UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de un modelo integrado LEAN-TOC para optimizar la eficiencia de la producción en la línea de bandejas en una empresa de termoformados

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Amaro Correa, Silvia Alexandra	0000-0002-2251-6767
Prada Rosales, Edgar Jack	0009-0009-8014-6467

ASESOR(ES)

Hurtado Erazo, Angel Paul	0000-0001-7448-0471

Lima, 12 de agosto de 2024

Dedicatoria

A nuestros Padres y familia por su apoyo, confianza, ayuda y amor constante que nos da la fuerza para vencer cada obstáculo que se nos presenta en nuestra vida.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos alcanzar este logro en nuestra profesión como ingenieros industriales. A nuestras familias por su apoyo incondicional en cada etapa de nuestra vida. A nuestra casa de estudios, la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. A nuestros profesores por sus enseñanzas. A nuestro asesor Ing. Angel Hurtado, por su guía y dedicación durante toda la elaboración de nuestro trabajo de suficiencia profesional y por habernos brindado todas las herramientas necesarias para su culminación.

Resumen

La industria del plástico presenta una evolución importante en el mercado mundial especialmente en la utilización de los envases plásticos termoformados, este crecimiento también se observa en el Perú producto de los controles de seguridad e higiene implementados en la pandemia.

El presente trabajo de suficiencia profesional detallará la problemática de la empresa debido a altos tiempos de paradas, exceso de horas extras, restricciones en el cuello de botella, exceso de mermas y desperdicios, falta de un plan de mantenimiento entre otros factores que generan retrasos en las entregas. Ante esto se planteó la implementación de la metodología TOC para evaluar las restricciones y TOC DBR para determinar el amortiguador para mantener un flujo contante. Así como también SMED para reducir el tiempo setup, 5S para ordenar y limpiar las áreas, Trabajo Estandarizado para ordenar e implementar los procesos. Dando como resultado después de la implementación de la metodología Lean-TOC, la reducción de las mermas y desperdicios, de las horas extras y de las paradas de máquina. Con lo cual, la eficiencia mejoró significativamente pasando de 72.72% hasta el 88.22%.

Finalmente, el flujo de caja esperado se realizó con un COK de 12.54%. Dando como resultado un VAN de 57,659.45 soles y un TIR del 28.62%. Así como también una recuperación de la inversión en cuatro meses. Lo cual nos indica que es rentable y se obtiene ganancias.

Palabras clave: Teoría de Restricciones; Manufactura esbelta; Trabajo estandarizado; 5S; SMED; Termoformado.

Application of an integrated LEAN-TOC model to optimize production efficiency in the tray line of a thermoforming company

Abstract

The plastics industry is undergoing an important evolution in the world market, especially in the use of thermoformed plastic containers. This growth is also observed in Peru as a consequence of sanitary controls due to the pandemic.

In the present work of professional sufficiency, the problems of the company will be detailed due to high downtime, excessive overtime, bottleneck restrictions, excessive waste and scraps, lack of a maintenance plan among other factors that generate delays in deliveries. Because of this the implementation of the TOC methodology was proposed to evaluate the restrictions and TOC DBR to determine the buffer to maintain a constant flow. As well as SMED to reduce preparation time, 5S to order and clean the areas, Standardized Work to order and implement the processes. Resulting in the implementation of the Lean-TOC methodology, the reduction of waste and scrap, overtime and machine stoppages. With this, efficiency improved significantly from 72.72% to 88.22%.

Finally, the expected cash flow was realized with a COK of 12.54%. Resulting in a VAN of S/57,659.45 and a TIR of 28.62%. As well as a recovery of the investment in four months. Which tells us that it is profitable and profits are made.

Keywords: Theory of Constraints; Lean manufacturing; Standardized work; 5S; SMED; Thermoforming.

TSP Entregable Final Amaro Prada PDF.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	7%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	feragua.com Fuente de Internet	<1%
7	www.galiciafiestas.es Fuente de Internet	<1%

Excluir citas	Apagado	Exclude assignment template	Activo
Excluir bibliografía	Activo	Excluir coincidencias	< 20 words

Tabla de contenido

1. Capítulo I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO 1

1.1 Antecedentes 1

1.1.1 Antecedentes en el mundo 1

1.1.2 Antecedentes en el Perú 1

1.2 Marco teórico 3

1.2.1 Trabajo Estandarizado 3

1.2.2 TOC – Theory of Constraints 4

1.2.3 OEE - Overall Equipment Effectiveness 4

1.2.4 SMED - Single Minute Exchange of Die 5

1.2.5 5S 5

1.2.6 Relación entre la Teoría de restricciones -Lean 5

2. Capítulo II: PROBLEMÁTICA DE LA ORGANIZACIÓN 6

2.1 Descripción de la organización 6

2.1.1 Análisis de la empresa 6

2.2 Identificación del problema 7

2.2.1 Brecha Técnica 7

2.2.2 Impacto Económico 8

2.3 Análisis de las Causas 8

2.3.1 Altos tiempos de paradas 9

2.3.2 Elevada cantidad de mermas y desperdicios 9

2.3.3 Exceso de horas extras 10

2.3.4 OEE 10

2.3.5 Árbol de problemas 11

2.4 Planteamiento de objetivos 12

2.4.1 Objetivo general 12

2.4.2 Objetivo especifico 12

2.4.3 Árbol de objetivos 12

3. Capítulo III: PROPUESTA DE INGENIERÍA 13

3.1 Vinculación de causa con la solución 13
3.2 Diseño de la solución: Teoría de las restricciones 14
3.2.1 Fase 1: Inicio 14
3.2.2 Fase 2: Identificar el cuello de botella (1er Paso) 14
3.2.3 Fase 3: Explotar los cuellos de botella (2do Paso) 14
3.2.3.1 Trabajo Estandarizado 14
3.2.3.2 SMED 16
3.2.3.3 5S 17
3.2.4 Fase 4: Subordinar todo a la decisión anterior (3er Paso) 18
3.2.4.1 TOC- DBR 18
3.2.5 Fase 5: Elevar la capacidad del cuello de botella (4to Paso) 20
3.2.6 Fase 6: Regresar al paso 1 (5to Paso) 21
3.3 Diseño de indicadores 21
3.4 Consideraciones para la implementación 21
3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos 21
3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo 23

4. Capítulo IV: RESULTADOS DEL PROYECTO 24

4.1 Validación funcional 24
4.1.1 Utilidad Operativa 24
4.1.2 Evaluación de las causas 24
4.2 Evaluación del impacto económico 26
4.2.1 Evaluación del COK 26
4.2.2 Evaluación del flujo de caja 26
4.3 Evaluación de impactos no económicos 28
4.3.1 Cultura organizacional y gestión del cambio 29
4.3.2 Impacto tecnológico 29
4.3.3 Impacto tecnológico Medio ambiente 29
4.3.4 Estudio de impacto ambiental (EIA) 29

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 31

5.1 Conclusiones 31
5.2 Recomendaciones 32

Referencias 33

Anexo(s) **36**

Apéndice(s) **37**

Lista de Tablas

Tabla 1 *Impacto Económico de abril 2022 a setiembre 2022* 8
Tabla 2 *Análisis de la capacidad de las máquinas* 14
Tabla 3 *Actividades internas y externas del proceso de cambio rollo.* 17
Tabla 4 *Resultado de los tiempos totales de las actividades* 17
Tabla 5 *Resumen de la aplicación 5S en el área de producción* 18
Tabla 6 *Comparativo del ROI antes vs después de la Implementación* 20
Tabla 7 *Reporte AS IS - TO BE* 21
Tabla 8 *Presupuesto de la implementación.* 22
Tabla 9 *Utilidad operativa antes vs después de la implementación* 24
Tabla 10 *Cálculo del COK* 26
Tabla 11 *Flujo de caja* 27
Tabla 12 *Resultados del flujo de caja* 28
Tabla 13 *Pronósticos de escenarios propuestos* 28
Tabla 14 *Parámetros para la calificación ambiental del EIA* 29
Tabla 15 *Estudio de la calificación ambiental del EIA* 30

Lista de Figuras

Figura 1 *Mapa del crecimiento mundial en el consumo de productos plásticos*..... 1
Figura 2 *Capacidad empleada en el sector plástico en los años 2012-2021* 2
Figura 3 *Variación Anual (%) de producción de productos plásticos* 2
Figura 4 *Pareto de la familia de Productos de abril 2022 a setiembre 2022* 6
Figura 5 *Familia de bandejas (unidades vendidas) de abril 2022 a setiembre 2022* 6
Figura 6 *DOP de bandejas termoformadas*..... 7
Figura 7 *Valores de la eficiencia de abril 2022 a setiembre 2022*..... 7
Figura 8 *Brecha Técnica* 8
Figura 9 *Pareto de los problemas* 8
Figura 10 *Tiempo trabajado vs tiempo de parada de abril 2022 a setiembre 2022* 9
Figura 11 *Comparativo de kg. ingresados vs mermas de abril 2022 a setiembre 2022* 9
Figura 12 *Comparativo de horas regulares vs horas extras de abril 2022 a setiembre 2022* 10
Figura 13 *OEE actual vs OEE esperados de abril 2022 a setiembre 2022* 10
Figura 14 *Árbol de problemas*..... 11
Figura 15 *Árbol de objetivos* 12
Figura 16 *Vinculación de causa con la solución*..... 13
Figura 17 *Flujograma de la implementación del Trabajo Estandarizado*..... 15
Figura 18 *Flujograma de la implementación del SMED* 16
Figura 19 *Flujograma de la implementación del 5S* 18
Figura 20 *Determinación del Drum – Tambor*..... 19
Figura 21 *Determinación del Buffer– Amortiguador* 19
Figura 22 *Determinación del Rope– Soga* 20
Figura 23 *Diagrama de Gantt de la implementación*..... 23
Figura 24 *Gráficas antes vs después de la implementación*..... 25

1. Capítulo I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

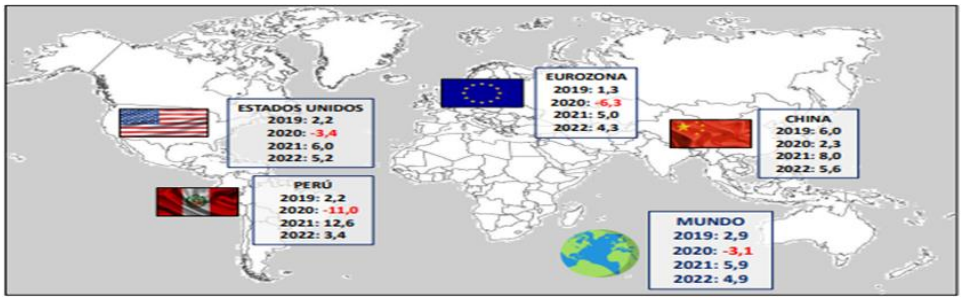
1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes en el mundo

La industria de plásticos a nivel mundial ha tenido un crecimiento a lo largo de los años. En el 2019, tuvo un promedio de 2,9%. En el 2021, alcanzó el pico más alto con 5.9%. (Sociedad Nacional de Industrias [SNI], 2021).

Figura 1

Mapa del crecimiento mundial en el consumo de productos plásticos



Nota. De "Sociedad Nacional de Industrias", por A. Castillo, 2021 (https://sni.org.pe/45-situacion-actual-del-sector-plastico/)

Según lo visto en la figura 1, nos muestra cómo ha ido creciendo el rubro de plástico a nivel mundial donde China alcanzó un 5.6% a diferencia de los demás países.

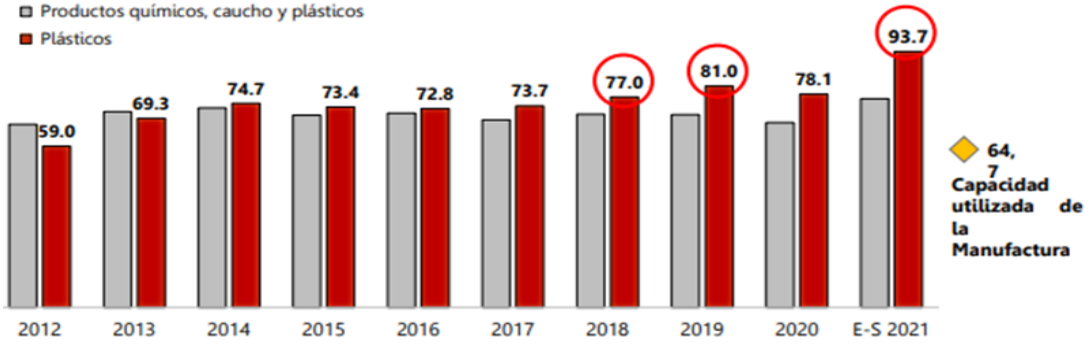
En el año 2019 la producción mundial de plásticos incremento hasta los 368 millones de toneladas, 2.5% más que el año 2018. En Asia realizaron más del 51% de plásticos en todo el mundo. En China, en el año 2019 tuvo más desechos de plásticos de un solo uso siendo un 31% de la en la fabricación en todo el mundo, fabricando 82 kg per cápita. Japón, con el 3% de la fabricación mundial en el sector de plásticos, hubo una fabricación de 88 kg per cápita. Los estados del T-MEC, como Canadá, México y Estados Unidos, produjeron un 19% de plástico mundial. Esto sería igual a 141 kg per cápita, la cifra más alta por persona. (Mena, 2021).

1.1.2 Antecedentes en el Perú

La industria de plásticos ha ido creciendo a lo largo de los años en el Perú. En el intervalo de tiempo que fluctúa desde el año 2012 hasta el año 2021, la capacidad utilizada de plásticos paso de un 59% a un 93.7% (SNI, 2021).

Figura 2

Capacidad empleada en el sector plástico en los años 2012-2021



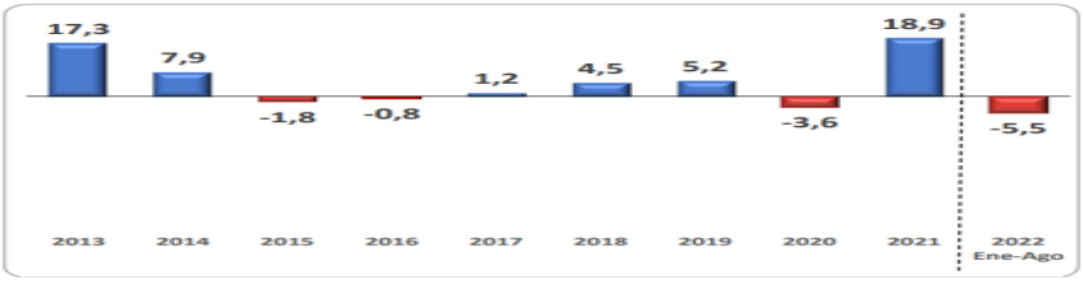
Nota. De "Sociedad Nacional de Industrias", por A. Castillo, 2021 (https://sni.org.pe/45-situacion-actual-del-sector-plastico/).

De acuerdo con la figura 2, se observa la capacidad empleada en el sector plástico donde en el año 2021 nos muestra un 93.7 % de capacidad utilizada.

En el rubro de plásticos hoy en día en el Perú. Según la SNI, los impuestos internos recaudados ascendieron a S/ 516 millones de soles en el año 2020, lo que representa un aumento de 6,8% en comparación a lo que se recaudó de impuestos el año 2019. (SNI,2021). Las empresas del sector plástico se han ido incrementando durante los años 2015 al 2020 en el Perú, predominando las PYMES, luego sigue la pequeña empresa, mediana empresa y gran empresa. Las empresas del rubro han aumentado en su mayoría dentro de las regiones de Lima, Arequipa y Callao. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021). La fabricación de productos de plástico durante los últimos años ha tenido un incremento constante. Según se observa en la Figura 3, en el 2020 varia porcentualmente en -3.6% que fue en el periodo de pandemia, y en el 2021 se recuperó dando cifras de superación en la prepandemia. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2022).

Figura 3

Variación Anual (%) de producción de productos plásticos



Nota. De “Instituto Nacional de Estadística e Informática”, por D. Carhuavilca, 2022 (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/industria-plastico-peru.pdf)

Según la figura 3, nos muestra aquí que la variación anual en porcentaje donde el primer semestre del año 2022 hubo -5,5% de variación que el año anterior de 2021 siendo un 18,9%.

En el Perú, la tasa de uso de la capacidad instalada del sector plásticos entre enero y setiembre 2021 han superado los porcentajes históricos. Los productos de caucho y plásticos participan con el 3.5% de PBI Industrial siendo igual a S/. 3 497 millones, este incremento genera alrededor de 200 mil empleos en el sector plástico brindando oportunidad a muchas personas. (SNI, 2021).

El sector de termoformados plásticos en el Perú, según la clasificación industrial internacional uniforme CIIU#04, está considerada como: Fabricación de productos de Plástico, con el **CIIU 2220** (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT], 2020).

1.2 Marco teórico

1.2.1 Trabajo Estandarizado

El Trabajo Estandarizado es la combinación más eficiente de mano de obra, materiales y equipo. El Trabajo Estandarizado es el primer paso de mejora, se trata en definir el trabajo a realizar, a tener mejor visibilidad en el trabajo de un proceso y tener una línea base de comparación lo cual nos ayuda a resaltar problemas y brechas que debemos tratar de cerrar. El Trabajo Estandarizado tiene el mejor método de trabajo y calidad, disminuyendo la cantidad de desperdicio al menor costo. (Álvarez, 2024).

Es fundamental para el Trabajo Estandarizado lograr un equilibrio entre los procedimientos estrictos que los empleados deben seguir y al mismo tiempo darles la libertad de innovar y ser creativos para cumplir consistentemente objetivos complejos de costos, calidad y entrega. La clave para lograr este equilibrio radica en cómo las personas redactan los estándares y qué los impulsa.

El Trabajo Estandarizado debe ser lo suficientemente específico como para proporcionar una orientación útil, pero lo suficientemente generales como para permitir cierta flexibilidad. El trabajo manual repetitivo se puede estandarizar en gran medida especificando la secuencia y el momento de las operaciones. (Liker,2021).

1.2.2 TOC – Theory of Constraints

en una empresa, pueden ser el área de producción, un plan de trabajo, el marketing de un producto se puede utilizar en cualquier área de una compañía. El TOC, para dar a conocer y saber la resolución de un problema, se puede dar en diferentes eventualidades, pero siempre con la meta de: determinar el problema central. (Zambrano, et al., 2021).

5 pasos para realizar TOC

Paso 1: Determinar el cuello de botella.

Paso 2: Estallar los cuellos de botella.

Paso 3 Acatar las decisiones anteriores.

Paso 4 Aumentar la amplitud del cuello de botella.

Paso 5 Retornar al paso 1.

La TOC es importante para alcanzar los objetivos de la empresa, se realiza tras un proceso de mejora continua, creando valor a aquellas circunstancias, recursos de la empresa, procesos de producción, etc., que tiende a dificultar la solución del problema central. En una empresa se dan varios tipos de restricciones, por lo cual puede ser un obstáculo para el desarrollo. (Rodríguez, 2021).

1.2.3 OEE - Overall Equipment Effectiveness

La implementación adecuada de un indicador OEE tiene un impacto directo en la productividad del proceso de manufactura, el objetivo se complementa con la eficiencia de equipos en el área de trabajo donde se disminuyen los tiempos de espera de los equipos, se encuentran las causas que generan el cuello de botella y la falta de capacidad reducidas de la máquina y mejora la calidad del producto, se reducen los reprocesos y disminuyen las pérdidas monetarias de un producto defectuoso. (Varela et al., 2023).

Es relevante iniciar con 6 factores que producen pérdidas cuando se aplica el OEE como son: parada de máquinas, baja capacidad de producción, rechazos en productos defectuosos, mala configuración en el equipo. (Varela et al., 2023).

El OEE se calcula considerando tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad.

1.2.4 SMED - Single Minute Exchange of Die

Está basado en el conjunto de métodos que permiten reducir el tiempo improductivo necesario para preparar una máquina para cambiar la fabricación de un producto a otro. transformando el trabajo interno, que se produce mientras la máquina está parada, en el trabajo externo, que se produce mientras la máquina funciona, y finalmente reducir las operaciones externas. (Garibay et al., 2021).

El cambio de herramientas debe darse cuanto antes para reducir las actividades que no agregan valor y maximizar las que si agregan valor. Se observa que muchas empresas industriales usan SMED para reducir el tiempo de preparación del proceso y aumentar la productividad, lo que reduce los costos y aumenta la productividad. (Ramos et al., 2022)

1.2.5 5S

Las 5S es un método de mejora que se originó en Japón. Esto incluye tener orden y limpieza, estandarizar procesos y disciplinar a los empleados para tener buenas costumbres en el trabajo y lograr mejorar y aumentar la productividad. Se puede establecer en cualquier área y en todos los ámbitos de las áreas de la empresa. (Vargas & Camero, 2021). Las 5S provienen del vocablo japonés SEIRI: Seleccionar, SEITON: Organizar, SEISO: Limpieza, SEIKETSU: Estandarizar y, SHITSUKE: Disciplina. (Vargas & Camero, 2021).

La metodología 5S es importante aplicarla en la organización porque al implementarla, puede lograr muchos beneficios a comparación con otras organizaciones en cuanto a la optimización de los tiempos. (Moran & Chávez, 2022).

1.2.6 Relación entre la Teoría de restricciones -Lean

Según Ioana (2018), indica que la gestión Lean y TOC ayudan a optimizar el rendimiento productivo de la empresa. Si interactúan ambas herramientas dan como resultado nuevos rumbos de análisis. Los resultados indican que los Lean-TOC sí interactúan ya que ambos planteamientos parecen compensarse lo cual produce un aumento de la competitividad de las empresas. (Pergher, 2019)

2. Capítulo II: PROBLEMÁTICA DE LA ORGANIZACIÓN

2.1 Descripción de la organización

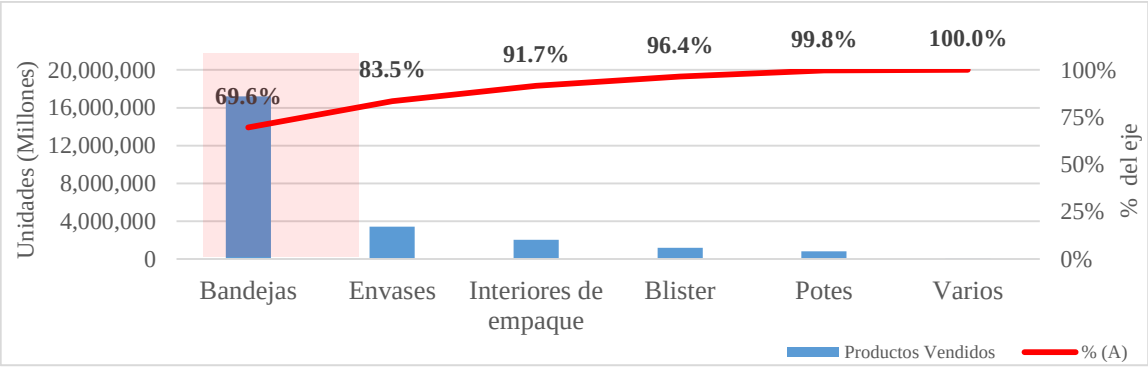
La empresa está dedicada al rubro de termoformados de plásticos e inicia sus actividades el año 1991. Se ubica en el distrito de Santa Anita, labora en dos turnos y produce: envases, bandejas, interiores de empaque, blíster, etc. Cuenta con 93 empleados, 75 en producción y 18 en administración.

2.1.1 Análisis de la empresa

Se realizó un análisis de los productos que se elaboran en la empresa, en función a las unidades vendidas por familia de productos termoformados.

Figura 4

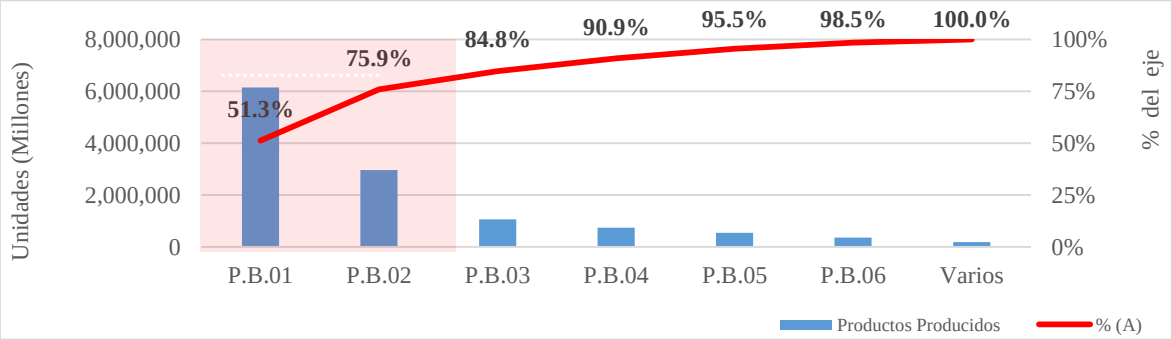
Pareto de la familia de Productos de abril 2022 a setiembre 2022



La figura 4, muestra que la familia de bandejas es el producto más vendido con casi 70% de unidades vendidas. Con este resultado, se elaboró un Pareto de la familia de bandejas.

Figura 5

Familia de bandejas (unidades vendidas) de abril 2022 a setiembre 2022

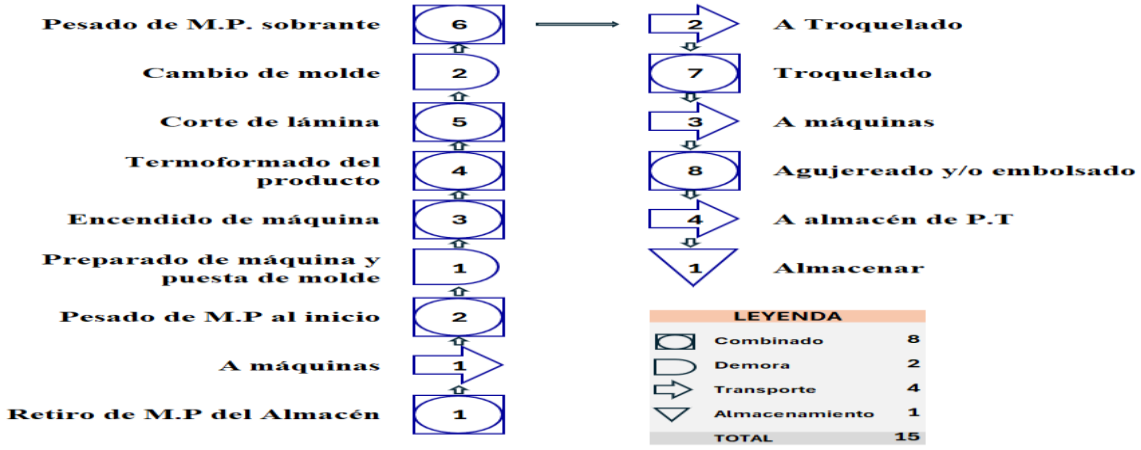


En esta figura 5, identificamos que dos subfamilias de bandejas:P. B.01 y P.B.02. son los productos más producidos con aproximadamente el 75.9 % de las unidades vendidas.

En base a estos dos tipos de bandejas se presenta el DOP del producto.

Figura 6

DOP de bandejas termoformadas



En la figura 6, se presenta el proceso de elaboración de las bandejas PB1y PB2 las cuales tienen la misma ruta, pero variando en los tamaños y pesos.

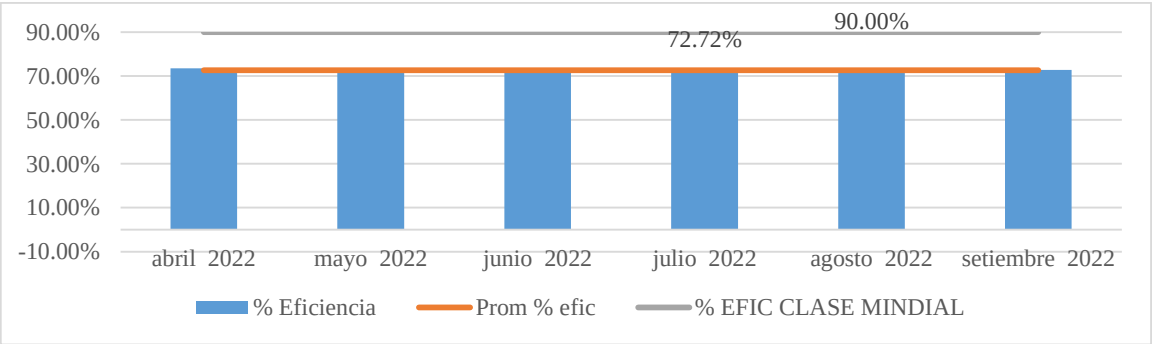
2.2 Identificación del problema

2.2.1 Brecha Técnica

Para poder evaluar la brecha técnica se procedió a calcular la eficiencia de la planta.

Figura 7

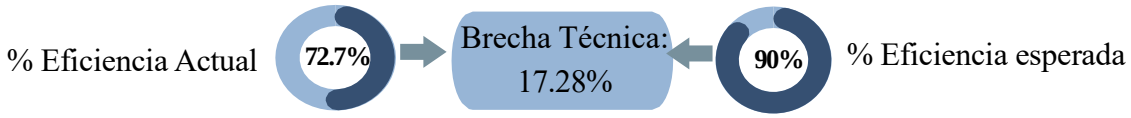
Valores de la eficiencia de abril 2022 a setiembre 2022



En la figura 7, se muestra el promedio de la eficiencia con 72.72%. El cual está muy por debajo del indicador de clase mundial que según Díaz-Contreras et al. (2020) y Tsarouhas (2020) es del 90% (ver apéndice A).

Figura 8

Brecha Técnica



La figura 8, nos indica el porcentaje de la brecha técnica que se planea reducir y mejorar la eficiencia en la línea de producción con la aplicación de las herramientas Lean TOC.

2.2.2 Impacto Económico

En el presente caso de estudio, se identificó que la producción esperada no era alcanzada por una baja eficiencia. esto debido a entregas incompletas, horas extras, penalidades.

Tabla 1

Impacto Económico de abril 2022 a setiembre 2022

Concepto	P.B.01	P.B.02	Total
Penalidad (O/F -Soles)	S/49,000.00	S/35,000.00	S/84,000.00
Costo horas extras (S/.)	S/14,013.00	S/13,703.40	S/27,716.40
Costo de Ud. no fabricadas	S/73,979.92	S/39,991.32	S/113,971.24
Costo Total			S/225,687.64

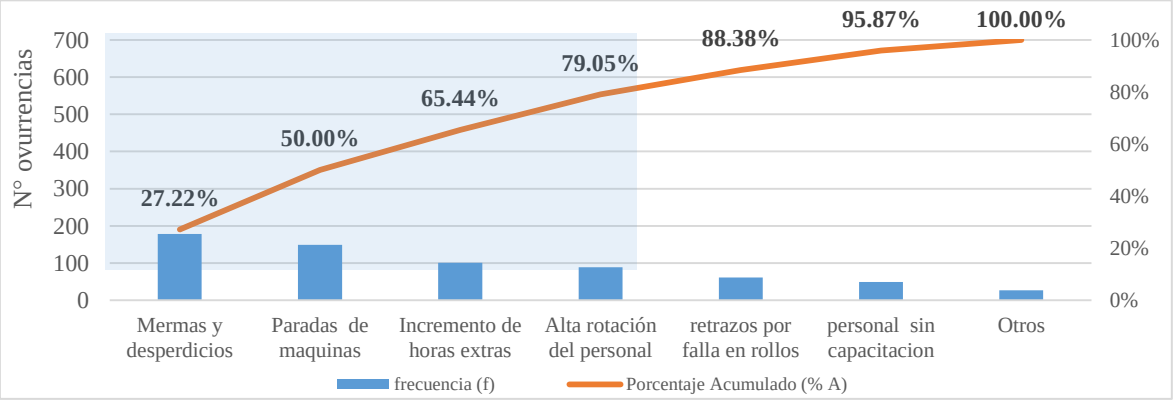
La tabla 1, nos indica las penalidades por no producir a tiempo, generando horas extras y pérdidas en las ventas y costos de almacenaje de rollos por las unidades no fabricadas.

2.3 Análisis de las Causas

Se analizaron las principales causas que generan una baja productividad en el proceso.

Figura 9

Pareto de los problemas



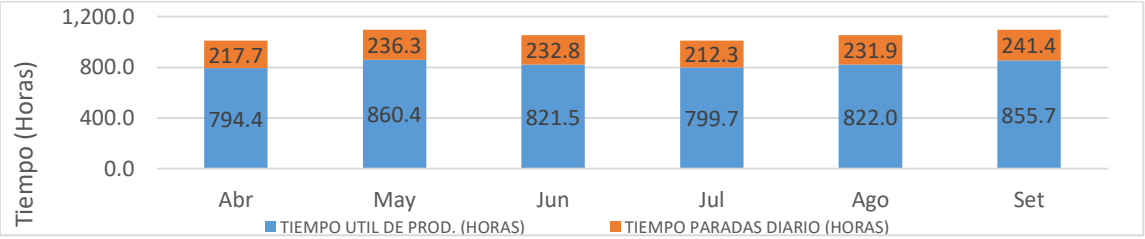
La figura 9, nos indica que el exceso de mermas y desperdicios, altos tiempos de paradas, aumento de horas extras y rotación del personal, entre otros, generan la baja eficiencia.

2.3.1 Altos tiempos de paradas

Altos tiempos de parada (incluyen cambio de rollos), ocasionan retrasos. (ver apéndice B)

Figura 10

Tiempo trabajado vs tiempo de parada de abril 2022 a setiembre 2022



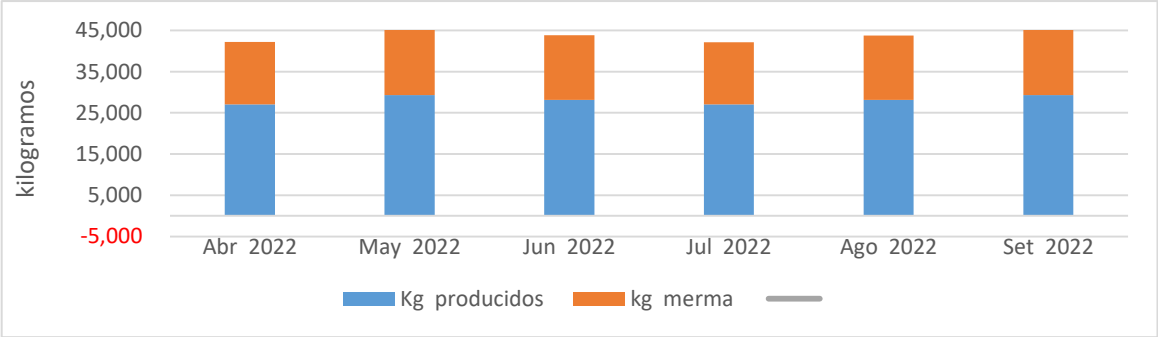
La figura 10, nos presenta las horas de parada en producción con un promedio de 21.7%. Dichas paradas son producidas por errores de los operarios sin capacitación ocasionado por la alta rotación del personal, mal balance de las líneas, falta de Planes Operativos Estándar (POE), entre otros factores que generan una baja eficiencia.

2.3.2 Elevada cantidad de mermas y desperdicios

Excesivo desperdicio de materia prima en las líneas de producción (ver apéndice C).

Figura 11

Comparativo de kg. ingresados vs mermas de abril 2022 a setiembre 2022



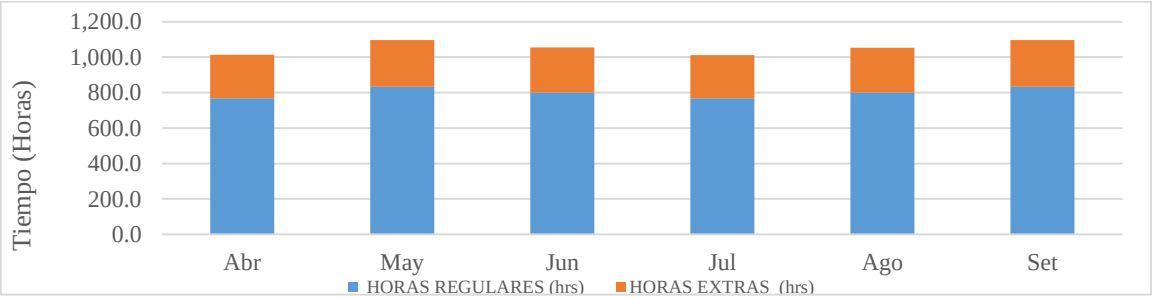
La figura 11, nos muestra el alto porcentaje de mermas con un promedio de 39.21%. Dichas mermas se deben al mal manejo de las máquinas, falta de control de calidad en el almacén, personal no calificado, falta de stock, contaminación, entre otros. generando una menor rentabilidad.

2.3.3 Exceso de horas extras

Se realizan muchas horas extras para cubrir la orden de producción diaria (ver apéndice D).

Figura 12

Comparativo de horas regulares vs horas extras de abril 2022 a setiembre 2022



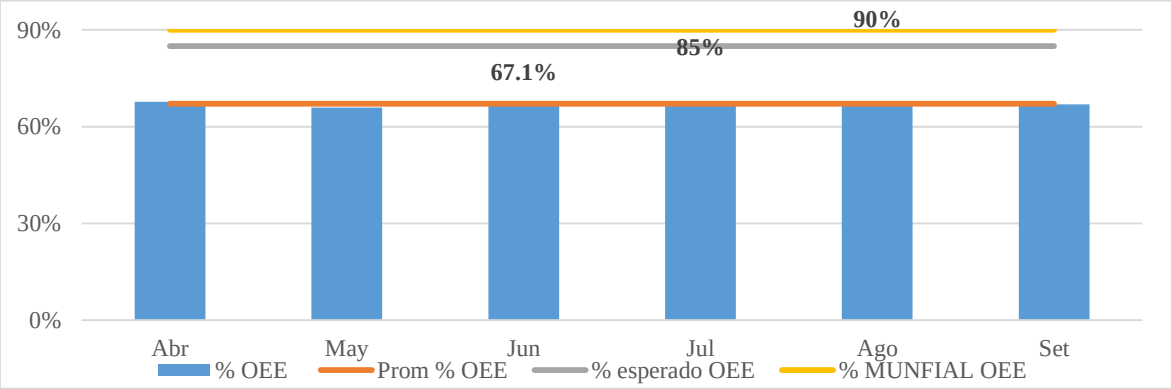
La figura 12, nos presenta los altos tiempos de horas extras con un promedio de 31.82%, esto debido a las faltas constantes del personal, operarios poco calificados, exceso de mermas, falta de POE, mal balance de la línea, entre otros que generan retrasos en la producción. Los cuales ocasionan que el personal este insatisfecho, incrementándose la rotación de personal y/o ausentismo.

2.3.4 OEE

La disponibilidad esperada se encuentra muy alejado de la meta deseada (ver apéndice E).

Figura 13

OEE actual vs OEE esperados de abril 2022 a setiembre 2022

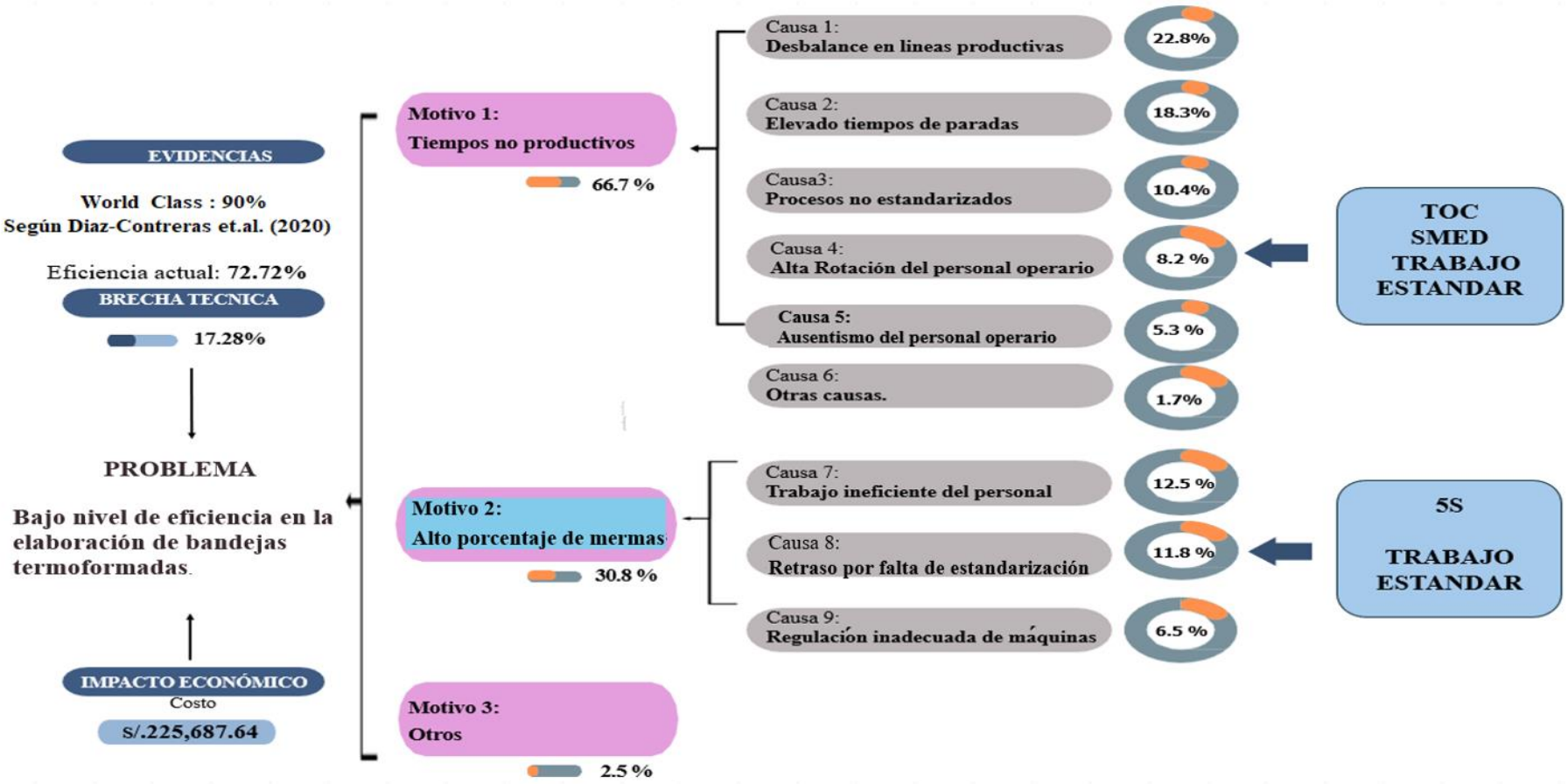


En la figura 13, observamos la baja disponibilidad con un promedio de 67.1% de OEE, esto debido a los altos tiempos de parada ocasionados por un mal manejo de los equipos, alto porcentaje de desperdicios, falta de capacitación al personal, no contar con POE, ausentismo del personal entre otros.

2.3.5 Árbol de problemas

Figura 14

Árbol de problemas



2.4 Planteamiento de objetivos

2.4.1 Objetivo general

Mejorar la eficiencia en las líneas de producción de las bandejas a través del uso de las herramientas: TOC, Trabajo Estandarizado, 5S, SMED, OEE.

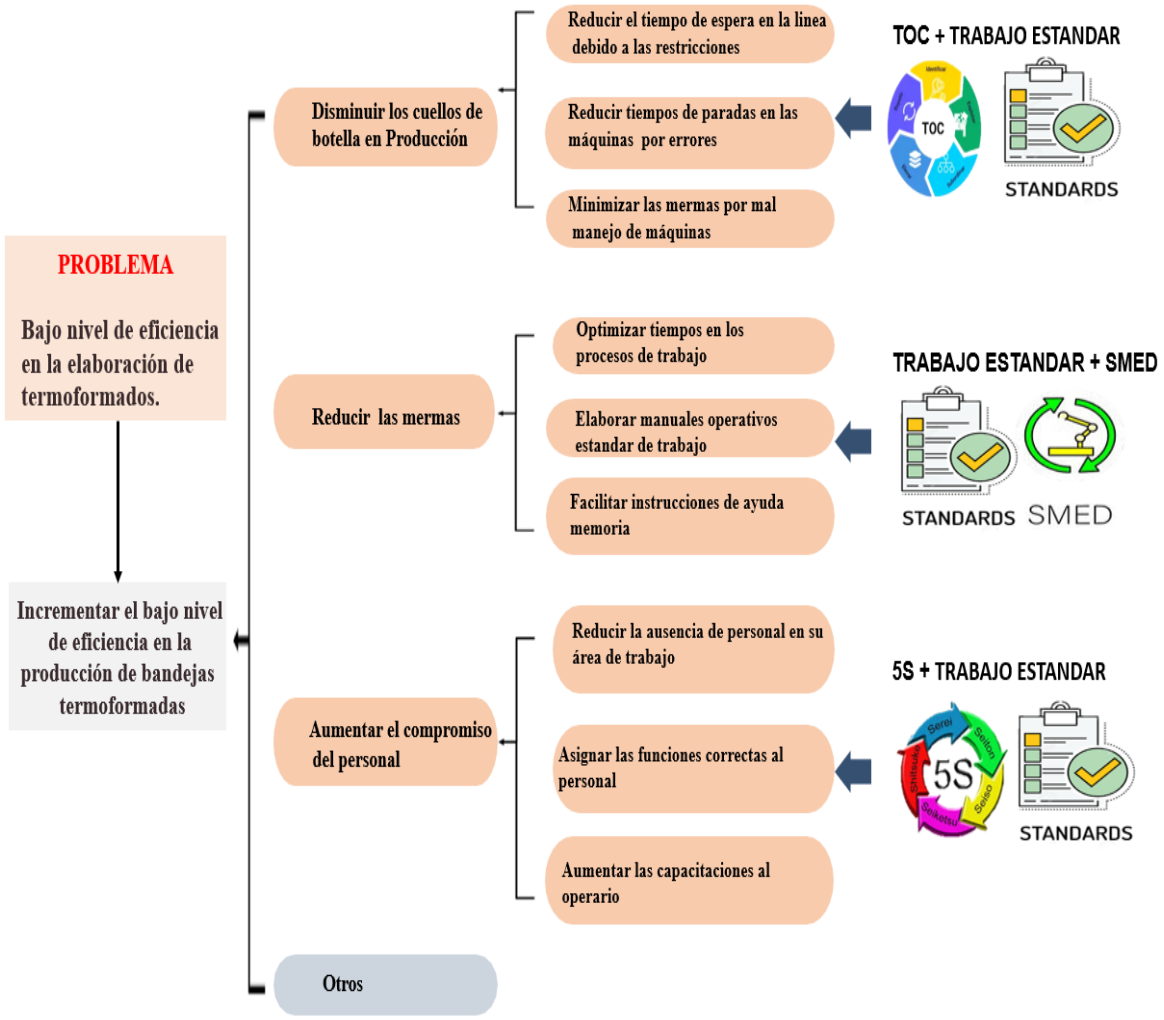
2.4.2 Objetivo especifico

- Emplear la metodología TOC para lograr el cumplimiento del plan de producción.
- Minimizar las mermas y desperdicios en los procesos e implementar programas. operativos mediante un sistema de Trabajo Estandarizado.
- Reducir los paradas y tiempos improductivos mediante la aplicación de TOC- DBR.
- Ordenar y señalizar las diversas áreas mediante 5S.

2.4.3 Árbol de objetivos

Figura 15

Árbol de objetivos

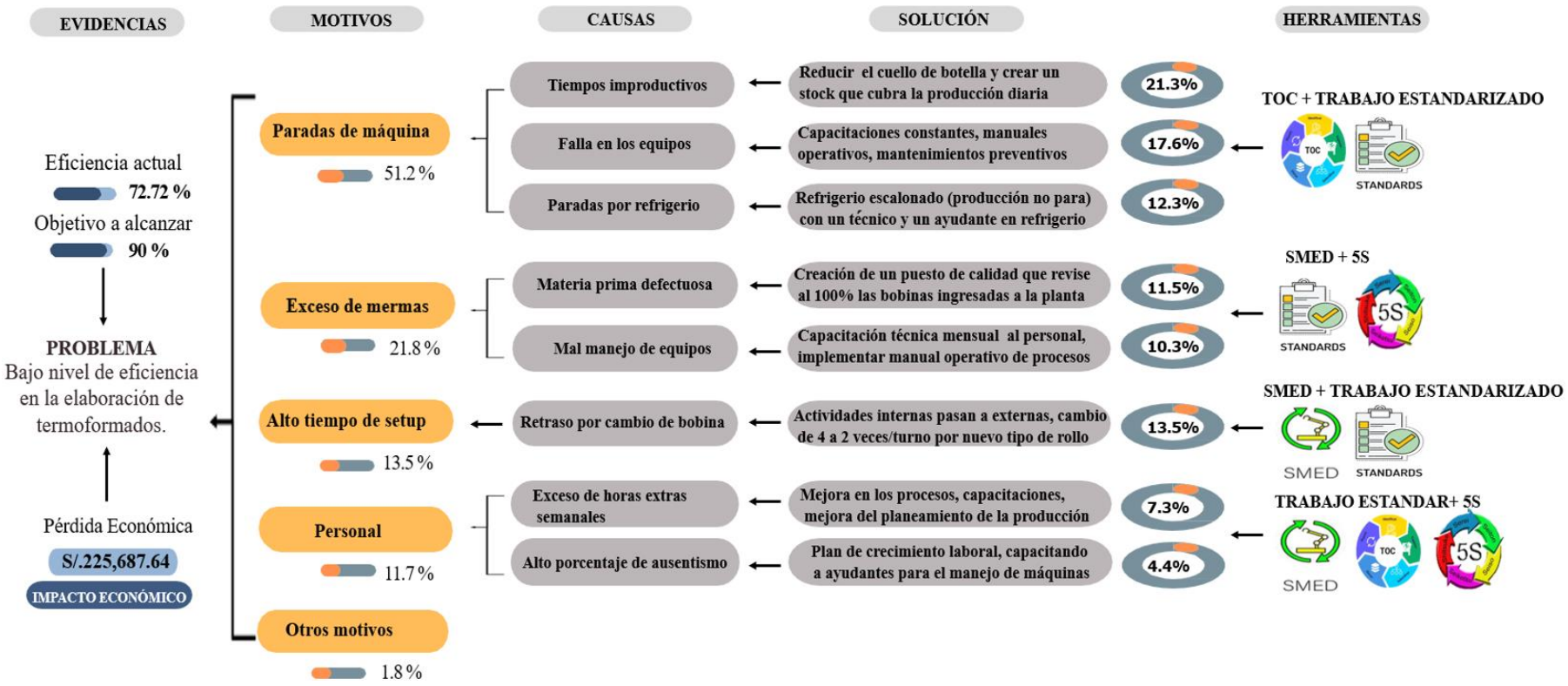


3. Capítulo III: PROPUESTA DE INGENIERÍA

3.1 Vinculación de causa con la solución

Figura 16

Vinculación de causa con la solución



3.2 Diseño de la solución: Teoría de las restricciones

3.2.1 Fase 1: Inicio

Como primer paso en el plan de mejoras en la producción, se empezó con la presentación oficial, identificación de los procedimientos, planeación de los grupos de trabajo. En segundo paso, con la conformación de los grupos y asignar las capacitaciones. Finalizando, con la implementación de las capacitaciones y aprobación de los cambios según las herramientas Lean-TOC, con lo cual se identificaron las metas esperadas, en base a la mejora de la eficiencia.

3.2.2 Fase 2: Identificar el cuello de botella (1er Paso)

En esta fase, se procedió a identificar la capacidad de todas las áreas en el proceso productivo de las bandejas y poder identificar el Área-Restricción.

Tabla 2

Análisis de la capacidad de las máquinas

Descripción (Ingreso por Batch)	Materia Prima kg.	Proceso min.	Producción kg. /min.	N° máquina	Turno min.	Capacidad Total: kg.
Termoformadora	100	163.83	0.61	1	660	**402.86**
Troqueladora	100	436.87	0.23	3	660	453.22
Embolsadora	100	87.37	1.14	1	660	755.41

La Tabla 2, nos indica que el cuello de botella en la línea de producción al tener la menor capacidad es la termoformadora con 402.86 kg de materia prima procesada por turno. A su vez, esta área restricción cuenta con la menor disponibilidad con 129 horas (ver apéndice F) Asimismo, la máquina termoformadora (antes de la implementación) produce 50 ud/min.

3.2.3 Fase 3: Explotar los cuellos de botella (2do Paso)

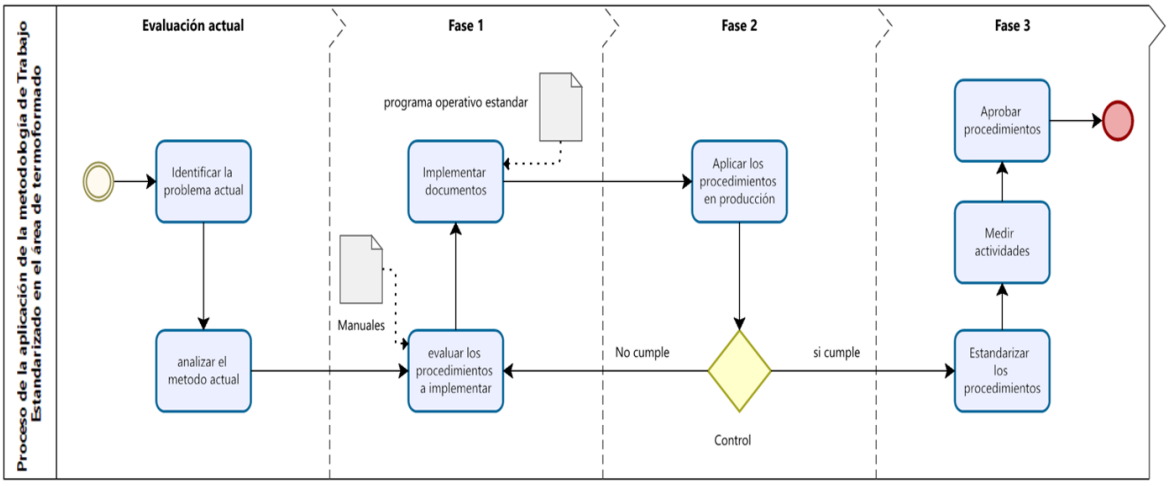
Habiéndose identificado que el área de termoformado es el cuello de botella, procedemos a evaluar los tipos de restricciones que se presentan, para lo cual se elaboraron los procedimientos correctivos a tomar en base a las herramientas Lean-TOC definidas.

3.2.3.1 Trabajo Estandarizado

Para seguir con las mejoras, se va a utilizar la metodología de Trabajo Estandarizado y para ello se necesita conocer los tiempos y volúmenes actuales de las mermas en la empresa: como rollos con fallas, errores por el personal inexperto, parada de máquinas, entre otros.

Figura 17

Flujograma de la implementación del Trabajo Estandarizado



En la figura 17, se presenta los pasos para llevar a cabo el Trabajo Estandarizado y en base a esto se programó: capacitar al personal, implementar un puesto de calidad, un manual de recepción de materia prima para el almacén y crear un plan de mantenimiento preventivo.

Parada de máquinas

Ante el alto tiempo de paradas de máquina se implementó el mantenimiento preventivo, cambiar a un refrigerio escalonado para no parar las máquinas en el refrigerio, capacitar constantemente al personal. Así como, reducir el tiempo cambio de rollos. (ver Apéndices G, H, I, J, K). Estos cambios redujeron el tiempo de paradas en 17.16% (ver apéndice L)

Reducción de mermas

Debido al excesivo porcentaje de mermas, se creó un puesto de calidad para inspeccionar el ingreso de la materia prima en el almacén. Así como, capacitar al personal, elaborar un instructivo de la máquina y programar mantenimientos preventivos (ver Apéndice M). Estos cambios redujeron las mermas en 3.8% (ver apéndice N)

Horas Extras - Ausentismo

En base a las mejoras obtenidas con las mejoras realizadas, se observa una reducción en los tiempos de producción. Adicional a esto, al realizar una capacitación a un grupo de ayudantes seleccionados. se espera a corto plazo contar con dicho personal como asistentes de las máquinas y así poder cubrir los ausentismos del personal operario. La variación del nivel de ausentismo esperado pasó de 10.13% a 7.85% después de las mejoras (ver Apéndice O).

Eficiencia

En base a las herramientas que se aplicaron, se ha logrado mejorar la eficiencia en 15.5 %. Adicional a esto, se planea seguir capacitando al personal en un proceso de mejora continua.

OEE

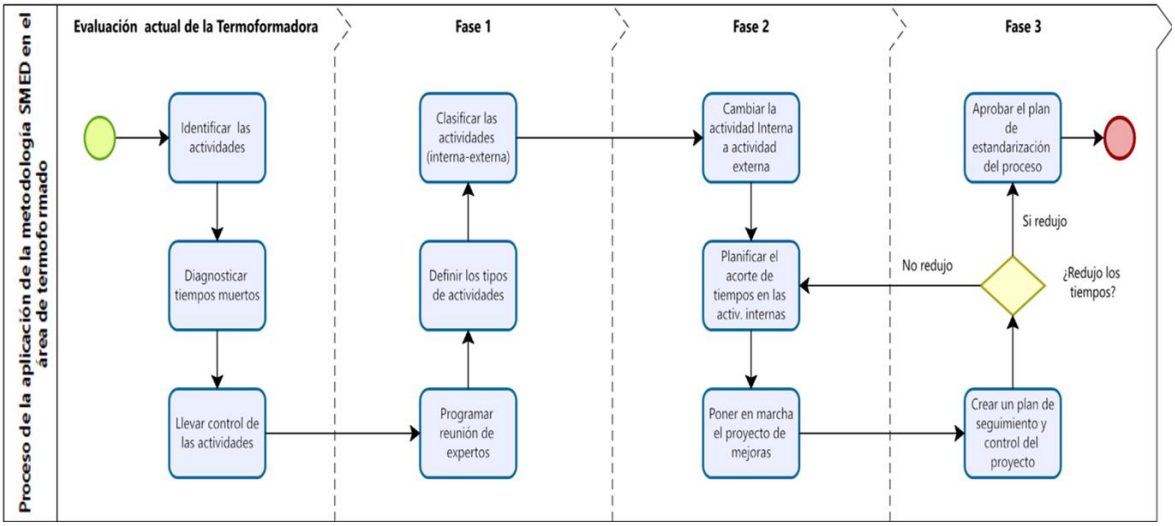
La reducción de las paradas incremento la disponibilidad, la reducción en las horas extras mejoro el rendimiento y al crear un puesto de calidad en el ingreso de las bobinas, ayudó a reducir la contaminación y defectos en las bobinas mejorando la calidad. En base a estas mejoras el OEE incrementó en 13.4%. (ver Apéndice P).

3.2.3.2 SMED

Se aplicó esta técnica para reducir los tiempos en el cambio de rollo de 100 kg en la máquina termoformadora. Para esto se evaluó los pasos a seguir, según la figura 18.

Figura 18

Flujograma de la implementación del SMED



En base a la figura 18, se analizó que la termoformadora usa cuatro rollos de 100 kg para la elaboración de las bandejas en un turno. Ante esto, se evaluó la factibilidad de duplicar el peso de los rollos. Para lo cual el área de compras coordinó con el proveedor la posibilidad de producir rollos de 200 kg, propuesta que fue aceptada con la condición de que aseguremos una compra constante del nuevo tipo de rollos.

Anterior a esto, se coordinó con las áreas de mantenimiento y producción la forma de colocar el nuevo tipo de rollo en la máquina, para lo cual se diseñó un dispositivo con una balanza

incorporada que soporte los nuevos rollos y se pueda acoplar en el ingreso de la faja del termoformado. En base a esto, estudiamos las actividades del proceso.

Por un tema de confidencialidad, no podemos presentar el diseño del dispositivo elaborado por la empresa para el acople a la máquina.

Tabla 3

Actividades internas y externas del proceso de cambio rollo.

Proceso: Cambio de Rollos	Antes de la mejora	Después de la mejora
N° actividades Internas	8	5
N° actividades externas	3	5
N° Total de actividades	11	10
Tiempo activ. internas (min)	12.78	6.7
Tiempo activ. externas (min)	4.92	9.75
Tiempo Total de actividades	17.7	16.45

La tabla 3, nos muestra las actividades, tiempos. antes vs después de la implementación, con una mejora en el tiempo total del 7.1% (ver Apéndice Q).

A continuación, se presenta los tiempos empleados para el cambio de bobina por turno de producción, en base al nuevo tipo de bobina empleado en la producción.

Tabla 4

Resultado de los tiempos totales de las actividades

Proceso: Cambio de Rollo	Antes: Rollo de100 kg	Después: Rollo de 200 kg.
Tiempo de actividades (min)	17.70	16.45
N° de cambios por turno	4	2
Tiempo total de actividades	70.80	32.90
	01:10:48	00:32:54

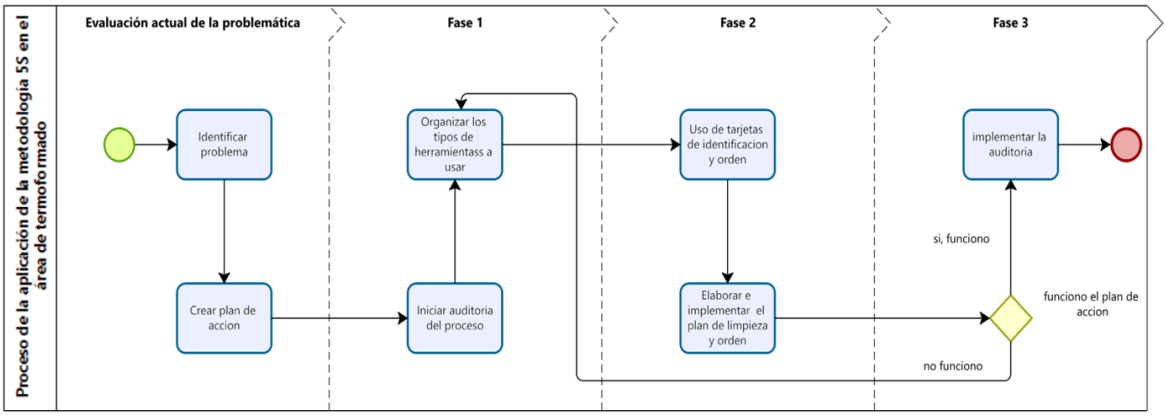
La tabla 4, nos indica que el tiempo de ahorro por turno es de 37 min 54 seg. El cual, se basa en la implementación del dispositivo de acople del nuevo tipo de bobina de 200kg.

3.2.3.3 5S

Se aplicó esta metodología para ordenar el área de trabajo, reducir la acumulación de desperdicios y mermas y obstrucción en las áreas de tránsito con bolsas y cajas.

Figura 19

Flujograma de la implementación del 5S



La figura 19, nos presenta el procedimiento para levantar estas observaciones. En base a esto se aplicó las 5S en el área, según la tabla 5.

Tabla 5

Resumen de la aplicación 5S en el área de producción

5S	Problemática	Solución del Problema
Seiri-Clasificar y/o organizar:	Mezcla de productos: óptimos, defectuosos y mermas en cajas	Compra de coches de 1100 lt. identificados por color
Seiton-Orden:	No existe orden en sus moldes	Compra 4 Estantes para ordenarlos
Seiso-Limpiar	Pasadizos obstruidos por Mermas	Limpieza cada dos horas
Seiketsu-Estandarizar	No hay formatos estandarizados para clasificar los moldes	Rotular el espacio de cada molde
Shitsuke-Disciplinar:	Poca supervision en operarios	Supervisar con frecuencia y lograr un buen habito.

De acuerdo con la tabla 5, podemos visualizar los problemas y las medidas correctivas que aplicó la empresa para mejorar y ordenar el área de producción. (ver Apéndice R).

3.2.4 Fase 4: Subordinar todo a la decisión anterior (3er Paso)

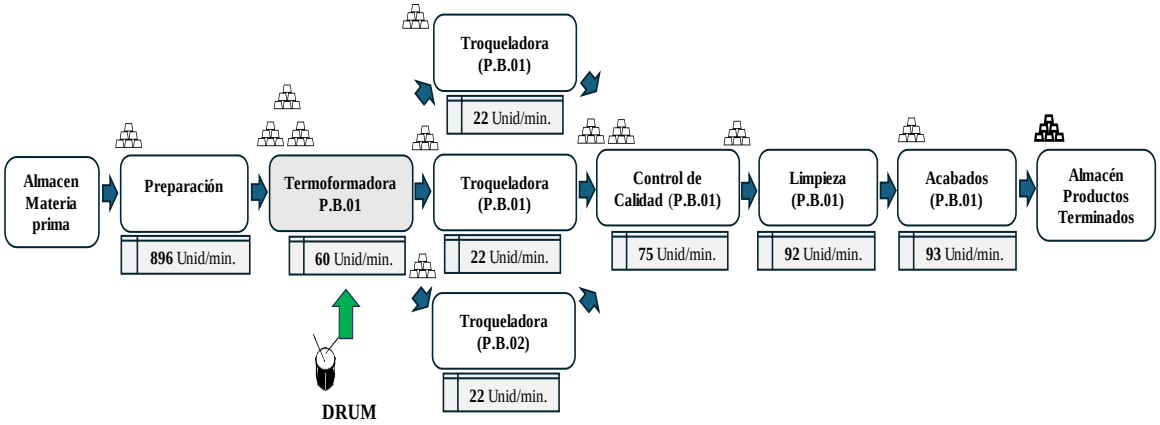
3.2.4.1 TOC- DBR.

Drum

En base a las mejoras implementadas, se presenta la nueva distribución de la línea de producción en unidades por minuto para determinar la restricción en la línea de producción.

Figura 20

Determinación del Drum – Tambor



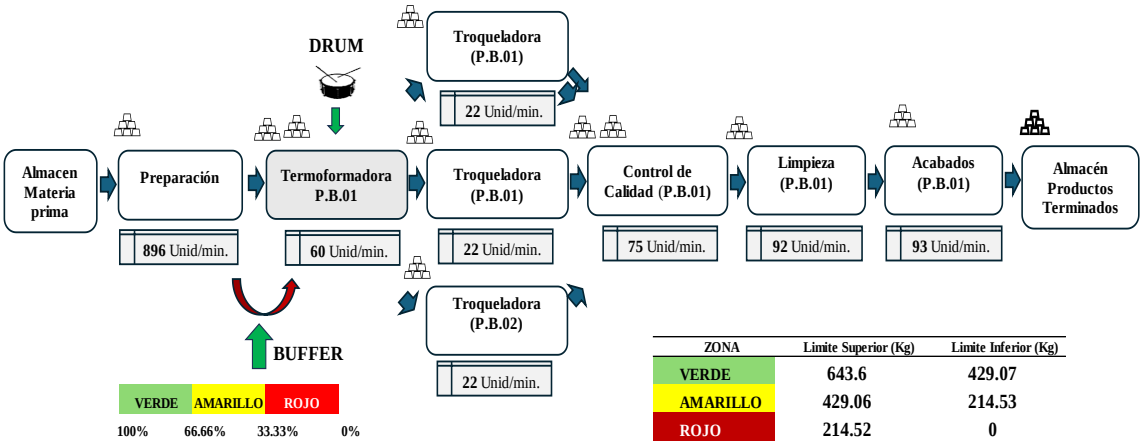
La figura 20, nos presenta a la máquina termoformadora la cual lleva el ritmo de la producción después de la implementación con 60 unidades por minuto.

Buffer

Se presentan los kg. en las tres zonas del almacén temporal para que el drum sea constante.

Figura 21

Determinación del Buffer– Amortiguador



ZONA	Limite Superior (Kg)	Limite Inferior (Kg)
VERDE	643.6	429.07
AMARILLO	429.06	214.53
ROJO	214.52	0

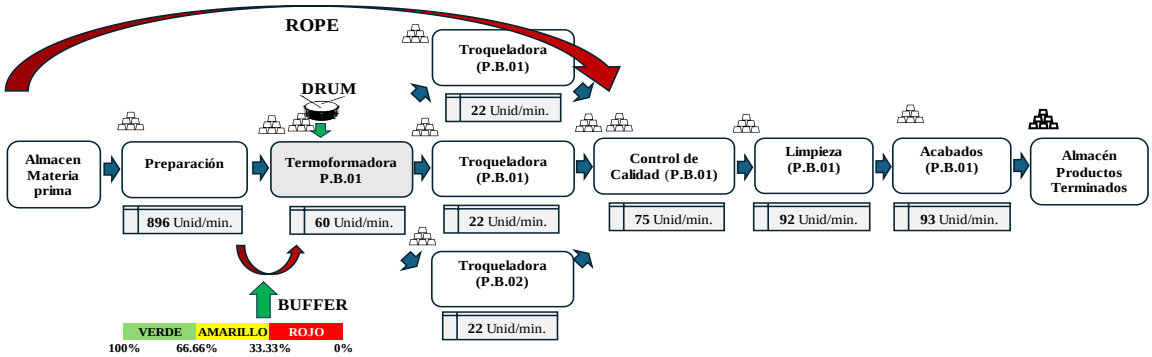
La figura 21, presenta el cálculo del buffer con 643.6 kg (zona verde). el cual asegurará una producción continua. Asimismo, cuando la reserva baje en el almacén temporal a 429.6 kg (zona amarilla) se deberá generar una orden de reemplazo de inmediato (ver Apéndice S).

ROPE

La liberación de materiales se alineó con el drum y el buffer de la máquina restricción.

Figura 22

Determinación del Rope– Soga



En la figura 22, observamos el Rope. Donde el tiempo de la cuerda es la suma del Drum con el Buffer más el lead time, siendo este, 14 días 14 horas 46 minutos.

3.2.5 Fase 5: Elevar la capacidad del cuello de botella (4to Paso)

En esta etapa y luego de haber aplicado las herramientas Lean-TOC, procedemos a evaluar la rentabilidad, con la contabilidad TOC-DBR (ver Apéndice T).

Tabla 6

Comparativo del ROI antes vs después de la Implementación

Utilidad Neta (U.N.)	Antes de la implementación	Después de la implementación
Throughput	S/2,405,025.60	S/2,682,351.9
Gastos Operativos	S/425,651.60	S/319,566.3
Utilidad Neta	**S/1,979,374.00**	**S/2,362,785.65**
Inventario Total (I.T.)	Antes de la implementación	Después de la implementación
Inv. Prod. Terminados	S/900,707.52	S/956,172.79
Inv.M.P.y. y Mat.Empaque	S/1,135,256.53	S/1,129,804.69
Inventario Total	**S/2,035,964.05**	**S/2,085,977.48**
ROI	(abril 22 – setiembre 22)	(octubre 22 – marzo 23)
$ROI = \Sigma\,(\frac{U.N.}{I.T.} x100\%)$	**5,83**	**6,80**

La tabla 6, nos indica el siguiente análisis del TOC-DBR:

- El Throughput tuvo un crecimiento de 10.3% después de la implementación.
- La utilidad neta creció en promedio de 16.2% después de la implementación.
- ROI: Antes de la implementación, por cada S/1 retorna S,83 y después de la

implementación, por cada S/1 retorna S/6,80. Creciendo un 14.3%.

3.2.6 Fase 6: Regresar al paso 1 (5to Paso)

Al reducir significativamente las horas extras, las paradas, las mermas y desperdicios; acompañado de mejora en los procesos, orden de las áreas, todo esto dentro de las limitantes tanto de espacio físico como económico. Se logró optimizar el tiempo estándar, incrementar el valor OEE dando como resultado una mejora en la eficiencia.

Si en el futuro se desea incrementar el volumen de la producción se deberá elevar la capacidad productiva diaria, optando por la compra de máquinas automáticas de termoformado con el troquel incorporado.

3.3 Diseño de indicadores

Los indicadores basados en las herramientas Lean-TOC están asociados con la mejora de los objetivos esperados, los cuales nos permiten mejorar la eficiencia de la producción, así como eliminar los cuellos de botella. todo a través de un proceso de mejora continua.

Tabla 7

Reporte AS IS - TO BE

Indicador	As-Is	Parametro		To-Be	Ref. Bibliog.
Eficiencia $Efic = \frac{Prod.}{Esperado} \times 100\%$	72.72%	Rechazo	< 84 %	88.22%	Díaz-Contreras et al. (2020)
		Bueno	> 85 %		
		Excelente	> 90 %		
Merma $Merma = \frac{KG_{merma\cdot}}{KG_{Inareso}} \times 100\%$	39.21%	Rechazo	> 35.6 %	35.4%	Caicedo-Perea et al. (2022)
		Bueno	< 35.5 %		
		Excelente	< 34 %		
OEE $OEE = D_{Isp.} x\ C_{alid.}\ x\ R_{end.}$	67.10%	Rechazo	< 79 %	80.50%	Tsarouhas (2020)
		Bueno	> 80 %		
		Excelente	> 90 %		

En la tabla 7, nos indica que la eficiencia AS-IS (72.72%) incremento tras la implementación Lean-TOC a TO-BE (88.22%).

3.4 Consideraciones para la implementación

3.4.1 Presupuesto de la solución: Gestión de recursos

Se presenta a continuación, el presupuesto del proyecto de la implementación de mejora de la eficiencia en la fabricación de bandejas realizado en base a las herramientas Lean TOC.

Tabla 8

Presupuesto de la implementación.

Lean -TOC	Recursos		Descripción	N°	Und	CostoUnit	Total+IGV
TOC	Personal	P1	Supervisor de Turno	2	24 hr	S/15.50	S/744.00
		P2	Operarios	48	24 hr	S/6.40	S/7,372.80
		P3	Capacitador (es)	2	24 hr	S/25.50	S/1,224.00
	Material	M1	Soporte rollo 250kg		2 ud	S/9,000.00	S/18,000.00
		M2	Útiles				S/45.70
	Equipo	E1	Estantería + Racks		2 pack	S/800.00	S/1,600.00
		E2	Montacarga		2 ud	S/450.00	S/900.00
	Servicio	S1	Sist ilum+sist eléct		1 paq	S/3,500.00	S/3,500.00
TRABAJO ESTANDAR	Personal	P1	Supervisor	2	20 hr	S/15.00	S/600.00
		P2	Operario	48	20 hr	S/8.80	S/8,448.00
		P3	Capacitador	2	20 hr	S/25.00	S/1,000.00
	Material	M1	Manuales del curso		5 ud	S/150.00	S/750.00
		M2	Útiles				S/107.50
SMED	Personal	P1	Supervisor	2	16 hr	S/15.00	S/480.00
		P2	Operario	48	24 hr	S/8.80	S/10,137.60
		P3	Capacitador	2	8 hr	S/25.00	S/400.00
	Material	M1	Manuales del curso		5 ud	S/150.00	S/750.00
		M2	Útiles				S/45.70
5S	Personal	P1	Supervisor	2	16 hr	S/15.00	S/480.00
		P2	Operario	48	16 hr	S/8.80	S/6,758.40
		P3	Capacitador	4	16 hr	S/25.00	S/1,600.00
	Material	M1	Tacho 1100 lt		6 ud	S/1,799.00	S/10,794.00
		M2	Útiles + mat. de aseo				S/955.70
	Equipo	E1	Estantes 1800kg		4 ud	S/719.00	S/2,876.00
	Taller	T1	Talleres		1 paq	S/500.00	S/500.00
Generales	Material	M1	Útiles				S/448.50
	Equipos	E1	Laptop		1 ud	S/2,500.00	S/2,500.00
Sub -Total							S/83,017.90
Contingencia del proyecto						10%	S/8,301.79
TOTAL							**S/91,319.69**

En la tabla 8, vemos el presupuesto detallado para llevar a cabo la mejora de eficiencia en la producción de bandejas. Con un total de S/91,319.69

3.4.2 Cronograma de desarrollo: Gestión del tiempo

Figura 23

Diagrama de Gantt de la implementación

Cronograma	Año	2022													2023			
	Mes	Octubre				Noviembre					Diciembre				Enero			
	N° Sem	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3	4
Fase 1: Inicio: Preparativos generales	**1**																	
Reuniones con Gerencias, jefaturas, supervisores, personal	1																	
Fase 2: Identificar el cuello de botella (1er Paso)	**2**																	
Análisis de capacidad y disponibilidad de máquinas	1																	
Primeros cambios: Eliminación de paradas de máquina por Refrigerio, mecánico asignado para todo el proyecto	1																	
Fase 3: Explotar los cuellos de botella (2do Paso)	**8**																	
Aplicación de TOC	2																	
Aplicación de SMED	2																	
Aplicación de Trabajo Estandarizado	2																	
Aplicación de las 5S	2																	
Fase 4: Subordinar todo a la decisión anterior (3er Paso)	**3**																	
Aplicación de TOC – DBR	3																	
Fase 5: Elevar la capacidad del cuello de botella (4to Paso)	**2**																	
Análisis de la Contabilidad DBR	2																	
Fase 6: Regresar al paso 1 (5to Paso)	**1**																	
Análisis de capacidad y disponibilidad de máquinas	1																	

La figura 23, se presenta el cronograma de actividades donde se estableció un plazo de 126 días la implementación.

4. Capítulo IV: RESULTADOS DEL PROYECTO

4.1 Validación funcional

El uso de las herramientas Lean-TOC permitió identificar las restricciones en cada una de las etapas del análisis, dando como resultado una mejora en la eficiencia del 15.5%.

En primer lugar, se usó la metodología TOC para identificar la restricción y crear un stock de seguridad para mantener el ritmo de la producción constante en todo el proceso. En segundo lugar, usando la metodología 5S se organizó el área de desperdicios y mermas que obstruían los pasadizos y también mejoró la limpieza del área en forma bi-horaria. En tercer lugar, se aplicó el Trabajo Estandarizado para capacitar al personal técnico y ayudantes de forma mensual, reemplazando las paradas por refrigerio por un refrigerio escalonado, entregando manuales operativos y creando un plan de mantenimiento preventivo. Finalmente, la metodología SMED redujo los tiempos del setup en el cambio de rollos junto con una mejora en dicho proceso reduciendo el tiempo de paradas.

4.1.1 Utilidad Operativa

En base a los cambios aplicados en el proyecto de implementación se procedió con el análisis de la utilidad operativa del proyecto: antes de la mejora vs después de la mejora.

Tabla 9

Utilidad operativa antes vs después de la implementación

Bandejas	Antes Implementación abr. 22- set. 22	Después Implementación oct. 22- mar. 23
Ventas Totales	S/4,503,537.60	S/4,780,863.95
Costo de Producción	S/3,210,686.84	S/3,128,743.70
Gastos Administrativos	S/22,899.34	S/20,056.94
Gasto de ventas	S/32,293.00	S/30,678.35
Utilidad Operativa	S/1,237,658.41	S/1,601,384.96

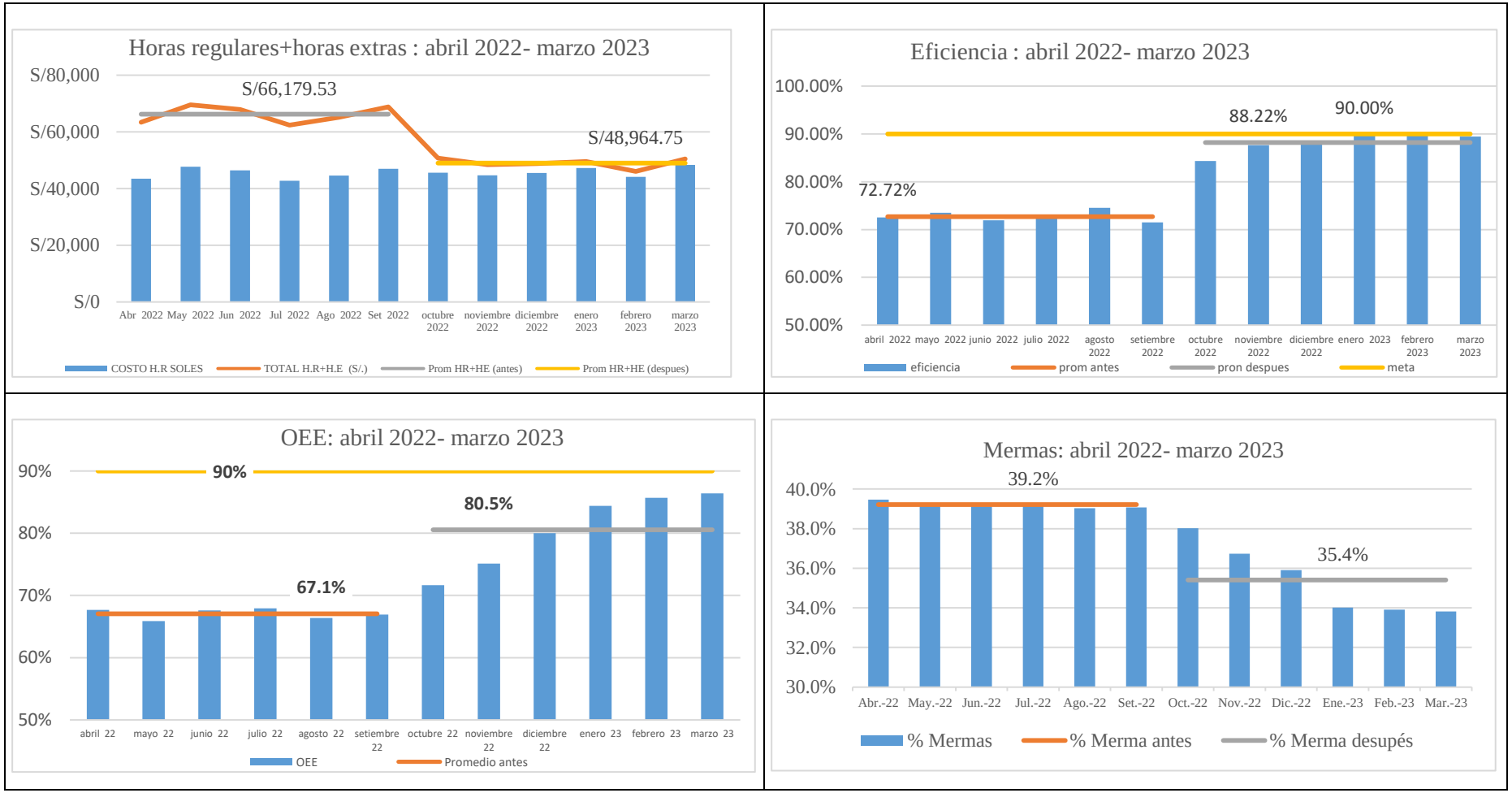
La tabla 9, nos muestra que el incremento de la utilidad operativa después de la implementación es de 22.71% (ver Apéndice U).

4.1.2 Evaluación de las causas

Se presenta las gráficas del antes versus el después de la implementación de las mejoras.

Figura 24

Gráficas antes vs después de la implementación



La figura 24 nos presenta los siguientes resultados:

- La eficiencia aumentó de 72.7% a 88.2 %.
- La OEE aumentó de 67.1% a 80.5%.
- Las mermas se redujeron de 39.21% a 35.4%.
- El costo de las horas extras respecto a las regulares se redujo de 31.82% a 6.25%.

4.2 Evaluación del impacto económico

Para validar económicamente el proyecto se realizó el flujo de caja, con ayuda del costo de oportunidad del capital (COK), el presupuesto de la implementación y de dos indicadores: el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Al ser un proyecto implementado se procede a realizar el flujo de caja.

4.2.1 Evaluación del COK

Para poder realizar el flujo de caja se procede a identificar el valor del COK:

$$\boldsymbol{COK = r_f + \beta \times (r_m - r_f) + r_p}$$

Tabla 10

Cálculo del COK

Rendimiento riesgo	(rf):	3.42%	BCRP, 2023
Beta desplazada	β:	1.02	Damodaran, 2023
Riesgo Mercado	(rm):	10.36%	Damodaran, 2023
Riesgo País	(rp):	2.04%	Damodaran,2023
Riesgo esperado	(rm - rf):	6.94%	Damodaran, 2023
Costo de Capital (COK):		**12.54%**	

En base a esta tabla 10, calculamos el valor del COK en 12.54%.

4.2.2 Evaluación del flujo de caja

Identificado que el valor del COK es de 12.54% y con el presupuesto de implementación de S/91,319.69 soles, se procede a realizar el flujo de caja.

Tabla 11

Flujo de caja

RESULTADOS	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión del Proyecto	-S/91,319.7						
Ventas (unidades)		116,532.0	268,320.0	300,820.0	338,520.0	374,400.0	416,000.0
Ahorro del proyecto H.E. (S/.)		S/3,603.6	S/8,008.0	S/8,675.3	S/9,342.7	S/10,010.0	S/10,677.3
Venta Precio unitario: (S/.)		S/0.34	S/0.34	S/0.34	S/0.34	S/0.34	S/0.34
Costo unitario: (S/.)		S/0.20	S/0.20	S/0.20	S/0.20	S/0.20	S/0.20
(S/.) Ingreso por venta		S/39,620.9	S/91,228.8	S/102,278.8	S/115,096.8	S/127,296.0	S/141,440.0
(-) Costos de venta: (S/.)		S/23,772.5	S/54,737.3	S/61,367.3	S/69,058.1	S/76,377.6	S/84,864.0
(S/.) Utilidad bruta		S/19,452.0	S/44,499.5	S/49,586.9	S/55,381.4	S/60,928.4	S/67,253.3
Gastos operativos: (S/.)		S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0
(S/.) Utilidad Neta		**S/10,601.0**	**S/35,648.5**	**S/40,735.9**	**S/46,530.4**	**S/52,077.4**	**S/58,402.3**
(29.5%) Impuesto a la renta (S/.)		S/260.6	S/876.4	S/1,001.4	S/1,143.9	S/1,280.2	S/1,435.7
(S/.) Flujo de caja	-S/91,319.7	S/10,340.3	S/34,772.2	S/39,734.4	S/45,386.5	S/50,797.2	S/56,966.6
(S/.) Flujo de caja acumulado		**S/10,340.3**	**S/45,112.5**	**S/84,846.9**	**S/130,233.5**	**S/181,030.6**	**S/237,997.2**
		-S/80,979.3	-S/46,207.2	-S/6,472.8	S/38,913.8	S/89,710.9	S/146,677.5

En la tabla 11, observamos el incremento en las unidades vendidas. Las cuales son calculadas en base a las primeras implementaciones de mejora como: la eliminación de las paradas de máquina por refrigerio, la asignación de un mecánico para el proyecto. Estos cambios ayudaron a incrementar las unidades producidas, por turno de trabajo.

Tabla 12

Resultados del flujo de caja

B/C	S/2.61	Recuperación en meses	Mes 4
VAN	S/57,659.45	TIR	28.62%
	(VAN > 0): Ganancias		(TIR > COK): Rentable

la tabla 12, nos brinda los siguientes resultados:

- **La recuperación en meses**, la recuperación se obtuvo luego de cuatro (4) meses.
- **El VAN**, con S/57,659.45 > 0, lo que nos indica que si se obtuvo GANANCIAS.
- **El TIR**, fue de 28.62% > 12.54% lo cual nos indica que el proyecto es RENTABLE.
- **El B/C**, nos indica que por cada S/1 invertido retorna S/2.61.

Se realizaron también los análisis de los escenarios pesimista y optimista (ver Apéndice V).

Tabla 13

Pronósticos de escenarios propuestos

Indicadores Financieros	Escenario Pesimista	Escenario	Escenario Optimista
COK	12.54%	12.54%	12.54%
Tasa Interna de Retorno (TIR)	26.06%	28.62%	32.83%
Rentabilidad (TIR > COK)	Rentable	Rentable	Rentable
Valor Actual Neto (VAN)	S/47,829.07	S/57,679.45	S/74,884.49
Situación (VAN > 0)	Ganancia	Ganancia	Ganancia
B/C	S/2.44	S/2.61	S/2.90
Recuperación en meses	Mes 4	Mes 4	Mes 3

La tabla 13, nos muestra que en los tres escenarios hay ganancias, con un retorno de la inversión entre 3 a 4 meses.

4.3 Evaluación de impactos no económicos

Se presenta el impacto no económico que afecta el aspecto social, a los colaboradores de la empresa y al medio ambiente.

4.3.1 Cultura organizacional y gestión del cambio

Las capacitaciones, formación de equipos de trabajo, evaluando y corrigiendo los valores que se implementaron, ayudaron a mejorar la cultura organizacional, lo cual generó un impacto positivo entre los colaboradores. Los cuáles, tomaron conciencia de la identificación de problemas y causas, de las mejoras en cada proceso, de la identificación de problemas y causas y de los registros de información; todo en un proceso de mejora continua.

4.3.2 Impacto tecnológico

Las mejoras que se implementaron nos permiten tener un registro de información para los procesos de fabricación de las bandejas termoformadas, lo cual tiene una gran utilidad para los siguientes proyectos tecnológicos porque suelen utilizar información muy amplia. Además, la estandarización y sistematización de la información deja una base para seguir con las próximas investigaciones que se puedan hacer de manera fácil y de menor costo.

4.3.3 Impacto tecnológico Medio ambiente

La mejora de eficiencia de procesos en la elaboración de bandejas termoformadas genera un impacto positivo en el medio ambiente. Lo cual, se ve reflejado en los siguientes aspectos:

- La reducción de mermas ayuda a disminuir la cantidad de residuos plásticos producidos por las bandejas defectuosas, que contaminan el medio ambiente.
- Ante la contaminación sonora se le dio al personal protectores auditivos y se instaló filtros en las salidas de aire. Según la norma que regula el ruido ambiental dentro del Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.
- Se creó un sistema de control de desechos, según la norma técnica de Inacal NTP 900.058-2019 (ver anexo1) y de gestión de residuos, según la norma técnica de Inacal NTP 900.058-2005. (ver anexo 2).

4.3.4 Estudio de impacto ambiental (EIA)

Se procedió a realizar un estudio de impacto ambiental y en base a esto, se redujeron los impactos ambientales. Para lo cual, se realizó la calificación ambiental (Ca) de la empresa.

Tabla 14

Parámetros para la calificación ambiental del EIA

Fórmula	C	P	D	E	M	a	b
Ca	(- ó +)	0.0 - 1.0	0.0 - 1.0	0.0 - 1.0	0.0 - 1.0	7.0	3.0

La tabla 14, nos presenta los parámetros para calcular la calificación ambiental del EIA según la fórmula:

$$C_a = C[P\{aEM + bD\}]$$

Tabla 15

Estudio de la calificación ambiental del EIA

Impacto	Grasa del piso	Residuo merma	Ruido de máquina	Malos olores	Temperatura del área	Empleo	Polvo plástico
Clase (C)	-	+	-	-	-	+	-
Presencia (P)	0.10	1.00	0.8	0.5	0.05	1.00	0.15
Duración (D)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Evolución (E)	0.03	1.00	0.05	0.05	0.05	0.6	1.00
Magnitud (M)	0.05	0.6	0.5	0.5	0.06	0.6	0.03
Ponderación (a)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Ponderación (b)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Calificación Ambiental (Ca)	(-)0.31	(+)7.2	(-)2.54	(-)1.59	(-)0.16	(+) 5.52	(-) 0.49
Importancia medioambiente	Muy baja	Alta	Baja	Muy baja	Muy baja	Media	Muy baja

La tabla 15, nos muestra el impacto y en base a esto, se implementaron las soluciones:

- **Contaminación de grasas en las áreas**: creación del programa de limpieza de las áreas, mantenimiento constante de las máquinas, orden y control de insumos.
- **Contaminación por mermas y desperdicios plásticos, bolsas y cartones**: crear el programa de limpieza, asignación de tachos para los desperdicios, plan de recojo de mermas y residuos, plan de traslado de los residuos.
- **Contaminación por ruidos de las máquinas**: plan de mantenimiento preventivo, implementar filtros en las salidas de aire, entrega constantes de EPPs. sonoros.
- **Contaminación por malos olores en el área**: filtros epa en las esclusas, implementación de mascarillas y equipos EPPs
- **Contaminación por altas temperaturas en producción**: implementar un sistema de aire acondicionado, y un cronograma de mantenimiento de las máquinas.
- **Contaminación por nivel del empleo**: Implementación de un plan de pausa activa para descansos breves del personal, plan de formación y conciencia ambiental
- **Contaminación por residuos plásticos y polvos**: programa de limpieza de las áreas, mantenimiento constante de las máquinas, orden y control de insumos en todo el proceso productivo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El análisis de los reportes del área de producción nos dio una idea clara que los tiempos improductivos, exceso de mermas, desperdicios, exceso horas extras, fueron los principales problemas. Todo esto, junto a un mal planeamiento y falta de stock de materia prima por el incremento de pedido originaron la baja eficiencia en la empresa. Ante esta problemática se implementó el uso de las herramientas Lean-TOC, con las que se logró reducir el impacto, obteniendo los siguientes resultados:

Se concluye que el Trabajo Estandarizado tras la implementación de manuales de procedimientos, cursos de capacitación logró reducir la merma de 39.21% a 35.4%.

Se concluye que el TOC ayudó a identificar el cuello de botella y asignar un stock de protección para mantener el ritmo de la producción sin dejar de cumplir la meta de producción diaria reduciendo las horas extras de 31.53% a 6.25%

Se concluye que el SMED ayudó a reducir el tiempo setup del cambio de bobina al pasar las actividades internas a externas en un 7.1%.

Adicional a esto, ayudó en a reducir de 4 a 2 paradas por turno en el cambio del peso de la bobina, que pasó de 100 kg a 200 kg, con esto también se redujo el tiempo de paradas para el cambio de rollos en 38 minutos por turno de producción.

Se concluye que 5S ayudó en organizar y limpiar las áreas a través de un plan de aseo diario junto con el uso e identificación por colores de contenedores de mermas y desperdicios

Se concluye que la evaluación económica nos brinda resultados favorables. Según indica el escenario esperado con un COK de 12.54%, el cual da como resultado un VAN>0 de S/57,659.45, un TIR>COK de 28.62%, con un tiempo de recuperación de cuatro meses. Resultados que indican que el proyecto es rentable. Asimismo, la evaluación financiera es viable en los tres escenarios.

Finalmente, tras la implementación se incrementó la eficiencia de 72 .72% a 88.2% y se espera que, en un proceso de mejora continua, eliminar los nuevos cuellos de botella hasta alcanzar el indicador World Class del 90%.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda aplicar la metodología Lean-TOC en las demás líneas de producción para reducir las paradas, mermas y estandarizar los procesos mejorando la productividad.

Se recomienda continuar con el plan de capacitación y reclutamiento dentro de la empresa de colaboradores que deseen capacitarse en el manejo de equipos con capacitaciones mensuales para tener un staff de operarios categorizados y reducir la alta rotación y ausentismo.

Se recomienda realizar un seguimiento y control de las mejoras planteadas, de las capacitaciones mensuales y de los programas de producción establecidos.

Se recomienda incluir en la programación semanal del montacargas, los horarios de cambio de las bobinas de 200 kg en las máquinas termoformadoras.

Referencias

Areli Alvarez Arteaga. ¿Qué es el trabajo estandarizado? [Internet]. LeanConstructionMexi. LeanConstructionMexi; 2024 [cited 2024 Aug 17]. Available from: https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-el-trabajo-estandarizado-1

Banco Central de Reserva del Perú. (2023, 30 de setiembre). Diferencial de Rendimientos del Índice de Bonos de Mercados Emergentes (EMBIG) – Perú. BCRPData.Recuperado el 25 de octubre de 2024, de https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01129X

Bonett D. Situación del Sector Plástico en el Perú Aspectos cuantitativos [Internet]. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/presentacion-iii-congreso-internacional-plasticos.pdf

Bonett D. Industria del Plástico en el Perú [Internet]. Available from: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/industria-plastico-peru.pdf

Caicedo-Perea, C., Solís-Molina, M., & Jiménez-Rosero, H. (2022). Empaques inteligentes: definiciones, tipologías y aplicaciones. [Smart packaging: definitions, types, and applications] Informador Técnico, 86(2), 220-253. https://doi.org/10.23850/22565035.3985

Castillo A. Situación Actual del Sector Plástico y Perspectivas de la Industria Plástica [Internet]. Available from: https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/45-Situacion-actual-del-sector-plastico.pdf

45° - Situación Actual del Sector Plástico | [Internet]. Sni.org.pe. 2022 [cited 2024 Aug 16]. Available from: https://sni.org.pe/45-situacion-actual-del-sector-plastico/

Damodaran, A. (2023, 5 de enero). Data: Current. NYU Stern University. Recuperado el 25 de octubre de 2024, de https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html

de La Prosa, C. de RT y. C.-IC, & Lima, SBA (s/f). NORMA TÉCNICA NTP 900.058 PERUANA 2005 . comp.pe. Recuperado el 3 de noviembre de 2024, de https://www.seguridad.com.pe/ssoma/docs/5-DocumentosExternos/03%20Normas/NormasTecnicas/NTP-900.058.2005%20Gestion%20de%20Residuos.pdf

Díaz-Contreras, C. A., Catari-Vargas, D. A., De Jesús Murga-Villanueva, C., Díaz-Vidal, G. A., & Quezada-Lara, V. F. (2020). EFECTIVIDAD GENERAL DE EQUIPOS (OEE) AJUSTADO POR COSTOS. https://www.redalyc.org/journal/339/33962773006/html/

Diego Augusto de, J. P., Pergher, I., José Antônio Valle, A. J., & Guilherme Luís, R. V. (2019). Exploring the integration between Lean and the Theory of Constraints in Operations Management. International Journal of Lean Six Sigma, 10(3), 718-742. https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2017-0095

Font E. Plásticos y microplásticos Impacto de los microplásticos en los océanos Autor [Internet]. [cited 2024 Aug 24]. Available from: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/35877/1/BCN_Plasticos_Microplasticos_2024_FINAL.pdf

INACAL (2019). NTP 900.058:2019. Ministerio de la Producción. : https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/catalogoespecializado/files/GESTION%20DE%20RESIDUOS.pdf

Ioana, B. R. (2018). TOC, Lean, Six Sigma Are Complementary? Ovidius University Annals, Series Economic Sciences, 18(2), 389–394. https://researchs.upc.elogim.com/c/nwh35u/viewer/pdf/fc2hrfl7ab

Infografía: La producción de plástico en el mundo [Internet]. Statista Infografías. Available from: https://es.statista.com/grafico/21899/distribucion-de-la-produccion-mundial-de-plastico-por-region-en-2018/

Olga Lucia Rodríguez. La teoría de restricciones, como fuentes de crecimiento empresarial. Dictamen Libre [Internet]. 2021 [cited 2024 Aug 16];(29):11. Available from: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8073023

Lean Institute Chile. El Trabajo Estandarizado es un objetivo que hay que trabajar, no una herramienta Lean [Internet]. Lean Institute Chile. 2021 [cited 2024 Aug 17]. Available from: https://institutolean.cl/2021/01/12/trabajo-estandarizado/

Máquina U, Jesús P, Garibay Núñez E, Luis A, Rodríguez Picón, Carlos Méndez González L, et al. Implementación de la Metodología SMED para Agilizar el Cambio de Modelo en [Internet]. [cited 2024 Aug 16]. Available from: https://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/19092/Implementaci%C3%B3n%20de%20la%20Metodolog%C3%ADa%20SMED%20para%20Agilizar%20el%20Cambio%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pinto G., Silva F.J.G., Fernandes N.O., Casais R., Baptista A., & Carvalho C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. International Journal of Industrial Engineering and Management, 192–204. 11. https://doi.org/10.24867/IJIEM-2020- 3-264.

Tsarouhas, P. H. (2019b). Overall equipment effectiveness (OEE) evaluation for an automated ice cream production line. International Journal Of Productivity and Performance Management, 69(5), 1009-1032. https://doi.org/10.1108/ijppm-03-2019-0126

Vargas Crisóstomo EL, Camero Jiménez JW. Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. Industrial Data. 2021 Dec 31;24(2):249–71.

Zambrano-Silva DH, Soto-Chávez LE, Ugalde-Vicuña JW. Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. Polo del Conocimiento [Internet]. 2021 nov 11 [cited 2023 Mar 9];6(11):398–411. Available from: https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3277/7277

Anexo(s)

Anexo 1

Relación de códigos de color para los residuos no municipales

Tipo de residuos	Color
Cartón y papel	AZUL
Plástico	BLANCO
Metal	AMARILLO
Orgánicos	MARRÓN
Vidrio	PLOMO
Peligrosos	ROJO
No aprovechables	NEGRO

Nota. Adaptado de INACAL (2019). NTP 900.058:2019. Ministerio de la Producción. : https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/catalogoespecializado/files/GESTION%20DE%20RESIDUOS.pdf

Anexo 2

Clasificación de residuos según el nivel de peligro

Nivel de peligro	Tipo	Clase	Descripción	Color
Residuos no peligrosos	Reaprovechable	Papel	Papeles desechados de los cursos, capacitaciones, etc.	Contenedor azul
		Plásticos	Rollos con fallas, mermas y desperdicios de bobinas	Contenedor blanco
		Cartón	Cajas desechadas, bobinas vacías, tarjetas de 5S,	Contenedor azul
	No Reaprovechable	Residuos solidos	Desperdicios de oficina (no reutilizable ni peligroso)	Contenedor negro
		Telas	Trapos, waypes para el aseo de las máquinas	Contenedor negro
Residuos peligrosos	Reaprovechable	Residuos líquidos	Lubricantes de las máquinas, engrasantes.	Contenedor rojo (rotulado)
	No - Reaprovechable	Vidrios	Lámparas fluorescentes, focos malogrados	Sin color (en la caja, en área de residuo)
		Protección personal	Guantes, gorras, mallas de cabello mascarillas, KN95	Contenedor rojo (rotulado)
		Plásticos	Rollos plásticos, bolsas contaminadas con aceite	Contenedor rojo (rotulado)
		Telas	Uniformes deteriorados, trapos contaminados	Contenedor rojo (rotulado)

Nota. Adaptado de la norma técnica Peruana. de La Prosa, C. de RT y. C.-IC, & Lima, SBA (s/f). *NORMA TÉCNICA NTP 900.058 PERUANA 2005* . comp.pe. Recuperado el 3 de noviembre de 2024, de https://www.seguridad.com.pe/ssoma/docs/5-DocumentosExternos/03%20Normas/NormasTecnicas/NTP-900.058.2005%20Gestion%20de%20Residuos.pdf

Apéndice(s)

Apéndice A

Eficiencia antes de la implementación

Meses	Pedido mensual bruto (ud.)	Pedido mensual neto (ud.)	Producción mensual (ud.)	%Efic bruto	%Efic neto
Abr	2,642,160	2,304,000	1,670,262	63.22%	72.49%
May	2,862,340	2,496,000	1,814,843	63.40%	72.71%
Jun	2,752,250	2,400,000	1,752,372	63.67%	73.02%
Jul	2,642,160	2,304,000	1,672,337	63.29%	72.58%
Ago	2,752,250	2,400,000	1,743,422	63.35%	72.64%
Set	2,862,340	2,496,000	1,818,463	63.53%	72.86%
Total	16,513,500	14,400,000	10,471,699	63.41%	72.72%

Apéndice B

Variación de paradas antes de la implementación

Meses	Tiempo trabajo diario (horas)	Tiempo útil de Prod. (horas)	Tiempo paradas diario (horas)	% variación
Abr	1,012.0	794.4	217.7	21.51%
May	1,096.7	860.4	236.3	21.55%
Jun	1,054.3	821.5	232.8	22.08%
Jul	1,012.0	799.7	212.3	20.97%
Ago	1,053.9	822.0	231.9	22.00%
Set	1,097.1	855.7	241.4	22.00%
Total	6,326	4,954	1,372	21.69%

Apéndice C

Variación de mermas antes de la implementación

Mes	kg ingresado	Kg corte troq	termof (kg.)	troq (kg.)	Acab (Kg.)	Total kg merma	(Total kg producción	% var
Abr	38,400.0	11,333.7	1,238.1	1,036.7	1,548.5	15,157.0	27,066.3	39.47%
Ma	41,600.0	12,274.3	1,351.8	1,102.7	1,617.4	16,346.2	29,325.7	39.29%
Jun	40,000.0	11,835.6	1,192.9	1,073.5	1,548.4	15,650.4	28,164.4	39.13%
Jul	38,400.0	11,342.9	1,196.8	1,039.2	1,514.2	15,093.1	27,057.1	39.30%
Ago	40,000.0	11,826.2	1,237.0	1,083.0	1,467.5	15,613.7	28,173.8	39.03%
Set	41,600.0	12,299.4	1,257.6	1,104.8	1,590.5	16,252.2	29,300.6	39.07%
	240,000.00	70,912.03	7,474.35|	6,439.86	9,286.40	94,112.65	169,087.97	39.21%

Apéndice D

Variación de horas regulares vs horas extras antes de la implementación

Meses	Total de operarios	horas regulares	Horas extr	Costo hora reg. (s/.)	Costo hora extra (s/.)	Costo total horas (s/.)
Abr	832	768.0	245.0	S/44,179.20	S/21,829.7	S/66,008.91
May	892	832.0	264.8	S/47,365.20	S/23,547.7	S/70,912.89
Jun	858	800.0	254.8	S/45,559.80	S/22,593.9	S/68,153.68
Jul	806	768.0	244.1	S/42,798.60	S/20,963.1	S/63,761.68
Ago	853	800.0	253.8	S/45,294.30	S/22,270.4	S/67,564.67
Set	884	832.0	264.9	S/46,940.40	S/23,110.3	S/70,050.75
Total	5,125	**4,800**	**1,527**	S/272,137.50	S/134,315.07	S/406,452.57

Apéndice E

Variación de OEE antes de la implementación

Meses	Disponibilidad (a/c)	Rendimiento (e/f)	Calidad (d/e)	**OEE**	OEE: 1 fase	OEE (esperado)	World class
Abr	0.874	0.874	0.880	67.7%	78%	85%	90%
May	0.862	0.862	0.880	65.9%	78%	85%	90%
Jun	0.874	0.874	0.880	67.6%	78%	85%	90%
Jul	0.875	0.875	0.880	67.9%	78%	85%	90%
Ago	0.866	0.866	0.880	66.4%	78%	85%	90%
Set	0.869	0.869	0.880	66.9%	78%	85%	90%
Total	0.870	0.870	0.880	**67.1%**	78.0%	85.0%	90.0%

Apéndice F

Tiempo de disponibilidad en las máquinas de producción

Factores de disponibilidad	Turno horas	N° Turno/día	N° días/sem.	N° máq. operativas	Mtto. Prog. (hr)	Disponibilidad (horas)
Termoformadora	11	2	6	1	3	129
Troqueladora	11	2	6	3	2.5	393.5
Embolsadora	11	2	6	1	1	131

Apéndice G

Manual de procedimientos: Programa de calibración de equipos y/o medios de medición

SGC-MP-PRO-022	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS				Anexo 1 Edición:13/11 Revisión: 00
PROGRAMA DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y/O MEDIOS DE MEDICIÓN					
Area	**CÓDIGO**	**EQUIPO Y/O MEDIO DE MEDICIÓN**	**FRECUENCIA**	**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**	**RESPONSABLE**
Recepción	BAL-002	Balanza electrónica (200 kg)	Anual	MCAL-003	Laboratorio de Calibración de equipos y medios de medición acreditado
	MIC-001	Micrómetro de espesores digital	Anual	MCAL-001	
Control de calidad	Bal-001	Balanza Electrónica (5 kg)	Anual	MCAL-003	
	Cal-001	Calibrador digital	Anual	MCAL-004	
Mantenimiento / Matricería	PIE-001	Pie de rey	Anual	MCAL-002	
	GON-001	Goniómetro	Anual	MCAL-005	
	ESC-001	Escucadra especial para máquinas y herramientas	Anual	MCAL-006	
	VAN-001	V Angular	Anual	MCAL-007	

Apéndice H

Procedimiento de organización de mantenimiento

PROCEDIMIENTO DE ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO:	FECHA: / /
LIMPIEZA	
1. Para iniciar una producción, el sitio de trabajo debe encontrarse limpio y debe encontrarse despejados los accesos para la operación, maneo de materia prima y manejo de producto.	
2. Clasificar las mermas PET, PSHI, Blanco y Negro, y transladar a los sacos del área de molienda.	
3. Al terminar la jornada, transladar los conos de la materia prima al almacén	
4. Por último ordene las herramientas, limpiar y dejar aseado el sitio de trabajo.	
ADVERTENCIA	
1. Antes de encender la máquina, revisar que el montaje del molde sea la correcta, la presión entre moldes, regulación de la distancia entre regleta de la cadena y el molde, parámetros de temperatura, parámetros del tiempo, parámetros de retardo y el contador.	
2. Precaliente la cámara de resistencias por un tiempo de 15 minutos antes de dar inicio la producción (solo si la máquina esta apagada)	
3. Coloque el material en la cadena y proceda al inicio de la producción asegurandose que la calidad de producto sea la correcta.	
4. Durante el proceso de termoformado no meta la mano en ningún movil, si es necesario, primero para la máquina.	
RECORDAR	
1. El uso correcto de los elementos de protección personal.	
2. Registrar los datos requeridos en la parte de producción.	
3. Ante cualquier falla de la materia prima, identificar todos los datos e información a supervisor.	

Apéndice I

Plan de capacitación

| PLAN DE CAPACITACIÓN | | |

Apéndice K

Cuadro de mantenimiento preventivo de la termoformadora semiautomática

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA TERMOFORMADORA SEMI AUTOMATICA

PLAN DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DEL PLAN	Año 2022 - 2023												OBS
		Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	
MANTENIMIENTO 3 MESES (TRIMESTRAL)														
Lubricación de los elementos móviles			E			E			E			E		
Ajuste de los pernos de sujesión			E			E			E			E		
Tablero eléctrico			E			E			E			E		
MANTENIMIENTO 6 MESES (SEMESTRAL)														
Sistema neumático							E						E	
Sincronización de los ejes centrales							E						E	
Sistema electroneumático							E						E	
Calefactores							E						E	
Rodamientos de desplazamiento lineal							E						E	
Engrajes							E						E	
MANTENIMIENTO 12 MESES (ANUAL)														
Variadores		E											E	
Relay de estado sólido		E											E	
Sensores		E											E	
PLC		E											E	
Racores, conectores y mangueras neumáticas		E											E	
Motores reductores		E											E	
Pinzas neumática de alimentación		E											E	
Aceite de la caja norton		E											E	
Engranajes cónicos		E											E	
Rodamientos del motor principal		E											E	
Sincronización de los ejes centrales		E											E	

CÓDIGO DE LA MÁQUINA TEA N° 13
ÁREA TERMOFORMADO
AÑO DE FABRICACIÓN: 2012
Desarrollado por:

NOMBRE: _____
FIRMA Y SELLO: _____

Leyenda:		
	Programado	P
	Ejecutado	E

Apéndice L

% de variación en los tiempos de paradas: antes vs después de la implementación

Meses	Tiempo trabajo diario (horas)	Tiempo paradas diario (horas)	% variación
Abr 2022	1,012.00	217.7	21.51%
May 2022	1,096.70	236.3	21.55%
Jun 2022	1,054.30	232.8	22.08%
Jul 2022	1,012.00	212.3	20.97%
Ago 2022	1,053.90	231.9	22.00%
Set 2022	1,097.10	241.4	22.00%
Total	6,326	1,372	**21.69%**

Meses	Tiempo trabajo diario (horas)	Tiempo paradas diario (horas)	% variación
Oct 2022	1,099.35	122.23	11.12%
Nov 2022	1,094.03	122.67	11.21%
Dic 2022	1,064.42	114.78	10.78%
Ene 2023	1,099.35	125.78	11.44%
Feb 2023	1,094.03	116.57	10.65%
Mar 2023	1,033.75	109.30	10.57%
Total	6,484.92	711.33	**10.96%**

Apéndice M

Manual de procedimientos: Transformación de la bobina a bandeja

SGC-MP-PRO-027	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Anexo 02 Edición: 1/08 Revisión: 00

TRANSFORMACIÓN DE LA BOBINA A BANDEJA PB1 - PB2	
PROCEDIMIENTOS	**INDICACIONES**
DESENRROLLADO DE LA BOBINA	
La bobina se coloca en un desarrollador para empujarla a la entrada de la termoconformadora	
ENTRADA DE BOBINA	
La bobina se inserta en dos guias de entrada para centrar y dirigir la bobina al interior de la máquina.	El ancho de las guías se puede regular manualmente con una manivela
SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOBINA	
La bobina es transportada longitudinalmente por la máquina con cadenas dentadas y dientes.	
Las cadenas y dientes deslizan al interno de los largueros.	Los largueros son conmpuestos por patines de acero templado
CALEFACCIÓN DE LA BOBINA	
La calefacción de la bobina da forma a la lamina de acuerdo al molde que se coloque. el material se dilata en base a un parámetro de temperatura controlada desde el PLC por intermedio de termocuplas y pirómetros en un promedio de 230°c temperatura de las resistencias,	El calefactor está compuesto a su interior por 45 resistencias de 650W y 36 resistencias de 325 W. La temperatura de la sensación térmica debe mantenerse en 180 a 190°C
CONFORMADO	
En el área de formado, el material dilatado es hermatizado entre el molde y el contramolde con la finalidad que aplicar una succión mediante una bomba de vacío logrando que la lámina tome la forma del molde.	
PRENSA DE CORTE	

Apéndice N

% de variación de mermas antes vs después de la implemenY7

Meses	Kg ingresados	Kg mermas	% mermas
Abr-22	38,400.0	15,157.0	39.47%
May-22	41,600.0	16,346.2	39.29%
Jun-22	40,000.0	15,650.4	39.13%
Jul-22	38,400.0	15,093.1	39.30%
Ago-22	40,000.0	15,613.7	39.03%
Set-22	41,600.0	16,252.2	39.07%
Promedio	40,000.0	15,685.4	39.2%

Meses	Kg ingresados	Kg mermas	% mermas
Oct-22	40,000.0	15,209.6	38.0%
Nov-22	40,000.0	14,695.9	36.7%
Dic-22	40,000.0	14,360.3	35.9%
Ene-23	41,600.0	14,151.3	34.0%
Feb-23	38,400.0	13,022.3	33.9%
Mar-23	43,200.0	14,612.0	33.8%
Promedio	40,533.3	14,341.9	35.4%

Apéndice O

% de variación espera de ausentismo: antes vs después de la implementación

Meses	N° operarios	N° de operarios faltantes	% de ausentismo	Variación esperada
Abr 2022	820	236	22.35%	10.61%
May 2022	881	263	22.99%	8.74%
Jun 2022	830	270	24.55%	13.82%
Jul 2022	812	244	23.11%	8.33%
Ago 2022	838	262	23.82%	9.82%
Set 2022	880	264	23.08%	9.44%
Promedio	844	257	23.31%	**10.13%**

Meses	N° operarios	N° de operarios faltantes	% de ausentismo	Variación esperada
octubre 2022	842	258	23.45%	8.73%
noviembre 2022	847	253	23.00%	10.18%
diciembre 2022	861	239	21.73%	7.27%
enero 2023	886	258	22.55%	8.39%
febrero 2023	829	227	21.50%	6.82%
marzo 2023	921	267	22.47%	5.72%
Promedio	864	250	22.45%	**7.85%**

Apéndice P

Cálculo del OEE: antes vs después de la implementación

Resultados	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22
Disponibilidad	87.40%	86.20%	87.40%	87.50%	86.60%	86.90%
Rendimiento	87.40%	86.20%	87.40%	87.50%	86.60%	86.90%
Calidad	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%	88.00%
OEE	67.70%	65.90%	67.60%	67.90%	66.40%	66.90%
Promedio OEE: Antes de la implementación						67.10%

Resultados	Set-23	Set-24	Set-25	Set-26	Set-27	Set-28
Disponibilidad	91.10%	93.30%	95.40%	97.40%	98.70%	98.10%
Rendimiento	91.10%	93.30%	95.40%	97.40%	98.70%	98.10%
Calidad	86.20%	86.20%	88.00%	88.90%	88.00%	89.80%
OEE	71.60%	75.10%	80.00%	84.40%	85.70%	86.40%
Promedio OEE: Después de la implementación						80.50%

Apéndice Q

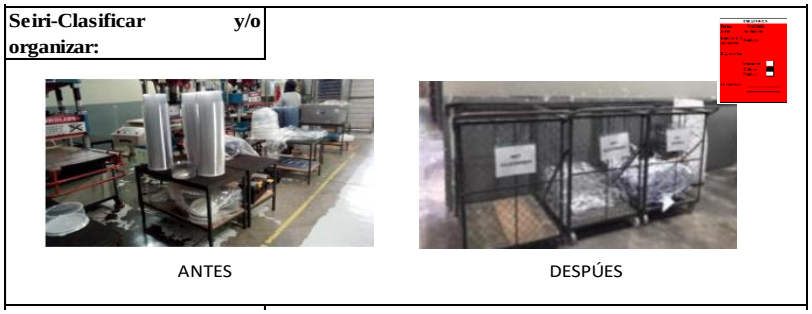
Comparativo de las actividades internas y externas en el cambio de Bobinas

N°	Operaciones: Antes de la implementación	externa	interna	tiempo minutos
1	Desocupar y asear el área de trabajo	X		1.96
2	Soltar pernos de acople de bobina		X	0.95
3	Retirar excedentes de cinta de la bobina		X	1.35
4	Inspeccionar bobina a montar y comparar medidas		X	2.58
5	Trasladar la bobina a la máquina		X	2.15
6	Insertar la bobina en el acople de la máquina		X	3.15
7	Ajustar pernos de acople de bobina		X	0.96
8	Medir la resistencia de la cinta de la bobina		X	1.15
9	Insertar parametros asignados		X	0.49
10	Guardar herramientas y enseres	X		0.86
11	Verificar el correcto funcionamiento de la máquina	X		2.1
	Total de Operaciones	3	8	
	Total de minutos	4.92	12.78	17.7

N°	Operaciones: Después de la implementación	externa	interna	tiempo minutos
1	Limpiar y despejar área de producción	X		1.96
2	Soltar tornillería de acople de bobina		X	0.95
3	Retirar excedentes de rollo		X	1.35
4	Trasladar la bobina a la máquina		X	2.15
5	Insertar el rollo en el acople de la máquina	X		3.15
6	Ajustar tornillería de acople de bobina		X	0.96
7	Medir la resistencia del rollo	X		1.15
8	Insertar parametros asignados		X	0.49
9	Guardar herramientas y enseres	X		0.86
10	Verificar el correcto funcionamiento de la máquina	X		2.1
	Total de Operaciones	5	5	
	Total de minutos	9.22	5.9	15.12

Apéndice R

Evidencia de antes y después de la aplicación de las 5S



Seiton-Orden:

ANTES

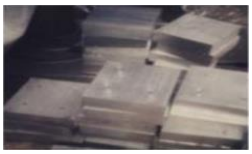
DESPÚES

Seiso-Limpiar:

ANTES

DESPÚES

Seiketsu-Estandarización



ANTES

DESPÚES

Shitsuke – Disciplinar:

ANTES

DESPÚES

Apéndice S

Cálculo del BUFFER

Producto	Termoformadora
Drum (seg/kg)	82.569
Proceso (Batch /h)	04:35:14
Preparación (Batch/h)	00:20:00
Ciclo (Batch /h)	04:55:14
Protección (Batch /h)	09:50:28
Buffer (Batch /h)	14:45:41
Amortiguador (Kg)	643.60 Kg

ZONA VERDE	(Límite superior)	643.60 Kg
	(Límite inferior)	429.07 Kg
ZONA AMARILLO	(Límite superior)	429.06 Kg
	(Límite inferior)	143.02 Kg
ZONA ROJO	(Límite superior)	214.52 Kg
	(Límite inferior)	0.00 Kg

Apéndice T

contabilidad TOC DBR: Antes vs Después de la implementación

Cálculo de la Utilidad Neta Mensual (Antes de la implementación)							
Operación	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	total
Costo de materia prima	S/345,150.0	S/345,150.0	S/345,150.0	S/358,956.0	S/331,344.0	S/372,762.0	S/2,098,512.0
Precio de venta	S/718,700.6	S/780,401.9	S/751,632.8	S/719,170.5	S/751,826.9	S/781,804.9	S/4,503,537.6
Throughput	S/373,550.6	S/435,251.9	S/406,482.8	S/360,214.5	S/420,482.9	S/409,042.9	**S/2,405,025.6**
Sueldo	S/63,367.3	S/69,491.5	S/67,910.3	S/62,385.5	S/65,142.4	S/68,780.3	S/397,077.2
Serv básicos	S/3,125.3	S/3,130.4	S/3,135.6	S/3,123.8	S/3,099.1	S/3,122.0	S/18,736.2
Suministros	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/9,930.0
Gastos Operativos	S/68,147.6	S/74,276.9	S/72,700.9	S/67,164.4	S/69,896.4	S/73,557.3	**S/425,743.4**
Throughput	S/373,550.6	S/435,251.9	S/406,482.8	S/360,214.5	S/420,482.9	S/409,042.9	S/2,405,025.6
Gastos operativos	S/68,147.6	S/74,276.9	S/72,700.9	S/67,164.4	S/69,896.4	S/73,557.3	S/425,743.4
Utilidad Neta	**S/305,403.0**	**S/360,975.1**	**S/333,781.9**	**S/293,050.1**	**S/350,586.5**	**S/335,485.6**	**S/1,979,282.2**
Cálculo del Inventario Total (Antes de la implementación)							
Operación	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	TOTAL
Inventario P.T.	S/143,740.1	S/156,080.4	S/150,326.6	S/143,834.1	S/150,365.4	S/156,361.0	S/900,707.5
Inv. Prod Terminados	S/143,740.1	S/156,080.4	S/150,326.6	S/143,834.1	S/150,365.4	S/156,361.0	**S/900,707.5**
Material PET	S/69,030.0	S/69,030.0	S/69,030.0	S/71,791.2	S/66,268.8	S/74,552.4	S/419,702.4
Fundas, cajas y etiquetas	S/114,360.8	S/124,178.4	S/119,173.4	S/114,509.6	S/119,275.5	S/124,056.4	S/715,554.1
Inv. M.P. Y Mat Empaque	S/183,390.8	S/193,208.4	S/188,203.4	S/186,300.8	S/185,544.3	S/198,608.8	**S/1,135,256.5**
Inventario P.T.	S/143,740.1	S/156,080.4	S/150,326.6	S/143,834.1	S/150,365.4	S/156,361.0	S/900,707.5
Inv. M.P y material de empaque	S/183,390.8	S/193,208.4	S/188,203.4	S/186,300.8	S/185,544.3	S/198,608.8	S/1,135,256.5
Inventario Total	**S/327,130.9**	**S/349,288.8**	**S/338,529.9**	**S/330,134.9**	**S/335,909.7**	**S/354,969.8**	**S/2,035,964.1**
Cálculo del ROI (Antes de la implementación)							
Operación	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	TOTAL
Utilidad Neta	S/305,403.0	S/360,975.1	S/333,781.9	S/293,050.1	S/350,586.5	S/335,485.6	S/1,979,282.2

Inventario Total	S/327,130.9	S/349,288.8	S/338,529.9	S/330,134.9	S/335,909.7	S/354,969.8	S/2,035,964.1
ROI	93.4%	103.3%	98.6%	88.8%	104.4%	94.5%	**582.9%**

Cálculo de la Utilidad Neta Mensual (Después de la implementación)

Operación	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	total
Costo de materia prima	S/345,150.0	S/345,150.0	S/345,150.0	S/358,956.0	S/331,344.0	S/372,762.0	S/2,098,512.0
Precio de venta	S/776,663.6	S/784,944.4	S/781,987.5	S/820,155.1	S/761,283.4	S/855,830.0	S/4,780,863.9
Throughput	S/431,513.6	S/439,794.4	S/436,837.5	S/461,199.1	S/429,939.4	S/483,068.0	**S/2,682,351.9**
Sueldo	S/50,690.7	S/48,418.5	S/48,790.2	S/49,491.9	S/45,996.7	S/50,400.4	S/293,788.5
Serv básicos	S/2,656.5	S/2,653.3	S/2,639.1	S/2,622.6	S/2,621.4	S/2,612.4	S/15,805.3
Suministros	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/1,655.0	S/9,930.0
Gastos Operativos	S/55,002.2	S/52,726.8	S/53,084.4	S/53,769.5	S/50,273.1	S/54,667.8	**S/319,523.8**
Throughput	S/431,513.6	S/439,794.4	S/436,837.5	S/461,199.1	S/429,939.4	S/483,068.0	S/2,682,351.9
Gastos operativos	S/55,002.2	S/52,726.8	S/53,084.4	S/53,769.5	S/50,273.1	S/54,667.8	S/319,523.8
Utilidad Neta	**S/376,511.3**	**S/387,067.6**	**S/383,753.1**	**S/407,429.6**	**S/379,666.3**	**S/428,400.2**	**S/2,362,828.1**

Cálculo del Inventario Total (Después de la implementación)

Operación	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	TOTAL
Inventario P.T.	S/155,332.7	S/156,988.9	S/156,397.5	S/164,031.0	S/152,256.7	S/171,166.0	S/956,172.8
Inv. Prod Terminados	S/155,332.7	S/156,988.9	S/156,397.5	S/164,031.0	S/152,256.7	S/171,166.0	**S/956,172.8**
Material PET	S/69,030.0	S/69,030.0	S/69,030.0	S/71,791.2	S/66,268.8	S/74,552.4	S/419,702.4
Fundas, cajas y etiquetas	S/116,926.0	S/116,795.5	S/116,876.9	S/121,518.6	S/111,882.0	S/126,103.5	S/710,102.3
Inv. M.P. Y Mat Empaque	S/185,956.0	S/185,825.5	S/185,906.9	S/193,309.8	S/178,150.8	S/200,655.9	**S/1,129,804.7**
Inventario P.T.	S/155,332.7	S/156,988.9	S/156,397.5	S/164,031.0	S/152,256.7	S/171,166.0	S/956,172.8
Inv. M.P y material de empaque	S/185,956.0	S/185,825.5	S/185,906.9	S/193,309.8	S/178,150.8	S/200,655.9	S/1,129,804.7
Inventario Total	**S/341,288.7**	**S/342,814.4**	**S/342,304.4**	**S/357,340.8**	**S/330,407.4**	**S/371,821.9**	**S/2,085,977.5**

Cálculo del ROI (Después de la implementación)

Operación	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	TOTAL
Utilidad Neta	S/376,511.3	S/387,067.6	S/383,753.1	S/407,429.6	S/379,666.3	S/428,400.2	S/2,362,828.1
Inventario Total	S/341,288.7	S/342,814.4	S/342,304.4	S/357,340.8	S/330,407.4	S/371,821.9	S/2,085,977.5
ROI	110.3%	112.9%	112.1%	114.0%	114.9%	115.2%	**679.5%**

Apéndice U

Utilidad operativa: antes vs después de la implementación

Utilidad Operativa: marzo 2022 - setiembre 2023 (Antes de la implementación)						
Evaluación	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22
Termoformados: PB01-PB02 (S/.)	S/718,700.60	S/780,401.94	S/751,632.78	S/719,170.49	S/751,826.91	S/781,804.88
Ventas Totales	**S/718,700.60**	**S/780,401.94**	**S/751,632.78**	**S/719,170.49**	**S/751,826.91**	**S/781,804.88**
Costo de la Materia prima (S/.)	S/331,344.00	S/358,956.00	S/345,150.00	S/331,344.00	S/345,150.00	S/358,956.00
Costo del Material directo (S/.)	S/114,360.81	S/124,178.44	S/119,173.37	S/114,509.62	S/119,275.48	S/124,056.40
Costo de la Mano de obra directa (S/.)	S/63,367.25	S/69,491.48	S/67,910.25	S/62,385.52	S/65,142.35	S/68,780.30
Costo de Otros gastos (S/.)	S/4,533.38	S/4,532.36	S/4,519.36	S/4,518.36	S/4,524.40	S/4,524.40
Costo de Producción	**S/513,605.44**	**S/557,158.28**	**S/536,752.98**	**S/512,757.50**	**S/534,092.23**	**S/556,317.10**
Gasto de servicios (S/.)	S/3,125.32	S/3,132.21	S/3,136.00	S/3,148.91	S/3,158.28	S/3,142.59
Gastos de materiales de oficina (S/.)	S/648.89	S/651.84	S/651.82	S/644.87	S/656.86	S/659.89
Gastos Administrativos	**S/3,774.21**	**S/3,784.05**	**S/3,787.82**	**S/3,793.78**	**S/3,815.14**	**S/3,802.48**
Gasto de Transporte (S/.)	S/3,728.26	S/3,733.33	S/3,716.24	S/3,723.25	S/3,720.25	S/3,729.24
Gastos de Marketing (S/.)	S/1,652.43	S/1,665.39	S/1,659.38	S/1,663.44	S/1,650.44	S/1,654.41
Gastos de Ventas	**S/5,380.69**	**S/5,398.72**	**S/5,375.62**	**S/5,386.69**	**S/5,370.69**	**S/5,383.65**
UTILIDAD OPERATIVA	**S/195,940.26**	**S/214,060.89**	**S/205,716.35**	**S/197,232.53**	**S/208,548.85**	**S/216,301.64**

Utilidad Operativa: octubre 2022 - marzo 2023 (Después de la implementación)						
EVALUACION	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23
Termoformados: PB01-PB02 (S/.)	S/776,663.6	S/784,944.4	S/781,987.5	S/820,155.1	S/761,283.4	S/855,830.0
Ventas Totales	**S/776,663.6**	**S/784,944.4**	**S/781,987.5**	**S/820,155.1**	**S/761,283.4**	**S/855,830.0**
Costo de la Materia prima (S/.)	S/345,150.0	S/345,150.0	S/345,150.0	S/358,956.0	S/331,344.0	S/372,762.0
Costo del Material directo (S/.)	S/116,926.0	S/116,795.5	S/116,876.9	S/121,518.6	S/111,882.0	S/126,103.5
Costo de la Mano de obra directa (S/.)	S/50,690.7	S/48,418.5	S/48,790.2	S/49,491.9	S/45,996.7	S/50,400.4
Costo de Otros gastos (S/.)	S/4,397.4	S/4,396.4	S/4,383.8	S/4,382.8	S/4,388.7	S/4,388.7
Costo de Producción	**S/517,164.1**	**S/514,760.3**	**S/515,200.9**	**S/534,349.3**	**S/493,611.4**	**S/553,654.5**
Gasto de servicios (S/.)	S/2,656.5	S/2,662.4	S/2,665.6	S/2,676.6	S/2,684.5	S/2,671.2
Gastos de materiales de oficina (S/.)	S/648.9	S/651.8	S/651.8	S/644.9	S/656.9	S/659.9
Gastos Administrativos	**S/3,305.4**	**S/3,314.2**	**S/3,317.4**	**S/3,321.4**	**S/3,341.4**	**S/3,331.1**
Gasto de Transporte (S/.)	S/3,541.8	S/3,546.7	S/3,530.4	S/3,537.1	S/3,534.2	S/3,542.8
Gastos de Marketing (S/.)	S/1,569.8	S/1,582.1	S/1,576.4	S/1,580.3	S/1,567.9	S/1,571.7
Gastos de Ventas	**S/5,111.7**	**S/5,128.8**	**S/5,106.8**	**S/5,117.4**	**S/5,102.2**	**S/5,114.5**
UTILIDAD OPERATIVA	**S/251,082.4**	**S/261,741.1**	**S/258,362.3**	**S/277,366.9**	**S/259,228.5**	**S/293,729.9**

Apéndice V

Flujo de caja pesimista y mejorado

FLUJO DE CAJA PESIMISTA

RESULTADOS	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión del Proyecto	-S/91,319.7						
Ventas (unidades)		110,706.0	268,320.0	300,820.0	338,520.0	374,400.0	416,000.0
Ahorro del proyecto H.H. (S/.)		S/3,423.4	S/7,607.6	S/8,241.6	S/8,875.5	S/9,509.5	S/10,143.5

Venta Precio unitario: (S/.)		S/0.323	S/0.323	S/0.323	S/0.323	S/0.323	S/0.323
Costo unitario: (S/.)		S/0.194	S/0.194	S/0.194	S/0.194	S/0.194	S/0.194
(S/.) Ingreso por venta		S/35,758.0	S/86,667.4	S/97,164.9	S/109,342.0	S/120,931.2	S/134,368.0
(-) Costos de venta: (S/.)		S/21,454.8	S/52,000.4	S/58,298.9	S/65,605.2	S/72,558.7	S/80,620.8
(S/.) Utilidad bruta		S/17,726.6	S/42,274.5	S/47,107.5	S/52,612.3	S/57,882.0	S/63,890.7
Gastos operativos: (S/.)		S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0
(S/.) Utilidad Neta		S/8,875.6	S/33,423.5	S/38,256.5	S/43,761.3	S/49,031.0	S/55,039.7
(29.5%) Impuesto a la renta (S/.)		S/218.2	S/821.7	S/940.5	S/1,075.8	S/1,205.3	S/1,353.1
(S/.) Flujo de caja	-S/91,319.7	S/8,657.4	S/32,601.9	S/37,316.0	S/42,685.5	S/47,825.6	S/53,686.6
(S/.) Flujo de caja acumulado		S/8,657.4	S/41,259.3	S/78,575.4	S/121,260.9	S/169,086.5	S/222,773.1
		-S/82,662.2	-S/50,060.4	-S/12,744.3	S/29,941.2	S/77,766.8	S/131,453.4

FLUJO DE CAJA MEJORADO

RESULTADOS	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión del Proyecto	-S/91,319.7						
Ventas (unidades)		122,359.0	281,736.0	315,861.0	355,446.0	393,120.0	436,800.0
Ahorro del proyecto H.H. (S/.)		S/3,783.8	S/8,408.4	S/9,109.1	S/9,809.8	S/10,510.5	S/11,211.2
Venta Precio unitario: (S/.)		S/0.357	S/0.357	S/0.357	S/0.357	S/0.357	S/0.357
Costo unitario: (S/.)		S/0.214	S/0.214	S/0.214	S/0.214	S/0.214	S/0.214
(S/.) Ingreso por venta		S/43,682.2	S/100,579.8	S/112,762.4	S/126,894.2	S/140,343.8	S/155,937.6
(-) Costos de venta: (S/.)		S/26,209.3	S/60,347.9	S/67,657.4	S/76,136.5	S/84,206.3	S/93,562.6
(S/.) Utilidad bruta		S/21,256.6	S/48,640.3	S/54,214.1	S/60,567.5	S/66,648.0	S/73,586.2
Gastos operativos: (S/.)		S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0	S/8,851.0
(S/.) Utilidad Neta		S/12,405.6	S/39,789.3	S/45,363.1	S/51,716.5	S/57,797.0	S/64,735.2
(29.5%) Impuesto a la renta (S/.)		S/305.0	S/978.2	S/1,115.2	S/1,271.4	S/1,420.8	S/1,591.4
(S/.) Flujo de caja	-S/91,319.7	S/12,100.7	S/38,811.1	S/44,247.9	S/50,445.1	S/56,376.2	S/63,143.8
(S/.) Flujo de caja acumulado		S/12,100.7	S/50,911.8	S/95,159.7	S/145,604.8	S/201,981.0	S/265,124.8
		-S/79,219.0	-S/40,407.9	S/3,840.0	S/54,285.1	S/110,661.3	S/173,805.2