

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA APLICANDO
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN UNA
EMPRESA FABRICANTE DE PRODUCTOS PARA
MASCOTAS**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

AUTOR:

Jordan Martín Quintana Blas

ASESOR:

César Augusto Corrales Riveros


Lima, Septiembre de 2025

Informe de Similitud

Yo, César Augusto Corrales Riveros, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor del trabajo de investigación titulado **ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA APLICANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE PRODUCTOS PARA MASCOTAS**, del autor **Jordan Martín Quintana Blas**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 20/09/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 20 de Setiembre de 2025

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Corrales Riveros, César Augusto</u>	
DNI:07218351	Firma: 
ORCID: 0000-0002-1508-8100	

Resumen ejecutivo

El propósito central de este estudio es optimizar el proceso productivo de la línea de elaboración de sprays antipulgas dentro de una organización orientada a la producción de artículos de cuidado de mascotas, esto realizado a través de una metodología aplicada para mejorar los procesos productivos, uso de equipo y manejo de personal, utilizando los instrumentos de Lean Manufacturing.

El informe inicia con la presentación de los métodos Lean Manufacturing, que posteriormente serán empleadas y ejecutadas en la propuesta de perfeccionamiento más adelante. Se detallará las características en la institución, sus procesos productivos principales, sus características organizacionales y de infraestructura.

Luego, se procede a realizar el diagnóstico actual de La Empresa, realizando un detalle exhaustivo del proceso productivo, a través de los pilares de Lean Manufacturing. Asimismo, luego de realizar el diagnóstico, se aplicaron los instrumentos considerados en el esquema de optimización, tales como SMED, las 5S, el Mantenimiento autónomo y Andon. El uso de estas metodologías permitió la disminución del 44% en el tiempo de Set up de la máquina, una reducción del 40% en búsqueda de herramientas, materiales y orden, 40% en labores de limpieza y mantenimiento de equipos y un 50% en la respuesta frente a anomalías presentadas en los procesos productivos.

Por otra parte, se realiza el examen y la valoración económica del plan para la optimización, a través del análisis del VAN y el TIR, los cuales resultaron ser de S/. 13,815.14 y 80% respectivamente, los cuales muestran la viabilidad económica de la propuesta.

Por último, se detallan las conclusiones y sugerencias a partir de lo presentado y propuesto en los puntos anteriores.

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Introducción a la Manufactura Esbelta.....	3
1.2 Principios de la Manufactura Esbelta.....	3
a) Identificar el valor del producto respecto al cliente.....	4
b) Mapear flujo o cadena de valor	4
c) Flujo continuo del producto	4
d) Pull.....	4
e) Mejora Continua	5
1.3 La Muda o desperdicio.....	5
a) La sobreproducción	5
b) Exceso de inventario	6
c) Demoras o tiempo de espera	6
d) Transporte	6
e) Movimientos innecesarios.....	6
f) Desperdicios de procesos.....	7
g) Rechazos, fallos y defectos	7
h) Talento poco utilizado	7
1.4 Herramientas de la Manufactura Esbelta.....	7
1.4.1 Las 5S	7
1.4.2 SMED.....	10
1.4.3 TPM.....	12
1.4.4 Jidoka.....	13
1.4.5 Técnicas de calidad	15
1.4.6 VSM	17
1.4.7 Kanban.....	18
1.4.8 Heijunka.....	19
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	21
2.1 Descripción de la empresa.....	21
2.2 Visión y misión.....	21
2.3 Organización de La Empresa.....	22

2.4 Productos.....	24
2.4.1 Línea de Spray.....	25
2.4.2 Línea de Shampoo.....	26
2.4.3 Línea de Tabletas.....	26
2.5 Descripción general del proceso productivo.....	27
2.6 Equipos.....	30
CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO.....	31
3.1 Selección de la línea de producción a estudiar.....	31
3.2 Selección de familia de productos a estudiar.....	32
3.3 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (VSM).....	33
3.4 Identificación de desperdicios en el VSM.....	35
3.5 Identificación de métricas Lean.....	36
3.6 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor futuro.....	40
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA.....	43
4.1 Aplicación del SMED.....	43
4.2 Aplicación de las 5S.....	47
4.2.1 Implementación de Seiri.....	47
4.2.2 Implementación de Seiton.....	50
4.2.3 Implementación de Seiso.....	52
4.2.4 Implementación de Seiketsu.....	53
4.2.5 Implementación de Shitsuke.....	54
4.3 Aplicación de Mantenimiento Autónomo.....	55
4.4. Aplicación de Andon.....	58
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	63
5.1 Gastos de implementación de las propuestas de mejora.....	63
5.1.1 Gastos de implementación de SMED.....	63
5.1.2 Gastos de implementación de 5S.....	64
5.1.3 Gastos de implementación de Mantenimiento Autónomo.....	65
5.1.4 Gastos de implementación de Sistema Andon.....	66
5.2 Ahorro generado por implementación de propuestas de mejora.....	68
5.2.1 Ahorro por implementación SMED.....	68
5.2.2 Ahorro por implementación 5S.....	68
5.2.3 Ahorro por implementación Mantenimiento Autónomo.....	69
5.2.4 Ahorro por implementación Sistema Andon.....	69

5.3 Flujo de caja del Proyecto	70
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
6.1 Conclusiones	72
6.2 Recomendaciones	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75



Índice de Figuras

Figura 1 Resumen de las 5S	9
Figura 2 Componentes del OEE	13
Figura 3 Matriz de autocalidad	15
Figura 4 Ciclo PDCA	16
Figura 5 Iconos de flujo de material	17
Figura 6 Iconos de flujo de información	17
Figura 7 Iconos de flujo general	18
Figura 8 Sistema Kanban	18
Figura 9 Formato Kanban de transporte.....	19
Figura 10 Organigrama de la empresa	24
Figura 11 Practican Spray	25
Figura 12 Practican Shampoo	26
Figura 13 Tableta Plan Dog.....	26
Figura 14 Distribución de primer piso de la planta de la empresa	28
Figura 15 Distribución de segundo piso de la planta de la empresa	29
Figura 16 Flujograma del proceso	29
Figura 17 Diagrama de Pareto de Producción	32
Figura 18 VSM actual de la empresa	35
Figura 19 VSM Futuro	41
Figura 20 Diagrama Spaghetti Actual.....	44
Figura 21 Set-Up Selladora Automática	45
Figura 22 Diagrama Spaghetti Propuesto.....	46
Figura 23 Tarjetilla de Clasificación.....	48
Figura 24 Layout de planta propuesto.....	52
Figura 25 Formato de limpieza	53
Figura 26 Ficha mantenimiento	56
Figura 27 Formato One Point Lesson (OPL).....	57
Figura 28 Panel de sistema Andon.....	60
Figura 29 Sistema Andon	61

Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de tiempos de cambio por máquina	10
Tabla 2 Etapas del Jidoka	14
Tabla 3 Sprays antipulgas y modificador de conductas	25
Tabla 4 Shampoos para mascotas.....	26
Tabla 5 Equipos y maquinaria de la empresa.....	30
Tabla 6 Demanda Anual de la empresa	31
Tabla 7 Familia de productos de la empresa	32
Tabla 8 MTBF de la empresa.....	37
Tabla 9 MTTR de la empresa	38
Tabla 10 Resumen de datos para el cálculo del OEE	39
Tabla 11 Cálculo del OEE	40
Tabla 12 Objetivos futuros de Métricas Lean	41
Tabla 13 Herramientas Lean Manufacturing	42
Tabla 14 Actividades y tiempos de Set-up Selladora	43
Tabla 15 Actividades Set-up Selladora.....	44
Tabla 16 Tiempos de Set-up actual vs propuesto	45
Tabla 17 Clasificación de elementos	50
Tabla 18 Codificación de elementos	51
Tabla 19 Cronograma de Limpieza	53
Tabla 20 Estado actual de Selladora.....	55
Tabla 21 Plan de mantenimiento	57
Tabla 22 Anomalías por área	59
Tabla 23 Colores del sistema Andon.....	59
Tabla 24 Cuadro resumen de cambios generados	62
Tabla 25 Gastos por capacitaciones SMED.....	63
Tabla 26 Gastos por implementación SMED.....	63
Tabla 27 Gastos por capacitación 5S.....	65
Tabla 28 Gastos totales por capacitación 5S.....	65
Tabla 29 Gastos por insumos 5S.....	65
Tabla 30 Gastos por capacitación Mantenimiento autónomo	66
Tabla 31 Gastos totales por capacitación Mantenimiento autónomo	66
Tabla 32 Gastos por capacitación Sistema Andon	67

Tabla 33 Gastos totales por capacitación Sistema Andon	67
Tabla 34 Gastos por implementación sistema Andon	67
Tabla 35 Ahorro por implementación SMED.....	68
Tabla 36 Ahorro por implementación 5S.....	68
Tabla 37 Ahorro por implementación Mantenimiento Autónomo	69
Tabla 38 Ahorro por implementación Sistema Andon	69
Tabla 39 Cálculo del costo de oportunidad.....	70
Tabla 40 Flujo de caja de Proyecto	71



INTRODUCCIÓN

Actualmente varios países de todas partes del mundo desean aumentar su nivel de competitividad en todos los sectores de la industria, ya que esto les puede traer muchos beneficios al país y por consiguiente elevar la calidad de vida de la población. Acorde con lo señalado en el Foro Económico Mundial en el último informe del 2019, Perú se ubica en la posición 65° en el ranking de Competitividad Mundial, lo cual indica un descenso en la competitividad con respecto al año 2018.

A pesar del entorno competitivo de Perú, el negocio de productos para mascotas es una de las industrias con perspectivas prometedoras y una tendencia favorable. Según Euromonitor, la industria de productos para mascotas tuvo un valor promedio de 270 millones de dólares en 2019. Se espera que crezca un 10 % en 2020 y un 9,4 % en 2024, según César Cucho, de la empresa Provet.

Además, a nivel latinoamericano, según Euromonitor, el sector de productos para mascotas ha crecido a \$US 10.893 millones este año, con una proyección de crecimiento entre el 6 y el 8% anual para la industria de las mascotas.

En este escenario, las organizaciones que conforman el sector de fabricación y ventas de productos de mascotas requieren más presencia y participación en el mercado peruano ya que sería muy beneficioso para mejorar la competitividad del país.

En este contexto, se plantea la realización de la presente investigación con el objetivo de introducir mejoras, que aumenten la productividad y reduzcan los errores, utilizando los métodos Lean Manufacturing y aplicándolas en la línea de producción de productos para mascotas que

servirá como base de estudio y análisis para el presente trabajo.

En este contexto, se plantea la realización de la presente tesis con el objetivo de introducir mejoras.

En el capítulo 1, se presentará una caracterización de todas las herramientas de Lean manufacturing aplicadas en el caso de estudio actual.

En el capítulo 2, se realizará la presentación de La Empresa, cuáles son sus procesos productivos, como se compone su organización, como es su infraestructura, maquinaria, etc. En el capítulo 3, se lleva a cabo un análisis de la situación presente de la organización y se procede a analizar la línea de mayor impacto en la empresa.

En el capítulo 4, se propondrán las mejoras aplicables utilizando los instrumentos de Lean manufacturing orientados a resolver los problemas diagnosticados.

Dentro del capítulo 5, se efectuará la revisión económica correspondiente a la implementación de las mejoras expuestas en capítulos anteriores, así como determinar si las propuestas de mejora son económicamente viables.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Las técnicas e ideas utilizadas en la mejora de procesos creadas en esta tesis se tratarán en detalle en este primer capítulo. Repasaremos los instrumentos que se utilizarán para diagnosticar La Empresa y crear sugerencias para su desarrollo.

1.1 Introducción a la Manufactura Esbelta

Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) hace referencia a la orientación hacia la mejora mediante la eliminación en los despilfarros o muda, a través de la realización de cambios en la organización del trabajo en la línea de fabricación, la logística y control de calidad; así como cambios en la manera de aplicarse el esfuerzo humano tanto en actividades de producción como de apoyo (Rajadell y Sánchez 2010).

Los antecedentes históricos de la Manufactura Esbelta se remontan a los finales de la segunda guerra mundial (Padilla 2010). En aquel momento, La empresa Toyota, dirigida en ese entonces por Kiichiro Toyoda, notaba la falta de competitividad de los obreros japoneses en comparación con los norteamericanos y alemanes, con lo cual en conjunto con Ohno diseñaron un sistema Just in Time que con el tiempo se conocería como Sistema de Producción Toyota (TPS), sistema que llevaría al éxito a la empresa Toyota, eliminando los elementos innecesarios del sistema de producción para cumplir a tiempo las necesidades de los clientes (Socconini 2019).

La traducción de “Lean” del inglés significa “magra”, es decir sin grasa, lo cual nos da a entender funcionamiento del “sistema de producción Toyota”, considerado un conjunto de prácticas que sirven para optimizar los procesos operativos minimizando al máximo los desperdicios (Padilla 2010).

1.2 Principios de la Manufactura Esbelta

En el libro Lean Thinking, Womack y Jones (1996) explican los 5 principios de Lean Manufacturing el cual nos explica cómo trabajar y

producir más con menos y el de cómo trabajar de manera más satisfactoria con un feedback continuo para convertir la muda en valor o eliminarla.

a) Identificar el valor del producto respecto al cliente

Principio que tiene en cuenta el valor que el cliente le da al producto. Esto es necesario ya que ayuda a que las empresas definan los requerimientos y necesidades del cliente

y así definan características del producto como el precio. También es necesario ya que da a conocer que elementos que no generan valor desde el punto de vista del cliente, que son los desperdicios o mudas, para que así estas puedan ser eliminados.

b) Mapear flujo o cadena de valor

Principio en el cual es necesario identificar el flujo de valor o cadena de valor, que son el conjunto de procesos necesarios para el desarrollo de un nuevo producto. Al momento de mapear o identificar el flujo de valor quedan expuestas las “mudas”, es decir, quedan expuestos procesos, pasos o acciones que no generan valor para así poder eliminarlos.

c) Flujo continuo del producto

Principio en el cual se identifican maneras de reducir el tiempo de entrega, así como los tiempos entre procesos de manera que se eviten las interrupciones y el cliente pueda obtener su producto en el tiempo acordado. Esto ayuda también a mantener un flujo constante del proceso productivo y un sistema equilibrado lo cual es importante para poder identificar las mudas.

d) Pull

El Pull o “atraer” hace referencia al Just in Time (JIT) y hace referencia a que la empresa solo debe producir lo que demanda el consumidor, en consecuencia, solo se inicia la producción cuando

el cliente lo solicita. De ese modo, se evita llenar de existencias los inventarios y sobreproducir el producto de manera que la inversión no se retorne.

e) Mejora Continua

Principio que se refiere a que siempre se debe buscar la perfección a través de la optimización constante de la cadena de valor, juntando los anteriores principios e identificando nuevas maneras de crear valor a través del feedback, afin de abordar los principales problemas de la mala calidad del proceso y buscar eliminar las mudas.

1.3 La Muda o desperdicio

La muda o desperdicio es todo desperdicio o despilfarro de los recursos y talento con los que cuenta una organización, tales como materiales, maquinaria y equipo, así como el talento humano, entre otros (Tapia et al., 2017). Reconocer estos desperdicios en la producción facilitará a la compañía la planificación de estrategias adecuadas de mejora.

Hoy en día las empresas se esfuerzan para buscar la reducción de costos sin afectar la calidad del producto final. Lo cual se realiza mediante el reconocimiento de las actividades que no añaden valor al producto y, en efecto, deben eliminarse.

Ohno y Womack y Jones identificaron ocho tipos de desperdicios básicos (Ohno 1991; Womack y Jones 2003).

a) La sobreproducción

El derroche por sobreproducción se da cuando se procesa más productos o artículos de los que solicito el cliente. Esto no se limita a los productos finales, sino que también puede aplicarse a cualquier proceso, como generar más de lo necesario para la etapa siguiente, producir antes de lo previsto o producir más rápido de

lo que exige la etapa siguiente. Una mala planificación de la producción, dejar que las máquinas funcionen a plena capacidad y una distribución desigual de la producción a lo largo del tiempo son algunas de las principales causas del exceso de producción.

b) Exceso de inventario

Este despilfarro consiste en el depósito excesivo de existencias en los almacenes de la empresa, ya sean materias primas, productos en proceso o productos terminados. Estos excesos ocupan espacios y requieren recursos administrativos para su logística y monetarios. El almacenamiento de stock en el inventario puede ocasionar que se encubran productos defectuosos que no serán encontrados a menos que se haga una revisión de inventario de manera física, con lo cual la empresa incurrirá en costos de mantenimiento.

c) Demoras o tiempo de espera

Este despilfarro hace referencia a los retrasos, esperas y paros, que ocurren debido a múltiples factores como que el equipo o maquinaria no se encuentran disponible debido a averías, o que está esperando algún tipo de información para continuar con el proceso, manteniendo al operario inactivo mientras otros siguen trabajando.

d) Transporte

Este despilfarro se refiere al transporte de material en proceso o producto terminado, pues no incrementa ningún valor al producto y consume recursos de la empresa así sean distancias cortas.

e) Movimientos innecesarios

Este desperdicio hace referencia a los movimientos físicos y desplazamientos del personal que no incrementa valor al producto.

Aquí se consideran los desplazamientos como subir y bajar documentos o desplazamiento para buscar materiales.

f) Desperdicios de procesos

Esta muda hace referencia a las actividades, procedimientos o acciones que el operario realiza en el proceso productivo y que no agregan valor desde el punto de vista del cliente, tales como contar, inspeccionar acomodar, etc.

g) Rechazos, fallos y defectos

Este desperdicio hace referencia a todos los rechazos, fallos y defectos que se dan cuando el producto está defectuoso y esto se nota sino hasta cuando ya el proceso productivo ha concluido, con lo cual se procede a realizar reprocesos, corrección de errores o destrucción del producto si este no cumple con la calidad óptima requerida por el cliente.

h) Talento poco utilizado

Este desperdicio hace referencia al desaprovechamiento del recurso humano en cuanto a creatividad e inteligencia, no haciendo uso de sus facultades, competencias y potencial para eliminar desperdicios y mejorar la productividad.

1.4 Herramientas de la Manufactura Esbelta

A continuación, se mencionarán algunas herramientas y conceptos básicos para la organización del trabajo y gestión de procesos que se utilizarán en el presente trabajo de investigación.

1.4.1 Las 5S

Para aplicar las 5S, es necesario asignar recursos, ajustar la cultura corporativa y tener en cuenta los factores humanos (Rajadell y Sánchez, 2010).

Para lograr calidad, precios bajos y entregas rápidas en una organización, es esencial mantener un ambiente de trabajo positivo, y ahí es donde entran en juego las 5S. Mediante pequeños ajustes en el espacio físico de trabajo, así como en el individuo y en la propia empresa, esta práctica tiene como objetivo cambiar la actitud de los trabajadores en dirección enfocada a una cultura de sistematización y autodisciplina (Villaseñor y Galindo, 2007).

A continuación, se describen los pasos de la puesta en práctica de las 5S, que se describen visualmente en la figura 1 (Rajadell y Sánchez, 2010):

1. Seiri: Implica organizar y despejar el espacio de trabajo de cualquier cosa que sea superflua para la tarea actual. El objetivo es evitar problemas como un mayor manejo o aumento de manipulaciones, limitaciones de espacio, tiempo dedicado a buscar artículos, etc.
2. Seiton: Significa ordenar u organizar los objetos de trabajo necesarios de manera que sean fáciles de encontrar. Por lo tanto, se definen las ubicaciones de cada herramienta o elementos necesarios para que se tenga un acceso más rápido a estos y también se marcan los límites de las áreas de trabajo, zonas de despacho, etc.
3. Seiso: Implica examinar y limpiar el lugar de trabajo para identificar y eliminar cualquier defecto, lo que puede reducir los accidentes, prolongar la vida útil del equipo e incorporar la limpieza a las tareas habituales.
4. Seiketsu: Significa estandarización y se refiere a una metodología que implemente las 3 primeras “S”, para asegurar efectos duraderos. Esto consiste en la estandarización de los

lugares donde deben estar las cosas y como deben desarrollarse las actividades, así como asegurarse de que se realice una correcta limpieza e inspección del lugar.

5. Shiketsu: Se refiere a una cultura de autocontrol e implica adoptar prácticas estandarizadas como un hábito y aceptar su aplicación sistemática.

Seguidamente, en la figura 1 se muestran de forma gráfica las fases de las 5S.



Figura 1 Resumen de las 5S
Fuente: Nava et al. (2017:31)

De acuerdo a Villaseñor y Galindo, entre los aspectos favorables que se obtiene implementando la metodología de las 5S están: la ayuda a los empleados a adquirir autodisciplina y compromiso, la reducción de accidentes que involucran pisos grasos y resbaladizos,

resaltar los desperdicios para poder identificar las causas y poder eliminarlos, reducción de trabajos intensos e innecesarios, entre otros (2007).

1.4.2 SMED

Shigeo Shingo creó una herramienta llamada SMED, o cambio de molde en un minuto, con la intención de reducir el tiempo necesario para el mantenimiento de las máquinas o el cambio de productos (Tejeda 2011).

Actualmente, los sistemas deben ser adaptables y capaces de ajustarse rápidamente a un mercado en constante cambio para seguir siendo competitivos. El SMED se puede configurar en menos de 10 minutos, lo que ofrece las ventajas de minimizar el inventario, reducir los plazos de entrega y permitir una respuesta rápida a las fluctuaciones de la demanda (Rajadell y Sánchez 2010).

En la Tabla 1 se muestran los diferentes conceptos que repercuten en el tiempo de cambio.

Tabla 1 Tipos de tiempos de cambio por máquina

PROCEDIMIENTOS DE TIEMPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CAMBIO
Cambiar utillajes y herramientas	Estos procedimientos son típicos en talleres mecánicos, donde los operarios han de fijar y retirar moldes, sierras, fresas, etc.
Cambiar parámetros estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros estándares usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales	Cada vez que en una línea cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos casos incluye el cambio de utillajes.
Preparación general previa a la fabricación	Este tipo de preparación incluye una gran variedad de actividades para tener a punto el material, los útiles, las herramientas o los accesorios, por ejemplo: arreglar el equipo, ensayar el proceso y ajustar, limpieza general, asignar tareas a trabajadores, revisar planos, etc.

Fuente: Rajadell y Sánchez (2010:125)

De acuerdo con Rajadell y Sánchez (2010), existen 5 pasos esenciales que contribuyen a optimizar y reducir los tiempos de cambio.

1. Determinar qué procedimientos forman parte del cambio de modelo.

Esta etapa implica cronometrar cada secuencia y describir cada tarea necesaria en un cambio. Anote el tiempo y la distancia recorrida, asegurándose de incluir todas las acciones necesarias para el cambio.

2. Distinguir entre operaciones realizadas interna y externamente

En esta etapa, debe distinguir entre operaciones internas y externas y enumerar las acciones o actividades que se llevan a cabo durante una modificación. Teniendo en cuenta que, cuando la máquina está en funcionamiento, se realizan operaciones externas, y cuando la máquina está parada, se realizan operaciones internas.

3. Convertir los procesos internos en externos

Fase en la cual las operaciones internas se transforman en externas. Esta conversión implica un examen minucioso en las tareas o actividades para ver si hay pasos asumidos erróneamente. Esta etapa es el principio fundamental del SMED.

4. Reducir las operaciones internas

Las modificaciones rápidas de componentes y soportes, la eliminación de herramientas, el uso de códigos de colores, etc., son formas de reducir los procesos internos.

5. Reducir las operaciones externas

Al integrar los movimientos de los operadores, mantener los estándares actuales de la línea y asegurarse de que todos los operadores estén debidamente capacitados, se minimizan las actividades externas.

1.4.3 TPM

Acorde a lo que afirma Rajadell y Sánchez (2010), definen el TPM (Mantenimiento Productivo Total) como un conjunto de métodos destinados a prevenir fallas en los equipos y aumentar la eficiencia mediante el mantenimiento preventivo realizado por los empleados. La implementación de este enfoque consta de 4 fases:

Fase 1: Volver a la línea a su situación inicial

En esta fase se requiere que la línea vuelva a estar en las condiciones iniciales en las que el proveedor se la dejó la primera vez de su puesta en marcha. Una línea limpia sin ningún desperdicio ni suciedad. Haciendo esto es más sencillo distinguir anomalías en las máquinas.

Fase 2: Eliminar las fuentes de suciedad

Las fuentes de suciedad son consideradas causas de mal funcionamiento, lo cual afecta al rendimiento de la línea e instalaciones. Para eliminar la suciedad se puede utilizar la técnica de los cinco ¿Por qué?

Fase 3: Aprender a inspeccionar equipo

Hasta que sean autosuficientes, los operadores realizan tareas propias de mantenimiento. Además, las numerosas tareas de mantenimiento que deben realizarse en la línea se dividen en tres categorías: nivel 1, nivel 2 y nivel 3. Las tareas de nivel 1 se limitan a la inspección, las de nivel 2 implican el cambio manual de piezas de la máquina, es decir, sin el uso de herramientas, y las de nivel 3 permiten el cambio de componentes de la máquina con herramientas.

Fase 4: Mejora Continua

En este paso los operarios realizan de forma autónoma las actividades del TPM y proponen propuestas de mejora para las máquinas de la línea. Es

necesario analizarse a través de métricas como el OEE.

De acuerdo a Hernández y Vizán (2013), OEE es el resultado de tres factores: el coeficiente de calidad (C), que mide el porcentaje de producción que cumple con los estándares de calidad; el coeficiente de disponibilidad (D), que mide el tiempo de funcionamiento de la máquina; y la eficiencia (E), que mide el rendimiento del equipo. Rajadell y Sánchez (2010) afirman que el OEE es el indicador numérico natural para el TPM, ya que evalúa los aspectos clave en la producción industrial, incluyendo la disponibilidad o tiempo de funcionamiento del equipo, el nivel de rendimiento basado en el tiempo de inactividad y el porcentaje de producción que cumple con los estándares de calidad (ver Figura 2.).

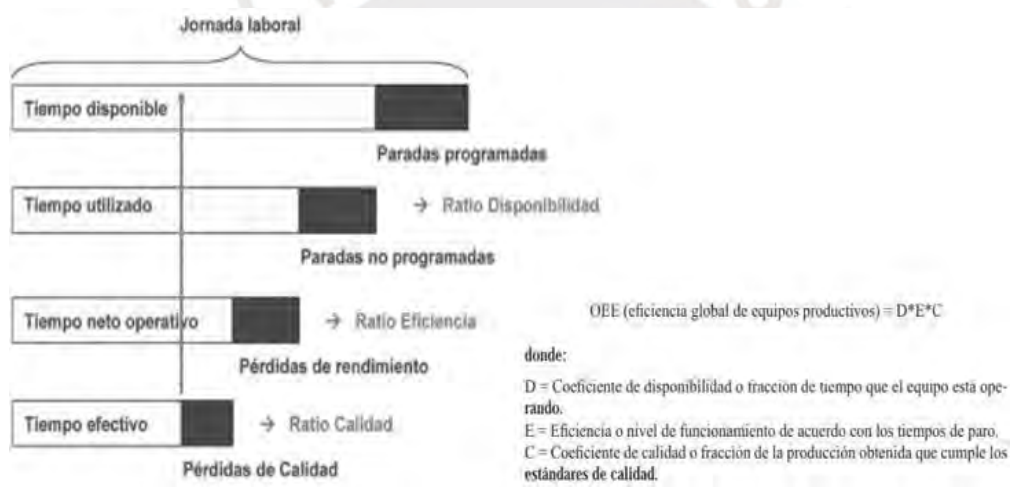


Figura 2 Componentes del OEE
Fuente: Rajadell y Sánchez (2010:154)

1.4.4 Jidoka

El termino Jidoka significa automatización con un toque humano o autonomacion. Según Rajadell y Sánchez (2010), Jidoka es el nombre que recibe el sistema de control autónomo de defectos, el cual se basa en que un operario puede parar las maquinas si es que algo va mal en la línea. Otro enfoque y punto clave es la auto inspección por parte de cada operario, lo cual hace que este método se enfoque más en el control del proceso que en el producto, ya que prioriza que tener todas las unidades en

buen estado y no permitir piezas defectuosas ya que no están previstas producir más piezas adicionales (Hernández y Vizán 2013). Para la auto inspección se hace uso de poka yoke, que son mecanismos o dispositivos que una vez instalados evitan los defectos en un cien por ciento de eficacia, aunque se cometan errores. Los poka yoke tienen 3 funciones primordiales en la prevención de defectos que son: paro, control y aviso, lo que ayuda aun cometiendo errores y produciendo defectos, este error no progrese más y pueda ser remediado antes de salir de la línea (Rajadell y Sánchez 2010).

La Tabla 2 muestra las diferentes etapas en la implementación del Jidoka.

Tabla 2 Etapas del Jidoka

Fase	Descripción	Carga Hombre/máq.
1	Autonomización del proceso Transferir esfuerzo de operario en esfuerzo de la máquina. Ejemplo: Atornillado automático.	Operaciones simultáneas operario/ máq.
2	Autonomización de sujetar Sustitución de apriete manual por sistemas accionados mecánicamente. El operario solo carga el útil.	
3	Autonomización de alimentación Alimentación automática. El operario solo interviene para parar la alimentación en caso de errores.	
4	Autonomización de paradas El sistema de alimentación para correctamente la máquina al final del proceso. El operario puede abandonar el proceso o máquina.	Tareas de operario
5	Autonomización de retornos Finalizado y parado el proceso correctamente, el sistema retorna a situación de inicio sin ayuda del operario.	
6	Autonomización de retirada de piezas Finalizado el proceso y retorno, la pieza es retirada automáticamente de forma que la siguiente pieza puede ser cargada sin necesidad de manipular la anterior.	
7	Mecanismos antierror (Poka-Yoke) Para prevenir transferencia de piezas defectuosas al proceso siguiente se instalan dispositivos para detectar errores, parar la producción y alertar al operario.	
8	Autonomización de carga La pieza es cargada sin necesidad de operario. El proceso debe tener capacidad de detectar problemas y parar la operación.	Tareas máquina
9	Autonomización de inicio Completados los pasos anteriores la máquina debe empezar a procesar piezas de forma autónoma. Se deben prever problemas de seguridad y calidad.	
10	Autonomización de transferencia Se enlazan operaciones mediante sistemas de transferencia que eviten la intervención del operario.	

Fuente: Hernández y Vizán (2013:56)

1.4.5 Técnicas de calidad

La garantía de la calidad constituye un pilar fundamental en el contexto de Lean Manufacturing, puesto que la calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas bien en la primera vez para que de esa manera el cliente pueda estar satisfecho (Hernández y Vizán 2013).

Para alcanzar los objetivos de la calidad, se emplea técnicas de calidad conocidas como las TQM (Total Quality Management), las cuales serán detalladas a continuación (Hernández y Vizán 2013):

Matriz de Autocalidad (MAQ)

Este instrumento de apoyo a la calidad posibilita reconocer el origen de los defectos y hasta dónde se propagan. Las filas y columnas de esta matriz corresponden a cada etapa del proceso de producción. Las columnas muestran los abastecedores internos y externos, mientras que las filas proporcionan información sobre los usuarios finales internos y externos. Esta disposición se muestra en la Figura 4.

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							Total ppm	
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n		
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1									
	Fase 2									
	Fase 3									
	—									
	Fase n									
	Cliente interno									
	Cliente externo									
	Total ppm									
		TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO						TOTAL PPM		

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

Figura 3 Matriz de autocalidad
Fuente: Hernández y Vizán (2013:60)

Ciclo PDCA

Esta técnica, a veces denominada ciclo de Deming, ayuda a localizar y corregir defectos. Los cuatro pasos del ciclo PDCA (planificar, hacer, verificar y actuar) deben guiar todo el proceso de mejora continua en la fabricación ajustada para lograr la estandarización de los procesos. En cualquier caso, el ciclo debe continuar hasta que se logre la estandarización (Ver figura 5).



Figura 4Ciclo PDCA
Fuente: Hernández y Vizán (2013:61)

Seis Sigma

Es un enfoque para la mejora de procesos o productos que se centra en reducir la variabilidad. El objetivo de Six Sigma es alcanzar 3,4 DPMO (defectos por millón de oportunidades). Dado que el valor Six Sigma está correlacionado con la desviación estándar de una distribución normal, se emplean métodos estadísticos para determinar la variabilidad de los procesos. Por consiguiente, 6σ corresponde a una tasa de eficiencia del 99,99966 %.

1.4.6 VSM

El mapeo de la cadena de valor, según Tejeda (2011), es una técnica que ilustra el orden y el flujo de información y materiales para cada eslabón de la cadena de valor mediante iconos e imágenes.

Dado que ilustra el flujo y nos permite comprender si algún trabajo aporta valor añadido o si existen cuellos de botella, el mapeo VSM es fundamental para visualizar varios niveles de los procesos de producción. Dado que crea el flujo y actúa como borrador para el proyecto de implementación, también sirve como base para un plan de implementación (Villaseñor y Galindo, 2007). En las figuras 5, 6 y 7 se mostrarán algunos iconos utilizados en el mapeado del Value Stream Mapping.

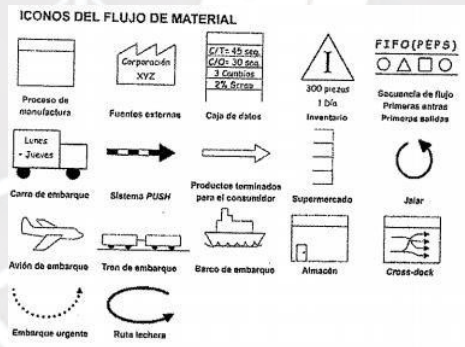


Figura 5 Iconos de flujo de material
Fuente: Villaseñor y Galindo (2007:46)

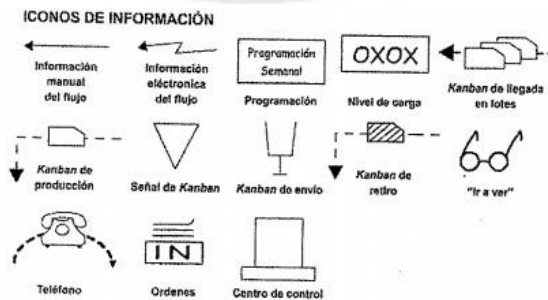


Figura 6 Iconos de flujo de información
Fuente: Villaseñor y Galindo (2007:46)



Figura 7 Iconos de flujo general
Fuente: Villaseñor y Galindo (2007:46)

1.4.7 Kanban

El Kanban es un sistema de control y programación sincronizada basado en tarjetas de colores, según Rajadell y Sánchez (2010). Consiste en retirar los conjuntos necesarios de los procesos anteriores en cada proceso y producir solo las piezas, subconjuntos o conjuntos que se han retirado, sincronizando todo, incluido el flujo de materiales del proveedor, el taller de la fábrica y la línea de montaje final.

El Kanban se presenta en dos variedades: el Kanban de producción, que muestra qué y cuánto material se debe fabricar para el siguiente paso, y el Kanban de transporte, que muestra qué y cuánto material se saca del paso anterior (Rajadell y Sánchez, 2010). La figura 9 señala un modelo de una tarjeta Kanban de transporte, mientras que la figura 8 muestra un esquema del sistema Kanban.



Figura 8 Sistema Kanban
Fuente: Hernández y Vizán (2013:76)

Kanban de transporte		
Código:		
Descripción:		
Automóvil:		
Cap. Caja	Tipo Caja	Kanban N°

Figura 9 Formato Kanban de transporte
Fuente: Rajadell y Sánchez (2010:100)

1.4.8 Heijunka

Según Rajadell y Sánchez (2010), Heijunka es un método que ajusta los niveles de producción en respuesta a los cambios en la demanda de los consumidores. Con el fin de hacer frente a cualquier adversidad, como fallos que impidan entregar el producto al cliente a tiempo, este enfoque tiene como objetivo lograr un flujo de producción continuo mediante la producción de pequeños lotes sin fallos en cortos periodos de tiempo. Para implementar Heijunka, se deben utilizar técnicas integradas específicas, lo que permite un sistema de producción de flujo continuo que ofrece beneficios en términos de plazos de entrega, reducción de inventario y eficiencia laboral (Hernández y Vizán, 2013). A continuación se describen los métodos en detalle:

Células de trabajo: Esta técnica permite saber la disposición correcta de los puestos de trabajo para obtener una secuencia eficiente que permite que el flujo de la materia prima para elaborar los productos sea continuo de principio a fin. La célula de trabajo que va más acorde a la gestión de Lean Manufacturing es la denominada “célula flexible” que adopta la forma física de U y en la cual los procesos van ligados unos a otros con un flujo continuo.

Flujo continuo Pieza a Pieza: Consiste en trabajar de modo que el flujo continuo no se vea interrumpido desde el proveedor hasta el cliente y se despilfarre lo mínimo. Para eso hay que tener en cuenta los niveles sucesivos:

- a) Flujo de información organizada con fines de decisión aplicando técnicas como Kanban, técnicas nivelación de producción y seguimiento diario de procesos
- b) Flujo de materiales: se busca reducir los desperdicios para crear un flujo de materiales con la menor interrupción aplicando técnicas como: flujo pull en todos los procesos, organización multiprocesos y entregas frecuentes.
- c) Flujo de operarios: Capacitar a operarios para que puedan brindar flexibilidad y eficiencia en sus estaciones de trabajo aplicando técnicas como: sincronizar procesos con Takt Time, crear celdas flexibles, formar operarios capaces de trabajar en líneas multiprocesos.

Takt Time: Técnica que se emplea para sincronizar el tiempo de producción con el tiempo de ventas, lo cual da el ritmo a producir en la organización.

$$\text{Takt time} = (\text{tiempo operativo por periodo en segundos.}) / (\text{Demanda cliente por periodo en unidades}).$$

Nivelar el mix y el volumen de producción: Según Hernández y Vizán (2013), nivelar la mezcla y el volumen de producción es una estrategia que implica producir lotes pequeños con el fin de limitar el número de modificaciones y preservar las variaciones de los componentes.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En el siguiente capítulo se presentará una breve caracterización de la situación actual en la compañía de estudio, en la cual se incluirán su perfil organizacional, productos que comercializa y detalles de su infraestructura.

2.1 Descripción de la empresa

El 13 de septiembre de 2007, la compañía se fundó oficialmente y se inscribió en el Registro Industrial de Lima. Su sede se encuentra en la región de Puente Piedra, en Lomas de Carabayllo, mientras que su filial está situada en Independencia.

La empresa ha crecido hasta convertirse en una importante empresa familiar cuya misión es apoyar al sector veterinario mejorando continuamente la calidad de sus productos y poniendo un gran énfasis en la satisfacción del cliente.

Con una amplia variedad de productos y una base de consumidores de alto nivel, la empresa es hoy en día una marca de referencia en la industria veterinaria, lo que garantiza la calidad de sus productos

La Empresa se dedica a la fabricación, producción y distribución de productos veterinarios como shampoos para perros, sprays anti pulgas, modificadores de conducta para mascotas, etc.

La empresa fabrica sus productos por lotes, lo que significa que sus métodos de producción se ejecutan por lotes. Además, ocho operarios trabajan en un único turno de ocho horas todos los días del año, de lunes a sábado.

2.2 Visión y misión

La visión operativa de la compañía consiste en ser la pionera en la

fabricación de productos veterinarios, contando con más de 13 años de experiencia y una gestión orientada hacia la excelencia, brindando calidad de vida y salud a su mascota, posicionando como líderes del mercado nacional.

Por otra parte, la visión de la empresa es consolidarse como empresa líder del mercado en productos para uso veterinario y farmacéutico en América Latina, con productos veterinarios de calidad creando valor hacia la excelencia y responsabilidad social en la búsqueda de un mundo y de equilibrio ecológico.

2..3 Organización de La Empresa

La organización está conformada por:

- Gerente General: Se trata de la autoridad superior dentro de la empresa, cuya responsabilidad es la toma de decisiones clave y la elaboración del plan estratégico, orientado al cumplimiento de metas y objetivos de largo plazo, garantizando la adecuada gestión de los recursos.
- Dirección Técnica: Encargado quien decide sobre la gestión administrativa en producción y supervisa las funciones de los empleados, además de valorar los artículos a producir con la conservación de la estructura de costos.
- Asistente de dirección técnica: Se encarga de dar apoyo a la dirección técnica en la administración y supervisión. Asimismo, se encarga de gestionar la calidad de los insumos, de los procesos y de los productos finales.

- Recursos Humanos: Es la sección de la organización encargada de establecer las funciones, requisitos y responsabilidades de los puestos de trabajo. Además, el reclutamiento de personal que cumplan con el perfil necesario para ocupar las plazas vacantes.

- Responsable de ventas: Área responsable de elaborar las cotizaciones para los consumidores y garantizar una retroalimentación constante con ellos, generando así grandes oportunidades y concretar órdenes de compra.

- Responsable de producción: Encargado de planificar la producción; además de gestionar los recursos y los productos terminados. Asimismo, se encarga del control y la gestión de los insumos requeridos para la elaboración de los productos, además de realizar su seguimiento y organización de las ordenes de producción conforme a los plazos establecidos para las entregas.

- Jefe de mantenimiento: Responsable de dar mantenimiento a las máquinas y equipos que se utilizan en los procesos de producción para su correcto funcionamiento.

- Responsable de Almacén: Se encarga de solicitar los insumos al depósito de producción, así como de recepcionarlos y gestionarlos dentro de la planta.

- Operario de producción: Son los operarios encargados del manejo de las máquinas y la manipulación de los insumos en las líneas de producción.

- Operario de almacén: Son los operarios encargados del manejo del inventario de insumos y productos terminados que son dispuestos en el almacén de la planta.

Para los temas contables y de finanzas, se procede a tercerizar estos servicios, en la Figura 10 se expone la estructura organizacional de la compañía.

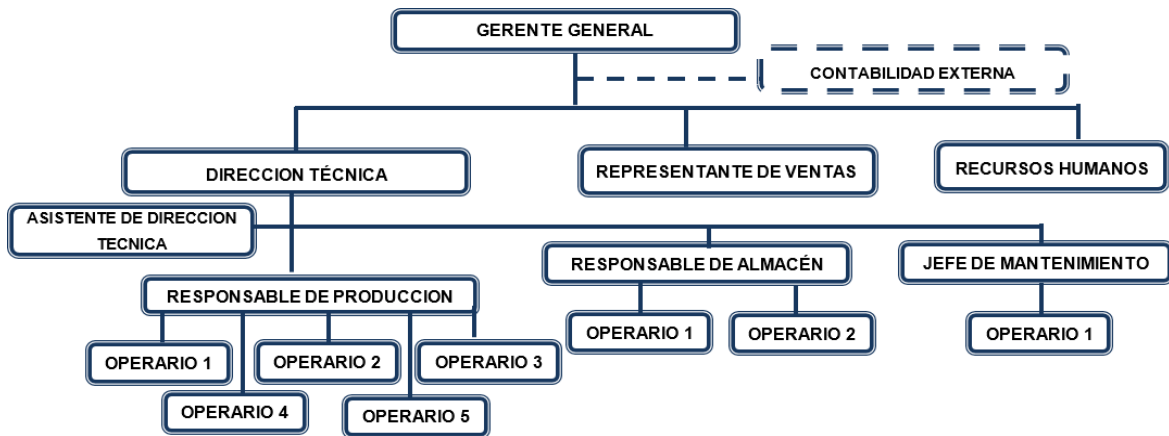


Figura 10 Organigrama de la empresa

2.4 Productos

La Empresa fabrica productos veterinarios de los cuales se puede dividir en 3 tipos de productos. Unas de estos son los Spray anti pulgas que vienen en diferentes presentaciones, otro de los productos son los shampoos para mascotas los cuales también tienen de diferentes marcas y presentaciones, por último, tienen las tabletas, que vendrían a ser unas pastillas que se le da a tu mascota para que puedas controlar las pulgas.

2.4.1 Línea de Spray

Los productos de tipo spray son utilizados como modificador de conducta para las mascotas, así como anti pulgas y garrapatas. Estos productos vienen en diferentes presentaciones y marcas. Se especifica el tamaño (Ver Tabla 3) y en la Figura 11 se observa la presentación del producto más representativo, el practican:

Tabla 3 Sprays antipulgas y modificador de conductas

Tamaño			Tipo	Marca
125 ml	275 ml	1 L	Antipulga	Practican
550 ml			Modificador conducta	Practican
400 ml			Antipulga	Efectivon
500 ml			Antipulga	Rapidex
500 ml			Antipulga	Garrafax
500 ml			Antipulga	Plan Dog



Figura 11 Practican Spray
Fuente: La Empresa

2.4.2 Línea de Shampoo

Estos productos son para el cuidado de la higiene y el pelaje de las mascotas, además de su prevención y eliminación de garrapatas, pulgas y ácaros de la sarna. Vienen en diferentes presentaciones y marcas. Se especifican las presentaciones (Ver Tabla 4) y en la Figura 12 se observa la presentación del producto más representativo, el practican:

Tabla 4 Shampoos para mascotas

Tamaño		Marca
250 ml	300 ml	Practican
250 ml	300 ml	Efectivon



Figura 12 Practican Shampoo
Fuente: La Empresa

2.4.3 Línea de Tabletas

Son tabletas fabricadas para el control de pulgas en las mascotas. Vienen en presentación de frascos que contienen 100 unidades de estas tabletas y en cajas que contienen 10 de blíster de estas tabletas. En la Figura 13 se observa la presentación de un envase de tabletas de 100 unidades.



Figura 13 Tableta Plan Dog
Fuente: La Empresa

2.5 Descripción general del proceso productivo

La empresa fabrica los artículos mencionados anteriormente utilizando los procedimientos que se muestran en la Figura 16 y se describen a continuación:

Recepción de la materia prima: La materia prima para la elaboración de los productos anteriormente mencionados son recibidos y son inspeccionados para verificar si están en óptimas condiciones y si cumplen con los requisitos previamente establecidos con el proveedor. En esta etapa se realiza inspección visual, poniendo énfasis en las características que deberían tener los insumos como los colores, texturas, olores, etc.

Pesado: Después de recibir la materia prima, se efectúa el pesaje, el cual consiste en pesar la cantidad exacta de cada insumo de acuerdo a las especificaciones del producto a producir.

Mezclado: Posterior al pesado de los insumos, se procede al proceso de mezclado, en el cual dependiendo del producto que se quiere se utilizarán diferentes máquinas y diferentes insumos. Para los productos en tabletas y en polvos se utilizarán mezcladoras llamadas tableteadoras, y para el shampoo y los productos líquidos(spray) se utilizarán las mezcladoras de líquidos B50.

Envasado, sellado y etiquetado: Luego del proceso de mezclado, se procede a envasar la mezcla proveniente del proceso anterior, este proceso se realiza para los productos líquidos como el shampoo y spray, para ello hace uso de las máquinas llenadoras de líquidos y la máquina selladora automática en “L”. Además, para los shampoos y el spray, en este proceso se procede a poner las etiquetas en los envases de manera manual.

Granulado: Este proceso se realiza para los productos en tabletas y se procede a granular, formar la masa en granos pequeños, los insumos en polvos para crear las tabletas, utilizando la máquina granuladora MG90.

Tableteado: Este proceso se hace para los productos en tabletas, cargando la mezcla granulada en polvo a la maquina tableteadora y comprimiéndolo con la fuerza ajustada para formar las tabletas con la dureza adecuada.

Pulido: Este proceso suele hacerse cuando las dimensiones de las tabletas no son las correctas, lo cual se procede a pulir con una pulidora las tabletas para que tengan las correctas dimensiones y proceder a ser envasadas en frascos o pasar a la zona del blisteado.

Blisteado: En este proceso, las tabletas provenientes del tableteado, proceden a empacar las tabletas en un blíster de 10 unidades, con la ayuda de una blisteadora. Este proceso es automático.

Empaquetado y almacenado: Este proceso es manual, y se empaquetan las tabletas en frascos con capacidad de 100 unidades o los blisters en cajas de capacidad de 10 unidades de blisters. Para luego ser llevadas al almacén.

En la Figura 14 y Figura 15 se detalla la distribución de la primer piso y segundo piso de la planta de la empresa respectivamente, y en la Figura 16 se muestra el flujograma del proceso:

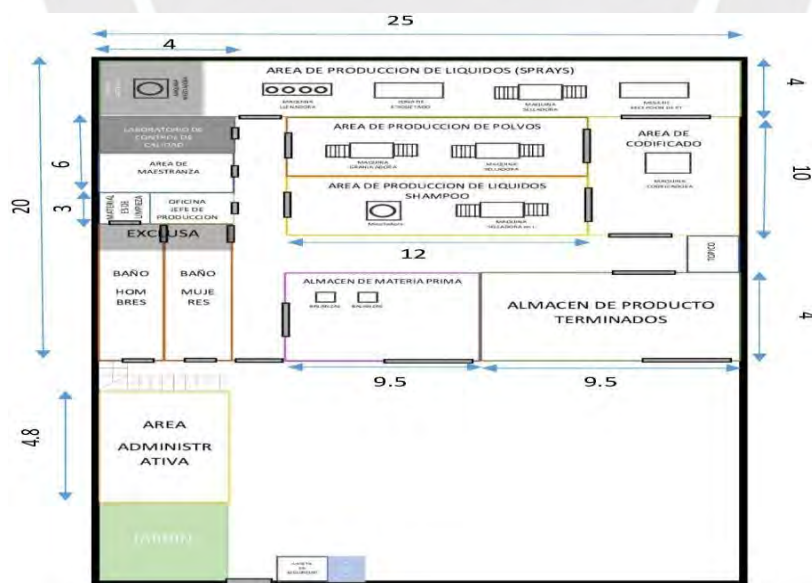


Figura 14 Distribución de primer piso de la planta de la empresa

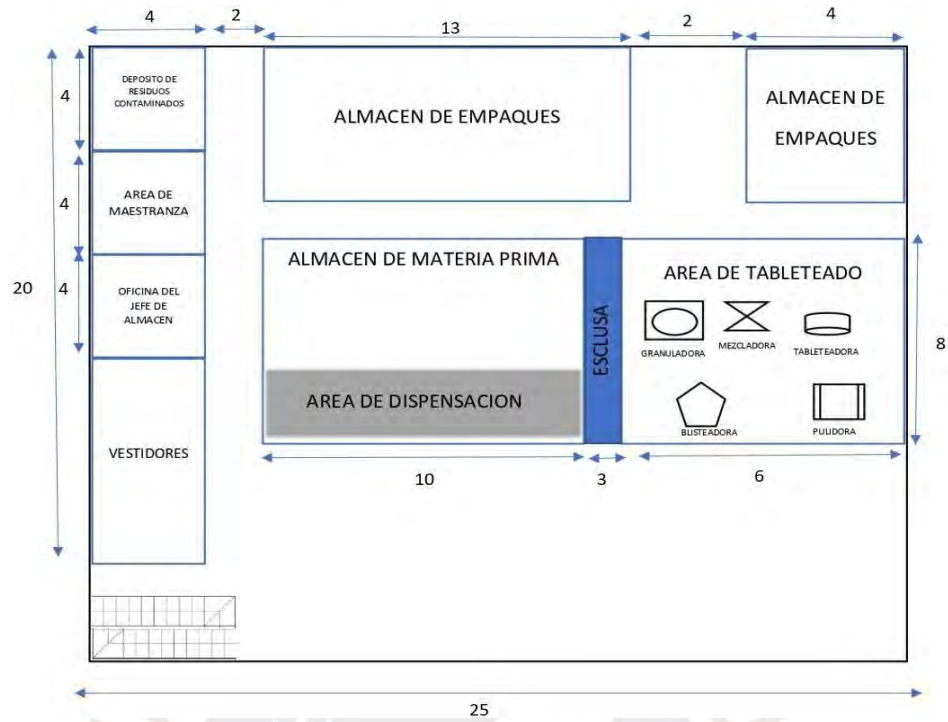


Figura 15 Distribución de segundo piso de la planta de la empresa

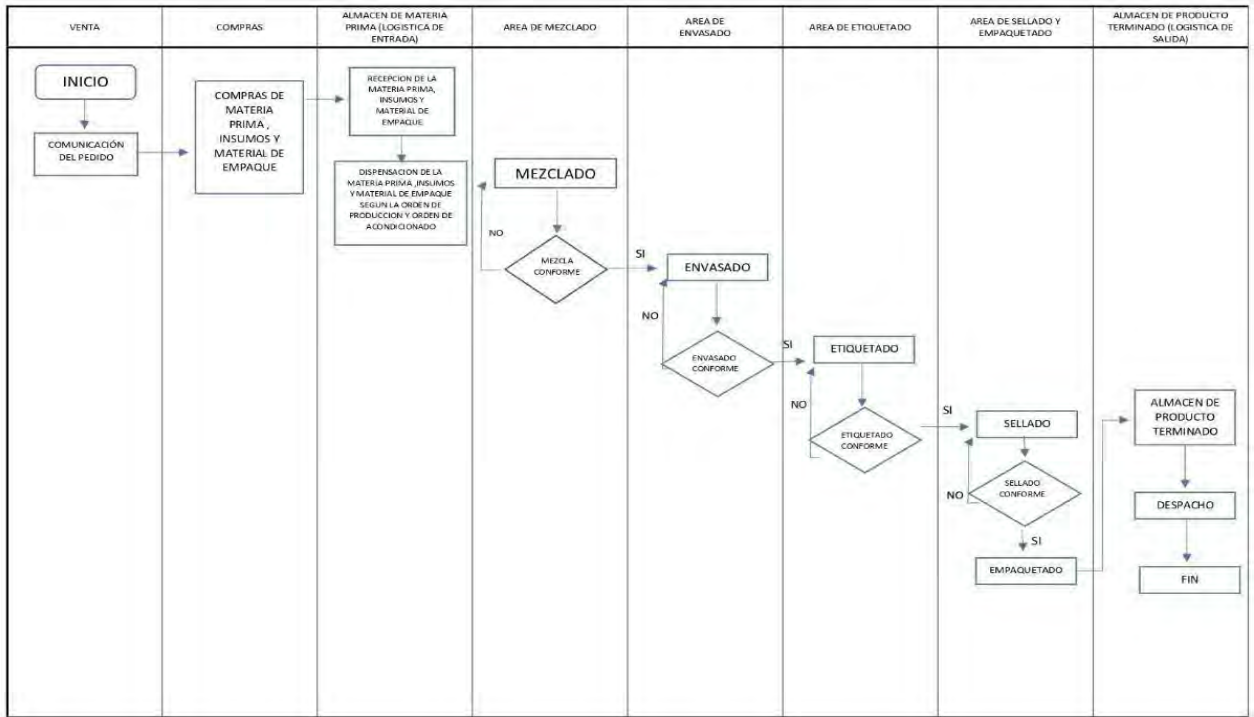


Figura 16 Flujoograma del proceso

2.6 Equipos

En la organización se dispone de diversos tipos de maquinaria destinada a la producción de productos veterinarios. La adquisición de los equipos fue nacionalmente, y si ocurre fallos en alguna de estas máquinas, la empresa cuenta con un jefe responsable de su mantenimiento. Se especifican los equipos y maquinarias (Ver Tabla 5) que utilizan en la organización:

Tabla 5 Equipos y maquinaria de la empresa

Item	Equipos	Zona de trabajo	Cantidad disponible	Observaciones
1	SISTEMA DE VENTILACION	Todas las zonas	4	Dos sistemas están en el primer piso, y los otros dos en el segundo piso
2	LLENADORA DE LIQUIDOS	Zona Fabricación Líquidos	1	Utilizada para el llenado para shampoos y spray antipulgas
3	SELLADORAS AUTOMATICA	Zona Fabricacion Líquidos	2	Una de las selladoras es una selladora normal y la otra es una selladora en forma de L
4	GRANULADORA MG90	Zona de Tableteado	1	Utilizada para la elaboración de los productos en polvos y tabletas
5	MEZCLADORA B50	Zona de Tableteado y Fabricación Líquidos	2	Una es utilizada para la elaboración de los productos líquidos y otra en la de productos en polvos y tabletas
6	TABLETEADORA	Zona de Tableteado	2	Una de las tableteadoras es mono punzón, y la otra tiene 5 punzones
7	BLISTEADORA	Zona de Tableteado	1	Utilizada para la elaboración de los productos en polvos y tabletas
8	PULIDORA	Zona de Tableteado	1	Utilizada para la elaboración de los productos en polvos y tabletas

CAPÍTULO 3. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO

El tercer capítulo describirá el flujo de procesos en análisis, maquinaria y materiales que se utilizan en todo el proceso. Además, se analiza la priorización de los problemas a fin de empezar por aquellos que perjudican más a la empresa

3.1 Selección de la línea de producción a estudiar

En la selección de la línea de producción que será caso de estudio, se utilizarán los datos de producción de cada línea y producto en cada uno de los artículos, tal como se especifica correspondiente al año 2020 (Ver Tabla 6). Una vez hecho esto, con la data obtenida y un análisis de Pareto, mostraron como resultado que la línea de producción más representativa era la de spray.

Tabla 6 Demanda Anual de la empresa

Nombre de los productos	Demanda Anual			ABC
	2020	% Frecuencia	% Acumulativo	
Línea de producción de spray	65,520	70%	70%	A
Línea de producción de shampoo	17,208	18%	89%	B
Línea de producción de tabletas y polvos	10,728	11%	100%	C

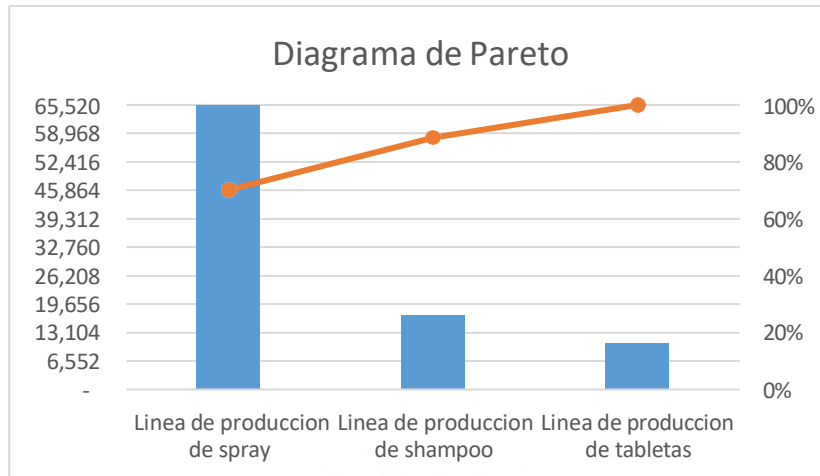


Figura 17 Diagrama de Pareto de Producción

3.2 Selección de familia de productos a estudiar

Una vez seleccionada la línea a producir que será objeto de estudio, se procede a identificar la familia de artículos pertenecientes a dicha grupo. De acuerdo a la metodología de Womack y Jones (1996), los artículos de la línea de spray seleccionada se agrupan de acuerdo con los procesos de producción que comparten en la transformación de la materia prima.

Se muestra (Ver Tabla 7) que los 3 artículos que son parte del proceso productivo de spray pertenecen a la misma familia, pues comparten casi los mismos pasos de producción, con solo algunas ligeras modificaciones, lo cual serán foco del caso de estudio de la línea.

Tabla 7 Familia de productos de la empresa

		PASOS DE PRODUCCION				
		Mezcla	Envasado	Etiquetado	Sellado	sellado en L
		1	2	3	4	4.2
	Spray antipulgas	x	x	x	x	x

PRODUCTOS	Spray modificador de conducta	x	x	x		x
	Spray repelente	x	x		x	

3.3 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor (VSM)

Una vez definida la familia de artículos que será objeto de análisis, se procede con la construcción del mapa de flujo de valor (VSM). El propósito de esta herramienta es proporcionar una visión integral del proceso productivo y del flujo de materiales, de manera que se logre una gestión más eficiente de los recursos y se encamine la operación hacia la mejora continua mediante la aplicación de principios de Lean Manufacturing.

La data relacionada con el volumen de pedidos y los plazos de entrega fue proporcionada por el departamento de producción, encargada de la planificación de las órdenes. Luego, respecto a la cantidad de materia prima, los datos se recopilaron en la planta, a través de la observación de los tiempos en cada estación de trabajo y de los traslados realizados por los operarios según la hoja de ruta establecida. Los tiempos asociados al almacenamiento y a la distribución fueron suministrados por el responsable de almacén.

De forma complementaria, los datos necesarios para completar las casillas de la Figura 18 se obtuvo que: la materia prima y los insumos llegan mediante camiones de los proveedores y se almacenan en los depósitos de la empresa. Dependiendo del tipo de artículo, el periodo de almacenaje oscila entre 2 y 4 días, período conocido como no generador de valor.

Para determinar el periodo de valor agregado (TVA) y el periodo de valor

no agregado (TVNA), se utilizaron los resultados del estudio de tiempos previamente ejecutado, obteniéndose un TVA de 63 segundos y un TVNA de 4,2 días.

En cuanto al tiempo de ciclo del proceso productivo, se consideró como unidad de análisis un frasco de spray completamente envasado y sellado, el cual es trasladado posteriormente al almacén de artículos finales hasta que sean despachados.

Respecto al Takt Time, entendido como el ritmo de producción necesario para cumplir con

la demanda del cliente, este se calculó a partir de los siguientes datos:

$$\text{Takt time} = (\text{tiempo operativo por periodo en segundos.}) / (\text{Demanda cliente por periodo en unidades}).$$

- Tiempo disponible diario de la empresa: 28 800 segundos.
- Del total, un 70% se destina a la producción de sprays, equivalente a 20 160 segundos.
- Producción diaria requerida: 228 unidades.

Con esta información, se obtuvo un Takt Time de 88,60 segundos. Sin embargo, al relacionar el tiempo disponible con la cantidad de unidades producidas, se identificó un ritmo real de 126,6 segundos por unidad, lo que significa que la producción es lenta en comparación a la demanda del consumidor. Esto ocasiona retrasos en la entrega de pedidos, incumplimiento del plan de producción y, en consecuencia, insatisfacción en el cliente.

Finalmente, tras el diagnóstico de la situación actual, se desarrolló el mapa de flujo de valor (Figura 18), el cual permite visualizar de manera clara las principales formas de optimizar la producción.

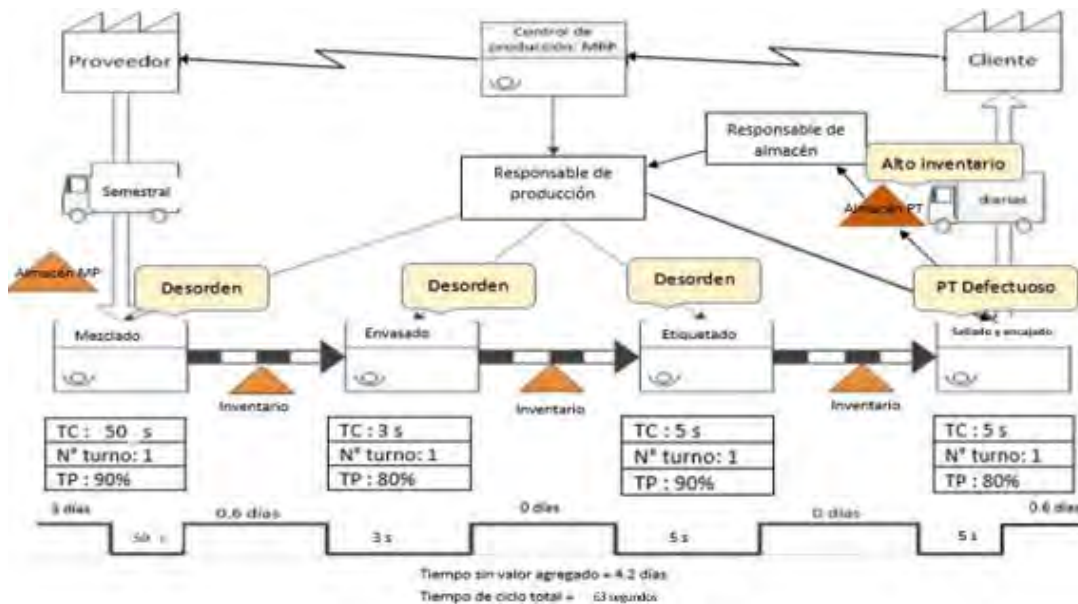


Figura 18 VSM actual de la empresa

3.4 Identificación de desperdicios en el VSM

Procederemos a identificar las pérdidas o desperdicios que afectan a la productividad basándonos en el mapa actual del flujo de valor, que se muestra en la figura 18. Nuestro objetivo es optimizar los periodos de cada ciclo y los plazos de entrega de los productos al comprador con el propósito de aumentar la satisfacción de este y, lo que es más importante, crear una mayor competitividad en el sector de la venta de productos veterinarios en el mercado actual.

Las pérdidas que se han detectado se describen detalladamente a continuación:

Inventarios

Los colaboradores trasladan y ubican la materia prima en la zona de mezcla, de manera desordenada con lo cual se producen mermas y desperdicios de materia prima que no se llega a utilizar. También, La demanda de los productos al ser por lotes y por pedido del cliente es

incierta, lo cual genera que se tenga que sobre producir los productos para guardarlos en el almacén de productos terminados y ahí se esperan hasta que llegue algún pedido lo cual genera más costos de almacenamiento. Debido a esto también hay problemas con productos caducados que esperaron mucho tiempo y al final nunca salieron del almacén lo cual produce pérdidas de productos.

Productos defectuosos

Un fallo en el llenado o sellado del spray es un ejemplo de defecto que se produce durante el proceso de producción y se descubre una vez finalizada la operación.

Tiempos de espera

Los operadores tienen tiempo de inactividad mientras esperan para pasar al siguiente proceso, ya que los procesos de mezcla y llenado de la línea de producción tienen los ciclos más largos. Como resultado, los demás procesos, que tienen ciclos más cortos, deben esperar a que las estaciones con ciclos más largos terminen sus tareas antes de continuar con la producción. Además, en la línea de llenado o envasado, se ocurren tiempos de espera cuando se tienen que modificar la configuración debido al diferente tamaño de las botellas, debido a las diferentes presentaciones del mismo producto que se ofrece.

3.5 Identificación de métricas Lean

La siguiente etapa consiste en determinar las métricas Lean necesarias para completar el mapa de flujo de valor futuro tras esbozar las pérdidas en el mapa de flujo de valor. Los indicadores que se enumeran a continuación son adecuados para el estado actual de la empresa, teniendo en cuenta los desperdicios:

Tiempo promedio entre fallas

Como se indica en la Tabla 8, el MTBF (tiempo promedio entre fallas) mensual promedio se calculó utilizando el periodo de funcionamiento de las máquinas de la línea de producción y el número de fallas mensuales por los diferentes modelos de máquina, que informaron los operadores.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

Tabla 8 MTBF de la empresa

Item	Máquinas	Tiempo de operación (horas/mes)	Número de fallas	MTBF (horas)
1	Mezcladora	160	3	53.33
2	Llenadora de líquidos	160	6	26.67
3	Selladora	160	6	26.67
				35.56

Tiempo promedio para reparar

El número de fallos por máquina y el tiempo en minutos necesario para el mantenimiento mensual de cada máquina se utilizaron para calcular el MTTR (tiempo medio de mantenimiento), tal y como se indica en la tabla 9. El responsable de mantenimiento proporcionó estos datos y, finalmente, se obtuvo un MTTR de minutos.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Tabla 9 MTTR de la empresa

Item	Máquinas	Tiempo de operación (min/mes)	Número de fallas	MTTR (min)
1	Mezcladora	120	3	40.00
2	Llenadora de líquidos	180	6	30.00
3	Selladora	150	6	25.00
				31.67

Disponibilidad: Esta proporción se calcula restando el tiempo de inactividad no planificado del tiempo de producción planificado, lo que da como resultado:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo bruto de producción}}{\text{Paradas no planificadas}}$$

Tasa de rendimiento: Las pérdidas de eficiencia se deducen del tiempo de producción bruto para obtener el tiempo de producción neto, que es la base para calcular este índice.

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{Tiempo bruto de producción}}$$

Tasa de calidad: El tiempo de valor agregado se calcula restando el tiempo perdido como resultado de las pérdidas de calidad del tiempo neto de producción.

$$Tasa\ de\ calidad = \frac{Tiempo\ de\ valor\ a\u00f1adido}{Tiempo\ neto\ de\ producci\u00f3n}$$

Eficiencia global

A partir de los datos t\u00e9cnicos proporcionados por el director de la f\u00e1brica y los operarios, se calcularon la disponibilidad, el \u00edndice de rendimiento y el \u00edndice de calidad para obtener el OEE (eficiencia global del equipo).

Los datos necesarios para determinar el OEE fueron proporcionados por los t\u00e9cnicos de la planta, la direcci\u00f3n t\u00e9cnica y el director de producci\u00f3n (horas anuales), tal y como se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10 Resumen de datos para el c\u00e1lculo del OEE

Producci\u00f3n en un a\u00f1o	2304	horas
Tiempo de Operaci\u00f3n	2246	horas
Tiempo no programado	58	horas
Tiempo Planificado	2213	horas
Paradas Planificadas	34	horas
Tiempo bruto de producci\u00f3n	1770	horas
Paradas no planificadas	443	horas
Tiempo Neto de producci\u00f3n	1328	horas
Perdidas de eficiencia	212	horas
Tiempos de valor a\u00f1adido	1115	horas
Perdidas de calidad	212	horas

En la Tabla N°10, se obtuvieron las métricas Lean seleccionadas anteriormente, resumidas en la Tabla N°11:

Tabla 11 Cálculo del OEE

Disponibilidad	80%
Tasa de rendimiento	75%
Tasa de calidad	84%
OEE	50.4%

3.6 Desarrollo del Mapa de Flujo de Valor futuro

Tras la creación del mapa de flujo de valor actual en la organización y las puntuaciones lean, se creará un mapa de flujo de valor futuro con el fin de identificar áreas a optimizar en la línea de producción que sirve como caso de estudio. La reducción de los residuos y los problemas observados en el mapa de flujo de valor actual son los objetivos de las herramientas de lean manufacturing, que se describen en la Figura 19.

Conocer las tendencias de la demanda familiar elegida como caso de estudio y reducir el tiempo de entrega, lo cual se puede lograr reduciendo el tiempo sin valor agregado, son los objetivos del mapeo del flujo de valor futuro en la organización. Sin embargo, se sugiere utilizar la técnica 5S para crear lugares de trabajo más ordenados, limpios y bien organizados. Con el fin de evitar el tiempo de inactividad y las largas esperas provocadas por las averías de las máquinas, esto se hará en combinación con el enfoque Andon, que permitirá al operador detener la producción cuando se detecte una avería y reanudarla una vez que se haya solucionado mediante el mantenimiento autónomo de las máquinas. También, se propone la aplicación de la metodología TPM y SMED abordando los periodos en espera por la preparación de las máquinas para la producción,

como, por ejemplo, la modificación en la configuración de la línea de envasado debido a las diferentes presentaciones de las botellas y las paradas en las líneas de producción debido a fallas de las máquinas.

Dado que el Instituto para la Mejora Continua (2016) afirma que la organización empieza a ser competitiva, por modesta que sea, cuando alcanza un valor mínimo del 75 %, el objetivo de los indicadores determinados en la sección 3.5 anterior es alcanzar el 75 %. Además, se sugiere reducir el tiempo medio de reparación en un 20 % y aumentar el periodo medio entre avisos de avería en un 30 %. La tabla 12 muestra los 3 objetivos de mejora de las métricas Lean.

Tabla 12 Objetivos futuros de Métricas Lean

Métrica	Actual	Futuro	
OEE	50.4%	75%	
MTBF	35.56	46.22	Horas
MTTR	31.67	25.33	Min

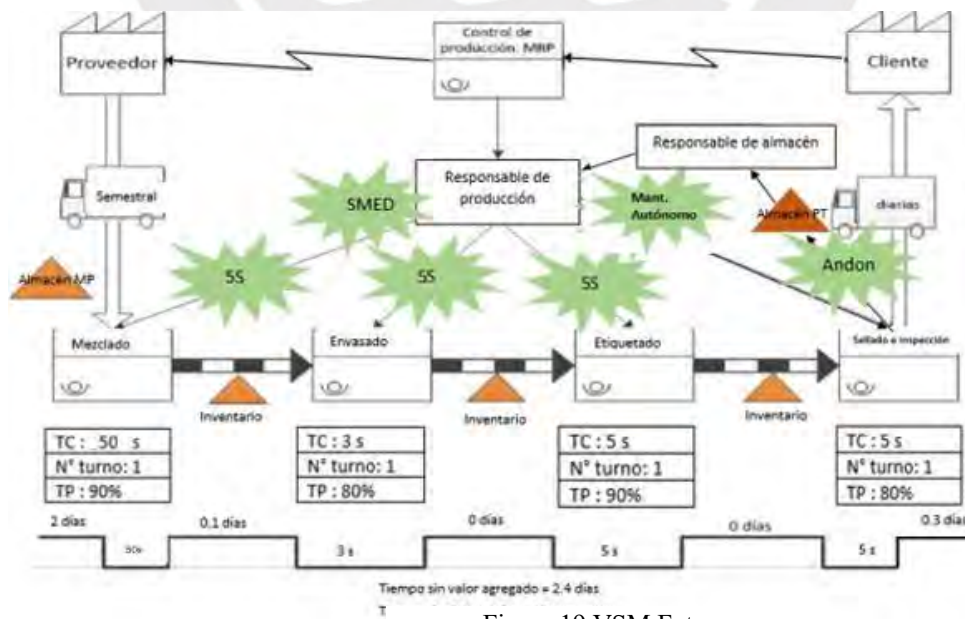


Figura 19 VSM Futuro

Las herramientas de Lean Manufacturing que se utilizarán para optimizar la línea son:

Tabla 13 Herramientas Lean Manufacturing

Herramientas Lean Manufacturing a emplear	Objetivo
5S	Mantener los lugares limpios y ordenados. Además de mantener un ambiente de trabajo óptimo con empleados motivados para asegurar la calidad y productividad de la línea
SMED	Se busca obtener una mejora en el tiempo de preparación de la selladora para los diferentes tipos de productos
ANDON	Tener una mejor visualización de como llegan los productos al final de la línea y poder rectificar si un producto salió defectuoso para poder rehacer o eliminarlo del lote final
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Se busca mejorar la confiabilidad y productividad de las selladoras para que no se produzcan anomalías que afecten a la línea y produzcan mudas



CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

Este cuarto capítulo ofrecerá soluciones a los problemas que han surgido en los procedimientos de la línea de fabricación de sprays.

4.1 Aplicación del SMED

La herramienta SMED se utilizará en la zona de sellado con el fin de examinar el procedimiento utilizado por la familia de productos objeto de estudio de la línea de sprays antipulgas.

Preparación para SMED

En esta etapa se realiza un análisis de las causas de la extensión de tiempo en la preparación de la maquina selladora.

- El proceso de preparación de la máquina no está estandarizado.
- El tiempo dedicado a buscar el equipo y los suministros se desperdicia, ya que no están al alcance durante la fase de preparación.

Por otro lado, el proceso de Set Up para la maquina selladora automática cuenta con 14 actividades que se especifican en la Tabla 14, señalando los tiempos, los que siguen una estructura para procesar (Ver Figura 20), en la cual un único operario realiza todo lo relacionado con la preparación y puesta en marcha de la máquina, así también el recorrido en la obtención de herramientas o materiales.

Tabla 14 Actividades y tiempos de Set-up Selladora

	Actividad	Tiempo (s)
1	Busqueda de material plastico	60
2	Posicionamiento del plastico	60
3	Busqueda de Producto a sellar	20
4	Desajuste de perillas	20
5	Posicionamiento de producto de referencia	30
6	Ajuste de perillas de acuerdo al producto	60
7	Ajuste de perilla de altura	20
8	Ajustar tamaño de bolsa	30
9	Alinear cuchilla para corte	10
10	Busqueda de manual de parametros de temperatura	60
11	Ajustar parametros de temperatura en horno	30
12	Ajuste de selector de sensor	30
13	Busqueda de herramientas de limpieza	60
14	Limpieza de tachos recolector	30
		520

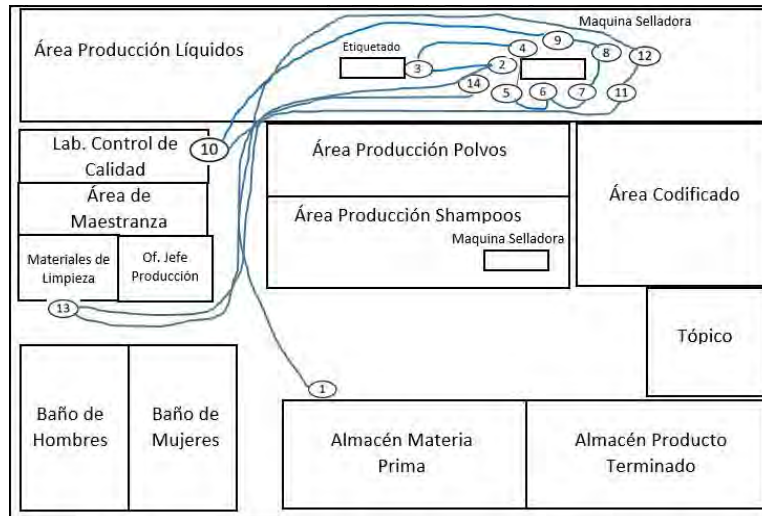


Figura 20 Diagrama Spaghetti Actual

Separación de las actividades internas y externas.

En esta etapa se busca identificar las tareas que suman valor al Set Up de otras que no lo hacen, así como clasificar cuales actividades son las que deberían ser eliminadas o no. Como se mencionó en anteriores capítulos, las actividades externas pueden llevarse a cabo con la máquina operando, mientras que las internas precisan que la máquina esté apagada. Se precisa en la tabla 15, el detalle de las tareas en la puesta en marcha de la selladora, así como su selección de tareas internas, externas o si debiesen ser eliminadas.

Tabla 15 Actividades Set-up Selladora

Actividad	Metodo Actual		Metodo Propuesto		
	Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Eliminada
Busqueda de material plastico	x				x
Posicionamiento del plastico	x		x		
Busqueda de Producto a sellar	x				x
Desajuste de perillas	x		x		
Posicionamiento de producto de referencia	x		x		
Ajuste de perillas de acuerdo al producto	x		x		
Ajuste de perilla de altura	x		x		
Ajustar tamaño de bolsa	x		x		
Alinear cuchilla para corte	x		x		
Busqueda de manual de parametros de temperatura	x				x
Ajustar parametros de temperatura en horno	x		x		
Ajuste de selector de sensor	x		x		
Busqueda de herramientas de limpieza	x				x
Limpieza de tacho recolector	x			x	

Luego de haber identificado las actividades y clasificarlas, se puede observar en la Figura 21 y en la Tabla 16 que, de las 14 actividades analizadas, una puede convertirse en externa y 4 de ellas pueden ser eliminadas, por lo que se llegaría a ahorrar el 44%, que vendría a ser 3.8 minutos. Este ahorro de tiempo permitiría que se pudieran producir 3 productos más, teniendo en cuenta que el tiempo de producción para un producto es de 1.05 minutos.

Tabla 16 Tiempos de Set-up actual vs propuesto

	Actividad	Tiempo (s) Actual	Tiempo (s) Propuesto
1	Busqueda de material plastico	60	
2	Posicionamiento del plastico	60	60
3	Busqueda de Producto a sellar	20	
4	Desajuste de perillas	20	20
5	Posicionamiento de producto de referencia	30	30
6	Ajuste de perillas de acuerdo al producto	60	60
7	Ajuste de perilla de altura	20	20
8	Ajustar tamaño de bolsa	30	30
9	Alinear cuchilla para corte	10	10
10	Busqueda de manual de parametros de temperatura	60	
11	Ajustar parametros de temperatura en horno	30	30
12	Ajuste de selector de sensor	30	30
13	Busqueda de herramientas de limpieza	60	
14	Limpieza de tacho recolector	30	
		520	290

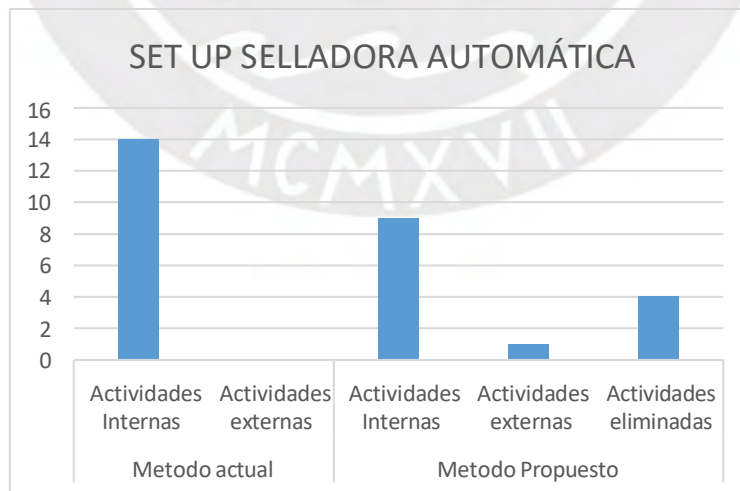


Figura 21 Set-Up Selladora Automática

Por otro lado, se propone como solución la eliminación de actividades de desplazamientos por búsqueda de algún material o herramienta, con lo cual se debe de tener estos elementos ya al momento de realizar el set up, así como ya estandarizar las medidas de los productos en moldes para que no tengan que irse a otra área para traer un producto y usarlo como referencia en el set up. También se propone un ayudante el cual le alcance todas las herramientas o materiales necesarios y ayude a acortar tiempos en la actividad.

De esta manera, en base a lo anteriormente indicado se establece la secuencia del proceso de Set up de la maquina selladora automática como se muestra en el siguiente Diagrama Spaguetti en la Figura 22, en el cual se visualiza los movimientos del operario, representado por la línea azul, que esta vez son alrededor de la misma maquina selladora y que el ayudante, representado por la línea amarilla, es el encargado de llevarle algunos elementos que no se puede poner en la misma área de sellado como los rollos de plástico del envoltorio o el manual de parámetros que siempre debe ir en el laboratorio de calidad, pues otros operarios podrían necesitarlo. Así, se suprimen los desplazamientos innecesarios y se reduce el tiempo requerido para preparar la máquina.

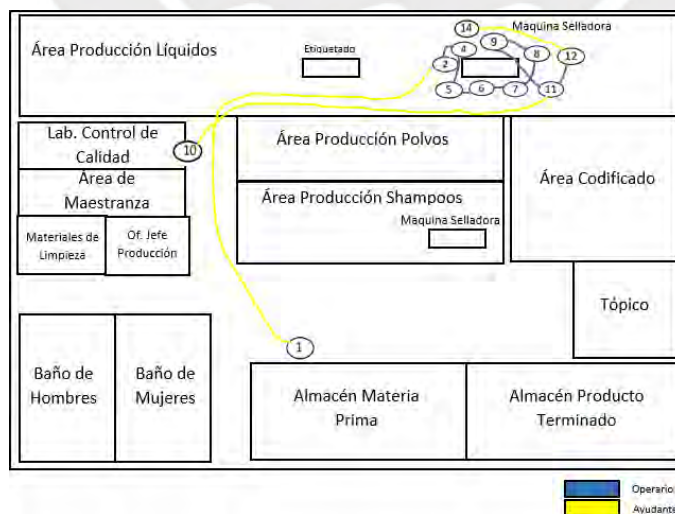


Figura 22 Diagrama Spaguetti Propuesto

Ajustes finales de los aspectos de preparación

Tras implementar la optimización, este método debe ser sometido a la consideración del área responsable, para que se pueda aprobar e implementar de tal manera que se cree documentación del procedimiento y se estandarice el proceso, además se debe tener en cuenta que el proceso en sí mismo se debe mantener en mejora continua.

4.2 Aplicación de las 5S

De manera general, La Empresa no tiene un régimen de orden ni limpieza que se halla implementado con anterioridad, y a pesar de que cuenta con espacios y repisas destinadas para guardar las herramientas utilizadas para cada zona de trabajo, estas se suelen dejar en la zona de trabajo que se utilizaron por última vez.

Por otro lado, La Empresa realiza los mantenimientos correctivos de las maquinas cuando algunas de ellas presentan algún fallo y se tiene una programación de mantenimientos para poder revisar las máquinas y asegurarse de que todo esté funcionando correctamente.

Antes de aplicar las 5S es necesario capacitar a los colaboradores para que se entienda la importancia de fomentar hábitos de organización e higiene como parte de la cultura organizacional para que la productividad y eficiencia de la empresa no se vean perjudicadas.

4.2.1 Implementación de Seiri

Se procede en este periodo a realizar la selección de las características para las posiciones laborales, etiquetándolos con tarjetas de colores para identificar la frecuencia de utilización.

- Elementos con uso diario en las posiciones laborales.

Cada uno de estos componentes será marcado con una tarjeta verde y son los elementos que son de uso constante por parte del operario y por lo tanto debe estar en un lugar accesible para su uso.

- Elementos de menor frecuencia en las posiciones laborales.

Los componentes estarán marcados con una placa amarilla y son los elementos que son usados menos que los anteriores, con una frecuencia que puede ser semanal o mensual y que por lo tanto no son de uso primordial para el operario en sus actividades diarias.

- Elementos que no se usan en los puestos de trabajos

Estos elementos pueden ser diferenciados de 2 tipos, uno puede ser elementos que no se usan en el puesto en el que se encuentran actualmente, pero si en otro puesto, el cual será etiquetado con una tarjeta de color roja especificando si se realiza reubicación. El otro caso vendría a ser aquellos elementos que no se necesitan en el puesto de trabajo en el que se ubican ni en ningún otro, con lo cual este será etiquetado con una tarjeta de color gris.

Fecha	_____
Área	_____
Línea de Producción	_____
Zona Actual	_____
Decisión	_____
Comentario	_____

Leyenda	
Verde	Lugar correcto, uso constante
Amarillo	Lugar correcto, uso no constante
Rojo	Lugar incorrecto, reubicacion
Gris	Innecesario

Figura 23 Tarjetilla de Clasificación

Para realizar esta clasificación y etiquetado de los elementos se empleará un formato destinado a documentar cómo se utilizan los elementos en los puestos de trabajo. Para esto, se plantearon las interrogantes: ¿Es importante en la zona?, ¿Es de uso constante?, ¿Se encuentra en el lugar que le corresponde?, etc. Esto ayudara a una mejor clasificación de los elementos para posteriormente poder reubicarlos y codificarlos, además de saber si tienen la cantidad necesaria para el puesto y si se deben desechar algún elemento.



Tabla 17 Clasificación de elementos

CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS								
Elemento	¿Es necesario en la zona?	¿Es necesario en otra zona?	¿Es de uso constante?	¿Es la cantidad necesaria?	¿Esta en el lugar correspondiente?	Decisión final	Color de tarjeta	
Zona Mezclado	Balde	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Removedor	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Soda Caustica	SI	NO	SI			Trasferir Zona Maestranza	Rojo
	Piezas de equipos	NO	NO	-			Trasferir Zona Maestranza	Gris
	Caja de herramientas	NO	SI	-			Trasferir Zona Maestranza	Rojo
Zona Envasado	Aceite	SI	NO	NO			Trasferir Zona Maestranza	Rojo
	Mangueras	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Fracos	SI	NO	SI	SI	SI	Mover a Almacen	Amarillo
	Probetas	SI	NO	NO			Trasferir Zona Maestranza	Amarillo
	Tapas	SI	NO	SI			Mover a Almacen	Amarillo
	Alicate	SI	SI	NO			Trasferir Zona Maestranza	Rojo
Zona Etiquetado	Etiquetas	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Tijeras	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Tornillos y tuercas	NO	NO	-			Trasferir Zona Maestranza	Rojo
Zona Selladora	Bolsas	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Escobas	NO	SI	-			Trasferir Zona Maestranza	Rojo
	Cajas	SI	NO	SI			Mover a Almacen	Amarillo
	Rótulo de productos terminados	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Cinta embalaje	SI	NO	SI	SI	SI	Mantener en Zona Actual	Verde
	Pato montacarga	SI	NO	SI			Mover a Almacen	Amarillo

4.2.2 Implementación de Seiton

Luego de haber clasificado los elementos y tener claro cuales se mantienen en su ubicación actual, cuales son movidos a otras zonas y cuales son innecesarios, se procede a realizar la codificación de los elementos para una mejor identificación a la hora de buscarlos en registros. Esta identificación se realizará a través de un código representativo como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 18 Codificación de elementos

Elemento	Decisión final	Zona Actual	Zona Propuesta	Codificación	Ubicación
Balde	Mantener en Zona Actual	Zona Mezclado	Zona Mezclado	ME-001	-
Removedor	Mantener en Zona Actual	Zona Mezclado	Zona Mezclado	ME-002	Estante
Soda Caustica	Trasferir Zona Maestranza	Zona Mezclado	Zona Maestranza	MAT-001	Estante
Piezas de equipos	Trasferir Zona Maestranza	Zona Mezclado	Desechar	-	-
Caja de herramientas	Trasferir Zona Maestranza	Zona Mezclado	Zona Maestranza	MAT-002	Estante
Aceite	Trasferir Zona Maestranza	Zona Envasado	Zona Maestranza	MAT-003	Estante
Mangueras	Mantener en Zona Actual	Zona Envasado	Zona Envasado	ENV-001	Mesa
Frascos	Mover a Almacen	Zona Envasado	Almacen	AL-001	-
Probetas	Trasferir Zona Maestranza	Zona Envasado	Zona Maestranza	MAT-004	Estante
Tapas	Mover a Almacen	Zona Envasado	Almacen	ENV-005	-
Alicate	Trasferir Zona Maestranza	Zona Envasado	Zona Maestranza	MAT-005	Estante
Etiquetas	Mantener en Zona Actual	Zona Etiquetado	Zona Etiquetado	ETQ-001	Mesa
Tijeras	Mantener en Zona Actual	Zona Etiquetado	Zona Etiquetado	ETQ-002	Mesa
Tornillos y tuercas	Trasferir Zona Maestranza	Zona Etiquetado	Zona Maestranza	MAT-006	Estante
Bolsas	Mantener en Zona Actual	Zona Selladora	Zona Selladora	SE-001	Mesa
Escobas	Trasferir Zona Maestranza	Zona Selladora	Zona Maestranza	MAT-007	-
Cajas	Mover a Almacen	Zona Selladora	Almacen	AL-002	-
Rótulo de productos terminados	Mantener en Zona Actual	Zona Selladora	Zona Selladora	SE-002	Mesa
Cinta embalaje	Mantener en Zona Actual	Zona Selladora	Zona Selladora	SE-003	Mesa
Pato montacarga	Mover a Almacen	Zona Selladora	Almacen	AL-003	-

Luego de haber definido la codificación de los elementos, también se propuso la incorporación de estantes y mesas en las áreas respectivas para la ubicación de los elementos como se puede observar en la Figura 24, en la que se detalla los estantes y mesas en las zonas propuestas.

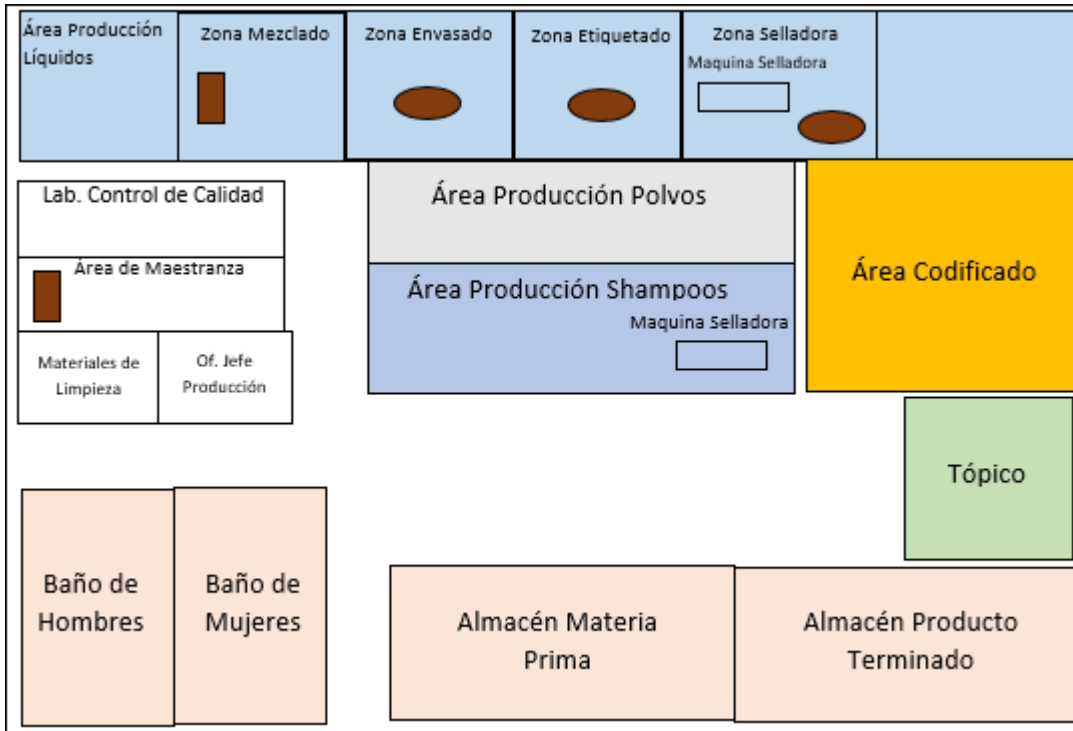


Figura 24 Layout de planta propuesto

4.2.3 Implementación de Seiso

Para la implementación de Seiso se necesita crear valores de higiene y aseo dentro de la organización por parte de los operarios y personal administrativo, estableciendo desde el inicio laboral horarios de limpieza. Debido al turno laboral es de 8:00am hasta las 6:00pm se hará uso de 20 minutos para la limpieza al iniciar (10 minutos) y al terminar (10min).

Por ello, la inexistencia de hábitos de higiene y aseo dentro de la entidad, la realización de estos horarios busca crear en el operario un sentido de responsabilidad de dejar su puesto de trabajo limpio al iniciar su día y al finalizarlo, y lograr que con el paso del tiempo esto deje de ser una

obligación y se haga una costumbre en el personal. Por el aseo que se realiza, se propone más orden en los componentes establecidos antes.

En adición a lo anteriormente comentado, se añadirá un formato de conformidad para que los trabajadores puedan llenar una vez culminado su limpieza, de esta manera podrán tener los detalles realizados.

Formato de conformidad de limpieza de puesto de trabajo	
Fecha _____	Nombre del Operario _____
Hora _____	
Línea de Producción _____	
Puesto de trabajo _____	

Cumple Sí /No	Actividades
	Materiales ubicados en lugar asignado
	Mesa de trabajo limpia
	Piso limpio
	Maquina limpia
	Basura en tachó

Figura 25 Formato de limpieza

Tabla 19 Cronograma de Limpieza

Lunes a Viernes de 6:00 a
6:30pm Limpieza general

Zona de trabajo	Cantidad de Operarios	Insumos de limpieza
Mezclado	2	Desengrasante Industrial, Limpiador de piso Industrial, Escoba, Trapeador.
Envasado	2	Desengrasante Industrial, Limpiador de piso Industrial, Escoba, Trapeador.
Sellado	2	Desengrasante Industrial, Limpiador de piso Industrial, Escoba, Trapeador.
Baños	1	Escobilla, Destapador, Desinfectantes, trapeador.
Maestranza	1	Escoba, Trapeador, Desempolvador.

4.2.4 Implementación de Seiketsu

Con el objetivo de poder estandarizar y preservar lo indicado todo lo mencionado en los anteriores pasos, se necesitará que se cumplan los aspectos siguientes:

- Es fundamental asegurar la garantía de realización de las 3 primeras S, a través de motivar a los colaboradores, esto se puede

hacer por medio de reconocimientos públicos e incentivos a las personas más constantes, y también se necesitará la ayuda de la empresa con el uso de ratios que ayuden a medir y controlar las mejoras obtenidas por la implementación de las 5S.

- Como se mencionó anteriormente en la tercera S (Seiso), los operarios se tomarán los primeros 10 minutos de su jornada laboral para limpiar y ordenar su puesto de trabajo y otros 10 minutos al finalizar su jornada laboral
- Los operarios deben cumplir con los protocolos establecidos en la normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo: Uso obligatorio de equipo de seguridad personal, Crear y garantizar con un sistema preventivo contra accidentes, capacitar a los trabajadores sobre los primeros auxilios y contar con botiquines, mantener las instalaciones de servicios básicos como los baños limpios y utilizables.

4.2.5 Implementación de Shitsuke

Para la última S se tendrá en cuenta como reaccionaron los operarios a la implementación de las anteriores S, se observará la disciplina del personal a la hora de aplicar los cambios planteados y como se va formando la cultura de limpieza que se quiere implementar en la empresa

Se requerirá motivar al personal para que continúen alimentando su disciplina y mantengan las ganas y se acostumbren a mantener limpio y ordenado los puestos de trabajo, esto se realizara a través de reconocimientos públicos como reconocimiento al operario más limpio o a la zona de trabajo más limpia por mes, también se pueden mostrar ratios o imágenes de antes y después para que el personal pueda notar de mejor manera los cambios obtenidos a partir de la implementación de las 5S y se motiven más.

4.3 Aplicación de Mantenimiento Autónomo

Una vez realizado la aplicación de las 5s se continúa realizando el mantenimiento autónomo, que se suele realizar a la par que la tercera S (Seiso), para la selladora ya que esta es una de las máquinas que genera mayor cantidad de paradas, para esto se procede a realizar un diagnóstico de la selladora como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20 Estado actual de Selladora

Máquina: Selladora		
Preguntas	SI	NO
¿Se realiza limpieza?		X
¿El personal esta capacitado en mantenimiento autonomo?		X
¿El personal conoce los estandares para la selladora?		X
¿Estan identificados los puntos de dificil acceso?		X
¿Se identificaron los focos de suciedad?		X
¿Se practica 5S para la selladora?		X
¿Existe algun planning de limpieza para la selladora?		X

Con el fin de implementar el mantenimiento autónomo se procede a sentar las bases, para ello es necesario tener lineamientos claros para su correcta implementación.

- Los operarios deben estar capacitados sobre todos los estándares de la selladora como su calibración, cambios de partes, etc. Así mismo, los operarios deben estar motivados y concientizados sobre la responsabilidad del mantenimiento de la máquina también recae en cada operario.
- Deben tener documentos físicos en los que se registre las revisiones estándares de las inspecciones
- Se debe eliminar toda la suciedad y contaminación dentro de la maquina
- Se debe tener indicadores de fiabilidad para la máquina para

medirlo y mejorarlo constantemente con el paso del tiempo.

También se propone la implementación de un formato de mantenimiento autónomo que ayude a los operarios a poder registrar y hacer seguimiento a las actividades realizadas en las inspecciones con el propósito de poder encontrar focos de suciedad o contaminación, fallos de maquinaria, para poder registrar el tiempo que toman las inspecciones y para que el tiempo de paro disminuya y el de producción aumente.

Ficha de evaluación de mantenimiento Autónomo	
Fecha	_____
Nombre	_____
Máquina	_____
Colocar si/no:	
Máquina presenta muda al finalizar la jornada	<input type="checkbox"/>
Máquina presenta fallos o anomalías	<input type="checkbox"/>
Tiempo de limpieza e inspección	<input type="checkbox"/>
Observaciones/ Anomalías:	

Figura 26 Ficha mantenimiento

Además de esto se propone una implementar formatos de One Point Lesson para las máquinas de la empresa con el fin de mejorar las actividades de limpieza y que estas puedan ser realizadas por todos los operarios ya que la ayuda visual de esta facilita el aprendizaje del mantenimiento de la máquina. De esta manera se aconseja que las acciones de aseo y conservación de las máquinas se mantengan mensuales como hasta ahora, pero llevando un mejor seguimiento para mejorarlo con el paso del tiempo.

Formato de One Point Lesson

Elaborado por: Area:

Fecha:

Título: Limpieza e inspección de la máquina selladora

1ero limpieza de la superficie donde se coloca el panel film o bolsa de ajuste

2do Engrasar perillas de tamaño nara

3ero inspeccionar el horno si esta bien calibrado y revisar la

Figura 27 Formato One Point Lesson (OPL)

También, se propondrá un plan de mantenimiento preventivo para toda la planta en el cual se plasme todos los mantenimientos programados y ejecutados a lo largo del año de todas las máquinas, equipos y artefactos que componen la infraestructura de la planta. En el plan se detallará la frecuencia del mantenimiento programado si será semanal mensual o trimestral, además se codificará cada equipo para poder distinguirlos entre sí, y se detallara la actividad a realizar si es mantenimiento, limpieza o calibración.

Tabla 21 Plan de mantenimiento

Infraestructura					Criterio de seguimiento/ejecucion de actividades de mantenimiento/Kilometros, horas, uso,etc												
Infraestructura	Descripción	Identificación	Frecuencia	Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Instalaciones	Limpieza de ambientes de oficina																
	Limpieza de la planta																
Maquinas	Llenadora automatica																
	Selladora automatica																
	Mezcladora de polvo																
	Mezcladora de Spray																
	Sistema de ventilacion area de liquidos																
	Sistema de ventilacion area de shampoo																
	Sistema de ventilacion area de polvo																
	Sistema de ventilacion area de tableteado																
	Granuladora																
	Tableteadora																
Equipos	Pulidora																
	Blisteadora																
	Balanza																
	Termohidrometros																
	Luces de emergencia																
	Alarmas contra incendio																
	Extintores de 1er piso																
Hardware	Extintores de 2do piso																
	Pozo a tierra																
	Monitores																
	Impresoras																
	Ordenadores																

Mantenimiento programado	X
Mantenimiento ejecutado	(X)

4.4. Aplicación de Andon

Para lograr la mínima cantidad de desperdicios o muda y mejorar la calidad del producto se propone la implementación del control monitoreado visualmente ANDON, brindando junto con los instrumentos anteriormente mencionadas SMED, Mantenimiento Autónomo y 5S, tener una mejor capacidad de reacción ante algún inconveniente o problema en la línea de producción. En la optimización e implementación de la herramienta ANDON se tendrá en cuenta los siguiente.

- Los operarios deben tener en claro el código de señas por colores del sistema, con que se pueda tener una respuesta efectiva ante algún problema, por lo que se debe de capacitar a los operarios sobre la herramienta, sobre las señas y las líneas de acción a realizar con el sistema como eje. Además, esto ayudará a que los trabajadores ganen más autonomía y criterio, lo cual será fundamental a la hora de hacer frente a algún problema presentado en la línea de producción
- Los paneles de visualización del sistema ANDON tienen que estar en un lugar con el que sea visible la operación y no entorpezca las líneas de acción a tomar. En el caso de La Empresa este se colocará en la zona de sellado.

Identificación de situaciones Anormales

Con el propósito de poner en práctica el sistema Andon en la zona de sellado, se debe tener en cuenta las diferentes circunstancias presentadas durante un día laboral, por lo cual los supervisores de cada área serán los encargados de dar la información necesaria para saber las posibles situaciones imprevistas o complicaciones resultantes en la productividad, la que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 22 Anomalías por área

Supervisor Responsable	Situación
Calidad	Problemas con la concentración de químicos en el producto en el mezclado, Problemas con la cantidad envasada en botellas, problemas con etiqueta equivocada y problemas en el sellado con bolsa arrugada, abierta, con hueco o sin contraer.
Mantenimiento	Problemas de funcionamiento con las máquinas, cambio de herramientas en las máquinas
Producción	Dudas sobre el procedimiento de elaboración de algún producto, Problemas en alguna estación de trabajo
Almacén	Falta de materiales en una estación de trabajo

Colores asignados para las situaciones de estaciones de trabajo

Al identificarse las circunstancias anómalas y las complicaciones que pueden suceder en el área de sellado, es necesario que los empleados dominen las señales del sistema para saber qué hacer y los cursos de acción a tomar ante cualquier circunstancia como las mostradas en la Tabla 22.

Tabla 23 Colores del sistema Andon

Color	Situación
Rojo	Producto defectuoso
Azul	Fallo en máquina
Verde	Problemas en estación de trabajo
Amarillo	Falta de materiales
Sin color	Sistema operando normal

Funcionamiento del sistema Andon

El sistema funcionara con el uso de un panel de control que tiene una

alarma incorporada, este panel de control consta de 4 botones con los 4 colores indicados anteriormente, los cuales corresponden a una alarma para cada situación especificada en el punto anterior.

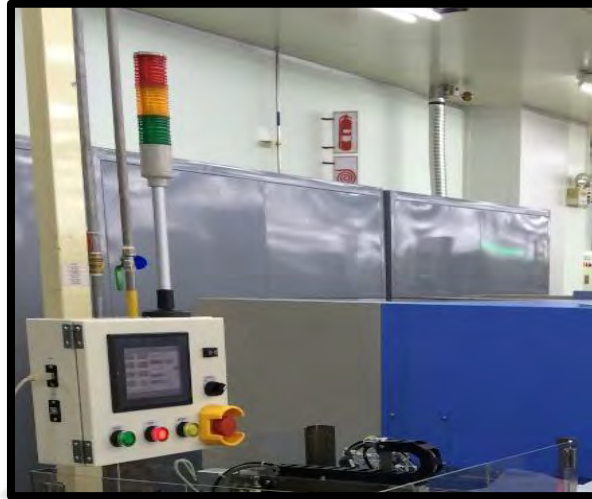


Figura 28 Panel de sistema Andon
Fuente: Julio Cesar (2020)

Existen 3 niveles para cada alarma. El primer nivel es cuando el operario pulsa el botón por primera vez solicitando ayuda, esto genera que en el panel se encienda la celda con el color y el tono correspondiente. En el panel de visualización se muestra la estación de trabajo que necesita la ayuda y la naturaleza de la misma. La alarma seguirá encendida y la alarma sonando hasta que el supervisor encargado asista a solucionar el problema y acuda a la estación designada.

Ya en la estación, el supervisor encargado presionara el botón por segunda vez, lo que generara que la celda se ilumine de manera intermitente, manteniendo la etiqueta de la estación que necesita ayuda. Esto también generara que se inicie el cronometro para medir el tiempo que demora en realizar el apoyo el supervisor.

Una vez finalizado su labor, el supervisor presionara el interruptor por vez tercera para mostrar que la anomalía se ha solucionado, lo cual genera que la celda deje de estar encendida de manera intermitente, se apague y vuelva al reposo a la espera de que se vuelva a presionar el botón. También se

apaga el cronometro y se podrá visualizar el tiempo demorado en solucionar el problema.

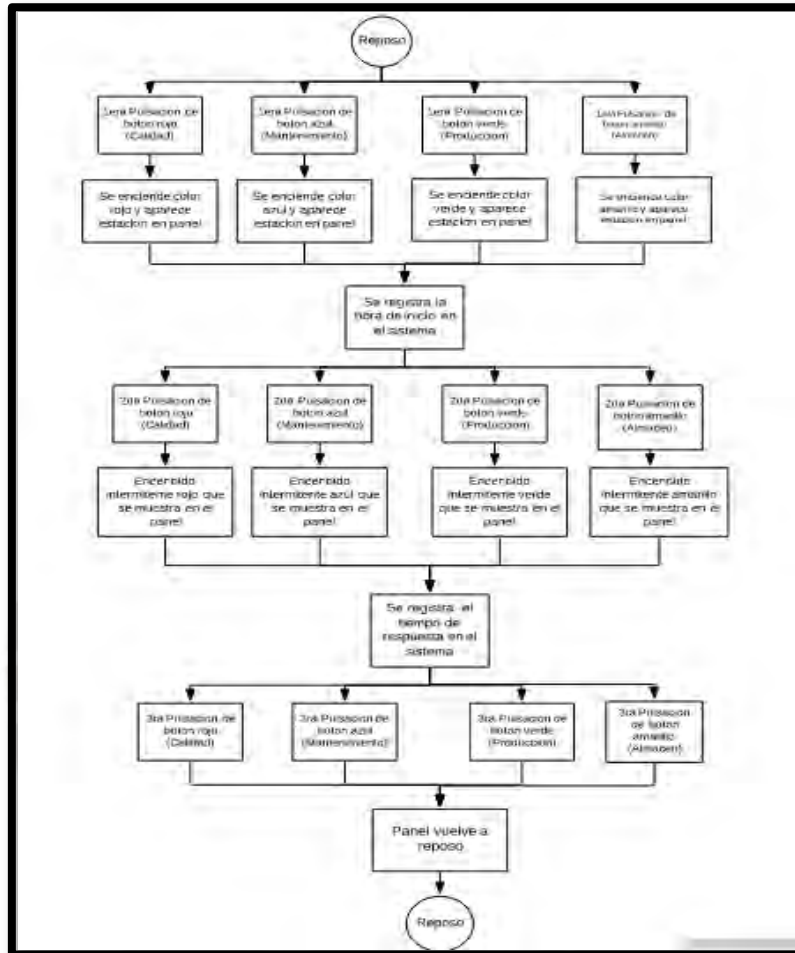


Figura 29 Sistema Andon

Beneficios del uso de la herramienta

Con la información obtenida del sistema se pueden hacer ratios y gráficos que muestren la mejora que significa este con respecto a antes de la herramienta. Estos deben hacerse visible al personal para que se motiven a usar más el sistema Andon ante alguna anomalía y este continúe mejorando con el paso del tiempo.

Finalmente es importante el uso de la herramienta ya que agiliza y hace más sencillo la detección de las causas de problemas debido a su rápida acción, lo cual beneficia a mejorar aún más los procesos.

En síntesis, después de contemplar las mejoras propuestas en este capítulo para la línea de producción de SPRAYS, se muestra un cuadro resumen en el cual se detallan algunos cambios estimados que generarían las propuestas desarrolladas en la investigación.

Tabla 24 Cuadro resumen de cambios generados

Unidades	ANTES DE PROPUESTA	ESTIMADO DESPUES DE PROPUESTA
% MERMAS (ETIQUETAS, CABEZALES, FRASCOS, ETC)	10%	5%
UNIDADES DE PT PERDIDAS/MES	15	5
TIEMPO RESPUESTA ANTE ANOMALIAS	15-20 min	5-10 min

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA

En la quinta sección, estimamos el costo de implementación de las mejoras, así como el impacto económico de la puesta en marcha del proyecto. Se presentarán los gastos incurridos para cada propuesta, así como el ahorro generado.

5.1 Gastos de implementación de las propuestas de mejora

Se estiman los costos por propuesta de mejora, tanto los gastos de capacitación del personal, así como de la propia implementación, materiales y equipos, asimismo se considera el costo del estudio realizado de consultoría sin ejecutar estimado en S/. 1500.

5.1.1 Gastos de implementación de SMED

Con el objetivo de poner en práctica el método SMED, se requerirá de capacitaciones para el personal, además de la contratación de un especialista para la ejecución del SMED

Tabla 25 Gastos por capacitaciones SMED

Gastos Capacitaciones SMED			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	300	S/ 300.00
Jefe de produccion	1	40	S/ 40.00
Operarios	5	5	S/ 25.00
			S/ 365.00

Tabla 26 Gastos por implementación SMED

Detalle de implementación	
Motivo	Costo
Estudio del Set Up	S/ 300.00
Separacion de Actividades Internas y Externas	S/ 120.00
Conversion de Actividades	S/ 150.00
Total	S/ 570.00

5.1.2 Gastos de implementación de 5S

La aplicación de las 5S incurrirá en desembolsos asociados a los costos de:

Capacitaciones de 5S: Los operarios recibirán capacitaciones sobre la metodología de trabajo, con lo cual se realizarán 3 tipos de capacitaciones a lo largo de su implementación. Las 2 primeras capacitaciones serán de tipo teórico en el cual se les enseñara a los operarios la importancia de la aplicación de las 5S y sobre la puesta en marcha de la misma herramienta a nivel teórico. La otra capacitación será de tipo practica para que los operarios vean donde y como es que se hace y aplica correctamente la metodología 5 S.

Material de capacitación: En este apartado incluye los gastos de los materiales utilizados en las capacitaciones programadas, tomando en cuenta los materiales por cada operario como separatas, casos de ejemplo, casos prácticos, se incurrirá en un gasto total de S/. 200.

Tarjetas de limpieza Seiso: Aquí se incurrirán en gastos en los registros de limpieza Seiso que son utilizadas en el aseo al inicio de la selección, como no se sabe la cantidad de tarjetas necesarias a usar se considera mejor que sobre a que falte, con lo cual el costo de la actividad es de S/. 200. Además, se incurrirán en elementos de limpieza para el desarrollo de la primera S con lo cual se incurrirá en un gasto de S/. 400

Tarjetas de clasificación Seiri: Aquí se incurrirán en gastos en las tarjetas de colores para la clasificación de los elementos definidos desde la primera S, el valor asociado a esta tarea es S/. 200

Implementos de Orden de Seiton: Se proponen la adquisición de estantes y cajoneras que conllevarán costos de

En la Tabla 26 se muestran los detalles de los costos de la implementación de la herramienta, incurriendo en un gasto total de S/. 2260

Tabla 27 Gastos por capacitación 5S

Capacitaciones	Duracion(Hr)	N° Capacitaciones requeridas	Horas totales	Costo total/Hr	Costo total
Importancia de metodología 5S	1	1	1	S/ 370.00	S/ 370.00
Implementación de metodología 5S	1	1	1	S/ 270.00	S/ 270.00
Aplicación de metodología 5S	3	2	6	S/ 270.00	S/ 1,620.00
					S/ 2,260.00

Tabla 28 Gastos totales por capacitación 5S

Capacitación "Importancia metodología 5S"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de producción	1	30	S/ 30.00
Jefe de almacén	1	20	S/ 20.00
Jefe de Mantenimiento	1	30	S/ 30.00
Dirección Técnica	1	50	S/ 50.00
Operarios	8	5	S/ 40.00
Capacitación "Implementación metodología 5S"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de producción	1	30	S/ 30.00
Operarios	8	5	S/ 40.00
Capacitación "Aplicación metodología 5S"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de producción	1	30	S/ 30.00
Operarios	8	5	S/ 40.00

Tabla 29 Gastos por insumos 5S

Detalle costo de insumos

Motivo	Costo
Tarjetas de clasificación	S/ 200.00
Tarjetas de limpieza	S/ 200.00
Material de capacitación	S/ 200.00
Implementos de orden	S/ 700.00
Implementos de limpieza	S/ 400.00
	S/ 1,700.00

5.1.3 Gastos de implementación de Mantenimiento Autónomo

Con lo que respecta al mantenimiento Autónomo se requerirán gastos en lo que a capacitaciones se refiere sobre la implementación de la metodología, encargado de un especialista externo que dividirá las capacitaciones en capacitaciones teóricas y capacitaciones prácticas. En la Tabla 29 y la Tabla 30 se detallarán los gastos incurridos en la aplicación del Mantenimiento Autónomo.

Tabla 30 Gastos por capacitación Mantenimiento autónomo

Capacitaciones	Duracion(Hr)	N° Capacitaciones requeridas	Horas totales	Costo total/Hr	Costo total
Implementacion de Mantenimiento Autónomo-Teórico	2	2	4	S/ 255.00	S/ 1,020.00
Implementacion de Mantenimiento Autónomo-Práctico	3	2	6	S/ 255.00	S/ 1,530.00
					S/ 2,550.00

Tabla 31 Gastos totales por capacitación Mantenimiento autónomo

Capacitacion "Implementacion Mantenimiento autónomo-Teórico"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de produccion	1	30	S/ 30.00
Operarios	5	5	S/ 25.00
Capacitacion "Implementacion Mantenimiento autónomo-Práctico"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de produccion	1	30	S/ 30.00
Operarios	5	5	S/ 25.00

5.1.4 Gastos de implementación de Sistema Andon

Con la puesta en marcha del sistema Andon se incurrirá en los siguientes egresos:

Capacitaciones de Andon: Los operarios tendrán que recibir capacitaciones sobre la metodología de trabajo, con lo cual se realizarán 3 tipos de capacitaciones a lo largo de su implementación. Las 2 primeras capacitaciones serán de tipo teórico en el cual se les enseñara a los operarios la relevancia del enfoque del control visual y sobre la aplicación de la misma metodología a nivel teórico. La otra capacitación será de tipo practica para que los operarios vean donde y como es que se hace y aplica correctamente la metodología Andon.

Material de capacitación: En este apartado incluye los gastos de los materiales utilizados en las capacitaciones programadas, tomando en cuenta los materiales por cada operario como separatas, casos de ejemplo, casos prácticos, se incurrirá en un gasto total de S/. 300.

Sistema Andon: Aquí se incurrirán en gastos en la obtención del panel Andon para configurarlo de acuerdo con las estaciones de trabajo de la

empresa: Mezclado, envasado, etiquetado y sellado y a las señales cromáticas conforme a lo descrito en el Capítulo 4. Esto requerirá de una inversión de S/. 2500

Por último, en los desembolsos por la formación del personal en la tabla 31, el material de capacitación y el mismo sistema Andon se requerirá un gasto total de S/. 5060

Tabla 32 Gastos por capacitación Sistema Andon

Capacitaciones	Duracion(Hr)	N° Capacitaciones requeridas	Horas totales	Costo total/Hr	Costo total
Importancia de Control Visual	1	1	1	S/ 370.00	S/ 370.00
Implementacion de Control Visual-Teórico	1	1	1	S/ 270.00	S/ 270.00
Implementacion de Control Visual-Práctico	3	2	6	S/ 270.00	S/ 1,620.00
					S/ 2,260.00

Tabla 33 Gastos totales por capacitación Sistema Andon

Capacitacion "Importacia Control Visual"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de produccion	1	30	S/ 30.00
Jefe de almacen	1	20	S/ 20.00
Jefe de Mantenimiento	1	30	S/ 30.00
Direccion Tecnica	1	50	S/ 50.00
Operarios	8	5	S/ 40.00
Capacitacion "Implementacion Control Visual-Teórico"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de produccion	1	30	S/ 30.00
Operarios	8	5	S/ 40.00
Capacitacion "Implementacion Control Visual-Práctico"			
Integrantes	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total
Especialista Lean Manufacturing	1	200	S/ 200.00
Jefe de produccion	1	30	S/ 30.00
Operarios	8	5	S/ 40.00

Tabla 34 Gastos por implementación sistema Andon

Detalle costo de insumos

Motivo	Costo
Material de capacitacion	S/ 300.00
Sistema Andon	S/ 2,500.00
	S/ 2,800.00

Por último, para un periodo por 4 años se tiene que la inversión inicial será de S/. 12,805 y se incurrirá en un gasto de implementación anual de s/. 2,000.

5.2 Ahorro generado por implementación de propuestas de mejora

5.2.1 Ahorro por implementación SMED

De acuerdo con los resultados expuestos en el anterior Capítulo, se evidenció una disminución del 44% en la temporada de Set-up de la selladora automática; este ahorro de tiempo puede destinarse a la producción de un mayor volumen de artículos correspondientes a la línea analizada, lo que, siguiendo esta recomendación y tal como se detalla en la Tabla 34, permitiría incrementar las ventas hasta en ...

Tabla 35 Ahorro por implementación SMED

Nombre de Equipos	# Equipos	Actual		Propuesta		Ahorro(hr) anual	Tiempo(min) por producto	Productos por ahorro en Set-up	Precio del producto	Set-up mensuales	Ahorro total
		Tiempo de Set-Up min/maq	Tiempo de Set-Up min/maq	Tiempo de Set-Up min/maq	Tiempo de Set-Up min/maq						
Selladora	1	8.7	4.8	3.9	1.05	3	S/ 12.00	22	S/ 9,504.00		

5.2.2 Ahorro por implementación 5S

De acuerdo con Euskalit (1998), el ahorro en el tiempo promedio en traslado, búsqueda, limpiezas y mejora de área de trabajo es del 62%, sin embargo, para La empresa se propone ser conservador y apuntar a una reducción estimada del tiempo ahorrado del 40%. De esta manera se genera un ahorro equivalente a S/. 83.20, evidenciado en la Tabla 35

Tabla 36 Ahorro por implementación 5S

Nombre de Equipos	# Equipos	Actual			Propuesta			Ahorro Anual(Hr)	Costo HH	Ahorro total
		Tiempo de limpieza min/maq	# Reparaciones al año	Tiempo de limpieza anual(hr)	Tiempo de limpieza min/maq	# Reparaciones al año	Tiempo de limpieza anual(hr)			
Mezcladora	2	25	12	10	15	7	4	6 S/ 5.00	S/ 32.00	
Llenadora	1	20	24	8	12	14	3	5 S/ 5.00	S/ 25.60	
Selladora	2	10	24	8	6	14	3	5 S/ 5.00	S/ 25.60	
										S/ 83.20

5.2.3 Ahorro por implementación Mantenimiento Autónomo

Acorde con Euskalit (1998) el mantenimiento autónomo al finalizar la ejecución del instrumento de 5s debería tener la optimización de los plazos de higiene y renovación de aceite en los equipos y en las inspecciones de proceso con una reducción del 45%. Al igual que en la metodología 5s se propone hacer llegar a La Empresa a una reducción del 40% en el número de reparaciones y por la aplicación del SMED se tendrá la disminución del tiempo de reparación del 44%.

Tabla 37 Ahorro por implementación Mantenimiento Autónomo

Nombre de Equipos	# Equipos	Actual			Propuesta			Ahorro Anual(Hr)	Costo por reparación	Ahorro total
		Tiempo de reparación min/maq	# Reparaciones al año	Tiempo de limpieza anual(hr)	Tiempo de reparación min/maq	# Reparaciones al año	Tiempo de reparación anual(hr)			
Mezcladora	2	120	12	48	67.2	7	16	32	S/ 20.00	S/ 637.44
Llenadora	1	180	24	72	100.8	14	24	48	S/ 20.00	S/ 956.16
Selladora	2	150	24	120	84	14	40	80	S/ 20.00	S/ 1,593.60
										S/ 3,187.20

5.2.4 Ahorro por implementación Sistema Andon

En la incorporación del sistema Andon se tomó en consideración una investigación sobre la disminución del tiempo de respuesta ante anomalías en una línea publicada en la revista de ingeniería industrial (Martinez Hernandez 2020), en la que se llega a lograr una mejora en el tiempo de respuesta ante anomalías del 70%. Para este caso se quiere ser conservador por lo que se propone llegar a una mejoría en el tiempo de respuesta del 50%, permitiendo así, una disminución de costos de S/. 576 expuesta en la Tabla 37.

Tabla 38 Ahorro por implementación Sistema Andon

Nombre de Equipos	# Equipos	# Fallas al año	Actual	Propuesto	Ahorro Anual(Hr)	Costo HH	Ahorro total
			Tiempo de Respuesta(Hr)	Tiempo de Respuesta(Hr)			
Mezcladora	2	12	0.6	0.3	7	S/ 20.00	S/ 144.00
Llenadora	1	24	0.6	0.3	7	S/ 20.00	S/ 144.00
Selladora	2	24	0.6	0.3	14	S/ 20.00	S/ 288.00
							S/ 576.00

5.3 Flujo de caja del Proyecto

Tras la cuantificación de los gastos de implementación y los ahorros debido a las mismas, se procede a realizar el cálculo del COK para saber la tasa de rendimiento mínima de retorno que debe de tener el proyecto para que sea viable como se detalla en la Tabla 38 y el flujo de tesorería expuesto en la Tabla 39, estimado sobre un horizonte de 4 años y se muestran los gastos de implementación año a año, así como los ahorros debido a las implementaciones de las mejoras.

Tabla 39 Cálculo del costo de oportunidad

COK= Beta x (Rm - Rf) + Rf +Rpais		
Beta	El beta correspondiente al sector	0.99
Rm-Rf	Prima por riesgo del mercado	6.57%
Rf	Tasa libre de riesgo	1.24%
Rpais	Riesgo del pais	1.80%
	COK	9.54%

Tabla 40 Flujo de caja de Proyecto

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
INGRESOS					
Ingresos por ahorro por implementación	S/ -	S/ 13,350.40	S/ 13,350.40	S/ 13,350.40	S/ 13,350.40
TOTAL DE INGRESOS	S/ -	S/ 13,350.40	S/ 13,350.40	S/ 13,350.40	S/ 13,350.40
EGRESOS					
Estudio de consultoría	-S/ 1,500.00				
Gastos por implementación	-S/ 12,805.00	-S/ 2,000.00	-S/ 2,000.00	-S/ 2,000.00	-S/ 2,000.00
TOTAL DE EGRESOS	-S/ 14,305.00	-S/ 2,000.00	-S/ 2,000.00	-S/ 2,000.00	-S/ 2,000.00
Flujo efectivo	-S/ 14,305.00	S/ 11,350.40	S/ 11,350.40	S/ 11,350.40	S/ 11,350.40

VAN económico	S/ 15,078.17
TIR económico	70%
TMAR	20%

Se observa como parte del análisis económico que se obtiene un VAN y TIR de S/. 15,078.17 y de 70% respectivamente. Además, se obtiene que la TIR económica obtenida es mayor al COK calculado, con lo cual el retorno de la inversión para el proyecto estaría garantizado. Estos conceptos reflejan la factibilidad económica de su puesta en marcha y conforme a la teoría si los resultados de los indicadores son positivos, se asume que la propuesta resulta rentable en el aspecto económico y financiero.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El último capítulo, expondrá las conclusiones y sugerencias correspondientes a la presente investigación.

6.1 Conclusiones

- Tras evaluar el estado actual de la organización y ofrecer sugerencias para su optimización, se determinó que, para implementar correctamente y de manera eficaz las técnicas de fabricación ajustada, todos los empleados de todos los niveles deben apoyar y cooperar plenamente. Esto se debe a que el progreso de la empresa no se da únicamente por la adopción de las técnicas de Lean Manufacturing, sino también de su ejecución y de la dedicación de todos los empleados.
- Por otro lado, se espera que la herramienta SMED mejore la reducción del tiempo de traslado del operador al configurar la máquina selladora, lo que se traducirá en una reducción del 44 % del tiempo actual. Se recomienda aprovechar esta reducción de tiempo para fabricar productos adicionales en la línea.
- Asimismo, la implementación de las 5S y de Mantenimiento Autónomo, ayudara a promover la disciplina de limpieza y la dinámica laboral, ya que generara un espacio de trabajo más ordenado y limpio en el cual los trabajadores se crean un compromiso por mantener el lugar de trabajo tal cual lo encontraron. Además, el mantenimiento autónomo ayudara a que se reduzcan de manera considerable las fallas en las maquinarias lo cual disminuirá los productos defectuosos o accidentes que puedan ocurrir en la línea debido a las fallas.
- También se establece que la incorporación del sistema Andon en el circuito productivo de spray de la organización, contribuirá a que se tenga una mejor visión de lo que ocurre en cada puesto de trabajo que compone la línea, así como a disminuir los tiempos de

respuesta ante cualquier anomalía presente en la línea.

- En última instancia, se logró un VAN económico de 15 078,17 soles >0 y una TIR económica del 70 %, demostrando que la propuesta de mejora resulta factible según el diagnóstico financiero de la puesta en marcha de mejoras utilizando métodos de Lean Manufacturing, realizado durante los siguientes cuatro años.



6.2 Recomendaciones

- Se sugiere que antes de realizar la puesta en marcha de la propuesta se capacite y se prepare al personal para que tengan mejor respuesta al cambio que se avecina, especialmente en las estaciones de producción como pueden ser fijarse propósitos y directrices que hagan posible que sean aptos para ver de manera gráfica el efecto del cambio.
- También se sugiere a la dirección que tenga en cuenta las posibles ventajas que podrían generarse tanto en el mediano como en el largo plazo y no ponga zancadillas, ya que debe tener en cuenta que la inversión inicial les traerá grandes beneficios más adelante; en concordancia, se sugiere a la dirección y los puestos de más alto nivel también formen parte de la cultura de cambio y que den confianza al proyecto para generar motivación en sus trabajadores.
- Se recomienda que se realicen estímulos visuales que generen motivación en el personal para que se sientan aun con mayor implicación en el cambio que se está realizando, pueden ser a través de recompensas materiales o reconocimiento público
- Finalmente se recomienda que las iniciativas de optimización estén de acuerdo con lo señalado en el Capítulo 4, mediante la aplicación de las herramientas SMED, 5S, Mantenimiento Autónomo y el Sistema Andon, con la intención de poder conseguir los resultados favorables mencionados, asimismo también se recomiendan que se mantengan en mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

EUSKALIT

1998 Metodología de las 5s. Mayor productividad. Mejor lugar de trabajo. Consulta: 12 de noviembre de 2022.

<https://jesuitas.lat/uploads/metodologia-de-las-5s-mayor-productividad-mejor-lugar-de-trabajo/EUSKALIT%201998%20-%20Metodolg.%205S%20mayor%20productiv.%20mejor%20lugar%20trabajo.pdf>

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio

2013 Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implementación. Madrid.

INSTITUO DE MEJORA CONTINUA

2016 OEE (Overall Equipment Effectiveness). Consulta: 24 de junio del 2021 <http://imc-peru.com/oee.php?cod=2>

INSTITUTO TECNOLOGICO DE IGUALA

2017 *Metodología de la aplicación 5'S*. Revista de Investigaciones Sociales. Iguala de la Independencia, volumen 3, número 8, pp. 29-41. Consulta: 19 de junio de 2021

https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessocial/es/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_3.pdf

MARTINEZ HERNANDEZ, Julio Cesar

2020 *El sistema ANDON, como herramienta fundamental para disminuir el tiempo de respuesta y eliminar los defectos en línea de panel.* Ingeniería Industrial.

Huachinango, volumen 4, número 12, pp. 30-41. Consulta: 7 de octubre de 2022.

https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol4num12/Revista_de_Ingenieria_Industrial_V4_N12_3.pdf

OHNO, Taiichi

1991 *El sistema de producción Toyota: Más allá de la producción a gran escala.* Tercera edición. Barcelona: Gestión 2000.

PADILLA, Lillian

2010 *LEAN MANUFACTURING.* Ingeniería Primero. Ciudad de Guatemala, número 15, pp. 64-69. Consulta: 16 de mayo de 2021.

PDCA Home

2013 Metodología 5S para mejorar la productividad en empresas. Consulta: 16 de mayo de 2021.

<https://www.pdcahome.com/4157/metodologia-5s-guia-de-implantacion/>

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José

2010 *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad.*

Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

SASCÓ, Sharon

2019 Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de lean manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos.

Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú

SOCCONINI, Luis

2019 *Lean Manufacturing. Paso a paso.* Barcelona: Marge Books

TEJEDA, Anne

2011 *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos.* Ciencia y Sociedad.

Santo Domingo, volumen 36, número 2, pp. 276-310. Consulta: 16 de mayo de 2021.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

2017 *Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria.* Ciencia & trabajo. Santiago, volumen 19, número 60. Consulta: 16 de mayo de 2021.

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber

2007 *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica.* México: Limusa

WOMACK, James y JONES, Daniel

2003 *Lean Thinking*. Segunda edición.

Barcelona: Gestión 2000. ZAMARRIPA, Néstor

2008 “Sistema de producción Toyota”. *Gestiopolis*. Consulta:
16 de mayo de 2021.

<https://www.gestiopolis.com/sistema-produccion-toyota/>

