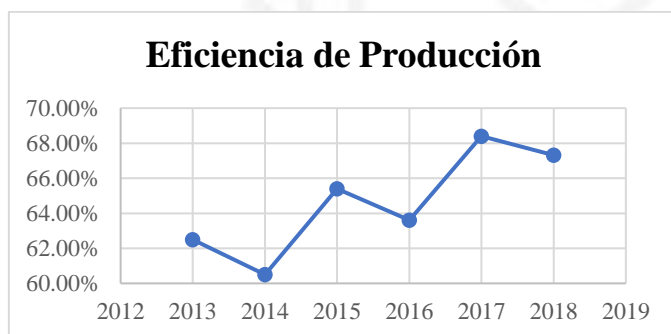


Tabla 3.5

Tabla de Ventas Anuales

AÑO	VENTAS (\$)
2013	77 345.35
2014	79 740.16
2015	82 183.83
2016	84 677.38
2017	87 221.82
2018	96 390.00

Figura 3.5

Ventas Anuales

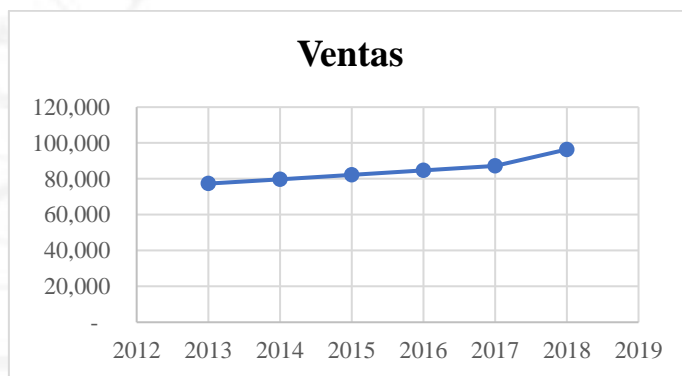


Tabla 3.6

Tabla de Utilidad Anual

AÑO	UTILIDAD(\$)
2013	18 863.49
2014	19 431.99
2015	19 982.08
2016	28 464.84
2017	29 314.80
2018	32 377.38

Figura 3.6

Utilidad Anual

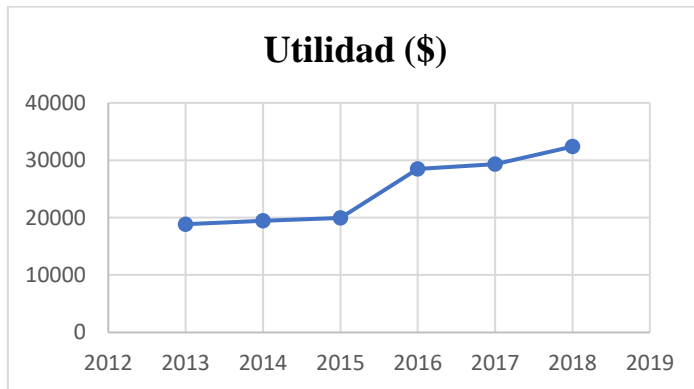


Tabla 3.7

Tabla de cambio de línea

AÑO	Cambio de línea(min)
2013	86
2014	85
2015	84
2016	82
2017	81
2018	81

Figura 3.7

Cambio de línea

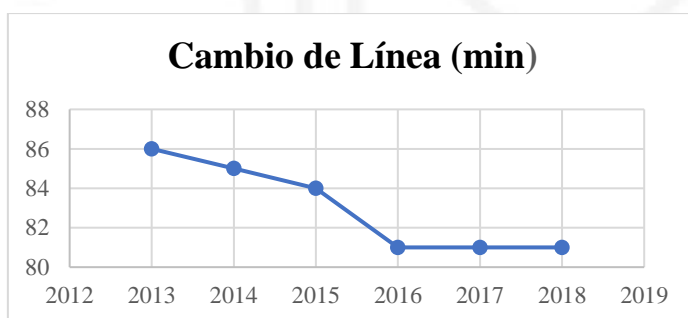


Tabla 3.8

Tabla de Fallas

AÑO	# FALLAS
2013	7
2014	8
2015	6
2016	5
2017	8
2018	8

Figura 3.8

Número de fallas

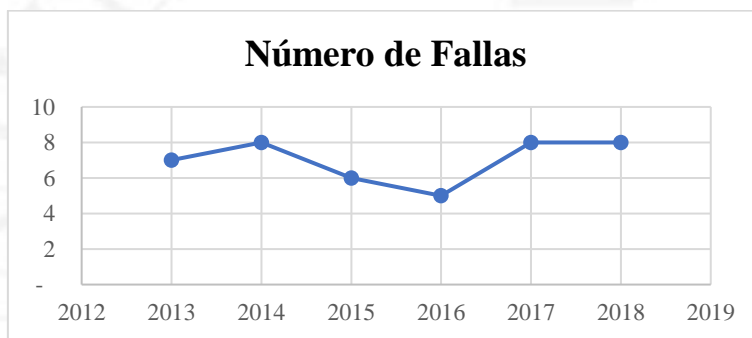


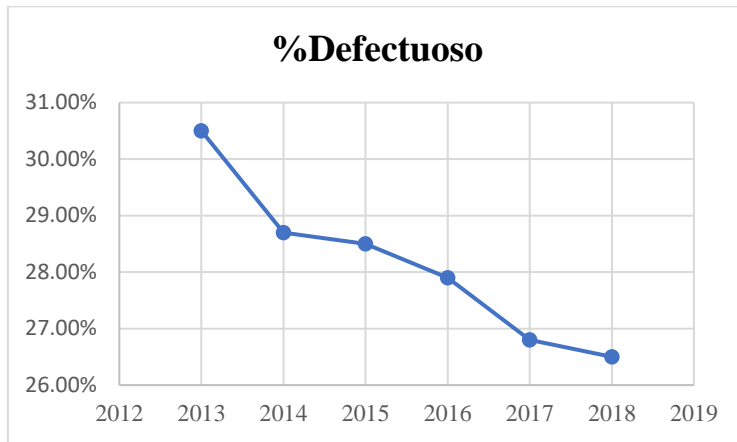
Tabla 3.9

Tabla de % defectuosos

AÑO	% DEFECTUOSO
2013	30.50%
2014	28.70%
2015	28.50%
2016	27.90%
2017	26.80%
2018	26.50%

Figura 3.9

% Defectuosos

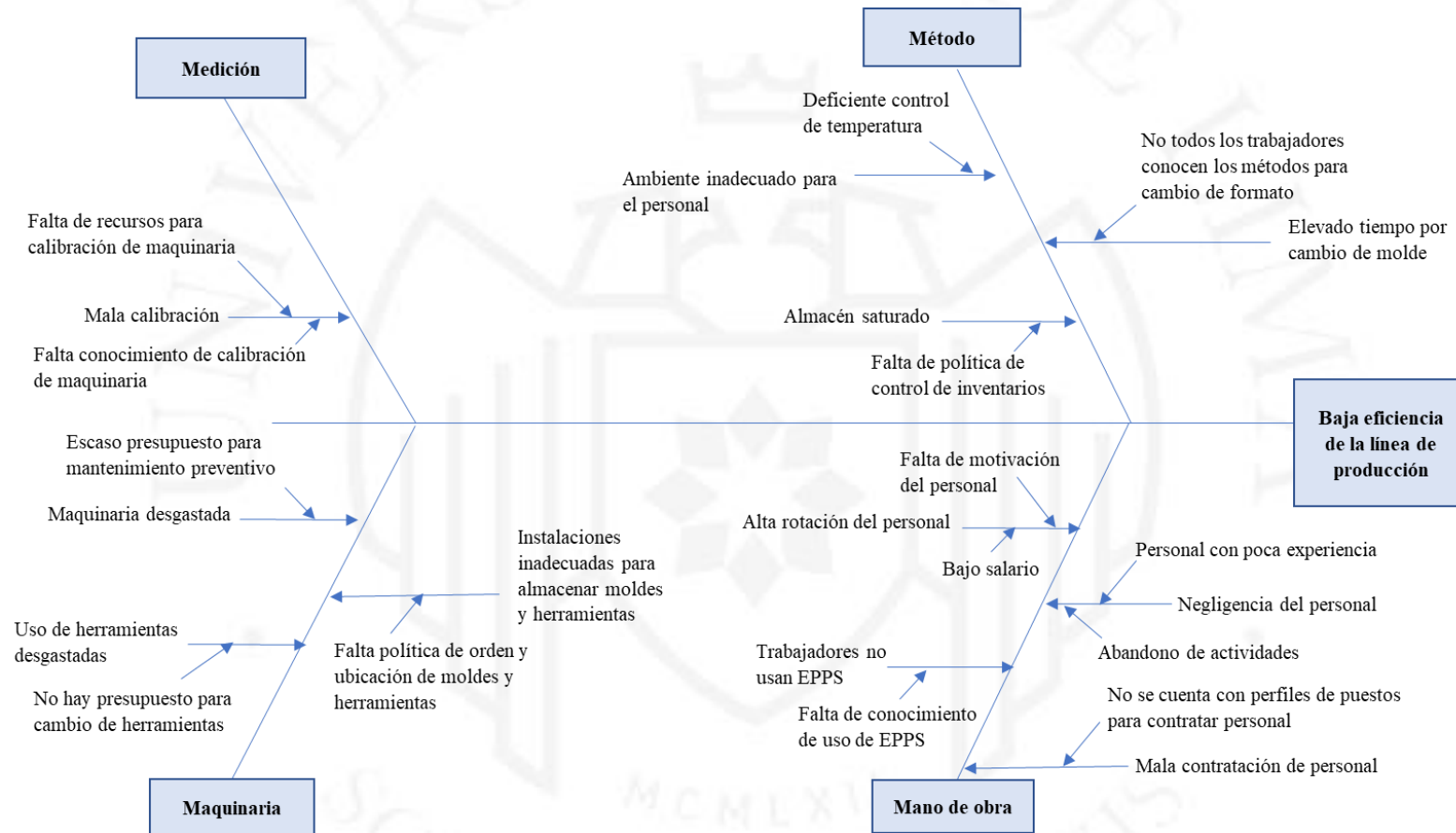


3.2 Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

Se utilizó el Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa) para hallar las causas raíz de la Baja eficiencia de la línea de producción.

Figura 3.10

Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)



Para evaluar las causas raíz se desarrolló una encuesta de clasificación según la importancia a 7 trabajadores de la empresa entre los que se consideró al Gerente General, jefe de operaciones, jefe de calidad, encargado de mantenimiento y operarios, los cuales nos brindaron los resultados mostrados a continuación.

Para el desarrollo de la encuesta se tomó en cuenta la clasificación de las causas raíz ordenando del más importante al menos importante.



Tabla 3.10*Cuadro de causas raíz*

CAUSA RAIZ	GERENTE GENERAL	JEFE DE OPERACIONES	JEFE DE CALIDAD	MANTENIMIENTO	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	PUNTAJE
Falta de recursos para calibración de maquinaria	6	5	6	7	14	13	11	62
Falta conocimiento de calibración de maquinaria	7	6	5	8	13	14	12	65
Escaso presupuesto para mantenimiento preventivo	3	2	3	1	2	3	2	16
No hay presupuesto para cambio de herramientas	5	11	4	9	12	11	14	66
Falta política de orden y ubicación de moldes y herramientas	1	3	2	2	1	1	1	11
Deficiente control de temperatura	9	12	7	10	11	12	10	71
No todos los trabajadores conocen los métodos para cambio de formato	2	1	1	3	3	2	3	15
Falta de política de control de inventarios	4	4	8	5	4	5	4	34
Falta de motivación del personal	13	14	12	13	7	8	6	73
Bajo salario	14	13	9	4	5	4	5	54
Falta de conocimiento de uso de EPPS	8	8	10	14	8	7	7	62
Personal con poca experiencia	12	7	13	6	9	9	8	64
Abandono de actividades	11	9	11	11	6	6	9	63
No se cuenta con perfiles de puestos para contratar personal	10	10	14	12	10	10	13	79

Se concluye que las causas raíz de menor puntaje son las más importantes a tratar, las cuales son Escaso presupuesto para mantenimiento preventivo, Falta política de orden y ubicación de moldes y herramientas, No todos los trabajadores conocen los métodos para cambio de formato. Como se logra observar los siete trabajadores coincidieron que las causas más significativas eran las 3 mencionadas anteriormente.



CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1 Planteamiento de alternativas de solución

Tomando en cuenta las causas raíz durante el análisis de la empresa se proponen herramientas de manufactura esbelta con la finalidad de encontrar las más indicadas para mejorar la situación actual de la empresa.

Tabla 4.1

Tabla de Herramientas de Lean Manufacturing

Herramientas de Lean Manufacturing	
5S	KANBAN
VSM	SMED
TPM	JIT

Considerando el listado de herramientas de lean Manufacturing se procederá a evaluar cual será la herramienta más adecuada para la solución del problema y el planteo de la propuesta de mejora.

No se utilizarán todas las herramientas debido a que se busca realizar un primer cambio dentro del proceso de producción, un cambio total implicaría el uso de todas las herramientas de manufactura obteniendo un escenario ideal de la mejora de la metodología del trabajo de la empresa lo cual se puede considerar para un análisis de estudio a largo plazo.

4.2 Selección de alternativas de solución

Se realizará una evaluación cualitativa con lo cual se asignará un puntaje del 0 al 4 para cada herramienta listada basándonos en su utilidad frente a la problemática y tomando en cuenta los factores mencionados.

El significado del puntaje es de 0 para la herramienta que no es la indicada para la solución del problema, 1 para la herramienta poco útil y no se ajusta a los criterios, 2 para la herramienta poco útil pero si se ajusta a los criterios, 3 para la herramienta útil

pero no se ajusta a los criterios y 4 para la herramienta muy útil y que se ajusta a los criterios.

Tabla 4.2

Tabla de causas raíz vs Herramientas disponibles

Problemas Identificados	Herramientas Lean						Resultados
	5S	VSM	TPM	KANBAN	SMED	JIT	
No todos los trabajadores conocen los métodos para cambio de formato	2	2	0	2	4	1	SMED
Falta política de orden y ubicación de moldes y herramientas	4	1	0	2	0	0	5S
Escaso presupuesto para mantenimiento preventivo	0	0	4	0	0	0	TPM

Como se aprecia en la matriz, se va a considerar el siguiente resultado:

- Respecto a no todos los trabajadores conocen los métodos para cambio de formato, el SMED es considerada como la herramienta más útil para solucionar este problema debido a que se enfoca a la reducción de tiempos en cambios de formato y reducirlos a menos de 10 minutos.
- Respecto a la falta política de orden y ubicación de moldes y herramientas, las 5s se consideró como la herramienta más útil porque tiene como objetivo inicial mantener el orden y limpieza en el área de trabajo.
- Respecto a un escaso presupuesto para mantenimiento preventivo, TPM fue elegido como la herramienta más útil ya que reduce las fallas y a su vez los mantenimientos reactivos y propone un plan para los mantenimientos preventivos con sostenibilidad en el tiempo.

4.2.1 Priorización de soluciones seleccionadas

En base al desarrollo de la evaluación de las herramientas lean respecto a las causas raíz se concluye que, según los valores asignados, la priorización es la siguiente:

Tabla 4.3*Tabla de Priorización de cada solución*

Cuadro de Prioridad por cada solución	
Causa Raíz	Soluciones
No todos los trabajadores conocen los métodos para cambio de formato	Aplicar SMED: para reducir tiempo en cambio de molde
Falta política de orden y ubicación de moldes y herramientas	Aplicar las 5s: para reducir tiempo en ubicación de las herramientas
Escaso presupuesto para mantenimiento preventivo	Aplicar TPM

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1 Ingeniería de la solución

Se propone la aplicación de la técnica las 5W 1H, cuyo método consiste en hacer preguntas acerca de un proceso, con la finalidad de identificar algún factor o condición que provoque un problema en la implementación de las mejoras propuestas en la empresa.

5.2 Plan de implementación de la solución

Esta técnica consiste en elaborar un plan de acción de manera estructurada empleando 6 preguntas las cuales son:

- ¿Quién? (Who?) Analiza quienes son las personas vinculadas a las soluciones propuestas.
- ¿Qué? (What?) Describe la solución propuesta.
- ¿Dónde? (Where?) Sirve para determinar la localización en donde se desarrollará la solución.
- ¿Cuándo? (When?) Sirve para establecer el tiempo en que se debe efectuar la solución propuesta.
- ¿Por qué? (Why?) Se detalla una justificación del desarrollo de la solución propuesta.
- ¿Cómo? (How?) Se define el plan para la realización de la solución de cómo se pretende conseguir el objetivo de la mejora propuesta.

5.2.1 Objetivos y metas

La técnica de 5W 1H al definir las acciones permite implementar las mejoras debidamente en los plazos propuestos bajo un control de cumplimiento de cada etapa con lo cual se logra los objetivos a corto plazo con la proyección de alcanzar la meta que es el aumento de la eficiencia en el área de producción.

Como objetivo se tiene el cumplir las mejoras en los plazos propuestos, continuo crecimiento de la eficiencia., capacitar personal para reducir tiempo en cambio de formato, eliminar mantenimiento correctivo.

Como meta se tiene alcanzar una eficiencia de producción de 82.32% luego de aplicar las soluciones y en los plazos correspondientes.

A continuación, se muestra la técnica 5W 1H respecto a las soluciones propuesta



Tabla 5.1

Tabla 5W 1H

SOLUCIONES	QUIÉN	QUÉ	DONDE	CUANDO	POR QUÉ	COMO
Aplicar SMED: para reducir tiempo en cambio de molde	Empresa especializada en herramientas de manufactura esbelta	Técnica que evalúa los tiempos internos y externos de un proceso para reducir tiempos	En el área de producción	Una vez tengan los datos de los tiempos internos y externos	Porque busca reducir el tiempo en el cambio e molde	Mediante las indicaciones otorgadas por la empresa consultora
Aplicar las 5s	Empresa especializada en herramientas de manufactura esbelta	Técnica que permite clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar un área de trabajo	En toda la empresa	Una vez se tenga el formato completo de las 5s de la empresa	Porque busca tener el área de trabajo más ordenada y reducir tiempos	Empleando el formato propuesto en toda la empresa
Aplicar TPM	Empresa especializada en herramientas de manufactura esbelta	Permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.	En el área de producción	Una vez se tengan datos de producción, disponibilidad y calidad de la maquinaria	Porque busca obtener la diferencia entre la eficiencia real y la deseada	Tomar nota de tiempos, detalles de defectuosos y de la producción

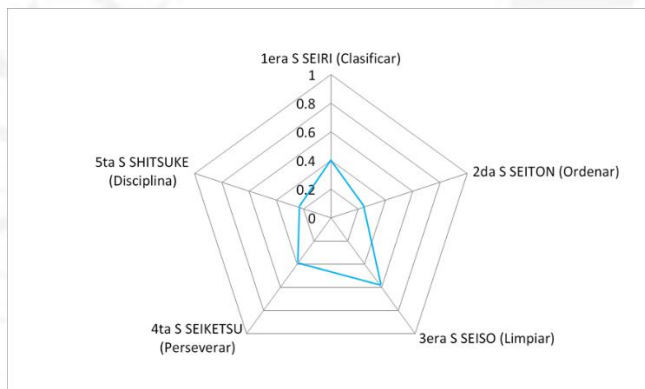
5.2.2 Implementación de las mejoras

El primer paso para la implementación de estas mejoras comenzará con la aplicación de las 5s, la cual iniciará con una charla informativa sobre su aplicación y beneficios que brindara al área de trabajo, a su vez se brindaran los pasos a seguir para su puesta en marcha.

Se aplicó una auditoria inicial (Ver Anexo N° 1) para determinar la situación actual de los trabajadores en su área laboral, así como su motivación para el desempeño de sus tareas, con la cual se obtuvo lo siguiente:

Figura 5.1

Radar 5S



Como se observa en la Figura 5.2, respecto al nivel de evaluación en relación a las 5s se puede observar la situación actual de la empresa representada en una escala de 0 a 1 donde 0 es el nivel más bajo y 1 el nivel más alto. Por medio de esta evaluación se obtiene como resultado que Limpieza tiene una puntuación de 0.6, perseverar y clasificar tienen una puntuación de 0.4 y finalmente disciplina y orden tienen la puntuación más baja de 0.2. Con estos resultados se concluye que la empresa no maneja adecuadamente la aplicación de las técnicas mencionadas.

Para la aplicación de las 5s, se deberán tomar en cuenta los siguientes pasos:

Tabla 5.2

Tabla de las 5s

Nº	5S's	
1	SEIRI	CLASIFICAR
2	SEITON	ORGANIZAR
3	SEISO	LIMPIAR
4	SEIKETSU	ESTANDARIZAR
5	SHITSUKE	DISCIPLINA

5.2.2.1 CLASIFICAR (SEIRI)

Esta S permite eliminar del área de trabajo todos aquellos elementos innecesarios para realizar la labor con el propósito de mantener cerca de los operarios los elementos necesarios para ejercer eficientemente sus labores.

Con lo cual se propone:

- Reconocer el área de oportunidad, convocando a una reunión con el equipo responsable de la implementación de las 5s, con el objetivo de realizar el inventario inicial con ayuda de los operarios en el que se debe tener en cuenta todas las herramientas, componentes y equipos utilizados por los operarios para realizar un formato de trazabilidad.
- Identificar los objetos innecesarios, en este punto se desarrolla la estrategia de las tarjetas rojas para identificar los elementos innecesarios en el área de producción. La Figura 5.1 muestra la Tarjeta Roja para Clasificar.

Figura 5.2

Tarjeta roja 5s

Tarjeta Roja 5S's		
CATEGORIA		
NOMBRE DEL ARTICULO		FECHA
LOCALIZACION	DEPARTAMENTO	CANTIDAD
RAZONES		
METODO DE ELIMINACION		

- Listar los elementos seleccionados, consiste en colocar todos los elementos innecesarios nombrados en las tarjetas rojas en una hoja de Excel detallando el número de tarjeta y la cantidad total.
- Evaluar los objetos seleccionados, como última etapa se convocará a una reunión se solicitará la ayuda del personal responsable para tomar decisiones respecto a los elementos encontrados, para posteriormente realizar otra evaluación para las tarjetas rojas.

5.2.2.2 ORGANIZAR (SEITON)

Para el desarrollo de la segunda S se usará el formato de inventario inicial desarrollado en la primera S (Seiri), se tomará en cuenta los elementos necesarios para ubicarlos en lugares de fácil acceso, donde puedan tomarlos cuando los necesiten y luego devolverlos adecuadamente, así como garantizar el control visual.

- Señalización visual en el estante, como se pudo observar en la planta los operarios trabajan de forma desordenada ya que no cuentan con un espacio correctamente asignados para las herramientas, moldes y otros elementos requeridos, lo que genera malestar y demora en encontrar y hacer uso de estos. Se propone el uso de pequeñas cajas de plástico que servirán para almacenar los elementos debidamente seleccionados y etiquetados según su uso y la asignación del operario responsable. Al terminar la jornada cada caja utilizada debe estar debidamente guardada para permitir un control adecuado hasta el inicio de la siguiente jornada.
- Señalización visual en planta, se elaboró una lista de las áreas que necesitan estar codificadas y se les asignó un código, como se muestra en la Tabla 5.3, el cual será colocado en la estación de trabajo respectiva.

Tabla 5.3

Código de señalización por estación

Código de señalización	Estación de trabajo
1-E	Recepción
2-E	Preparación
3-E	Empaque
4-E	Almacén Inicial
5-E	Almacén Final

- Control visual del inventario final, se propone el uso de un rotulo que identifique la fecha en la que llegó la preforma pet para la elaboración de 100 botellas de plástico, el encargado de colocar el rotulo es el operario del empaquetado quien a mano coloca toda la información sobre la etiqueta.

Figura 5.3

Rótulo de etiqueta

FECHA	DESTINO	
FECHA (R)	MODELO	CANTIDAD

En la Figura 5.2 se observa el rotulo mejorado propuesto para ser colocado en el producto terminado el cual permitirá tener un mejor orden y control del inventario final.

5.2.2.3 LIMPIAR (SEISO)

El equipo de trabajo asignará la tarea de limpieza a un operario que también se encargará de inspeccionar el equipo y la estantería. La tarea de limpieza será rotativa por lo que se tendrá una ficha señalando el operario que se hará responsable de realizar esta función según la semana.

A cada responsable se le entregará un checklist (ANEXO) de limpieza para tener un mejor control, verificar que se cumplan las tareas y corregir inconvenientes de ser necesario.

5.2.2.4 ESTANDARIZAR (SEIKETSU)

Para la estandarización de la elaboración de las actividades se propone elaborar un manual el cual permitirá registrar el cumplimiento de las tareas asignadas mediante los objetivos, alcances, cronogramas según como será detallado a continuación:

- El manual debe tener en claro el alcance del procedimiento a realizar, ya sea para las tareas de limpieza, para el mantenimiento preventivo y uso correcto de EPPs.
- Para el manual de limpieza se debe detallar con ayuda de un operario el proceso de cómo realizar una limpieza adecuada para las maquinas, así como el tiempo utilizado para dicha limpieza, este detalle se aplicará tanto para el horno como para la sopladora.
- Para la programación del mantenimiento preventivo es necesario considerar el tiempo de aplicación y la frecuencia de este, con la finalidad de reducir las paradas no planeadas, tiempo que puede variar según lo considerado por el técnico contratado.
- Se deberá cumplir con el correcto uso de EPPs tales como casco, guantes, orejeras y mascarilla el cual estará monitoreado por el jefe de área, el que realizará un checklist de cada jornada.

5.2.2.5 DISCIPLINA (SHITSUKE)

Para alcanzar la disciplina en los operarios el equipo Lean plantea, en conjunto con el responsable de la empresa, un sistema de incentivos como bonos cada 6 meses para el personal que logró la mayor puntuación referente a las 5s, dicha puntuación será otorgada por la persona encargada.

Con la aplicación de las 5s se espera lograr un puntaje perfecto con el paso del tiempo gracias a la implementación de la mejora continua en la empresa, el objetivo es mantener dicho puntaje a lo largo del tiempo, lo que ocasionaría que la empresa tenga un rendimiento óptimo.

Como segundo paso se desarrollará el formato de elaboración del SMED basado en el análisis de actividades externas e internas para el proceso de calentamiento y soplado

de las preformas pet para la reducción de tiempo del cambio de formato a menos de 10 minutos.

Logrando en el proceso de calentamiento de las preformas pet reducir el tiempo en 54.63% como se muestra en la Tabla 5.9 y una reducción en el proceso de soplado de las preformas pet en 79.94% como se muestra en la Tabla 5.10.

Finalmente se procederá a llevar un control por medio de un formato en el cual se comparen los tiempos entre cada cambio de molde, considerando una reducción de tiempo sostenible.

Figura 5.4

Formato para el control de SMED

		ENTRADA						
		P1	P2	P3	P4	P5	...	P291
SALIDA	P1	X						
	P2		X					
	P3			X				
	P4				X			
	P5					X		
	⋮						X	
	P291							X

Tabla 5.4

SMED para el proceso de calentamiento de las preformas pet

Área/Departamento	Máquina/Nombre del equipo	Herramientas requeridas para el cambio de formato		Nombre del supervisor Eugenio Vilchez	Tiempo estándar de set-up Minutos	
Área de producción	Horno	Molde para el ajuste de la preforma pet		Fecha de preparación 24/06/2019	54	
PROCESO		TIEMPO ACTUAL (s)		MEJORA	TIEMPO PROPUESTO (s)	
No.	Tarea / Actividad	Interno	Externo	Tarea / Actividad	Interno	Externo
1	Dejar enfriar el horno para el cambio de moldes de la línea 2	-	1 200	Dejar enfriar el horno para el cambio de moldes de la línea 2	-	1 200
2	Recoger los moldes para ajuste de la preforma	180	-	Recoger los moldes para el nuevo ajuste de la preforma mientras el horno sigue en funcionamiento	-	30
3	Recoger la preforma	300	-	Recoger la preforma para el nuevo formato mientras el horno sigue en funcionamiento	-	120
4	Calibrar el horno	-	180	Establecer calibración estándar según el modelo de preforma	-	60
5	Colocar los moldes según el modelo de la preforma	-	120	Colocar los moldes según el modelo de la preforma	-	60
6	Colocar la preforma de prueba 1	-	180	Por la mejora 4 se eliminó esta actividad	-	
7	Control de la preforma expuesta al calor	-	360	Por la mejora 4 se eliminó esta actividad	-	
8	Calibración del horno después del control	-	180	Por la mejora 4 se eliminó esta actividad	-	
9	Colocar la preforma de prueba 2	-	180	Por la mejora 4 se eliminó esta actividad	-	
10	Control de la preforma expuesta al calor	-	360	Por la mejora 4 se eliminó esta actividad	-	
Tiempo total		480	2 760	Mejora total	0	1 470
		3 240			1 470	
				% de mejora	54.63%	

Tabla 5.5

SMED para el proceso de soplado de las preformas pet

Área/Departamento	Máquina/Nombre del equipo	Herramientas requeridas para el cambio de formato		Nombre del supervisor Eugenio Vílchez	Tiempo estándar de set-up Minutos	
Área de producción	Sopladora	Moldes para la forma de la preforma pet		Fecha de preparación 24/06/2019	27	
PROCESO		TIEMPO ACTUAL (s)		MEJORA	TIEMPO PROPUESTO (s)	
No.	Tarea / Actividad	Interno	Externo	Tarea / Actividad	Interno	Externo
1	Retirar los moldes de la línea 1	-	360			
2	Calibrar la sopladora	-	180	Establecer medidas estándar para la calibrar la sopladora	-	60
3	Colocar los moldes según el modelo de la preforma	360	-	Colocar los moldes según el modelo de la preforma	85	-
4	Colocar la preforma previamente calentada prueba 1	180	-	Colocar la preforma previamente calentada prueba 1	-	180
5	Control de la botella 1	360	-	Por la mejora 2 se eliminó esta actividad	-	-
6	Calibración del horno después del control 1	-	180	Por la mejora 2 se eliminó esta actividad	-	-
7	Colocar la preforma previamente calentada prueba 1	180	-	Por la mejora 2 se eliminó esta actividad	-	-
8	Control de la botella 2	180	-	Por la mejora 2 se eliminó esta actividad	-	-
Tiempo total		1 260	360	Mejora total	85	240
		1 620			325	
				% de mejora	79.94%	

Como tercer paso se realizará la implementación de TPM.

El objetivo es eliminar las pérdidas en producción causadas por el estado de las máquinas y equipos, mediante la aplicación de distintos mantenimientos con la finalidad de utilizar la máxima capacidad, sin paradas no programadas. Estas pérdidas pueden ser causadas por averías, tiempos muertos, equipos en mal estado.

Las fases del TPM son las siguientes:

- Fase 0: La alta gerencia informa a los empleados sobre los planes, conceptos e infunde entusiasmo por el proyecto, creando un entorno favorable para un cambio efectivo a través de una presentación formal que introduzca el concepto, metas y beneficios del TPM.
- Fase 1. Aseo inicial. En esta fase se realiza un aseo minucioso el cual permitirá a los operarios familiarizarse con su área de trabajo.
- Fase 2. En esta fase el operario con apoyo del personal de mantenimiento descubre las causas de la suciedad, polvo y fallas tomando medidas para su eliminación.
- Fase 3. Se preparan los procedimientos de limpieza, los cuales deben estar incluidos en el tiempo del operario.
- Fase 4. Traslado de responsabilidades a operarios.
- Fase 5. Entrenamiento e inspecciones generales a los operarios. Se elabora un manual de inspección general del equipo que será utilizado por los encargados de los círculos TPM.
- Fase 6. Transferencia a operarios y actividades de inspecciones. Actividades de inspecciones autónomas. Se elabora un manual de inspección autónoma del equipo que será utilizado por el responsable de este.
- Fase 7. Orden en la distribución. Se identifican las ubicaciones en donde se han establecidos estándares de trabajo.
- Fase 8: Autonomía en las actividades. El trabajo de los Círculos de Calidad dirigidos por los supervisores se dedica a realizar las actividades establecidas por los equipos de proyecto, continuando con la eliminación de desperdicios.

5.2.3 Elaboración del presupuesto general para la ejecución de la solución

Tabla 5.6

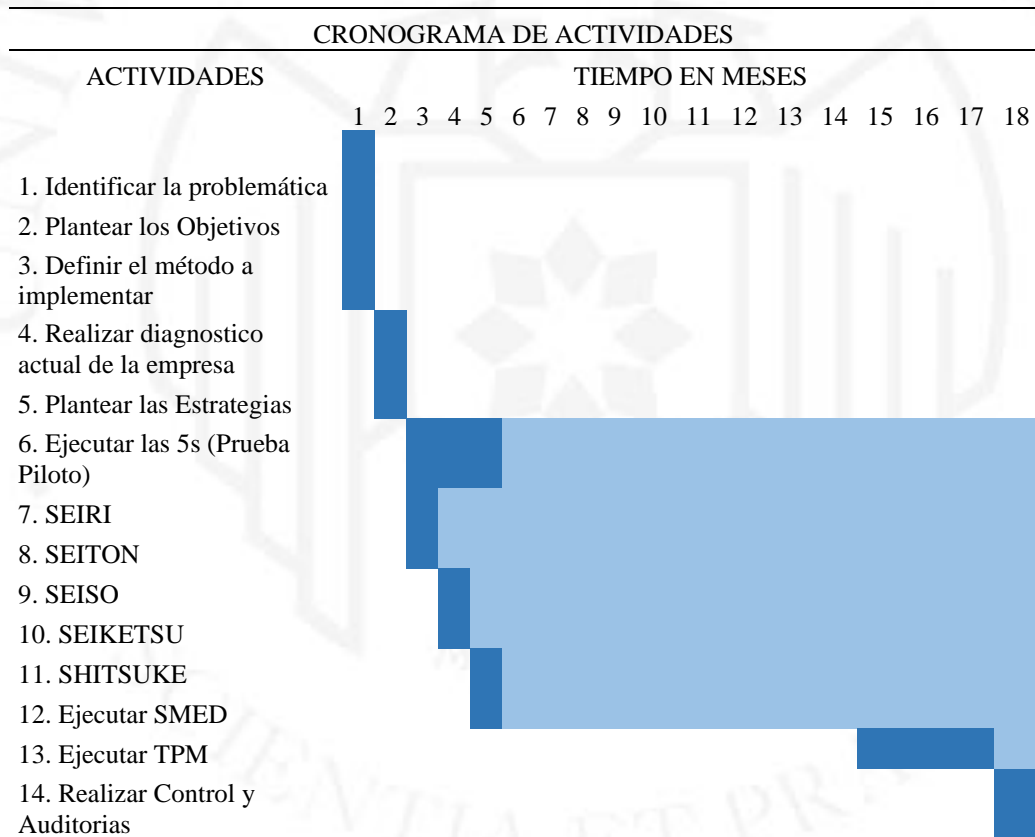
Tabla de Presupuesto General

Soluciones	Presupuesto
Aplicar SMED	S/. 8 000.00
Aplicar las 5s	S/. 3 300.00
Aplicar Mantenimiento Productivo Total	S/. 17 500.00

5.2.4 Actividades y cronograma de implementación de la solución

Tabla 5.7

Cronograma de actividades

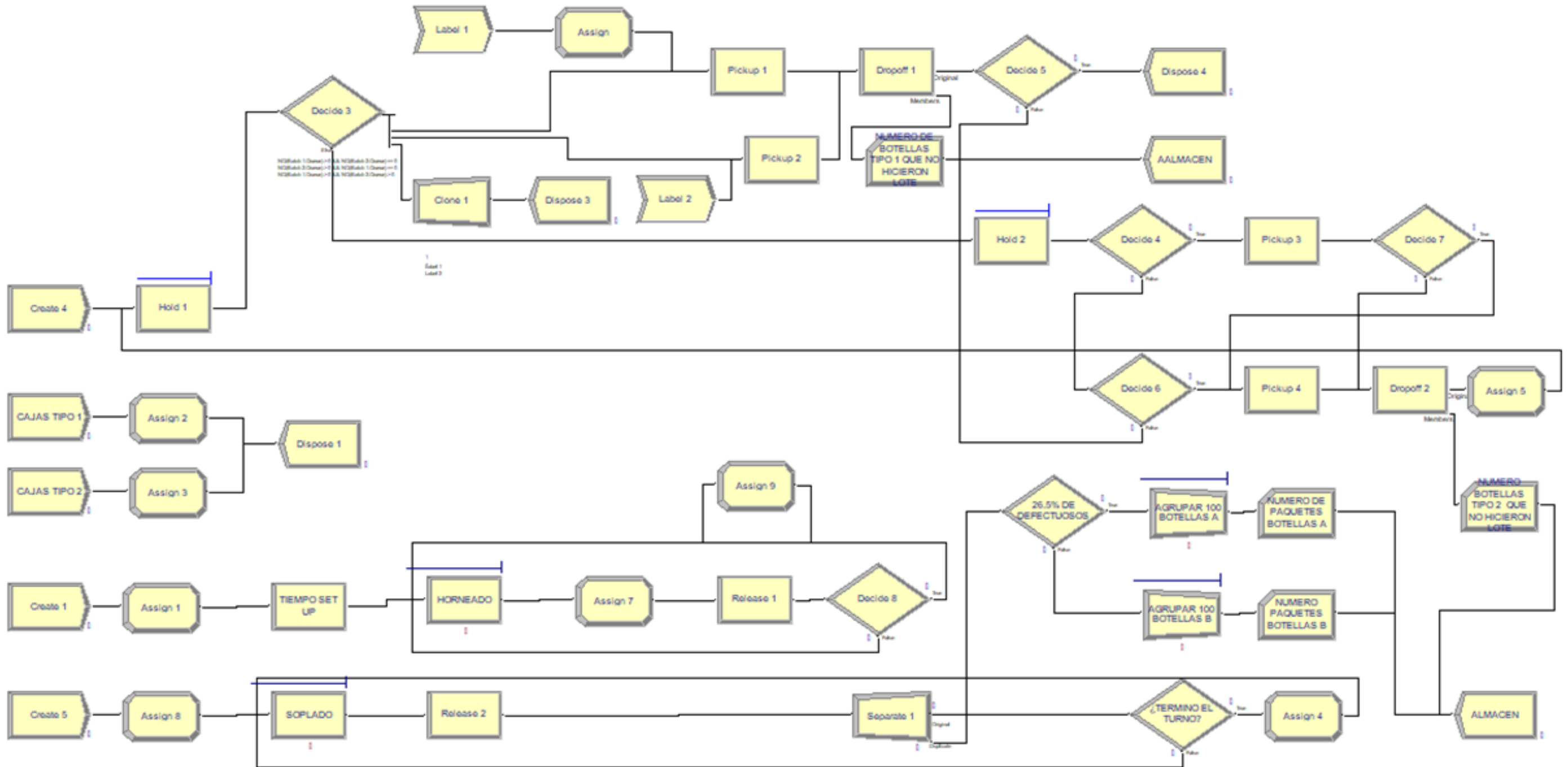


5.2.5 Simulación del proceso en Arena

Se realizará una simulación representando la situación actual de la empresa y otra donde se aplicará la mejora propuesta durante el periodo de un mes.

Figura 5.5

Simulación del proceso de fabricación de botellas de plástico en Arena Simulator



Como resultado de la simulación respecto a la situación actual de la empresa se obtiene que el número de paquetes de botellas de calidad A son 352 y 98 son de calidad B. Se considera de calidad A a las botellas que no presentan ningún defecto y las de calidad B a las botellas que presentan algún defecto.

Tabla 5.8

Resultado de la simulación de la situación actual

Count	Value
Número botellas tipo 2 que no hicieron lote	0
Número botellas tipo 1 que no hicieron lote	0
Número de paquetes botellas tipo 1	352
Número de paquetes botellas tipo 2	98

Como resultado de la simulación aplicando la mejora propuesta, se considera la reducción de tiempo en el cambio de línea de 81 minutos a 30 minutos, la reducción del % de defectuosos de 26.5% a 21.5% y considerando el aumento del 15% en respecto a la situación actual de la empresa se obtiene que el número de paquetes de botellas de calidad A son 470 y 172 son de calidad B.

Tabla 5.9

Resultado de la simulación aplicando la mejora propuesta

Count	Value
Número botellas tipo 2 que no hicieron lote	0
Número botellas tipo 1 que no hicieron lote	0
Número de paquetes botellas tipo 1	470
Número de paquetes botellas tipo 2	172

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN

6.1 Costos de implementación de propuestas

Según la lista de actividades para la aplicación de los cambios de mejora al flujo de producción de botellas de plástico, se necesita invertir en los siguientes aspectos:

- Especialistas para capacitación sobre metodología 5S, mantenimiento productivo total y SMED. Costo: s/. 7 000.
- Material de capacitación utilizado en las charlas. Costo: S/. 500.
- Fichas de registro de producción y gestión de cantidad de materiales. Costo: S/ 500.
- Fichas de evaluación de mantenimiento y personal asignado en cada máquina. Costo: S/. 1 500.
- Especialistas que realicen las auditorías sobre las tres primeras S al final de cada semana. Costo: S/. 2 500.
- Especialista para desarrollar y mantener en buen funcionamiento las 5S, SMED y TPM. Costo: S/. 16 800.

6.2 Evaluación Económica

Para la siguiente evaluación se consideró trabajar un flujo en función de: Ahorro, el ahorro se obtiene a partir de la diferencia entre la utilidad con mejora y utilidad proyectada sin mejora.

Gastos, son los gastos operativos de la inversión de la mejora.

Inversión, es los gastos preoperativos de la mejora.

A continuación, se muestra el cuadro de evaluación económica y sus respectivos indicadores.

Tabla 6.1

Evaluación Económica - Flujo de Ahorros

MES	2019										
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE					
Ahorros	\$1 199.62	\$1 199.62	\$1 199.62	\$1 199.62	\$1 199.62	\$1 199.62	\$1 199.62				
Gastos	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91				
Utilidad Antes de Impuesto e Intereses	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71				
Intereses											
Utilidad Antes de Impuesto	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71	\$908.71				
Impuesto a la Renta (29.5%)	\$268.07	\$268.07	\$268.07	\$268.07	\$268.07	\$268.07	\$268.07				
Utilidad después de impuestos e intereses	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64				
Inversión		\$3 490.91									
Capital de Trabajo											
Flujo de Fondo económico	-\$3 490.91	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64	\$640.64				
2020											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84	\$1 464.84
\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91	\$290.91
\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93
\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93	\$1 173.93
\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31	\$346.31
\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62
\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62	\$827.62

A continuación, se desarrollará el cálculo de indicadores:

- Paso 1: Cálculo de Beta apalancado usando el método Hamada para lo cual se utilizó un beta desapalancado de un rubro similar con el valor de 0.89.

$Beta\ apalancada = Beta\ desapalancado \times (1 + (1 - Tasa\ impositiva) \times Deuda/Capital)$.

$$A) \ 0.89 = Beta\ desapalancado \times (1 + (1 - 0.295) \times (2.9049))$$

$$Beta\ desapalancado = 0.2919$$

$$B) \ Beta\ apalancado = 0.2919 \times (1 + (1 - 0.295) \times (34\ 993.07/29\ 314.8))$$

$$Beta\ apalancado = 0.54.$$

- Paso 2: Mediante el método CAPM se calcula el COK de la mejora para usarlo en el flujo de ahorros, para ello se usó el Beta apalancado previamente calculado.

$CAPM = Tasa\ libre\ de\ riesgo + Beta \times (Rendimiento\ de\ mercado - Tasa\ libre\ de\ riesgo)$

$$CAPM = 5.16\% + 0.54 \times (16.57\% - 5.16\%)$$

CAPM = 11.3%.

Tabla 6.2

Indicadores Económicos

Indicadores Económicos	
TIR	19.22%
VAN	1 982.74
B/C	1.57

Respecto al B/C se observa que se tendría un beneficio de \$1.57 por cada \$1 invertido.

- Paso 3: Para actualizar el COK se realiza el cálculo del CPPC

Tabla 6.3

Cálculo del CPPC

	VALOR	PARTICIPACION	COSTO	PROMEDIO PONDERADO
DEUDA RECURSOS PROPIOS	26 181.82	30%	10.5%	3.15%
PROPIOS	61 090.91	70%	11.3%	10.15%
TOTAL	87 272.73	100%		11.06%

Para el cálculo del costo de la deuda se realizó lo siguiente: se multiplico la tasa de interés por el impuesto a la renta $15\% \times 30\% = 10.5\%$.

- Paso 4: Se compara el CPPC de la empresa y la TIR de la mejora. $TIR (19.22\%) > CPPC (11.06\%)$. Esto indica que el proyecto es viable ya que la TIR es mayor.

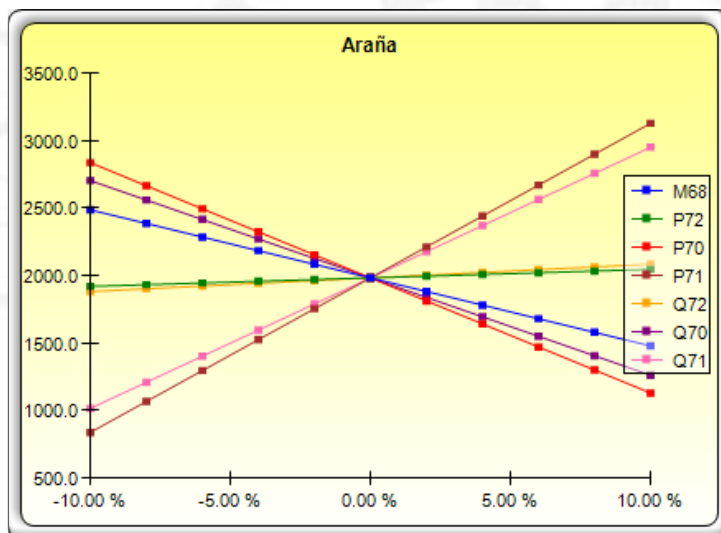
6.2.1 Simulación de Montecarlo – Análisis Tornado

A través de la simulación de Montecarlo utilizaremos el análisis tornado con la intención de encontrar las variables más sensibles del proyecto.

Una vez realizado el análisis tornado se obtiene lo siguiente:

Figura 6.1

Grafico Araña



Se observa que las curvas con pendientes más pronunciadas indican que las variables con mayor efecto sobre el VAN son la variable utilidad con mejora del 2019 y la variable con mejora del 2020, siendo la variable que más cambia la de utilidad con mejora del 2019.

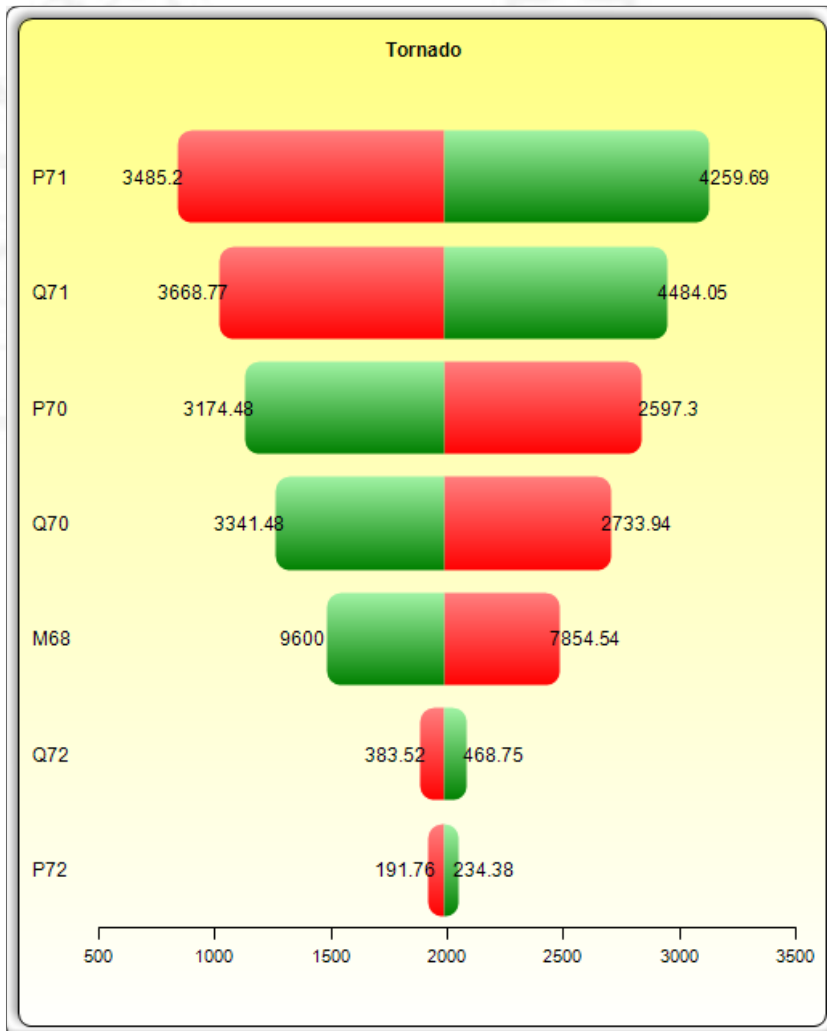
Tabla 6.4

Matriz de Datos

Celda Precedente	Valor Base: 1982.73528570244			Cambio de Ingreso		Valor Caso Base
	Resultado Inferior	Resultado Superior	Rango de Efectividad	Ingreso Inferior	Ingreso Superior	
P71: P71	837.6812777	3 127.789294	2 290.11	3 485.20	4 259.69	3 872.44
Q71: Q71	1 015.086692	2 950.383879	1 935.30	3 668.77	4 484.05	4 076.41
P70: P70	2 836.073645	1 129.396927	1 706.68	2 597.30	3 174.48	2 885.89
Q70: Q70	2 703.818144	1 261.652428	1 442.17	2 733.94	3 341.48	3 037.71
M68: M68	2 486.901067	1 478.569505	1 008.33	7 854.54	9 600.00	8 727.27
Q72: Q72	1 881.580123	2 083.890448	202.31	383.52	468.75	426.14
P72: P72	1 919.732523	2 045.738048	126.01	191.76	234.38	213.07

Figura 6.2

Análisis Tornado



Según los resultados del análisis tornado, teniendo en cuenta la relación rojo a verde directamente proporcional y de verde a rojo inversamente proporcional con el VAN del proyecto, tenemos que:

- La variable Utilidad con mejora mensual del 2019 es directamente proporcional, el VAN aumenta.
- La variable Utilidad con mejora mensual del 2020 es directamente proporcional, el VAN aumenta.
- La variable Utilidad sin mejora mensual del 2019 es inversamente proporcional, el VAN disminuye.
- La variable Utilidad sin mejora mensual del 2020 es inversamente proporcional, el VAN disminuye.
- La variable Inversión de la mejora es inversamente proporcional, el VAN disminuye.
- Las variables Horas extra del 2019 y 2020 son directamente proporcional, el VAN aumenta.

CONCLUSIONES

- Aplicando las mejoras se logrará el aumento de la producción y a su vez de la eficiencia de 67.31% a 82.32%.
- Con la aplicación de las 5s se logrará tener un mejor control respecto a los inventarios, evitando el sobre stock y el uso de otras áreas por falta de espacio.
- Gracias a la aplicación del SMED, se lograría la reducción de tiempo empleado en el cambio de formato del horno en 54.63% y en la máquina de soplado en 79.94%.
- Basado en la aplicación del Mantenimiento productivo total (TPM), se aplicarán los distintos tipos de mantenimiento, para no solo depender del correctivo.
- Se comprobó mediante el uso del software Arena que con las mejoras propuestas se logró optimizar la producción.
- Se utilizó el análisis de tornado para corroborar cual es la variable que influye más en el VAN del proyecto, teniendo como resultado a la Utilidad después de la mejora del año 2019.
- Con la evaluación económica se puede observar la rentabilidad del proyecto con la obtención de una TIR de 19.22% la cual es mayor al CPPC de la empresa (11.06%), así como un VAN > 0.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la creación de una página web a cargo del encargado de ventas.
- Se deben realizar auditorías internas para el control y mantenimiento de las soluciones propuestas con las herramientas de mejoras aplicadas.
- Considerar programas de capacitación para el personal, logrando afianzar el programa de las 5s.
- Si se desea aplicar SMED, es importante asignarle a un trabajador la tarea de completar un formato para control de tiempos logrando así conseguir la reducción al tiempo deseado.
- Realizar el seguimiento y control de las actividades, así mismo colocar carteles con mensajes alusivos a mantener la metodología, tales como: “No olvides dejar tu puesto de trabajo limpio”.
- Se debe respetar las fases establecidas del TPM para lograr el cambio sostenido deseado.
- Se recomienda el uso de los EPPs durante toda la jornada laboral para evitar incidentes.

REFERENCIAS

- Ahmad, L, Ramlan, A, & Husin, A. (2017). Value stream mapping to improve workplace to support lean enviromental. *MATEC web of conferences 135*(32), 1-11. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201713500032>
- Aqlan, F, & Mustafa, E. (2014). Integrating Lean principles and fuzzy bow-tie analysis for risk assessment in chemical industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* (29), 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2014.01.006>
- Avila, R, & Gamarra, A. (2020). Modelo operacional lean manufacturing para incrementar la eficiencia en las empresas del sector metalmeccánico. [tesis para optar por el grado de bachiller de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Bravo, D. (2008). *Diseño de un plan de mejoras en una industria de plástico aplicando técnicas de manufactura esbelta*. [tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
- Flores, W. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED y 5s, en una empresa de confecciones*. [tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- GeoTutoriales. (03 de Marzo de 2017). *Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa Efecto*. <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Infante, E, & Erazo, D. (2013). *Propuesta de mejoramiento de la Productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de Confecciones por medio de la Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing*. [tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad De San Buenaventura].
- Mejía, J. (2016). *Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal*. [tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

- Mejía, S. (2013). *Análisis y Propuesta de mejora del Proceso Productivo de una línea de confecciones de Ropa Interior en un Empresa Textil mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta*. [tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Orozco, E. (2016). *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas todo sport*. [tesis para optar por el título de ingeniero industrial, Universidad Señor de Sipán].
- Orozco, J, Cuervo, V, & Bolaños, J. (2016). *Implementación de herramientas lean manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de eka corporación*. [tesis para optar por el título de Ingenieros Industriales, Universidad cooperativa de Colombia].
- Palomino, M. (2012). *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing en la línea de envasado de una planta envasadora de lubricante*. [tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Porter, M, & Bueno, C. (2012). *Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores*. Pirámide.
- Prasad, S, Khanduja, D, & Sharma, S. (2018). Integration of SWOT analysis with hybrid modified TOPSIS for the lean strategy evaluation. *Proceedings of the institution of medical Engineers, Part B: Journal of Engineering manufacture* 232(7), 1295-1309. <http://doi.org/10.1177/0954405416666893>
- Puerto, S, Forero, S, Rivera E, & Herrera J. (2015). Simulación de una intersección vial usando el software arena. *Revista Mutis* 5(1), 66-73. <https://doi.org/10.21789/22561498.1020>

BIBLIOGRAFÍA

- Brioso Morales, Y; Geldres Huamán, D. (2015). *Mejora en el proceso de producción de la empresa textil "ABA E.I.R.L"*. (tesis para optar por el título de ingeniero industrial). Universidad de Lima.
- Conexionesan. (5 de Diciembre 2017). Lean Manufacturing vs. Six Sigma: ¿en qué se diferencian?. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/12/lean-manufacturing-vs-six-sigma-en-que-se-diferencian/>
- Dirección de Normalización – INACAL (2018). *Envases y accesorios plásticos en contacto con alimentos*. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos CORRIGENDA TÉCNICA 1. <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/corrigendastecnicas/files/corrigendas/399.163-1%20CT.pdf>.
- El precio de los productos plásticos se elevará desde este mes tras la escasez mundial de resina. (20 de febrero de 2020). *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/economia/sni-el-precio-de-los-productos-plasticos-se-eleva-desde-este-mes-tras-la-escasez-mundial-de-resinas-coronavirus-peru-covid-19-pandemia-noticia/?ref=ecr>
- Garza-Reyes, J., Kumar, V., Chaiikihisilp, S., & Hua, K. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of production economics*, 200, 170-180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030>
- Gestión de Operaciones. (03 de Marzo de 2017). Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa-Efecto. Recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). Mcgraw-hill, interamericana editores.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Situación del Mercado laboral de Lima Metropolitana*.
http://contenidos.ulima.edu.pe/bibliofiles/gsu/Guias_tutoriales/citas_referencias_apapa.pdf
- La diferencia entre Lean Management y Lean Manufacturing. (6 de Noviembre 2018).
Revistadigital. <https://revistadigital.inesem.es/gestion-empresarial/lean-management-vs-lean-manufacturing/>
- Marcela, P. L. (marzo del 2010). Mejoramiento Productivo Aplicando Herramientas de manufactura esbelta. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, 5, 175-190.
<file:///C:/Users/User/Downloads/327-477-1-PB.pdf>
- Ministerio de Salud del Perú. (2016). *PERU: Porcentaje de población por etapas de vida*.
<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/indicadoresSalud/demograficos/poblaciontotal/POBVIDMacros.asp>
- Palomino Espinoza, M. (2012). *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes*. (tesis para optar por el título de ingeniero industrial). Universidad de Católica.
- Produce buscará que regulación del uso de plástico “no sea nociva” para la industria. (17 de setiembre de 2019). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/produce-buscara-regulacion-plastico-sea-nociva-industria-265144-noticia/?outputType=amp>
- Puerto S; Forero S; Rivera E; Herrera J. (2015). Modelo y simulación de una intersección vial usando el software Arena. *Revista Mutis*, 66-73.
 DOI: 10.21789/22561498.1020
- Quevedo Ocampo, F. (2009). *Instalación puesta en marcha de una sopladora de botellas PET para llenado en frio*. (tesis para optar por el título de ingeniero mecánico). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.
- Sriyono, Sutoyo, Saleh, C., & Putri, M.L. (2017). Measurement performance of Company using BSC-AHP method. *Journal of Engineering and Applied Sciences* 12(5), 7032-7037. <http://doi.org/10.3923/jeasci.2017.7032.703>

Torres Vega, P. J. (2016). Simulación de sistemas con el software Arena. Universidad de Lima. Fondo Editorial.





ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO DE APLICACIÓN DE TPM PARA EL HORNO

Figura 6.3

Formato de Aplicación de TPM para el Horno

DATOS DEL EQUIPO	
Nro de Maquina	
Nom. Maquina	
Marca	
Modelo	
No. De serie	
Fecha de manuf.	
Capacidad	
Localización	
Fecha de elaboración	
Responsable	
Facilitador	
Última revisión	

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1			
2			
3			
4			
5			

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1			
2			

Nota. Formato adaptado de ACADEMIA, 2021(https://www.academia.edu/35940152/FORMATO_TPM)

ANEXO 2: FORMATO DE APLICACIÓN DE TPM PARA LA SOPLADORA

Figura 6.4

Formato de Aplicación de TPM para la Sopladora

DATOS DEL EQUIPO	
Nro de Maquina	
Nom. Maquina	
Marca	
Modelo	
No. De serie	
Fecha de manuf.	
Capacidad	
Localizacion	
Fecha de elaboracion	
Responsable	
Facilitador	
Última revisión	

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1			
4			
5			

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1			
2			

Nota. Formato adaptado de ACADEMIA, 2021(https://www.academia.edu/35940152/FORMATO_TPM)

ANEXO 3: NORMA TÉCNICA PERUANA PARA ENVASES DE PLÁSTICO

Figura 6.5

Norma técnica peruana para envases de plástico

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 399.163-1:2017/CT 1 2018
--------------------------	---------------------------------

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN
CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones
generales y requisitos

CORRIGENDA TÉCNICA 1

PLASTIC PACKAGES AND ACCESSORIES IN CONTACT WITH FOOD. Part 1: General dispositions
and requirements

TECHNICAL CORRIGENDUM 1

2018-06-27
1ª Edición

R.D. N° 014-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-07-04

Precio basado en 02 páginas

I.C.S.: 83.080.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Envase, accesorio plástico, plástico

© INACAL 2018

(continúa)

(continuación)

© INACAL 2018

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

© INACAL 2018 - Todos los derechos son reservados ⁱ

(continúa)

(continuación)

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.163-1:2017/CT 1
1 de 2

ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 1: Disposiciones generales y requisitos

CORRIGENDA TÉCNICA 1

En el Anexo C reemplazar Tabla C.1 por la siguiente:

La Tabla C.1 tiene por objetivo dar a conocer a los usuarios la correspondencia de algunos polímeros con sus monómeros utilizados en la fabricación de envases y accesorios plásticos que entrarán en contacto directo con los alimentos, con la finalidad de orientar la realización de los ensayos de monómeros en los polímeros respectivos, cuando sea necesario.

Tabla C.1 - Polímeros y su(s) correspondiente(s) monómero(s)

Tipos de Plásticos:	Plástico 1	Plástico 2	Plástico 3	Plástico 4	Plástico 5	Plástico 6	Plástico 7
Siglas:	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	ABS
Nombre polímero:	Tereftalato de polietileno	Poliétileno de alta densidad	Cloruro de polivinilo	Poliétileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno	Acrilonitrilo butadieno estireno

© INACAL 2018 - Todos los derechos son reservados

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.163-1:2017/CT 1
2 de 2

Tipos de Plásticos:	Plástico 1	Plástico 2	Plástico 3	Plástico 4	Plástico 5	Plástico 6	Plástico 7
Siglas:	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	ABS
Uso de referencia:	Envase de bebidas, textiles	Envases plásticos desechables	Envases rígidos	Sacos y bolsas plásticas. Objetos de menaje, como vasos, platos, cubiertos. Botellas. Stretch film	Tapa-rosca, juguetes, contenedores, goma en papeles adheribles. Película de polipropileno biorientado (BOPP). Película moldeada (cast film). Película soplada (blown film)	Tazas para bebidas calientes. Envases tipo concha de almeja para comidas rápidas, cartones para huevos y bandejas para carnes	Juguetes, material didáctico
Monómeros							
Bisfenol A	---	---	Si	---	---	---	Si
Ácido tereftálico	Si	---	---	---	---	---	---
Etilenglicol	Si	---	---	---	---	---	---
Etileno	---	Si	Si	Si	Si	---	---
Propileno	---	---	---	---	Si	---	---
Butadieno	---	---	---	---	Si	---	Si
Cloruro de vinilo	---	---	Si	---	---	---	---
Acrlonitrilo	---	---	---	---	---	---	Si
Estireno	---	---	---	---	---	Si	---
Ftalatos	---	---	Si	---	---	---	---

NOTA: Para los límites y tolerancias véase la Tabla 1 Lista de monómeros, otras sustancias de partida, macromoléculas obtenidas por fermentación microbiana, aditivos y auxiliares para la producción de polímeros de la NTP 399.163-16.

© INACAL 2018 - Todos los derechos son reservados

Nota. De “INACAL, Lima, 2018”

(<https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/corrigendastecnicas/files/corrigendas/399.163-1%20CT.pdf>).

ANEXO 4: EVALUACIÓN INICIAL DE LA METODOLOGÍA

5S

Figura 6.6

Evaluación Inicial de la metodología 5S

Empresa Blownia E.I.R.L.	Valores asignados				
	1	2	3	4	5
1era S: CLASIFICACIÓN					
1.- ¿Existe objetos innecesarios, materiales y basura en el piso?			x		
2.- ¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?	x				
3.- ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?	x				
4.- ¿Hay herramientas, accesorios y objetos personales en áreas de circulación?			x		
PUNTAJE TOTAL	2	0	6	0	0
2da S: ORGANIZACIÓN					
1.- ¿Cómo es la ubicación de las herramientas, materiales y equipos?		x			
2.- ¿Los armarios, equipos, herramientas, materiales, etc. están identificados?	X				
3.- ¿Hay objetos sobre o debajo de equipos?		X			
4.- ¿Ubicación de máquinas y equipos?		X			
PUNTAJE TOTAL	1	4	0	0	0
3era S: LIMPIEZA					
1.- ¿Grado de limpieza de los pisos?			X		
2.- ¿El estado de paredes, techos y ventanas?		X			
3.- ¿Limpieza de armarios, estanterías herramientas y mesas?			X		
4.- ¿Limpieza de máquinas y equipos?				X	
PUNTAJE TOTAL	0	2	6	4	0
4ta S: ESTANDARIZACIÓN					
1.- ¿Se aplican las 3 primeras "S"?	X				
2.- ¿Cómo es el ambiente de trabajo en su área?			x		
3.- ¿Se hacen mejoras?	X				
4.- ¿Se aplica el CONTROL VISUAL?			X		
PUNTAJE TOTAL	2	0	6	0	0
5ta S: DISCIPLINA					
1.- ¿Se aplican las 4 primeras "S"?	x				
2.- ¿Se cumple con la programación de las acciones "5S"?	x				
3.- ¿Se cumplen los procedimientos e instrucciones establecidos para el programa?	X				
4.- ¿Se utiliza el trabajo en equipo para resolver los problemas identificados?		x			
PUNTAJE TOTAL	3	2	0	0	0

Nota. Adaptado de Formato Lista de Chequeo Programa 5S, por Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2018. (<http://sgc.dadep.gov.co/8/5/127-FORGT-39.pdf>)