

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“OPTIMIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE
PROCESOS EN EL ÁREA DE TERMOFORMADO”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

**Elaborada por:
VALERIA LARA CANELO**

**Para obtener el título de:
INGENIERA INDUSTRIAL**

**Asesor:
ING. ERIK GERARDO MARTÍNEZ GÓMEZ**

Salvatierra, Gto.

Junio, 2025



Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra

Subdirección Académica

FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar y fecha: 02 de junio de 2025

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. M.C.P. OMAR GIL VÁZQUEZ

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados

PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre:	Valeria Lara Canelo
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. De Control	IN20110368
Nombre del proyecto:	Optimización y estandarización de procesos en el área de termoformado
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

M.C.P. Omar Gil Vázquez

Ing. Erik Gerardo Martínez Gómez Nombre y firma del Asesor	Ing. Alejandra Martínez Coria Nombre y firma del revisor	Dra. Ana Luisa Olvera Montoya Nombre y firma del revisor

*Solo aplica en caso de Tesis

Ccp. Expediente



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Manuel Gómez Morín #300 Comunidad de Janicho, Salvatierra,

Guajuato, Méx. C.P. 38900 Tels. 466 663 98 00 Ext. 130



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este proyecto.

En primer lugar, agradezco a Dios, por haberme ayudado a llegar hasta este punto donde estoy y haberme dado salud para seguir adelante día a día, por guiarme y darme la fortaleza necesaria para enfrentar los desafíos a lo largo de este camino.

A mis padres Marta Canelo y Joel Lara, por brindarme el apoyo y las fuerzas de seguir adelante. Su aliento y sacrificios de mi madre han sido fundamentales en mi formación y en la consecución de mis metas.

A mi hermana Carmen por ser mi compañera y haberme apoyado en todo momento.

A mi Profesor Ing. Erik Martínez, cuya guía y conocimientos han sido esenciales, por darme orientación e información necesaria para la culminación del proyecto en tiempo y forma, por darme consejos, apoyo, además de la disposición al momento de plantearle mis dudas. Su dedicación y pasión por la enseñanza han dejado huella significativa en mi formación académica.

A todos ustedes, ¡gracias!

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, por brindarme la fuerza y la sabiduría necesarias para superar los desafíos, a mis padres Marta Canelo y Joel Lara, por su apoyo constante en cada etapa de mi vida, a mi hermana Carmen por ser mi compañera y motivarme a seguir adelante. Y a mí profesor Ing. Erik Martínez por su valiosa orientación y dedicación, que han sido fundamentales en el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Este proyecto se centra en la optimización y estandarización del proceso de termoformado¹ en la fabricación de *liner*² para refrigeradores, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la calidad en el proceso y la satisfacción del cliente. La producción de *liner* es fundamental en la industria de refrigeración, ya que estos componentes son cruciales para el rendimiento y la durabilidad de los electrodomésticos.

A través de un análisis detallado de las etapas actuales del proceso, se identificarán áreas clave donde se pueden implementar mejoras significativas.

Se llevará a cabo un análisis exhaustivo del proceso actual de termoformado, realizando un análisis del flujo del trabajo actual, que incluirá una revisión detallada de cada etapa, desde la selección y preparación del material plástico hasta el moldeo, enfriamiento y corte final. Este análisis permitirá identificar cuellos de botella, tiempos de inactividad y tasas de desperdicio que afectan negativamente la productividad.

Una vez identificadas las áreas de oportunidad, se procederá a desarrollar procedimientos estandarizados que aseguren que todos los operarios sigan las mismas prácticas durante la fabricación.

La estandarización no solo reducirá la variabilidad en la calidad del producto final, sino que también facilitará el entrenamiento de nuevos empleados y mejorará la comunicación entre los miembros del equipo.

La capacitación del personal será un componente esencial del proyecto. Esto no solo mejorará las habilidades del equipo, sino que también fomentará un ambiente de trabajo más seguro y productivo.

Este enfoque busca no solo optimizar el proceso de termoformado para los *liner* de refrigeradores, sino también crear una cultura organizacional enfocada en la calidad y la eficiencia, lo que redundará en productos más consistentes y en una mayor satisfacción por parte del cliente.

¹ Ver glosario

² Ver glosario

Palabras clave:

Termoformado: El termoformado es un proceso de fabricación que consiste en calentar una lámina de material plástico hasta que se vuelve flexible y maleable, y luego se moldea sobre un molde para adquirir una forma específica. Este método es ampliamente utilizado en la producción de piezas y componentes de diversos productos, principalmente aquí en el área, *liner* para refrigeradores.

Liner: Un *liner*, en el contexto de refrigeradores, es la parte interna o revestimiento que ayuda a dar forma y estructura al aparato. Este componente es crucial porque desempeña varias funciones importantes.

Extrusión: Es un proceso de fabricación utilizado principalmente para transformar materiales, generalmente plásticos, metales o alimentos, en formas continuas y específicas. En este proceso, el material se calienta y se fuerza a través de un molde o una matriz para crear productos con secciones transversales uniformes.

MOD: La MOD se refiere al trabajo realizado por los empleados que están directamente involucrados en la producción de bienes o servicios. Esto incluye a todos aquellos trabajadores que participan en el proceso de fabricación o ensamblaje de un producto, así como aquellos que prestan servicios específicos que contribuyen directamente a la creación del producto final.

Desperdicios/Mudas: Se refiere a cualquier actividad o recurso que no agrega valor en un proceso de producción o servicio. En el contexto de la manufactura y la mejora continua, especialmente en metodologías como *Lean Manufacturing*, se considera que los desperdicios son elementos que deben ser eliminados para optimizar la eficiencia y reducir costos.

Eficiencia: La eficiencia se refiere a la capacidad de lograr un resultado deseado con el menor desperdicio posible de recursos, tiempo y esfuerzo. Hacer más con menos.

Eficacia: La eficacia se refiere a la capacidad de alcanzar un objetivo o resultado deseado, independientemente de los recursos utilizados para lograrlo. En otras palabras, es la medida en que se logra un propósito específico. A diferencia de la eficiencia, que se centra en cómo se utilizan los recursos para obtener un resultado, la eficacia se enfoca en el resultado en sí mismo

Ineficiencias: Una ineficiencia se refiere a la incapacidad de lograr un resultado deseado utilizando la menor cantidad de recursos, tiempo o esfuerzo posible. En otras palabras, es cualquier situación en la que se desperdician recursos o se obtiene un rendimiento subóptimo en comparación con lo que podría haberse logrado.

Riguroso: Se utiliza para describir algo que es estricto, severo o exigente en su aplicación, análisis o ejecución. Puede referirse a la manera en que se llevan a cabo procesos, se aplican normas o se realizan investigaciones.

Optimización: Es el proceso de hacer algo lo más efectivo, eficiente o funcional posible. En términos prácticos, se trata de mejorar un sistema, proceso o recurso para maximizar su rendimiento y minimizar costos o desperdicios.

Estandarización: Es el proceso de establecer normas, criterios y procedimientos uniformes para asegurar la consistencia y calidad en productos, servicios o procesos. Se utiliza en diversas industrias y áreas de trabajo para facilitar la comunicación, mejorar la eficiencia y garantizar que se cumplan ciertas expectativas de calidad.

Mapeo de proceso: Es una técnica utilizada para visualizar y analizar los pasos involucrados en un proceso específico dentro de una organización. Esta herramienta ayuda a entender cómo fluye el trabajo, identificar áreas de mejora y optimizar la eficiencia.

Mejora continua: La mejora continua es un enfoque sistemático y constante para mejorar productos, servicios o procesos a lo largo del tiempo. Se basa en la

premisa de que siempre hay oportunidades para hacer las cosas de manera más eficiente y efectiva.

Saturación: La saturación de proceso se refiere a un estado en el que un proceso específico dentro de una organización alcanza su máxima capacidad de operación.

Soluciones correctivas: Una solución correctiva es una medida que se toma después de que se ha identificado un problema o una no conformidad. Se centra en corregir el problema y restaurar la situación a un estado aceptable.

Técnicas: Son métodos utilizados para obtener información que puede ser analizada para tomar decisiones, realizar investigaciones o evaluar situaciones.

Instrumentos: Los instrumentos para la recolección de datos son herramientas diseñadas para facilitar el proceso de obtención de información.

Cizalla: Es una herramienta que se utiliza para hacer cortes precisos en materiales, en este caso, se usa para para cortar excedentes de un *liner*.

Troqueladora: Es una herramienta o máquina que se utiliza para cortar o dar forma a materiales como papel, cartón, plástico y, en algunos casos, metal. Funciona mediante un proceso de troquelado, donde un troquel (una especie de molde afilado) se utiliza para hacer cortes precisos en el material.

Termoformadora: Máquina que se utiliza para moldear materiales plásticos mediante calor. Este proceso implica calentar una lámina de plástico hasta que se vuelve flexible y luego se forma sobre un molde para obtener la forma deseada. Una vez que el plástico se enfría, se mantiene la forma.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Objetivo General	17
1.3. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Justificación del proyecto	18
1.5. Hipótesis	15
1.6. Alcance del proyecto.....	15
1.7. Limitaciones	15
1.8. Descripción detallada de las actividades	16
1.9. Lugar donde se realizará el proyecto	17
1.10. Información sobre la empresa	17
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1 Fundamentos teóricos	19
2.1.1 Fundamentos del proyecto	19
2.1.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto	21
2.2 Filosofía de la empresa.....	22
2.2.1 Misión	22
2.2.2 Visión.....	22

2.2.3	Valores	22
2.2.4	Objetivos.....	22
2.3	Tecnología actual de la empresa	23
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO.....		28
3.1.	Optimización	28
3.2.	Estandarización	29
3.2.1.	Metodología de acción.....	29
3.3.	Productividad	30
3.4.	Mantenimiento	31
3.4.1.	Mantenimiento Preventivo-Correctivo.....	32
3.4.2.	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	32
3.5.	Proceso.....	32
3.6.	Operación	33
3.7.	Reducción de costos.....	34
3.8.	Capacitación	35
3.8.1	Puntos clave	35
3.8.2	Enfoques de capacitación.....	36
3.9.	Lean Manufacturing	37
3.10.	Calidad	38
3.10.1	Control de calidad	38
3.10.2	Áreas responsables de la calidad	38
3.11.	Mejora de calidad	39
3.12.	Mudas	40
3.12.1	El pensamiento esbelto y manufactura esbelta.....	40
3.13.	Producción	42
3.14.	Mejora continua.....	43
3.15.	Manufactura	44

3.15.1 Las industrias manufactureras	45
3.16. Relaciones en el medio de trabajo	45
3.17. Estudio de tiempos.....	46
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA.....	48
4.1 Enfoque de investigación.....	48
4.2 Tipo de investigación	48
4.2.1. Investigación documental.....	48
4.2.2. Investigación aplicada.....	49
4.2.3. Investigación descriptiva	49
4.2.4. Investigación secuencial	50
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos	50
4.4 Método.....	54
4.4.1 Objetivo 1.....	54
4.4.2 Objetivo 2.....	54
4.4.3 Objetivo 3.....	55
4.4.4. Objetivo 4.....	55
4.4.5. Objetivo 5.....	56
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	57
5.1 Objetivo 1.....	57
5.2 Objetivo 2.....	70
5.3 Objetivo 3.....	89
5.4 Objetivo 4.....	91
5.5 Objetivo 5.....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
Conclusiones	101
Recomendaciones.....	102
FUENTES DE INFORMACIÓN	103

GLOSARIO	105
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos generales de la empresa	17
Tabla 2: Tecnología actual de la empresa	23
Tabla 3: Técnicas para recolección de datos	51
Tabla 4: Instrumentos para recolección de datos.....	53
Tabla 5: Investigación Mudas.....	91
Tabla 6: Propuestas de mejora	93
Tabla 7. Presentación PW	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Imagen satelital de la empresa	17
Ilustración 2: Proceso de separado.....	57
Ilustración 3: Proceso de troq y corte.....	58
Ilustración 4: Layout de proceso	59
Ilustración 5: Mapeo de proceso	60
Ilustración 6: ODT Inspector inicial.....	61
Ilustración 7: ODT Separadora.....	61
Ilustración 8: ODT Troquelado FF	62
Ilustración 9: ODT Troquelado FZ.....	62
Ilustración 10: ODT Inspección final.....	63
Ilustración 11: ODT Mover de liner.....	63
Ilustración 12: Gráfica TT vs TC Inspección Inicial	64
Ilustración 13: Gráfica TC vs TT Separador	65
Ilustración 14: Gráfica TC vs TT Troq FF	66
Ilustración 15: Gráfica TC vs TT Troq Fz	67
Ilustración 16: Gráfica TC vs TT Corte	68
Ilustración 17: Gráfica TC vs TT Mov.....	69
Ilustración 18: Diagrama de flujo Inspección Inicial.....	70
Ilustración 19: Diagrama de flujo Separadora	71
Ilustración 20: Diagrama de flujo Troq FF	72
Ilustración 21: Diagrama de flujo Troq FZ	73
Ilustración 22: Diagrama de flujo Corte	74
Ilustración 23: Diagrama de Ishikawa	75
Ilustración 24: ODT Optimización Troquelado.....	77
Ilustración 25: ODT Optimización Corte	78
Ilustración 26: Gráfica TT vs TC Troquelado	79
Ilustración 27: Antes de Optimización	80
Ilustración 28: Gráfica antes de OPT	80
Ilustración 29: Después de Optimización	81
Ilustración 30: Gráfica después de OPT	82

Ilustración 31: Ahorro de la empresa	82
Ilustración 32: IO Inspector inicial	84
Ilustración 33: IO Separador	85
Ilustración 34: IO Troquelado FF y Fz.....	86
Ilustración 35: IO Corte e inspección	87
Ilustración 36: Consumo energético.....	89
Ilustración 37: Plan de mantenimiento	90
Ilustración 38. Evaluación de Aprendizaje 1	98
Ilustración 39. Evaluación de Aprendizaje 2	99

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria de la refrigeración enfrenta desafíos significativos relacionados con la eficiencia y la calidad en sus procesos de producción. El termoformado, como etapa crucial en la fabricación de refrigeradores, requiere una atención especial debido a su impacto directo en el rendimiento del producto final.

En el capítulo 1, se muestran los datos generales del proyecto, así como el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, justificación, hipótesis, alcance, limitaciones, descripción de actividades detalladas e información necesaria e importante de la empresa en la cual se desarrollará y llevará a cabo el proyecto.

En el capítulo 2, se muestra el marco de referencia, los fundamentos teóricos del proyecto, así como la filosofía de la empresa, como lo es, misión, visión, valores y objetivos de la misma.

En el capítulo 3, se muestra el marco teórico en el cual, de distintos libros importantes de ingeniería, se investigaron definiciones relacionadas al enfoque del proyecto.

En el capítulo 4, se muestra la metodología, donde se deriva el tipo de enfoque de investigación que se utilizará en el proyecto, además de los instrumentos y técnicas de recolección de datos y por último el método.

En el capítulo 5, se muestran los resultados obtenidos, en base a cada objetivo planteado del proyecto, así como también evidencias e imágenes que avalen que se realizó el proyecto.

Y por último se muestran las conclusiones y recomendaciones, además de las fuentes de información, un glosario y los anexos finales.

La creciente competencia en el mercado de electrodomésticos ha llevado a las empresas a buscar constantemente métodos para optimizar sus procesos productivos.

La estandarización y optimización del termoformado de *liner* se presenta como una estrategia clave para mejorar la calidad del producto, reducir costos y minimizar el tiempo de producción.

Este proyecto tiene como objetivo analizar las prácticas actuales en el termoformado de *liner*, identificando áreas de mejora que permitan implementar estándares más rigurosos y eficientes.

Analizar los procedimientos actuales del área de termoformado, identificando oportunidades de mejora que permitan una mayor eficiencia operativa. A través de la implementación de prácticas estandarizadas, se pretende establecer un marco que facilite un proceso más ágil y controlado. Con ello, se espera contribuir significativamente a la calidad del refrigerador final, garantizando así su funcionalidad y durabilidad.

A lo largo de este documento, se presentarán los hallazgos obtenidos durante el análisis inicial, así como las propuestas concretas para optimizar y estandarizar los procesos en el área de termoformado. La implementación exitosa de estas mejoras no solo beneficiará a la empresa en términos económicos, sino que también asegurará un producto que cumpla con las expectativas del consumidor moderno.

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

Refrigeradores mabe es una empresa de giro manufacturera que se destaca por la elaboración de refrigeradores de diferentes modelos, con diferentes plataformas las cuales son Sirius y Andrómeda, SxS y BF, su plantilla laboral está conformada por 4400 personas, que laboran en 2 o 3 turnos, los 5 días (lunes a viernes) o 7 días (lunes a domingo) de la semana, esto dependiendo el área a laborar.

Las áreas que conforman esta empresa son:

Manufactura

Calidad

Termoformado & Extrusión³

Ensamble

Fabricación

Puertas

Seguridad

Herramientas

Mantenimiento

Almacén

CLPT (Almacén de producto terminado)

RH

Aceros

Lean Manufacturing

Reclutamiento

Compras

Finanzas

Ingenierías

Proyectos

Productividad

³ Ver glosario

Destacando el área de Termoformado & Extrusión (T&E), en esta área se ha presentado el problema siguiente, el número de operarios no solo representa un gasto innecesario, sino que también puede contribuir a la ineficiencia en el proceso productivo, es por ello que se vio a la necesidad de reducir la mano de obra directa (MOD), sin comprometer la cantidad ni la calidad del producto final, para aumentar la eficiencia operativa y reducir costos laborales.

1.2. Objetivo General

Optimizar el proceso de termoformado utilizando herramientas de *Lean Manufacturing*, para mejorar la eficiencia, rendimiento, reducir desperdicios⁴ y maximizar el uso de la MOD⁵ en Refrigeradores mabe.

1.3. Objetivos Específicos

- Eficientizar los procesos y realizar un análisis de tiempos y movimientos de MOD, en el área de Termoformado.
- Identificar áreas de mejora y optimización en el área de Termoformado.
- Realizar un análisis de eficiencia⁶ de las máquinas.
- Identificar mudas⁷, con la finalidad de reducir costos, en el área de Termoformado.
- Capacitar al personal en los nuevos procesos estandarizados para asegurar su correcta implementación, con la finalidad de mejorar el rendimiento.

⁴ Ver glosario

⁵ Ver glosario

⁶ Ver glosario

⁷ Ver glosario

1.4. Justificación del proyecto

Es importante la realización de este proyecto ya que tendrá beneficios para lograr mejoras en la calidad del producto, además con ello se permitirá identificar y eliminar ineficiencias⁸ en los procesos productivos, maximizar la producción con el mismo nivel de insumos, mayor eficiencia, reducción de costos en la MOD, minimizar errores, variaciones en el proceso y además de producción de costos en consumo de energía.

Lo cual resulta en menos defectos y reclamaciones, mejorando así la satisfacción del cliente, se puede lograr un control más riguroso⁹ sobre la calidad. Esto reduce la tasa de defectos y mejora la satisfacción del cliente, lo que es esencial para mantener una buena reputación en el mercado.

⁸ Ver glosario

⁹ Ver glosario

1.5. Hipótesis

H0: Si se implementan oportunidades de mejora en la optimización¹⁰ y estandarización¹¹ del proceso en el área de termoformado, se logrará una reducción significativa en la mano de obra directa, un aumento en la eficiencia productiva y disminución de costos.

H1: Si no se cumple con la implementación de oportunidades de mejora por falta de tiempo no se logrará una reducción significativa en la mano de obra directa, un aumento en la eficiencia productiva y disminución de costos.

1.6. Alcance del proyecto

El área que se verá beneficiada con la implementación de mejora para la optimización y estandarización de proceso, principalmente será el área de Termoformado Nacional/Sirius, dando así un beneficio también a todo el proceso ya que es el área inicial.

1.7. Limitaciones

- Falta de habilidades o capacitación adecuada del personal.
- Resistencia al cambio, por parte del personal.
- Falta de datos, la ausencia de datos precisos sobre el rendimiento del proceso actual y las capacidades del personal puede dificultar la identificación de áreas que necesitan optimización.
- Comunicación deficiente, una mala comunicación entre los equipos puede llevar malos entendidos sobre las expectativas y los procesos optimizados, afectando el rendimiento genera.

¹⁰ Ver glosario

¹¹ Ver glosario

1.8. Descripción detallada de las actividades

1. Conocer el proceso, pasar tiempo en el lugar de trabajo para observar cómo funcionan las líneas de producción.
2. Mapeo del proceso¹², para representar cada paso del proceso, desde el inicio hasta el final, y así visualizar la secuencia de actividades.
3. Recolección de datos, para tener información relevante sobre tiempos de ciclo.
4. Medición de tiempos, esto para registrar el tiempo que tardan las diferentes actividades realizadas en el proceso.
5. Análisis de información, comprender y analizar las variaciones en el proceso para entender los factores que influyen.
6. Análisis causa-efecto, utilizar el diagrama ISHIKAWA, para identificar las causas raíz de problemas en el proceso.
7. Análisis de datos históricos, revisar datos anteriores sobre rendimientos, tiempos de producción para identificar áreas de mejora.
8. Propuestas de mejora.
9. Capacitar al personal.

¹² Ver glosario

1.9. Lugar donde se realizará el proyecto

En la ilustración 1, se muestra una vista satelital de la empresa.



Ilustración 1: Imagen satelital de la empresa

Fuente: Mabe - Google Maps

1.10. Información sobre la empresa

En la Tabla 1, se muestran los datos más importantes de la empresa, entre ellos está, el giro y el RFC de la empresa.

Tabla 1: Datos generales de la empresa

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Nombre:	Refrigeradores mabe Planta Celaya
Giro:	Manufactura
Domicilio:	Poblado Ojo Seco Km 51
Teléfono:	461 471 7000
E-mail:	Berenice.galván@mabe.com.mx

RFC:	Mab911203
Nombre del contacto:	Berenice Montserrat Galván Hernández

Fuente: ITESS

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Fundamentos teóricos

2.1.1 Fundamentos del proyecto

En el artículo de Quezada V; Seck Juan; Quezada José (2021), titulado “Sistema de producción multi-línea optimizado por PSO” se tiene como problemática que los sistemas de producción elaboran una gran variedad de productos y en la mayoría de las ocasiones en bajo volumen, fabricados bajo pedido, por lo cual se abordaron los problemas de planeación y programación de la producción en un entorno de producción multi producto considerando el tamaño de lote, se propone un sistema productivo diseñado en un FMS (Sistema de manufactura flexible), el uso de este algoritmo PSO tiene la ventaja de no tomar en cuenta el gradiente del problema a optimizar, basándose directamente en la medida de aptitud del proceso de optimización. Es por ello que cada individuo de la población fue evaluado para cada función objetivo, obteniendo de ambas el mejor valor global, los resultados obtenidos del presente artículo fueron que el algoritmo de optimización PSO obtuvo resultados favorables considerando un número de partícula y de iteraciones relativamente pequeñas, como propuesta a futuro se propone evaluar al sistema de producción en algoritmos de optimización de nueva generación y multi-objetivo con el propósito de minimizar aún más los valores óptimos que hasta el momento se han obtenido, así como el intervalo de variabilidad de los valores de las funciones objetivo.

(Quezada, Seck, & Quezada, 2021).

En el artículo de Vargas E; Enrique E; Lozano R; Alberto R; Oscoco G; Oscoco F (2021), titulado “Sistemas de información como herramienta para reorganizar procesos de manufactura” se tiene como problemática analizar los sistemas de información implementados en el nivel operativo de las organizaciones y que han sido fundamentales para la reorganización de los

procesos de manufactura produciendo cambios significativos en el entorno empresarial, en este sentido se evidencia como los SI y las TI han reorganizado los procesos operativos de las empresas representando grandes beneficios en costos, calidad, tiempo de respuesta, agilización de procesos, trabajo colaborativo, promoción de la innovación empresarial, los resultados obtenidos en el presente artículo es que los SI apoyan la toma de decisiones empresariales, la coordinación y el control en los diferentes niveles de la estructura organizativa, así como también son considerados de utilidad para el análisis de problemas. Los SI conjuntamente con los TI han producido cambios significativos vinculados directamente con la automatización de sus instalaciones, reorganización y reducción de puestos de trabajo, reducción de costos operativos, incrementos sustanciales de productividad, que han contribuido a la mejora significativa del área productiva en el proceso de las líneas, es por ello que los resultados obtenidos fueron muy beneficiosos a la empresa. (Vargas, y otros, 2021).

En el artículo de Márquez M; Hernández M; Domínguez S; (2022), titulado “Optimización del aprovechamiento de perfiles de acero en procesos de producción”, el aprovechamiento de acero es un problema de optimización, por lo que el objetivo que se tuvo fue reducir la merma, con ello se implementó un algoritmo de generación de columnas, diseño y adecuación de herramienta de corte, esto se realizó en una comparación de costo de merma de un lote de producción en 2 escenarios, uno basado en las condiciones actuales de trabajo y el segundo considerando que se realizan los cortes según la propuesta de mejora, se obtuvieron resultados favorables pues con la propuesta de mejora se reduce el porcentaje un 5% de merma del proceso, así que aplicar la propuesta reduciría el desperdicio de acero, lo que impactaría el rendimiento de la empresa metal-mecánica y esto traería una ventaja competitiva. (Márquez, Hernández, & Domínguez, 2022).

En el artículo de Quintero M; Torres A; Pérez B (2020), titulado “Optimización de la producción de recursos para el aprendizaje electrónico a través de herramientas matemáticas” se tiene como problemática la falta de aplicación de los métodos de optimización (programación lineal) para la

selección de la variante de plan de producción de cursos para una plataforma, donde se implementó una herramienta para la optimización de operaciones lo cual fue la programación lineal, ya que es de gran ayuda para la toma de decisiones, puesto que se ajustan a la realidad del problema y brindan soluciones óptimas de acuerdo al objetivo planteado, pues permiten minimizar o maximizar el mismo, con esto se obtuvieron los resultados de que las variables que existen eran factibles y de algunas restricciones que había, solo era necesidad de aumentar su valor teniendo en cuenta sus rangos, además el plan de producción óptimo debía de ser de una cantidad, y podría llegar a otra cantidad como máximo, con ello se podía maximizar las ganancias sin que afectara la solución óptima del problema. (Quintero, Torres, & Pérez, 2020).

En el artículo de Domínguez J (2020) titulado “Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos”, el problema de optimizaciones caracterizado por la flexibilidad para establecer la utilidad entre las funciones objetivo, es por ello que se aplicaron 2 métodos a situaciones industriales para mostrar como a través de la práctica experimental se pueden mejorar los procesos y en consecuencia obtener ahorros importantes en una empresa.

Aplicar procedimientos de optimización, la función de deseabilidad modificada y el método de desplazamiento ideal, con los ejemplos presentados se obtuvieron los resultados que ambos métodos de optimización son bastantes similares, a diferencia que uno es multiplicativo y otro aditivo, sin embargo esto muestra que en la práctica puede resultar relevante en función de los costos de calidad, reducir costos en el proceso, además por los métodos gráficos realizados es un auxiliar para detectar presencia de regiones factibles, por lo que se muestra que a través de una adecuada planeación experimental se alcanzan importantes ahorros económicos y mejora la calidad. (Domínguez, 2020).

2.1.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto

Hasta el día de hoy no existe un proyecto similar a este, en el área.

2.2 Filosofía de la empresa

2.2.1 Misión

En Mabe Celaya somos una familia dedicada a manufacturar refrigeradores, asegurando la calidad, rentabilidad y crecimiento del negocio, a través del desarrollo de nuestra gente y la transformación e innovación de nuestros procesos y productos.

Excedemos las expectativas de clientes, consumidores y logramos la excelencia operativa mediante un sistema de trabajo de alto desempeño que promueve la mejora continua¹³.

2.2.2 Visión

Ser la mejor planta de refrigeradores del mundo.

2.2.3 Valores

Congruencia

Honestidad

Compromiso

Respeto

Humildad

2.2.4 Objetivos

Los objetivos de productividad en la empresa, es que se logre un OEE del 85%, un Yield de 95%, una disponibilidad del 98% y una eficiencia del 99%.

¹³ Ver glosario

2.3 Tecnología actual de la empresa

En la tabla 2, se muestra la tecnología actual con la que cuenta la empresa Refrigeradores mabe.

Tabla 2: Tecnología actual de la empresa

Nombre	Imagen	Tipo de uso
Termoformadora¹⁴ con cizalla¹⁵, separadora y troqueladora¹⁶ incluida. (TC1)		Fabricar productos a partir de materiales termoplásticos mediante el calor y el molde.
Termoformadora con cizalla, separadora pero no troqueladora. (TC2)		Fabricar productos a partir de materiales termoplásticos mediante el calor y el molde.
Termoformadora con cizalla, sin separadora, ni troqueladora. (FZ 3, KF)		Fabricar productos a partir de materiales termoplásticos mediante el calor y el molde.

¹⁴ Ver glosario

¹⁵ Ver glosario

¹⁶ Ver glosario

Termoformadora sin cizalla, sin separadora, ni troqueladora. (SPL 1, SPL 2)		Fabricar productos a partir de materiales termoplásticos mediante el calor y el molde.
Separadora		Cortar y separar <i>liner</i> FZ del <i>liner</i> FF.
Troqueladora FF		Realizar perforaciones (troqueles) en el <i>liner</i> FF.
Troqueladora FZ		Realizar perforaciones (troqueles) en el <i>liner</i> FZ.

Troqueladora FF/FZ		Realizar perforaciones (troqueles) en ambos <i>liner</i> FF y FZ.
Cizalla		Cortar excedentes del <i>liner</i>.
Vernier		Medir cortes de <i>liner</i>.
Medidor ultrasónico		Medir espesores de <i>liner</i>.

Linterna		Realizar inspección visual detallada de: • Contaminación • Deformaciones • Arrugas • Incrustaciones • Troqueles • Bajos espesores • Cortes
Dog Ear		Medir cortes de esquinas de <i>liner</i>.
Carro de liner		Transportar set de <i>liner</i> a invernadero.
Rampa		Colocar <i>liner</i> FZ para su posterior posicionado en el carro de <i>liner</i>.

Lápiz de cera		Marcar el <i>liner</i> con su información (# de pieza, material, día, mes y turno).
-----------------------------	---	--

Fuente: Propia

CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Optimización

La globalización ha obligado a las industrias a ser competitivas, a buscar espacios en el mercado, a cumplir con las normas de calidad cada día más exigentes, a generar planes estratégicos, a utilizar métodos modernos en la gestión, tratar de minimizar los tiempos de falla, minimizar los desperdicios, cumplir con las entregas en los tiempos previstos, reducir los costos de los productos para brindar satisfacción a los clientes, entre otras acciones.

Bajo esta perspectiva, se permite por una parte implantar sistemas de control de calidad de los procesos, como también, establecer métodos de control de calidad usando diferentes técnicas, dependiendo del tipo de proceso.

Para generar un buen producto, insensible a los cambios que se puedan generar en las variables que intervienen en el proceso, se emplean diseños de experimentos factoriales a 2 niveles y diseños factoriales fraccionales.

Los que permiten optimizar procesos industriales logrando determinar las variables significativas de un proceso, y obtener modelos de regresión múltiple asociados, que, a través de las superficies de respuesta y las curvas de nivel, permiten determinar en qué nivel deben fijarse las variables para lograr el valor técnico deseado, y a la vez minimizar los costos de los procesos.

La utilización del método de modelización global permite a través de réplicas de un diseño factorial, caracterizar el comportamiento de la variabilidad de un proceso, y determinar en qué niveles se deben fijar las variables para minimizarla.

Se debe estudiar el comportamiento de la característica de interés de un determinado proceso, para obtener un modelo que incluya el modelo de variabilidad. De esta forma, se pueden optimizar procesos productivos, logrando generar productos de mejor calidad y competitivos. (Vergara, 2005).

3.2. Estandarización

Las empresas están compuestas por un conjunto de procesos, los cuales son manejados y gobernados por personas. De ello nace la importancia de contar con estándares para los procesos, que permiten que un mismo proceso se maneje de la misma manera por diferentes personas.

Para lograr este objetivo y con qué herramientas se puede contar para realizar un diagnóstico y seguimiento de los procesos. (Fernandini, 2007).

3.2.1. Metodología de acción

Siempre se debe seguir un orden para realizar el trabajo, más aún si éste va generar cambios en el manejo de una empresa. Por este motivo, se propone una metodología elaborada sobre la base del uso de herramientas y de la experiencia.

Como parte de esta metodología se deben realizar actividades para recabar la información necesaria y lograr con éxito la creación de estándares para los procesos. Las actividades que se deben de realizar son:

- Mapeo preliminar de los principales procesos.
- Diagrama de flujo general.
- Identificación de los procesos y procedimientos a estudiar.
- Entrevistas con el personal clave.
- Identificación de oportunidades de mejora.
- Análisis tecnológico de las oportunidades.
- Documentación de los procesos en fichas y flujogramas.
- Validación de los procesos.
- Concepción de indicadores.
- Elaboración de informes para las gerencias respectivas.

(Fernandini, 2007).

3.3. Productividad

La productividad implica la mejora del proceso productivo, la mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que se relaciona lo producido por un sistema, salidas o producto y los recursos utilizados para generarlo, entradas o insumos, es decir, productividad, es igual a salidas/ entradas de esta forma surgen algunos problemas, como definir el sistema, indicar cómo pueden expresarse en sus entradas y salidas y considerar cómo medir la productividad.

La eficiencia de un proceso productivo puede medirse mediante una amplia variedad de criterios. Se dice que el proceso es muy eficiente si tiene una productividad muy elevada. Pero también puede decirse que el proceso es muy eficiente porque produce una calidad altísima y en consecuencia, hay pocos desperdicios. Todas las unidades son aprovechables y se gasta poco en asistencia técnica de posventa. Asimismo, es posible que el proceso sea muy eficiente porque produce a costos muy bajos. También sería correcto afirmar que el proceso es muy eficiente porque tiene un ciclo de respuesta muy corto, esto, a su vez, permite ofrecer un servicio extraordinario a los clientes, sirviendo sus pedidos con gran rapidez. Por último, el proceso puede ser muy eficiente porque obtiene su producción con equipos muy buenos que requieren además poca inversión y muy poco mantenimiento. La pérdida de productividad es un concepto relativo, hay pérdida porque no se ha producido el avance que sería lógico esperar dado el nivel de productividad del país en comparación con sus competidores, quizás porque estos competidores han mejorado con mayor rapidez su productividad. (Carro & González, 2015).

3.4. Mantenimiento

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial. (IntegraMarkets, 2018).

En la actualidad las operaciones de mantenimiento se centran en realizar estudios sobre los equipos y procesos susceptibles a fallo, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión económica de procedimientos, integración multi departamentos, entre otras que permiten planificar las tareas y recursos adecuados para evitar que se produzcan fallas o paradas en la producción.

Razones por las cuales es beneficioso gestionar las operaciones de mantenimiento:

- Reducir costos generados por la falla de equipos que obligan a parar la producción.
- Optimizar el inventario de repuestos cuando se requieran.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Rebajar costos de producción, a fin de producir productos más competitivos en el mercado.
- Evitar el desperdicio de recursos: materia prima, energía, mano de obra.
- Optimizar el consumo de recursos y presupuesto asignado al departamento de mantenimiento.
- Cumplir estándares de calidad exigidos por los consumidores y organismos reguladores.
- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.
- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento. (IntegraMarkets, 2018).

3.4.1. Mantenimiento Preventivo-Correctivo

Tiene por objetivo organizar tareas de prevención de fallas y realizar acciones correctivas cuando se presente una falla, no se enfocan en la planificación justificada de actividades sino más bien en la programación de actividades y asignación de recursos. (IntegraMarkets, 2018).

Basándose en la ocurrencia de fallas se establece trabajos preventivos a fin de que se repitan las mismas fallas, así mismo basándose en pruebas y observaciones se analizan los equipos a fin de programar tareas que eviten la aparición de nuevas fallas. (IntegraMarkets, 2018).

3.4.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Se basa en que ciertas tareas cotidianas de mantenimiento sean realizadas por los operadores de producción, como parte de sus actividades rutinarias, ya que son estos quienes conocen los equipos en el día a día y por tanto pueden anticipar posibles fallas. (IntegraMarkets, 2018).

3.5. Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Algunos ejemplos de procesos son: la facturación, las compras, las etapas de la manufactura de un producto, etcétera.

De manera tradicional, se creía que la calidad, el precio y el tiempo de entrega eran objetivos antagónicos en el sentido de que se podía mejorar cualquiera de los 3 sólo en detrimento de los otros 2. De hecho, algunas organizaciones siguen actuando a partir de la creencia de que mejorar la calidad implica necesariamente un precio más alto y un mayor tiempo de producción del bien o servicio. Sin embargo, cada día hay más empresas en las que se sabe que la calidad y la mejora de los diversos procesos influyen positivamente en los 3 factores. Es decir, cada vez hay más compañías que actúan sabiendo que el

productor de mejor calidad tiene costos totales más bajos, mientras que el productor de más mala calidad tiene costos totales más altos, ya que cuando se tiene la mala calidad en las diferentes actividades y procesos. (Pulido, 2010).

Hay equivocaciones y fallas de todo tipo, por ejemplo:

- Reprocesos y retrasos.
- Pagar por elaborar productos malos.
- Aros y fallas en el proceso (fallas en facturación, programación y producción).
- Desperdicios (espacios, materiales, movimientos, actividades, productos).
- Una inspección excesiva para tratar de que los productos de mala calidad no salgan al mercado.
- Re inspección y eliminación de rechazo.
- Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores.
- Gastos por servicios de garantía por fallas del producto y por devoluciones o reclamos.
- Problemas con proveedores.
- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.
- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa.
- Más gastos.
- Menos competitividad. (Pulido, 2010).

3.6. Operación

Se establece que para que tenga sentido sobre el futuro inmediato el hecho de que un proceso sea capaz, primero se debe garantizar que es estable a través del tiempo. Sin embargo, se puede decir que un proceso es capaz, con independencia de su estabilidad, si el nivel de disconformidades es lo suficientemente bajo para garantizar que no habrá esfuerzos inmediatos para tratar de bajarlas y mejorar así su capacidad.

Pasos para realizar un estudio de capacidad y estabilidad. (Pulido, 2010).

1. Delimitar datos históricos

Primero es necesario tener datos históricos del proceso, que reflejan la realidad del mismo para sus principales variables de salida en un lapso considerable, durante el cual no se le han hecho grandes modificaciones al proceso. Este lapso depende de la velocidad del proceso.

2. Analizar estabilidad

Para estudiar la estabilidad del proceso a través del tiempo que comprenden los datos históricos, se recomiendan 3 actividades:

- Analizar las cartas de control obtenidas en el lapso que comprende los datos históricos.
- Calcular el índice de inestabilidad, el cual proporciona una medición de qué tan inestable es un proceso, y con ello se podrán diferenciar los procesos que esporádicamente tengan puntos o señales especiales de variación, de los procesos muy inestables que con mucha frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación.
- Realizar un estudio inicial con los datos históricos, es decir, analizar todos los datos en la misma carta de control, y así identificar los patrones especiales de variación.

3. Estudiar la capacidad (Pulido, 2010).

3.7. Reducción de costos

Cuando se manejan un margen de utilidades con unos ingresos constantes, (ventas de difícil incremento o precios fijados por la competencia), la única alternativa viable es disminuir los costos, para mejorar la rentabilidad económica, hacia la búsqueda de un apalancamiento financiero positivo y un incremento en la rentabilidad financiera.

La reducción de costos también es una salida para las empresas industriales, que siempre tienen altos niveles de activos, es decir, deben controlar sus costos para contrarrestar la baja rotación de activos y obtener una rentabilidad económica más elevada. (Morillo, 2001).

Antiguamente las estrategias de reducción de costos se reflejaban al interior de la organización, consistían en el aprovechamiento de la capacidad, instalada para disminuir los costos unitarios y generar un apalancamiento operativo positivo (incremento de los ingresos de forma más que proporcional en relación a los costos por la presencia de costos fijos en la estructura de costos).

La contabilidad gerencial tradicional tiene como causal única de costos al volumen de producción. Su pensamiento gira alrededor de los costos fijos frente a los variables, con el análisis del modelo costos-volumen-utilidad y el punto de equilibrio. Por ello el concepto de Gerencia estratégica de Costos viene a dar soporte al análisis financiero en los temas de gerencia estratégica, como lo son análisis de cadena de valor, análisis de posicionamiento estratégico y análisis de causales y costos. Los costos son impulsados por diversos factores interrelacionados en forma compleja, y el hecho de encasillar el comportamiento de costo a una simple cuestión de volumen puede ser estratégicamente peligroso. Las empresas, al tener presentes y manipular un conjunto de causales de costos más grande (calidad, diseño de producto, lazos con proveedores y clientes, líneas de productos y otros) tienen más posibilidades de recuperar su rentabilidad, que aquellas que piensan que la rentabilidad sólo depende del uso eficiente de planta. (Morillo, 2001).

3.8. Capacitación

3.8.1 Puntos clave

Capacitar a trabajadores para minimizar lesiones y alcanzar el tiempo estándar con mayor rapidez. Usar curvas de aprendizaje para ajustar a estándares de trabajadores nuevos y lotes pequeños. Reconocer y comprender las necesidades del trabajador. Usar la ampliación del trabajo y la rotación de tareas para minimizar las lesiones repetitivas e incrementar la autoestima del trabajador. (Freivalds & Niebel, 2009).

3.8.2 Enfoques de capacitación

La fuerza del trabajo de una compañía es uno de sus recursos principales, sin trabajadores calificados, las tasas de producción serían menores, la calidad del producto más deficiente y la productividad global más baja. Por lo tanto, una vez que se instala el nuevo método y se establece el estándar adecuado, los operarios deben capacitarse de manera apropiada para aplicar el método prescrito y alcanzar el estándar deseado. Sin ello se logra, los operadores existen muchas fuentes excelentes de material, programas y consultores en capacitación, los cuales no se presentan aquí a detalle. Sin embargo, es importante reconocer algunas de las opciones más importantes en programas de capacitación como las que se presentan a continuación:

- Aprendizaje en el trabajo: Colocar a los operarios directamente en un nuevo trabajo sin ninguna capacitación, es un enfoque que implica hundirse o nadar.
- Instrucciones escritas.
- Las descripciones escritas en forma simple del método correcto implican una mejora al aprendizaje en el trabajo, pero solo para operaciones relativamente sencillas o en situaciones donde el operario tiene conocimientos relativos del proceso y sólo necesita ajustarse a pequeñas variaciones.
- Instrucciones gráficas: Se ha probado que el uso de ilustraciones o fotografías, junto con las instrucciones escritas, es un sistema muy eficaz para capacitar a los operarios. Esto también les facilita a los trabajadores con menor educación y que habla un idioma diferente adoptar el nuevo método.
- Capacitación física: Permite que el trabajador en capacitación realice las actividades del trabajo en circunstancias reales válidas, que experimente las condiciones de emergencia bajo controles de seguridad y que su desempeño sea supervisado para obtener retroalimentación tendrían muy poca dificultad para cumplir o superar el estándar. (Freivalds & Niebel, 2009).

3.9. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo basada en las personas que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios definidos estos como aquellos procesos actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de desperdicios que se observan en la producción, sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventar y movimiento y defectos.

Lean, mira lo que no deberíamos de estar haciendo, porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo.

Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación, organización de puestos de trabajo, gestión de calidad, flujo interno de producción, mantenimiento y gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos, en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. Su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo, para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto.

La filosofía *Lean* no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica.

Lean Manufacturing no es un concepto estático que se puede definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical quedó rompe con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos técnicas y aplicaciones surgidas del estudio a pie de máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad.

El pensamiento *Lean* evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales e incluso servicios.

La cultura *Lean* no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas. (Industrial, 2013).

3.10. Calidad

Una definición más trascendente de la calidad aparece en la norma ISO 9000:2000. La calidad se define como el grado. Con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos. Grado, significa que se puede usar calidad con adjetivos como mala, buena y excelente. Inherente, se define como que existe en algo, en especial como una característica permanente. Las características pueden ser cuantitativas o cualitativas. Un requisito es una necesidad o expectativa que se especifica; en general está implícita en la organización, sus clientes y otras partes interesadas, o bien es obligatoria. (Besterfield, 2009).

3.10.1 Control de calidad

El control de calidad es el uso de técnicas y actividades para lograr mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio. Implica la integración de las siguientes técnicas y actividades.

- Especificaciones de lo que se necesita.
- Diseño del producto o servicio para cumplir especificaciones.
- Producción o instalación que cumplan todas las intenciones de las especificaciones.
- Inspección para determinar la conformidad con las especificaciones.
- Examen del uso para obtener información para modificar las especificaciones si es necesario. (Besterfield, 2009).

3.10.2 Áreas responsables de la calidad

Ventas, Ingeniería de diseño, Adquisiciones, Diseño de procesos de producción, Inspección y prueba, empaque y almacenamiento, Servicio y cliente, esto nos da como resultado el producto o servicio de calidad. (Besterfield, 2009).

3.11. Mejora de calidad

Mediante este proceso se mejora el desempeño del proceso a niveles de calidad sin precedentes.

Consiste en las siguientes etapas:

- Establecer la infraestructura que se necesite para alcanzar la mejora anual de la calidad (espacios, equipos, entrenamiento, procedimientos, políticas).
- Identificar los aspectos específicos a ser mejorados (establecer los proyectos clave de mejora).
- Establecer un equipo de mejora para cada proyecto, con una responsabilidad clara para desarrollar un proyecto exitoso.
- Proporcionar los recursos, la formación, y la motivación para el equipo.
- Diagnosticar las causas.
- Estimular el establecimiento de medidas remedio.
- Establecer controles para estandarizar y mantener la mejora.

Para mejorar la calidad que se mencionan en la trilogía, Juran sugiere, entre otras cosas lo siguiente:

- Los altos directivos son responsables de hacer planes de calidad (establecer metas) como parte de la planeación de negocio. (Pulido, 2010).
- Las metas de calidad o los proyectos de mejora de la calidad deben ser desplegados hacia abajo y en forma jerárquica, dividiendo a éstas en submetas (proyectos más específicos) en los niveles más bajos.
- En caso de procesos muy grandes que no tengan propietario o que no se puedan partir en pedazos o desplegarse, los altos directivos deben formar consejos de calidad que establezcan e impulsen equipos d proyectos para mejorar tales macroprocesos. (Pulido, 2010).

Pasos para la mejora de la calidad.

Juran propuso una estrategia de 10 pasos para implantar la mejora.

1. Despertar la conciencia sobre las oportunidades de mejorar.
 2. Establecer metas de mejoramiento (necesidad de una métrica).
 3. Organizarse para alcanzar esas metas.
 4. Impartir capacitación.
 5. Llevar a cabo proyectos de resolución de problemas.
 6. Informar acerca de los progresos.
 7. Dar el debido reconocimiento individual.
 8. Comunicar los resultados.
 9. Llevar un recuento del proceso.
 10. Mantener el ímpetu haciendo que el mejoramiento anual sea parte integral de los sistemas y procesos habituales de la organización.
- (Pulido, 2010).

3.12. Mudas

3.12.1 El pensamiento esbelto y manufactura esbelta

La manufactura esbelta es un concepto mediante el cual todo el personal de producción trabaja en conjunto con el fin de eliminar el desperdicio. Los ingenieros industriales, tecnólogos, de la industria y otros grupos dentro de la administración han estado intentando lo anterior desde el comienzo de la Revolución Industrial. La administración moderna de la manufactura ha descubierto las ventajas de buscar ayuda en la eliminación del desperdicio. El término japonés para desperdicio es muda, que es el gran centro de atención en todo el mundo.

El objetivo es aprovechar este recurso dando a los empleados de producción las mejores herramientas disponibles. (Meyers & Matthew, 2006).

Muda (Desperdicio) se define como cualquier gasto que no ayuda a producir valor, hay 8 clases de muda: Sobreproducción, desperdicio, transporte, procesamiento, inventario, movimiento, repeticiones y utilización deficiente del personal. La meta es tratar de eliminar o reducir estos costos. Una de las técnicas para lograrlo consiste en preguntar por qué 5 veces (5 Por qué), preguntar el porqué de cualquier problema o costo, al menos en 5 ocasiones tiene por objeto llegar a la causa original del problema. (Meyers & Matthew, 2006).

3.12.1.1 ANDON

A los empleados de Toyota se les anima a detener la línea de producción o procesos. Si existe algún problema, se coloca un tablero indicador luminoso llamado Andon sobre la línea de producción. Cuando las operaciones son normales, permanece encendida una luz verde. Una luz amarilla indica que un operador necesita ayuda. Y si el operador requiere detener la línea, una luz roja, centellea. (Meyers & Matthew, 2006).

3.12.1.2 JIDOKA

El término autonomización Jidoka, indica la transmisión del elemento humano a la automatización. Un ejemplo de lo anterior es la detención de una línea de producción hecha por un trabajador que detecta un problema. (Meyers & Matthew, 2006).

3.12.1.3 KAIZEN

Kaizen es una herramienta efectiva que puede aplicarse con facilidad a aspectos diferentes de la planeación de instalaciones y manejo de materiales. El elemento principal de Kaizen es la gente involucrada en el proceso de mejora, desde la alta dirección hasta los distintos niveles del organigrama y los equipos de producción. Uno de los requerimientos de Kaizen que resulta particularmente

efectivo es la necesidad de comenzar las mejoras de inmediato, en vez de esperar hasta que haya un plan espectacular. (Meyers & Matthew, 2006).

3.12.1.4 KANBAN

Kanban es una técnica que afecta el diseño de las instalaciones de manufactura. Es un tablero de señales que comunica la necesidad de material. Indica en forma visual al operador que produzca otra unidad o cantidad. El sistema Kanban, también conocido como sistema que "jala", difiere de los sistemas tradicionales de inventario que empujan, tales como el justo a tiempo (JIT) o la planeación de requerimientos de materiales (MRP). Con los sistemas que "empujan", las partes se producen solo cuando se necesitan y tienen que ser solicitadas o hay un jalón de las operaciones de producción. (Meyers & Matthew, 2006).

3.13. Producción

La ingeniería de métodos, manejo de materiales, diseño de la planta y factores humanos son aspectos importantes en el desarrollo de un diseño óptimo para un sistema productivo. Sin embargo, una vez que el sistema esté instalado, la atención de la ingeniería industrial usualmente se desplaza hacia el diseño de los mejores métodos para operar el sistema.

El control de inventario, producción y calidad implica combinaciones de enfoques cualitativos y cuantitativos para elaborar al máximo la utilidad económica de un sistema productivo. La administración cotidiana afectiva es el tercer elemento de la tríada de diseño, control y administración de sistemas de producción en la mayoría de los casos.

Estos enfoques de control intentan reducir al mínimo el costo unitario asociado con la transformación de los materiales de entrada en un producto terminado de manera puntual y con el nivel de calidad deseado. Un objetivo común de la ingeniería industrial es la reducción de costos, es decir, producir con menor inversión. Por supuesto, también hay muchas otras metas, de la

administración eficaz de la considerable inversión de la mayoría de las corporaciones ha hecho en el pasado. Lugar de trabajo en términos de materias primas almacenadas, trabajo en proceso y artículos terminados. (Hicks, 1999).

Tradicionalmente ha sido donde los costos principales en el negocio de la manufactura a fines de la década de los 70, cuando las tasas de interés eran excepcionalmente elevadas, los costos combinados de poseer, almacenar y manejar materiales en el lugar de trabajo alcanzaron un tope y como resultado recibieron considerable atención. El control de inventario se ocupa de producción determina qué recursos, por ejemplo, materiales, suministros, espacio, personas y equipo deben estar asequibles en el lugar de trabajo para asegurar el logro de las metas de producción. El control de producción se ocupa de la distribución puntual de materiales en el lugar de trabajo para el proceso de manufactura. De tal modo, que estén disponibles de una manera que repercuta en los de costos en el lugar y el momento que se necesiten. (Hicks, 1999).

3.14. Mejora continua

Para que una empresa logre su objetivo central de maximizar las ganancias de sus propietarios (rentabilidad) requiere responder mejor que sus competidores a las expectativas de sus potenciales consumidores (competitividad). Esto último le exige fijarse objetivos muy concretos como bajar costos, mejorar la calidad, diversificar la producción, perfeccionar la oportunidad y el servicio post venta, entre otros.

El verdadero reto consiste, pues, en conseguir esos objetivos en forma simultánea. Para ello, deberá tener claro desde el punto de vista estratégico: qué producir, dónde producir, dónde vender y a quien vender, con el fin de diseñar escenarios que orientan su rumbo hacia posiciones más sólidas en el mercado.

Estos objetivos sólo se pueden alcanzar llevando a cabo acciones de mejora permanente en el diseño de los productos, en el diseño y la operación de los procesos de trabajo productivos y administrativos y en el diseño e implantación de las estrategias.

Se requiere que técnicamente al interior de la empresa impere una atmósfera de mejora continua en todos los procesos que tienen lugar en ella. (G, M, M, & C, 2014).

Como lo señala José de la Cerda Gastélum, todas las empresas y todos los miembros de una organización, no sólo los altos niveles jerárquicos, pueden desarrollar sus capacidades para resolver problemas, reducir desperdicio, mejorar la calidad de los productos y servicios, disminuir los tiempos de ciclo y entrega, y con todos estos logros, colaborar para que las empresas sean más competitivas, más rentables y con mayor capacidad para crecer y desarrollarse. (G, M, M, & C, 2014).

3.15. Manufactura

Como campo de estudio, en el contexto moderno, la manufactura se puede definir de 2 maneras, una tecnológica y la otra económica. En el sentido tecnológico, la manufactura es la aplicación de procesos físicos y químicos para la alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de iniciado. Para fabricar productos o piezas. La manufactura también incluye el ensamble de piezas múltiples para fabricar productos. Los procesos para llevar a cabo la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual. Casi siempre la manufactura se ejecuta como una secuencia de operaciones. Cada una de éstas lleva el material más cerca del estado final que se desea.

En el sentido económico, la manufactura es la transformación de los materiales en artículos de valor mayor por medio de uno o más operaciones de procesamiento o ensamblado. La clave es que la manufactura agrega valor al material combinado, su forma o propiedades, o mediante combinar materiales distintos, también alterados. El material se habrá hecho más valioso por medio de las operaciones de manufactura ejecutadas en él cuando el mineral de hierro se convierte en acero, se le agrega valor, si la arena se transforma en vidrio, se le añade valor. Cuando el petróleo se refiere y se convierte en plástico, su valor

aumenta, y cuando el plástico se modera en la geometría compleja de una silla de jardín, se vuelve más valioso. Es frecuente que las palabras, manufactura y producción se usen en forma indistinta el de vista. Por eso es que la producción tiene un significado más amplio que la manufactura. (Groover, 2007).

3.15.1 Las industrias manufactureras

La industria consiste en empresas y organizaciones que producen o suministran bienes y servicios. Las industrias se clasifican como primarias, secundarias o terciarias. Las industrias primarias, cultivan y explotan recursos naturales, tales como la agricultura y minería. Las industrias secundarias, toman las salidas de las primarias y las convierten en bienes de consumo y capital. En esta categoría la manufactura es la actividad principal, pero también quedan incluidas las construcciones y la generación de energía. Las industrias terciarias, constituyen el sector de servicios de la economía. (Groover, 2007).

3.16. Relaciones en el medio de trabajo

Existe una clara relación entre estrés profesional y las relaciones del trabajador con sus compañeros, sus superiores y subordinados y el apoyo social que le prestan a los mismos.

Unos flujos comunicativos en que la repartición de las funciones es ambigua, aceleran el deterioro de las relaciones entre sus miembros, con los que se crean riesgos de tensiones psicológicas que revisten la forma de insatisfacción en el trabajo.

Las tensiones en el trabajo se atenúan cuando el operario se siente apoyado socialmente por sus compañeros y jefes y sus funciones están claramente definidas.

Este factor también interviene en los efectos del estrés profesional.

Las variables que configuran el nivel de carga mental que ha de soportar el trabajador en situaciones laborales es un complejo cúmulo de interacciones entre múltiples factores laborales y extra profesionales, y el control exhaustivo

de uno o algunos de ellos no es garante de una situación óptima de carga mental. (P, E, & P, 1994).

Por otro lado, dentro de los factores que configuran las condiciones de trabajo, son:

- 1.- Las condiciones materiales en lo que concierne a la seguridad, la higiene y el ambiente de trabajo.
- 2.- Los aspectos organizativos, exigencias de trabajo, descripción de la tarea, la organización y la gestión, la carrera profesional y el clima laboral.
- 3.- La duración del trabajo y la organización de los horarios, pausas, ritmos, turnos, días festivos, vacaciones, etcétera.
- 4.- Los sistemas de retribución (sueldos, salarios por incentivos, promoción, salario en especie).
- 5.- La formación profesional continuada.

Para lograr obtener una situación de equilibrio y bienestar entre los requerimientos del trabajo y las posibilidades de actuación de las personas, debemos considerar y analizar el monto de restricciones que todo operario aporta al sistema de trabajo, a fin y efecto de encontrar soluciones susceptibles de reducir las discrepancias entre las capacidades de acción y los objetivos de las personas, y las exigencias de los sistemas, y es ahí donde la agonía se convierte en la ciencia aplicada idónea para mejorar las condiciones de trabajo y, por simpatía, la productividad de las empresas y organizaciones. (P, E, & P, 1994).

3.17. Estudio de tiempos

Un estándar de tiempo se define como el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura, con las 3 condiciones siguientes:

- Operador calificado y bien capacitado.
- Manufactura a ritmo normal.
- Hacer una tarea específica. (Meyers & Matthew, 2006).

Estas 3 condiciones son esenciales para entender el estudio de tiempos y, por tanto, el análisis siguiente.

El proceso por el que se establecen estándares de tiempo es el estudio de tiempos, se requiere un trabajador calificado y bien capacitado generalmente es la experiencia lo que hace de un operador alguien calificado y bien capacitado; el tiempo necesario para alcanzar la calificación varía según el trabajo y la persona. Por ejemplo, los operadores de máquinas de coser, soldadores, tapiceros, maquinistas y muchos otros trabajos de alta tecnología requieren largos periodos de aprendizaje.

El error más grande que comete el personal inexperto en la realización de estudios de tiempos es estudiar los tiempos de alguien en un momento demasiado prematuro. Una buena regla práctica es comenzar con una persona calificada capacitada por completo y darle 2 semanas en el trabajo antes de hacer el estudio de tiempos en áreas, o trabajos nuevos, se usan sistemas de estándares predeterminados de tiempos, al principio, estos estándares parecen difíciles de alcanzar porque los tiempos establecen para operadores calificados bien entrenados.

El ritmo normal es aquel al que un operador capacitado, en condiciones normales, realiza una tarea, con un nivel de esfuerzo normal, es decir, aquel con el cual un operador puede mantener un ritmo confortable, ni demasiado rápido ni demasiado lento para cada trabajo, solo se utiliza un estándar de tiempo, aun si las diferencias individuales entre operadores arrojan resultados diferentes.

El ritmo normal es confortable para la mayoría de la gente.

Al desarrollar los estándares de tiempo para una tarea, se usa como tiempo normal el 100% del tiempo con ritmo normal. Si se juzga que el ritmo es más lento o más rápido del normal, se hacen los ajustes correspondientes. (Meyers & Matthew, 2006).

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1 Enfoque de investigación

Mixto

El enfoque mixto es una metodología de investigación que combina tanto métodos cualitativos como cuantitativos para abordar un problema o una pregunta de investigación. Esto permite obtener una visión más completa y profunda del fenómeno que se está estudiando. Este enfoque es especialmente útil en áreas donde se busca comprender “por qué” o “cómo”, lo que puede llevar a conclusiones un enfoque de método el cual, se basa en el método cualitativo y cuantitativo. (Sampieri, 2014).

En el presente proyecto se estará utilizando el enfoque mixto, se considera que es la mejor opción por varias razones, las cuales van desde la perspectiva completa, la identificación de problemas, la validación de resultados, la mejora continua, la alineación de objetivos y la comunicación, esto permite no solo entender el “qué” está sucediendo, sino también el “por qué” detrás de ello, lo cual es esencial para implementar cambios efectivos y sostenibles en el proceso.

4.2 Tipo de investigación

4.2.1. Investigación documental

La investigación documental es un tipo de investigación que se centra en la recopilación análisis e interpretación de documentos y fuentes escritas para obtener información sobre un tema específico. Este enfoque es común en las ciencias sociales, humanidades y otras disciplinas donde el estudio de textos y documentos puede proporcionar una comprensión profunda del contexto, la historia o la teoría relacionada con el objeto de estudio. (Bastar, 2012).

Este proyecto tendrá una investigación documental, pues se necesita una búsqueda de información para la recopilación y análisis de datos en el área a realizar el proyecto y además se necesita respaldar las ideas y decisiones tomadas, en base a información sólida y relevante.

4.2.2. Investigación aplicada

La investigación aplicada en ingeniería se refiere al uso de principios y técnicas para resolver problemas prácticos en diversas áreas. Este tipo de investigación busca desarrollar soluciones innovadoras y efectivas que puedan ser implementadas en el mundo real, algunos aspectos clave de la investigación aplicada incluyen:

- Optimización de procesos
- Resolución de problemas específicos
- Evaluación de pruebas

Este enfoque se describe como el proceso mediante el cual se utilizan métodos científicos para abordar situaciones específicas en campos como la medicina, la educación, la ingeniería o las ciencias sociales. La idea es que, al comprender mejor un problema particular, se pueden desarrollar soluciones efectivas y eficientes. (Sampieri, 2014).

Este proyecto tendrá una investigación aplicada, por la manera en que la investigación está dada a resolver problemas, pues con el presente proyecto se pretende realizar mejoras en el área y lograr una optimización de MOD.

4.2.3. Investigación descriptiva

La investigación descriptiva es un tipo de estudio que se centra en describir las características de un fenómeno, grupo o situación sin manipular variables. Su objetivo principal es proporcionar una representación precisa y detallada de lo que se está investigando. (Bastar, 2012).

Esto incluye la recopilación de datos sobre cómo se realizan actualmente las operaciones, identificando patrones y tendencias que pueden ayudar a identificar áreas de mejora. (Bastar, 2012).

Este proyecto tendrá una investigación descriptiva, porque se necesita entender a fondo el contexto y las características actuales del proceso o sistema que se desea mejorar.

4.2.4. Investigación secuencial

La investigación secuencial es un enfoque que se caracteriza por la realización de estudios en etapas o fases, donde cada fase se basa en dichos resultados, Este tipo de investigación es común en contextos donde se requiere un proceso sistemático para abordar problemas complejos o para desarrollar teorías a partir de datos recopilados. (Sampieri, 2014).

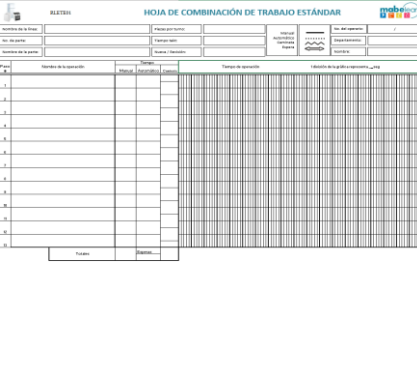
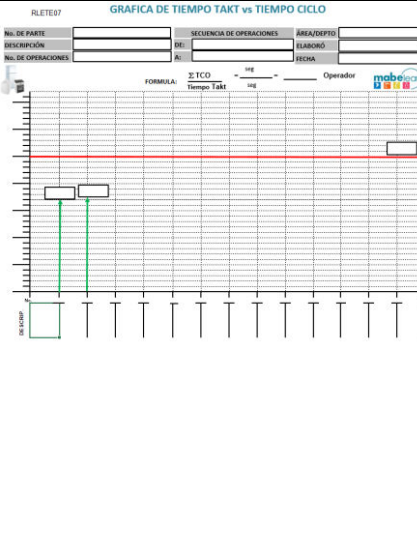
Este proyecto tendrá una investigación secuencial, porque este enfoque permitirá abordar el problema, mejora u optimización en etapas, lo cual es fundamental para entender y mejorar de manera efectiva el sistema que se estará analizando.

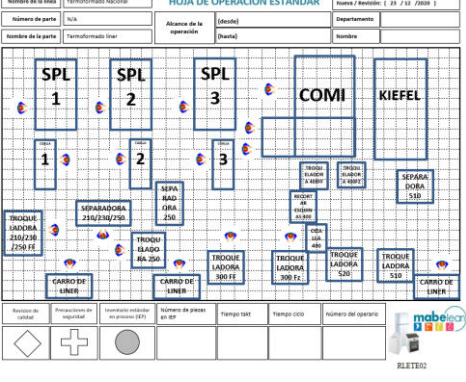
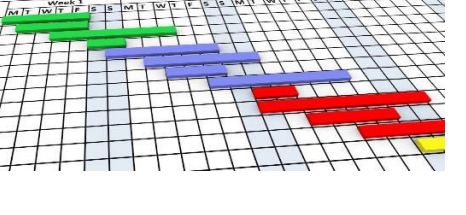
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

En la tabla 3, se muestran las técnicas para la recolección de datos¹⁷ que se utilizarán.

¹⁷ Ver glosario

Tabla 3: Técnicas para recolección de datos

Técnica	Imagen	Descripción
Observación de tiempos	 Formato para la observación de tiempos (RLETSO). Incluye campos para el nombre del operario, la fecha, y una tabla de 15 columnas para registrar los tiempos de cada componente del proceso. Al final, hay un espacio para el tiempo total por ciclo y observaciones.	Mide el tiempo que toma realizar una tarea específica del proceso.
Instructivos de operación	 Instructivo de operación para la troqueladora 400 FF. Incluye imágenes y descripciones de los pasos de trabajo: 1. Tomar el liner FF, 2. Alzar e introducir el liner FF a troqueladora, 3. Activar troqueladora FF, 4. Retirar el liner FF troquelado. También incluye una sección de inspección de calidad y advertencias de seguridad.	Proporciona instrucciones claras y detalladas sobre como realizar una tarea o proceso.
Hoja de combinación de trabajo estándar	 Hoja de combinación de trabajo estándar (RLETSO). Incluye campos para el nombre del operario, la fecha, y una tabla de 15 columnas para registrar las combinaciones de trabajo estándar. Al final, hay un espacio para el tiempo total por ciclo y observaciones.	Documenta y estandariza la forma en que se realiza un trabajo específico, asegurando consistencia y calidad.
Gráfica de tiempo takt vs tiempo ciclo	 Gráfica de tiempo takt vs tiempo ciclo (RLETSO). Incluye campos para el nombre del operario, la fecha, y una gráfica de líneas para comparar el tiempo takt (línea roja horizontal) con el tiempo ciclo (línea verde vertical). La gráfica muestra la diferencia entre el tiempo takt y el tiempo ciclo.	El tiempo ciclo es el tiempo real que toma completar un ciclo, y el tiempo takt es el tiempo disponible para producir un producto. Además, esta gráfica mejora la eficiencia en procesos de producción y gestión.

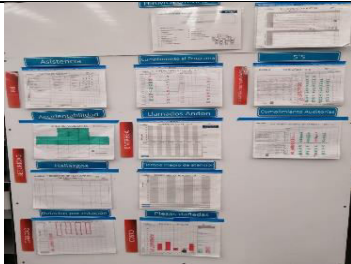
Hoja de operación estándar		Da a conocer la distribución en un pequeño <i>layout</i> del proceso a observar.
Diagrama de flujo		Representa un proceso o sistema, para mostrar las etapas y la secuencia de acciones.
Diagrama de Gantt		Planifica y sigue el progreso de un proyecto a lo largo de un determinado tiempo.

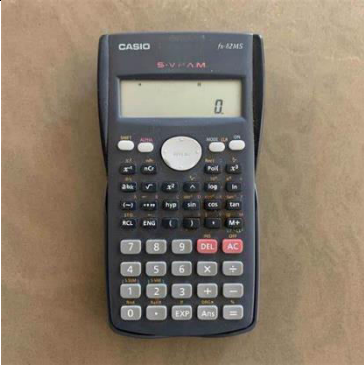
Fuente: Propia

En la tabla 4, se muestran los instrumentos¹⁸ que se utilizarán para la recolección de datos.

¹⁸ Ver glosario

Tabla 4: Instrumentos para recolección de datos

Instrumentos	Imagen	Descripción
Bitácora		Observar todo el proceso de termoformado en la máquina y en la operación.
Celular		Tomar evidencias fotográficas, para los instructivos y/o según el caso.
Computadora		Realizar los formatos en base a lo ya observado.
Cronómetro		Medir el tiempo de manera precisa.
Tablero		Obtener información relevante día a día, a cerca del proceso en el área.
Vernier		Medir los cortes del <i>liner</i> y así confirmar el promedio en el que debe estar el mismo.

Calculadora		Realizar cálculos requeridos, dependiendo a los formatos utilizados.
---------------------------	--	---

Fuente: Propia

4.4 Método

4.4.1 Objetivo 1.

Eficientizar los procesos y realizar un análisis de tiempos y movimientos de MOD en el área de Termoformado.

- Se observará detalladamente para conocer el proceso de cómo funcionan las líneas de producción.
- Después de realizar la observación, se elaborará un mapeo del proceso, para representar cada paso del mismo, desde el inicio hasta el fin.
- Con la ayuda del mapeo anterior, se recolectará la información necesaria para tener datos relevantes sobre tiempos de ciclo.
- Se realizará un análisis de toma de tiempos, para registrar el tiempo que tardan las diferentes actividades realizadas en el proceso.
- Con los registros obtenidos se elaborarán varios formatos acerca de las actividades realizadas por los operadores y conocer que tan saturados están en el proceso.

4.4.2 Objetivo 2.

Identificar áreas de mejora y optimización en el área de Termoformado.

- Para identificar áreas de mejora, se elaborará un diagrama de proceso.

- Después de haber sido identificadas las áreas de mejora, se analizará que ocurre en cada una, e identificar la causa raíz de problemas en el proceso.
- Se realizará un diagrama de ISHIKAWA para identificar causas raíz de problemas en el proceso.
- Una vez identificada la causa principal, generar estrategias de optimización para solucionar el problema.

4.4.3 Objetivo 3.

Realizar un análisis de eficiencia de las máquinas.

- Familiarizarse con las máquinas.
- Se observará el funcionamiento de las máquinas en tiempo real y se tomará notas sobre los procesos.
- Analizar y comprender los datos de eficiencia de las máquinas, ayudará a recolectar datos y conocer su rendimiento en base a el consumo energético y operativo de las mismas.
- En base a lo anterior, se identificarán las causas más frecuentes por las cuáles fallan las máquinas.
- Se clasificarán los fallos identificados en categorías (mantenimiento inadecuado, desgaste de piezas, errores de operación) para determinar la causa más importante.
- Se propondrá desarrollar soluciones correctivas (Plan de mantenimiento).

4.4.4. Objetivo 4.

Identificar mudas, con la finalidad de reducir costos, en el área de Termoformado.

- Se realizará una investigación documental de las mudas.
- Se llevará a cabo el mapeo del proceso.
- Con la investigación realizada, se identificará las mudas existentes en el proceso.

- Después de identificarse las mudas en el proceso, se analizará la causa raíz mediante un diagrama de ISHIKAWA
- Posteriormente se desarrollarán soluciones.
- Se procederá a la implementación de cambios.

4.4.5. Objetivo 5.

Capacitar al personal en los nuevos procesos estandarizados para asegurar su correcta implementación, con la finalidad de mejorar el rendimiento.

- Se plantearán propuestas de mejora.
- Se llevará a cabo una sesión en la sala de juntas con ayuda de una presentación de *Power Point*, proporcionando así entendimiento sobre lo qué es el troquelado y porque es tan importante realizarlo de manera correcta.
- Con el conocimiento adquirido, se hará una demostración práctica en las troqueladoras, para ilustrar las mejores prácticas y técnicas adecuadas en el proceso antes mencionado.
- Se llevará a cabo la participación activa de los operadores de línea, donde puedan aplicar lo aprendido bajo la supervisión del ingeniero experto en el área.
- Una vez terminada la capacitación teórica y práctica, se realizará una evaluación de aprendizaje, para medir el conocimiento adquirido por los participantes sobre el proceso de troquelado.
- Por último, se tendrá una retroalimentación constructiva, donde los operadores compartirán sus experiencias, harán sus preguntas, con la finalidad que se fomente un aprendizaje continuo.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1 Objetivo 1.

Eficientizar los procesos y realizar un análisis de tiempos de MOD en el área de Termoformado.

Se observó detalladamente para conocer el proceso de cómo funcionan las líneas de producción.



Ilustración 2: Proceso de separado

Fuente: Propia

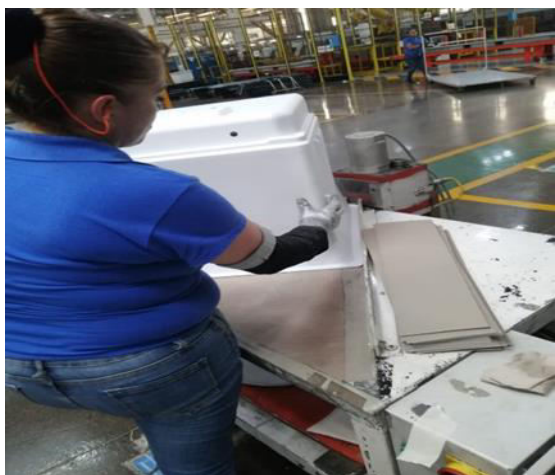
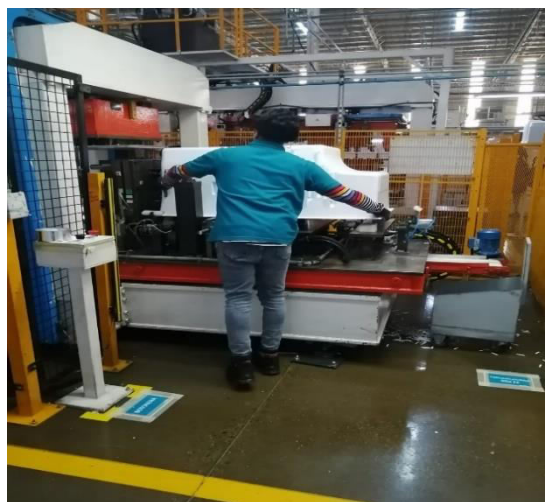


Ilustración 3: Proceso de troq y corte

Fuente: Propia

Con la observación realizada, y en base a conocer el proceso completo, se elaboró un *layout* de cómo está distribuida el área de Termoformado, este se muestra en la ilustración 4.

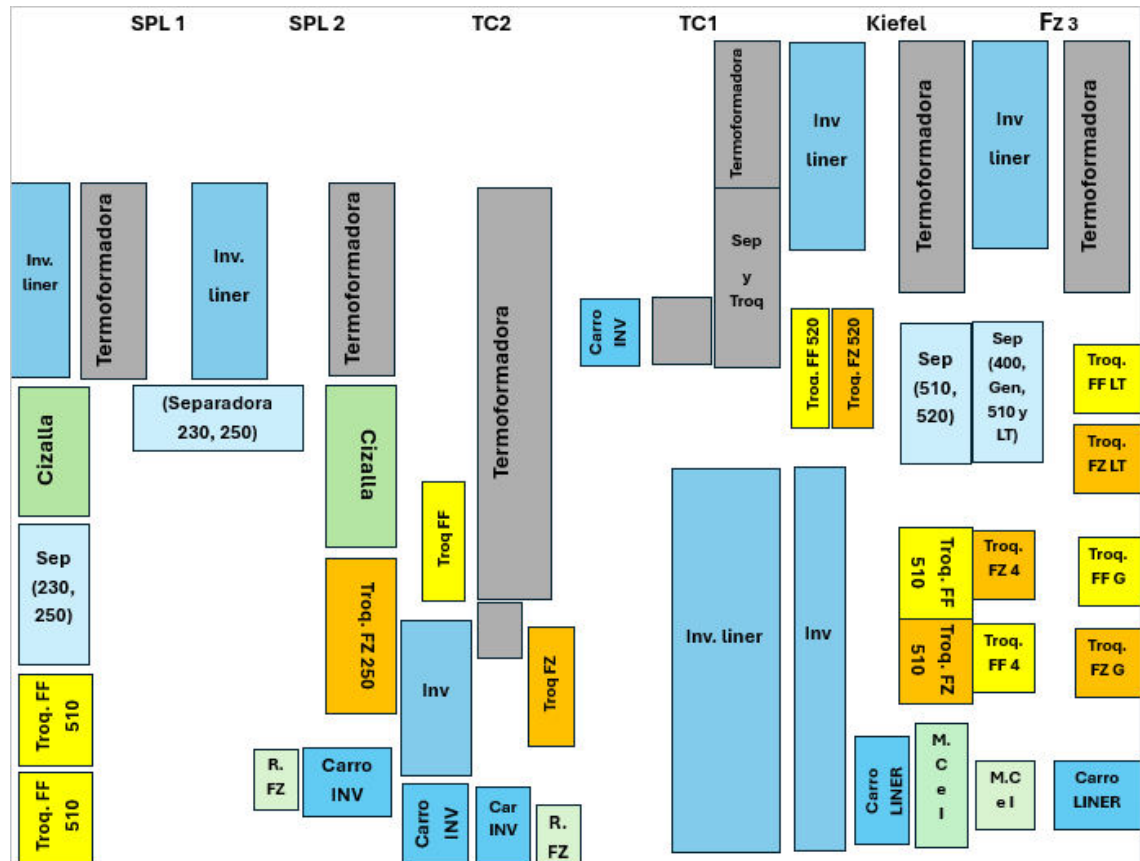


Ilustración 4: Layout de proceso

Fuente: Propia

Después de haber realizado la observación, se realizó un mapeo del proceso, para representar cada paso del mismo, desde el inicio hasta el fin.

En la ilustración 5, se muestra un diagrama de proceso en el cual se plasma las actividades de Termoformado desde un inicio de Llegada como lámina, a convertirse a término de proceso en un *liner* troquelado. El diagrama se elaboró con ayuda del *software Yed Graph Editor*.

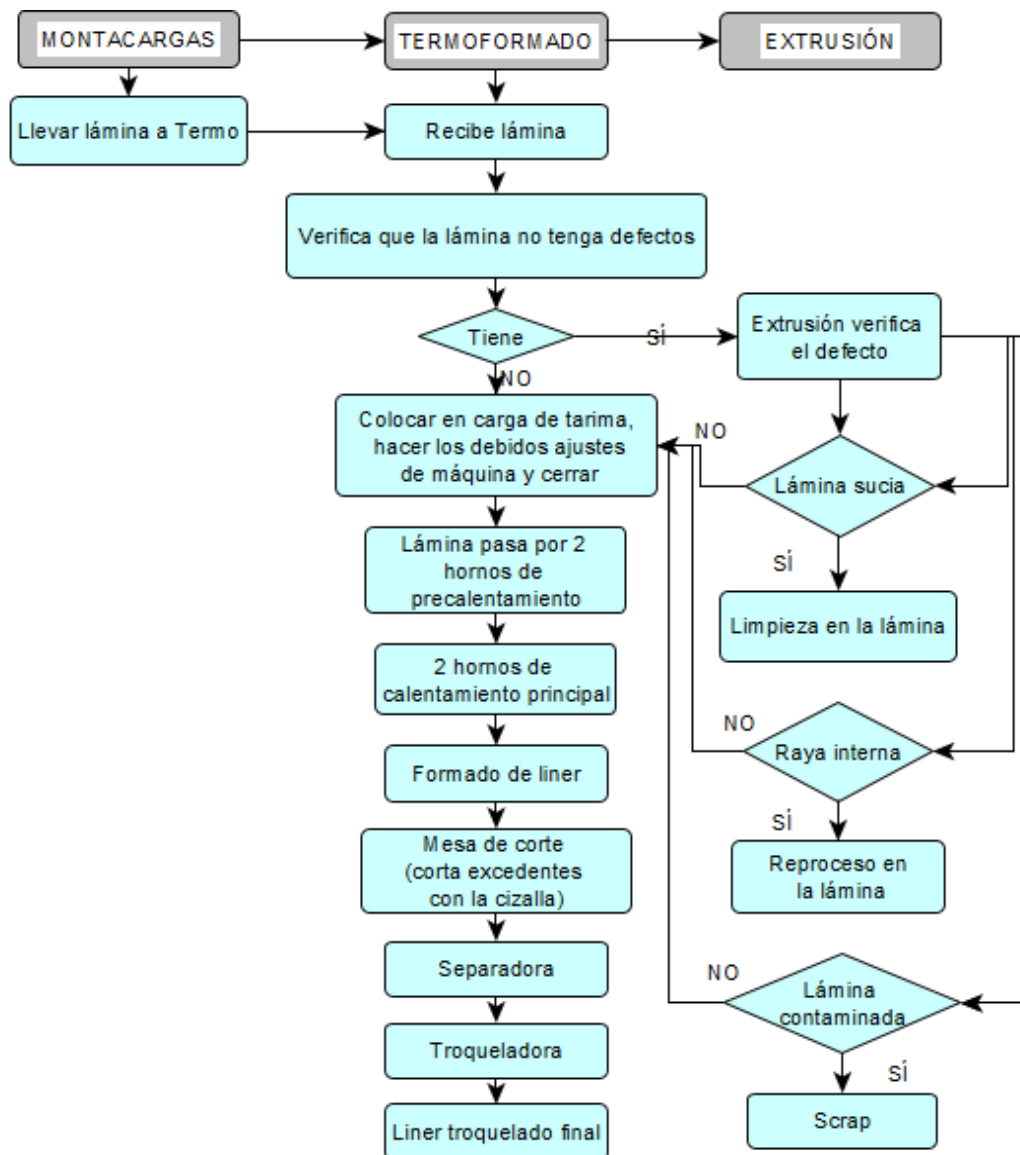


Ilustración 5: Mapeo de proceso

Fuente: Propia

Con la ayuda del diagrama anterior, se recolectó la información necesaria para tener datos relevantes sobre las operaciones realizadas en el proceso y tiempos de ciclo.

Se realizó un análisis de toma de tiempos con la ayuda de un formato proporcionado por la empresa, para registrar el tiempo que tardan las diferentes actividades realizadas en el proceso.

En las ilustraciones 6 a la 11, se muestran las evidencias de toma de tiempos de las 6 estaciones en el proceso (Inspector inicial, Separadora, Troquelado FF, Troquelado FZ, Inspección final y Movedor de *liner*).

INSPECTOR INICIAL

RLETE06

Proceso a observar :
Operador 1 Inspección de
liner 400

FORMATO PARA LA
OBSERVACIÓN DE
TIEMPOS



Fecha: 05/09/2024

Hora: 9:20a. m.

Análisis No: 1

Observador:
Valeria Lara Canelo

No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Tomar el liner por la parte del FZ e inspeccionar por la parte externa del	2	5	5	4	5	3	3	7	4	6						5	
2	Levantar poco a poco e ir inspeccionando	12	11	18	12	10	10	13	19	11	10						10	
3	Bajar y colocar en el piso	5	3	4	5	5	6	3	4	5	4						5	
4	Marcar el liner por ambas partes FF/FZ	7	5	6	5	6	6	8	7	7	8						7	
5	Tomar, recorrer y poner en el lugar correspondiente (Zona sig)	5	4	6	6	6	3	6	6	6	6						6	
6	Inv local	16	16	19	15	13	16	14	15	15	15						15	
7																		

Ilustración 6: ODT Inspector inicial

Fuente: Propia

SEPARADORA

RLETE06

Proceso a observar :
Operador 2 Separadora 400

FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS



Fecha: 05/09/2024

Hora: 9:20a. m.

Análisis No: 1

Observador:
Valeria Lara Canelo

No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Marcar el liner con la partida en parte inferior del liner FF/FZ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
2	Tomar y colocar en la separadora	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3						3	
3	Oprimir botones bimanuales	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2						3	
4	(Automático) Dirigirse a colocar esponja en la parte inferior del FF anterior	11	10	10	13	15	14	10	11	11	10						10	
5	Retirar el liner FF y colocar en el piso	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3						2	
6	Retirar el liner FZ, colocar dentro de el liner FF y recorrer	3	2	3	3	3	3	5	3	3	3						3	
7	Esperas	7	8	8	3	3	3	8	7	7	8						8	

Ilustración 7: ODT Separadora

Fuente: Propia

TROQUELADO FF

RLETE06		FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS										Fecha: 03/09/2024				Análisis No: 1		
Proceso a observar : Operador 4 Troqueladora FF 400												Hora: 11:40a. m.				Observador: Valeria Lara Canelo		
No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Tomar el liner FF	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2						2	
2	Colocar el liner en la troqueladora FF	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						3	
3	Oprimir botón de inicio de ciclo	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2						2	
4	Tiempo de espera (Automático)	13	13	13	13	12	13	13	13	13	13						13	
5	Retirar el liner FF y pre colocar en el piso	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3						4	
6	Colocar el liner FZ dentro de el liner FF	2	2	2	2	2	6	3	2	2	2						2	
7	Recorrer a la siguiente estación	2	2	2	2	3	2	3	2	4	2						2	

Ilustración 8: ODT Troquelado FF

Fuente: Propia

TROQUELADO FZ

RLETE06

Proceso a observar :

Operador 4 Troqueladora FF 400

FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS



Fecha: 03/09/2024

Hora: 11:40a. m.

Análisis No: 1

Observador:
Valeria Lara Canelo

No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Tomar el liner FF	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2						2	
2	Colocar el liner en la troqueladora FF	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						3	
3	Oprimir botón de inicio de ciclo	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2						2	
4	Tiempo de espera (Automático)	13	13	13	13	12	13	13	13	13	13						13	
5	Retirar el liner FF y pre colocar en el piso	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3						4	
6	Colocar el liner FZ dentro de el liner FF	2	2	2	2	2	6	3	2	2	2						2	
7	Recorrer a la siguiente estación	2	2	2	2	3	2	3	2	4	2						2	

Ilustración 9: ODT Troquelado FZ

Fuente: Propia

INSPECCIÓN FINAL

Proceso a observar : Operador 5 Corte e inspección 400		FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS												Fecha: 05/09/2024		Análisis No: 1		
												Hora: 9:20a. m.		Observador: Valeria Lara Canelo				
No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Tomar liners, tomar el liner FZ, posicionar en la mesa y presionar el pedal para cortar esquina	3	4	4	3	4	8	4	4	4	4						4	
2	Colocar el liner FZ en el piso	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
3	Tomar el liner FF, posicionar en la mesa y presionar el pedal para cortar esquina	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3						3	
4	Colocar el papel Craft en el lateral izquierdo superior del FF	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4						5	
5	Inspeccionar el liner FF	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3						3	
6	Inspeccionar el liner FZ y colocar dentro de el liner FF	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4						4	
7	Tomar ambas partes y colocar en el carro de inventarios	4	4	4	5	3	4	6	5	4	4						4	

Ilustración 10: ODT Inspección final

Fuente: Propia

MOVEDOR DE LINER

RLETE06		FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS														Fecha: 09/09/2024		Análisis No: 1	
Proceso a observar : Operador 5 Movedor de liner																Hora: 9:20a.m.		Observador: Valeria Lara Canelo	
No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones	
1	Tomar carro de inventarios L4	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2						2		
2	Dirigirse a invernadero L4	29	23	28	29	26	28	25	26	28	26						26		
3	Tomar 1 a 1 liner y colocar en el lugar designado	51	87	88	80	63	65	60	53	51	80						88		
4	Tomar carro vacío	2	2	5	2	3	3	2	2	2	3						2		
5	Llevar carro vacío a termo y acomodar	22	25	23	22	22	22	23	22	24	24						22		
6	Dirigirse a invernadero L5	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165						165		

Ilustración 11: ODT Movedor de liner

Fuente: Propia

Con los registros obtenidos y con la ayuda de un formato proporcionado por la empresa, se realizaron gráficas de TC vs TT, para conocer qué tan

saturados están los operadores en el proceso. De la ilustración 12 a la 17, se muestra lo antes mencionado.

En la ilustración 12, se muestra el porcentaje de saturación¹⁹ del operador que realiza la estación de inspección inicial de Termoformado, esto siendo cuándo el operador recibe el *liner* y hace su debida inspección por ambos partes inferior y superior, para posteriormente pasarlo al área de separado.

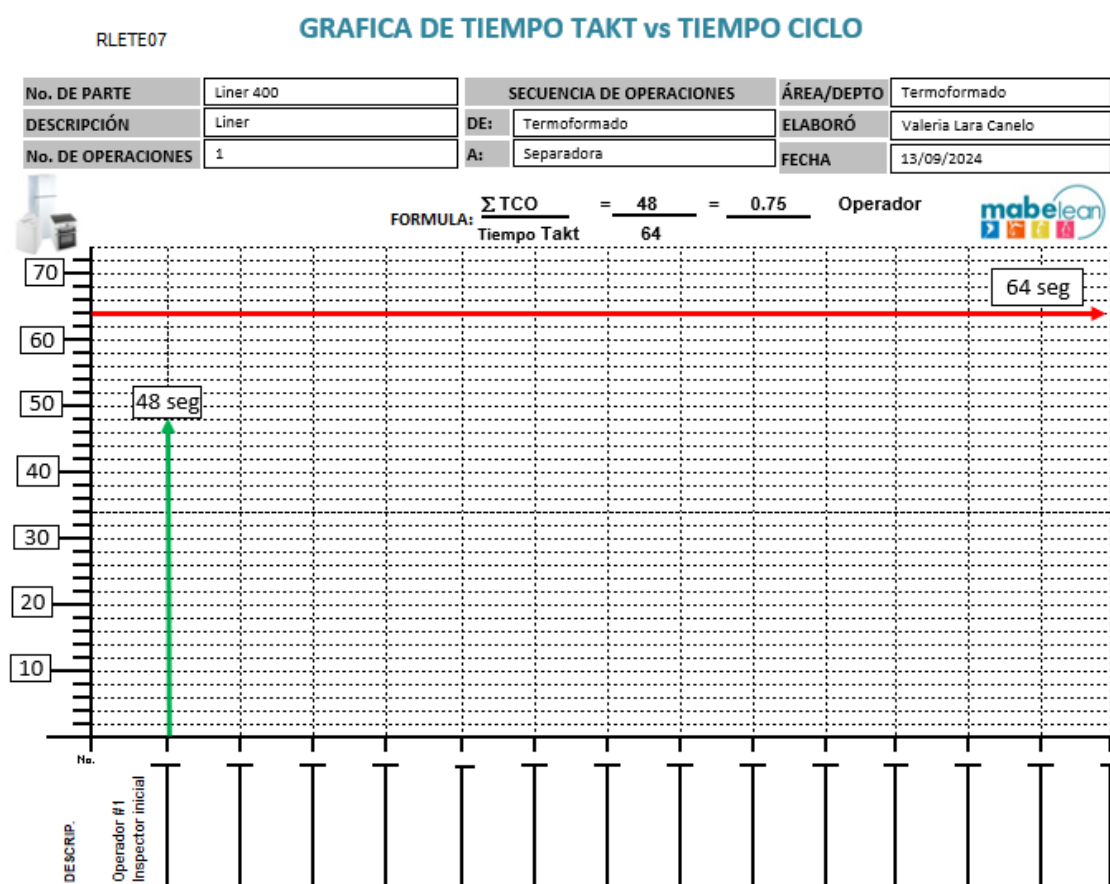


Ilustración 12: Gráfica TT vs TC Inspección Inicial

Fuente: Propia

En la ilustración 12, se muestra que el operador 1, cuenta con una saturación del 75%, la saturación es considerable, pues no es una saturación normal, pero tampoco baja, a el operador inicial de Termoformado, no se le

¹⁹ Ver glosario

puede agregar más actividades a las debidas, ya que él se encarga de revisar que el *liner* no presente contaminación, deformación, bajos espesores, arrugas o incrustaciones, el marcado del mismo, llevar a inventario local en proceso o pasar a siguiente estación, así como también realizar y hacer los debidos ajustes correspondientes que se requieren en el tablero de la Termoformadora, para que el *liner* se presente en buenas condiciones bajo criterios de calidad.

En la ilustración 13, se muestra el porcentaje de saturación del operador que realiza el proceso de Separado de *liner*, esto siendo cuándo el operador toma el *liner* y coloca en la separadora, para qué este se divida en 2 partes (FF y FZ), y posterior a ello, pase a la siguiente estación.

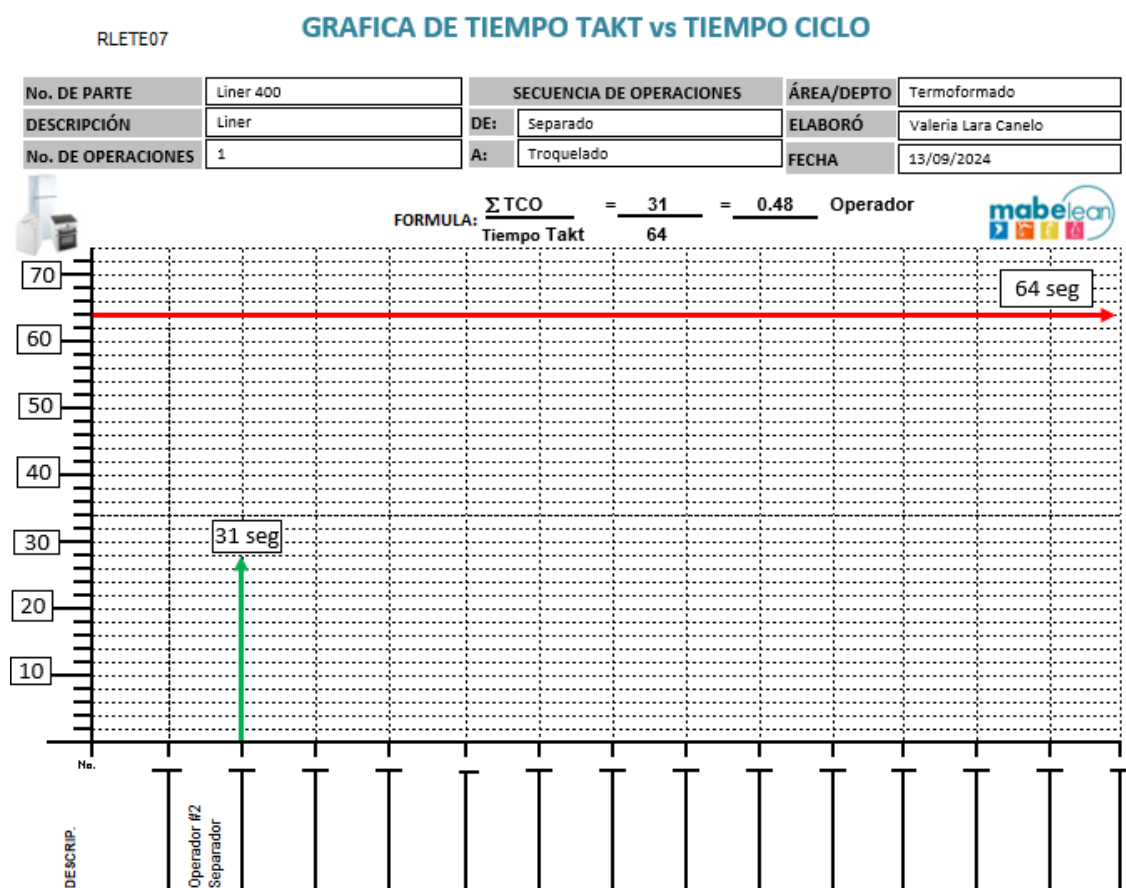


Ilustración 13: Gráfica TC vs TT Separador

Fuente: Propia

En la ilustración 13, se muestra que el operador 2, cuenta con una saturación del 48%, la saturación que tiene el operador 2 es baja, debido a que

su actividad que realiza, tiene gran tiempo de espera, por lo cual en ese tiempo realiza el marcado de los *liner* en ambas piezas (FF y FZ), además de acercar torres de *liner*, a los inventarios locales en proceso.

En la ilustración 14, se muestra el porcentaje de saturación del operador que realiza el proceso de Troquelado FF, esto siendo cuándo el operador toma ambos *liner* y recorre el *liner* FZ, después coloca en la troqueladora, retira y posterior a ello, pasa el *liner* a la siguiente estación.

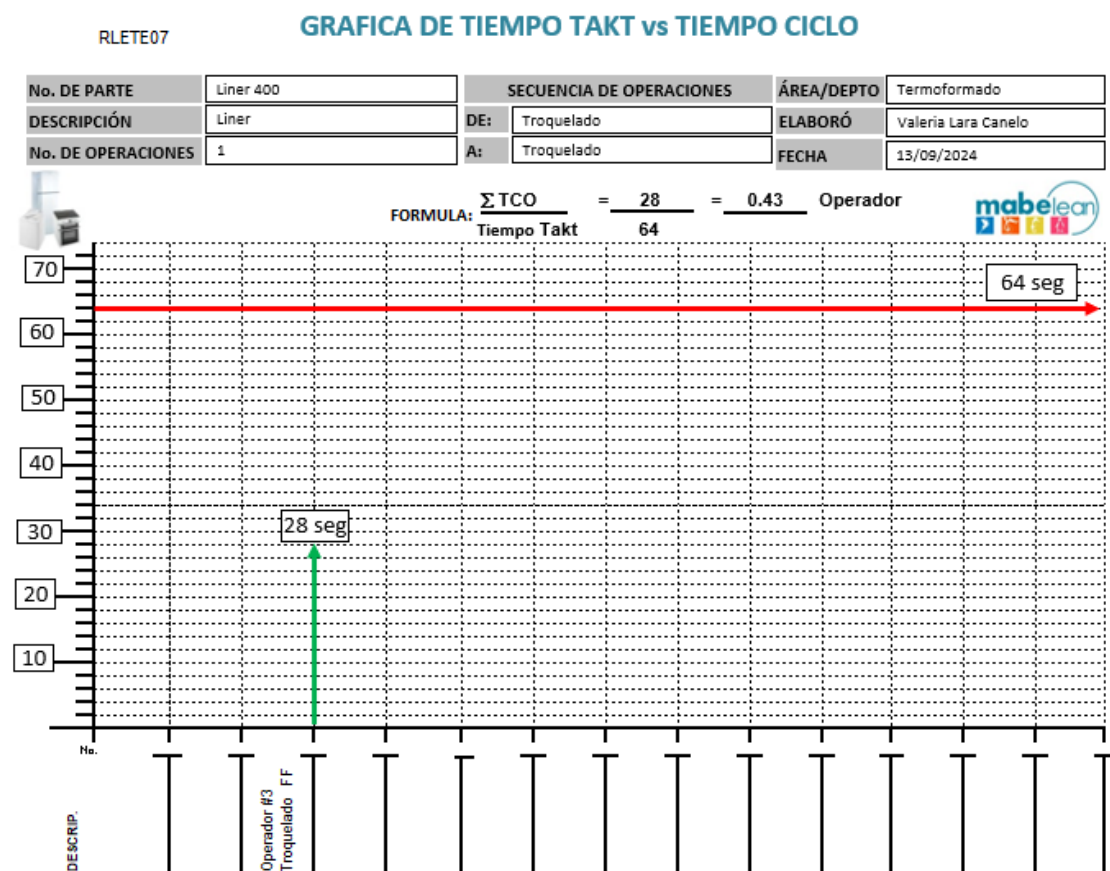


Ilustración 14: Gráfica TC vs TT Troq FF

Fuente: Propia

En la ilustración 14, se muestra que el operador 3, cuenta con una saturación del 43%, la saturación que tiene el operador 3 es muy baja, debido a que su actividad que realiza, tiene gran tiempo de espera, en la máquina al estar realizando su ciclo de troquelado en el FF, retirar y pasar.

En la ilustración 15, se muestra el porcentaje de saturación del operador que realiza el proceso de Troquelado FZ, esto siendo cuándo el operador toma el *liner* que anteriormente ya le habían pasado, coloca en la troqueladora, retira y posterior a ello, pasa ambos *liner* a la siguiente estación final.

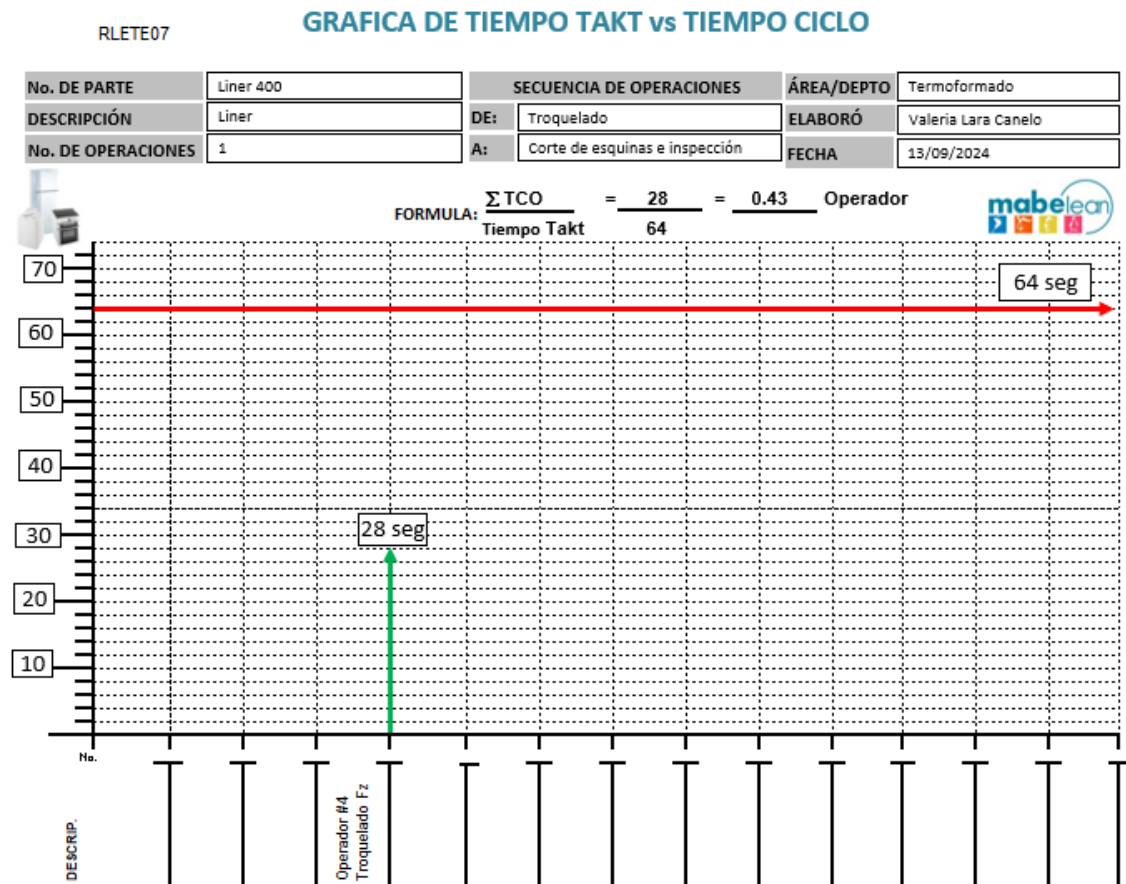


Ilustración 15: Gráfica TC vs TT Troq Fz

Fuente: Propia

En la ilustración 15, se muestra que el operador 4, cuenta con una saturación del 43%, la saturación que tiene el operador 4 es muy baja, e igual a la del operador 3, ya que realiza el mismo proceso solo en diferente parte del *liner*, como lo es en este caso del FZ, el tiempo de espera es el mismo al operador 3, está menos saturado en la estación, debido a que su actividad que realiza, tiene gran tiempo de espera, en la máquina al estar realizando su ciclo de troquelado en el FZ, retirar y pasar.

En la ilustración 16, se muestra el porcentaje de saturación del operador que realiza el proceso de Corte de esquinas e inspección, esto siendo cuándo el operador toma y recorre ambas partes del *liner*, corta esquinas en ambas partes del *liner* (FF Y FZ), realiza la debida inspección visual final, y coloca tiras de papel Kraft, posterior a ello, coloca los *liner* en el carro de inventarios.

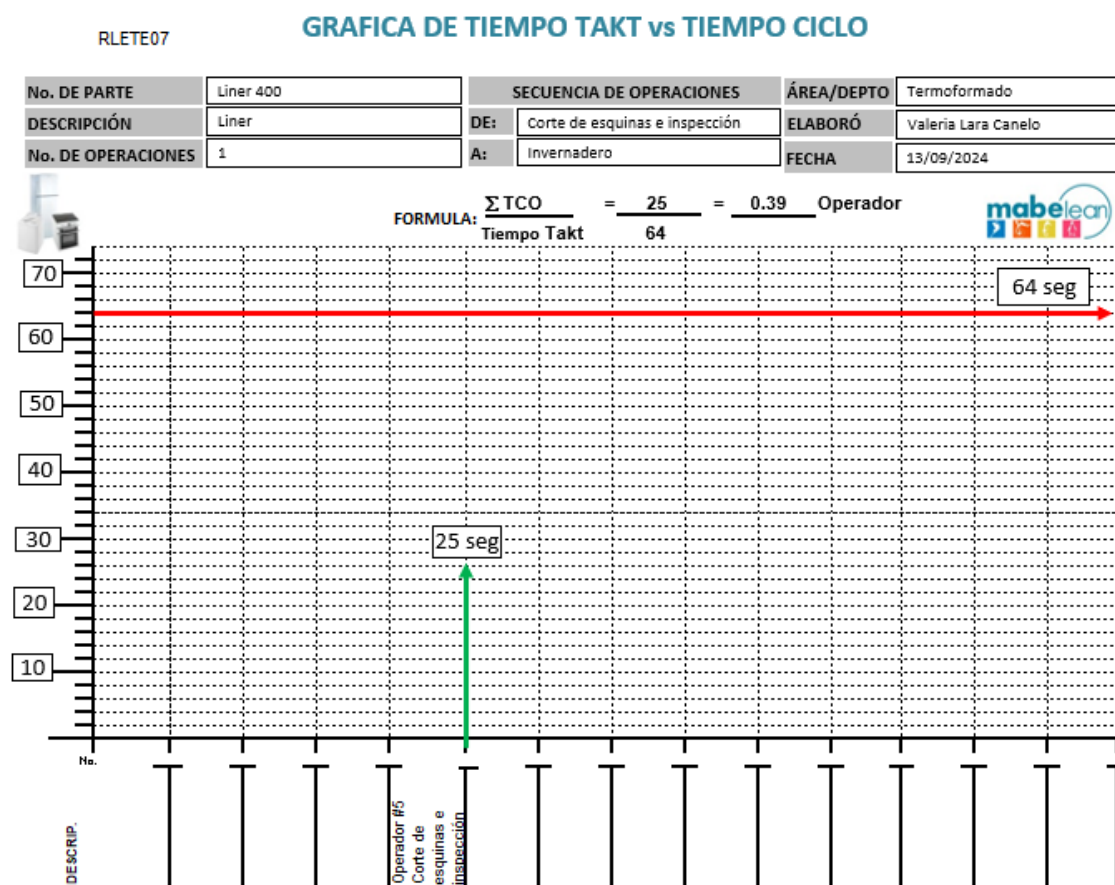


Ilustración 16: Gráfica TC vs TT Corte

Fuente: Propia

En la ilustración 16, se muestra que el operador 5, cuenta con una saturación del 39%, la saturación que tiene el operador 5 es muy baja, ya que realiza el proceso de cortar esquinas e inspeccionar finalmente cada parte del *liner*, baja de la mesa los *liner* que posicionó para hacer sus debidas actividades y sube al carro de inventarios.

En la ilustración 17, se muestra el porcentaje de saturación del operador que realiza el movedor de *liner* a los invernaderos, esto siendo cuándo el

operador toma el carro de inventarios con 16 set de *liner*, lleva al invernadero de L4 y/o L5, y su tarea es bajar el *liner* de 1 a 1, según el lugar en el qué le corresponde.

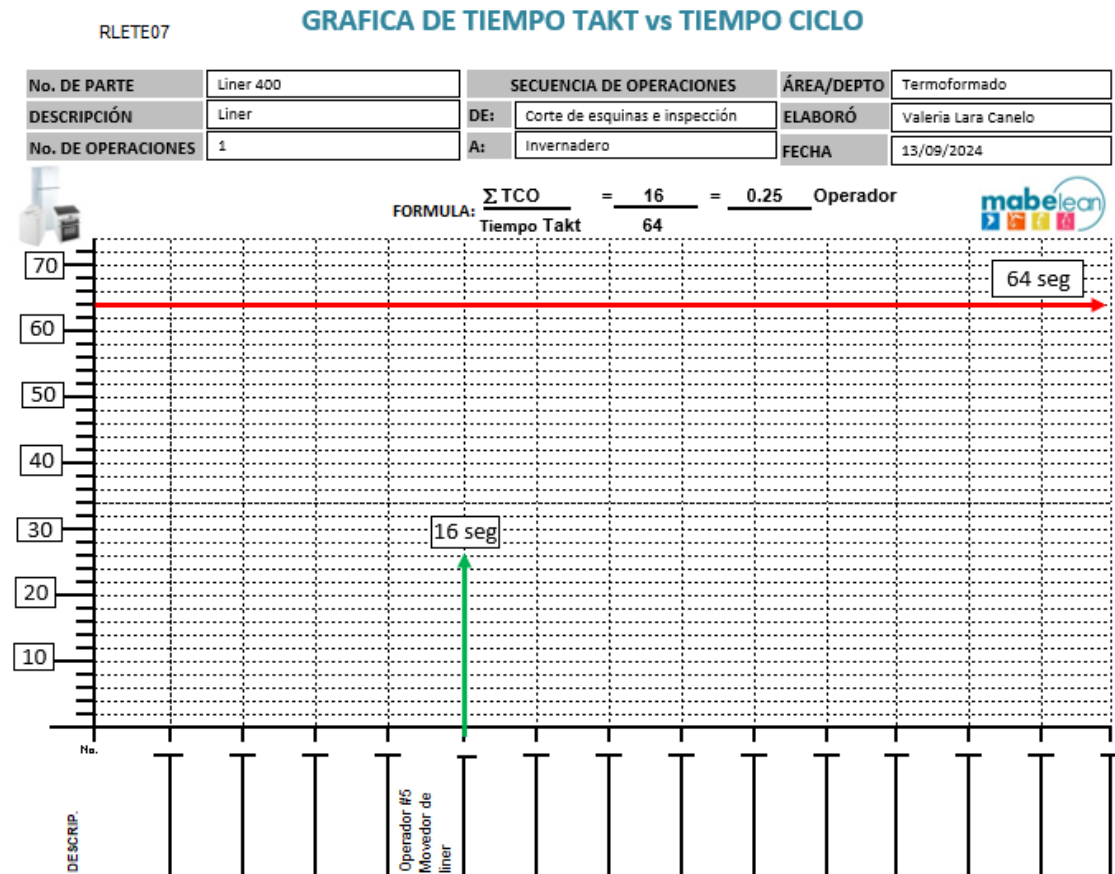


Ilustración 17: Gráfica TC vs TT Mov

Fuente: Propia

En la ilustración 17, se muestra que el operador 5, cuenta con una saturación del 25%, la saturación que tiene el operador es muy baja, incluso la más baja de todos los operadores en el proceso, ya que este operador se encarga de llevar el carro de *liner* a invernaderos, en sí, si solo fuera un operador en esta actividad, tendría que esperarse hasta que esté lleno, aunque en este proceso, se turnan los operadores para llevar el carro de inventarios, por lo que trae algunas complicaciones, ya que algunos operadores se retrasan en sus actividades y su saturación aumenta en repetidas ocasiones.

5.2 Objetivo 2.

Identificar áreas de mejora y optimización en el área de Termoformado.

Para identificar áreas de mejora, se elaboró un diagrama de proceso, de cada estación en el proceso.

En la ilustración 18, se muestra un diagrama de flujo en el cual se ve el proceso que se tiene desde que es recibido el *liner* por el operador hasta pasarlo a la segunda y siguiente estación.

INSPECCIÓN INICIAL

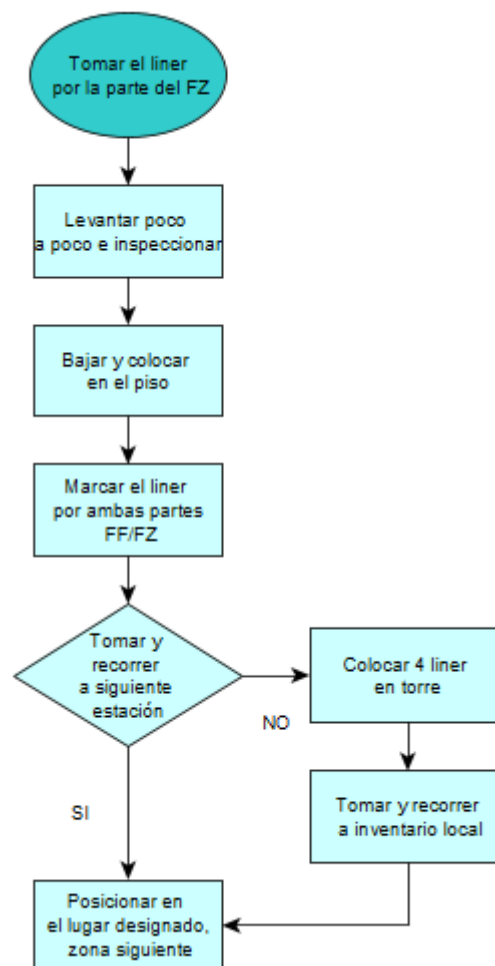


Ilustración 18: Diagrama de flujo Inspección Inicial

Fuente: Propia

En la ilustración 19, se muestra un diagrama de flujo en el cual se ve el proceso que se tiene en la separadora, al ser puesto en la misma, hasta ser retirado y colocar en la siguiente estación.

SEPARADORA

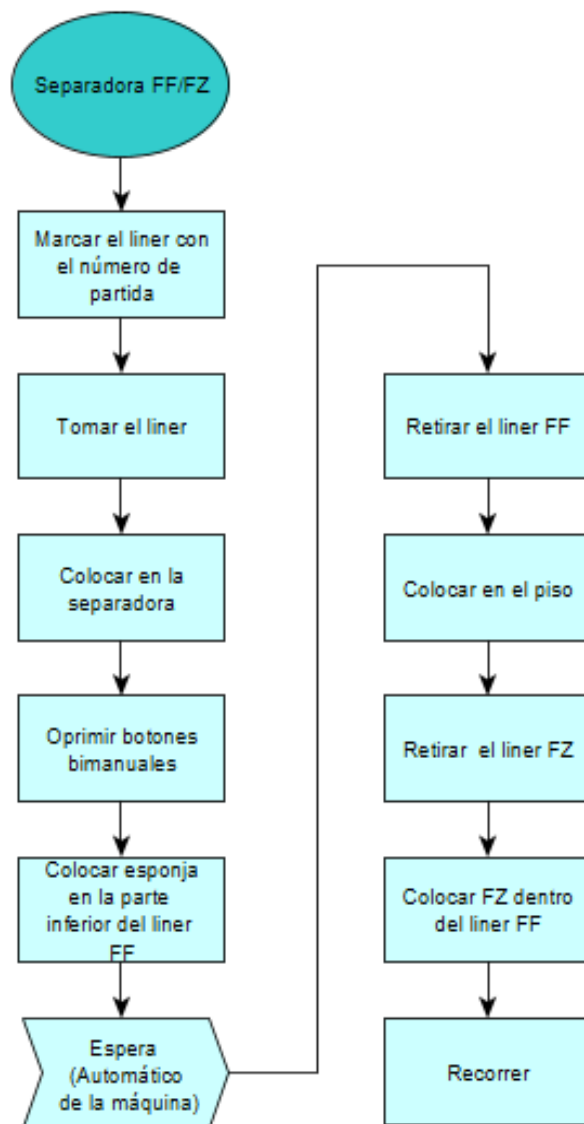


Ilustración 19: Diagrama de flujo Separadora

Fuente: Propia

En la ilustración 20, se muestra un diagrama de flujo en el cual se ve el proceso que se tiene en el troquelado FF, al ser colocado en la troqueladora FF, el retirar y recorrer a siguiente estación.

TROQUELADO FF

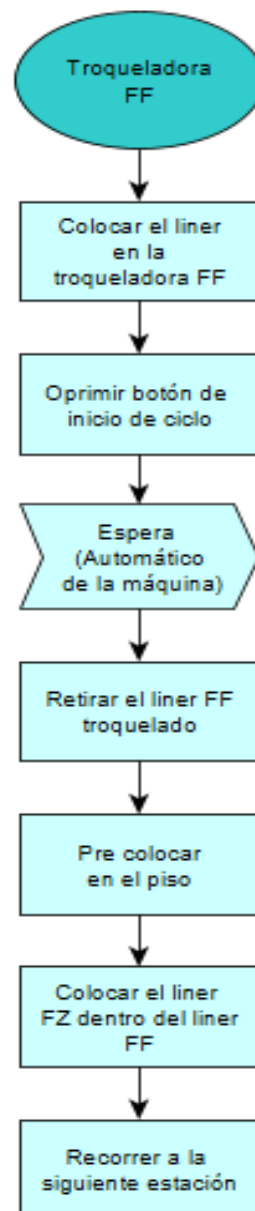


Ilustración 20: Diagrama de flujo Troq FF

Fuente: Propia

En la ilustración 21, se muestra un diagrama de flujo en el cual se ve el proceso que se tiene en el troquelado FZ, al ser colocado en la troqueladora FZ, el retirar y colocar en la última estación.

TROQUELADO FZ

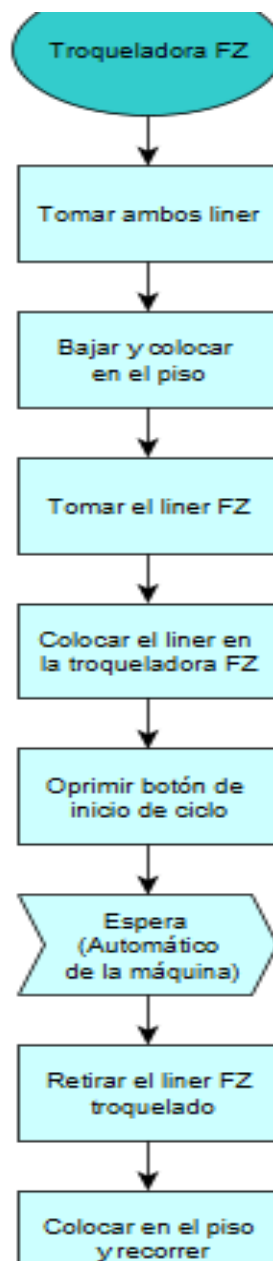


Ilustración 21: Diagrama de flujo Troq FZ

Fuente: Propia

En la ilustración 22, se muestra un diagrama de flujo en el cual se ve el proceso que se tiene en el corte de esquina e inspección final, al llevar una inspección visual detallada, hasta ser distribuido en el inventario según la línea requerida (L4 y/o L5).

CORTE E INSPECCIÓN FINAL

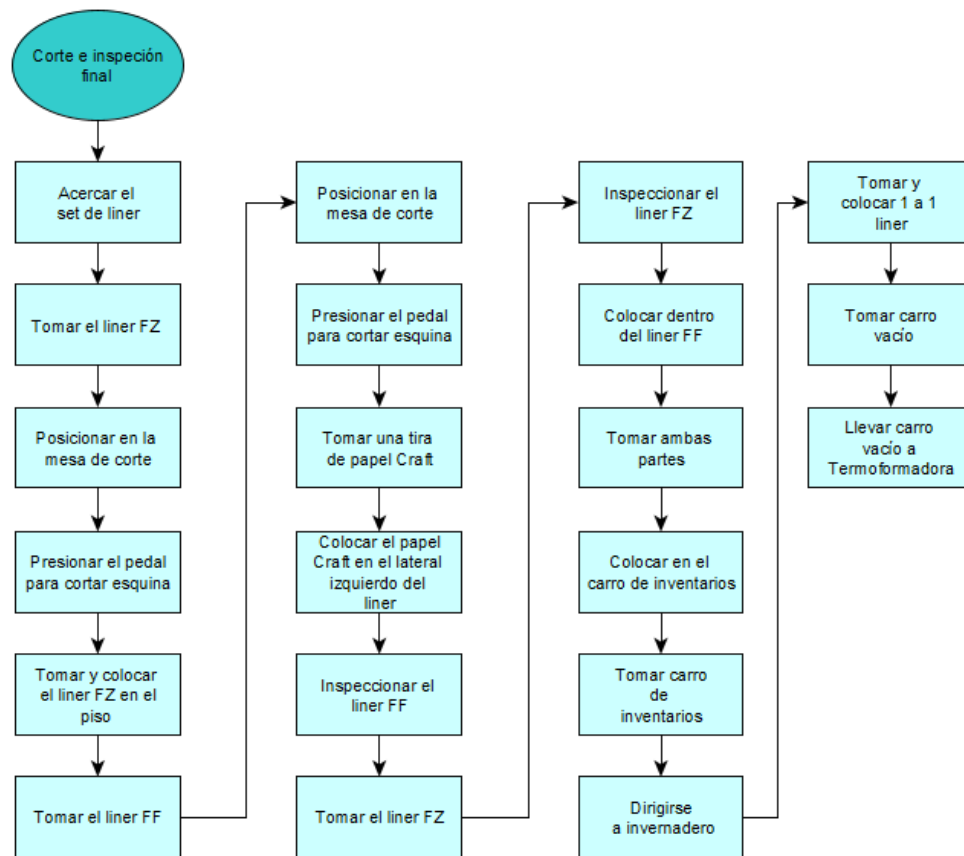


Ilustración 22: Diagrama de flujo Corte

Fuente: Propia

Después de observar todo el proceso de la Termoformadora FZ 3, se identificaron las siguientes áreas de mejora y optimización como:

- El corte de esquinas del *liner* FF y FZ.
Herramientas, tiene la solución para qué se realice ese ajuste en la separadora, y se realice desde la primera estación.
- La falta de espacio de la máquina, mover maquinaria, para ajustarle su espacio que requiere la Termoformadora y más por la gran variedad de modelos que termoforma.
- La inspección final con linternas.
- Los tiempos de espera Automático de la máquina, optimización de MOD.

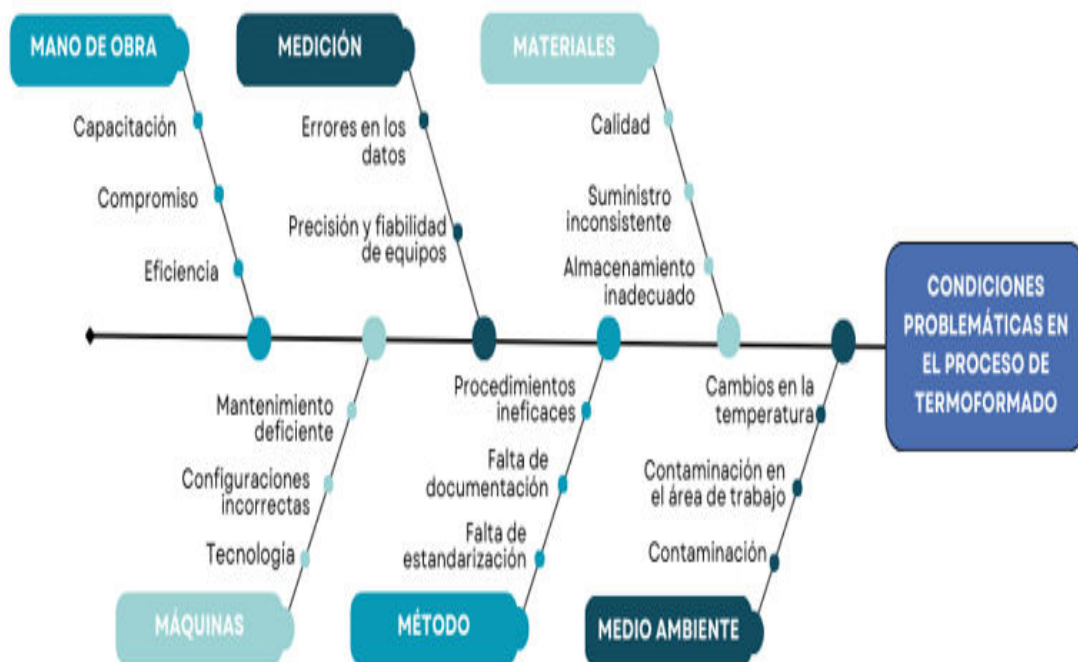


Ilustración 23: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Propia

En el diagrama Ishikawa, se identificó que el criterio más presentado es:

Método, el qué ha traído más consecuencias en el área, ya que, por los procedimientos ineficientes de los operadores al realizar sus actividades, no tienen su saturación promedio que deberían, y esto hace que tengan regularmente tiempos de ocio, durante la jornada laboral.

Para la corrección, se realizó un balance de las estaciones de trabajo, para agregar las actividades correspondientes a cada operador, teniendo en cuenta, que en el plan operativo existían 5 operadores y hoy en día el plan de trabajo se quedó en 4 operadores en la máquina Termoformadora FZ 3, con ello se adjuntó la posición de los 4 operadores ya qué se optimizó una posición de MOD.

A continuación, se muestra, la observación de tiempos actualizada (ilustración 24 a 25), así como las gráficas de TT vs TC (ilustración 26).

En cuanto a la falta de documentación, el trabajo estándar realizado, los instructivos con los que contaba, no eran los correctos pues existían formatos en el área, con actividades que ya habían sido mejoradas, pero no actualizadas en cuanto a la documentación para que los operadores puedan leer y entender con atención como es que se debe realizar la operación, independientemente si el personal operativo es nuevo, o si ya ha estado antes, para checar los nuevos procedimientos, y también a quién le corresponden.

Con la ayuda del trabajo estándar actualizado, se tendrá un control, de qué procedimientos y/o actividades en el proceso son las eficaces, para seguir realizándolo, además de la realización de la documentación faltante, pues es muy importante tenerla, para que los operadores puedan comprenderla y en algún caso de una auditoría, contar con toda la documentación actualizada.

En cuanto a la falta de estandarización se tiene que llevar a cabo un control de porque no se está llevando a cabo como debería de ser, estableciendo un procedimiento, documentación, en este caso los instructivos de operación, siendo detallados para su correcta implementación en el área de Termoformado, estos se muestran en las ilustraciones 32 a 35.

En la ilustración 24, se muestra la nueva observación de tiempos que se tomó al agregar una actividad de estación al operador 3, y optimizar MOD extra, para que los operadores cuenten con su rango de saturación promedio, siendo así que el operador 3 debe hacer ambos troquelados, tanto de FF como de FZ.

RLETE06

Proceso a observar : Troqueladora FF-FZ 400

FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS



Fecha: 04/11/2024

Hora: 9:20a. m.

Análisis No: 1

Observador: Valeria Lara Canelo

No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Tomar ambos liner y colocar en el piso	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
2	Tomar el liner FZ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
3	Colocar el liner en la troqueladora FZ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						3	
4	Oprimir botón de inicio de ciclo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
5	Tiempo de espera (Automático)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9						9	
6	Tomar el liner FF	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
7	Colocar el liner en la troqueladora FF	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						3	
8	Oprimir botón de inicio de ciclo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
9	Tiempo de espera (Automático)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						6	
10	Dirigirse a troqueladora FZ y retirar el liner troquelado	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						5	
11	Recorrer a troqueladora FF	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						3	
12	Retirar el liner FF, tomar FZ y colocar dentro del liner FF	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						5	
13	Recorrer a estación siguiente	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	

Ilustración 24: ODT Optimización Troquelado

Fuente: Propia

En la ilustración 25, se muestra la nueva observación de tiempos que se tomó al ajustarle la estación al operador 4, con el llevado de *liner* a invernadero, para que los operadores tengan su rango de saturación promedio, y la optimización haya quedado adecuadamente.

RLETE06

Proceso a observar :
Operador 4
Corte e inspección 400

FORMATO PARA LA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS



Fecha: 05/09/2024

Análisis No: 1

Hora: 9:20a. m.

Observador:
Valeria Lara Canelo

No.	Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo del elemento	Observaciones
1	Tomar liners, tomar el liner FZ, posicionar en la mesa y presionar el pedal para cortar esquina	3	4	4	3	4	8	4	4	4	4						4	
2	Colocar el liner FZ en el piso	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						2	
3	Tomar el liner FF, posicionar en la mesa y presionar el pedal para cortar esquina	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3						3	
4	Colocar el papel Craft en el lateral izquierdo superior del FF	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4						5	
5	Inspeccionar el liner FF	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3						3	
6	Inspeccionar el liner FZ y colocar dentro de el liner FF	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4						4	
7	Tomar ambas partes y colocar en el carro de inventarios	4	4	4	5	3	4	6	5	4	4						4	
8	Dirigirse a invernadero	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19						19	

Ilustración 25: ODT Optimización Corte

Fuente: Propia

En ilustración 26, se muestra la gráfica de TT vs TC, la cual representa la saturación que tiene del operador 3, en la estación previamente modificada y optimizada.

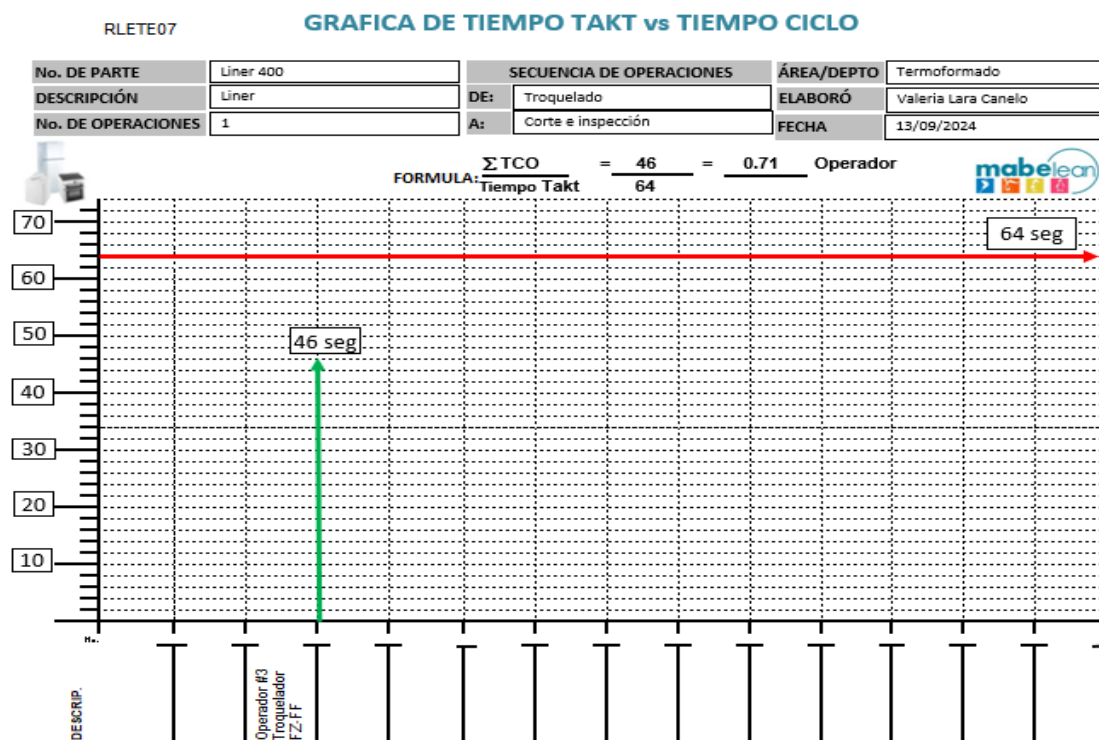


Ilustración 26: Gráfica TT vs TC Troquelado

Fuente: Propia

En la ilustración 26, la gráfica de TT vs TC muestra que el operador 3, tiene una saturación del 71%, en comparación con la gráfica antes de la optimización, el operador contaba con una saturación del 43%, por lo que con la optimización realizada, aumentó un 28%, por la estación de troquelado agregada al operador 3, con ello se puede deducir que la optimización realizada tuvo grandes beneficios, pues tiempos de ocio que tenían los operadores se redujeron, haciendo así, más productivos a los operadores en el proceso, además la empresa ahorraría 8.5 K USD anuales con la optimización de MOD en célula de Troqueladora Sirius.

En la ilustración 27, se representa el antes de la optimización realizada, como lo es el límite de tiempo máximo, tiempo de operación y el porcentaje de saturación de cada operador, cuando en la Termoformadora estaban 5 operadores en el proceso.

	Lim Max de tiempo	Tiempo de Operación	Porcentaje de saturación
Operador 1 Liner	64 seg	48 seg	75%
Operador 2 Separadora	64 seg	31 seg	48%
Operador 3 Troqueladora FF	64 seg	28 seg	43%
Operador 4 Troqueladora FZ	64 seg	28 seg	43%
Operador 5 Corte e inspección y movedor	64 seg	41 seg	64%

Ilustración 27: Antes de Optimización

Fuente: Propia

En la ilustración 28, se muestra la gráfica de porcentaje de saturación de cada operador antes de la optimización, donde se tiene que para el operador 1, tiene un porcentaje del 75%, el operador 2, tiene un porcentaje del 48%, el operador 3, tiene un porcentaje del 43%, el operador 4, tiene un porcentaje del 43%, y por último el operador 5 tiene un porcentaje del 64%, por lo que cualquiera de los operadores está debajo de la saturación crítica normal.

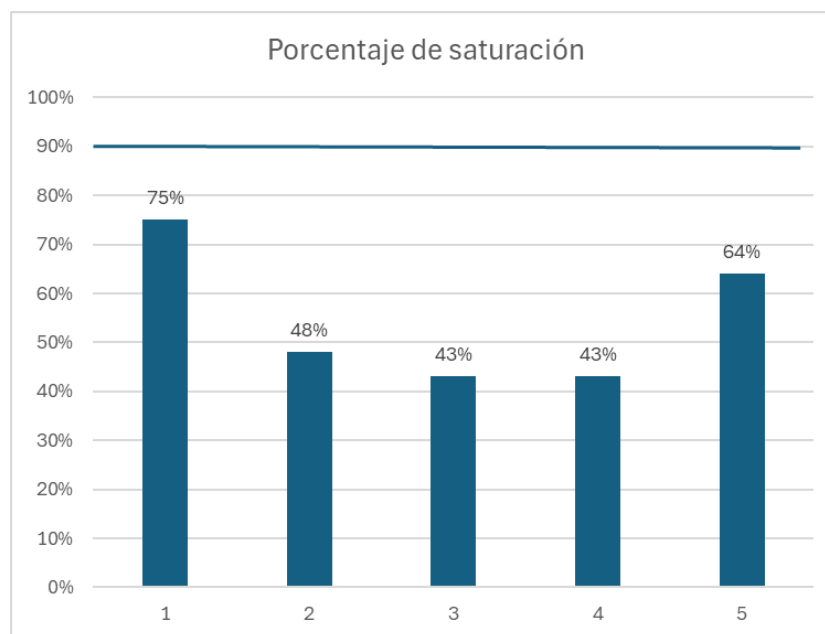


Ilustración 28: Gráfica antes de OPT

Fuente: Propia

En la ilustración 29, se muestra una tabla, la cual representa el después con la optimización realizada, como lo es el límite de tiempo máximo, tiempo de operación y el porcentaje de saturación de cada operador, cuando en la Termoformadora ya están 4 operadores en el proceso.

	Lim Max de tiempo	Tiempo de Operación	Porcentaje de saturación
Operador 1 Liner	64 seg	48 seg	75%
Operador 2 Separadora	64 seg	31seg	48%
Operador 3 Troquelado FF y FZ	64 seg	46 seg	71%
Operador 4 Corte e inspección y movedor de liner	64 seg	41 seg	64%

Ilustración 29: Después de Optimización

Fuente: Propia

En la ilustración 30, se muestra la gráfica de porcentaje de saturación de cada operador antes de la optimización, donde se tiene que para el operador 1, tiene un porcentaje del 75%, el operador 2, tiene un porcentaje del 48%, el operador 3, tiene un porcentaje del 71%, el operador 4, tiene un porcentaje del 64%, teniendo en cuenta que la optimización que se realizó, fue el operador 4, por lo mismo que el operador 5, pasó a ser el operador 4, con la optimización realizada, teniendo en cuenta que aumentó un 28% de su saturación, por lo que cualquiera de los operadores sigue estando debajo de la saturación crítica normal, pero cabe recalcar qué se logró bastante, pues los demás operadores no se les puede añadir actividades extra, según la toma de tiempos realizada a cada uno de los operadores.

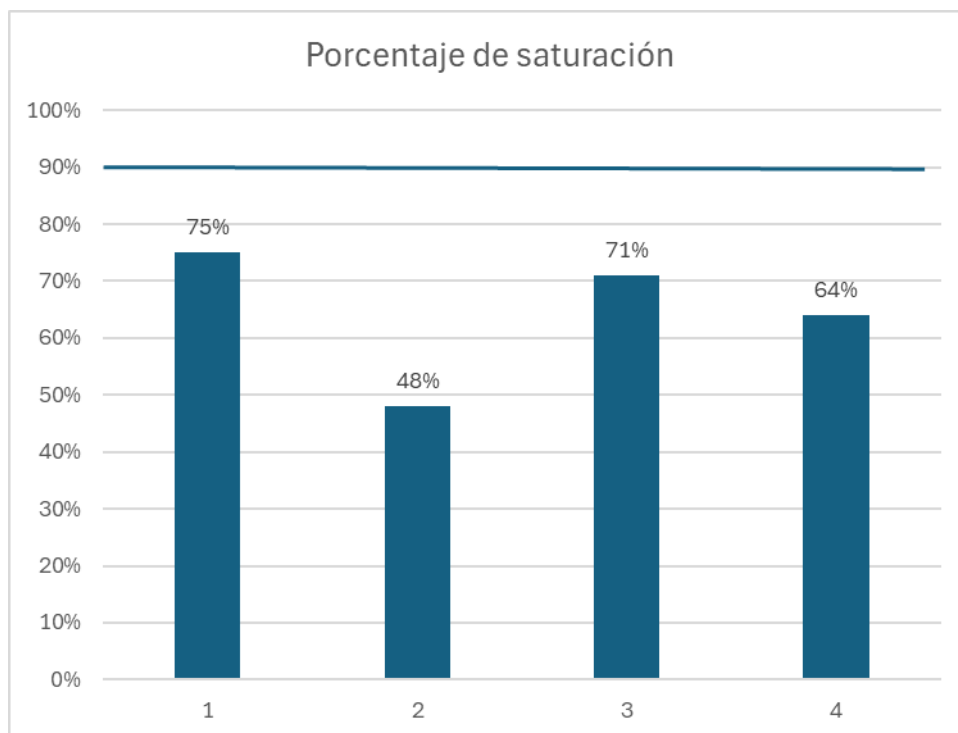


Ilustración 30: Gráfica después de OPT

Fuente: Propia

En la ilustración 31, se muestra una tabla donde representa, el antes y después de la optimización realizada, el número de operadores por turno (mañana y tarde), el costo de M.O por persona, así como mensual y anual. Además, haciendo todos los cálculos debidos, se puede deducir que la empresa ahorrará un total de \$342,912.00 Anuales, por la optimización de MOD en el área de Termoformado, teniendo en cuenta que el total ya está sumado con ambos operadores (1 por turno).

	Operadores por turno	Cantidad de turnos	Costo M.O persona (aprox)	Costo MO mensual	Costo MO anual
Antes	5	2	470	\$ 142,880.00	\$ 1,714,560.00
Después	4	2	470	\$ 114,304.00	\$ 1,371,648.00
Diferencia				\$ 342,912.00	

Ilustración 31: Ahorro de la empresa

Fuente: Propia

Para la corrección de ésta, se realizó la documentación de los instructivos de operación del proceso de Termoformado, en la Termoformadora FZ 3, con ello se adjuntó la posición de los 4 operadores ya que se optimizó una posición de MOD.

A continuación, se muestran los instructivos realizados.

En la ilustración 32, se muestra la primera hoja del IO después de la optimización, siendo la serie de pasos que conlleva el personal operativo, inspector inicial del *liner*, modelo 400, los pasos faltantes se muestran en el Anexo 1.

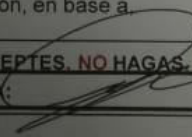
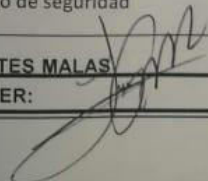
INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN		
OPERACIÓN: Inspección de liner 400	No. ESTACION: L441E01F REVISION: 1	CONDICION: CR
 1.- Tomar el liner por la parte del FZ e inspeccionar por la parte externa de este.	 2.-Subir e inspeccionar internamente el liner.	
 3.-Bajar y colocar en el piso.	 4.-Marcar el liner con lápiz de cera (<i>Negro 1T, Azul 2T, Rojo 3T</i>) en la parte marcada.	
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, en base a criterios de calidad. EQUIPAMIENTO: •Candado de seguridad •Tapones auditivos •Guantes •Zapato de seguridad		
NO ACEPTES. NO HAGAS. NO PASES PARTES MALAS ING. DE MANUFACTURA:  TEAM LEADER:  FMFMF01		

Ilustración 32: IO Inspector inicial

Fuente: Propia

En la ilustración 33, se muestra la primera hoja del IO después de la optimización, siendo la serie de pasos qué debe realizar el personal operativo en la separadora de *liner*, los pasos faltantes se muestran en el Anexo 2.

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN	
OPERACIÓN: Separadora de Liner 400	No. ESTACION: L441E01F REVISION: 1
CONDICION: CR	
 1.- Tomar el liner, o estibar torre de 4 set de liner a máquina separadora.	 2.- Marcar con lápiz de cera, el número de partida en la parte inferior derecha de liner FF y lateral derecha de liner FZ.
 3.- Alzar y colocar liner en separadora, y asegurar que la base quede fija y uniforme.	 4.- Oprimir botones bimanuales de inicio de ciclo.
<u>AUTOINSPECCION DE CALIDAD</u> VERIFICA QUE: El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, en base a criterios de calidad. EQUIPAMIENTO: • Candado de seguridad • Tapones auditivos • Guantes • Zapato de seguridad	
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS	
ING. DE MANUFACTURA: _____	TEAM LEADER: _____
FMFMF01	

Ilustración 33: IO Separador

Fuente: Propia

En la ilustración 34, se muestra la primera hoja del IO después de la optimización, siendo la serie de pasos que debe realizar el personal operativo, en la estación de Troquelado, de ambas partes, tanto (FF y FZ), los pasos faltantes se muestran en el Anexo 3.

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN			
OPERACIÓN: Troquelado FF y FZ 400	No. ESTACION: L441E06F REVISION: 1	CONDICION: CR	
			
1.-Tomar 1 set de liner.	2.-Separar FF de FZ y recorrer el liner FF.		
			
3.-Tomar, alzar e introducir el liner FZ a troqueladora, asegurar que la base quede fija y uniforme.	4.-Activar troqueladora FZ, presionando botón de inicio de ciclo.		
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, y que el liner no esté maltratado, en base a, criterios de calidad.		EQUIPAMIENTO: •Candado de seguridad •Tapones auditivos •Guantes •Zapato de seguridad	
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS			
ING. DE MANUFACTURA: _____		TEAM LEADER: _____	
FMFMF01			

Ilustración 34: IO Troquelado FF y Fz

Fuente: Propia

En la ilustración 35, se muestra la primera hoja del IO, después de la optimización, siendo la serie de pasos a seguir que debe realizar el personal operativo, en la estación de corte e inspección y llevar a invernadero correspondiente, los pasos faltantes se muestran en el Anexo 4.

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN		
OPERACIÓN: Corte e inspección 400	No. ESTACION: L441E08F REVISION: 1	CONDICION: CR
		
1.-Tomar y acercar 1 set de liner.	2.-Tomar y colocar el liner FZ en la mesa de corte e inspección.	
		
3.-Presionar el pedal para activar el corte de esquina.	4.- Bajar y colocar el liner FZ en el piso.	
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos de apariencia, en base a, criterios de calidad. El papel craft esté correctamente adherido y posicionado en el liner.		EQUIPAMIENTO: - Candado de seguridad - Tapones auditivos - Guantes - Zapato de seguridad
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS ING. DE MANUFACTURA: _____ TEAM LEADER: _____		

FMFMF01

Ilustración 35: IO Corte e inspección

Fuente: Propia

MANO DE OBRA: Con la ayuda de instructivos, el fomentar la comunicación y definir objetivos claros, alcanzables día a día se puede tener y llevar una correcta capacitación para los operadores en cuanto a sus actividades

que deben realizar en el proceso, para que estas se realicen correctamente, y con las medidas estandarizadas.

MEDICIÓN: Para tener una correcta medición del equipo utilizado, se tendría que tener un registro detallado sobre el uso y el mantenimiento de los equipos de medición, además de implementar un proceso continuo de revisión y análisis de datos para identificar tendencias o anomalías que puedan indicar problemas.

MATERIALES: Evaluar proveedores, realizar una revisión exhaustiva de los proveedores, establecer estándares de calidad de lo que se espera en los productos o servicios que se reciben, además del buen almacenamiento correcto que se debe de tener, para que la lámina esté en buenas condiciones y lista para termoformarse.

MÁQUINAS: Evaluar el estado actual, estableciendo un plan de mantenimiento, con ello se implementaría un programa de mantenimiento regular que incluya revisiones periódicas y mantenimiento preventivo, además de capacitación de personal en las prácticas de mantenimiento, documentar los procedimientos y fomentar un ambiente donde se pueda dar retroalimentación sobre los procesos y equipos, para poder hacer ajustes cuando sea necesario. Véase ilustración 30.

MEDIO AMBIENTE: Asegurarse de que haya suficiente circulación de aire (ventiladores, o sistemas de aire acondicionado que filtren el aire), mantener el espacio limpio para evitar la acumulación de polvo y otros contaminantes, hacer conciencia a los compañeros sobre la importancia de mantener un ambiente saludable y como pueden contribuir a ello, además de asegurarse de que los equipos eléctricos estén en buen estado para evitar emisiones innecesarias de contaminantes.

5.3 Objetivo 3.

Realizar un análisis de eficiencia de las máquinas.

Familiarizarse con las máquinas.

Se observó el funcionamiento de las máquinas en tiempo real y se recolectó datos sobre los procesos.

Se analizó y comprendió los datos de eficiencia de las máquinas, esto ayudó a recolectar datos y conocer su rendimiento en base a el consumo energético y operativo de las mismas.

Debido a problemas técnicos dentro del sistema interno de la empresa no se ha podido llevar a cabo dicha actividad.

En la ilustración 36, se muestra el consumo energético de la máquina Termoformadora Frezzer 3.

Máquina	Consumo kW	Horas Disp	Limite Kw
FZ3	105.0	13.5	1,418

Ilustración 36: Consumo energético

Fuente: Mabe Refrigeradores Celaya

La ilustración 36, muestra el consumo en KW que debe consumir la empresa, en los 2 turnos, las horas disponibles que tiene para operar, y el límite de KW de consumo energético qué no debe de sobrepasar.

En base a lo anterior, se identificaron las causas más frecuentes por las cuáles fallan las máquinas.

Se clasificaron los fallos identificados en categorías (mantenimiento inadecuado, desgaste de piezas, errores de operación) para determinar la causa más importante.

Se propuso desarrollar soluciones correctivas²⁰ (Plan de mantenimiento).

En la ilustración 37, se muestra un plan de mantenimiento que se elaboró de la Termoformadora FZ 3, dónde en base a la información recolectada, se muestra un plan mensual, aquí se puede observar las actividades de mantenimiento que cada semana se deben de realizar, para que con ello se tenga un registro establecido, de cada proceso mensual.

TERMOFORMADORA FREEZER 3					MES:
PLAN DE MANTENIMIENTO MENSUAL					
Proceso de la máquina	Actividad de mantenimiento	Fecha Semanas	Responsable	Material a utilizar	Observaciones
CARGADOR	• Limpieza de guías de cargadores. • Lubricación de guías de cargadores. • Apretar tornillos flojos. • Cambiar tornillos tapados. • Hacer ajustes.	1	Departamento de Mantto	*(EPP y Overol) *Herramientas *Desengrasante, removedor de grasa, afloja todo. *Fanelas	Desgaste, acumulación de suciedad, mal funcionamiento, guías libres de residuos, cantidades correctas de lubricante.
FORMADO	• Limpieza de estructura. • Revisión de los sujetadores. • Limpieza de las bombas de vacío. • Revisión de las bombas de vacío, se encuentren sin fugas. • Cambio de mangueras rotas o dañadas.	2	Departamento de Mantto	*(EPP y Overol) *Herramientas *Desengrasante, removedor de grasa, afloja todo. *Fanelas	Acumulación de polvo y suciedad en áreas de difícil acceso, desgaste, problemas de alineación, fugas visibles, puntos de fuga, ruidos inusuales.
CORTE	• Limpieza y lubricación de las bandas. • Revisión de las bandas de enfriamiento. • Sopleteo de las guías y barras de enfriamiento.	3	Departamento de Mantto	*(EPP y Overol) *Herramientas *Desengrasante, removedor de grasa, afloja todo, fanelas.	Acumulación de suciedad, desgaste en las bandas, lubricación adecuada, temperatura, inspección visual, ajustes necesarios.
TROQUELADORA FF/FZ SEPARADORA	• Limpieza y lubricación de todas las matrices	4	Departamento de Mantto	*(EPP y Overol) *Herramientas *Desengrasante, removedor de grasa, afloja todo, fanelas.	Acumulación de residuos, desgaste de la superficie, lubricación insuficiente, ajustes necesarios, condiciones del entorno, seguridad.

Ilustración 37: Plan de mantenimiento

Fuente: Propia

²⁰ Ver glosario

5.4 Objetivo 4.

Identificar mudas, con la finalidad de reducir costos, en el área de Termoformado.

Se realizó una investigación documental de las mudas.

Tabla 5: Investigación Mudass

<i>Una muda (desperdicio), se refiere a cualquier actividad o recurso que no agrega valor al producto final.</i>	
Muda de sobreproducción	Producir más de lo que se necesita o antes de lo que sea necesario.
Muda de inventarios	Tener más materiales o productos en stock de los necesarios.
Muda de movimiento excesivo o innecesario	Movimientos que no son necesarios para realizar una tarea, lo que puede causar fatiga y disminuir la eficiencia.
Muda de esperas	Tiempos muertos donde los empleados o las máquinas están inactivos.
Muda de transportes	Movimiento innecesario de materiales o productos que no agregan valor.
Muda de productos defectuosos (retrabajo/inspección)	Productos que no cumplen con los estándares de calidad y requieren ser reparados o desechados, trayendo consigo pérdida de tiempo, recursos y esfuerzo que ocurre cuando un producto no cumple. Este tipo de desperdicio puede tener un impacto significativo en la eficiencia operativa y en los costos de producción.
Muda de procesos deficientes	Pérdida de recursos, tiempo y esfuerzo que ocurre cuando un proceso de producción o servicio no se realiza de manera eficiente y efectiva, esto incluye cualquier actividad que no

	añade valor al producto final y que, por lo tanto, representa un desperdicio dentro del sistema.
--	--

Fuente: Propia

Mapeo el proceso.

Se realizó una observación y se elaboró un mapeo del proceso, este se muestra en la ilustración 5 (página 60).

Se identificaron mudas existentes en el proceso.

Para ello se elaboraron diagramas de flujo, identificando así, la muda más común en el proceso, mediante los diagramas mostrados de las ilustraciones 18 a 23, se pudo llegar a una deducción, pues la muda más común fue la muda de esperas.

Se analizó la causa raíz mediante un diagrama de ISHIKAWA.

Para llegar a la causa raíz de porque existen las mudas de esperas, en el proceso, se realizó un diagrama de ISHIKAWA, este se muestra en la ilustración 23, donde se dedujo que la causa principal fue el método, ya que los procedimientos de los operadores son ineficaces, además de la falta de estandarización deficiente.

Desarrollar soluciones.

Las acciones realizadas, fueron una optimización de MOD en célula de troqueladora Sirius, mediante observación de tiempos y balanceos de gráficas de saturación, mostradas en las ilustraciones 24 a 27, se tiene que la empresa ahorrará una cantidad de 8.5K USD Anuales, por la optimización de MOD en el área de Termoformado, trayendo consigo una reducción de costos en la MOD, ya que la optimización aplica en ambos turnos (mañana y tarde), siendo así 2 personas optimizadas, entonces el total de ahorro a la empresa es de 17K USD anuales, por ambas optimizaciones.

Implementar cambios.

La implementación de los cambios consistió en la realización del trabajo estándar, siendo éste la observación de tiempos (se muestra en las ilustraciones 24 a 25), gráficas de tiempo takt vs tiempo ciclo (se muestra en las ilustraciones 26), instructivos de operación (se muestra en las ilustraciones 32 a 35), para que el personal operativo tenga la documentación de las actividades actualizadas que se deben realizar, esto con la finalidad de que, en base a la optimización realizada, el personal operativo cumpla con las actividades que se requiere, cada uno.

5.5 Objetivo 5.

Capacitar al personal en los nuevos procesos estandarizados para asegurar su correcta implementación, con la finalidad de mejorar el rendimiento.

Se plantearon propuestas de mejora.

En la tabla 6, se muestran propuestas de mejora, con la finalidad de mejorar el rendimiento en el área, y principalmente en el proceso de la Termoformadora FZ 3.

Tabla 6: Propuestas de mejora

Propuestas	Realización
1. Continuar con el plan de mantenimiento para su implementación.	La propuesta 1, aún no se ha llevado a cabo, por fines que corresponden al departamento de Mantto, pero se sugiere seguir con el plan de mantenimiento para su implementación.
2. Capacitación continua: Implementar programas de formación regular para	La propuesta 2, se llevó a cabo la capacitación, pero solo en el turno de la mañana, siendo así que la optimización

actualizar habilidades y conocimientos.	realizada, entra en ambos turnos, matutino y vespertino.
3. Comentarios constructivos: Fomentar un ambiente donde se ofrezca retroalimentación regular y constructiva, ayudando a los empleados a identificar áreas de mejora y reconocer sus logros.	La propuesta 3, por falta de tiempo de no se pudo llevar a cabo, se pretende que se continúe para fomentar un ambiente con confianza, y dónde se pueda opinar, el punto de vista de cada operador.
4. Incentivos y recompensas: Crear un sistema de incentivos para motivar al personal, como reconocimientos por su buen rendimiento.	La propuesta 4, se comentó con la superintendente de termoformado, pero no se le dio seguimiento acerca de los reconocimientos, pero sería una muestra de agradecimiento, con los reconocimientos, el saber que están realizando su trabajo muy bien.
5. Mejorar el ambiente laboral: Entregar documentación estándar para que los operadores tengan una correcta implementación de su actividad en el área.	La propuesta 5, se llevó a cabo, pues mostrarles a los operadores la correcta implementación de las actividades, esto con ayuda de los IO, para que puedan realizar sus actividades adecuadamente y de la forma correcta.
6. Fomentar la comunicación: Para que los empleados puedan expresar sus ideas y preocupaciones, promoviendo un sentido de pertenencia y colaboración.	La propuesta 6, se llevó a cabo, en tema de reuniones al final de turno con el líder para ver que ideas o aportaciones tenían, o incluso como se sintieron con la optimización realizada.
7. Herramientas y tecnología adecuadas: Proporcionar las herramientas necesarias para realizar el trabajo de manera	La propuesta 7, solo se platicó con el líder, pues el departamento de Calidad es quién proporciona las herramientas, y por fines que corresponden a ese departamento es complicado, el tema

eficiente, incluyendo equipos adecuados.	de sus aparatos de medición solo se tiene 1 por plataforma, así como el uso del Vernier, entre otros.
8. Realizar un análisis de procesos: Revisar y mapear los procesos actuales para identificar cuellos de botella e ineficiencias.	La propuesta 8, se llevó a cabo, pues en base a los mapeos de procesos, se logró identificar algunos cuellos de botella, que fueron de gran ayuda para poder eliminarlos.

Fuente: Propia

Se llevó a cabo una sesión en la sala de juntas, con ayuda de una presentación de *Power Point*, proporcionando así entendimiento sobre lo qué es el troquelado y porque es tan importante realizarlo de manera correcta.

Proyecto de Capacitación para Operadores

Objetivo del Proyecto:

Capacitar a 10 operadores en habilidades específicas mediante sesiones prácticas y teóricas, asegurando una evaluación efectiva del aprendizaje.

Estructura de la Capacitación:

1. Participantes:

- 10 Operadores
- Divididos en dos turnos:
- Turno de la mañana: 5 operadores
- Turno de la tarde: 5 operadores

2. Duración de la Capacitación:

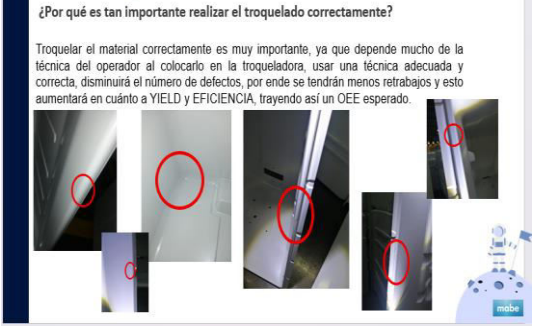
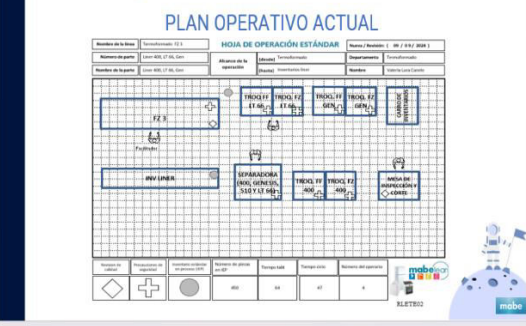
- Total de sesiones: 3
- Días programados: 3 días
- Duración por sesión: 1 hora (paro programado)

3. Formato de Trabajo por Sesión:

- Total Tiempo: 60 minutos
- Presentación: 3 minutos
- Introducción al tema y objetivos de la capacitación.
- Capacitación Teórica: 5 minutos
- Conceptos clave y fundamentos teóricos necesarios para la práctica.
- Capacitación Práctica: 40 minutos
 - Ejercicios prácticos donde los operadores aplicarán lo aprendido.
- Evaluación de Aprendizaje: 12 minutos
 - Evaluación mediante preguntas, que reflejen el aprendizaje adquirido.

En la tabla 7, se muestran algunas imágenes de la presentación realizada, para la capacitación de troquelado. La presentación completa se muestra en el ANEXO 5.

Tabla 7. Presentación PW



Fuente: Propia

Con el conocimiento adquirido, y utilizando los instructivos mencionados en el objetivo 2, se hizo una demostración práctica en las troqueladoras, para ilustrar las mejores prácticas y técnicas adecuadas en el proceso, así como el cambio de plan operativo en el proceso.

Se llevó a cabo la participación activa de los operadores de línea, donde puedan aplicar lo aprendido bajo la supervisión del ingeniero experto en el área.

Una vez terminada la capacitación teórica y práctica, se elaboró una evaluación de aprendizaje, para medir el conocimiento adquirido por los participantes sobre el proceso de troquelado.

En las ilustraciones 38 y 39, se muestra la evaluación de aprendizaje de Capacitación de Troquelado, a los operadores de línea.

Fecha	DD	MM	AA
Tema	Capacitación en Troquelado		
Nombre del operador en formación			
Capacitor			
Objetivo de la evaluación: Evaluar la eficacia de la capacitación, razón por la cuál es importante que sus respuestas sean objetivas; la información que usted nos suministre nos servirá para mejorar en futuras capacitaciones que contribuya en ampliar las competencias laborales.			
Instrucciones: Responde las siguientes preguntas de manera clara y concisa. Cada pregunta tiene un valor específico que sumará al final			
1. Pregunta de opción múltiple (2 puntos)			
¿Cuál es la función principal del troquelado en el proceso de producción?			
a) Cortar materiales	b) Unir piezas	c) Pintar productos	d) Almacenar materiales
2. Pregunta de verdadero o falso (1 punto)			
¿El troquelado se puede realizar únicamente de papel y cartón?			
Verdadero		Falso	
3. Pregunta abierta (2 puntos)			
¿Por qué es tan importante tener una técnica correcta al momento de troquelar el material?			
4. Pregunta abierta (3 puntos)			
Describe brevemente el proceso de configuración de máquina de troquelado antes de iniciar la producción.			
5. Pregunta práctica (5 puntos)			
Realiza un diagrama que muestre los pasos involucrados en el mantenimiento preventivo de una máquina de troquelado.			

Ilustración 38. Evaluación de Aprendizaje 1

Fuente: Propia

6. Pregunta reflexiva (4 puntos) ¿Cuáles son los principales riesgos asociados con el uso de máquinas troqueladoras y cómo se pueden mitigar? (Menciona al menos 2)			
La siguiente sección será para calificación por parte del evaluador			
1 MALO	2 NORMAL	3 BUENO	4 EXCELENTE
La técnica con la que se realizó el troquelado fue la adecuada			
1	2	3	4
La técnica permitió realizar el troquelado de manera segura			
1	2	3	4
La pieza troquelada está libre de defectos			
1	2	3	4
Total: puntos.			
Criterios de evaluación			
26-28 puntos	Excelente comprensión del tema		
21-25 puntos	Buen conocimiento, pero con áreas a mejorar		
16-20 puntos	Necesita más capacitación y práctica		
0-15 puntos	Requiere atención inmediata a la formación		

Ilustración 39. Evaluación de Aprendizaje 2

Fuente: Propia

Por último, con la evaluación realizada, se recomienda llevar a cabo una retroalimentación constructiva, donde los operadores compartan sus experiencias, hagan sus preguntas, con la finalidad que se fomente un aprendizaje continuo.

Por cuestiones de tiempo no se pudo aplicar la evaluación a los operadores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El presente proyecto se ha centrado en la optimización y estandarización de proceso en el área de Termoformado, donde el proceso consta de la salida de *liner* termoformado, consecutivo a ello el troquelado, para posterior seguir con los procesos en las áreas faltantes para el producto final, qué es el refrigerador. A través de un análisis detallado de los flujos de trabajo y la identificación de áreas de mejora, se han implementado estrategias que han permitido no solo aumentar la eficiencia operativa, sino también mejorar la calidad del producto final.

Durante la realización del proyecto y en base a herramientas utilizadas, se llevaron a cabo 2 posiciones de optimización significativas en la MOD célula de Troqueladora Sirius, en la máquina Termoformadora FZ 3, abarcando ambos turnos: mañana y tarde. Estas mejoras han resultado en una reducción notable del tiempo de producción y un incremento en la productividad del personal, además de un ahorro monetario de la empresa, qué en cifras exactas es un total de 17K USD por la optimización realizada y lograda.

La estandarización de procedimientos ha facilitado que todos los trabajadores sigan protocolos claros, lo que minimiza errores y asegura una mayor uniformidad en la producción.

Los resultados obtenidos demuestran que, con un enfoque sistemático en la optimización y estandarización, es posible lograr un impacto positivo tanto en la eficiencia operativa como en la satisfacción del personal.

Este proyecto no solo ha beneficiado a la empresa al mejorar sus indicadores de desempeño, sino que también ha proporcionado un ambiente más organizado y menos propenso a errores, además haber maximizado el uso de la MOD en Nacional/Sirius, trayendo así una reducción de costos de MOD para la planta.

En conclusión, las iniciativas implementadas durante este periodo no solo son sostenibles a corto plazo, sino que sientan las bases para futuras mejoras continuas en el proceso de Termoformado, contribuyendo así al crecimiento y competitividad de la organización en el mercado.

Recomendaciones

Capacitación continua del personal: Es fundamental implementar programas de capacitación periódicos para los operarios, asegurando que estén al tanto de las mejores prácticas y procedimientos estandarizados. Esto contribuirá a mantener la calidad del trabajo y a fomentar un ambiente de mejora continua.

Retroalimentaciones regulares: Crear un sistema de retroalimentación donde los empleados puedan expresar sus inquietudes y sugerencias sobre los procesos. Su experiencia en el día a día puede ofrecer valiosas perspectivas para futuras mejoras.

Documentación clara: Asegurarse de que todos los procedimientos estén documentados claramente y sean fácilmente accesibles para todos los empleados. Una buena documentación es esencial para mantener la consistencia en la producción.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bastar, S. G. (2012). *Metodología de la investigación Primera Edición*. México: Ma. Eugenia Buendía López.
- Besterfield, D. (2009). *Control de calidad Octava Edición*. México: Pearson Educación.
- Carro, P., & González, D. (2015). *Productividad y competitividad*. México, D.F.: Facultad de ciencias económicas y sociales.
- Domínguez, J. D. (2020). Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos.
- Fernandini, L. (2007). *Mejora y Estandarización de proceso*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo Duodécima edición*. México: Mc Graw Hill.
- G, B., M, C., M, A., & C, V. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. México, D.F: Grupo Editorial Patria.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna Tercera edición*. México: Mc Graw Hill.
- Hicks, P. (1999). *Ingeniería Industrial y Administración*. Mexico, D.F.: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Industrial, E. d. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid, España: Medio ambiente, industria y energía.
- IntegraMarkets. (2018). *Gestión y Planificación del mantenimiento industrial 2da Edición*. México: IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial.
- Márquez, M., Hernández, M., & Domínguez, S. (2022). Optimización del aprovechamiento de perfiles de acero en proceso de producción.
- Meyers, F., & Matthew, S. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Person Educación.
- Morillo, M. (2001). *Rentabilidad financiera y reducción de costos*. Venezuela: Actualidad Contable Faces.
- P, M., E, G., & P, B. (1994). *Ergonomía 1 Fundamentos*. Barcelona: Mutua Universal.

- Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad Tercera Edición*. México, D.F: Mc Graw Hill.
- Quezada, V., Seck, J., & Quezada, J. (2021). Sistema de producción multi-línea optimizado por PSO.
- Quintero, M., Torres, A., & Pérez, B. (2020). Optimización de la producción de recursos para el aprendizaje electrónico a través de herramientas matemáticas.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metología de la investigación Sexta Edición*. México: Mc Graw Hill.
- Vargas, E., Enrique, E., Lozano, R., Alberto, R., Oscoco, G., & Oscoco, F. (2021). Sistemas de información como herramienta para reorganizar procesos de manufactura.
- Vergara, P. (2005). *Optimización de Procesos Industriales*. Santiago de Chile: Jessica Orellana Saavedra.

GLOSARIO

Termoformado: El termoformado es un proceso de fabricación que consiste en calentar una lámina de material plástico hasta que se vuelve flexible y maleable, y luego se moldea sobre un molde para adquirir una forma específica. Este método es ampliamente utilizado en la producción de piezas y componentes de diversos productos, principalmente aquí en el área, liner para refrigeradores.

Liner: Un liner, en el contexto de refrigeradores, es la parte interna o revestimiento que ayuda a dar forma y estructura al aparato. Este componente es crucial porque desempeña varias funciones importantes.

Extrusión: Es un proceso de fabricación utilizado principalmente para transformar materiales, generalmente plásticos, metales o alimentos, en formas continuas y específicas. En este proceso, el material se calienta y se fuerza a través de un molde o una matriz para crear productos con secciones transversales uniformes.

MOD: La MOD se refiere al trabajo realizado por los empleados que están directamente involucrados en la producción de bienes o servicios. Esto incluye a todos aquellos trabajadores que participan en el proceso de fabricación o ensamblaje de un producto, así como aquellos que prestan servicios específicos que contribuyen directamente a la creación del producto final.

Desperdicios/Mudas: Se refiere a cualquier actividad o recurso que no agrega valor en un proceso de producción o servicio. En el contexto de la manufactura y la mejora continua, especialmente en metodologías como Lean Manufacturing, se considera que los desperdicios son elementos que deben ser eliminados para optimizar la eficiencia y reducir costos.

Eficiencia: La eficiencia se refiere a la capacidad de lograr un resultado deseado con el menor desperdicio posible de recursos, tiempo y esfuerzo. Hacer más con menos.

Eficacia: La eficacia se refiere a la capacidad de alcanzar un objetivo o resultado deseado, independientemente de los recursos utilizados para lograrlo. En otras palabras, es la medida en que se logra un propósito específico. A diferencia de la eficiencia, que se centra en cómo se utilizan los recursos para obtener un resultado, la eficacia se enfoca en el resultado en sí mismo

Ineficiencias: Una ineficiencia se refiere a la incapacidad de lograr un resultado deseado utilizando la menor cantidad de recursos, tiempo o esfuerzo posible. En otras palabras, es cualquier situación en la que se desperdician recursos o se obtiene un rendimiento subóptimo en comparación con lo que podría haberse logrado.

Riguroso: Se utiliza para describir algo que es estricto, severo o exigente en su aplicación, análisis o ejecución. Puede referirse a la manera en que se llevan a cabo procesos, se aplican normas o se realizan investigaciones.

Optimización: Es el proceso de hacer algo lo más efectivo, eficiente o funcional posible. En términos prácticos, se trata de mejorar un sistema, proceso o recurso para maximizar su rendimiento y minimizar costos o desperdicios.

Estandarización: Es el proceso de establecer normas, criterios y procedimientos uniformes para asegurar la consistencia y calidad en productos, servicios o procesos. Se utiliza en diversas industrias y áreas de trabajo para facilitar la comunicación, mejorar la eficiencia y garantizar que se cumplan ciertas expectativas de calidad.

Mapeo de proceso: Es una técnica utilizada para visualizar y analizar los pasos involucrados en un proceso específico dentro de una organización. Esta herramienta ayuda a entender cómo fluye el trabajo, identificar áreas de mejora y optimizar la eficiencia.

Mejora continua: La mejora continua es un enfoque sistemático y constante para mejorar productos, servicios o procesos a lo largo del tiempo. Se basa en la

premisa de que siempre hay oportunidades para hacer las cosas de manera más eficiente y efectiva.

Saturación: La saturación de proceso se refiere a un estado en el que un proceso específico dentro de una organización alcanza su máxima capacidad de operación.

Soluciones correctivas: Una solución correctiva es una medida que se toma después de que se ha identificado un problema o una no conformidad. Se centra en corregir el problema y restaurar la situación a un estado aceptable.

Técnicas: Son métodos utilizados para obtener información que puede ser analizada para tomar decisiones, realizar investigaciones o evaluar situaciones.

Instrumentos: Los instrumentos para la recolección de datos son herramientas diseñadas para facilitar el proceso de obtención de información.

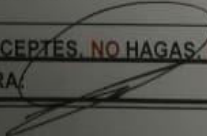
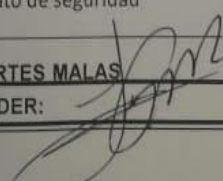
Cizalla: Es una herramienta que se utiliza para hacer cortes precisos en materiales, en este caso, se usa para para cortar excedentes de un liner.

Troqueladora: Es una herramienta o máquina que se utiliza para cortar o dar forma a materiales como papel, cartón, plástico y, en algunos casos, metal. Funciona mediante un proceso de troquelado, donde un troquel (una especie de molde afilado) se utiliza para hacer cortes precisos en el material.

Termoformadora: Máquina que se utiliza para moldear materiales plásticos mediante calor. Este proceso implica calentar una lámina de plástico hasta que se vuelve flexible y luego se forma sobre un molde para obtener la forma deseada. Una vez que el plástico se enfría, se mantiene la forma.

ANEXOS

Anexo 1. INSTRUCTIVOS-INSPECCIÓN

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN		
OPERACIÓN: Inspección de liner 400	No. ESTACION: L441E01F REVISION: 1	CONDICION: CR
		
5.-Tomar y recorrer a estación siguiente.	6.-A inventario local: estibar y ordenar en zona de inventario en proceso.	
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, en base a, criterios de calidad.		EQUIPAMIENTO: •Candado de seguridad •Tapones auditivos •Guantes •Zapato de seguridad
NO ACEPTES. NO HAGAS. NO PASES PARTES MALAS		
ING. DE MANUFACTURA: 		TEAM LEADER: 
FMFMF01		

Anexo 2. INSTRUCTIVOS-SEPARADORA

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN		
OPERACIÓN: Separadora de Liner 400	No. ESTACION: L441E01F REVISION: 1	CONDICION: CR
		
5.-Retirar el liner FF de separadora y colocar en el piso.	6.-Retirar el liner FZ, tomar el liner FF y colocar dentro de este.	
		
6.-Recorrer set de liner a zona de colocar esponja.	7.-Tomar tira de esponja y colocar en la parte inferior externa del FF.	
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, en base a criterios de calidad.		EQUIPAMIENTO: •Candado de seguridad •Tapones auditivos •Guantes •Zapato de seguridad
NO ACEPTES. NO HAGAS. NO PASES PARTES MALAS.		
ING. DE MANUFACTURA:		TEAM LEADER:
FMFMF01		

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN

OPERACIÓN:

Separadora de Liner 400

No. ESTACION:

L441E01F

REVISION: 1

CONDICION:

CR



8.-Recorrer, a área de troquelado de liner 400.

AUTOINSPECCION DE CALIDAD

VERIFICA QUE:

El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, en base a criterios de calidad.

EQUIPAMIENTO:

- Candado de seguridad
- Tapones auditivos
- Guantes
- Zapato de seguridad

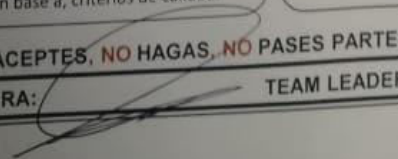
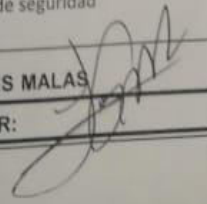
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS

ING. DE MANUFACTURA:

TEAM LEADER:

FMFMF01

Anexo 3. INSTRUCTIVOS-TROQUELADO FF y FZ

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN		
OPERACIÓN: Troquelado FF y FZ 400	No. ESTACION: L441E06F REVISION: 1	CONDICION: CR
		
5.- Tomar el liner FF.	6.-Alzar e introducir el liner FF a troqueladora, asegurar que la base quede fija y uniforme.	
		
7.-Activar troqueladora FF, presionando botón de inicio de ciclo.	8.-Dirigirse a troqueladora FZ, retirar el liner FZ troquelado.	
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, y que el liner no esté maltratado, en base a, criterios de calidad.		EQUIPAMIENTO: •Candado de seguridad •Tapones auditivos •Guantes •Zapato de seguridad
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS		
ING. DE MANUFACTURA: 		TEAM LEADER: 
FMFMF01		

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN

OPERACIÓN:

Troquelado FF y FZ 400

No. ESTACION:

L441E06F

REVISION: 1

CONDICION:

CR



9.-Recorrer el liner FZ a troqueladora FF.



10.-Retirar el liner FF troquelado y colocar en el piso.



10.-Tomar el liner FZ y colocar dentro del liner FF.



12.-Recorrer el liner a siguiente estación (recorte de esquina y papel craft).

AUTOINSPECCION DE CALIDAD

VERIFICA QUE:

El liner no presente defectos: arrugas, deformaciones, incrustaciones, zonas delgadas, contaminación, y que el liner no esté maltratado, en base a, criterios de calidad.

EQUIPAMIENTO:

- Candado de seguridad
- Tapones auditivos
- Guantes
- Zapato de seguridad

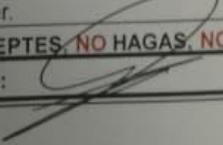
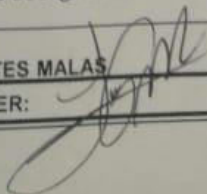
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS

ING. DE MANUFACTURA:

TEAM LEADER:

FMFMF01

Anexo 4. INSTRUCTIVOS-CORTE E INSPECCIÓN

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN		
OPERACIÓN: Corte e inspección 400	No. ESTACION: L441E08F REVISION: 1	CONDICION: CR
		
5.-Tomar el liner FF, posicionar en la mesa de <i>corte e inspección</i> .	6.-Presionar el pedal para activar el corte de esquina.	
		
7.-Colocar el papel craft, en la parte lateral izquierda superior del FF.	8.-Inspeccionar el liner FF en la mesa de <i>corte e inspección</i> .	
AUTOINSPECCION DE CALIDAD VERIFICA QUE: El liner no presente defectos de apariencia, en base a, criterios de calidad. El papel craft esté correctamente adherido y posicionado en el liner.	EQUIPAMIENTO: •Candado de seguridad •Tapones auditivos •Guantes •Zapato de seguridad	
NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS		
ING. DE MANUFACTURA: 	TEAM LEADER: 	
FMFMF01		

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN

OPERACIÓN:

Corte e inspección 400

No. ESTACION:

L441E08F

REVISION: 1

CONDICION:

CR



9.-Inspeccionar el liner FZ y colocar dentro del liner FF.



10.-Tomar ambas partes y colocar en el carro de inventarios.



11.-Tomar carro de inventarios con 16 set de liner.



12.-Dirigirse a invernadero.

AUTOINSPECCION DE CALIDAD

VERIFICA QUE:

El liner no presente defectos de apariencia, en base a, criterios de calidad.
El papel craft esté correctamente adherido y posicionado en el liner.

EQUIPAMIENTO:

- Candado de seguridad
- Tapones auditivos
- Guantes
- Zapato de seguridad

NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS

ING. DE MANUFACTURA:

TEAM LEADER:

FMFMF01

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN

OPERACIÓN:

Corte e inspección 400

No. ESTACION:

L441E08F

REVISION: 1

CONDICION:

CR



13.-Tomar y bajar, de 1 a 1, torre de 4 liner y colocar en el lugar designado.



14.-Tomar carro vacío y llevar a Termoformadora.

AUTOINSPECCION DE CALIDAD

VERIFICA QUE:

El liner no presente defectos de apariencia, en base a, criterios de calidad.
El papel craft esté correctamente adherido y posicionado en el liner.

EQUIPAMIENTO:

- Candado de seguridad
- Tapones auditivos
- Guantes
- Zapato de seguridad

NO ACEPTES, NO HAGAS, NO PASES PARTES MALAS

ING. DE MANUFACTURA:

TEAM LEADER:

FMFMF01



2024

Introducción al troquelado

El troquelado es un proceso que consiste en cortar, hendir o perforar un material utilizando un molde llamado troquel.

Este molde se coloca en una máquina troqueladora que ejerce presión sobre el material, creando así la forma deseada.



2024

Material utilizado

El material utilizado en Refrigeradores mabe, es el HIPS (Poliéster de alto impacto)

El HIPS se produce mediante extrusión, en la que el filamento se funde y luego se extruye a través de una boquilla para crear la forma deseada capa a capa. El HIPS tiene propiedades similares al ABS, pero es más duro y más resistente a los impactos.



2024

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo en las troqueladoras es esencial para asegurar su funcionamiento óptimo, es por ello, que todos los días se debe efectuar una revisión diaria, llevando a cabo las siguientes actividades:

Limpieza: Es fundamental mantener la troqueladora limpia. Se deben eliminar residuos de material, polvo y grasa acumulada en las partes móviles y en las áreas de trabajo.

Lubricación: Aplicar lubricante en los puntos específicos según las recomendaciones dadas. Esto reduce la fricción y el desgaste de las partes móviles.





2024

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ajustes mecánicos: Verificar y ajustar las piezas mecánicas, como guías, ejes y componentes de alineación, para asegurarse de que estén correctamente posicionados y funcionando sin problemas.

Pruebas funcionales: Realizar pruebas en vacío para asegurarse de que la máquina funcione correctamente sin carga, observando ruidos inusuales o vibraciones que puedan indicar un problema.

Registro: Llevar un registro detallado del mantenimiento realizado, incluyendo fechas, tareas ejecutadas y cualquier observación relevante. Esto ayuda a planificar futuros mantenimientos y a identificar patrones que puedan indicar problemas recurrentes.



2024

Proceso

Se lleva a cabo mediante una máquina troqueladora, compuesta por un troquel y una matriz de corte.

El troquel tiene la forma y las dimensiones del corte que se busca realizar, mientras que la matriz es la superficie por donde se inserta el troquel para cortar el material con precisión.

El proceso de troquelado puede realizarse de diferentes formas, como el corte o punzado, el doblado o curvado, o el embutido, dependiendo del tipo de material que se trabaje y del uso que se le vaya a dar a la pieza.

En general, el proceso de troquelado es rápido y preciso, lo que permite obtener piezas de gran calidad con un alto grado de uniformidad.





2024

Seguridad

Para garantizar la seguridad en el uso de troqueladoras industriales, se deben seguir algunas prácticas de seguridad básicas.

Esto incluye el uso de EPP como:

- Candado de seguridad
- Tapones auditivos
- Guantes
- Zapatos de seguridad



2024

Control de calidad

Se inspecciona y se hacen pruebas post – troquelado, para que el material no presente defectos de apariencia, en base a criterios de calidad.

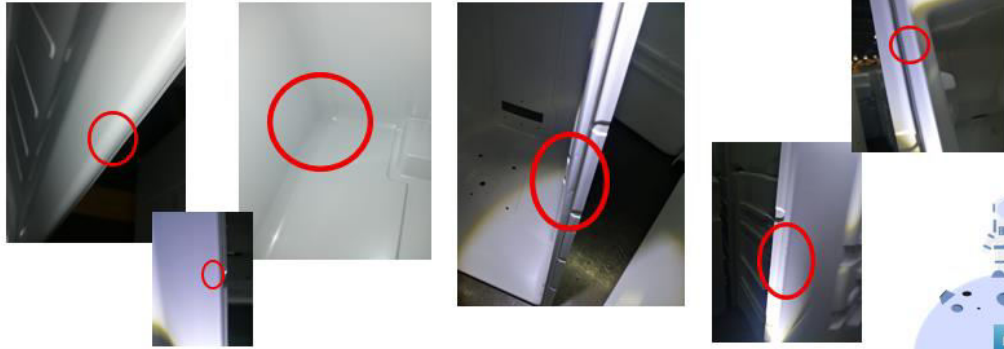
Algunos defectos pueden ser:

- Contaminación
- Bajos espesores
- Cortes
- Troqueles
- Arrugas
- Incrustaciones

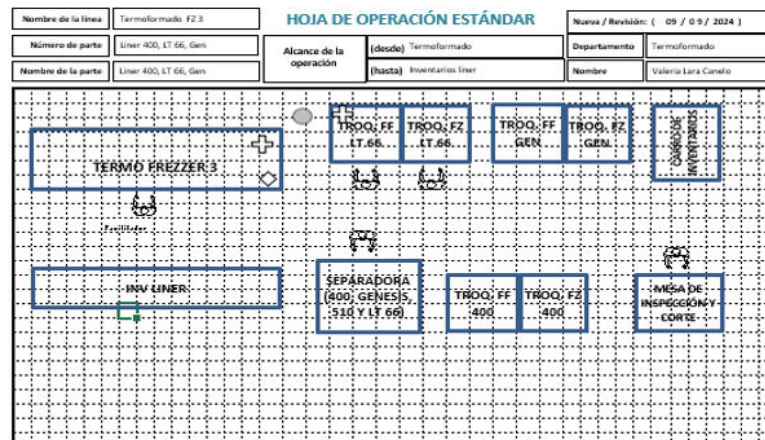


¿Por qué es tan importante realizar el troquelado correctamente?

Troquelar el material correctamente es muy importante, ya que depende mucho de la técnica del operador al colocarlo en la troqueladora, usar una técnica adecuada y correcta, disminuirá el número de defectos, por ende se tendrán menos retrabajos y esto aumentará en cuánto a YIELD y EFICIENCIA, trayendo así un OEE esperado.



PLAN OPERATIVO OBSOLETO



PLAN OPERATIVO ACTUAL

Nombre de la línea

Terminofarmado FZ 3

Número de parte

Liner 400, LT 66, Gen

Nombre de la parte

Liner 400, LT 66, Gen

Alcance de la operación

Desde

Terminofarmado

Hasta

Inventarios Star

Nueva / Revisión: (09 / 09 / 2024)

Departamento

Terminofarmado

Nombre

Valeria Lara Canello

FZ 3

Factor

INV LINER

TROO: FF
LT 66

TROO: FZ
LT 66

TROO: FF
GEN

TROO: FZ
GEN

CARGUE
INVENTARIOS

SEPARADORA
(800, GENESIS,
SAX Y LT 66)

TROO: FF
400

TROO: FZ
400

MESA DE
INSPECCIÓN
CORTE

Revisión de calidad

Precauciones de seguridad

Inventario estándar en proceso (IEP)

Número de piezas en IEP

Tiempo tak

Tiempo ciclo

Número del operario

450

64

47

4

mabelean

RLETE02

mabe

¡MUCHAS GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN!

mabe

121