



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA EN LA EMPRESA SURIMAX CIA. LTDA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE CAJAS FUERTES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero e Ingeniera Industrial

AUTORES: BRYAN MAURICIO GUAYASAMIN GUERRA

LAURA JACQUELINE LLANOS CHAPI

TUTOR: JORGE SISIFRIDO LEMA RUANO

Quito – Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Bryan Mauricio Guayasamín Guerra con documento de identificación N° 1725679078 y Laura Jacqueline Llanos Chapi con documento de identificación N° 1753768363; manifestamos que:

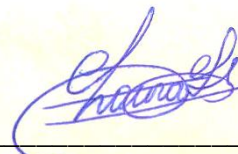
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Bryan Mauricio Guayasamín Guerra
1725679078



Laura Jacqueline Llanos Chapi
1753768663

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Bryan Mauricio Guayasamín Guerra con documento de identificación N° 1725679078 y Laura Jacqueline Llanos Chapi con documento de identificación N° 1753768363, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Surimax Cia. Ltda dedicada a la fabricación de cajas fuertes para mejorar la productividad”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

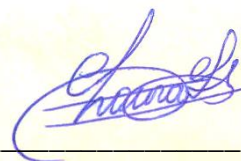
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Bryan Mauricio Guayasamín Guerra
1725679078



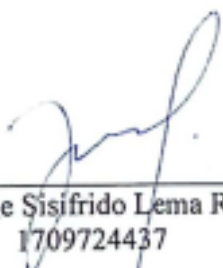
Laura Jacqueline Llanos Chapi
1753768663

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Sisifrido Lema Ruano con documento de identificación N° 1709724437, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA SURIMAX CIA. LTDA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE CAJAS FUERTES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD, realizado por Bryan Mauricio Guayasamín Guerra con documento de identificación N° 1725679078 y Laura Jacqueline Llanos Chapi con documento de identificación N° 1753768363, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Jorge Sisifrido Lema Ruano
1709724437

Dedicatoria

Este trabajo técnico está dedicado a:

A Dios quien ha sido mi orientación, mi fuerza y cuyo amor y fidelidad me han acompañado día a día.

A mis padres, quienes han sido mi inspiración, guía y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y especialmente durante esta etapa académica. A través de su ejemplo de trabajo arduo, perseverancia y valores, han forjado en mí un espíritu de superación y una ética de trabajo sólida. Han sido mis pilares en los momentos de dificultad, siempre brindándome su apoyo emocional y alentándome a seguir adelante. Sin ustedes, este logro no sería posible. Los llevo en mi corazón, este logro es para ustedes.

A mi familia, quienes han sido mi apoyo incondicional a lo largo de este camino académico. Su constante aliento, palabras de ánimo y comprensión han sido fundamentales para superar los desafíos y alcanzar este logro. Agradezco su amor, paciencia y motivación, y espero que esta dedicación les transmita lo importantes que son en mi vida.

A mis amigos, quienes han sido una parte fundamental de mi vida y han estado a mi lado en todas las etapas de este viaje académico. Gracias por estar siempre dispuestos a escucharme, por celebrar mis logros y por levantarme cuando enfrentaba desafíos. Su apoyo incondicional y su amistad sincera han sido un pilar fundamental en mi vida.

A mi mejor amiga, este proyecto no habría sido posible sin tu presencia constante en mi vida. Tú has sido mi compañera, mi confidente y mi inspiración. Has sido esa luz brillante que me ha guiado en los momentos oscuros, alentándome a superar mis miedos y dudas. Que estas palabras transmitan mi profundo agradecimiento y gratitud por tu apoyo incondicional. Mi éxito es también tuyo, ya que cada logro que alcanzo ha sido moldeado por tu influencia positiva en mi vida.

Bryan Guayasamín

Dedicatoria

Dedico este proyecto técnico a mis padres y hermanos, quienes han sido mi mayor apoyo y guía en todo el camino para convertirme en una profesional. Su confianza en mí y su constante aliento fueron el impulso que necesitaba para alcázar mis metas.

A mi familia, mis tíos y abuelitos, quienes siempre estuvieron presentes en mi desarrollo profesional como personal.

Laura Llanos

Agradecimiento

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios en este momento tan significativo de mi vida por ser mi luz en los momentos de incertidumbre, mi fuerza en los momentos de debilidad y mi refugio en los momentos de dificultad. Su amor incondicional y su gracia han sido mis compañeros constantes a lo largo de esta experiencia.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Surimax Cia. Ltda por brindarme la oportunidad de realizar mi investigación en sus instalaciones. Su apoyo y colaboración han sido fundamentales para el éxito de este proyecto. Estoy profundamente agradecido por su generosidad, apoyo y contribución a mi investigación. Esta experiencia ha sido enriquecedora a nivel académico y profesional, y siempre la llevaré conmigo como parte integral de mi formación.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi querido docente tutor Ing. Jorge Lema por su inestimable orientación, apoyo y dedicación a lo largo de todo el proceso de realización de este proyecto técnico. Este logro no habría sido posible sin su orientación, sabiduría y guía. Por eso, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su apoyo incondicional y por haberme brindado la oportunidad de aprender y crecer bajo su supervisión.

Quiero brindar un agradecimiento a mi compañera de tesis Laura Llanos, por su dedicación y compromiso hacia nuestro proyecto técnico. Su pasión por la investigación, su incansable trabajo y su perspicacia han sido una fuente constante de inspiración para mí. Juntos hemos enfrentado desafíos, superado obstáculos y hemos logrado avances significativos en nuestro trabajo. El resultado final es el testimonio de nuestra colaboración y trabajo en equipo.

Bryan Guayasamín

Agradecimiento

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a diversas personas e instituciones que han sido fundamentales en el desarrollo de este proyecto:

Le agradezco a mi familia por su inquebrantable apoyo y colaboración. Especialmente, a mis padres y hermano quienes me brindaron la invaluable oportunidad de continuar con mi formación académica. Su aliento incondicional fue un pilar en los momentos de debilidad que enfrente a lo largo de este proceso.

A los docentes y personal que forman parte de la Universidad, especialmente a mi tutor, Ing. Jorge Lema Ruano, quien estuvo dirigiendo este proyecto con entusiasmo y dedicación a través de su valiosa orientación y experiencia ya que fueron fundamentales para guiar este proyecto y poder obtener así los mejores resultados.

A la empresa Surimax Cia. Ltda por permitir realizar esta investigación.

Laura Llanos

Índice de contenido

Resumen.....	xiv
Abstract	xv
Introducción.....	1
Antecedentes.....	1
Problema.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
Metodología.....	3
Alcance.....	3
Métodos/ técnicas	3
Capítulo I.....	5
Marco teórico.....	5
1.1. Manufactura esbelta.....	5
1.1.1. Principios de manufactura esbelta.....	5
1.1.2. Fundamentos de manufactura esbelta	6
1.1.3. Herramientas de manufactura esbelta	8
1.2. Cajas fuertes.....	14
1.2.1. Modelos de cajas fuertes.....	15
Capítulo II.....	18
Materiales y métodos	18
2.1. Descripción de la empresa.....	18
2.1.1. Ubicación de la empresa.....	18
2.1.2. Misión y visión de surimax	19
2.1.3. Estructura organizacional de la empresa	20

2.1.4. Procesos productivos de la empresa	22
2.1.5. Proveedores	30
2.1.6. Clientes	30
2.1.7. Descripción del producto principal.....	31
2.2. Situación actual del proceso productivo de la empresa.....	32
2.2.1. Mano de obra.....	32
2.2.2. Jornada de trabajo	33
2.2.3. Estudio de tiempos por cada proceso de trabajo.....	33
2.2.4. Diseño del mapa de flujo de valor (vsm) del estado actual.....	33
2.2.5. Identificación de actividades que agregan valor y no agregan valor.....	37
2.2.6. Identificación de los desperdicios encontrados.....	42
2.2.7. Evaluación actual de metodología 5's	49
Capítulo III.	52
Resultados y discusión.....	52
3.1. Análisis de resultados	52
3.2. Propuestas de implementación de herramientas lean	53
3.2.1. Propuesta de implementación de 5's.....	53
3.2.2. Propuesta para corte y doblado	58
3.2.3. Propuesta para ensamblaje 1 y 2	60
3.3. Otras propuestas.....	63
3.3.1. Planteamiento de sección y capacitación del runner.....	63
3.3.2. Mantenimiento preventivo de maquinaria.....	65
3.4. Mapa de flujo de valor futuro.....	65
Conclusiones.....	66
Recomendaciones	67
Listado de referencias.....	68
Anexos	71

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Proveedores</i>	30
Tabla 2. <i>Mano de obra disponible de Surimax</i>	32
Tabla 3. <i>Tiempos de ciclo de los procesos</i>	33
Tabla 4. <i>Tiempos de ciclo y takt time</i>	36
Tabla 5. <i>Resumen de actividades de corte y doblado</i>	37
Tabla 6. <i>Resumen de actividades de ensamblaje 1</i>	38
Tabla 7. <i>Resumen de actividades de ensamblaje 2</i>	38
Tabla 8. <i>Resumen de actividades de fundición</i>	39
Tabla 9. <i>Resumen de actividades de masillado</i>	39
Tabla 10. <i>Resumen de actividades de pintura</i>	39
Tabla 11. <i>Resumen de actividades de control de calidad</i>	40
Tabla 12. <i>Identificación de desperdicios encontrados</i>	42
Tabla 13. <i>Identificación de desperdicios encontrados (continuación ...)</i>	43
Tabla 14. <i>Desperdicios encontrados</i>	43
Tabla 15. <i>Resumen de evaluación 5 's</i>	50
Tabla 16. <i>Detalle de herramientas de manufactura esbelta propuestas</i>	52
Tabla 17. <i>Detalle de herramientas propuestas (continuación)</i>	53
Tabla 18. <i>Tabulación de objetos sin clasificar</i>	54
Tabla 19. <i>Tiempos de operaciones propuestas en ensamblaje 1</i>	60
Tabla 20. <i>Tiempos de operaciones propuestas en ensamblaje 2</i>	61
Tabla 21. <i>Tiempos propuestos para el tiempo de ciclo futuro</i>	62
Tabla 22. <i>Descripción de actividades del runner</i>	64

Índice de figuras

Figura 1. <i>Caja fuerte UL RSC [24].</i>	15
Figura 2. <i>Caja fuerte UL TL 15 [24].</i>	16
Figura 3. <i>Caja fuerte con puertas corredizas [24].</i>	17
Figura 4. <i>Logotipo de la empresa [25].</i>	18
Figura 5. <i>Ubicación geográfica Surimax Cia.Ltda.</i>	19
Figura 6. <i>Organigrama Actual de Surimax Cia. Ltda</i>	20
Figura 7. <i>Mapa de procesos</i>	21
Figura 8. <i>Proceso de Corte.</i>	23
Figura 9. <i>Doblado de piezas.</i>	24
Figura 10. <i>Proceso de Ensamblaje 1 (puertas).</i>	24
Figura 11. <i>Proceso de Ensamblaje 2 (cajas).</i>	25
Figura 12. <i>Molde de puerta con plástico procesado y cerámica</i>	26
Figura 13. <i>Fundición de moldes de puertas y cajas</i>	26
Figura 14. <i>Masillado de caja.</i>	27
Figura 15. <i>Caja fuerte pintada</i>	27
Figura 16. <i>Diagrama de flujo del proceso productivo</i>	29
Figura 17. <i>Producto principal.</i>	32
Figura 18. <i>VSM actual</i>	35
Figura 19. <i>Tiempo de ciclo vs Takt time</i>	37
Figura 20. <i>Diagrama de recorrido.</i>	41
Figura 21. <i>Frecuencia de los desperdicios encontrados</i>	44
Figura 22. <i>Diagrama de Ishikawa (Espera).</i>	45
Figura 23. <i>Diagrama de Ishikawa (Procesos innecesarios)</i>	46
Figura 24. <i>VSM con enfoques de mejora Kaisen</i>	48

Figura 25. <i>Nivel de cumplimiento 5 'S de toda la planta</i>	49
Figura 26. <i>Identificación y organización de materiales</i>	54
Figura 27. <i>Identificación y organización de materiales</i>	55
Figura 28. <i>Limpieza en la planta de producción</i>	56
Figura 29. <i>Afiche de beneficios del hábito de limpieza</i>	57
Figura 30. <i>Importancia de la disciplina en cada "S"</i>	58
Figura 31. <i>Cizalla con guía</i>	59
Figura 32. <i>Comparación de tiempos del tiempo actual vs futuro</i>	62
Figura 33. <i>Tiempo de ciclo futuro</i>	63
Figura 34. <i>Recorrido del Runner</i>	64

Resumen

El presente proyecto técnico diseñó una propuesta de implementación de herramientas de Manufactura Esbelta en la empresa Surimax Cia. Ltda., para mejorar los niveles de producción, para lo cual se realizó una evaluación de la situación actual de los procesos productivos mediante el levantamiento del Mapa de flujo de Valor (VSM), el cual permitió identificar las actividades que agregan y no agregan valor, así como los principales desperdicios presentes en las operaciones.

Con base en estos hallazgos, se propuso las herramientas de manufactura esbelta que mejor se adapten a los desperdicios identificados. Con esta información se diseñó una propuesta de implementación que incluye las 5'S, la eliminación de actividades que no agregan valor; nivelación de cargas de trabajo; instalación de un dispositivo poka-yoke y tarjetas Kanban. Además, se propuso el contenido de un procedimiento para realizar un mantenimiento productivo total de los equipos y maquinaria de la planta. Adicionalmente se asignaron actividades específicas a un operario con el objetivo de optimizar el tiempo y reducir movimientos innecesarios en dos procesos.

El proyecto buscó asignar a la empresa Surimax Cia. Ltda. un enfoque adecuado para mejorar su sistema de producción y entregar sus productos a tiempo para satisfacer las necesidades del cliente.

Palabras clave: diseño, manufactura esbelta, cajas fuertes, valor agregado, desperdicios

Abstract

The current technical project designed an implementation proposal for Lean Manufacturing tools at the company Surimax Cia. Ltda., aiming to improve production levels. To achieve this, an evaluation of the current state of the production processes was carried out by creating a Value Stream Map (VSM). This allowed identifying value-adding and non-value-adding activities, as well as the main wastes present in the operations.

Based on these findings, the lean manufacturing tools that best suited the identified wastes were proposed. With this information, an implementation proposal was designed, including 5S, the elimination of non-value-adding activities, workload leveling, the installation of a poka-yoke device, and Kanban cards. Additionally, the content of a procedure for carrying out total productive maintenance of the equipment and machinery in the plant was proposed. Furthermore, specific tasks were assigned to an operator with the aim of optimizing time and reducing unnecessary movements in two processes.

The project aimed to provide the company Surimax Cia. Ltda. with an appropriate approach to improve its production system and deliver its products on time to meet customer needs.

Keywords: design, lean Manufacturing, safe boxes, value-added, wastes

Introducción

Antecedentes

El presente proyecto técnico está basado en diseñar una propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta a los procesos productivos de la empresa “SURIMAX CIA. LTA” ubicada en la calle los Antares S/N y de los Mirlos, en la parroquia Alangasí, se dedica a la fabricación de cajas fuertes.

Surimax Cia. Ltda tiene una cultura organizacional basada en el cumplimiento de un contrato establecido, mano de obra, equipos y maquinas adecuadas en donde el conjunto de estos se relaciona con las actividades que se desarrollan dentro de la empresa. Por otro lado, el personal tiene horarios de entrada, salida, almuerzo, actividad designada a ser desarrollada, la cual es evaluada para determinar el desempeño de cada uno de los operarios.

En el año 2000 la empresa logro obtener el certificado UL (certificado estadounidense) para los productos RSC (cajas de tipo residencial), en el año 2003 se extendió el certificado UL a las cajas fuertes de tipo TL 13 y en el posterior año las de tipo TL 30 (cajas fuertes para bancos y ejército estadounidense). El número que esta aun lado de las letras TL representan la cantidad mínima de minutos que tiene una caja fuerte para resistir un ataque ejecutado con las mejores herramientas o equipo, además ha ido evolucionando con los estándares de seguridad establecidos internacionalmente.

Después de obtener estas certificaciones la empresa tuvo mayor acogida en el mercado internacional, ofertando productos totalmente ecuatorianos al mundo entero y satisfaciendo siempre las necesidades del cliente. Actualmente el 80% de las ventas de Surimax van al extranjero a países como EE. UU., Canadá, República Dominicana y el 20% de sus clientes son nacionales en donde el 3% va dirigido al sector público. Desde el año 1973 que la empresa vendió su primera caja fuerte al Banco Nacional del Fomento ha mantenido los negocios con la mayoría de los bancos del Ecuador. Lo que ha permitido que la empresa crezca tanto internamente como externamente.

Problema

Actualmente, la demanda de cajas fuertes y sistemas de seguridad internacionalmente han incrementado especialmente en el país americano EE. UU., no obstante, ha existido un aumento

progresivo de costos tanto en materia prima como en mano de obra, lo cual ha generado que el producto incremente su valor. El sobre procesamiento en ciertas etapas de la línea de producción aumenta los costos y el tiempo de entrega de cada pedido, por lo que se establecerán estrategias las cuales ayudarán a reducir, costos directos como indirectos, eliminar desperdicios de materia prima y a la vez reducir tiempos en la etapa de producción.

El área de ensamblaje 1 se encarga en realizar sistemas mecánicos para las cajas fuertes fabricadas en la empresa, en ciertas operaciones existe un sobre procesamiento que implica aumentar tiempos en la producción que no generan valor agregado al proceso, debido a la falta de estandarización en las operaciones de los sistemas mecánicos generando un problema del producto ya que no cumple con las especificaciones de seguridad establecidas, esto implica un alto porcentaje de productos no conformes, que son controlados por estándares de seguridad a los que se rige la empresa, dando así como resultado un sobre procesamiento de los sistemas de producción y un retraso en las fechas establecidas para las entregas de cajas fuertes a los clientes. Para cubrir estos trabajos adicionales se generan horas extras las cuales pueden ser controladas si se llegara a estandarizar las operaciones desde el inicio del proceso productivo.

Justificación

El presente trabajo de investigación se realizará con el propósito de diseñar un plan para disminuir o eliminar los desperdicios que indican los tiempos de producción de la empresa Surimax Cia. Ltda mediante el uso de las herramientas de Manufactura Esbelta para aumentar la productividad de la empresa dado que esta se beneficiará directamente en la eficiencia de las operaciones y de esta manera poder agregar valor a los procesos de producción de las cajas fuertes.

La aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta permite a las empresas a tener un mejor rendimiento en los procesos productivos debido a que esta metodología reduce y/o elimina operaciones que no agreguen valor, desperdicios y tiempos de espera en cada área de trabajo logrando así aumentar y mejorar la productividad de las empresas sin afectar el rendimiento y respeto hacia los operarios.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una propuesta de implementación de herramientas de Manufactura Esbelta en la empresa Surimax Cia. Ltda dedicada a la fabricación de cajas fuertes para mejorar la productividad.

Objetivos específicos

1. Identificar los procesos productivos actuales en la empresa Surimax Cia. Ltda para evaluar los tiempos de trabajo y las actividades que agregan y no agreguen valor a la producción.
2. Proponer las herramientas de la manufactura esbelta que se ajusten a la realidad del proceso productivo en la elaboración de cajas fuertes.
3. Implementar las herramientas de Manufactura Esbelta en el área de Ensamblaje 1 a través de un plan piloto para el estudio de factibilidad de la propuesta.

Metodología

Alcance

El presente estudio será realizado a los procesos productivos de la empresa Surimax Cia. Ltda, enfocándose en la optimización de tiempos y procesos en la planta de producción, así como también la cantidad de desperdicios y procesos innecesarios que se generan en las etapas de producción.

Métodos/ Técnicas

Para el diseño de la propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta se realizará un previo análisis a los procesos productivos de la empresa para poder determinar que herramienta se ajusta a la situación actual de la empresa. Cabe destacar que se debe identificar los métodos y técnicas necesarios para la recopilación de datos, los mismos que serán obtenidos durante el desarrollo de este estudio a través de las siguientes secciones:

- **Sección i: investigación bibliográfica**

Se realizará por medio de la revisión y recolección de información sobre los temas de investigación pertinentes a través de referencias bibliográficas y recursos electrónicos que aporten al entendimiento y conocimiento del uso de las herramientas de manufactura esbelta.

- **Sección ii: introducción a la empresa**

Se llevará a cabo por medio de un análisis general de los procesos productivos con el propósito de diagnosticar el estado actual de la empresa a través de las visitas a la planta de producción para determinar el problema y posteriormente seleccionar las herramientas que se ajusten a las necesidades y problemáticas presentadas.

- **Sección iii: propuesta de implementación de las herramientas de manufactura esbelta**

En la propuesta se indicará que la implementación de estas herramientas dará como resultado la obtención de una mejora continua en la elaboración de las cajas fuertes especialmente en el proceso de ensamblado 1 y 2, esto ayudará de manera positiva a la empresa ya que actualmente la cantidad de pedidos a incrementado, por lo que cada herramienta aportará en un cambio total en el sistema productivo. Además, se demostrará las ventajas que tiene la implementación de las herramientas de manufactura esbelta mediante la comparación de resultados obtenidos entre el estado actual de los procesos productivos con los resultados que se espera tener mediante la propuesta de implementación.

Capítulo I.

Marco Teórico

1.1. Manufactura esbelta

Flora et al., [1], definen a la Manufactura esbelta como: “un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección de todo el sistema si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, la empresa tendrá como resultados la eliminación de todas las operaciones que no se agreguen valor al producto, servicio y a procesos, el aumento del valor de cada actividad realizada, la reducción de los desperdicios y se obtendrán mejoramientos tangibles, medibles y significativas de la competitividad.”. El objetivo principal de la manufactura esbelta es gestionar el proceso productivo de acuerdo con la demanda de los consumidores, minimizando los costos y eliminando cualquier tipo de desperdicio. Además, busca lograr una velocidad de respuesta ágil ante la demanda, así como la flexibilidad y la calidad requerida desde el inicio del proceso, impidiendo la generación de retrabajos.

Socconini [2], menciona que “la manufactura esbelta es un modelo de organización y gestión del sistema de fabricación —personas, materiales, máquinas y métodos— que busca mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación continua del despilfarro”.

1.1.1. Principios de manufactura esbelta

Para Womack y Jones [3], existen cinco principios para la filosofía Manufactura esbelta:

- **Cadena de Valor:** El objetivo final es lograr la satisfacción del cliente. Esto es porque cada cliente asigna un valor a su producto. Este principio implica comprender los valores que un cliente asocia con un producto.
- **Mapa de flujo de valor:** Este proceso implica mapear los flujos de material e información necesaria para coordinar las operaciones realizadas por fabricantes, proveedores y distribuidores, con el fin de entregar productos a los clientes de manera eficiente. El objetivo del mapeo de flujo de valor es identificar y eliminar las actividades que no agregan valor, optimizando así el flujo de trabajo y mejorando la matriz productiva en la cadena de suministro.

- **Flujo:** El objetivo es garantizar la continuidad del producto desde la fase de planificación hasta la producción y su entrega al cliente, impidiendo cualquier interrupción en el proceso.
- **Pull:** En vez de producir en función de pronósticos o con inventarios excesivos, el sistema "pull" se fundamenta en la demanda real de los clientes. Esto significa que se produce únicamente lo necesario, en la cantidad requerida y en el momento preciso.
- **Mejora continua:** El objetivo es alcanzar la perfección mediante la continua eliminación de desperdicios en todas las áreas de trabajo.

Cuando se implementan adecuadamente estos principios, las empresas se transforman en organizaciones lean, obteniendo beneficios directos significativos. Esto les brinda un enfoque sistemático para optimizar y mejorar de manera continua los sistemas y procesos de producción.

1.1.2. Fundamentos de Manufactura Esbelta

Esta filosofía se basa en varios fundamentos clave, de los cuales se destacan:

1.1.2.1. Siete desperdicios (muda)

Cualquier acción sin importancia que genere un resultado innecesario es denominado desperdicio. Y la manufactura esbelta tiene la finalidad de eliminar estos desperdicios puede ser porque que reducen procesos de producción y efecto en el desempeño industrial. Taichi Ohno clasifico los desperdicios en siete categorías [4].

- **Sobreproducción**

Producir por anticipado o en exceso de las necesidades actuales de los procesos siguientes o el cliente resulta en la creación de inventarios innecesarios, movimientos superfluos de materiales y operadores, y oculta los defectos. Este es considerado como el peor tipo de desperdicio en Lean [3].

- **Movimiento Innecesario**

Cualquier movimiento necesario de personas o equipo que no contribuya al valor del producto o servicio, como buscar herramientas o trabajar con procesos de cambio, se considera desperdicio de movimiento. Es importante identificar y eliminar este tipo de desperdicio para optimizar la eficiencia y maximizar el valor en los procesos de producción [4].

Algunas causas de desperdicio de movimiento son:

- Mal diseño de la estación de trabajo
- Caminar excesivamente, agacharse, estirarse.
- Mal diseño del método de transferencia de piezas de una mano a otra.
- Tamaños de lotes grandes.
- Reorientación de materiales.

- **Espera**

Esta forma de pérdida de tiempo se produce cuando un operario debe esperar a que la máquina finalice una tarea, cuando las máquinas se detienen mientras esperan que el operario realice ajustes, o a su vez cuando tanto el operario como la máquina están a la espera de herramientas, materiales o instrucciones. Todas estas situaciones implican una utilización ineficiente del tiempo y no agregan valor, lo que las convierte en el desperdicio más común en la industria [2].

- **Transporte**

Es una pérdida de tiempo y dinero mover materiales de un lugar de trabajo a otro. Esto implica el movimiento de herramientas, piezas de máquinas y accesorios de máquinas. Estas son actividades que no agregan valor y son costosas[4].

- **Procesos innecesarios**

Mandariaga [5], lo define como “Procesos que transforman propiedades del producto que el cliente no aprecia. Son procesos innecesarios, que no añaden valor. Su origen está en productos o procesos mal diseñados”

- **Inventario**

Es inventario aquel que se deja intacto a la espera de ser utilizado, el inventario no es solo en forma de materia prima, sino también en forma de productos terminados [4].

Mandariaga [5], lo define como “exceso de inventario de materias primas, componentes, producto en curso (WIP, Work In Process) y producto terminado; más inventario del necesario para satisfacer la demanda del cliente”

- **Defectos**

La manufactura esbelta se basa en una variedad de procedimientos para eliminar defectos en el proceso de producción. Ellos sirven como leyes para la industria, la mala calidad y la insatisfacción al cliente, disminuyendo el valor de mercado y la confiabilidad resultando en la disminución de las ventas y el precio del producto. El defecto no debe ocurrir repetidamente [4].

1.1.3. Herramientas de manufactura esbelta

1.1.3.1. Las 5's.

La metodología de las 5s, forma parte de las técnicas del Sistema de Gestión de la Producción, donde cada una de estas técnicas se conecta para promover la mejora continua en las empresas. El éxito de los resultados está estrechamente ligado al liderazgo de la alta gerencia, al compromiso y a la participación de todo el recurso humano de la organización[6].

Mandariaga [5], menciona que los cinco pasos son:

- Organizar (Seiri): El primer paso implica dividir los elementos del puesto de trabajo en dos grupos: los necesarios y los innecesarios. Se clasifican como innecesarios aquellos elementos que no se utilizarán en un futuro cercano o mediano durante las actividades de producción regulares. Estos elementos innecesarios no solo obstaculizan el uso de los elementos necesarios, sino que también generan inconsistencias en el proceso. [5].
- Ordenar (Seiton): Mandariaga [5], menciona que “El desorden ocasiona búsquedas y desplazamientos innecesarios. Las búsquedas son un despilfarro de tiempo en sí mismas y una fuente de variación. El orden contribuye directamente a la eliminación de las búsquedas y la reducción de los desplazamientos del operario, y nos permite conocer en todo momento si nos falta algún elemento necesario. El orden reduce el despilfarro y la variación”
- Limpiar (Seiso): Contribuye directamente a minimizar las averías, las cuales representan una pérdida de tiempo y generan variabilidad en el proceso a causa de la presencia de suciedad, ya que complica la detección de problemas y acelera el deterioro de los componentes. [5].

- Estandarizar (Seiketsu): Después de implementar los tres pasos iniciales, se establece estándares claros y sencillos (una referencia para comparar) para garantizar un puesto de trabajo óptimo. De esta manera, las situaciones anómalas serán fácilmente identificables y evidentes [5].
- Disciplina (Shitsuke): implica mantener los estándares establecidos en los cuatro pasos previos. En esta etapa, se llevan a cabo auditorías periódicas y acciones correctivas para asegurarnos de alcanzar y mantener el nivel deseado de las cinco S [5].

1.1.3.2. Justo a tiempo (JIT).

La metodología JIT (Justo a Tiempo por sus siglas en inglés), tiene el propósito de “organizar los niveles de producción al disponer únicamente de la cantidad necesaria de producto en el momento y lugar justo por medio de la eliminación de los desperdicios o elementos que no generan valor”[7]. Por ende, el justo a tiempo se centra en la reducción de inventarios incensarios ya sea productos terminados o materia prima con la finalidad de reducir el tiempo productivo e incrementar la productividad.

Vidal [8], menciona que al aplicar la metodología Justo a Tiempo es probable lograr un predominio en la segmentación de mercado debido a que la gestión logística mejora tanto en la entrega rápida de pedidos como en la optimización de los costos de producción, debido a la reducción del mantenimiento de inventarios innecesarios, existiendo un mayor espacio físico para almacenar materia prima y mercadería en las bodegas de la empresa.

1.1.3.3. Mapa de flujo de valor (VSM).

El Mapa de Flujo de Valor (VSM), es una herramienta clave para identificar desperdicios en el proceso de fabricación. Consiste en un diagrama visual del flujo del proceso que permite visualizar, analizar de manera efectiva los desperdicios existentes y explorar oportunidades de mejora [9].

Además, el VSM puede ser utilizado como una valiosa herramienta para eliminar desperdicios y optimizar el proceso de fabricación. Esto se logra al identificar y comprender los puntos de ineficiencia en el flujo de valor, facilitando la toma de decisiones [10].

De acuerdo con García y Amador [11], el VSM tiene como propósito representar de manera visual el proceso productivo de una empresa a través de símbolos, métricas y flechas, como se detalla en el Anexo 1, lo que posibilita mostrar tanto la situación actual como la proyectada en

el futuro. Una de las características distintivas de esta herramienta es su sencillez y facilidad de implementación, al mismo tiempo que resalta por su objetividad de añadir valor al producto.

García y Amador [11], proponen los siguientes pasos para la implementación del VSM:

- a) Elegir un área de producción crítica.
- b) Crear un mapa que refleje el estado actual del área seleccionada.
- c) Revisar la documentación existente relacionada con el área.
- d) Identificar los procesos principales involucrados en el área seleccionada.
- e) Determinar qué datos son necesarios y deben ser recopilados.
- f) Recolectar la información requerida.
- g) Analizar el mapa que representa el estado actual del área.
- h) Diseñar un mapa que represente el estado futuro deseado del área.
- i) Calcular el Takt Time (tiempo necesario para producir un producto) actual.
- j) Establecer el tiempo objetivo deseado para el Tack Time.
- k) Implementar herramientas de mejora en el área seleccionada.

1.1.3.4.Heijunka.

Esta herramienta es esencial para asegurar un flujo continuo en la línea de producción y trabaja en conjunto con el takt time y el tiempo de ciclo. Su propósito principal es reducir el desperdicio del talento humano, reconociendo la importancia de cada empleado y su contribución al proceso productivo [12]. Esta herramienta se basa en intervalos de tiempo y se divide en unidades según el volumen y la variedad de productos a fabricar. La distribución de la producción nivelada se gestiona a través de los kanbans utilizando la caja heijunka.

Para poder identificar qué actividades o procesos se necesita nivelar dentro de un proceso productivo o administrativo heijunka se apoya del instrumento takt time.

- Takt time

Madariaga [5], define al takt time como:” El tiempo que dicta el ritmo de la demanda, es decir, con qué frecuencia los clientes necesitan el producto”.

Este instrumento de la herramienta heijunka ayuda a sincronizar la producción de manera paralela a la cantidad de los productos. Para calcularlo, se divide el tiempo disponible de trabajo con la demanda diaria.

La fórmula utilizada para el cálculo del takt time es:

$$\text{Tack Time} = \frac{\text{Tiempo Disponible por día}}{\text{Demanda diaria}} \quad \text{Ec.1}$$

- **Runner – Surtidos de materiales**

El runner o surtidor de materiales desempeña una función vital al mantener el flujo del proceso al recoger las tarjetas (kanban) y componentes necesarios para cada operación y entregarlos puntualmente en el lugar adecuado. Su rol también implica supervisar de cerca las células de trabajo para prevenir posibles problemas antes de que afecten negativamente el flujo del proceso [13].

- **Caja Hejinka**

Baños y Osnaya [13], definen a la caja heijunka como “un dispositivo físico usado para administrar la producción sobre un periodo específico de tiempo en donde se colocan las tarjetas de requerimiento en las casillas de acuerdo con el aumento del pitch para los productos que deben ser elaborados”.

1.1.3.5.Kanban.

Kanban, es un sistema de control de producción que utiliza señales visuales para mantener activo el proceso de reabastecimiento. Estas señales pueden adoptar diferentes formas, como tarjetas, tableros o señales visuales y electrónicas. La elección del método de señalización depende de las condiciones específicas de la empresa y las características del producto [14].

Kanban desempeña el rol tanto de enfoque ágil como de herramienta, enfocándose en seguir un conjunto de reglas definidas. Estas reglas incluyen la visualización del flujo de trabajo, la limitación del trabajo en progreso (WIP), el establecimiento de políticas claras, la medición del flujo y búsqueda constante de mejoras [15]. Dado que tiene cualidades propias de una herramienta, su enfoque es relativamente sencillo de aplicar, solo se necesita comprender su funcionamiento y asegurarse de que todos los miembros del equipo lo implementen

adecuadamente. Además, debido a sus características de herramienta, se integra fácilmente con otros enfoques.

Según Moposita[16], Kanban es una herramienta que facilita la gestión del flujo de trabajo al permitir la entrega oportuna de los pedidos correctos. Esto implica que los materiales, partes o componentes se mueven de manera coordinada hasta la línea final en el momento adecuado. Además, señala los beneficios que tiene Kanban los cuales son:

- Reducción de los desperdicios
- Involucramiento total del personal
- Organización y visibilidad
- Mejora continua
- Flexibilidad de la mano de obra.

1.1.3.6.SMED.

SMED, es el acrónimo de “Single-Minute Exchange of dies” el cual menciona que los cambios de formatos o herramientas requeridos para cambiar de un lote a otro, se puede realizar en un tiempo menor a diez minutos[17].

Esta herramienta busca disminuir los tiempos de preparación de una máquina, los cuales se refieren al intervalo entre la finalización de un lote de producción y el inicio del siguiente lote. Este tiempo abarca desde la última pieza del lote anterior hasta la producción de la primera pieza aceptable del lote siguiente [18].

1.1.3.7. KPI's.

El Indicador Clave de Rendimiento (KPI's en sus siglas en inglés) son propuestos como una “herramienta para cuantificar los resultados de calidad y productividad que se hayan obtenido durante el proceso de producción, de tal manera que son considerados con medidas de rendimiento de los procesos realizados”[2].

Muñoz. Arteaga y Villamil [19], mencionan que “el indicador clave de rendimiento al igual que otras herramientas similares de la metodología de manufactura esbelta los KPI's promueven el fortalecimiento del orden y la calidad tanto en los procesos como etapas de producción debido a que al aplicar este indicador permite medir los resultados obtenidos tras la implementación de esta metodología evaluando la eficacia y efectividad de los procesos”.

1.1.3.8. Jidoka.

Jidoka, es la prevención de errores en el proceso el cual se logra mediante el rediseño de equipos, operaciones y productos. Es importante evitar tanto los errores humanos (Poka Yoke) como los errores del proceso. Se implementa la inspección 100% y en la fuente para asegurar la calidad de los resultados en cada operación sucesiva. Además, se utiliza la automatización con sentido humano para prevenir defectos y permitir que las tareas repetitivas sean realizadas por máquinas, lo cual permite a los operadores humanos dedicarse a operaciones de mayor valor agregado y mayor complejidad cognitiva [20].

El objetivo de Jidoka puede resumirse como:

- Garantizar la calidad en el producto o servicio
- Prevención de averías de equipos
- Uso eficaz de la mano de obra

1.1.3.9. Mantenimiento productivo total (TPM).

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) es un sistema japonés de gestión del mantenimiento industrial que se basa en el concepto de "mantenimiento preventivo" desarrollado en Estados Unidos. Su objetivo principal es evitar pérdidas en toda la vida del sistema de producción, maximizando su eficacia y fomentando la participación de todos los departamentos y personal, desde los operarios hasta la alta dirección. El TPM se apoya en actividades realizadas por pequeños grupos de trabajo [21].

A diferencia del enfoque tradicional de mantenimiento, donde unas personas están encargadas de llevar a cabo la producción, mientras que otras se dedican a realizar las labores de reparación. en caso de averías, el TPM promueve la participación continua de todos los empleados en el cuidado, la limpieza y el mantenimiento preventivo. Esto se hace para evitar averías, accidentes o defectos. En el TPM se reconoce que los operarios son los que mejor conocen el funcionamiento del equipo, ya que interactúan y trabajan diariamente con las máquinas. Por lo tanto, se les considera expertos en su funcionamiento y se les anima a contribuir activamente en su cuidado y mantenimiento [21].

Los pilares del TPM son: mejora de equipos y procesos, mantenimiento programado, mantenimiento autónomo, mantenimiento de calidad

1.1.3.10. Poka Yoke

La técnica del Poka Yoke se utiliza para detectar y prevenir errores en el proceso antes de que causen problemas. Su objetivo es minimizar o eliminar los defectos en la producción, lo que a su vez mejora la calidad del producto y aumenta la eficiencia. Al implementar el Poka Yoke, se busca identificar y corregir los errores de manera proactiva, evitando que lleguen al producto final. Esta metodología se enfoca en la prevención y la mejora continua, garantizando que los productos cumplan con los estándares de calidad y se minimicen los costos asociados con los defectos y retrabajos [22].

Este mecanismo en la gestión de calidad tiene múltiples beneficios, entre las principales son el aumento de la productividad y la reducción de tiempos, por lo que, al eliminar o reducir los errores se mejora la eficiencia del proceso optimizando el uso de los recursos.

1.1.3.11. Kaizen.

Kaizen es una filosofía japonesa que se basa en la mejora continua. Su nombre proviene de las siglas "Kai", que significa "cambio", y "zen", que significa "bueno". El objetivo principal de Kaizen es eliminar gradualmente los desperdicios o residuos a través de la implementación de planes de mejora continua. Esta filosofía no se limita únicamente al entorno empresarial, ya que también puede aplicarse en la vida diaria de una persona mediante pequeños cambios que permitan mejorar hábitos y estilo de vida. En resumen, Kaizen promueve un enfoque constante de mejora y la eliminación progresiva de desperdicios, tanto en el entorno empresarial como en la vida personal [23].

1.2. Cajas fuertes.

Las cajas fuertes a lo largo de la historia han ido evolucionando tanto en su diseño como en su sistema de seguridad, son considerados compartimentos en los cuales fueron diseñadas para guardar objetos de valor y sobre todo que sean manejadas por personas autorizadas. Las cajas fuertes varían tanto su seguridad como su tamaño de acuerdo con la necesidad del cliente, los sistemas mecánicos empleados en estas cajas fuertes son patentados por las empresas que las elaboran, teniendo así absoluta confidencialidad con sus empleados. Existen varios tipos de cajas fuertes en el mercado esto depende netamente del material en el que es elaborado, las más comunes son de concreto [24].

Las cajas fuertes de concreto brindan una seguridad esencial al momento de que alguna persona no autorizada busque abrirla, ya que usando cualquier herramienta demorará su tiempo de

apertura incluso se considera varios factores ya que por ejemplo si esta caja fuerte se encuentra en una entidad bancaria, al momento de ser atacada con cualquier tipo de herramienta, esto generará humo, lo cual ayudará al accionamiento de las alarmas contra incendios y alertará a los agentes de seguridad [24].

1.2.1. Modelos de cajas fuertes

A continuación, se detallan los principales modelos de cajas fuertes con certificado UL que tiene la empresa Surimax Cia. Ltda.

- **Cajas fuertes UL RSC:** Son elaboradas por un sistema diseñado exclusivamente para que exista un bloqueo completo en ambos lados de la caja fuerte al momento de ser atacada, lo que genera un mayor grado de seguridad. Como se muestra en la figura 1, Su sistema cuenta con un sistema doble que contiene dos placas duras las cuales forman parte de la puerta, brindando una única protección en cuanto a estructura. Añadiendo que sus bisagras son ocultas, estas bisagras son elaboradas en acero inoxidable para mayor resistencia. Este tipo de cajas son contra incendios, controlando de manera adecuada su estética y acabado para satisfacción de cliente. Cuenta con una certificación de resistencia al fuego de 1,200 grados durante una hora y media [25].



Figura 1. Caja fuerte UL RSC [25].

- **Caja fuerte UL TL 15.-** Este modelo mostrado en la figura 2, tiene una peculiar construcción ya que es elaborada a base de hormigón añadiendo unas chapas de acero de 2.3 pulgadas de espesor [25].

Características:

- Pestillos cromados de una pulgada y media.
- Sistema de bloqueo extra al ser atacada por la parte inferior de la caja.
- Material de alta densidad y firmeza ante cualquier robo por ataque de la puerta.
- Cerradura empleada para puertas de vidrio con una resistencia de 1,200 grados por una hora y media.
- Bisagras de alta resistencia ante cualquier ataque por líquidos.
- Puerta anti-fuego.
- Acabado con pintura testada para brindar una buena calidad y durabilidad.
- Bandejas internas ajustables.



Figura 2. Caja fuerte UL TL 15 [25].

- **Cajas fuertes con puertas corredizas:** Este tipo de cajas mostradas en la figura 3, fuertes son solicitadas más para lugares pequeños donde el espacio sea reducido y no haya la necesidad de abrir su puerta los 180° ya que su puerta al ser corrediza ingresa dentro de la caja fuerte[25].

Características:

- Pintura brillante de acuerdo con el color solicitado por el cliente.
- Cajones corredizos de acero.
- Construcción similar al modelo TL-15x6, con la diferencia de que en los 6 lados contiene una placa de blindaje.



Figura 3. Caja fuerte con puertas corredizas [25].

Entre los modelos secundarios de cajas fuerte están:

- Cajas fuertes con cerradura mecánica.
- Cajas fuertes con cerraduras electrónicas.
- Cajas fuertes con buzón en la parte superior.
- Puertas pasa paquetes.
- Puertas tipo bóveda.
- Puertas de seguridad para agencias bancarias.
- Refuerzos de seguridad en ATM.

Capítulo II.

Materiales y Métodos

Este capítulo se enfocó en realizar un análisis actual de los procesos productivos de la empresa Surimax. Cia. Ltda., con la finalidad de identificar las actividades que no agregan valor y así poder eliminar los desperdicios en dichos procesos.

2.1. Descripción de la empresa

Surimax Cia, Ltda, es una empresa familiar que opera bajo las leyes ecuatorianas y fue establecida en septiembre de 1980. Desde sus inicios, su producción se basó en cajas de seguridad empotrables. En la actualidad, la empresa está legalmente representada por Alejandro Manuel Alarcón Guerrero, registrado como persona natural en el Servicio de Rentas Internas (SRI) con RUC 1790468674001.

A partir del año 2000 la empresa cuenta con la certificación UL (underwriters laboratories) para las cajas fuertes de tipo RSC y TL lo cual le ha permitido a la empresa posicionarse en el mercado internacional con productos totalmente ecuatorianos. El logotipo de Surimax Cia. Ltda es el que se observa en la figura 4.



Figura 4. Logotipo de la empresa [26].

2.1.1. Ubicación de la empresa

Surimax Cia. Ltda se encuentra en la parroquia de Alangasí, en la calle Los Antares S/N y Los Mirlos. Todos los detalles sobre su ubicación se encuentran descritos en la Figura 5.

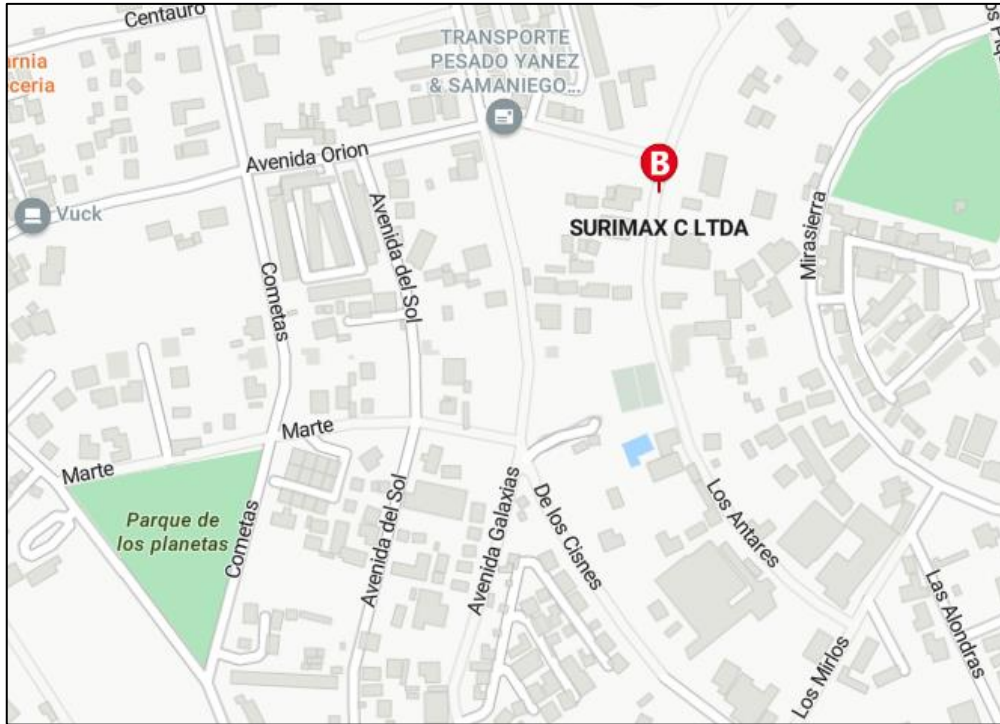


Figura 5. Ubicación geográfica Surimax Cia.Ltda

2.1.2. Misión y visión de Surimax

La misión de la empresa es:

“SURIMAX Cia. Ltda, una compañía legalmente constituida, dedicada a la producción y comercialización de cajas fuertes y equipos de seguridad en la rama metalmecánica y la exportación de productos terminados y semiterminados relacionados con el objetivo de la empresa, aplica para la construcción de cajas fuertes UL en calificación R.C.C TL y TL30 de estados unidos brindando a nuestros clientes productos de alta calidad acompañados de un excelente servicio precios justos y competitivos [26]”.

La visión de la empresa es:

“Mantener el liderazgo de SURIMAX Cia. Ltda en el mercado nacional, expandiendo los servicios de cajas fuertes y equipos de seguridad, en todos los mercados, como una empresa altamente competitiva, confiable, con el mejor crecimiento y ofreciendo sus productos, servicios con los mayores estándares de calidad a través de una excelente innovación de seguridad a nivel mundial cumpliendo a cabalidad y transparencia las leyes tributarias; ser generadores de trabajo, comprometidos con la seguridad del personal y medio ambiente [26]”.

2.1.3. Estructura organizacional de la empresa

Surimax Cia. Ltda, desde sus inicios sigue manteniendo la misma estructura organizacional a pesar de que es indispensable renovar este modelo de gestión para tener un mejor enfoque dentro de la empresa tanto sistemático como integrador.

El organigrama empresarial se encuentra detallado en la Figura 6, el cual muestra claramente los diferentes niveles de jerarquía, las funciones y las relaciones entre los departamentos gerenciales.

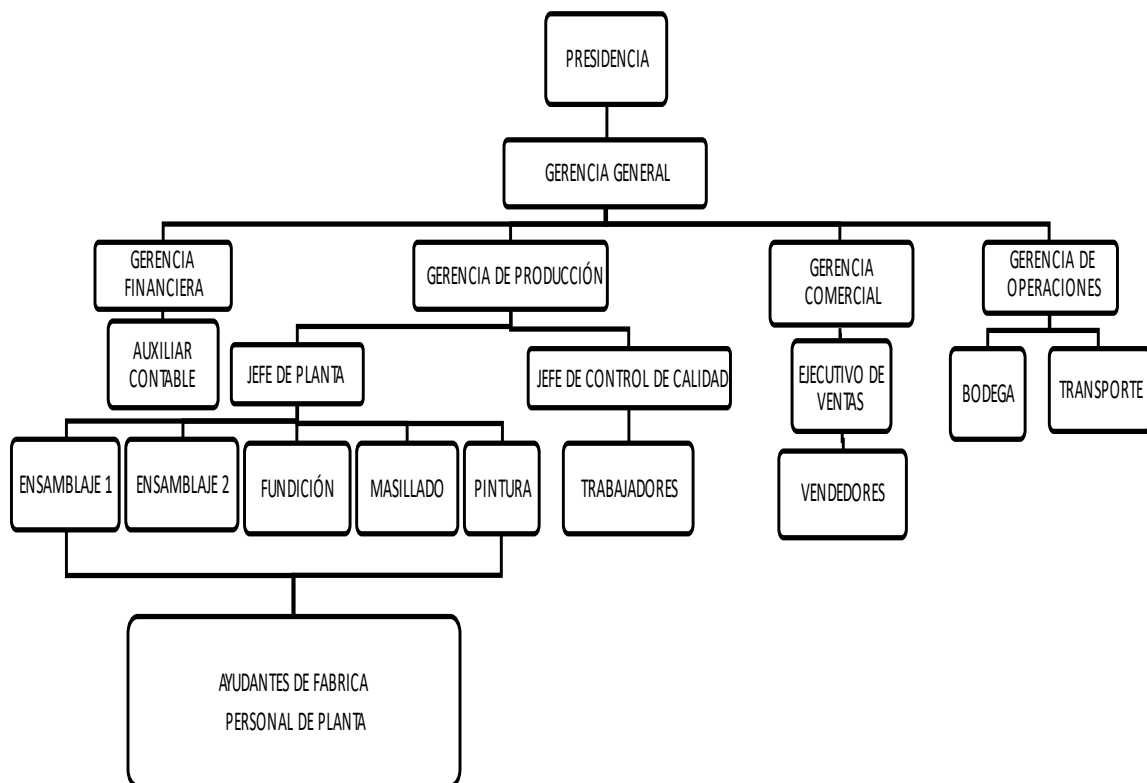


Figura 6. Organigrama Actual de Surimax Cia. Ltda

2.1.3.1. Descripción de las funciones.

A continuación, se presentan las descripciones de las funciones principales correspondientes a cada nivel de jerarquía.

- **Presidente:** Proporcionar liderazgo estratégico a la organización asegurando una toma de decisiones clave en base al crecimiento y rentabilidad de la empresa.
- **Gerente General:** es responsable de proporcionar orientación y tomar decisiones estratégicas para lograr la máxima rentabilidad y beneficios de la empresa.

- **Jefe de Producción:** controla el suministro de materia prima, garantizar la seguridad industrial, controlar los procesos y gestionar los despachos de materia prima.
- **Jefe de control de calidad:** Es su deber asegurar la calidad del producto en cada fase del proceso de producción, desde el inicio hasta su conclusión, abarcando también la entrega al cliente.
- **Operarios:** son empleados que han recibido capacitación específica para desempeñar las tareas relacionadas con su área de trabajo. En cada departamento, hay un supervisor encargado de verificar que cumplan con las metas de producción, además son responsables de los productos fabricados.

2.1.3.2. Mapa de procesos.

Se complementó la información con un mapa de procesos como se observa en la figura 7, la cual representa los procesos y sus interrelaciones, a través del análisis de los procesos productivos por orden de ejecución que tiene la empresa y la relación de unos procesos con otros de manera estructurada.

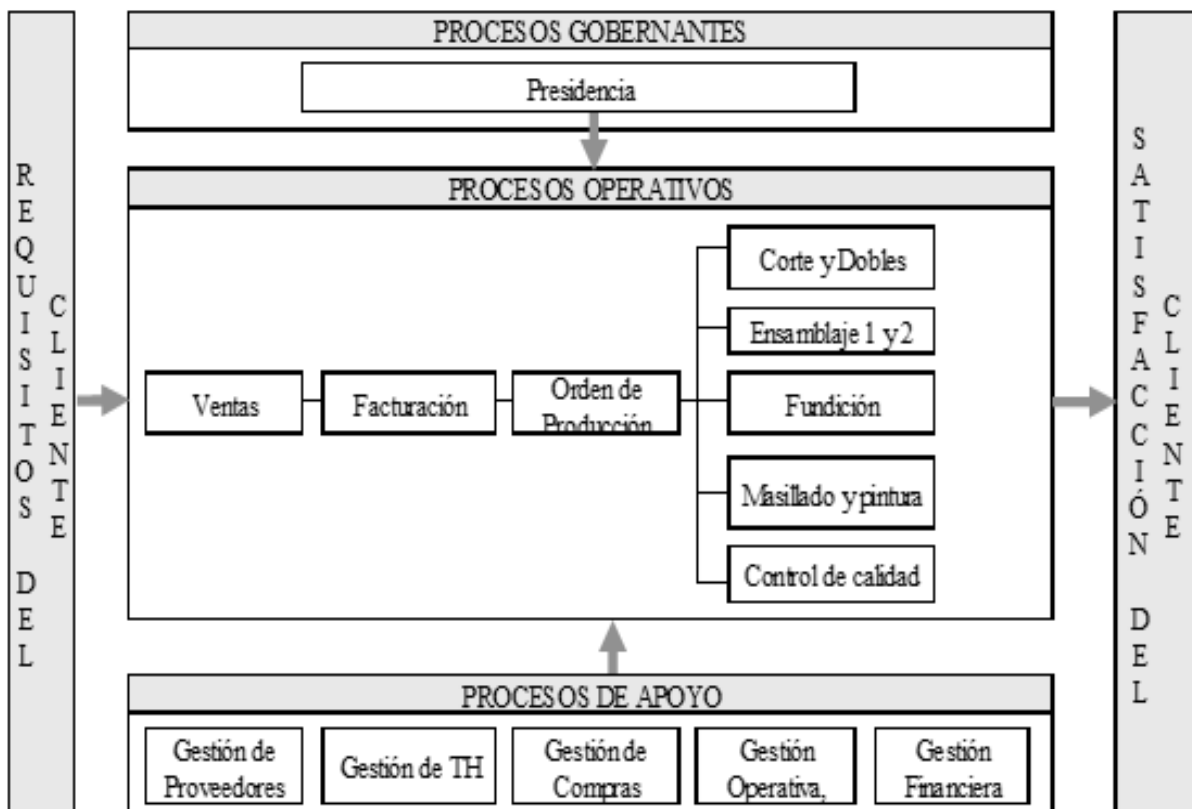


Figura 7. Mapa de procesos

2.1.4. Procesos productivos de la empresa

Surimax Cía. Ltda se basa en un sistema de producción bajo pedido, donde cada caja fuerte se fabrica de acuerdo con un contrato o solicitud antes de iniciar su producción. Debido a los altos costos asociados a la fabricación de cajas fuertes, mantener un inventario resulta poco viable. Por lo que cada caja fuerte se elabora teniendo en cuenta las necesidades del cliente, tanto en términos de diseño como en especificaciones de seguridad.

Una vez recibido el pedido, la empresa programa su producción y comunica al cliente una fecha estimada para la entrega del producto. Durante este proceso, se consideran tres aspectos fundamentales:

- Se elabora un plan preliminar de requerimientos de materiales (MRP)
- Se evalúa la capacidad del personal en cada área de trabajo y en función de la demanda de producción, se asigna horas extras diarias de trabajo.
- Se establece un control de la producción con el fin de evitar retrasos.

De esta manera, la empresa se compromete a tener en cuenta estos tres aspectos clave para garantizar una producción eficiente, cumplir con los plazos prometidos y satisfacer la necesidad de los clientes.

El proceso productivo actual, se caracteriza por ser poco automatizado y estandarizado, lo cual implica que dependa de las habilidades manuales de los operarios para llevar a cabo las tareas asignadas y cumplir con los objetivos de producción establecidos. Si bien estas habilidades manuales son valiosas, también limitan la eficiencia y la capacidad de respuesta de la empresa frente a lo solicitado por el cliente.

Los procesos para la elaboración de cajas fuertes de Surimax se componen en ocho etapas que se detallan a continuación:

- Proceso de corte y doblado

Una vez que se recibe el pedido, la producción empieza con el proceso de corte y doblado donde son procesadas las piezas requeridas en el ensamblaje de cada caja fuerte. Este proceso se divide en tres actividades: el tendido de tol, el corte de piezas y el doblado de piezas. A continuación, se describe cada uno de ellos:

- **Tendido de Tol:** Se procede a extender las planchas de tol sobre una mesa de trabajo. A continuación, se realiza la medición y marcado de las piezas sobre el tol, siguiendo detalladamente las especificaciones proporcionadas por el modelo y plano de la caja fuerte. Estas marcas servirán como guía para el corte posterior de las piezas individuales.
- **Corte de piezas:** Una vez realizado el tendido de tol, se procede al corte de las piezas individuales. Se utilizan los trazos marcados como guía de corte, y se verifica que las medidas sean precisas según los planos proporcionados como se observa en la figura 8. Cada pieza es separada y trasladada a una mesa contigua para continuar con el subproceso de doblado.



Figura 8. Proceso de Corte

- **Doblado de piezas:** En este subproceso, los operarios toman las piezas previamente cortadas y las doblan de acuerdo con el modelo de la caja fuerte y controlan las medidas y ángulos de cada doblez, como se evidencia en la figura 9.



Figura 9. Doblado de piezas

- **Proceso de Ensamblaje 1 (puertas)**

Las entradas para el ensamblaje 1 son las piezas de las puertas cortadas y dobladas. Durante este proceso, se realiza el ensamblaje de los moldes de las puertas, preparándolas para su posterior traslado al proceso de fundición. Una vez completado dicho proceso, las puertas fundidas regresan a ensamblaje 1, donde se procede a retirar los excesos de plástico y se empieza a realizar todo el sistema mecánico como se indica en la figura 10.



Figura 10. Proceso de Ensamblaje 1 (puertas)

- **Ensamblaje 2 (cajas)**

Las piezas de las cajas, previamente cortadas y dobladas son las entradas del proceso de ensamblaje 2. Durante esta etapa, se lleva a cabo el ensamblaje de todos los moldes necesarios para construir el cuerpo de la caja, preparándolos para su posterior traslado al proceso de fundición. Una vez que el proceso de fundición ha sido completado, las cajas fundidas regresan al ensamblaje 2, donde se procede a eliminar el exceso de plástico. Posteriormente, se realiza el armado de la caja, se instalan las bisagras y se coloca la puerta. El cuerpo de la caja ensamblada se muestra en la figura 11 a continuación:



Figura 11. Proceso de Ensamblaje 2 (cajas)

- **Proceso de fundición**

Este proceso es parte de ensamblaje 1 y 2 ya que es un proceso rotativo entre ensamblaje de puertas y cajas, sin embargo, debido a que las actividades realizadas en este proceso son distintas a las de otras etapas se considera como un proceso unilateral.

Para el proceso de fundición, se cubren los moldes de las puertas y las cajas con una combinación de plástico procesado y cerámica, tal como se ilustra en la figura 12. Estos moldes se colocan posteriormente en un horno para llevar a cabo un primer horneado de 240 minutos a una temperatura de 170°C. Una vez finalizado el primer horneado, los moldes se llenan nuevamente con plástico procesado y cerámica, y se someten a un segundo horneado de 240 minutos a 170°C, como se evidencia en la figura 13.



Figura 12. Molde de puerta con plástico procesado y cerámica



Figura 13. Fundición de moldes de puertas y cajas

- **Proceso de masillado**

La entrada para el proceso de masillado es la caja fuerte ensamblada, en este proceso primero se procede a pulir los excesos de suelda de la caja, de igual manera se realiza una limpieza del sistema mecánico seguido se masilla las imperfecciones como se muestra en la figura 14.



Figura 14. Masillado de caja

- **Proceso de pintura**

Durante esta actividad, las cajas fuertes son pintadas de manera individual, de acuerdo con la orden de pedido. El proceso comienza aplicando una capa base de pintura. Luego, se desmonta el sistema mecánico para pintar la parte interna de la caja, una vez seca la pintura se vuelve a ensamblar el sistema mecánico. Por último, se realiza un acabado final de pintura en toda la caja fuerte. El resultado final de una caja fuerte pintada se puede apreciar en la figura 15.

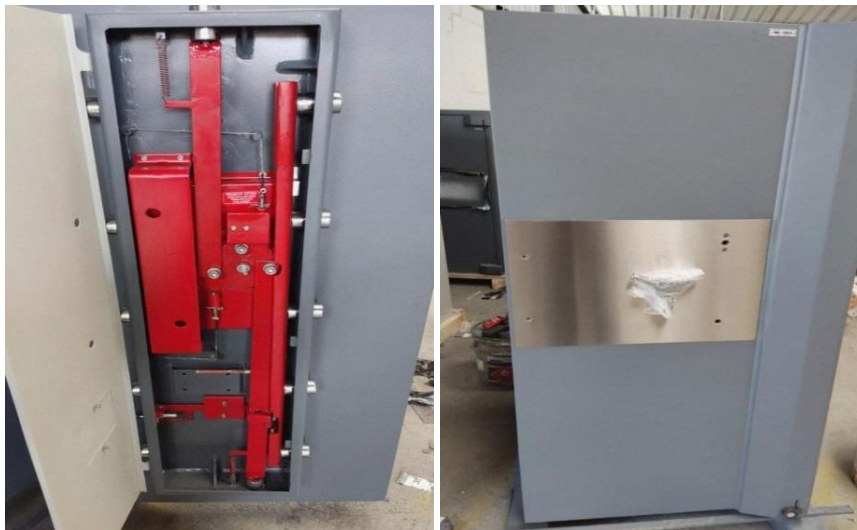


Figura 15. Caja fuerte pintada

- **Proceso de control de calidad**

Con el objetivo de garantizar la calidad del producto final, se lleva a cabo un control de tolerancias en las cerraduras de cada caja fuerte terminada. Durante este proceso, se ensamblan las piezas de los sistemas mecánicos y se verifica el cumplimiento de los estándares establecidos, así como el correcto funcionamiento de cada caja fuerte. Una vez completada esta revisión, se otorga la aprobación correspondiente. Posteriormente, el supervisor de calidad realiza una evaluación final comprobando los estándares de calidad antes de proceder con el envío.

- **Almacenamiento y despacho**

Una vez aprobada cada caja fuerte por el supervisor encargado se procede a empacar y colocar los sellos representativos de la empresa para luego transportarlas a bodega.

Para realizar el despacho, se prepara una lista que incluye los datos del cliente junto con la orden de pedido para verificar si todos los requerimientos del cliente se cumplieron y así validar el pedido para su envío sea nacional o internacional. La distribución internacional es realizada por vía marítima, los productos son transportados a las bodegas de Surimax del exterior y finalmente se realiza la entrega a los distintos clientes.

Por motivos de confidencialidad con la empresa, no se cuenta con acceso a evidencias fotográficas ni a otros datos sensibles.

Para un mejor entendimiento del proceso productivo se realizó el diagrama de flujo para la elaboración de cajas fuerte desde el ingreso de materia prima hasta el empaquetado de los productos terminados con la ayuda de la recopilación de información la cual apporto a la realización del análisis como se observa en la figura 16. Adicionalmente se elaboró un diagrama de flujo funcional debido a las funciones cruzadas que presenta el proceso productivo el cual se detalla en el Anexo 2.

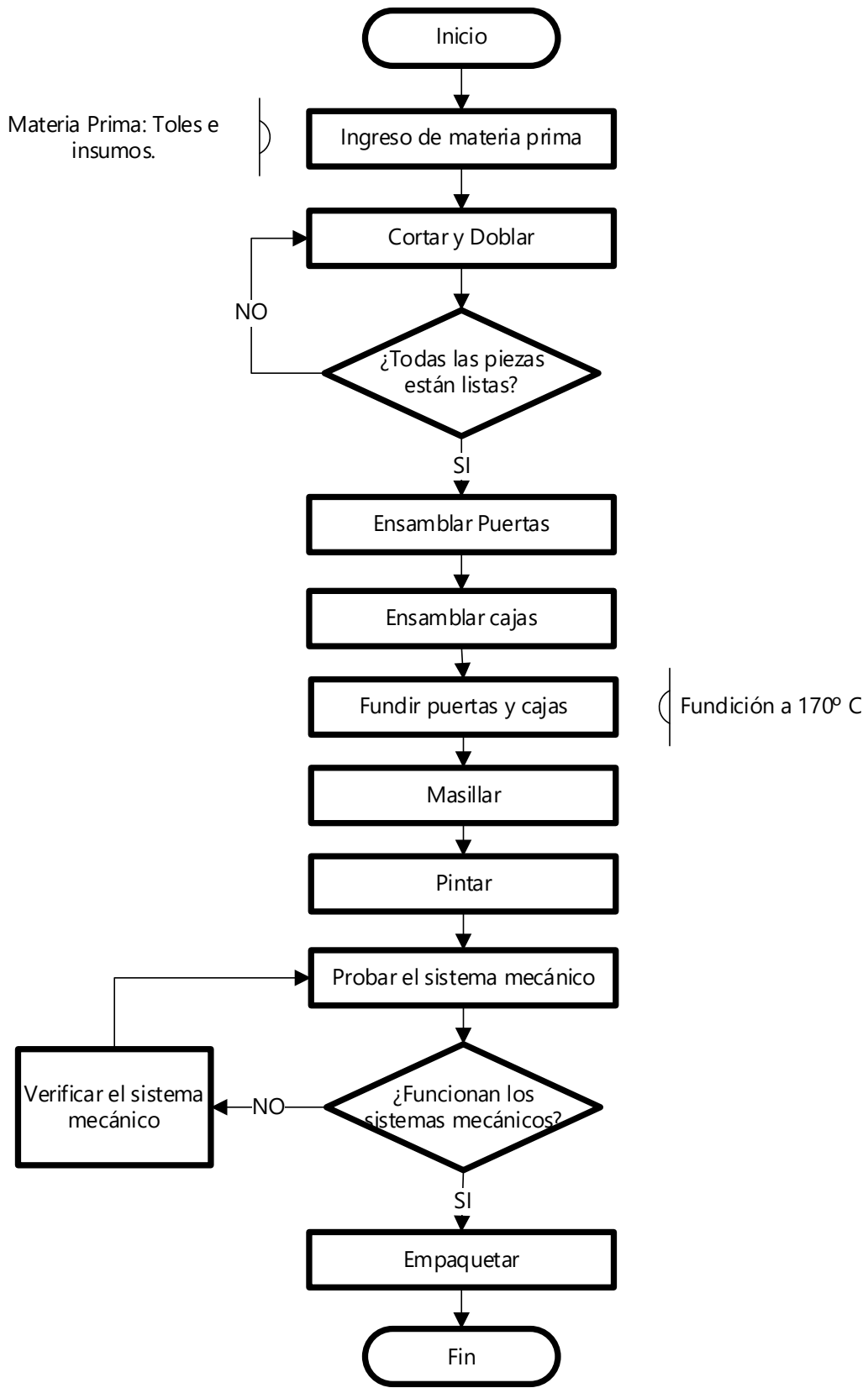


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso productivo

2.1.5. Proveedores

Para que Surimax. Cía. Ltda., pueda ofrecer a sus clientes productos de calidad es necesario seleccionar a los proveedores por la calidad de materias primas, marca, país de origen y su disponibilidad de stock. En la tabla 1, se detalla los proveedores que con mayor frecuencia entregan su producto.

Tabla 1. Proveedores

Nombre	Materia Prima
Acero comercial ecuatoriano S. A	Toles de acero
Aceros Boehler del ecuador S.A	Toles de acero
Cerraduras ecuatorianas S. A	Cerraduras mecánicas, chapas de acero
Comercial kywi S. A	Tornillos, pernos, manijas y placas de refuerzo
Crilamid Cia. Ltda.	Vidrio prensado
Idmacero Cia. Ltda.	Toles de acero
Multicable S. A	Cables de acero
Satincolor Cia. Ltda.	Thinner y pintura
Sellfer Cia. Ltda.	Pernos, tuercas, tornillos
Sherwim Williams S.A	Pintura
Tecnividrio 2000 S. A	Vidrio prensado

Adicionalmente, Surimax, Cia. Ltda ha establecido una sólida conexión con sus proveedores gracias a una gestión eficiente en lo que respecta a los plazos de entrega y los pagos, lo cual ha contribuido a una excelente relación entre ambas partes.

2.1.6. Clientes

Surimax. Cia. Ltda tiene clientes tanto del sector público como privado, a nivel nacional como internacional, con un enfoque particular en el mercado estadounidense. Estos clientes tienen necesidades de seguridad y buscan servicios confiables, productos de alta calidad a precios competitivos y entregas puntuales. La mayoría de los clientes mantienen una relación comercial con la empresa durante dos o tres años. A continuación, se proporciona una lista general de los principales clientes.

- Comercio bienes alimentos
- Comercio bienes autos
- Comercio bienes electrodomésticos
- Comercio bienes medicinas
- Compañías de seguros
- Empresa pública
- Industria Florícola
- Industria textil
- Instituciones de seguridad
- Instituciones educativas
- Organismos gubernamentales
- Organismos internacionales
- Restaurantes

2.1.7. Descripción del producto principal

En la empresa Surimax, el producto principal es el modelo TRTL-30X6 como se indica en la figura 17, esta caja fuerte está construida con placas de aluminio macizas, acero inoxidable y cobre haciendo de esta caja fuerte una de las barreras defensivas más formidables [25].

Sus especificaciones son:

- Puerta: posee un grosor de 6".
- Cuerpo: la caja fuerte tiene un grosor total del cuerpo de 3 1/2".
- Candados: de combinación del Grupo 2M resistente a la manipulación.
- Cerrajería: pernos de 1 ½ '' en la parte superior e inferior.
- Posee rebloqueadores de vidrio
- Diseñada para dos cerraduras mecánicas o electrónicas.
- Reloj para bloqueo en tiempo determinado.



Figura 17. Producto principal

El producto está experimentando un rápido crecimiento en el mercado internacional, lo que posiciona a la empresa por encima de la competencia en este segmento de mercado.

2.2. Situación actual del proceso productivo de la empresa

En esta sección se proporciona una descripción del estudio y evaluación del estado en que se encuentran la empresa.

2.2.1. Mano de obra

Surimax Cia. Ltda, cuenta con la mano de obra descrita la Tabla 2.

Tabla 2. Mano de Obra disponible de Surimax

Procesos	Operarios
Corte y doblado	2
Fundición 2	2
Ensamblaje 1	12
Ensamblaje 2	8
Masillado	9
Pintura	3
Total	36

2.2.2. Jornada de trabajo

La jornada de trabajo de la empresa es de lunes a viernes de 08:00 AM a 16:00 PM. Además, se emplean horas adicionales que se compensan según el ministerio de trabajo.

2.2.3. Estudio de tiempos por cada proceso de trabajo

Se realizó un análisis de tiempos para la fabricación de una caja fuerte, considerando que la producción establecida es de una unidad por día. Este análisis se realizó mediante la medición de tiempos cronometrados y aplicando los porcentajes suplementarios establecidos por la OIT según el Anexo 3. Los detalles de este análisis de tiempos se encuentran proporcionados en los Anexos 4 al 11. Además, en la Tabla 3, se presenta un resumen de este estudio de tiempos.

Tabla 3. Tiempos de ciclo de los procesos

Proceso	Tiempo (min)
Bodega de recepción de MP	2
Corte y doblado	229
Ensamblaje 1	491
Ensamblaje 2	504
Fundición	505
Masillado	438
Pintura	210
Control de calidad	78
Tiempo total de producción	2457

2.2.4. Diseño del mapa de flujo de valor (VSM) del estado actual

Con el fin de identificar qué proceso agrega valor en la fabricación de cajas fuertes, se analizaron varios aspectos para proceder al diseño del VSM del estado actual.

Durante la recopilación de datos, se registró información sobre los inventarios en curso los cuales son mínimos debido a que la materia prima y los suministros se solicitan según la cantidad de cajas fuertes requeridas en cada pedido. También se identificó en cada proceso los tiempos de ciclo respectivos. Estos datos fueron utilizados para levantar el mapa del flujo de valor (VSM) actual de la empresa, esto permitirá identificar los desperdicios que afectan principalmente a las etapas de producción.

Además, se recopiló información de los registros generados por la empresa, los cuales contenían órdenes de producción, planos de ensamblaje y ficha técnica de las cajas fuetes con detalles sobre las cantidades, modelos y características de los productos requeridos.

En la Figura 18, se detalla el mapa de flujo de valor (VSM) actual del proceso productivo de Surimax Cia. Ltda

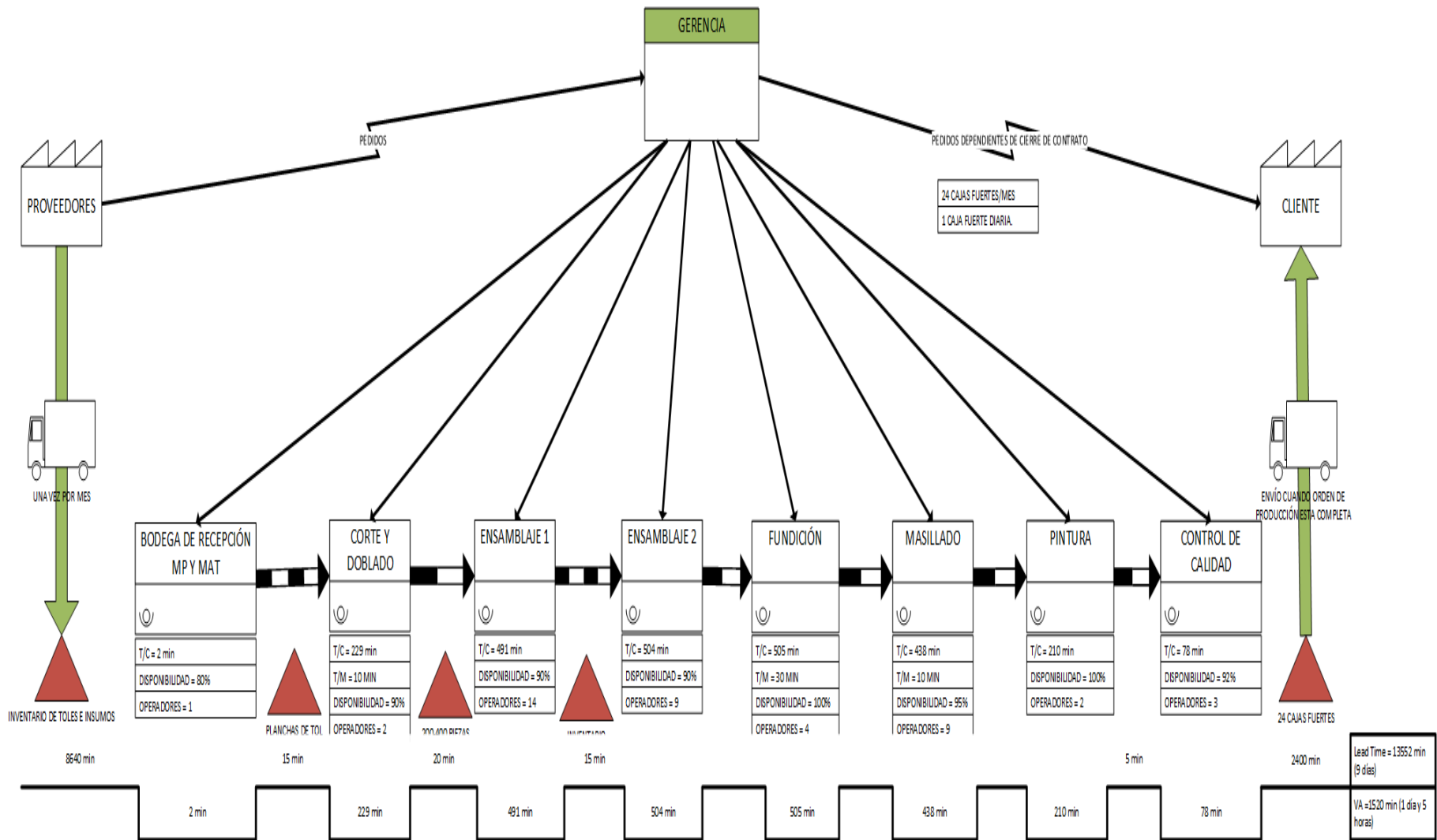


Figura 18. VSM actual

En base a los datos recopilados se realiza el cálculo del takt time, para cumplir con el pedido solicitado por parte del cliente, tal como se muestra en el VSM actual.

La planta de producción opera durante 8 horas al día en una sola jornada diurna. Durante este tiempo, se les otorgan a los operarios un receso designado para el refrigerio de media mañana de 10 minutos y 30 minutos para el almuerzo. Como se detalla a continuación:

$$8 \text{ horas} \times 60 \text{ min} = 480 \text{ min}$$

$$480 \text{ min} - 10 \text{ min de refrigerio} = 470 \text{ min}$$

$$470 \text{ min} - 30 \text{ min de almuerzo} = 440 \text{ min}$$

$$\textbf{Tiempo de trabajo diario disponible} = \textbf{440 min}$$

La empresa ha establecido como requisito mínimo de producción la fabricación de una caja fuerte al día, para cumplir con los plazos de entrega establecidos por el cliente. Utilizando la ecuación 1 se calcula el takt time:

$$\textit{Takt time} = \frac{440 \text{ min}}{1 \text{ unidad}}$$

$$\textbf{Takt time} = \textbf{440 minutos/unidad}$$

En la tabla 4, se pueden observar los tiempos de ciclo para cada proceso implicado en la producción de una caja fuerte durante un día laborable. En la figura 19, se evidencia el desbalance entre cada proceso en relación con el takt time calculado.

Tabla 4. Tiempos de ciclo y takt time

Proceso	Tiempo (min)	Takt Time (min)
Bodega de recepción de MP	2	
Corte y doblado	229	
Ensamblaje 1	491	
Ensamblaje 2	504	440
Fundición	505	
Masillado	438	
Pintura	210	
Control de calidad	78	

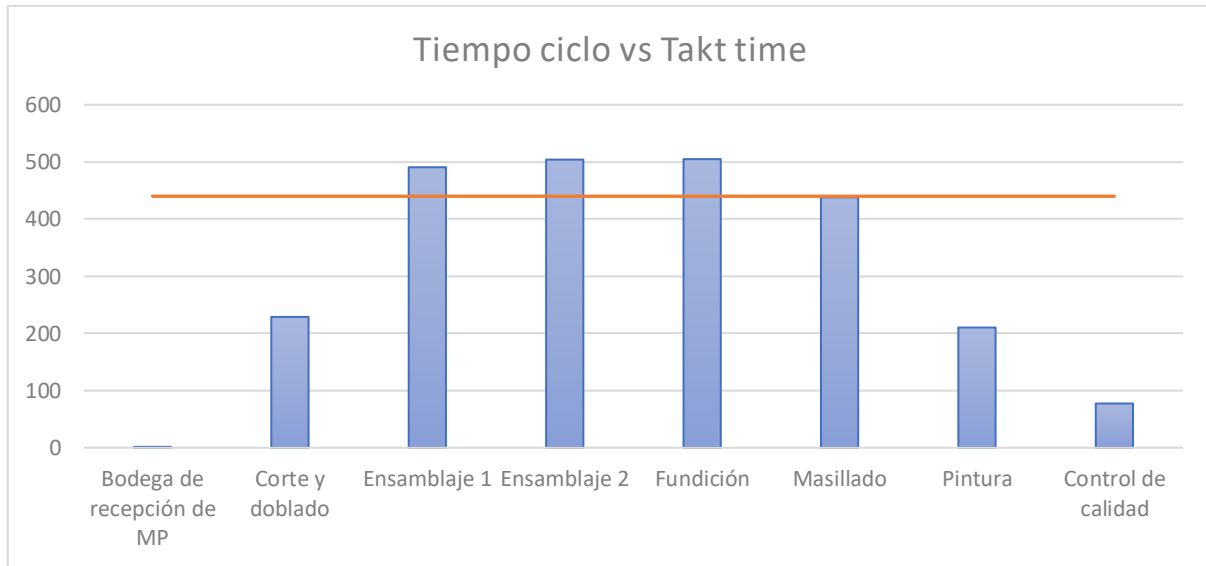


Figura 19. Tiempo de ciclo vs Takt time

Dado que los procesos de ensamblaje 1 y 2 son los que presentan un desbalance y también contienen la mayoría de las actividades en el proceso de producción se ha decidido enfocarse en estos procesos. En cuanto al proceso de fundición, el resultado no está influenciado por las actividades realizadas, sino más bien por el tiempo en que el material se hornea debido a que se somete a un tratamiento térmico, el cual depende de las variables de fundición.

2.2.5. Identificación de actividades que agregan valor y no agregan valor

Se recopilaron datos de todas las operaciones que se realizan en la producción para la fabricación de cajas fuertes. Estos datos se encuentran detallados en el Anexo 12, el cual indica el tiempo de cada operación para la fabricación de una caja fuerte, de igual manera las operaciones que agreguen valor y no agregan valor en la etapa productiva de la empresa. En la tabla 5, se presenta el resumen de los valores encontrados en cada proceso.

Tabla 5. Resumen de actividades de Corte y Doblado

Resumen de Corte y Doblado			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	4	202	88
No agrega valor	4	27	12
Total	8	229	100

Según el resumen de la tabla 5, se identifican 4 actividades que no agregan valor, lo que representa un 12% del total, mientras que se encontraron 4 actividades que sí agregan valor en el proceso de corte y doblado.

Tabla 6. Resumen de actividades de Ensamblaje 1

Resumen de Ensamblaje 1			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	18	463	94
No agrega valor	4	28	6
Total	22	491	100

Según el resumen de la tabla 6, se identifican 4 actividades que no agregan valor, lo que representa un 6% del total, mientras que se encontraron 18 actividades que sí agregan valor en el proceso de ensamblaje 1.

Tabla 7. Resumen de actividades de Ensamblaje 2

Resumen de ensamblaje 2			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	9	389	77
No agrega valor	6	115	23
Total	15	504	100

Según el resumen de la tabla 7, se identifican 6 actividades que no agregan valor, lo que representa un 23% del total, mientras que se encontraron 9 actividades que sí agregan valor en el proceso de ensamblaje 2.

Tabla 8. Resumen de actividades de Fundición

Resumen de fundición			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	6	368	73
No agrega valor	4	137	27
Total	10	505	100

Según el resumen de la tabla 8, se identifican 4 actividades que no agregan valor, lo que representa el 27% del total, mientras que se encontraron 6 actividades que sí agregan valor en el proceso de Fundición.

Tabla 9. Resumen de actividades de Masillado

Resumen de masillado			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	4	305	70
No agrega valor	4	133	30
Total	8	438	100

Según el resumen de la tabla 9, se identifican 4 actividades que no agregan valor, lo que representa un 30% del total, mientras que se encontraron 4 actividades que sí agregan valor en el proceso de Masillado. Es importante destacar que en este proceso las actividades que no generan valor superan a las que si lo hacen.

Tabla 10. Resumen de actividades de Pintura

Resumen de pintura			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	8	122	58
No agrega valor	3	88	42
Total	11	210	100

Según el resumen de la tabla 10, se identifican 3 actividades que no agregan valor, lo que representa un 42% del total, mientras que se identificaron 8 actividades que sí agregan valor en el proceso de Pintura.

Tabla 11. Resumen de actividades de Control de calidad

Resumen de control de calidad			
Valor agregado	Nº actividades	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Si agrega valor	5	73	94
No agrega valor	1	5	6
Total	6	78	100

Según el resumen de la tabla 11, se identificó 1 actividad que no agrega valor, lo que representa un 6% del total, mientras que se encontraron 5 actividades que sí agregan valor en el proceso de Control de Calidad.

Además, se realizó un diagrama de recorrido de la planta de producción de Surimax Cia. Ltda, que ilustra la distribución de los espacios físicos, así como la forma en que los operarios trasladan las piezas de una estación de trabajo a otra. En la figura 20, se detalla el recorrido que realizan los operarios y el producto.

Es importante resaltar que los operarios realizan este recorrido cuando necesitan de piezas para continuar con sus tareas. Además, realizan estos traslados cuando la producción tiene retrasos. En consecuencia, son los operarios de las estaciones posteriores quienes se encargan de retirar las piezas de ensamblaje.

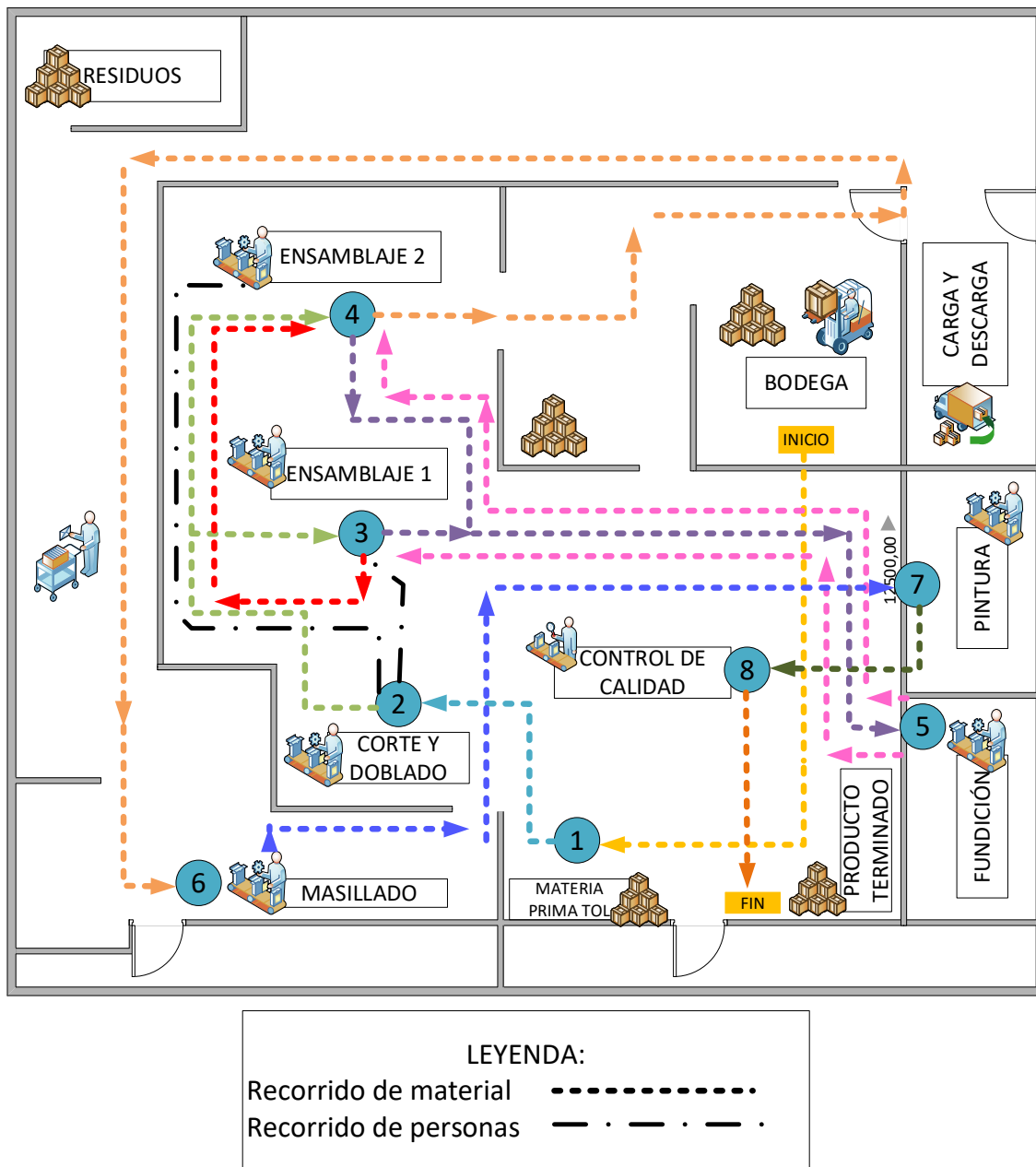


Figura 20. Diagrama de recorrido

El recorrido del material comienza en la Bodega, desde donde se traslada al espacio designado de materia prima (uno). Luego, el material se traslada al proceso de corte y doblado (dos). Una vez cortadas y dobladas las piezas, estas pasan al proceso de ensamblaje 1 (tres) y ensamblaje 2 (cuatro). Sin embargo, cuando no se entregan las piezas necesarias, los operarios de las estaciones uno y dos se encargan de recoger el material faltante de la estación uno. Después del ensamblaje, las piezas son trasladadas al proceso de fundición (cinco). Una vez que los moldes son fundidos, estos retornan al ensamblaje 1 (tres) y al ensamblaje 2 (cuatro). Posteriormente,

las puertas se trasladan de ensamblaje 1 (tres) a ensamblaje 2 (cuatro), donde se ensambla la puerta a la caja. Luego, la caja fuerte se traslada al proceso de masillado (seis). Una vez masillada, la caja pasa al proceso de pintura (siete). Finalmente, la caja fuerte pasa por control de calidad (ocho) y es llevada al espacio de producto terminado.

Luego de haber analizado el recorrido que realiza el material como el de los operarios en la planta, se identificó la presencia de movimientos innecesarios por parte de los operarios, afectando a la productividad de la empresa y utilizando de manera inadecuada los recursos disponibles.

Se ha identificado la presencia de movimientos innecesarios por parte de los operarios. Estos movimientos están afectando negativamente la productividad de la empresa y resultan en un uso inadecuado de los recursos disponibles.

2.2.6. Identificación de los desperdicios encontrados.

Con el análisis actual de la empresa y el diagrama de operaciones de la fabricación de cajas fuertes, se han identificado las actividades que no agregan valor y el tipo de desperdicio asociado a cada una de ellas como se detalla en la tabla 12 y 13.

Tabla 12. Identificación de desperdicios encontrados

Proceso	Actividad	Desperdicio
Corte y Doblado	Recepción orden de producción	Espera
	Trasladar las planchas de tol	Movimiento
	Verificar los ángulos de dobles	Defectos
	Distribuir las piezas	Transporte
Ensamblaje 1	Señalar orificios	Espera
	Enderezar las puertas	Proceso Innecesario
	Trasladar a fundición	Proceso Innecesario
	Esmerilar exceso de suelda	Proceso Innecesario
Fundición	Prehornear	Proceso Innecesario
	Añadir plástico faltante en puertas	Proceso innecesario
	Añadir plástico faltante en cajas	Proceso innecesario
	Trasladar a Ensamblaje 1 y 2	Transporte

Tabla 13. Identificación de desperdicios encontrados (continuación...)

Proceso	Actividad	Desperdicio
Ensamblaje 2	Limpiar el exceso de plástico	Proceso Innecesario
	Enderezar la caja	Proceso Innecesario
	Trasladar a fundición	Proceso Innecesario
	Probar el sistema mecánico	Espera
	Señalar las piezas del sistema mecánico	Espera
	Trasladar a masillado	Transporte
Masillado	Esmerilar exceso de suelda	Proceso Innecesario
	Dejar secar la masilla	Espera
	Rectificar fallas	Defectos
	Trasladar a pintura	Transporte
Pintura	Lijar exceso de masilla	Defectos
	Volver a armar el sistema mecánico	Espera
Control de calidad	Almacenar en zona de producto terminado	Movimiento

En la Tabla 14, se indica la tabulación de desperdicios encontrados y por medio del diagrama de Pareto se puede definir que los desperdicios más frecuentes son: procesos innecesarios y espera como se detalla en la Figura 21.

Tabla 14. Desperdicios encontrados

Desperdicios	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
Espera	6	24	24
Transporte	4	16	40
Defectos	3	12	52
Procesos Innecesarios	10	40	92
Movimiento	2	8	100
Total	25	100	200

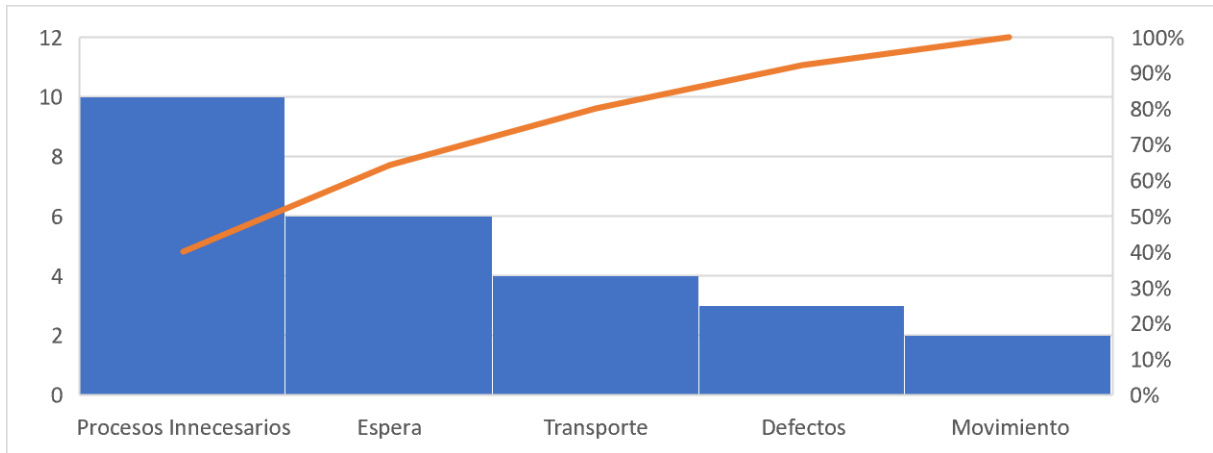


Figura 21. Frecuencia de los desperdicios encontrados

Para abordar estos desperdicios, se realizó una lluvia de ideas con el objetivo de identificar las causas raíz como se detalla en el anexo 13. Además, se jerarquizó las causas y se las ubicó en el diagrama de Ishikawa, tal como se muestra en las Figuras 22 y 23.

Estos desperdicios representan oportunidades de mejora para reducir los tiempos de producción y aumentar la eficiencia en los procesos. Con el fin de implementar medidas correctivas, se planea diseñar acciones específicas para abordar las causas raíz de estos desperdicios. El objetivo es encontrar soluciones que eliminen o minimicen su impacto en los procesos productivos de la empresa.

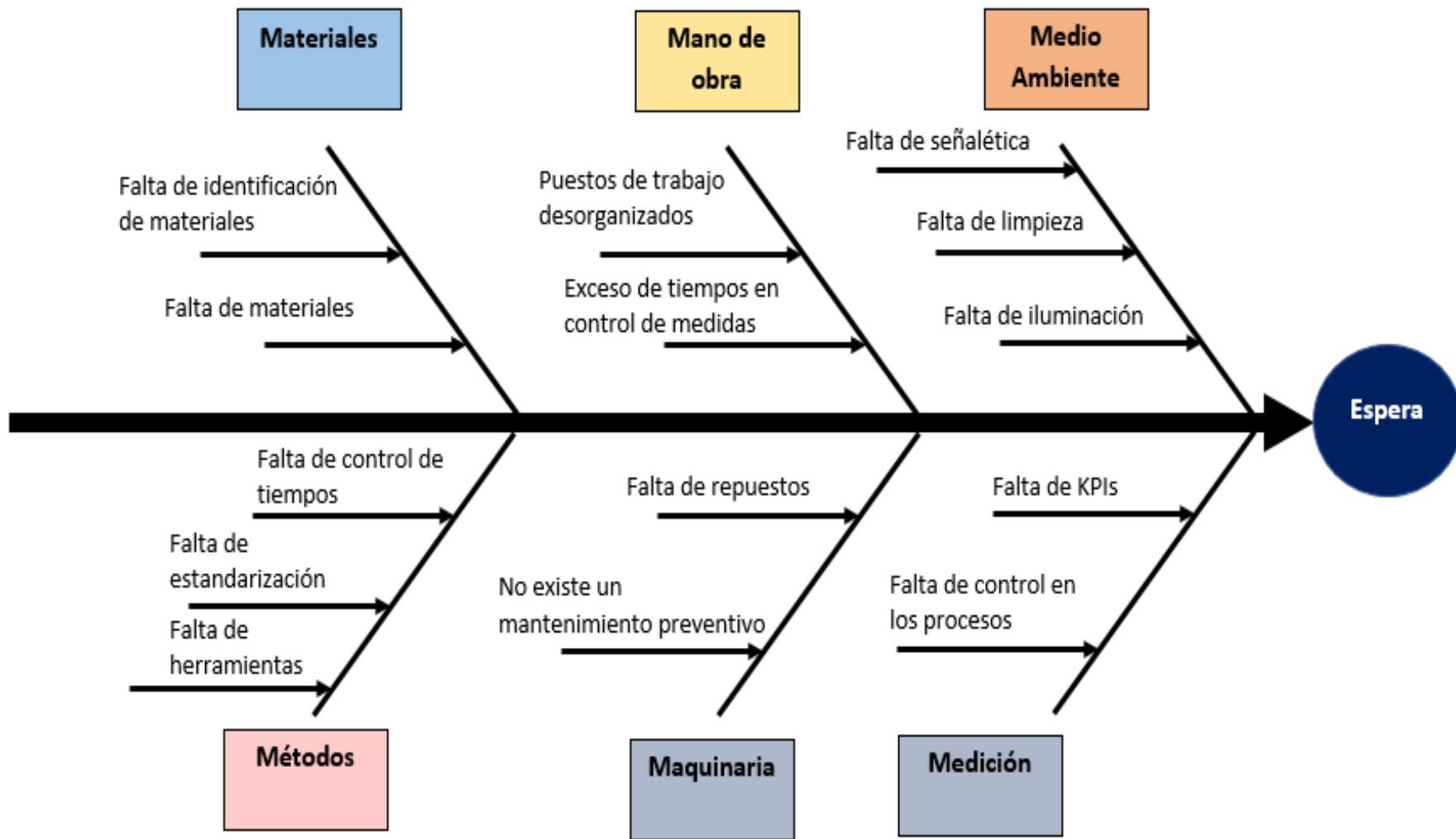


Figura 22. Diagrama de Ishikawa (Espera)

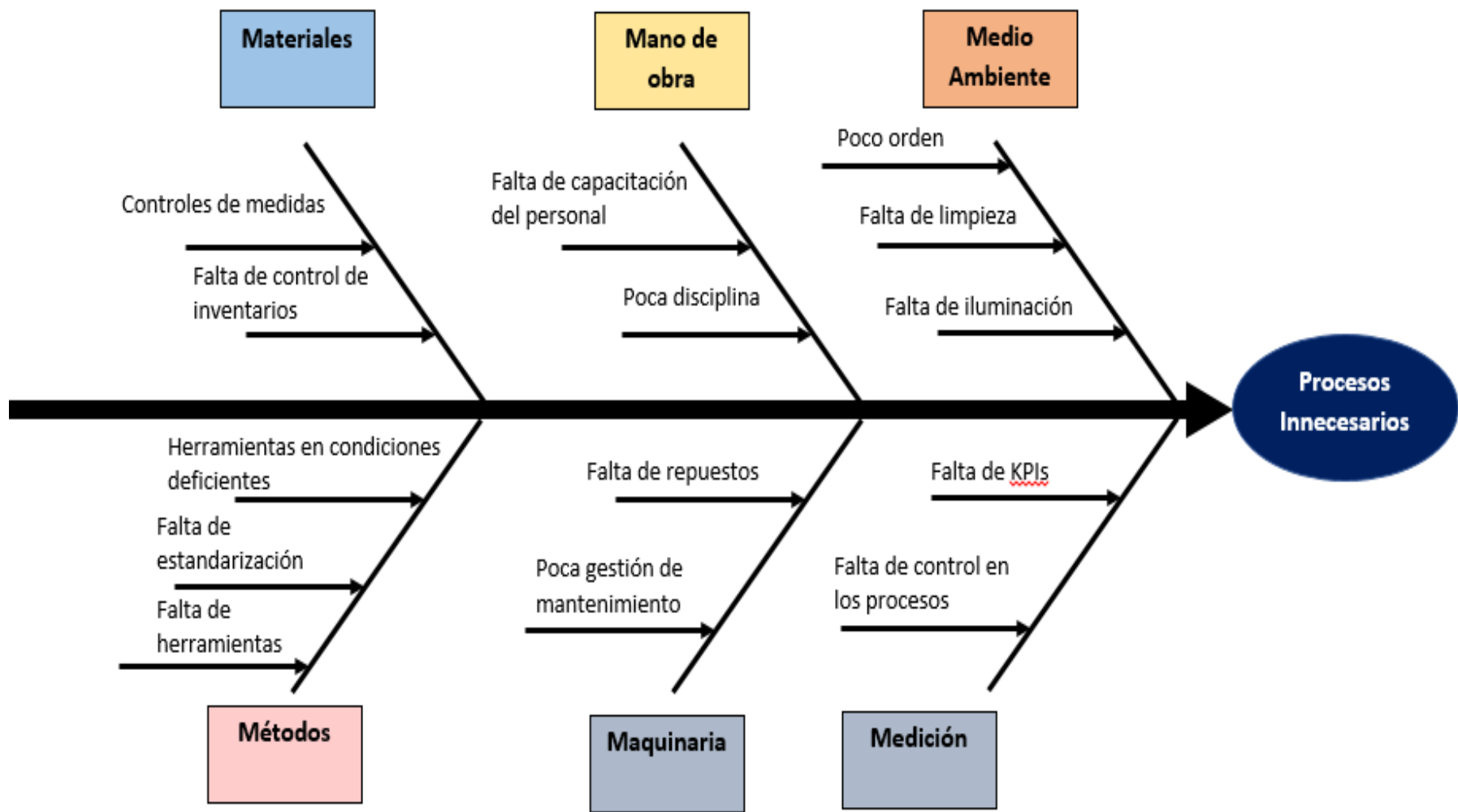


Figura 23. Diagrama de Ishikawa (Procesos innecesarios)

Una vez identificados los desperdicios presentes en el proceso productivo, se procedió a aplicar los enfoques de mejora Kaizen en el Mapa del Flujo de Valor (VSM) con el fin de determinar las oportunidades de mejora en el proceso. Esto se ilustra en la figura 24.

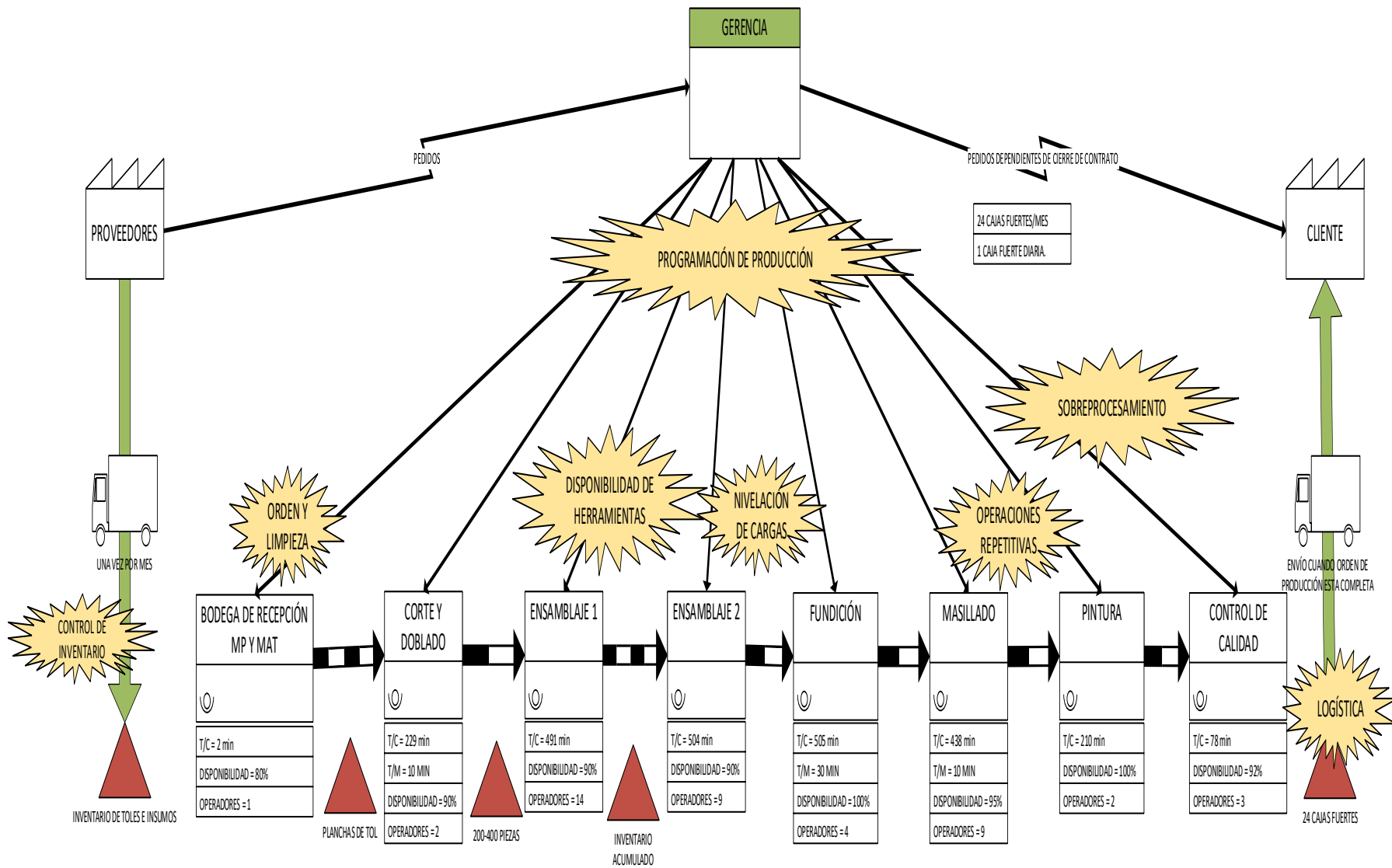


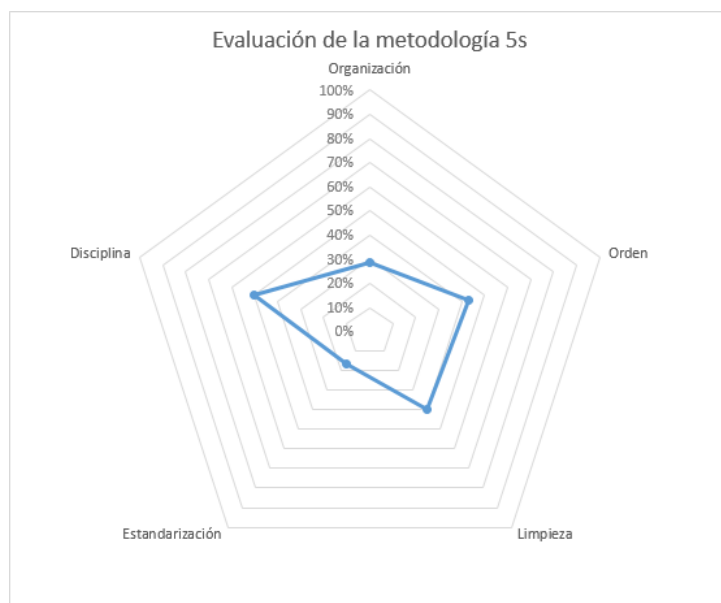
Figura 24. VSM con enfoques de mejora Kaizen

2.2.7. Evaluación actual de metodología 5's

Se realizó un análisis de 5'S en todos los procesos para la implementación de la metodología, ya que esta busca asegurar que las estaciones de trabajo estén sistemáticamente limpias, ordenadas y clasificadas para evitar desperdicios de tiempo en las operaciones productivas, e inclusive los accidentes laborales.

En los anexos 14 al 21, se detallan los resultados de los análisis basados en los cuestionarios planteados para evaluar el estado actual. Estos cuestionarios permitieron identificar los aspectos más importantes relacionados con el orden, la clasificación, la limpieza, la disciplina y la estandarización.

La figura 25, muestra el nivel de cumplimiento general de todos los procesos, representado como un porcentaje. Este porcentaje se calcula al promediar las calificaciones de todos los procesos en relación con los diferentes aspectos contemplados en esta metodología.



Nivel de cumplimiento 5s de toda la planta

32	%
----	---

Figura 25. Nivel de cumplimiento 5'S de toda la planta

Como se observa en la figura 25, el nivel de cumplimiento de toda la planta es del 32%. Dentro de este resultado, se destaca que la estandarización y la organización presentan los valores más bajos. Este porcentaje se calcula promediando las calificaciones de todos los procesos en relación con los diferentes aspectos contemplados en esta metodología.

En la tabla 15, se detalla el resumen de la evaluación de cada uno de los procesos.

Tabla 15. Resumen de evaluación 5'S

Procesos	Organizar (Seiri) (%)	Ordenar (Seiton) (%)	Limpiar (Seiso) (%)	Estandarizar (Seiketsu) (%)	Disciplina (Shitsuke) (%)	Porcentaje de Cumplimiento (%)
Bodega	43	43	80	33	25	45
Corte y doblado	43	14	60	33	25	35
Ensamblaje 1	29	14	60	17	50	34
Ensamblaje 2	29	14	40	17	50	34
Fundición	29	43	40	17	50	36
Masillado	0	43	40	33	50	33
Pintura	0	29	40	17	50	27
Control de calidad	71	29	40	17	50	41

Con respecto a los datos de la Tabla 15, es evidente que ninguno de los procesos alcanza un cumplimiento del 50%. Es importante resaltar que los procesos de pintura y masillado son los que presentan los porcentajes más bajos, con un 27% y 33% respectivamente. Sin embargo, los procesos de Ensamblaje 1 y 2 les siguen de cerca con un cumplimiento del 34%.

Los resultados obtenidos de la evaluación actual revelan la necesidad de implementar medidas de mejora en relación con la metodología de las 5S, con el objetivo de agregar valor al proceso productivo. Para lograr una mejora, se propone la implementación de las 5S dentro de la planta de producción como paso inicial.

Después de realizar el estudio de la situación actual de la empresa se puede destacar los siguientes puntos:

- A través del diagrama de proceso funcional, se pudo identificar que el jefe de producción se encuentra en la necesidad de delegar funciones adicionales en cada puesto

de trabajo. Como consecuencia, los operarios deben adaptarse a múltiples estaciones de trabajo para cumplir con los tiempos de entrega establecidos.

- Con el levantamiento del VSM actual, se determinó que no existe una planificación de producción, además se evidencia desperdicios en los procesos entre los más predominantes la espera y los procesos innecesarios.
- Se identificó un desbalance en los tiempos de ciclo de Ensamblaje 1, Ensamblaje 2, Fundición, lo que puede llegar a ocasionar ineficiencias y retrasos en la entrega.
- Con el análisis de las actividades que conforman los procesos productivos se pudo identificar las actividades que no agregan valor y el tiempo de desperdicio que generan estas actividades. Además, con la realización del diagrama de recorrido se pudo observar que existen varios movimientos innecesarios entre la estación de trabajo de Corte y doblado con las de Ensamblaje 1 y 2.

Con toda esta información se dará paso a analizar que herramientas de manufactura esbelta se aplicaría en la propuesta de solución a cada desperdicio encontrado.

Capítulo III. Resultados y Discusión

3.1. Análisis de Resultados

A continuación, se detallan las propuestas de mejora y la sugerencia de aplicación de herramientas de manufactura esbelta de acuerdo con cada desperdicio encontrado en el análisis de la situación actual de la planta de producción.

En la tabla 16 y 17, se indica los principales desperdicios, evidencias, consecuencias y las propuestas de mejora, para reducir los tiempos de producción.

Tabla 16. Detalle de herramientas de manufactura esbelta propuestas

Proceso	Desperdicio	Evidencia	Consecuencia	Propuesta de solución
Corte y doblado	Tiempo de espera	Desorden, falta de limpieza, falta de disciplina	Demoras por falta de herramientas y MP. Exceso material en el puesto de trabajo	Implementación inicial de 5`S
	Piezas defectuosas	Fallas en corte y doblado de piezas	Demora por rectificación de piezas en cada área de trabajo	Propuesta de herramienta Poka-Yoke
Ensamblaje 1 y 2	Tiempo de espera	Desorden, indisciplina, falta de limpieza	Tiempo de espera entre operaciones	Implementación inicial de 5`S
	Movimiento innecesario	Operarios se movilizan entre cada estación de trabajo para retirar las piezas faltantes y continuar con la producción	Aumento de los tiempos de ciclo, baja productividad	Designación y descripción de funciones del Runner

Tabla 17. Detalle de herramientas propuestas (continuación)

Proceso	Desperdicio	Evidencia	Consecuencia	Propuesta de solución
Ensamblaje 1 y 2	-Procesos innecesarios	Múltiples manipulaciones de piezas.	Irregularidad en los niveles de producción	Nivelación de cargas de trabajo
Todos los procesos productivos	-Tiempo de espera	Paro de producción	Retrasos con la fecha de entrega	Mantenimiento preventivo de maquinaria

Utilizando la información de la Tabla 16 y 17, se realiza el diseño de un plan de producción con el objetivo de eliminar los problemas identificados en la producción.

3.2. Propuestas de implementación de herramientas Lean

3.2.1. Propuesta de implementación de 5'S

Se diseñó una implementación de 5'S inicial, ya que esta herramienta mejorará el orden, la limpieza y organización en los procesos. Esto ayudará a la empresa a crear un ambiente de trabajo, organizado, eficiente y seguro buscando como objetivo principal una mejora productiva y una buena calidad del producto final.

3.2.1.1. Plan piloto de implementación de las 5'S

Para demostrar que las 5'S reducen tiempos entre una operación y otra, se decidió aplicar esta herramienta en la estación de trabajo de Ensamblaje 1, a través de un plan piloto para el estudio de factibilidad de la propuesta.

- Implementación primera "S", clasificar

Para la implementación de la primera "S" (Clasificar), se establecieron tres objetivos con respecto a las herramientas y materiales: mantener en el mismo lugar, transferir a otro lugar o eliminar, como se indica en la Tabla 16, la cual determina la acción a tomar respecto a las herramientas y materiales innecesarios identificados.

Tabla 18. Tabulación de objetos sin clasificar

Actividades	Estado	Disposición
Taladros	Bueno	Mantener (Estación de trabajo)
Pernos y tornillos	Bueno	Reubicar (En un recipiente)
Guaipes	Malo	Eliminar
Fundas plásticas	Malo	Eliminar
Materia Prima (toles)	Bueno	Reubicar (Bodega)
Residuo de toles	Malo	Eliminar

Los materiales que no estaban clasificados no aportaban ningún beneficio al proceso y, en varias ocasiones, prolongaban los tiempos de producción de los operarios. Sin embargo, al aplicar este método, se logró que los operarios encontraran de manera rápida los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo su trabajo, al mismo tiempo que se descartaban los materiales que obstaculizaban el flujo de trabajo. El antes y después de clasificar los materiales se muestra en la figura 26.

ANTES



DESPUÉS



Figura 26. Identificación y organización de materiales

- **Implementación segunda “S”, ordenar**

Después de implementar la primera fase de la metodología "5S", se pudo observar una notable mejora en la organización y despeje de los espacios dentro de la planta de producción. Sin embargo, todavía se identificaba cierta falta de orden en cuanto a las herramientas y materiales utilizados por los operarios de forma frecuente. Por esta razón, se sugirió organizar dichas herramientas y materiales, con el objetivo de facilitar la búsqueda rápida y eficiente de los elementos necesarios.

Como se puede apreciar en la Figura 27, se llevó a cabo una disposición ordenada de todas las estaciones de trabajo. Además, se brindó una breve capacitación a los operarios, haciendo hincapié en la importancia de colocar cada pieza, material, objeto y herramienta en su lugar correspondiente una vez finalizado su uso.

Mediante la implementación de esta práctica, se logró minimizar los movimientos innecesarios dentro de cada puesto de trabajo, lo que a su vez permitió a los operarios ahorrar tiempo al buscar las herramientas y materiales necesarios para llevar a cabo sus tareas.

ANTES



DESPUÉS



Figura 27. Identificación y organización de materiales

- Implementación tercera "S", limpieza

Para promover la implementación de la tercera "S", se instruyó a los operarios sobre la importancia de mantener limpio su puesto de trabajo asignado. Se les hizo hincapié en que es responsabilidad personal mantener la estación de trabajo en óptimas condiciones. Además, se resaltó la necesidad de asumir la responsabilidad individual en el manejo adecuado de la maquinaria, con el objetivo de fomentar una cultura de mantenimiento preventivo.

Como se observa en la figura 28, se realizó una limpieza general en toda la planta de producción.



Figura 28. Limpieza en la planta de producción

A demás, se realizó una charla de concientización al personal operario tomando como punto principal el mantener una cultura permanente de limpieza, para tener un buen entorno de trabajo. Para esto se sugirió colocar afiches informativos como se muestra en la Figura 29, informando los beneficios de mantener el hábito de limpieza en toda planta.


BENEFICIOS DEL HÁBITO DE LIMPIEZA	
La limpieza la debemos hacer todos.	
Un ambiente limpio denota calidad y seguridad. Además:	
1. Mayor productividad ya que evita confusiones por ende hacer las cosas dos veces.	
2. Evita pérdidas o daños de materiales y productos.	
3. Es fundamental para la imagen externa e interna de la organización.	
Para conseguir que la limpieza sea un hábito tener en cuenta los siguientes aspectos:	
1. Todos deben limpiar las herramientas al terminar de utilizarlos y guardarlos.	
2. La inmobiliaria (mesas o muebles) debe estar limpia y en buenas condiciones.	
3. No debe tirarse nada al suelo.	
4. No existe ninguna excepción para limpiar por lo que se busca un ambiente ideal para trabajar.	

Figura 29. Afiche de beneficios del hábito de limpieza

Se acordó con el jefe de producción definir tiempos específicos en la jornada laboral para realizar una limpieza en general en toda la planta de producción y designar responsables para la limpieza de máquinas secundarias de la planta.

- Implementación cuarta “S”, estandarización

Se brindó a los operarios una explicación detallada sobre cómo trabajar en un entorno limpio y adecuado garantiza el orden y la seguridad dentro de la planta de producción. Como parte de estas indicaciones, se proporcionó al departamento de producción una hoja de auditoría de las 5S. Esta herramienta permitirá generar un informe mensual sobre el cumplimiento del plan establecido. El plan de auditorías de las 5´S se lleva a cabo en intervalos definidos de tiempo y cuenta con la documentación correspondiente. En el anexo 14 al 21, se detallan los documentos de la auditoría del cuestionario de implementación junto con sus respectivos resultados.

- **Implementación quinta “S”, disciplina**

Se realizó una inducción sobre la importancia de mantener la disciplina de las 5’S en todos los puestos de trabajo para garantizar una mejor organización, reducir los desperdicios, promover un ambiente de trabajo más limpio y seguro, reducir los tiempos de búsqueda de herramientas y materiales.

Mediante carteles se detalla la importancia de mantener la disciplina de las 5S, en la figura 30, se explica se detallan los objetivos de la disciplina de las 5S.


N°	IMPORTANCIA DE LA DISCIPLINA EN CADA “S”	
1	Elimina la necesidad de control y presión	
2	Aumenta la productividad	
3	Facilita tareas de ejecución de acuerdo a lo establecido	
4	Estimula el autodesarrollo.	
5	Mejoramiento del clima laboral	

Figura 30. Importancia de la disciplina en cada “S”

El objetivo de implementar la metodología de las 5's, a través del plan piloto es proponer que mejore la eficiencia y la productividad, al reducir los tiempos de espera y optimizar el flujo de trabajo. Promover la seguridad laboral al eliminar riesgos y mantener un entorno de trabajo seguro. Además, fomentar la motivación y el compromiso de los operarios al crear un espacio limpio y organizado.

3.2.2. Propuesta para Corte y Doblado

El objetivo es reducir el tiempo operativo relacionado con las operaciones de control de medidas en las piezas de ensamblaje. Para abordar esta situación, se propuso implementar la herramienta poka-yoke para realizar de manera precisa y correcta las actividades de corte y así corregir las medidas de las piezas antes de pasar al siguiente proceso.

Esta propuesta se basó en los siguientes protocolos:

- **Definir:** Procedimiento sin precisión para los cortes de todas las piezas necesarias para la etapa productiva.

- **Medir:** Aplicar una prueba para evidenciar con qué frecuencia ocurre el problema, o calcular un porcentaje de error que ayudará a determinar cómo abordar y resolver el problema.
- **Analizar:** Por la antigüedad de la máquina, está no garantiza o genera estabilidad por lo que los cortes generados son defectuosos.
- **Mejorar:** Acoplar a la máquina un dispositivo móvil (guía) de control de medición adicional, para que ya no dependa solo de la máquina y así mejorar la precisión de los cortes.
- **Controlar:** Medir el efecto de los cambios realizados tras la implementación de esta guía en los cortes realizados.

Una vez que se analizó las razones de la falta de precisión en el corte de piezas, se ha propuesto incorporar una guía móvil a la cizalla (máquina de corte industrial) como se ilustra en la figura 31.

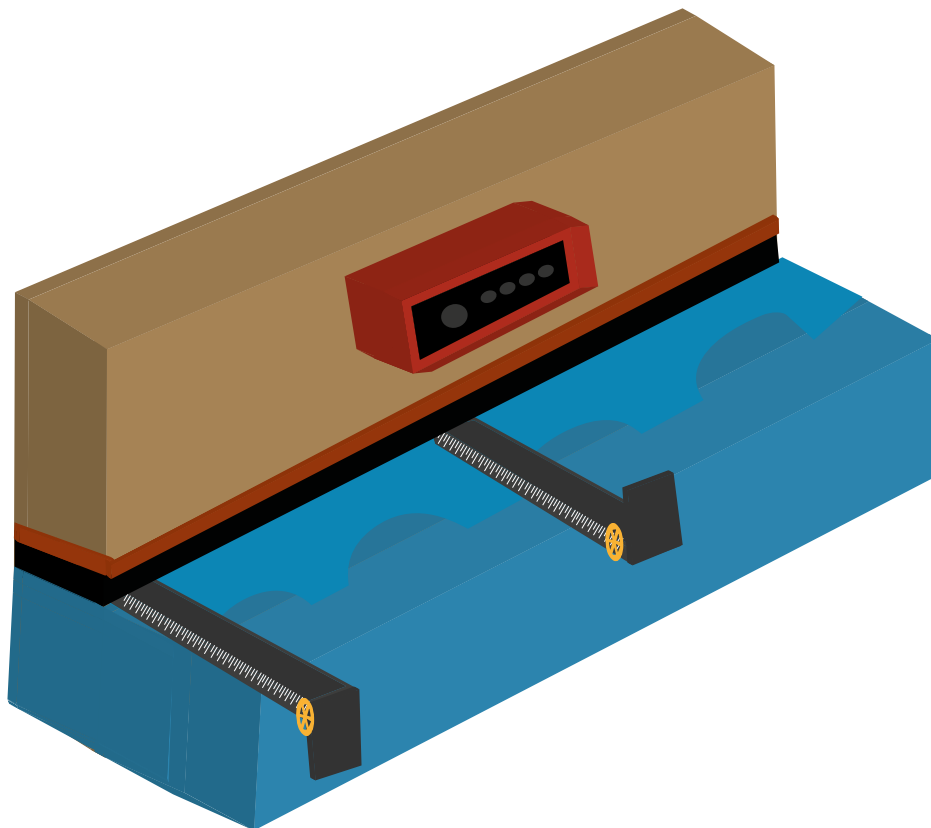


Figura 31. Cizalla con guía (poka-yoke)

3.2.3. Propuesta para Ensamblaje 1 y 2

Basándose en los desperdicios identificados en los procesos de Ensamblaje 1 y 2, se propone nivelar las cargas de trabajo con relación al ciclo de tiempo y eliminar las actividades que no agregan valor. En la Tabla 19 y 20 se presentan las actividades en las que se logró reducir el tiempo de producción, junto con las propuestas correspondientes para lograrlo.

Tabla 19. Tiempos de operaciones propuestas en Ensamblaje 1

Descripción de actividades	Tiempo (min)	Tiempo propuesto (min)	Actividad propuesta
Realizar las perforaciones	5	3	Colocar una gaveta con las brocas necesarias junto al taladro
Enderezar las puertas	7	Eliminada	Devolver al proceso de corte y doblado
Colocar laterales	8	6	Piezas normalizadas
Retirar exceso de plástico	30	25	Pesar el plástico requerido en kg
Fijar el vidrio del sistema	8	6	Tarjetas Kanban de inventario
Colocar cama del sistema mecánico	15	12	Calibrador para las perforaciones
Soldar el brazo del sistema	10	8	Normalizar el brazo del sistema
Colocar pestillos superiores/inferior	20	17	Tarjeta Kanban de inventario
Colocar automático	15	12	Normalizar las piezas
Esmerilar exceso de suelda	12	10	Capacitar a los operarios
Total (min)	130	99	

La tabla 19, indica una reducción en los tiempos de producción en el proceso de Ensamblaje 1 una vez implementada las propuestas, con una disminución de 31 minutos. Esta mejora aportara a equilibrar las líneas de producción.

Tabla 20. Tiempos de operaciones propuestas en Ensamblaje 2

Descripción de actividades	Tiempo (min)	Tiempo propuesto (min)	Actividad propuesta
Limpiar exceso de plástico	40	35	Pesar el plástico en kg requerido
Ensamblar los laterales	60	55	Tarjetas Kanban de inventario
Poner la caja interior	60	57	Controlar medidas en el proceso de corte y doblado
Enderezar la caja	9	7	Controlar medidas en el proceso de corte y doblado
Colocar la parte superior/inferior	30	27	Moldes con tolerancia mínima
Preparar la bisagra	30	20	Normalizar las piezas
Tornear la bisagra	9	Eliminada	Control de entregas
Probar el sistema mecánico	40	30	Sistemas normalizados
Probar el automático	15	Eliminada	Actividad reasignada al proceso de pintura
Total	293	231	

En base a la tabla 20, se identificó una reducción de 62 minutos en el proceso de Ensamblaje 2.

Es importante destacar que, para llevar a cabo la actividad propuesta de implementación de tarjetas Kanban, se diseñaron tarjetas de inventario como se puede apreciar en los anexos 25, 26 y 27.

En la figura 32, se evidencia el nivel de comparación de tiempos de la operación inicial con la operación propuesta, evidenciando los beneficios de estas mejoras implementadas.

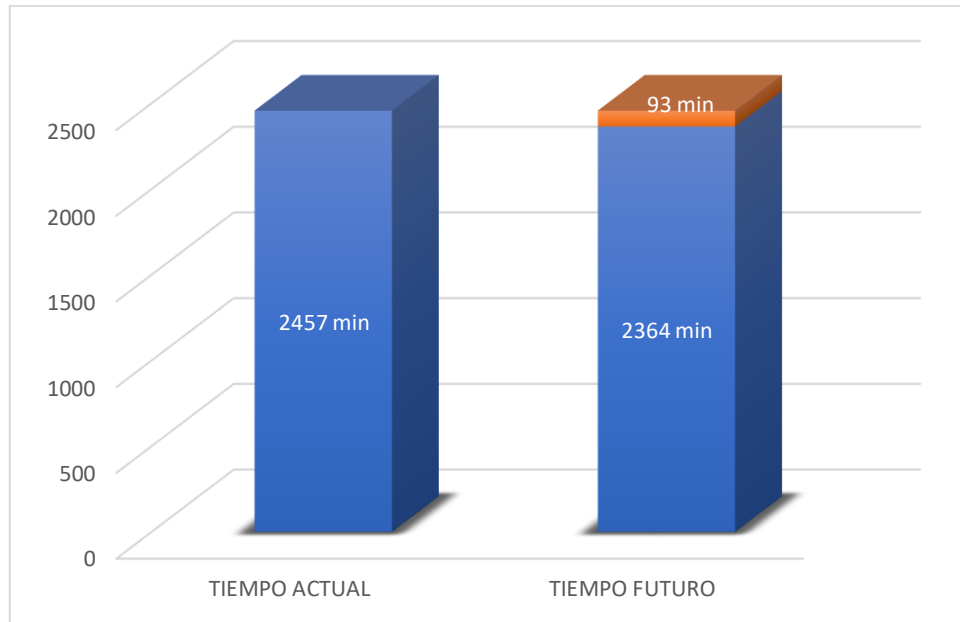


Figura 32. Comparación de tiempos del tiempo actual vs futuro

A través de esta figura, se determinó que la nivelación de cargas logró una reducción del tiempo de ciclo equivalente al 3.8% del tiempo total de operación, lo que representa una disminución de 93 minutos en el tiempo total de operación.

Para calcular el takt time futuro, se han considerado los tiempos de ciclo de la tabla 21.

Tabla 21. Tiempos propuestos para el tiempo de ciclo futuro

Actividades	Tiempo (min)	Takt Time (min)
Bodega de recepción de MP	2	
Corte y doblado	229	
Ensamblaje 1	460	
Ensamblaje 2	442	440,00
Fundición	505	
Masillado	438	
Pintura	210	
Control de calidad	78	
Total	2364	440

En la Figura 33, se presenta el balance de los tiempos de ciclo, el cual permite identificar que, al implementar las propuestas planteadas en este proyecto, es posible reducir los tiempos de

ciclo de los procesos de ensamblaje 1 y 2. Esto generará un equilibrio en las cargas de trabajo, lo que se traducirá en un aumento de productividad.

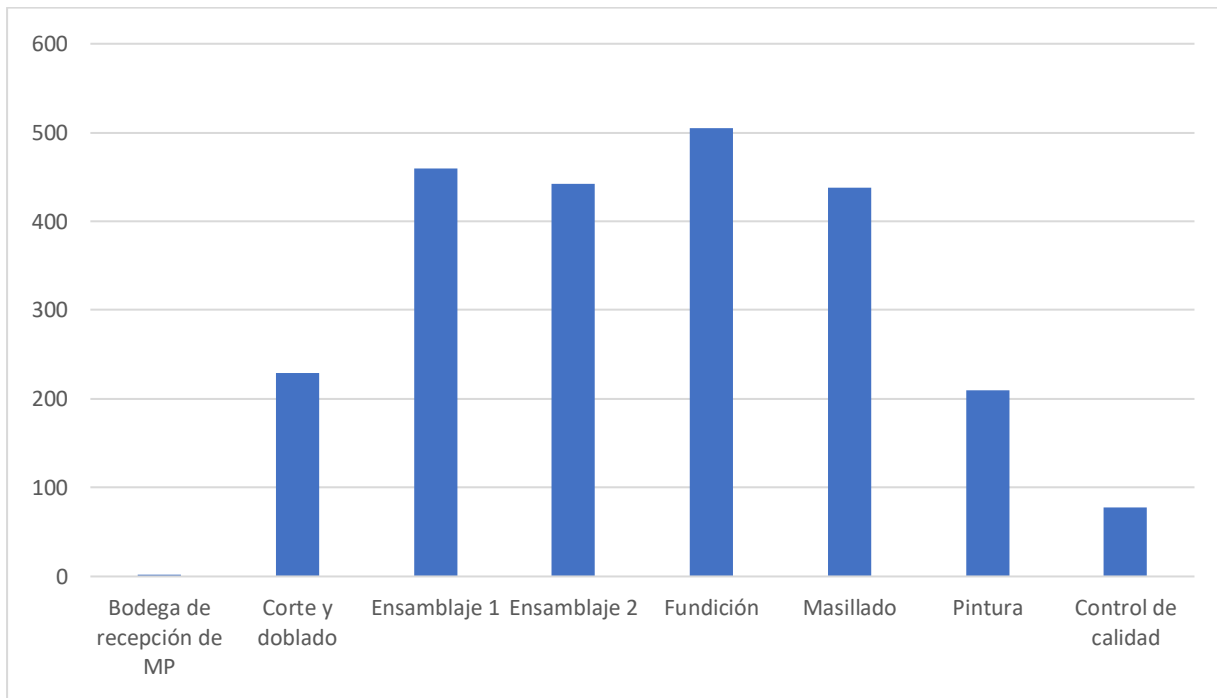


Figura 33. Tiempo de ciclo futuro

3.3. Otras propuestas

3.3.1. Planteamiento de sección y capacitación del Runner

Con la implementación del Runner, se va a designar a un operario en específico para que se encargue de entregar todas las piezas respectivas a Ensamblaje 1 y 2 para que el resto de los operarios no tenga la necesidad de trasladarse a la estación de corte y doblado, de esta manera existirá un mejor flujo de producción.

En la Tabla 22, se describen las actividades asignadas que tiene que realizar este operario, incluyendo el control de inventario de materiales mediante el uso de tarjetas Kanban como se muestra en los anexos 25,26,27. Esta propuesta de implementación asegura que las actividades de transporte y espera no afecten al flujo de producción. En la figura 34, se detalla el recorrido que realizaría el operario designado.

Tabla 22. Descripción de actividades del runner

Actividades	Descripción	Tiempo (min)
Recibir piezas de la estación de corte y doblado	Verificar el cumplimiento de los requisitos de las piezas que ingresan al proceso de doblado	2
Revisar orden de producción	Verificar diseño y cantidades que se producirán	3
Cubrir la ruta establecida	Entregar piezas en cada uno de los procesos para la realización de las actividades establecidas	5
Monitorear continuamente el funcionamiento	Realizar un seguimiento para garantizar el cumplimiento de las actividades especificadas. Además, tomar medidas para prevenir la acumulación de inventario en los procesos y buscar activamente la eliminación de cualquier tiempo muerto.	5

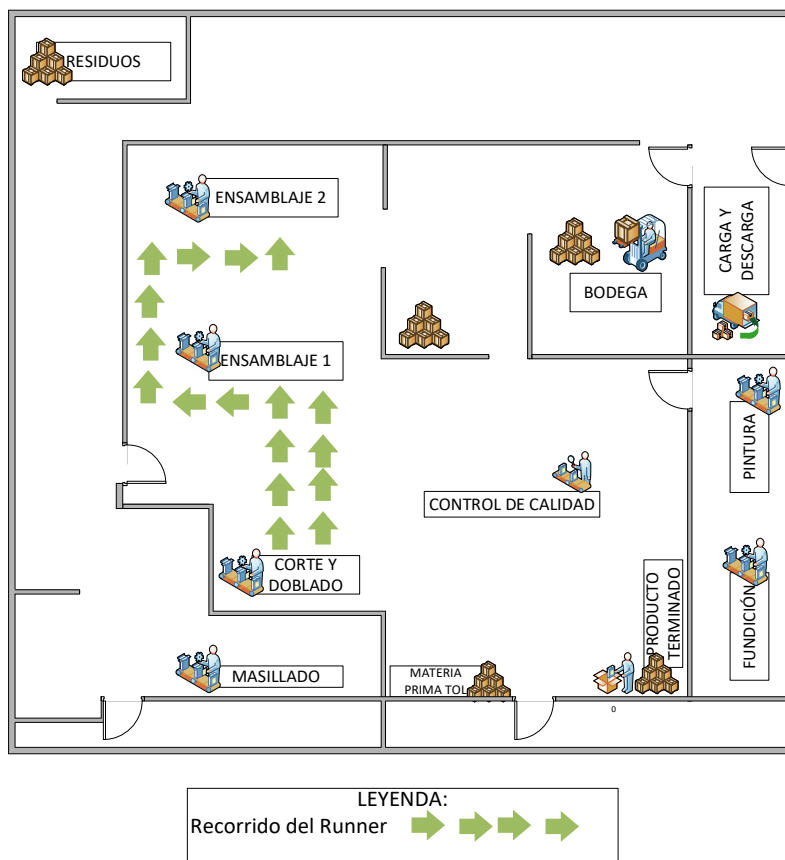


Figura 34. Recorrido del Runner

3.3.2. Mantenimiento preventivo de maquinaria

Se sugiere realizar un mantenimiento preventivo programado de las máquinas utilizadas en cada proceso productivo para que no exista paros por fallas mecánicas. Por lo que se propone implementar un manual de mantenimiento productivo total como se detalla en el anexo 23 ya que es esencial para establecer una base sólida de conocimientos, prácticas y estándares que guíen la implementación y el éxito del mantenimiento productivo total en una organización para proporcionar una estructura coherente, promover la mejora continua y ayuda a maximizar la eficiencia y confiabilidad de los equipos de producción.

3.4. Mapa de flujo de valor futuro

Por medio de las propuestas planteadas, se realizó un mapa de flujo de valor (VSM), el cual permite visualizar al proceso productivo, una vez que se haya implementado las herramientas en el proceso actual, el cual se detalla en el anexo 24.

Mediante el mapa de flujo de valor futuro, se evidenció que al eliminar actividades que generan procesos innecesarios y minimizar las actividades que generan esperas. Se reducirá los tiempos de ciclo del proceso productivo. Además, se evidencia que al incorporar la operación de calibración de piezas al proceso corte y doblado se puede reducir los movimientos innecesarios que generan los operarios en los procesos de ensamblaje 1 y 2.

Con la reducción de tiempos de ciclo en los procesos de Ensamblaje 1 y 2, se aumentaría la productividad, permitiendo tener un ritmo de producción equilibrado. El tiempo de ciclo en los procesos de ensamblaje 1 y 2 se redujo en 93 minutos, lo que equivale a una disminución del 3.8% del tiempo.

Conclusiones

1. Se diseñó una propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta con la finalidad de mejorar la productividad en los procesos operativos de la empresa Surimax Cia. Ltda. Mediante el levantamiento del Mapa de Flujo de Valor (VSM), se identificó las actividades que no generan valor y se priorizó los desperdicios con mayor frecuencia. Para abordar estos desperdicios, se emplearon herramientas de manufactura esbelta, entre las que incluye: 5'S, Poka-Yoke, Heijunka, TPM, Kanban. El resultado de estas acciones fue una reducción del 3.8% del tiempo de ciclo y de esta manera optimizar el proceso de fabricación de cajas fuertes.
2. Se realizó un análisis detallado de los procesos productivos, evaluando los tiempos de ciclo y las actividades que agregan o no valor. Se determinó que el 36% de las actividades identificadas no aportan valor a los procesos. Al utilizar los diagramas de causa-efecto de Ishikawa, se identificó que los desperdicios con mayor frecuencia son los de espera y los de procesos innecesarios a causa de piezas con defectos y actividades repetitivas.
3. Se propusieron las herramientas de manufactura de acuerdo con los desperdicios identificados en los procesos productivos mediante el diseño del mapa de flujo de valor (VSM). Este análisis permitió identificar oportunidades de mejora y seleccionar las herramientas adecuadas para abordar a cada desperdicio. Con estas herramientas se puede mantener: un espacio de trabajo organizado y limpio; prevenir errores en las dimensiones de las piezas de ensamblaje; balancear los tiempos de ciclo y eliminar movimientos innecesarios para optimizar los procesos productivos.
4. Se realizó un plan piloto de mejora en el proceso de ensamblaje 1, implementado la herramienta de las 5'S, la cual mostro un entorno más seguro de trabajo y un bienestar general para los operarios, de tal manera que los operarios pudieron trabajar de manera eficiente y eficaz. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron parciales, ya que el plan piloto no pudo ser finalizado, por lo cual no fue posible evidenciar completamente el nivel de influencia del cumplimiento de la herramienta en el proceso productivo.

Recomendaciones

1. Se recomienda la implementación de las herramientas de manufactura esbelta en todos los procesos productivos, para reducir los desperdicios y optimizar los procesos de fabricación de cajas fuertes. Mediante una cultura de mejora continua, la empresa estará preparada para enfrentar al entorno competitivo.
2. Se recomienda capacitar al personal de producción, sobre la cultura de la manufactura esbelta con sus respectivas herramientas, para identificar las actividades innecesarias y poder eliminarlas de los procesos de fabricación de cajas fuertes.
3. Se recomienda realizar una actualización del manual de procedimientos con el fin de optimizar las operaciones en la empresa, maximizar la productividad y mejorar la calidad de las cajas fuertes. Esto implica revisar y mejorar los procesos existentes, identificando las entradas y salidas de cada proceso con sus respectivos controles, asignando responsables en cada proceso para tener una mejor estandarización. Esto permitirá una programación más eficiente de los recursos; una mejor asignación de tareas y una mayor coordinación entre los diferentes procesos de la fabricación de las cajas fuertes.
4. Se recomienda concluir el plan piloto y expandirlo a todos los procesos de la empresa y realizar un seguimiento de los resultados y determinar la influencia de la implementación de las 5S en la mejora de la productividad, calidad y eficiencia del proceso de ensamblaje.

Listado de Referencias

- [1] J. Flora, C. González, K. Catherine, and L. Garcia, “Importancia de la Manufactura Esbelta en la disminución de costos de producción en las empresas Importance of Lean Manufacturing in reducing production costs in companies Importância do Lean Manufacturing na redução dos custos de produção nas empresas,” no. 1, 2021, doi: 10.26820/recimundo/5.(1).enero.2021.380-386.
- [2] L. Socconini, “Lean Manufacturing: Paso a Paso,” in *Lean Manufacturing: Paso a Paso*, Barcelona-España: Marge Books, 2019.
- [3] J. Womack and D. Jones, “Lean Thinking, en su libro Lean Thinking,” *Grupo Planeta*, Editorial de Centro de Libros PaPf, S.L.U, 2003.
- [4] N. Kumar, S. Shahzeb, K. Srivastava, R. Akhtar, and R. Kumar, “Materials Today : Proceedings Lean manufacturing techniques and its implementation : A review,” *Mater. Today Proc.*, vol. 64, pp. 1188–1192, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.03.481.
- [5] F. Mandariaga, “Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos,” 2021.
- [6] B. Mabel and M. Olvera, “Metodología 5S como herramienta para mejorar la productividad en las empresas 5S methodology as a tool to improve productivity in companies,” vol. 4, no. 1, pp. 358–371, 2022.
- [7] P. I. N. Businesses, “Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas.,” *Rojas, Anggela; Gisbert, Victor*, pp. 116–124, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124/>.
- [8] V. Rodriguez, S. Maria, S. Maria, and V. Rodriguez, “Estrategia logística del justo a tiempo para crear ventajas competitivas en las organizaciones,” 2017.
- [9] R. S. Sirajudeen and K. A. Krishnan, “Materials Today : Proceedings Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing : A case study,” *Mater. Today Proc.*, vol. 65, pp. 1105–1111, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.04.159.
- [10] J. Ramos Jara, “Propuesta de mejoramiento y optimización de los procesos de transporte y distribución de producto terminado de la fábrica de embutidos la Ibérica,”

Universidad de las Américas, 2020.









- [11] M. G. Cantó, “CÓMO APLICAR ‘ VALUE STREAM MAPPING ’ (VSM) HOW TO APPLY ‘ VALUE STREAM MAPPING ’ (VSM),” vol. 8, 2019.
- [12] D. Morillo, “Aplicación de Lean Manufacturing en empresas productoras de calzado Application of Lean Manufacturing in footwear manufacturing companies Aplicação do Lean Manufacturing em empresas de fabrico de calçado,” *Llamkasun*, vol. 2, 2021, [Online]. Available: file:///C:/Users/Admi/Downloads/Dialnet-AplicacionDeLeanManufacturingEnEmpresasProductoras-8245839.pdf.
- [13] O. S. Baños and A. C. Osnaya, “Heijunka, una herramienta para la nivelación de producción,” no. 1, pp. 1–5, 2017.
- [14] L. Castellano, “EFICIENCIA DE LOS PROCESOS KANBAN . METHODOLOGY TO INCREASE PROCESS EFFICIENCY,” vol. 8, 2019.
- [15] Y. Sugimori, K. Kusunoki, F. Cho, and S. Uchikawa, “Toyota production system and Kanban system materialization of just-intime and respect-for-human system,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 15, no. 6, pp. 553–564, 1977.
- [16] C. Moposita, “Sistema de producción kanban en la empresa de calzado producalza,” 2017, [Online]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25184/1/Tesis_1220id.pdf.
- [17] F. Espín, “Técnica SMED. Reducción del Tiempo Preparación,” *Glosas innovación Apl. a la Pyme*, 2020.
- [18] F. Nacio, “IMPLANTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED EN LA EMPRESA QUATRO ETIQUETAS S.L.,” 2018.
- [19] D. Muñoz, Dairo, Arteaga, Wilfrido, Villamil, “USO Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL MODELO DE PRODUCCIÓN TOYOTA : UNA REVISIÓN DE LITERATURA,” 2018.
- [20] S. Shingo, *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Portland: Productivity Press, 1986.
- [21] E. F. Álvarez, “Trabajo Fin de Máster Maintenance y TPM Para acceder al Título de











Máster Universitario en,” 2018.

- [22] V. Manuel, L. Lorena, V. M. Ibarra-balderas, and L. L. Ballesteros-medina, “Manufactura Esbelta,” 2017.
- [23] PROGRESSA, “Kaizen-La mejora continua,” 2018.
<https://www.progressalean.com/kaizen-mejora-continua/> (accessed May 20, 2023).
- [24] C. Fuertes, “Cajas fuertes y Seguridad,” 2022.
- [25] Surimax.Cia.Ltda, “Tipos de cajas fuertes.” http://hss.surimax.com/ul_rsc_safes.html (accessed Jun. 01, 2023).
- [26] Surimax.Cia.Ltda, 2023.

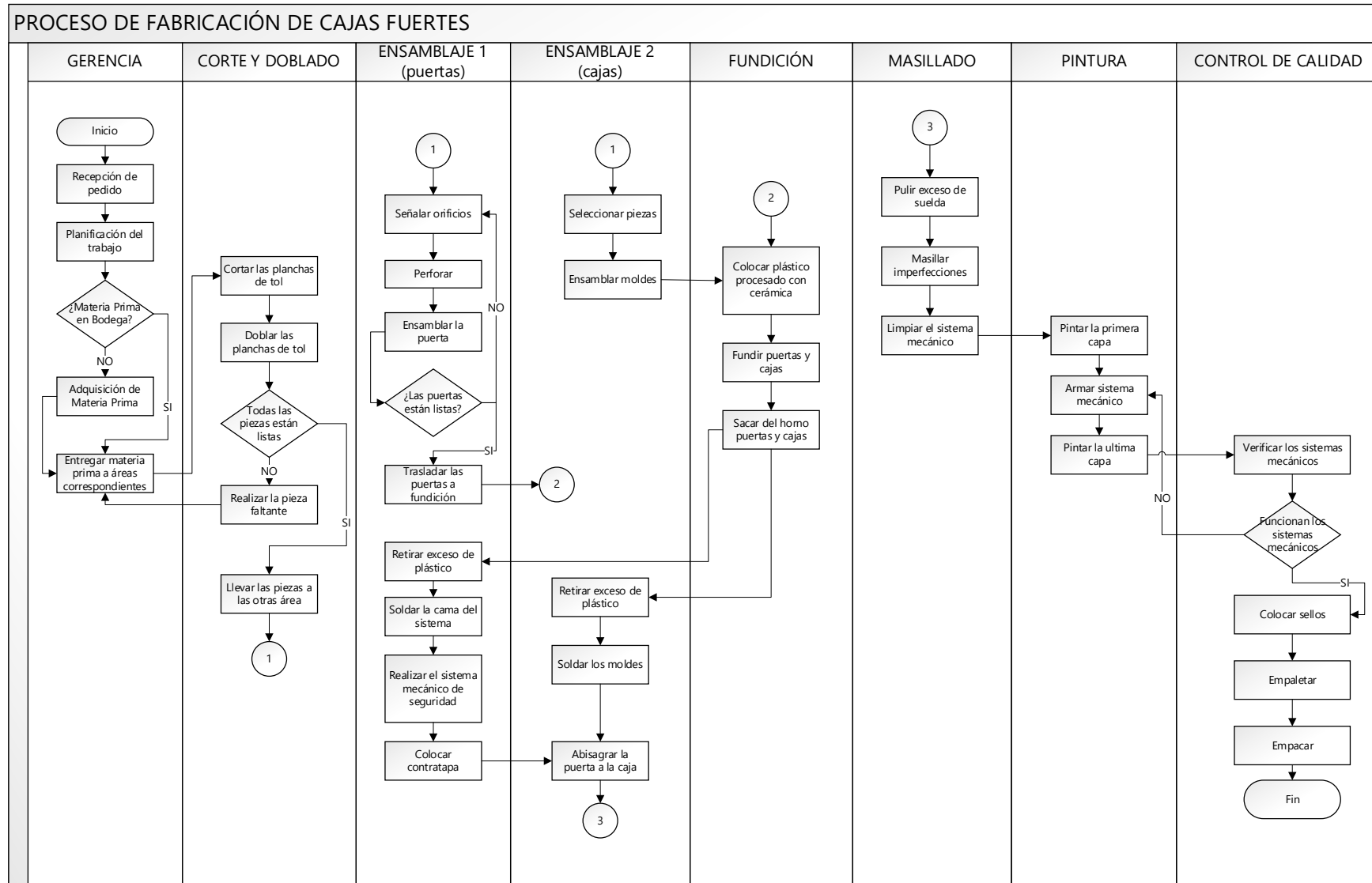
Anexos

Anexo 1. Simbología VSM

	Fuentes externas: Este símbolo representa clientes y proveedores.
	Flecha de traslado: Este símbolo representa el traslado de materias primas y producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte mediante camión de carga.
	Transporte mediante tren.
	Transporte mediante avión.
	Operación del proceso.
	Información: Pronóstico, plan de producción, programación.
	Casillero de datos con indicadores del proceso.

	Flecha de empuje para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema push.
	Flecha de arrastre para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema pull.
	Flecha para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante una secuencia: "primeras entradas, primeras salidas"
	Inventario: De materia prima, producto en proceso, producto terminado.
	Información transmitida de forma manual.
	Información transmitida de forma electrónica.
	Relámpago Kaizen: Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse eventos de mejora enfocados en implementar la herramienta de Lean Manufacturing expresada.
	Kanban de producción.
	Kanban de transporte.
	Nivelación de la carga: Herramienta que se emplea para interceptar lotes de Kanbans y nivelar el volumen de la producción.

Anexo 2. Diagrama de flujo funcional



Anexo 3. Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	Hombres Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4 45
B. Suplemento por postura anormal			2 100
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx ---	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16		0	
8		10	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión			0 0
Trabajos precisos o fatigosos			2 2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5 5
G. Ruido			
Continuo			0 0
Intermitente y fuerte			2 2
Intermitente y muy fuerte			5 5
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo			1 1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4 4
Muy complejo			8 8
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono			0 0
Trabajo bastante monótono			1 1
Trabajo muy monótono			4 4
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido			0 0
Trabajo bastante aburrido			2 1
Trabajo muy aburrido			5 2

Anexo 4. Detalle de tiempos cronometrados para Bodega

Cronometraje de tiempos					
Bodega de recepción de MP	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	1,25	100	1,25	13%	1,41
Ciclo 2	1,46	105	1,53125	13%	1,73
Ciclo 3	1,33	95	1,27	13%	1,43
Promedio	1,35		1,3		1,5

Anexo 5. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a Corte y Doblado.

Cronometraje de tiempos					
Corte y doblado	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	231,67	80	185,33	24%	229,81
Ciclo 2	232,08	70	162,46	24%	201,45
Ciclo 3	231,25	90	208,13	24%	258,08
Promedio	231,67		185,31		229,78

Anexo 6. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a Ensamblaje 1

Cronometraje de tiempos					
Ensamblaje 1	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	491	70	343,7	25%	429,625
Ciclo 2	501	80	400,8	25%	501
Ciclo 3	481	90	432,9	25%	541,125
Promedio	491		392,5		490,6

Anexo 7. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a Ensamblaje 2

Cronometraje de tiempos					
Ensamblaje 2	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	512	74	378,88	23%	466,02
Ciclo 2	505	80	404	23%	496,92
Ciclo 3	495	90	445,5	23%	547,97
Promedio	504		409,5		503,6

Anexo 8. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a Fundición

Cronometraje de tiempos					
Fundición	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	510	85	433,5	19%	515,87
Ciclo 2	515	75	386,25	19%	459,64
Ciclo 3	494	91	449,54	19%	534,95
Promedio	506,33		423,1		503,5

Anexo 9. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a Masillado

Cronometraje de tiempos					
Masillado	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	440	85	374	19%	445,06
Ciclo 2	447	75	335,25	19%	398,95
Ciclo 3	434	91	394,94	19%	469,98
Promedio	440,33		368,1		438,0


Anexo 10. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a pintura

Cronometraje de tiempos					
Pintura	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	210	85	178,5	19%	212,415
Ciclo 2	220	75	165	19%	196,35
Ciclo 3	205	90	184,5	19%	219,555
Promedio	211,67		176,0		209,4


Anexo 11. Detalle de tiempos cronometrados correspondientes a Control de calidad

Cronometraje de tiempos					
Control de calidad	Tiempo cronómetro (min)	Valoración de ritmo de trabajo (%)	Tiempo normalizado (min)	% de holguras	Tiempo estándar (min)
Ciclo 1	83	85	70,55	16%	81,838
Ciclo 2	78	80	58,5	16%	67,86
Ciclo 3	73	99	72,27	16%	83,8332
Promedio	78		67,1		77,8

Anexo 12. Diagrama de operaciones en la fabricación de cajas fuertes

		Proceso:		Producción					
		Status:		Actual					
		Fecha de elaboración:		23/5/2023					
		Realizado por:		Bryan Guayasamin y Laura Llanos					
N°	Proceso	Actividades	Operación	Transporte	Demora	Almacenar	Inspección	Observaciones	
			○	➔	D	▽	□	Agregan valor	TIEMPO (min)
1	Corte y Doblado	Recepción de pedido	●					SI	-
2		Recepción de orden de producción	●					NO	-
3		Transladar planchas de tol	●	➔				NO	15
4		Dividir planchas de tol	●					SI	45
5		Cortar las piezas	●					SI	78
6		Doblar las piezas según el plano	●					SI	78,5
7		Verificar los ángulos de doblés					□	NO	7
8		Distribuir piezas		➔				NO	5,4
9	Ensamblaje 1	Señalar orificios	●					NO	5
10		Realizar las perforaciones	●					SI	5
11		Enderezar las puertas	●					NO	7
12		Colocar tubos en las perforacion	●					SI	4
13		Colocar caracoles	●					SI	180
14		Colocar antibroca	●					SI	4
15	Colocar laterales	●					SI	8	
16	Transladar a Fundición	●	➔				NO	4	
17	Fundición	Colocar plastico y cerámica en molde	●					SI	3,5
18		Prehornear	●					NO	120
19		Añadir plástico faltante	●					NO	6,5
20		Hornear	●					SI	120
21	Llevar las puertas a Ensamblaje 1	●	➔				NO	2,5	
22	Ensamblaje 1	Retirar exceso de plástico	●					SI	30
23		Soldar la cama del sistema	●					SI	10
24		Fijar el vidrio del sistema	●					SI	8
25		Colocar cama del sistema mecánico	●					SI	15
26		Soldar pernos para pestillos	●					SI	4
27		Soldar el brazo del sistema	●					SI	10
28		Colocar bocines	●					SI	5
29		Colocar bracker	●					SI	15
30		Colocar pestillos superior/inferior	●					SI	20
31		Colocar automático	●					SI	15
32		Colocar tensores	●					SI	6
33		Esmerilar exceso de suelda	●					NO	11,8
34		Colocar contratapa	●					SI	120
35		Transladar a ensamblaje 2	●	➔				SI	4
36	Ensamblaje 2	Ensamblar los moldes	●					SI	120
37		Transladar a Fundición	●	➔				NO	5
38	Fundición	Colocar plastico y cerámica en molde	●					SI	5
39		Prehornear	●					NO	120
40		Añadir plástico faltante	●					NO	4
41		Hornear	●					SI	120
42	Llevar los moldes a Ensamblaje 2	●	➔				NO	3,5	


Anexo 12. Diagrama de operaciones en la fabricación de cajas fuertes (continuación...)

		Proceso:					Producción			
		Status:					Actual			
		Fecha de elaboración:					23/5/2023			
		Realizado por:					Bryan Guayasamin y Laura Llanos			
N°	Proceso	Actividades	Operación	Transporte	Demora	Almacenar	Inspección	Observaciones		
			○	➔	D	▽	□	Agregan valor	TIEMPO (min)	
43	Ensamblaje 2	Limpiar exceso de plástico	●					NO	40	
44		Ensamblar los laterales	●					SI	60	
45		Poner la caja interior	●					SI	60	
46		Enderezar la caja	●					NO	9,4	
47		Colocar la parte superior/inferior	●					SI	30	
48		Solda el contorno	●					SI	45	
49		Preparar la bisagra	●					SI	30	
50		Tornear la bisagra	●					SI	8,7	
51		Abisagrar	●					SI	30	
52		Probar el sistema mecánico					●	NO	40	
53		Probar el automático	●					NO	15	
54		Señalar las piezas del sistema mecánico	●					SI	5	
55		Trasladar a masillado caja fuerte	●	●				NO	6	
56		Masillado	Esmerilar exceso de suelda en caja fuerte	●					NO	90
57			Lijar caja fuerte	●					SI	90
58	Limpiar con thinner puerta y caja		●					SI	25	
59	Masillar		●					SI	120	
60	Dejar secar la masilla				●			NO	24,2	
61	Lijar la masilla		●					SI	70	
62	Rectificar fallas						●	NO	14	
63	Trasladar a pintura		●	●				NO	5	
64	Pintura		Limpiar la caja fuerte con thinner	●					SI	5
65			Lijar exceso de masilla					●	NO	13
66		Pintar la primera capa	●					SI	12	
67		Colocar aceros	●					SI	30,3	
68		Volver a armar el sistema mecánico	●					NO	60	
69		Colocar pines y resortes hacia el vidrio	●					SI	20	
70		Colocar pernos	●					SI	10	
71		Colocar pestillos	●					SI	10	
72		Colocar volante	●					SI	20	
73		Regular el automático					●	NO	15	
74		Pintar la última capa	●					SI	15	
75		Control de calidad	Almacenar en zona de producto terminado				●	NO	5	
76	Comprobar los sistemas mecánicos		●					SI	15,5	
77	Colocar manija		●					SI	15	
78	Colocar sellos adhesivos		●					SI	10	
79	Empalear		●					SI	25	
80	Empacar produco terminado	●					SI	7		

Anexo 13. Lluvia de ideas de las causas por las que se generan los desperdicios

7 desperdicios	Corte y doblado	Ensamblaje 1	Ensamblaje 2	Fundición	Masillado	Pintura	Control de calidad
Transporte	Mover planchas de tol innecesariamente hasta que se acumule	Mover innecesariamente los moldes de las puertas	Movimiento innecesario de cajas terminadas	Trasladar los moldes de un lugar a otro en vez de repartirlos inmediatamente a cada área			
Inventario		Exceso de material en el área para elaboración de sistemas	Exceso de platinas en cada puesto de trabajo que no aportan valor a la matriz				
Movimiento	Operarios yendo y regresando por el material para que sea doblado			Operarios yendo y regresando por moldes			Revisar las cajas fuertes después de ya haber sido aprobadas
Espera	Espera en el área de doblado hasta que se corten las piezas necesarias	Esperas de piezas y puertas dobladas	Espera de material cortado para el ensamblaje de cajas	Espera por los moldes terminados para fundirlos		Falta de materia prima para el armado	
Procesos innecesarios	Control de máquinas tanto de corte como doblado	Mala comunicación en el ensamblaje de sistemas mecánicos	Comprobar las medidas de la caja dos veces		Masillar más de 3 veces y rectificar fallas		Falta de optimización de los procesos
Sobre-producción		Mala planificación de producción	Distribución no equilibrada de tiempos				
Defectos		Piezas mal cortadas y dobladas	Falta de control en el proceso		Insuficiente formación a los trabajadores		Producción mal planteada

Anexo 14. Evaluación de las 5'S por Check list para Bodega


		Área:		Bodega		
		Status:		Actual		
		Fecha de elaboración:		23/5/2023		
		Realizado por:		Bryan Guayasamin y Laura Llanos		
5's	N°	Descripción	Calificación (%)		45	
			Evaluación		Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?				x
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x			
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?				x
	4	¿Existen objetos obsoletos?	x			
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?	x			
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?				x
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?	x			
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?	x			
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	x			
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?				x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x			
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?				x
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?				x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?				x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?	x			
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?	x			
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?				x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x			
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x			
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?				x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?				x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?	x			
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?				x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x			
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?				x
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x			
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?				x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?	x			
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?				x

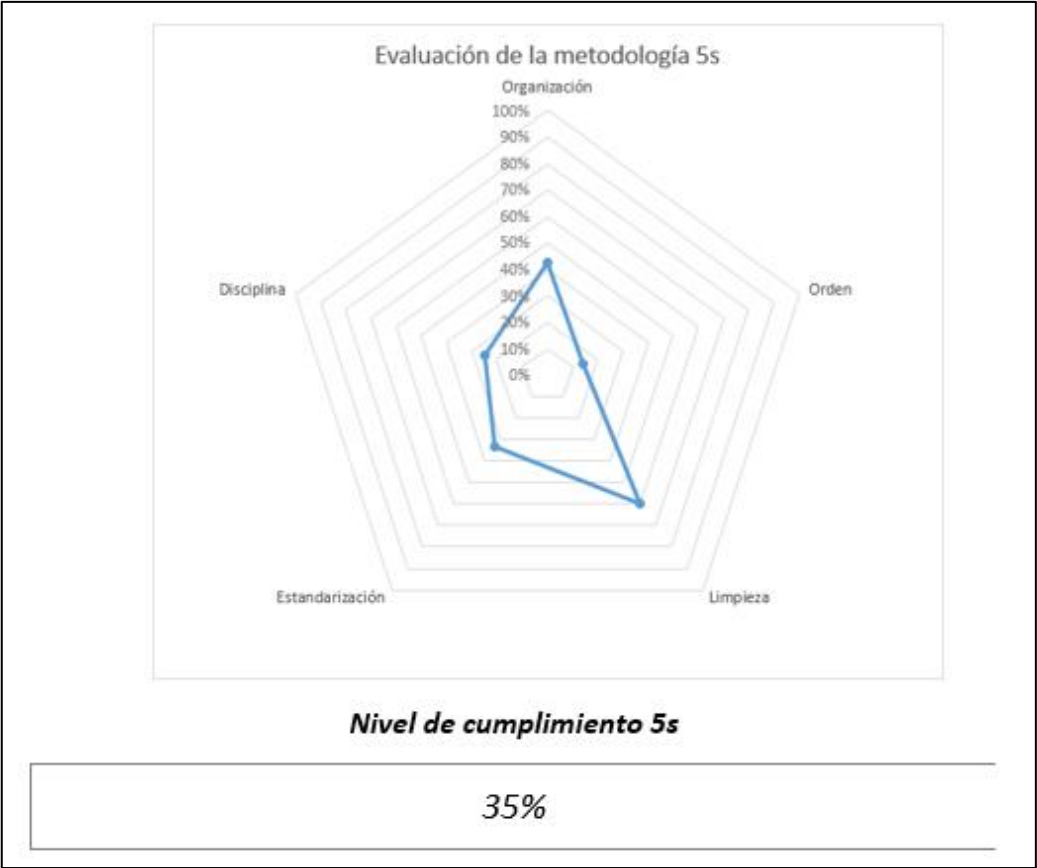


Nivel de cumplimiento 5s


45%

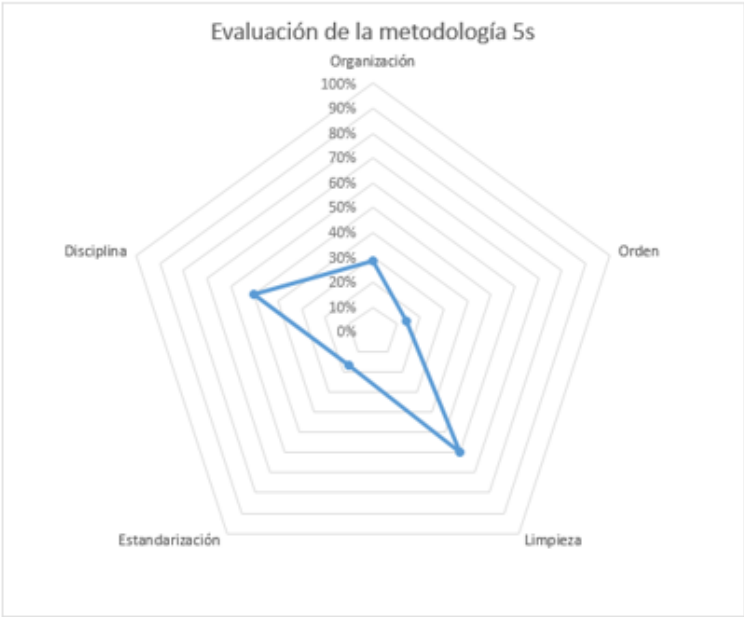
Anexo 15. Evaluación de las 5'S por Check list para Corte y Doblado

		Área:		Corte y doblado	
		Status:		Actual	
		Fecha de elaboración:		23/5/2023	
		Realizado por:		Bryan Guayasamin y Laura Llanos	
5's	Nº	Descripción	Calificación (%)		35
			Evaluación	Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?			x
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x		
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?			x
	4	¿Existen objetos obsoletos?			x
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?			x
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?	x		
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?	x		
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?			x
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?			x
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?			x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x		
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?			x
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?			x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?			x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?			x
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?	x		
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?			x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x		
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x		
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?			x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?			x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?			x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?			x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x		
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?	x		
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?			x
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?			x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?			x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?			x



Anexo 16. Evaluación de las 5'S por Check list para Ensamblaje 1


		Área:		Ensamblaje 1		
		Status:		Actual		
		Fecha de elaboración:		23/5/2023		
		Realizado por:		Bryan Guayasamin y Laura Llanos		
5's	Nº	Descripción	Calificación (%)		34	
			Evaluación		Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?				x
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x			
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?				x
	4	¿Existen objetos obsoletos?				x
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?				x
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?	x			
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?				x
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?				x
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?				x
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?				x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x			
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?				x
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?				x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?				x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?				x
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?	x			
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?				x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x			
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x			
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?				x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?				x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?				x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?				x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x			
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?				x
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x			
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?				x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?				x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?				x



Nivel de cumplimiento 5s

34%

Anexo 17. Evaluación de las 5'S por Check list para Ensamblaje 2


		Área: Ensamblaje 2			
		Status: Actual			
		Fecha de elaboración: 23/5/2023			
		Realizado por: Bryan Guayasamin y Laura Llanos			
5's	N°	Descripción	Calificación (%)		
			34		
			Evaluación	Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?		x	
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x		
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?			x
	4	¿Existen objetos obsoletos?			x
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?			x
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?	x		
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?			x
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?			x
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?			x
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?			x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x		
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?			x
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?			x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?			x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?			x
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?	x		
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?			x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x		
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x		
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?			x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?			x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?			x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?			x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x		
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?			x
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x		
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?			x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?			x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?			x



Nivel de cumplimiento 5s

34%

Anexo 18. Evaluación de las 5'S por Check list para Fundición


		Área:		Fundición		
		Status:		Actual		
		Fecha de elaboración:		23/5/2023		
		Realizado por:		Bryan Guayasamin y Laura Llanos		
5's	N°	Descripción	Calificación (%)		36	
			Evaluación		Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?				x
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x			
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?				x
	4	¿Existen objetos obsoletos?	x			
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?				x
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?				x
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?				x
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?				x
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	x			
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?				x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x			
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?	x			
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?				x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?				x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?				x
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?	x			
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?				x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?				x
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x			
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?				x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?				x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?				x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?				x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x			
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?				x
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x			
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?				x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?				x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?				x



Nivel de cumplimiento 5s

36%

Anexo 19. Evaluación de las 5'S por Check list para Masillado

		Área: Masillado		
		Status: Actual		
		Fecha de elaboración: 23/5/2023		
		Realizado por: Bryan Guayasamin y Laura Llanos		
5's	N°	Descripción	Calificación (%)	33
			Evaluación	Si
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?		x
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x	
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?		x
	4	¿Existen objetos obsoletos?	x	
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?		x
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?	x	
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?		x
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?	x	
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		x
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x	
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?	x	
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?	x	
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?		x
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?		x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		x
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x	
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?		x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x	
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?	x	
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x	
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?		x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?		x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?		x



Nivel de cumplimiento 5s

33%

Anexo 20. Evaluación de las 5'S por Check list para Pintura


 SURIMAX		Área: Pintura			
		Status Actual			
		Fecha de elaboración 23/5/2023			
		Realizado por: Bryan Guayasamin y Laura Llanos			
5's	Nº	Descripción	Calificación (%)	27	
			Evaluación	Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?			x
	2	¿Se observa maquinas o materia prima en mal estado?	x		
	3	¿Existe un plan de acción para las maquinas o materia prima en mal estado?			x
	4	¿Existen objetos obsoletos?	x		
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?			x
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?	x		
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?			x
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?			x
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	x		
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?			x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?	x		
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?			x
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?			x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?			x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?			x
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?			x
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?			x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x		
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x		
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?			x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?			x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?			x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?			x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x		
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?			x
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x		
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?			x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?			x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?			x



Nivel de cumplimiento 5s

27%

Anexo 21. Evaluación de las 5'S por Check list para Control de calidad


		Área:		Control de Calidad		
		Status:		Actual		
		Fecha de elaboración:		23/5/2023		
		Realizado por:		Bryan Guayasamin y Laura Llanos		
5's	N°	Descripción	Calificación (%)		41	
			Evaluación		Si	No
Organización	1	¿Los objetos considerados necesarios en el área se encuentran organizados?	x			
	2	¿Se observa máquinas o materia prima en mal estado?				x
	3	¿Existe un plan de acción para las máquinas o materia prima en mal estado?				x
	4	¿Existen objetos obsoletos?				x
	5	¿Existe un plan de acción para descartar los objetos obsoletos?	x			
	6	¿Se observan objetos innecesarios en el área?	x			
	7	¿Existe un plan de acción para trasladar los objetos innecesarios al lugar que corresponda?				x
Orden	8	¿Existe un lugar adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?	x			
	9	¿Se dispone de sitios adecuados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	x			
	10	¿Utiliza la identificación visual para realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?				x
	11	¿Los elementos se encuentran ubicados en bases al grado de uso de los mismos?				x
	12	¿Se maneja un stock necesario para cada área?				x
	13	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?				x
	14	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?				x
Limpieza	15	¿El área de trabajo se considera limpia?				x
	16	¿Los operarios del área de acuerdo a sus actividades tienen la posibilidad de asearse?	x			
	17	¿Las fuentes de contaminación, no solo la suciedad, han sido eliminadas?				x
	18	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?				x
	19	¿Existen espacios y elementos para colocar la basura?	x			
Estandarización	20	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?				x
	21	¿Se utiliza material visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?				x
	22	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?				x
	23	¿Dispone de un análisis de utilidad, obsolescencia y estado de los elementos?				x
	24	¿Se han presentado propuestas de mejora en el área?	x			
	25	¿Se han desarrollado evaluaciones de un punto o procedimientos operativos estándar?				x
Disciplina	26	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x			
	27	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?				x
	28	¿Se conocen situaciones que afecten los principios 5s?				x
	29	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología implementada?				x






Nivel de cumplimiento 5s


41%

Anexo 22. Hoja de auditoría interna 5 “S

HOJA DE AUTORIA INTERNA 5'S			
	Proceso:	Producción	1 = Mal 3 = Bueno 5 = Muy bueno
	Status:	Actual	
	Fecha:	23/05/2023	
	Realizado por:		
5'S	PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
	Clasificación		
	Equipo y maquinaria	El equipo/herramienta se encuentra en su lugar.	
	Control visual (Documentos)	La documentación está ubicada correctamente	
	Materiales	Los materiales se encuentran en su lugar correcto	
	Herramienta, utillaje	Se encuentra en su lugar correcto	
	Orden		
	Puesto de trabajo	Se encuentra debidamente organizado	
	Herramientas	Se encuentra ubicado en el sitio correcto	
	Documentación	Se encuentra actualiza	
	Vías de accesos	Están identificadas con líneas de acceso y áreas	
	Limpieza		
	Pisos	No tiene basura en ellos	
	Maquinas	Están en perfectas condiciones	
	Hábitos de limpieza	El operador limpia el piso y maquina regularmente	
	Herramienta	Se encuentra calibrada y en el lugar indicado.	
	Estandarización		
	Información e instrucción sobre equipo y maquinaria	Se encuentra actualizada la documentación	
	Instrucciones y procedimientos de trabajo	Se encuentra actualizada la documentación	
	Documentación en correcto orden	Se encuentra actualizada la documentación	
	Las primeras 3'S	Se cumplen las primeras 3'S	
	Disciplina		
	Entrenamiento	Cada uno sabe sus funciones	
	Control de stock	Se lleva un inventario de producto	
	Descripción del cargo	Sabe las funciones que desempeña	
	Herramientas y partes	Son almacenados correctamente	
TOTAL			

Mes	5'S	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
	Clasificar					
	Organizar					
	Limpieza					
	Estandarización					
	Disciplina					
Bueno 	16 PTS					
Regular 	8-12 PTS					
Malo 	0-4 PTS					

Anexo 23. Índice de manual de TPM

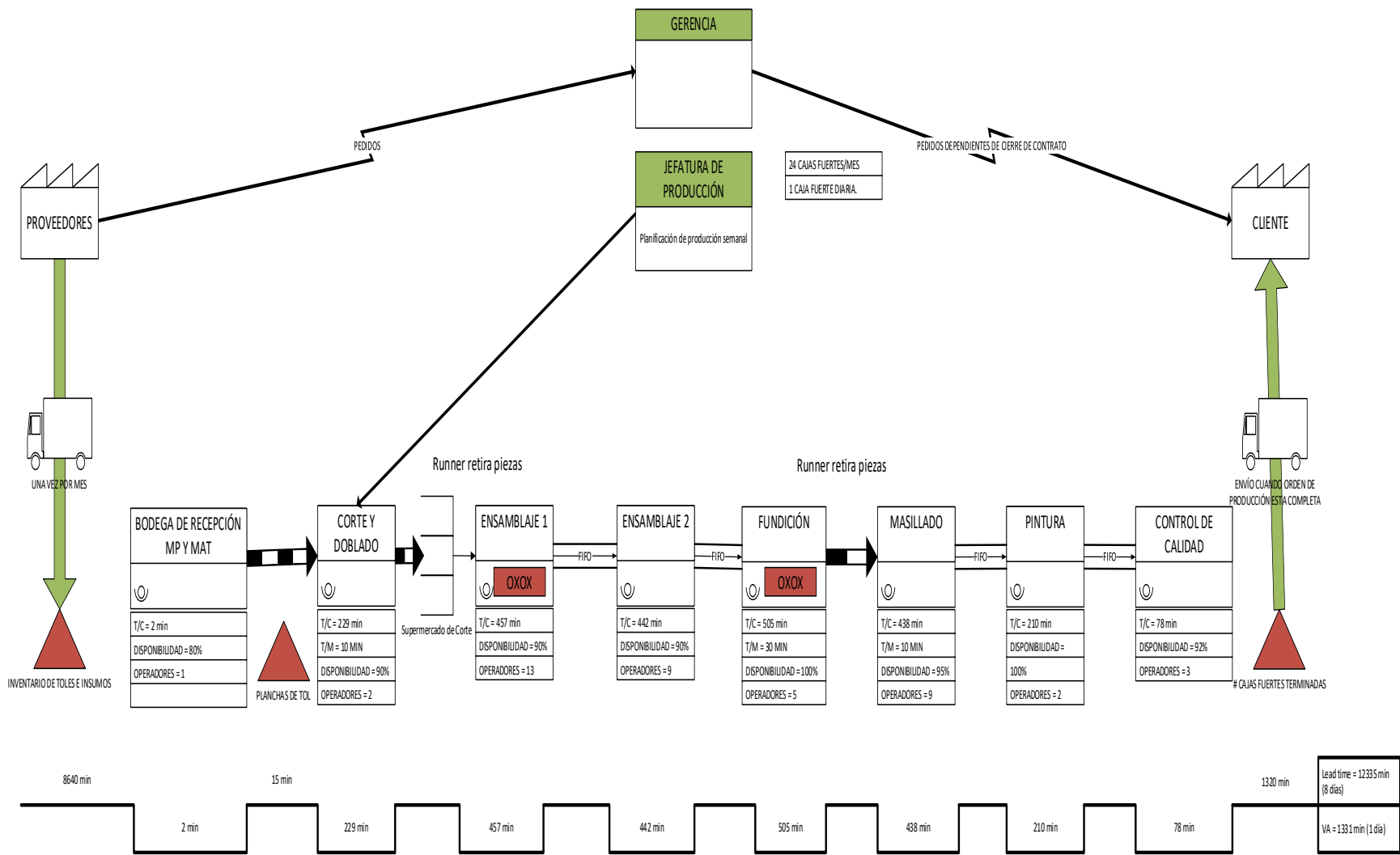
	MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	VERSIÓN 1
		Fecha: 13/07/23

ÍNDICE


1. Introducción al Mantenimiento Productivo Total (TPM)
 - 1.1. Objetivos y beneficios del Mantenimiento Productivo Total
 - 1.2. Principios y pilares del Mantenimiento Productivo Total
2. Organización y planificación para la implementación del TPM
 - 2.1. Establecimiento de un equipo de Mantenimiento Productivo
 - 2.2. Definición de roles y responsabilidades
 - 2.3. Planificación de recursos y presupuesto
3. Mantenimiento autónomo
 - 3.1. Procedimiento para implementar el mantenimiento autónomo
 - 3.2. Establecimiento de estándares de limpieza y lubricación
 - 3.3. Participación de los operadores en el mantenimiento básico
4. Mantenimiento planificado
 - 4.1. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo
 - 4.2. Programación de paradas de mantenimiento
 - 4.3. Gestión de repuestos y herramientas de mantenimiento
5. Mantenimiento de calidad
 - 5.1. Implementación de inspecciones y mantenimiento preventivo
 - 5.2. Uso de técnicas de análisis de fallas
 - 5.3. Desarrollo de planes de mantenimiento centrados en la
6. Formación del personal
 - 6.1. Importancia de la capacitación y desarrollo de habilidades
 - 6.2. Programas de formación técnica y operativa
 - 6.3. Participación de los empleados en equipos de mejora
7. Mantenimiento de seguridad, salud y medio ambiente
 - 7.1. Integración de prácticas de seguridad y salud en el TPM
 - 7.2. Identificación y gestión de riesgos
 - 7.3. Promoción de prácticas sostenibles y respetuosas con el medio
8. Gestión administrativa
 - 8.1. Medición y seguimiento del desempeño del TPM
 - 8.2. Establecimiento de indicadores clave de rendimiento (KPI)
 - 8.3. Uso de sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS)
 - 8.4. Mejora de la gestión de activos y costos de mantenimiento

--	--	--

Anexo 24. Mapa de flujo de valor futuro




Anexo 25. Tarjetas Kanban de Inventario para Vidrio del sistema

TARJETAS KANBAN		
ASPECTO	NUMERO DE INSUMO:	PROCESO
	#00001	Ensamblaje 1
	NOMBRE DEL PRODUCTO	
	Vidrio para el sistema	RESPONSABLE
	CANTIDAD:	

Anexo 26. Tarjetas Kanban de Inventario para pestillos

TARJETAS KANBAN		
ASPECTO	NUMERO DE INSUMO:	PROCESO
	#00001	Ensamblaje 1
	NOMBRE DEL PRODUCTO	
	Pestillos	RESPONSABLE
	CANTIDAD:	

Anexo 27. Tarjetas Kanban de Inventario para laterales

TARJETAS KANBAN		
ASPECTO	NUMERO DE INSUMO:	PROCESO
	#00001	Ensamblaje 2
	NOMBRE DEL PRODUCTO	
	Laterales	RESPONSABLE
	CANTIDAD:	