

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE BOTELLAS DE
PLÁSTICO PET EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Alex Paolo Luis Aguilar

ASESOR:

Ing. José Alan Rau Álvarez

Lima, noviembre, 2022

Declaración jurada de autenticidad

Yo, JOSÉ ALAN, RAU ALVAREZ, docente de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis/el trabajo de investigación titulado: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE BOTELLAS DE PLÁSTICO PET EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING, del autor ALEX PAOLO LUIS AGUILAR.


.....,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 28/06/2023.
- 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, SAN MIGUEL 28.06.2023.....

Apellidos y nombres del asesor: RAU ALVAREZ JOSÉ ALAN	
DNI: 07602255	Firma: 
ORCID: 0000-0003-0928-3994	

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el proceso productivo de una empresa dedicada a la fabricación de botellas PET, empleando herramientas orientadas a la filosofía Lean para mejorar así la calidad de los productos, reducir tiempos y costos, y eliminar desperdicios.

Con el Diagnóstico de los procesos involucrados se pudo detectar los problemas principales: Desorden en la Zona de Inyección y Soplado, y Preformas y botellas defectuosas. Con el uso del Diagrama de Ishikawa, se determinaron las causas principales de los problemas que se encontraron.

A raíz de esto, se han propuesto herramientas de Lean Manufacturing para contrarrestar estas causas principales. Estas herramientas son las 5S, Mantenimiento Autónomo y Método Jidoka. Se desarrolla cada propuesta y se plantea cómo ayudará a contrarrestar los problemas existentes. Con la aplicación de las propuestas planteadas, se pudieron reducir los tiempos correspondientes a esperas y traslado de preformas y botellas entre 40% y 67%; los tiempos muertos y de parada se lograron reducir entre 50% y 75%; y la producción de unidades defectuosas se redujo de 2% a 1%.

Se realizó la evaluación económica de cada propuesta, en la que se detallan los costos incurridos y los beneficios de cada una de ellas para que finalmente se analice la viabilidad económica el proyecto, en el que se presenta un flujo de caja con un horizonte de 2 años.

De la evaluación económica, se obtuvo un VAN de S/. 19,203, un TIR de 42% y un COK de 14%, llegando así a la conclusión de que el proyecto es viable económicamente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Investigaciones previas.....	3
1.2 Situación de la industria del plástico en el Perú.....	8
1.3 PET.....	8
1.4 Proceso.....	9
1.5 Herramientas de análisis de los procesos.....	9
1.5.1 Diagrama de Pareto	9
1.5.2 Diagrama de Causa y Efecto.....	10
1.5.3 VSM	10
1.5.4 DOP.....	11
1.6 Producción.....	13
1.7 Empresa.....	13
1.8 Lean Manufacturing.....	13
1.8.1 Los 7+1 Desperdicios	13
1.9 Herramientas de Lean Manufacturing.....	14
1.9.1 Kanban.....	14
1.9.2 5S	15
1.9.3 SMED.....	16
1.9.4 TPM.....	16
1.9.5 Andon	16
1.9.6 Jidoka.....	17
CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA EN ESTUDIO	18
2.1 Descripción de la empresa.....	18
2.2 Visión y Misión.....	18
2.3 Organización.....	19
2.4 Productos.....	20
2.5 Materia prima.....	21
2.6. Proceso productivo.....	22
2.7. Equipos y máquinas.....	27
2.8. Indicadores.....	27

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	29
3.1. Justificación del área, proceso, operaciones y familia de productos a analizar.....	29
3.1.1 Área a analizar	29
3.1.2 Proceso a analizar.....	31
3.1.3 Operaciones a analizar	32
3.1.4 Familia de Productos a analizar	34
3.2. Identificación de problemas.....	36
3.3. Identificación de las causas críticas.....	38
3.4. Determinación de las contramedidas.....	48
CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA	49
4.1 Aplicación de las 5S	50
4.2 Aplicación del Mantenimiento Autónomo	68
4.3 Aplicación del Método Jidoka	78
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	85
5.1 Evaluación económica de la Aplicación de las 5S	85
5.1.1 Costos de la Aplicación de las 5S.....	85
5.1.2 Beneficios de la Aplicación de las 5S	89
5.2 Evaluación económica de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo	90
5.2.1 Costos de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo	90
5.2.2 Beneficios de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo	92
5.3 Evaluación económica de la Aplicación del Método Jidoka	93
5.3.1 Costos de la Aplicación del Método Jidoka.....	93
5.3.2 Beneficios de la Aplicación del Método Jidoka	95
5.4 Flujo de caja y factibilidad de las propuestas de mejora	95
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1 Conclusiones	98
6.2 Recomendaciones	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de preformas	20
Tabla 2: Detalle de equipos y máquinas	27
Tabla 3: Valoración de criterios	39
Tabla 4: Puntaje de las causas del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado	41
Tabla 5: Situación actual de las causas principales del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado	43
Tabla 6: Puntaje de las causas de Preformas/botellas defectuosas	45
Tabla 7: Situación actual de las causas principales de los Defectos en las Preformas y Botellas	47
Tabla 8: Propuestas de herramientas para las causas principales de los problemas	48
Tabla 9: Orden de aplicación de las propuestas de mejora	49
Tabla 10: Criterios para ubicación o descarte de elementos.....	51
Tabla 11: Elementos clasificados en la zona de Inyección	52
Tabla 12: Elementos clasificados en la zona de Soplado.....	52
Tabla 13: Evaluación Seiri.....	53
Tabla 14: Nivel de Cumplimiento Seiri.....	53
Tabla 15: Formato para ordenamiento de elementos.....	54
Tabla 16: Evaluación Seiton	55
Tabla 17: Nivel de Cumplimiento Seiri.....	56
Tabla 18: Tareas de limpieza	57
Tabla 19: Evaluación Seiso.....	60
Tabla 20: Nivel de Cumplimiento Seiso.....	60
Tabla 21: Asignación de tareas de limpieza diaria.....	61
Tabla 22: Identificación de operarios	62
Tabla 23: Evaluación Seiketsu	62
Tabla 24: Nivel de Cumplimiento Seiso.....	63
Tabla 25: Evaluación Disciplina.....	64
Tabla 26: Nivel de Cumplimiento Disciplina.....	65
Tabla 27: Cronograma de Aplicación de las 5S.....	66
Tabla 28: Beneficios de Aplicación de las 5S	67
Tabla 29: Tabla de Anomalías.....	69
Tabla 30: Medidas contra fuentes de contaminación	70
Tabla 31: Tareas de limpieza	71
Tabla 32: Estándar de limpieza	72
Tabla 33: Estándar de lubricación.....	73
Tabla 34: Inspección general	74
Tabla 35: Evaluación Mantenimiento Autónomo	75
Tabla 36: Nivel de Cumplimiento MA.....	75
Tabla 37: Tareas de Mantenimiento	76
Tabla 38: Control Diario.....	77
Tabla 39: Beneficios de Aplicación del Mantenimiento Autónomo	78
Tabla 40: Colores Andon.....	81
Tabla 41: Evaluación Jidoka	82
Tabla 42: Nivel de Cumplimiento Jidoka	82
Tabla 43: Evaluación Andon.....	83
Tabla 44: Nivel de Cumplimiento Andon.....	83
Tabla 45: Beneficios de Aplicación del Método Jidoka	84
Tabla 46: Costos Capacitación 5S	86
Tabla 47: Resumen Costos Capacitación 5S	87
Tabla 48: Costos Inversión 5S.....	88
Tabla 49: Beneficios económicos 5S	89
Tabla 50: Costos Capacitación MA	90
Tabla 51: Resumen Costos Capacitación MA	91
Tabla 52: Costo Inversión MA	91
Tabla 53: Beneficios económicos MA	92

Tabla 54: Costos Capacitación Jidoka.....	93
Tabla 55: Resumen Costos Capacitación Método Jidoka	94
Tabla 56: Costo Inversión Jidoka	94
Tabla 57: Beneficios económicos Jidoka.....	95
Tabla 58: Flujo de Caja	96
Tabla 59: Indicadores de rentabilidad del proyecto	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Importación de maquinaria	8
Figura 2: Diagrama de Pareto.....	9
Figura 3: Diagrama de Ishikawa.....	10
Figura 4: Value Stream Mapping.....	11
Figura 5: DOP	12
Figura 6: Representación gráfica de principio de elaboración de diagramas del proceso de operación	12
Figura 7: 5S.....	15
Figura 8: Herramientas de Lean Manufacturing	17
Figura 9: Elementos del principio de Jidoka	17
Figura 10: Organigrama de la empresa.....	19
Figura 11: Botella PET de 350 ml	20
Figura 12: Paquete de botellas PET	21
Figura 13: Preformas PET	21
Figura 14: Resina PET	22
Figura 15: Máquina inyectora de plástico.....	24
Figura 16: Máquina sopladora y horno.....	25
Figura 17: Diagrama de bloques de procesos	26
Figura 18: Proceso de fabricación de botellas PET	26
Figura 19: Diagrama de Pareto para seleccionar el área a analizar según los procesos	29
Figura 20: Diagrama de Pareto para seleccionar el área a analizar según el número de trabajadores	30
Figura 21: Diagrama de Pareto para seleccionar el proceso a analizar según el número de operaciones	31
Figura 22: Diagrama de Pareto para seleccionar el proceso a analizar según el número de trabajadores	32
Figura 23: Diagrama de Pareto para seleccionar las operaciones a analizar según los días con contratiempos por semana.....	33
Figura 24: Diagrama de Pareto para seleccionar las operaciones a analizar según el número de trabajadores.....	33
Figura 25: Diagrama de Pareto para seleccionar la familia de productos a analizar según la cantidad de preformas producidas por mes	34
Figura 26: Diagrama de Pareto para seleccionar la familia de productos a analizar según la cantidad de botellas producidas al mes	35
Figura 27: Análisis FODA de la empresa	36
Figura 28: Lluvia de ideas para la identificación de problemas en las operaciones de Inyección y Soplado	37
Figura 29: Diagrama de Pareto para seleccionar los problemas a analizar en Inyección según la frecuencia en que estos se presentan	37
Figura 30: Diagrama de Pareto para seleccionar los problemas a analizar en Soplado según la frecuencia en que estos se presentan	38
Figura 31: Diagrama de Ishikawa para el Desorden en la Zona de Inyección/Soplado	40
Figura 32: Diagrama de Pareto para seleccionar las causas críticas del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado	42
Figura 33: Diagrama de Ishikawa para las Preformas/botellas defectuosas	44
Figura 34: Diagrama de Pareto para seleccionar las causas críticas de Preformas/botellas defectuosas.....	46

Figura 35: Organigrama 5S.....	50
Figura 36: Fases de las 5's.....	51
Figura 37: Mapa de ubicación de los elementos.....	55
Figura 38: Tareas de limpieza diaria.....	58
Figura 39: Lista de Chequeo en Orden y Aseo 5S.....	59
Figura 40: Plano de Seguridad.....	63
Figura 41: Lógica Andon.....	79
Figura 42: Funcionamiento Andon.....	80
Figura 43: Dispositivos Andon.....	80

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto en el año 2020 la producción mundial de plástico disminuyó en un pequeño porcentaje, según la Asociación Europea de Productores de Plástico (PlasticsEurope), en el año 2021 el comercio de plásticos a nivel mundial fue 40% superior a las estimaciones anteriores en casi todos los países, según la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo). Además, la producción de plásticos en Perú ha venido incrementándose, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), señala que entre los años 2015 y 2020, el número de empresas que fabrican plásticos en forma primaria y productos de plástico incrementaron en un 31,5% en las cuales predominan las PYMES. También señala que la mayoría de empresas de plástico registradas en SUNAT se encuentran mayoritariamente en Lima.

Teniendo en cuenta la importancia de este sector, no solo en Perú, si no a nivel global, es que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar y proponer mejoras en el proceso productivo en una empresa que se dedica a la fabricación de botellas PET empleando herramientas de Lean Manufacturing para mejorar así la calidad de los productos, reducir tiempos y costos, y eliminar desperdicios.

En el primer capítulo, correspondiente al Marco Teórico, se definirán conceptos generales, conceptos relacionados a las actividades realizadas por la empresa y conceptos correspondientes las herramientas de análisis de procesos y herramientas de Lean Manufacturing que se pretenden proponer en pro de la empresa.

El segundo capítulo es el correspondiente a la Información de la Empresa en Estudio, en el que se realizará un resumen de la misma, describiendo los productos involucrados, las actividades productivas y el funcionamiento de la empresa.

En el tercer capítulo, correspondiente al Análisis y Diagnóstico, se realizará el análisis de la situación actual de la empresa, aplicando herramientas de diagnóstico como el Diagrama de Causa-Efecto o Ishikawa, la Matriz de Priorización y Diagrama de Pareto, con los cuales se podrán identificar las fortalezas y debilidades de la empresa, además de establecer las causas de los

principales problemas encontrados, con el fin de realizar propuestas de mejora, priorizando las que tengan mayor importancia y urgencia.

En el cuarto capítulo, correspondiente a Propuestas de Mejora, se realizará el desarrollo de cada propuesta para contrarrestar las causas principales de los problemas encontrados. Estas propuestas están enlazadas entre sí y se apoyan unas con otras. Se describirá la metodología usada y los pasos a seguir en cada una.

En el quinto capítulo, correspondiente a la Evaluación Económica de las Propuestas de Mejora, se evaluará el impacto económico de cada propuesta y se compararán con los beneficios obtenidos para así poder hallar el ahorro. Además, se verificará la viabilidad en materia económica de la aplicación de las herramientas propuestas.

Las Conclusiones y Recomendaciones del trabajo se detallarán en el sexto capítulo.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollarán conceptos fundamentales para el entendimiento del presente trabajo; en primer lugar, se presentarán investigaciones previas sobre el tema a tratar, luego se presentarán datos presentados por el INEI sobre este sector, seguidamente una pequeña reseña del PET, luego se abarcarán definiciones de proceso y temas relacionados, y se concluirá con las definiciones del Lean Manufacturing y sus herramientas.

1.1 Investigaciones previas

En este primer punto del Marco Teórico se detallarán 3 trabajos previos relacionados a la implementación de herramientas Lean y servirán como referencia para el presente trabajo:

Caso 1:

Es un caso basado en La Corporación Bolsipol SAC, la cual se dedica a la producción y venta de bolsas con sellado, mangas de polietileno de alta y baja densidad, láminas termo contraíbles, envolturas laminadas, entre otros. El objetivo general es evaluar los efectos sobre la productividad de la introducción de métodos de Lean Manufacturing en el área de producción de esta empresa. (Hernández, 2019)

Año: 2019

Título de la obra: “IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS MYPE DE LA CORPOACIÓN BOLSIPOL S.A.C.”

Autor: Anthony Miguel Hernández Gonzales

Institución: Universidad Tecnológica de Perú

Problemática: Ciertos problemas como la falta de capacitaciones, falta de mantenimiento preventivo y conductivo de maquinaria, y el área en la que se trabaja con escasas condiciones de orden y limpieza y falta de señalización, afectan la productividad de la empresa.

Propuestas y mejoras: Implementación de las 5S y Kaizen en las áreas de producción de la empresa Bolsipol.

Beneficios: Establece una política de orden y limpieza visible para mejorar los hábitos de los operarios, forma equipos de trabajo, cultiva una cultura de trabajo sin desperdicios ni desorden y aumenta la productividad en el área de producción de la empresa.

Conclusiones del autor:

- La clasificación de los elementos, el orden, la limpieza del espacio de trabajo, junto con los equipos y herramientas, la estandarización o mantenimiento del programa, y la disciplina de cumplimiento y compromiso del personal implicado, son pasos de la propuesta de implantación de las 5S.
- La mayoría de los problemas en las zonas de producción se debían a la falta de limpieza y orden, provocada por la ausencia de una cultura del orden y la limpieza, así como a la falta de supervisión por parte del jefe de producción y el supervisor de calidad.
- Poniendo en práctica las 5 S, se espera mejorar el entorno de trabajo y eliminar los accidentes laborales, las paradas de producción y la contaminación de los productos.

Conclusiones del trabajo de investigación:

- Es importante crear hábitos de orden y limpieza, pues esto afecta directamente al rendimiento de los trabajadores en sus labores diarias.
- Es indispensable que los trabajadores se sientan útiles e identificados con la empresa, esto es parte de la motivación y un mejor rendimiento por parte de ellos.
- Los espacios de trabajo deben ser adecuados, con limpieza y orden, una buena distribución y un ambiente agradable, esto aporta grandes beneficios en el ambiente laboral.

Caso 2:

Es un caso basado en una empresa que fabrica materiales a base de cloruro de polivinilo (PVC) utilizados en instalaciones eléctricas, revestimientos de baldosas cerámicas y otras aplicaciones en los sectores residencial, comercial e industrial. El objetivo general es utilizar tecnologías de fabricación ajustada para examinar la línea de productos plásticos de la empresa, sugerir mejoras y aumentar la calidad del producto al tiempo que se reducen los costes y los plazos de entrega. (Sascó, 2019)

Año: 2019

Título de la obra: “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.”

Autor: Sharon Gianella Sascó Blanco

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Problemática: La materia prima no es utilizada en su totalidad en un día de trabajo, las herramientas utilizadas no están colocadas en un orden específico lo que ocasiona movimientos innecesarios, los productos defectuosos no son detectados y se generan tiempos ociosos en los procesos con menor tiempos de ciclo; todo ello trae consigo productos con menor calidad y mayores costos.

Propuestas y mejoras: Aplicación del SMED a la zona de extrusión, aplicación de las 5S y Mantenimiento Autónomo y aplicación del control visual – ANDON.

Beneficios: Se identifican las actividades que agregan valor al set-up, se ahorra tiempo que puede ser utilizado en el proceso de producción de lotes pequeños de los productos pertenecientes a la línea de acabados de la construcción y se logra fabricar más productos, se inserta una cultura de orden y limpieza con un horario definido. Finalmente, se brindan capacitaciones a los operarios para que se disminuya el tiempo de respuesta ante algún problema o anomalía.

Conclusiones del autor:

- Dado que el éxito de la fabricación ajustada no sólo depende de la aplicación de sus herramientas, sino también del compromiso de toda la empresa para ejecutarlas, es necesario contar con el apoyo y la voluntad del personal implicado, desde las gerencias hasta los operarios, para la implantación de nuevas mejoras.

- Utilizando la herramienta SMED, será posible reducir el tiempo de traslado del operario para configurar la máquina de extrusión en aproximadamente un 42% del tiempo actual.

- La implantación de un sistema Andon permitirá una mejor visualización de lo que ocurre en cada puesto de trabajo y sus requerimientos, hasta el punto de que las incidencias en los puestos de trabajo quedarán expuestas en tiempo real para la toma inmediata de acciones correctoras por parte

del personal de acuerdo con el circuito detallado en la mejora, de forma que los supervisores de la empresa puedan dedicar menos tiempo y esfuerzo a supervisar y más tiempo a tomar decisiones para la solución de una incidencia.

Conclusiones de la tesis:

- La aplicación de las 5S debe volverse un hábito, mantener la disciplina y repetir el ciclo continuamente, esto genera mayor compromiso con la empresa.
- Es muy importante la aplicación del SMED en empresas que cuenten con maquinarias en sus procesos productivos, pues se podría ahorrar tiempos significativos para destinarlos a otras áreas.
- La implementación del control visual puede aplicarse en distintas áreas de la empresa y trae consigo un mejor flujo y mayor entendimiento de los operarios para eliminar desperdicios y mejorar la calidad.

Caso 3:

Es un caso basado en una pequeña empresa, que se dedica a la producción de portapapeles, porta cuadernos y fólder. Su objetivo es adoptar técnicas de Lean Manufacturing para mejorar el proceso de producción de los portapapeles, aumentar la rentabilidad y evaluar la viabilidad económica del proyecto. (Mendoza, 2021)

Año: 2021

Título de la obra: “MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PORTAPAPELES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PLÁSTICOS, USANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING”

Autor: Susan Marisol Mendoza Solorzano

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú

Problemática: Se generan defectos debido al mal almacenamiento de materia prima, errores por parte de los operarios al utilizar de forma incorrecta algunas máquinas, se realizan movimientos innecesarios y se identifican posturas inadecuadas en los trabajadores, afectando así el proceso de fabricación de portapapeles.

Propuestas y mejoras: Propuesta ergonómica, implementación de la metodología Andón y Jidoka, implementación de la metodología de flujo continuo mediante células de manufactura en forma de U, implementación de la metodología Poka Yoke, propuesta de Automatización Industrial, propuesta de climatización de almacén.

Beneficios: Bienestar de los operarios en su ambiente laboral, disminución de paradas inapropiadas de máquinas, reducción de traslado y manejo de material, aumento de la productividad, ahorro en costos, eliminación de productos defectuosos por pegosidad en el material, entre otros.

Conclusiones del autor:

-Las herramientas propuestas son las tecnologías de fabricación ajustada que se han desplegado para abordar las causas principales de los problemas de la organización. Además, se proponen otras contramedidas, como la automatización industrial, las propuestas ergonómicas y la climatización del almacén de materias primas.

- Evitar las paradas operativas clave y las distracciones de los operarios es el objetivo fundamental de las herramientas Lean Andon y Jidoka. Aunque el valor económico de esta propuesta sea sólo del 0,83%, debe aplicarse porque aborda directamente los problemas de los procesos vitales que se consideran cuellos de botella.

- La herramienta Lean Poka Yoke pretende evitar la alta frecuencia de paradas imprevistas del proceso de sellado debidas a errores del operario provocados por el cansancio o las distracciones. Con la adopción de esta idea se obtiene el 7,5% del beneficio económico global. Asimismo, sólo el 2,4% del coste total se destina a su ejecución.

Conclusiones de la tesis:

- Todas las propuestas de mejora traen consigo beneficios económicos importantes, los cuales pueden ser usados para capacitaciones o mejorar algún otro aspecto dentro de la empresa.

- Es importante contar con un cronograma para la aplicación de cada propuesta de mejora, puesto que algunas están relacionadas entre sí, además será una forma más fácil de tener control y supervisarlas.

1.2 Situación de la industria del plástico en el Perú

Según un informe presentado por el INEI en mayo del 2021, las importaciones crecieron en un 0.3% del 2019 al 2020, mientras que las exportaciones lo hicieron en un 2.4%.

En la Figura 1 se muestran las importaciones de maquinarias en millones de dólares para trabajar plástico a lo largo de los años,

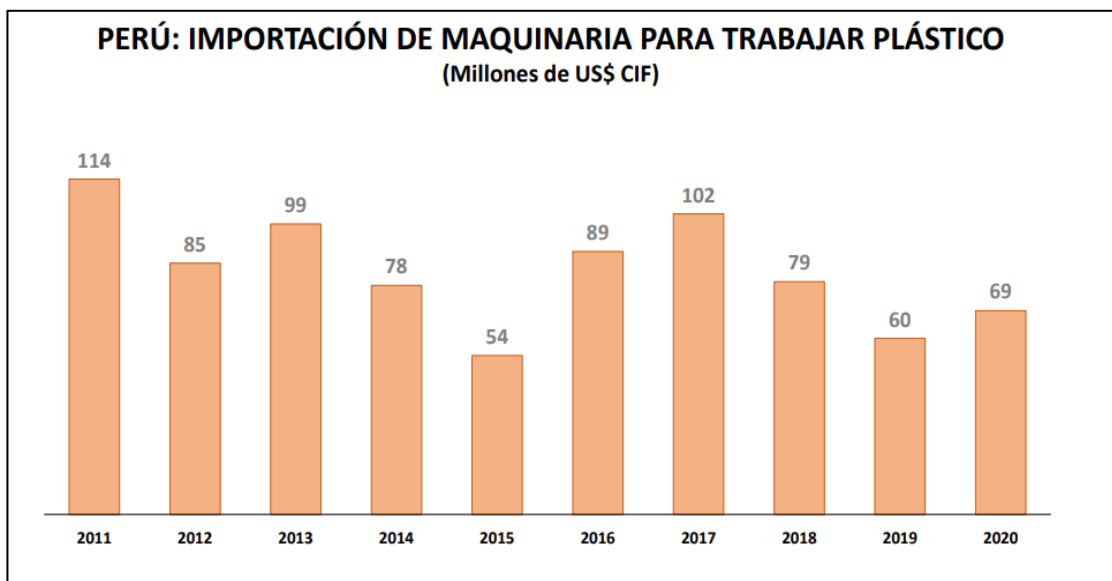


Figura 1: Importación de maquinaria
Fuente: SUNAT (2021)

1.3 PET

En una nota de National Geographic hecha por Parker (2019), relacionada al Medio Ambiente se menciona que durante mucho tiempo se consumían bebidas embotelladas en vidrio, acero y latas de aluminio. En los años 70 el PET (tereftalato de polietileno) cambió estos hábitos. Si bien es cierto el PET existía desde mucho antes cuando químicos de Du Pont experimentaban con polímeros, en 1973 Nathaniel Wyeth patentó la primera botella de PET. Luego empresas como PepsiCo y Coca Cola se sumaron al negocio del agua embotellada que fue un boom durante muchos años. Según Beverage Marketing Corp, en Estados Unidos, las ventas de agua aumentaron un 284% entre 1994 y 2017.

1.4 Proceso

Según la RAE (2021), es un conjunto de fases que se suceden durante un fenómeno natural o un proceso antropogénico.

Según la Norma ISO 9001 (2015), es un conjunto de procesos conectados o en interacción que convierten entradas en salidas. Los procesos pueden incluir tanto socios internos como externos, teniendo siempre presente a los clientes.

1.5 Herramientas de análisis de los procesos

Se presentan las definiciones de distintas herramientas de análisis de procesos que serán útiles para conocer en detalle el proceso de producción y determinar y analizar problemas existentes para posteriormente poder realizar propuestas de mejora en los puntos más críticos:

1.5.1 Diagrama de Pareto

La Ley de Pareto 80/20 es una generalización del principio de Pareto que dice lo siguiente: El 20% de todas las causas producen el 80% de todos los efectos. O bien, podemos encontrar un subconjunto más pequeño dentro de cualquier conjunto de elementos que produzca el mayor impacto. (Ultsch, 2002).

Las fuentes más significativas de un problema pueden identificarse utilizando este enfoque de análisis.

La Figura 2 ofrece un ejemplo del Diagrama de Pareto,

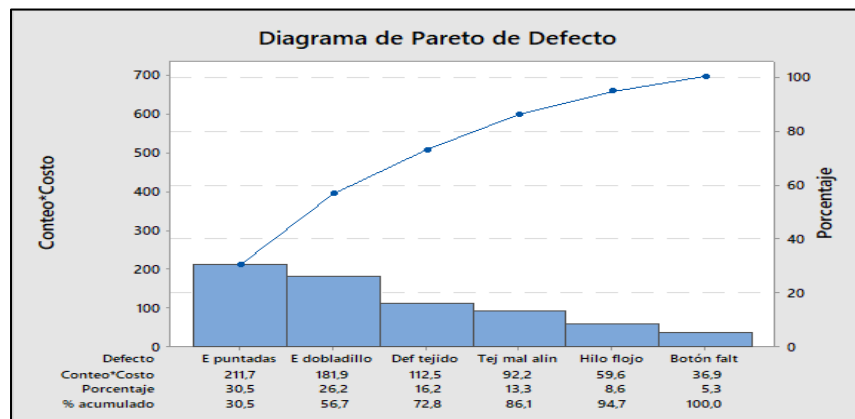


Figura 2: Diagrama de Pareto
Fuente: Herramientas Lean (2021)

1.5.2 Diagrama de Causa y Efecto

Se refiere a la representación de varias causas de un sistema que contribuyen a que se dé un problema, fue desarrollado en 1943 por Ishikawa por lo que este diagrama adopta también su apellido.

Este diagrama permite organizar y ordenar los problemas encontrados según su prioridad. Se podrá elegir qué problemas abordar en su totalidad y cuáles ignorar o abordar sólo parcialmente. Para elaborarlo, puede hacer una lista de todos los problemas que haya observado y, a continuación, decidir cuál es el más importante y cuál es su causa; y seguir haciendo esto hasta que haya encontrado todos los problemas. (Zapata, Villegas & Arango, 2006).

La Figura 3 ofrece un esquema del Diagrama de Ishikawa,

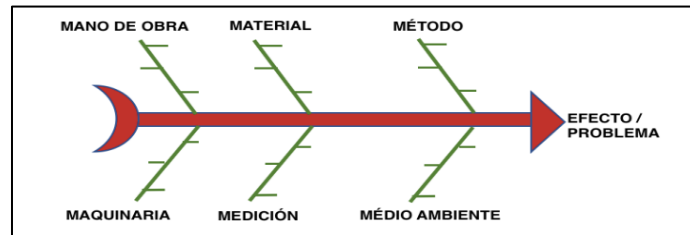


Figura 3: Diagrama de Ishikawa
Fuente: Risk Prevention de México S.C. (2020)

1.5.3 VSM

Las operaciones, los flujos de información y los procesos de datos en uso se representan gráficamente en el Mapa de Flujo de Valor. Presenta una imagen realista de las operaciones tal y como son en realidad, en contraposición a cómo las tenían en mente los procedimientos. Para aumentar la eficiencia e identificar áreas de potencial no identificadas previamente, la dirección, un responsable de operaciones o un responsable de calidad pueden solicitar el uso de un VSM en el contexto de un estudio de los procesos de una empresa. (Johann, 2017)

La Figura 4 ofrece un ejemplo del Vale Stream Mapping,

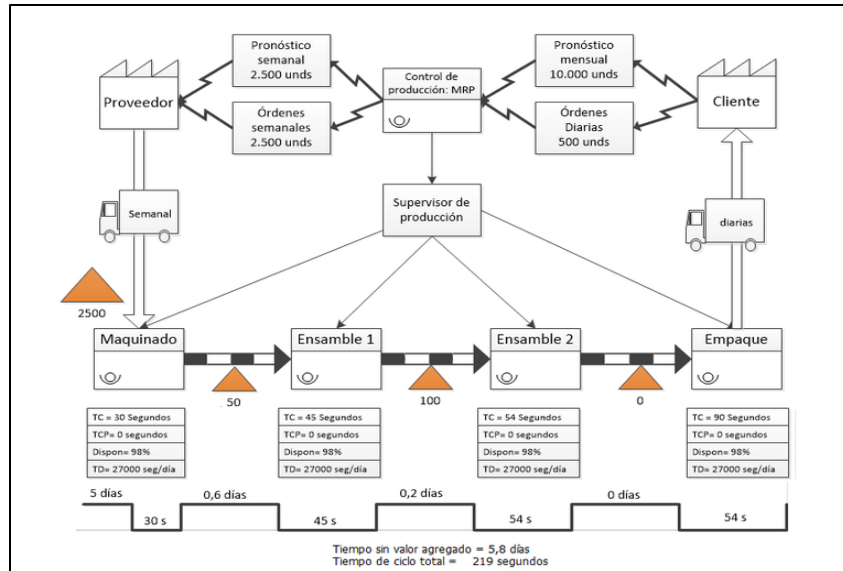


Figura 4: Value Stream Mapping
Fuente: PrevenControl (2019)

1.5.4 DOP

Se representan gráficamente el orden de las inspecciones, todas las actividades y los puntos en los que se introducen materiales en el proceso. El objetivo de este gráfico es brindar una imagen clara de toda la serie de acciones que tienen lugar durante el proceso. (García, 2005)

Las Figuras 5 y 6 ofrecen un esquema del Diagrama de Operaciones del Proceso y la representación gráfica del mismo, respectivamente,

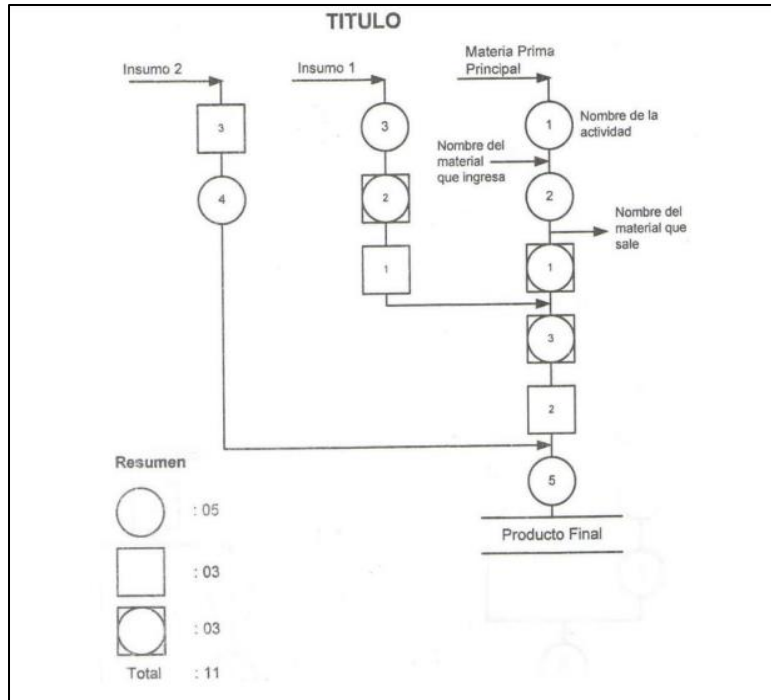


Figura 5: DOP
Fuente: (López, 2017)

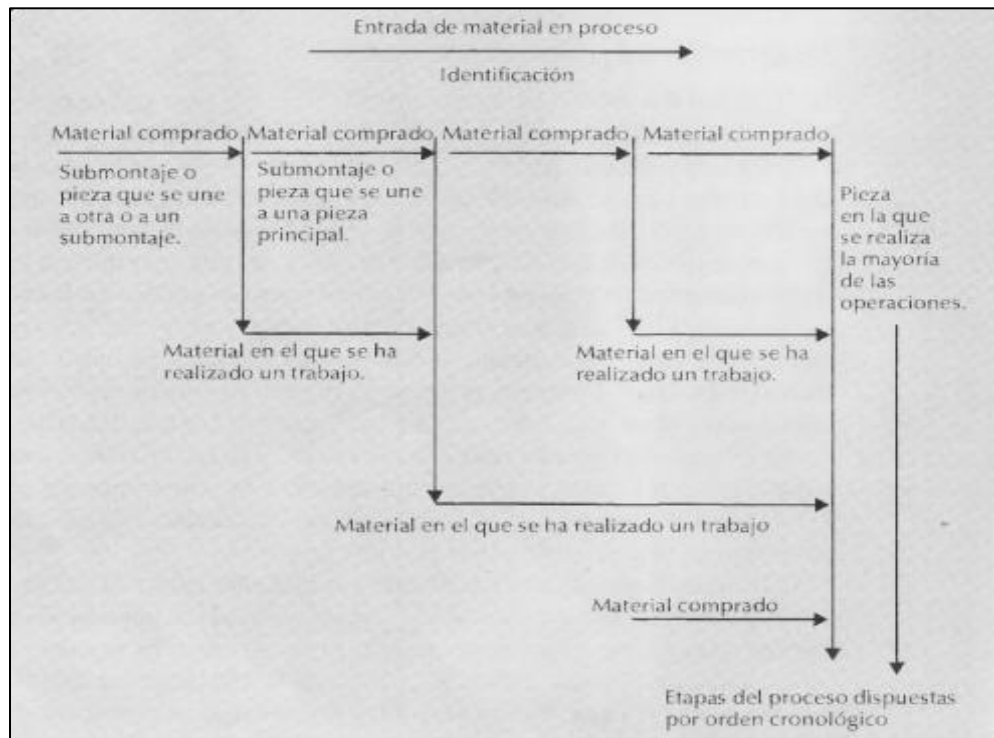


Figura 6: Representación gráfica de principio de elaboración de diagramas del proceso de operación
Fuente: (García, 2005)

1.6 Producción

Según Frish (1963), citado por Companys & Corominas (1998), es un proceso de transformación en el que algunas cosas sufren una integración durante la cual pierden su identidad y pasan a la nada, mientras que otras emergen del proceso.

1.7 Empresa

Según la RAE (2021), se denomina empresa a una unidad organizativa que realiza actividades industriales, comerciales o de servicios con ánimo de lucro.

Hablar de empresas es hablar de organizaciones, que son grupos de personas que hacen uso de diversas herramientas y recursos para llevar a cabo ciertas tareas encaminadas a alcanzar un mismo objetivo. (Pereda y Berrocal, 1999)

1.8 Lean Manufacturing

Utiliza una serie de herramientas creadas principalmente en Japón con el objetivo de reducir los residuos. Los principios de mejora continua, control total de la calidad, eliminación de residuos, maximización del potencial a lo largo de la cadena de valor y participación de los operarios son los fundamentos del Lean Manufacturing. (Rajadell & Sanchez, 2010)

Implica trabajar para lograr mejoras en el proceso de producción eliminando el despilfarro, que se define como cualquier acción que no añade valor al producto final y por la que el consumidor no está dispuesto a pagar. (Rajadell & Sanchez, 2010)

Se trata de un sistema sociotecnológico integral para la mejora de los procesos, cuyo objetivo primordial es la eliminación de residuos u operaciones que no benefician al consumidor. Al minimizar los residuos, los tiempos y costes de producción se reducen rápidamente al tiempo que aumenta la calidad. (Tejeda, 2011)

1.8.1 Los 7+1 Desperdicios

Según la RAE (2021), un desperdicio es todo lo que sobra y no se puede utilizar, es difícil de utilizar o se deja sin usar por descuido.

Según Ohno (1988), citado por Tejeda (2011), toda actividad que no aporte valor añadido se considera desperdicio o despilfarro. Identificó que los tipos de desperdicios de un sistema de producción pueden ser siete y se pueden agrupar según las siguientes categorías:

- Sobreproducción: Cuando un producto se fabrica antes, más rápido o en mayor cantidad de la que necesita el consumidor.
- Retrasos o periodos de espera: Trabajadores a la espera de suministros o información durante los cuales no se realiza ningún trabajo de valor añadido.
- Inventario: Almacenamiento prolongado de productos inacabados, trabajos en curso o materias primas. Ocupan espacio y exigen más servicios.
- Transporte: Mover productos acabados o materiales en proceso de un lugar a otro, lo cual no añade calor alguno.
- Defectos: Repetición de un procedimiento o reparación de un material en curso.
- Desperdicios de procesos: Esfuerzo o pasos adicionales en el procesamiento que, desde la perspectiva del consumidor, no añaden valor al producto o servicio.
- Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento humano o mecánico que no mejore la calidad o utilidad del bien o servicio.

Womack añadió más tarde el octavo despilfarro:

- Subutilización del personal o talento humano: Se produce cuando no se aprovechan o explotan los puntos fuertes de los miembros del personal, incluidos los creativos, físicos y mentales.

1.9 Herramientas de Lean Manufacturing

Se presentan las definiciones de distintas herramientas de Lean Manufacturing que serán empleadas para contrarrestar los problemas que se identifiquen en la empresa, para así mejorar la calidad de los productos, eliminar desperdicios, reducir tiempos de producción y costos, en general beneficioso tanto para la empresa como para el cliente:

1.9.1 Kanban

La expresión, que en japonés se traduce por "tarjeta", hace referencia a un sistema para comunicar las necesidades de materiales y componentes (hacia atrás) a partir de la demanda; se retiran los materiales o componentes necesarios y se utilizan tarjetas para señalar la retirada. (Muñoz, 2017)

Término japonés para "tarjeta" o "registro visible", que alude al uso de tarjetas para regular el flujo de producción de la fábrica. (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2008)

1.9.2 5S

Se trata de una metodología para oficinas y talleres que consiste en desarrollar actividades para mantener el orden/la limpieza y detectar anomalías en el lugar de trabajo, en las que todos pueden participar a nivel individual o de grupo. Estos cinco principios, cuyos nombres empiezan todos por la letra S, van todos con el objetivo de conseguir un espacio de trabajo limpio y bien organizado. (Rey, 2005)

Los principios de las 5S consisten en:

Seiri - Eliminar: Esta es la primera prioridad, pues es necesario deshacerse de todo lo que no se necesita, para despejar espacios y saber qué es lo que se debe conservar o descartar

Seiton - Ordenar: En este paso se deben colocar todo primordial en un lugar específico, para cuando se necesita se encuentre de forma rápida y así evitar perder el tiempo.

Seiso - Limpieza: Se debe realizar limpieza a los lugares de trabajo y es indispensable localizar los lugares más críticos para darle un adecuado mantenimiento. Además, esto afecta directamente a la motivación de los empleados y reduce significativamente los accidentes e incidentes imprevistos.

Seiketsu - Estandarizar: En este punto, un control visual debe permitir al personal determinar si las "S" anteriores se están aplicando adecuadamente o no. Además, se establecen las directrices para mantener la limpieza y el orden.

Shitsuke - Disciplina: Consiste en trabajar continuamente todas las normas establecidas, respetar las reglas, animar al personal a que se adhiera a ellas y tratar de hacer de las 5S un hábito.

La Figura 7 muestra los principios de las 5S,



Figura 7: 5S

Fuente: Sistemas OEE (2016)

1.9.3 SMED

Se trata de un conjunto de técnicas para acelerar el cambio de la maquinaria. Esto se consigue examinando detenidamente el procedimiento y añadiendo modificaciones que acorten los periodos de preparación en la máquina, el utensilio, las herramientas y el propio producto. (Hernández & Vizán, 2013)

Según Shingo (1985), citado por Arboleda & Rubiano (2017), cualquier puesta a punto para un cambio de máquina o un proceso "no debe llevar más de 10 minutos, de ahí la frase single minute, lo que agiliza y simplifica las operaciones de puesta a punto, el SMED ayuda a producir en lotes pequeños".

1.9.4 TPM

Según Gurinder (2006), citado por Marín-García & Mateo (2013), el Mantenimiento Preventivo Total (TPM) parte de la base de que, para hacer un buen mantenimiento, es necesaria la implicación de los operarios de producción, porque son los que mejor pueden evaluar el estado de los equipos o procesos y evitar que se produzcan averías.

Al mantener la maquinaria y los equipos al más alto nivel de rendimiento y prolongar su ciclo de vida, el TPM busca maximizar la disponibilidad y la eficiencia al tiempo que requiere una inversión mínima de recursos humanos. (Cooke, 2000)

Según Wikoff (2007), citado por García, Noriega & Romero (2012), este sistema es muy eficaz en empresas con actividades automáticas y secuenciales, y no exige grandes desembolsos financieros para aprovechar al máximo la infraestructura ya construida.

1.9.5 Andon

Según Socconini (2013), citado por Benito (2017), es una señal que combina componentes visuales, sonoros y de texto para proporcionar información en tiempo real y retroalimentación sobre el estado de un proceso, así como servir de aviso general sobre problemas de mantenimiento, paradas o disponibilidad por motivos específicos.

Los japoneses la llamaban "lámpara" en la antigüedad. Estaba construida con segmentos de papel dispuestos alrededor de una base con una vela en su interior y la tapa descubierta, y servía como señal visual para transmitir cosas a distancia. (Socconini, 2008)

La Figura 8 muestra gráficamente las herramientas de Lean Manufacturing,

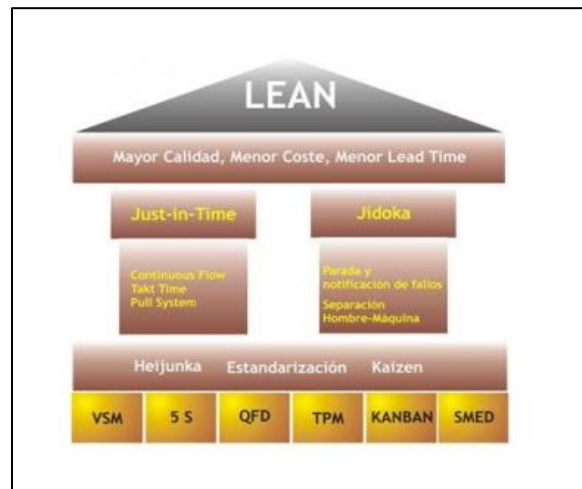


Figura 8: Herramientas de Lean Manufacturing
Fuente: Escuela de Organización Industrial (2011)

1.9.6 Jidoka

Según Hernández & Vizán (2013), es una palabra de origen japonés que se entiende como autonomía o automatización con un toque humano. Esta frase describe el sistema de control autónomo propuesto por Lean Manufacturing. Según los autores, el objetivo es que el proceso sea capaz de regular su propia calidad, deteniéndose si se produce una anomalía de forma automática o manual por parte del operario, deteniendo la progresión de las piezas defectuosas. Como resultado, hay menos componentes dañados que haya que arreglar y menos posibilidades de que retrasen más el procedimiento.



Figura 9: Elementos del principio de Jidoka
Fuente: Lean Construction México (2020)

CAPÍTULO 2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

En este capítulo se detallará con mayor profundidad acerca de la empresa en estudio, en primer lugar, se identificará el sector y actividad económica al que corresponde y una breve descripción de esta, luego se describirá su organización y se concluirá con una descripción de los procedimientos presentes en la producción de botellas PET.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa pertenece a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) 2220 – Fabricación de productos de plástico, ya que esta clase comprende métodos como el moldeo por compresión, la extrusión, el moldeo por inyección o por soplado de aire comprimido, la fundición, que transforman polímeros plásticos nuevos o usados (es decir, reciclados) en productos intermedios o finales. La mayoría de estas técnicas de producción permiten crear una amplia gama de productos. (INEI, 2010)

La empresa en estudio, la cual se denominará Empresa ABC, se encuentra en el distrito de Ate, específicamente en la localidad de Vitarte. Empezó sus actividades en la fabricación de productos de plástico como bolsas, descartables, entre otros. Hace aproximadamente 4 años se dedica a la fabricación de botellas de plástico PET en la planta de Ate. Los clientes más frecuentes son personas que tienen tiendas en mercados y centros comerciales al por menor y mayor, y plantas dedicadas al soplado de botellas (en este caso se venden las preformas).

2.2 Visión y Misión

Debido a que la empresa no cuenta con una misión y visión definidos formalmente, se proponen los objetivos que la empresa desearía alcanzar, según lo visto y conversado, a mediano y largo plazo:

. **Visión:** Convertirse en una reconocida empresa en el sector plásticos en el mercado local.

. **Misión:** Fabricar y brindar productos plásticos de buena calidad para lograr la satisfacción de los clientes.

2.3 Organización

. **Gerente de la empresa:** Su trabajo consiste en planear las actividades dentro de la empresa, fijar los objetivos en un corto, mediano y largo plazo, analizar los problemas presentes desde distintos aspectos. Principalmente se encarga de la planeación, organización y dirección.

. **Jefe de Planta:** Su trabajo consiste coordinar las actividades del proceso productivo, además de dirigir al personal y asegurarse de que se haga lo correcto. En este caso el Jefe de Planta es también el encargado de las compras y ventas.

. **Encargado de compras:** Principalmente se encarga de la búsqueda de proveedores y la compra de la materia prima que se necesita para la producción de las botellas según los requerimientos.

. **Encargado de ventas:** Principalmente se encarga de la recepción de pedidos y la coordinación con los clientes para la respectiva venta de las botellas.

. **Operarios:** Se encargan de la elaboración de las botellas, en las que hace uso de maquinarias. Suministra las materias primas correspondientes a las máquinas. Se encuentran tanto en las máquinas inyectoras como en las máquinas sopladoras.

. **Trabajadores:** Tienen como funciones, cargar y descargar la materia prima, productos en proceso y terminados, verificar, empaquetar los productos y llevarlos al lugar correspondiente para su almacenamiento.

La Figura 10 grafica el organigrama actual,

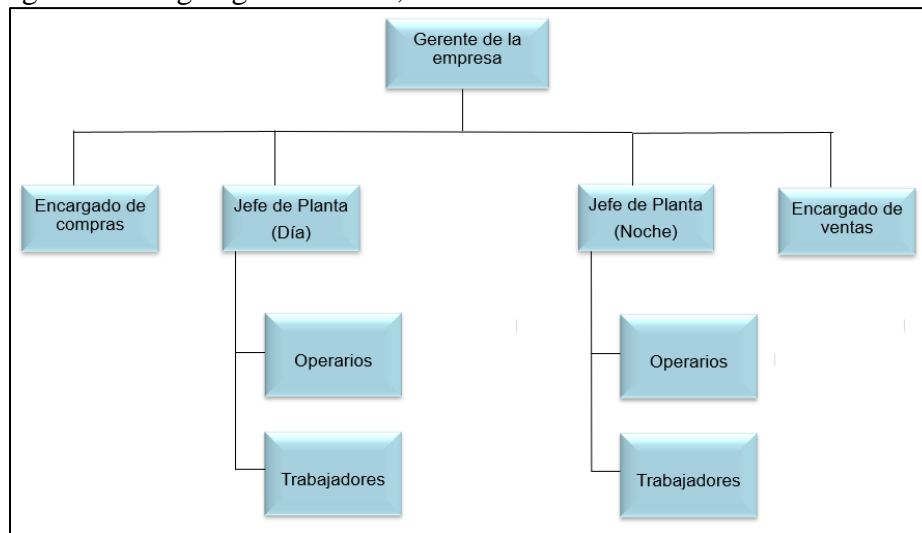


Figura 10: Organigrama de la empresa
Elaboración propia
Fuente: La empresa

2.4 Productos

Se fabrican preformas y botellas de PET de diferentes tamaños. Las preformas, que son el producto en proceso para la fabricación de botellas pueden tener diferentes gramajes, de esto dependerá la capacidad de cada botella y el requerimiento de los clientes.

La Tabla 1 ofrece los tipos de preformas fabricadas con sus gramajes y respectiva capacidad aproximada:

Tabla 1: Tipos de preformas

Gramaje de preforma	Capacidad
13.5 gr	350 ml
14.5 gr	380 ml
24 gr	500 ml
27 gr	600 ml
88 gr	7 L
98 gr	8 L

Elaboración propia
Fuente: La empresa (2022)

La Figura 11 representa el producto final, una botella PET de 350 ml,



Figura 11: Botella PET de 350 ml
Elaboración propia
Fuente: La empresa (2022)

La Figura 12 representa un paquete de botellas PET de 100 unidades lista para su venta,



Figura 12: Paquete de botellas PET
Elaboración propia
Fuente: La empresa (2022)

En la Figura 13 se muestran preformas de diferentes tamaños y gramajes, listas para ser sopladas,



Figura 13: Preformas PET
Fuente: PLASPET S.A. (2017)

2.5 Materia prima

Se utiliza Resina PET como materia prima, la cual es importada principalmente de China en sacos de alrededor de 1100 Kg. Esta resina se utiliza normalmente en las industrias de refrescos y agua mineral, así como en envases extruidos y termoformados para verduras y postres, entre otros. Destaca por su brillo y claridad. Aprobada para el contacto con alimentos.

La Figura 14 representa la Resina PET Virgen para la fabricación de botellas,



Figura 14: Resina PET
Fuente: CATÁLOGO DEL EMPAQUE (2022)

2.6. Proceso productivo

Se procede a describir las operaciones presentes en el proceso productivo de botellas PET, la que contiene 2 fases: Inyección de preformas y Soplado de preformas.

Inyección de preformas:

. Recepción de materia prima:

La resina virgen es recibida por los trabajadores, los cuales llevan esta materia prima hacia un almacén mediante un montacargas. Generalmente la resina PET es despachada en sacos de aproximadamente 1100 kg.

. Traslado de materia prima a la zona de inyección:

La resina es trasladada mediante un montacargas a la zona en la que se encuentran las 2 máquinas inyectoras y es colocada en sacos más pequeños cerca del secador.

. Secado de materia prima:

La materia prima es absorbida al secador y se calienta aproximadamente a 185°C para quitarle la humedad que contiene.

. Materia prima a tolva:

La materia prima va hacia la tolva, la cual finalmente distribuirá las cantidades necesarias a la parte de inyección y llevar a cabo el resto del proceso.

. Inyección:

La resina cae desde la tolva a la máquina de inyección de plástico, la cual se encarga de calentarla hasta aproximadamente 315°C. Se funde en un plástico líquido viscoso y espeso que una máquina introduce a presión en los moldes.

. Formación de preformas PET:

Las preformas se fabrican con plástico durante el proceso de moldeo por inyección y se transformarán en botellas durante la etapa de moldeo por soplado. Estas se endurecen inmediatamente debido al sistema de refrigeración de la máquina.

. Inspección de preformas PET:

Los operarios hacen una rápida inspección visual de las preformas según van cayendo al depósito desde la máquina.

. Empaquetado y almacenamiento:

Algunos tipos de preformas pueden ser empaquetadas en el mismo lugar en para la venta directa a plantas que se dediquen especialmente al soplado de estas o pueden ser llevadas al área de soplado en la misma planta. No se cuenta con un almacén para las preformas, por lo que son apiladas en el mismo lugar cerca de las máquinas inyectoras.

En la Figura 15 se muestra una máquina inyectora Powerjet,



Figura 15: Máquina inyectora de plástico
Fuente: Powerjet (2016)

Soplado de preformas:

. Traslado de preformas a zona de soplado:

Las preformas son trasladadas mediante un montacargas a la zona de soplado en la que se encuentran máquinas sopladoras.

. Calentamiento de preformas:

Las preformas son calentadas en un horno por aproximadamente 15 segundos cada una para obtener un plástico maleable.

. Soplado y moldeo:

Los operarios colocan las preformas en la máquina sopladora y una barra es insertada a cada preforma para estirarla y al mismo tiempo insufla aire a gran presión lo cual da como resultado la botella de PET.

. Extracción de botellas:

Las botellas son retiradas y puestas en un depósito.

. Inspección de botellas:

Los trabajadores inspección rápidamente botellas para asegurarse de que están en buen estado.

. Empaquetado de botellas:

Los trabajadores se encargan de ponerle las tapas a las botellas. Estas tapas son compradas. Las botellas se empaquetan por 100 unidades y quedan listas para la venta.

. Traslado a almacén de productos terminados:

Los paquetes de botellas son trasladados mediante un montacargas a su respectivo almacén de productos terminados.

. Almacenamiento de botellas:

Los paquetes de botellas son apilados en su respectivo almacén.

En la Figura 16 se muestra una máquina sopladora semiautomática junto al horno,



Figura 16: Máquina sopladora y horno
Fuente: Pet Technologies (2017)

Teniendo en cuenta que las botellas más demandadas son las de 350 ml, especiales para jugos y otros tipos de bebidas. La máquina inyectora puede producir alrededor de 62500 unidades de estas preformas durante un turno de 10 horas.

La Figura 17 representa el diagrama de bloques de procesos para la fabricación de botellas,

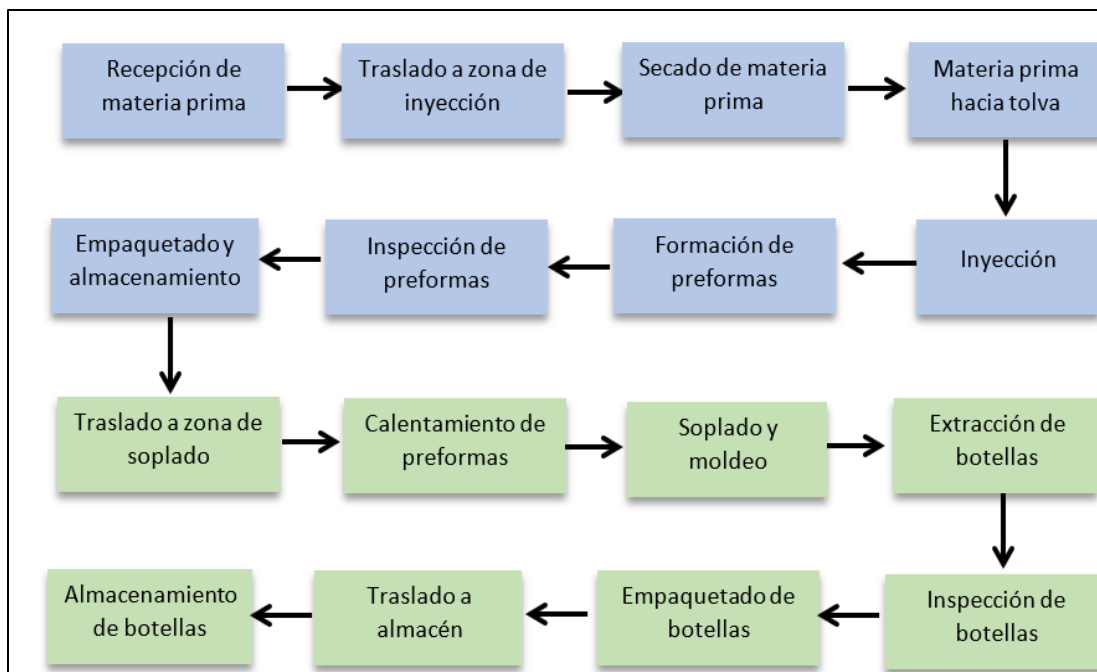


Figura 17: Diagrama de bloques de procesos
Elaboración propia
Fuente: La empresa (2022)

La Figura 18 ofrece un diagrama general del proceso de fabricación,

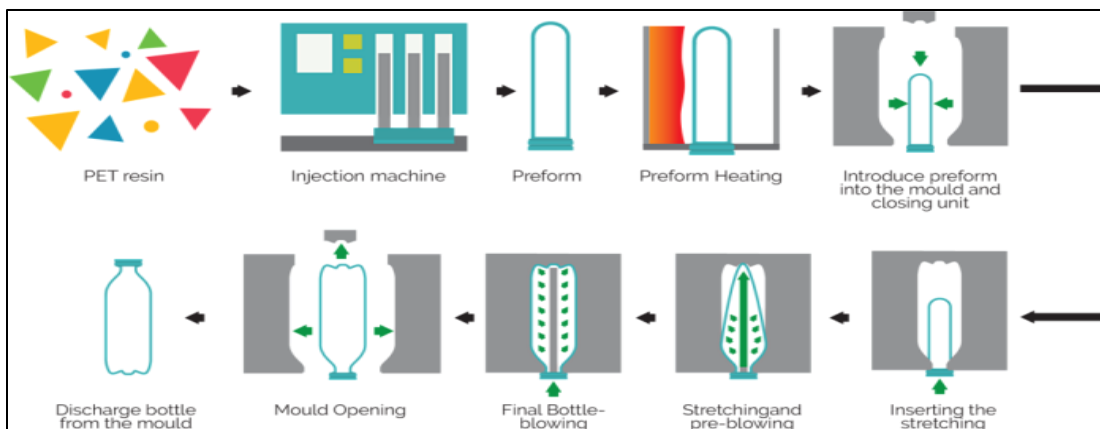


Figura 18: Proceso de fabricación de botellas PET
Fuente: Dynaplast

2.7. Equipos y máquinas

En la Tabla 2, se detalla la maquinaria y equipos utilizados,

Tabla 2: Detalle de equipos y máquinas

Ítem	Maquinaria o equipo	Cantidad	Descripción
1	Máquina inyectora automática	2	Máquinas que por medio de un sistema de inyección funden las resinas PET lo inyecta en el molde respectivo. Una máquina es usada para preformas de gramaje máximo de 27, la segunda es utilizada para gramajes de 88 hacia arriba.
2	Máquina sopladora semiautomática y horno	3	Estas máquinas se encargan de soplar las preformas PET, expandiendo el plástico a la forma del molde requerido.
3	Montacargas	1	Este equipo se emplea para trasladar los productos terminados a su respectivo almacén y para trasportar las materias primas a la zona de inyección..

Elaboración propia
Fuente: La empresa (2022)

2.8. Indicadores

A continuación, se plantean algunos indicadores de la empresa en la actualidad, los cuales serán comparados en el siguiente capítulo con las propuestas a realizar:

. Rendimiento:

Las máquinas sopladoras producen alrededor de 1700 a 1800 botellas por hora, dependiendo de la capacidad de los operarios.

Por lo que la relación entre la cantidad que se puede generarse y el tiempo para que esto suceda sería: (1700 botellas/hora) *(3 máquinas) *(20 horas/día) *(30 días) = 3,060,000 botellas/mes.

. Calidad:

Este indicador representa la relación entre la producción total y los productos sin fallas o deformidades. Generalmente, los productos con fallas representan aproximadamente un 2% de lo que se produce en el día. Teniendo en cuenta esto, se tiene un 98% de productos en buen estado.

El % de Cumplimiento es: $(P - 2\%P) / (P) = 98\%$.

. Disponibilidad:

Este indicador representa el tiempo de producción real entre el tiempo de producción disponible.

En este caso se opera 20 horas al día, 6 días a la semana = 120 horas. El tiempo muerto programado para el mantenimiento preventivo es de 2 horas cada semana y el tiempo muerto no programado por fallas u otros inconvenientes es de 6 horas.

El % de Disponibilidad es: $(120-2-6) / (120-2) = 94.92\%$

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

En este capítulo se presentará el diagnóstico de la empresa; en primer lugar, se justificará el área, proceso y operaciones a analizar, luego se identificarán los problemas presentes en el área en estudio y se hará uso de ciertas herramientas para analizar datos e información. Con la información recolectada, se identificarán las causas críticas de los problemas identificados y se procederá a realizar un diagnóstico de la situación actual.

3.1. Justificación del área, proceso, operaciones y familia de productos a analizar

Para la justificación de la elección del área, proceso, operaciones y familia de productos a analizar, se utilizará el Diagrama de Pareto, en el que según ciertos criterios e indicadores se podrá llegar a elegir lo que se desea de una forma más precisa:

3.1.1 Área a analizar

Para la justificación del área a analizar, se usó como primer indicador el número de procesos presentes en cada área; esto debido a que se considera un área crítica a aquella en donde haya más procesos involucrados, pues es probable que se encuentren más problemas o deficiencias. Los procesos de Producción son Planta y Almacén, los de Ventas son Coordinación y venta de botellas, y los de compras son Búsqueda y compra de materia prima.

La Figura 19 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar el área a analizar según el número de procesos presentes en cada una,

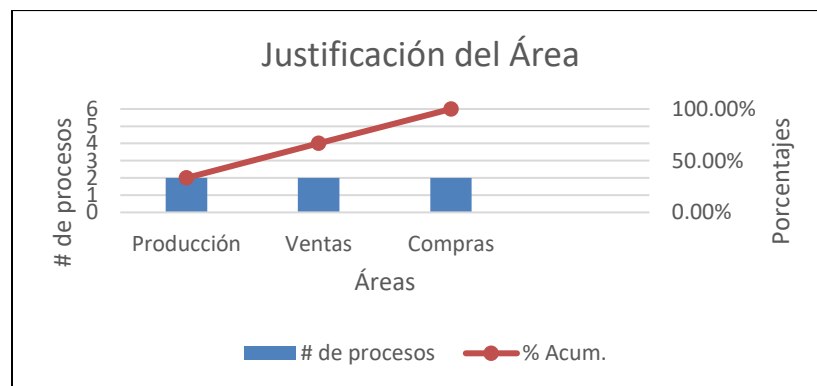


Figura 19: Diagrama de Pareto para seleccionar el área a analizar según los procesos
Elaboración propia

En este caso todas las áreas cuentan con la misma cantidad de procesos.

Como segundo indicador se usó el número de trabajadores presentes en cada área; esto debido a que se considera un área crítica a aquella en donde haya más personal involucrado, pues es probable que existan errores humanos o que las áreas no se estén manejando de la forma adecuada.

La Figura 20 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar el área a analizar según el número de trabajadores presentes en cada una,

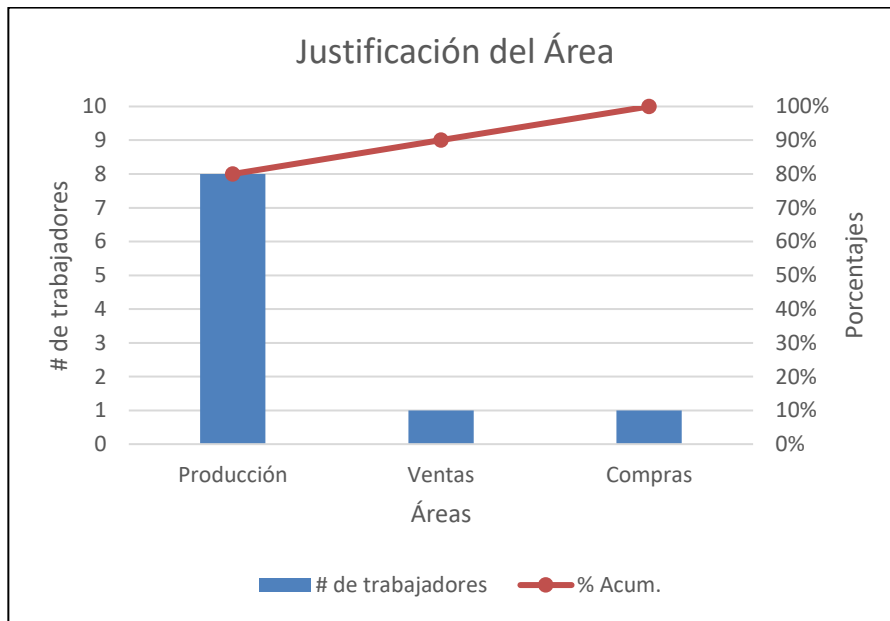


Figura 20: Diagrama de Pareto para seleccionar el área a analizar según el número de trabajadores
Elaboración propia

Según el Diagrama, el área que tiene un mayor número de trabajadores es la de Producción.

Según ambos diagramas, se puede concluir que el área a analizar será la de Producción, pues el número de procesos es igual en todas las áreas y hay más trabajadores involucrados que en las demás áreas.

3.1.2 Proceso a analizar

Para la justificación del proceso a analizar, se usó como primer indicador el número de actividades presentes en cada proceso; esto debido a que se considera un proceso crítico a aquel en donde haya más actividades involucradas, pues es probable que se encuentren más problemas o deficiencias. Las operaciones presentes en planta son las de la producción de botellas, es decir todo lo que involucra la transformación de materia prima en un producto final. En este caso no se consideran otros procesos como Planeamiento, Control de Calidad o Mantenimiento pues estos básicamente se desarrollan en Planta.

La Figura 21 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar el proceso a analizar según el número de operaciones presentes en cada uno,

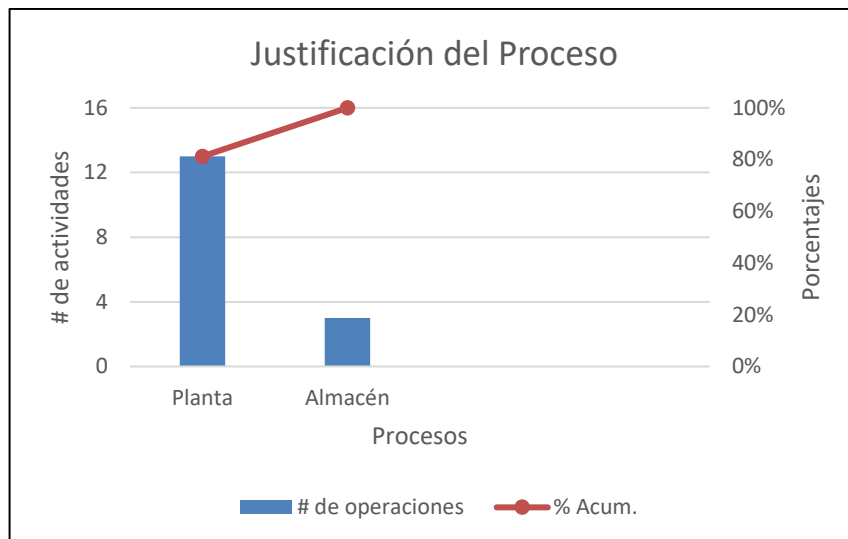


Figura 21: Diagrama de Pareto para seleccionar el proceso a analizar según el número de operaciones
Elaboración propia

Según el Diagrama, el proceso con que tiene más actividades es el de Planta.

Como segundo indicador se usó el número de trabajadores presentes en cada proceso; esto debido a que se considera un proceso crítico a aquel en donde haya más personal involucrado, pues es probable que existan errores humanos o que los procesos no se estén desarrollando de la manera correcta.

La Figura 22 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar el proceso a analizar según el número de trabajadores presentes en cada uno,

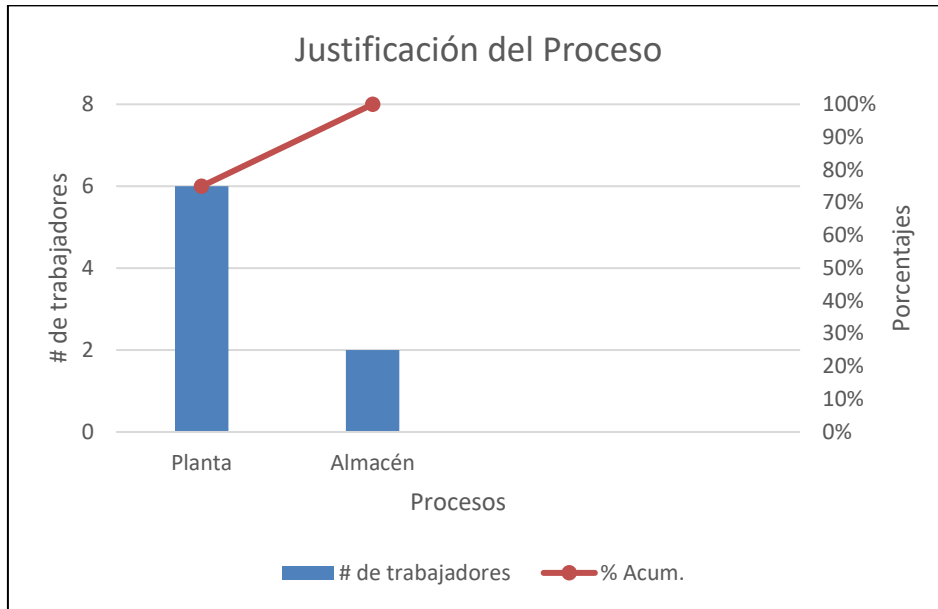


Figura 22: Diagrama de Pareto para seleccionar el proceso a analizar según el número de trabajadores
Elaboración propia

Según el Diagrama, el proceso con mayor número de trabajadores es el de Planta.

Según ambos diagramas, se puede concluir que el proceso a analizar será el de Planta, pues hay más actividades y trabajadores involucrados que en Almacén.

3.1.3 Operaciones a analizar

Se hará un estudio de las operaciones presentes en el proceso de producción para elegir las operaciones a analizar, dividida en 2 fases: Inyección de preformas y Soplado de preformas.

Para la justificación del proceso a analizar, se usó como primer indicador el número aproximado de días a la semana en los que se presentan contratiempos en cada operación; esto debido a que se considera una operación crítica a aquella en la que la frecuencia de contratiempos sea mayor.

La Figura 23 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar las operaciones a analizar según la cantidad de días en los que se presentan contratiempos por semana en cada una,

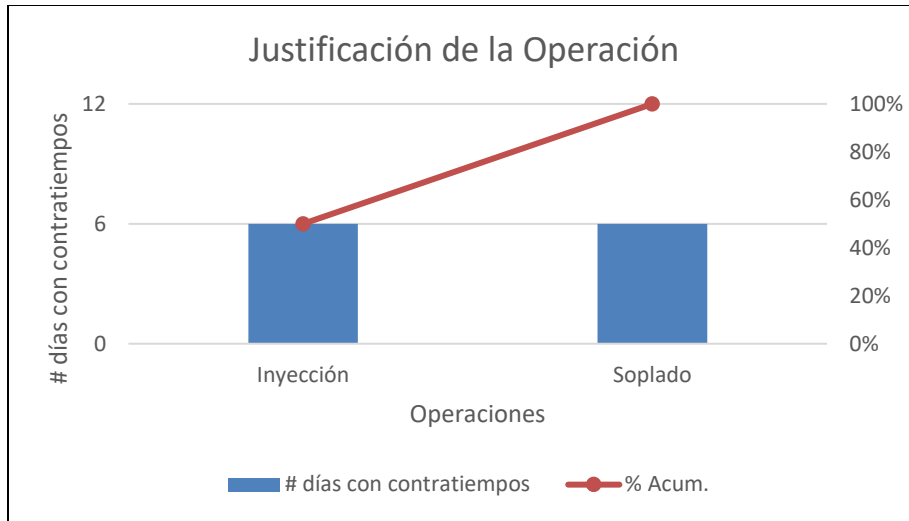


Figura 23: Diagrama de Pareto para seleccionar las operaciones a analizar según los días con contratiempos por semana
Elaboración propia

Según el Diagrama, ambas operaciones presentan igual número de días con contratiempos por semana.

Como segundo indicador se usó el número de trabajadores presentes en cada operación; esto debido a que se considera una operación crítica a aquella en donde haya más personal involucrado, pues es probable que existan errores humanos o que las operaciones no se estén haciendo de una manera correcta.

La Figura 24 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar las operaciones a analizar según el número de trabajadores involucrados en cada una,

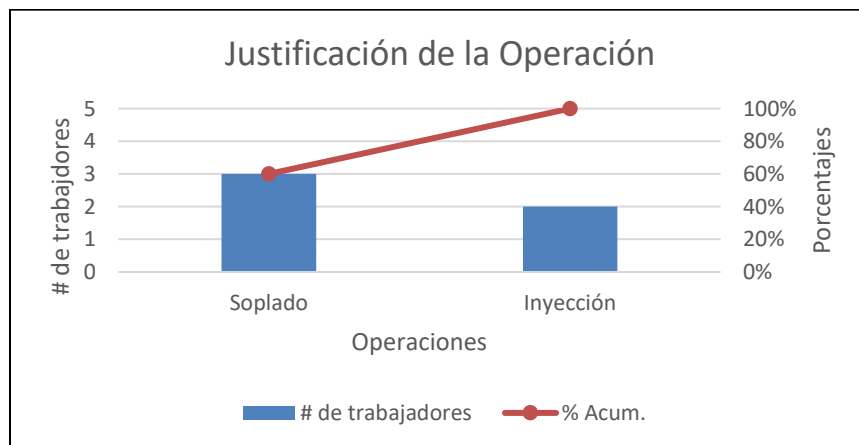


Figura 24: Diagrama de Pareto para seleccionar las operaciones a analizar según el número de trabajadores
Elaboración propia

Según el Diagrama, la operación en la que hay más trabajadores es la de Soplado, pero la diferencia es mínima comparada a la operación de Inyección.

Según ambos diagramas, se puede concluir que las operaciones a analizar serán las de Soplado e Inyección.

3.1.4 Familia de Productos a analizar

Se hará un análisis por separado de los tipos de preformas que se venden directamente para ser sopladas, es decir se quedan en la fase de Inyección, y las que llegan a la fase de Soplado, las cuales finalmente se convertirán en botellas.

En este caso las preformas de 88gr y 98gr que son las de 7L y 8L respectivamente, se venden tal cual a empresas que se dedican solo al soplado de botellas. Las preformas de 13.5 gr, 14.5 gr, 23.7 gr y 27 gr que son las de 350 ml, 380 ml, 500 ml y 600 ml son las que llegan hasta la fase de Soplado. Además, existen 2 máquinas inyectoras, una para cada grupo de preformas.

Para la justificación de la familia de productos a analizar del primer grupo de productos, se usó como indicador la cantidad de preformas de 88gr y 98gr producidas al mes, esto debido a que se considera un producto a analizar a aquel que tenga el mayor porcentaje de producción.

La Figura 25 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar la familia de productos a analizar según la cantidad de preformas producidas al mes aproximadamente,

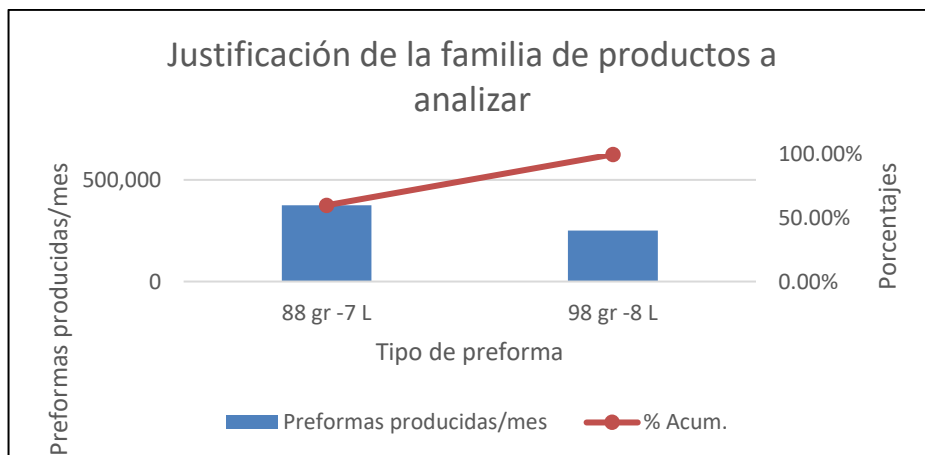


Figura 25: Diagrama de Pareto para seleccionar la familia de productos a analizar según la cantidad de preformas producidas por mes
Elaboración propia

Según el Diagrama, el tipo de preforma con mayor producción al mes es la de 88g-7L. Estas representan aproximadamente el 60% de la producción total de su respectiva máquina inyectora. Por lo que se puede concluir que el tipo de preforma a analizar es esta.

Para la justificación de la familia de productos a analizar del segundo grupo de productos, se usó como indicador la cantidad de botellas de 350ml, 380 ml, 500 ml y 600 ml producidas al mes, esto debido a que se considera un producto a analizar a aquel que tenga el mayor porcentaje de producción.

La Figura 26 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar la familia de productos a analizar según la cantidad de botellas producidas al mes aproximadamente,

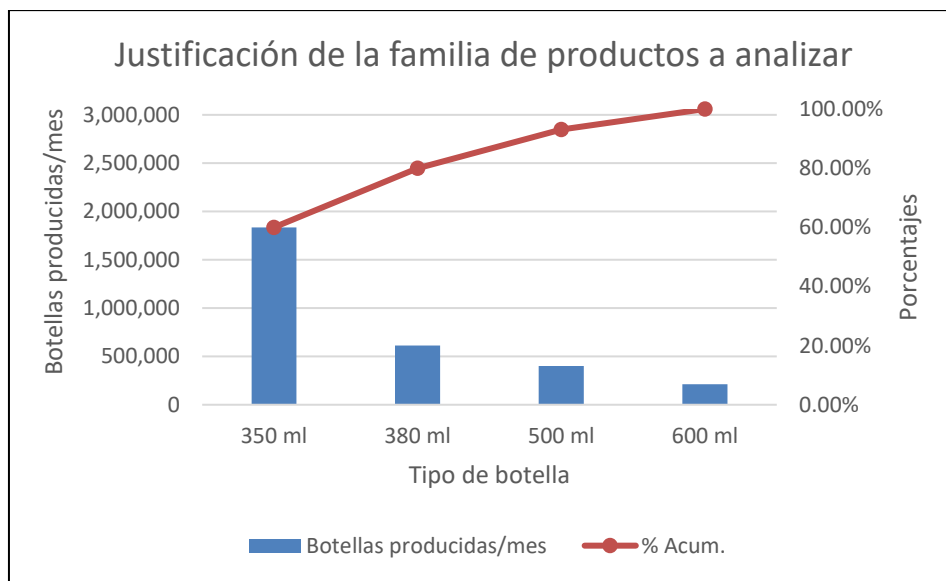


Figura 26: Diagrama de Pareto para seleccionar la familia de productos a analizar según la cantidad de botellas producidas al mes
Elaboración propia

Según el Diagrama, los tipos de botella con mayor producción son las de 350 ml y 380ml. Estas representan aproximadamente el 60% y 20% de la producción total de su respectiva máquina inyectora. Por lo que se puede concluir que los tipos de botellas a analizar son estas.

3.2. Identificación de problemas

Para identificar problemas presentes en la empresa se realizará el Análisis FODA, Lluvia de Ideas y Diagrama de Ishikawa, los cuales fueron elaborados con el apoyo y comentarios del Jefe encargado de la Planta y de los operarios de cada zona.

En primer lugar, se realiza de manera general, el Análisis FODA para identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas presentes con el fin de detectar ciertos problemas y aprovechar las oportunidades de mejora.

La Figura 27 representa el Análisis FODA,

ANÁLISIS FODA	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none">-Variedad de tamaños de botellas-No se necesitan muchos operarios-Las operaciones son las mismas para todos los tamaños de botellas- Los productos son livianos, resistentes y reciclables-Las actividades a realizar son relativamente sencillas	<ul style="list-style-type: none">-No se tiene un control de calidad exhaustivo-Dependencia de la materia prima importada-Distancia entre la planta y los clientes-No hay mucho conocimiento de las maquinarias y tendencias tecnológicas-Poco espacio para almacenar los productos
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">-Comercio electrónico-Crecimiento de la demanda en épocas de verano-Crecimiento del sector en el país-Posibilidad de diversificación-Inversión en nuevas tecnologías e infraestructura	<ul style="list-style-type: none">-Elevación de costos de la materia prima importada-Demora en el despacho de la materia prima-Las políticas ambientales pueden generar restricciones en la producción-Muchos competidores-Inestabilidad política y económica

Figura 27: Análisis FODA de la empresa
Elaboración propia

En segundo lugar, se presenta una Lluvia de Ideas de los problemas presentes en las operaciones de Inyección y Soplado. Estos problemas son plasmados a partir de lo visto en la empresa y lo conversado con el encargado.

La Figura 28 representa la Lluvia de Ideas para la identificación de los problemas en las operaciones de Inyección y Soplado,

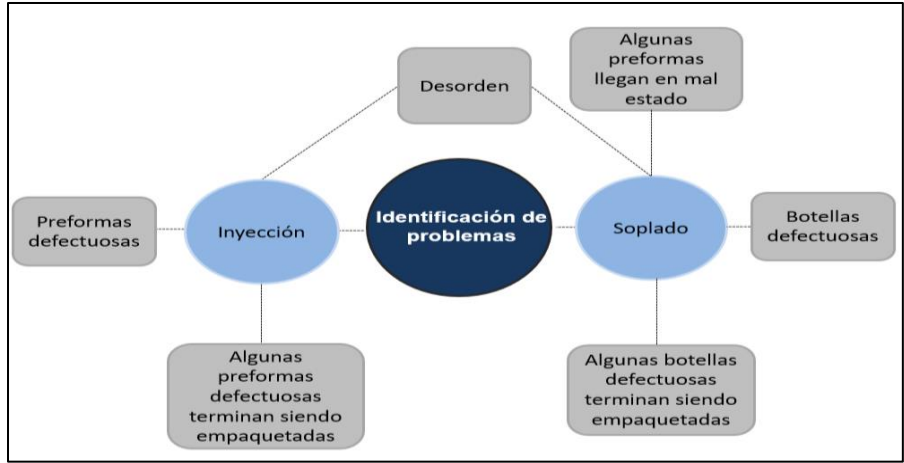


Figura 28: Lluvia de ideas para la identificación de problemas en las operaciones de Inyección y Soplado
Elaboración propia

Para la selección de los problemas a analizar, se usó como indicador el número aproximado de días a la semana en los que se presenta cada problema; esto debido a que se considera un problema crítico a aquel en el que la frecuencia en que estos se presenten sea mayor. Este análisis se hace tanto para el proceso de Inyección como el de Soplado.

La Figura 29 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar los problemas a analizar en Inyección según la frecuencia en que estos se presentan,

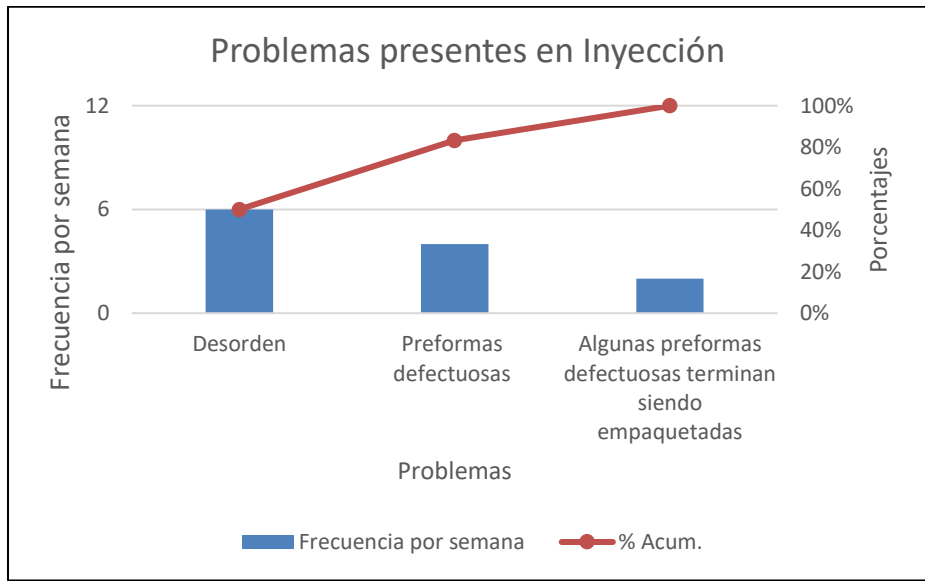


Figura 29: Diagrama de Pareto para seleccionar los problemas a analizar en Inyección según la frecuencia en que estos se presentan
Elaboración propia

Según el Diagrama, se puede concluir que los problemas a analizar en el proceso de Inyección serían el Desorden y las Preformas defectuosas, pues estos se presentan con mayor frecuencia.

La Figura 30 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar los problemas a analizar en Soplado según la frecuencia en que estos se presentan,

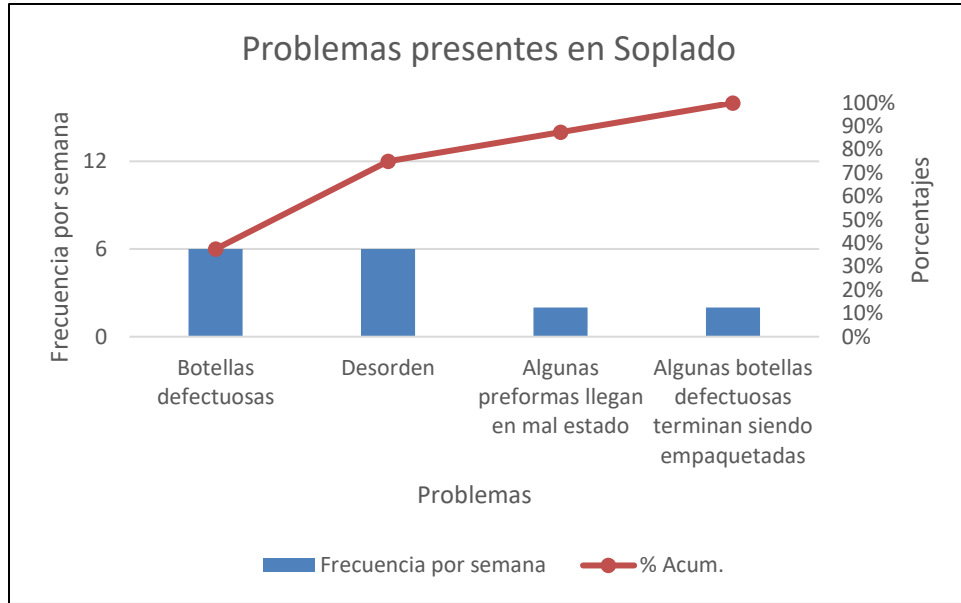


Figura 30: Diagrama de Pareto para seleccionar los problemas a analizar en Soplado según la frecuencia en que estos se presentan
Elaboración propia

Según el Diagrama, se puede concluir que los problemas a analizar en el proceso de Inyección serían las Botellas defectuosas y el Desorden.

3.3. Identificación de las causas críticas

Anteriormente se llegó a la conclusión de que los problemas a analizar en la Operación de Inyección serían el Desorden y las Preformas defectuosas; y en la Operación de Soplado serían Desorden y las Botellas defectuosas.

Para mostrar las posibles causas, se han agrupado estos problemas como Desorden en la Zona de Inyección/Soplado y Preformas/Botellas defectuosas. Estas serán presentadas mediante un Diagrama de Ishikawa.

Para establecer las causas con mayor relevancia y priorizarlas, se realizará una valoración de estas teniendo en cuenta las preguntas establecidas en la Tabla 3, con un criterio de puntuación de 0 a 3 la cual será utilizada para identificar las causas críticas:

Tabla 3: Valoración de criterios

Criterio	Pregunta	Nulo	Poco	Intermedio	Relevante
1	¿Es un componente que contribuye al problema?	0	1	2	3
2	¿Esto contribuye directamente al problema?	0	1	2	3
3	Si se elimina, ¿Se resolvería el problema?	0	1	2	3
4	¿Se puede sugerir una solución viable?	0	1	2	3
5	¿La solución es cuantificable?	0	1	2	3
6	¿La solución es asequible?	0	1	2	3

Elaboración propia
Fuente: Chumacero (2019)

Después de evaluar las causas en cada criterio, se realizará el Diagrama de Pareto para poder identificar las causas críticas.

La Figura 31 muestra las causas detrás del problema denominado Desorden en la Zona de Inyección/Soplado,

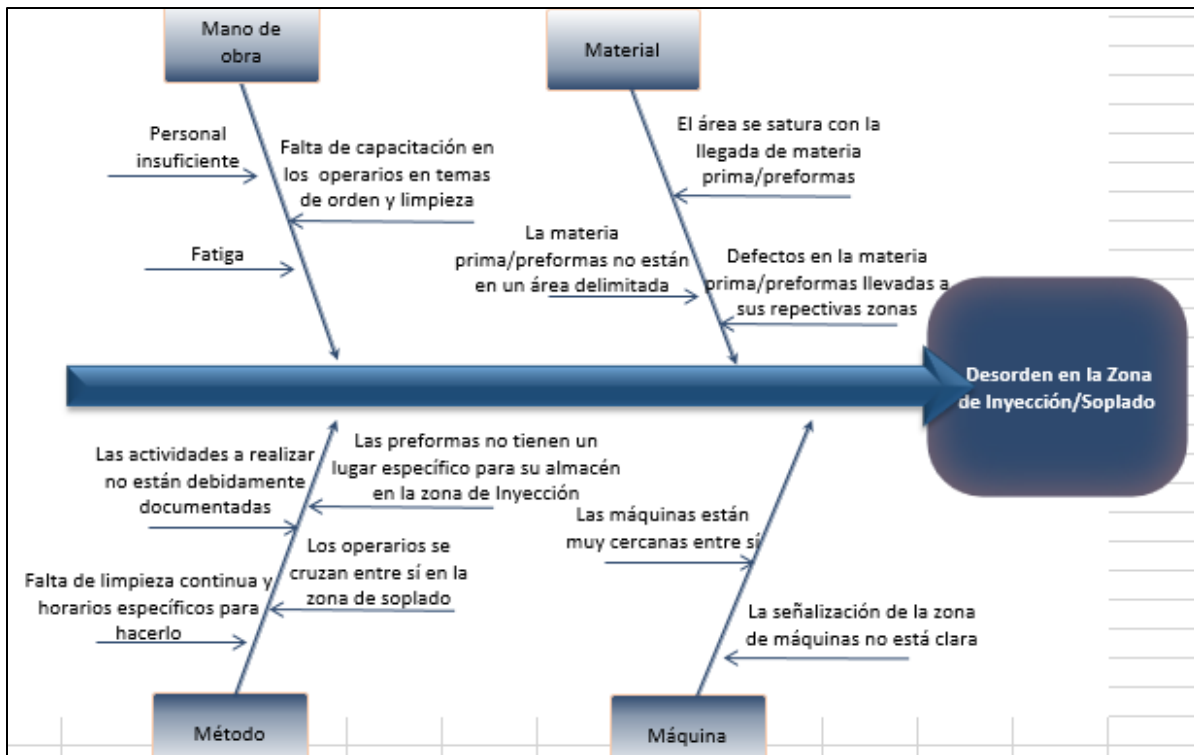


Figura 31: Diagrama de Ishikawa para el Desorden en la Zona de Inyección/Soplado
Elaboración propia

La Tabla 4 ofrece el puntaje de las causas detrás del problema denominado Desorden en la Zona de Inyección/Soplado:

Tabla 4: Puntaje de las causas del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado

M	Causas	Criterio						Puntaje
		1	2	3	4	5	6	
Mano de obra	Personal insuficiente	3	2	1	3	3	2	14
	Fatiga	3	2	1	3	1	3	13
	Falta de capacitación en los operarios en temas de orden y limpieza	3	3	3	3	3	2	17
Material	La materia prima/preformas no están en un área delimitada	3	2	1	3	2	3	14
	El área se satura con la llegada de materia prima/preformas	3	2	2	3	2	2	14
	Defectos en la materia prima/preformas llevadas a sus respectivas zonas	3	2	1	3	3	2	14
Método	Las actividades a realizar no están debidamente documentadas	3	2	2	3	2	3	15
	No se realiza una limpieza continua ni hay horarios específicos para hacerlo	3	3	3	3	3	2	17
	Las preformas no tienen un lugar específico para su almacén en la zona de inyección	3	3	2	3	2	1	14
	Los operarios se cruzan entre sí en la zona de soplado	3	2	1	3	1	2	12
Máquina	Las máquinas están muy cercanas entre sí	3	2	2	2	3	1	13
	La señalización de la zona de máquinas no está clara	3	2	2	3	2	3	15

Elaboración propia

La Figura 32 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar las causas críticas del problema denominado Desorden en la Zona de Inyección/Soplado, según los puntajes obtenidos en cada una,

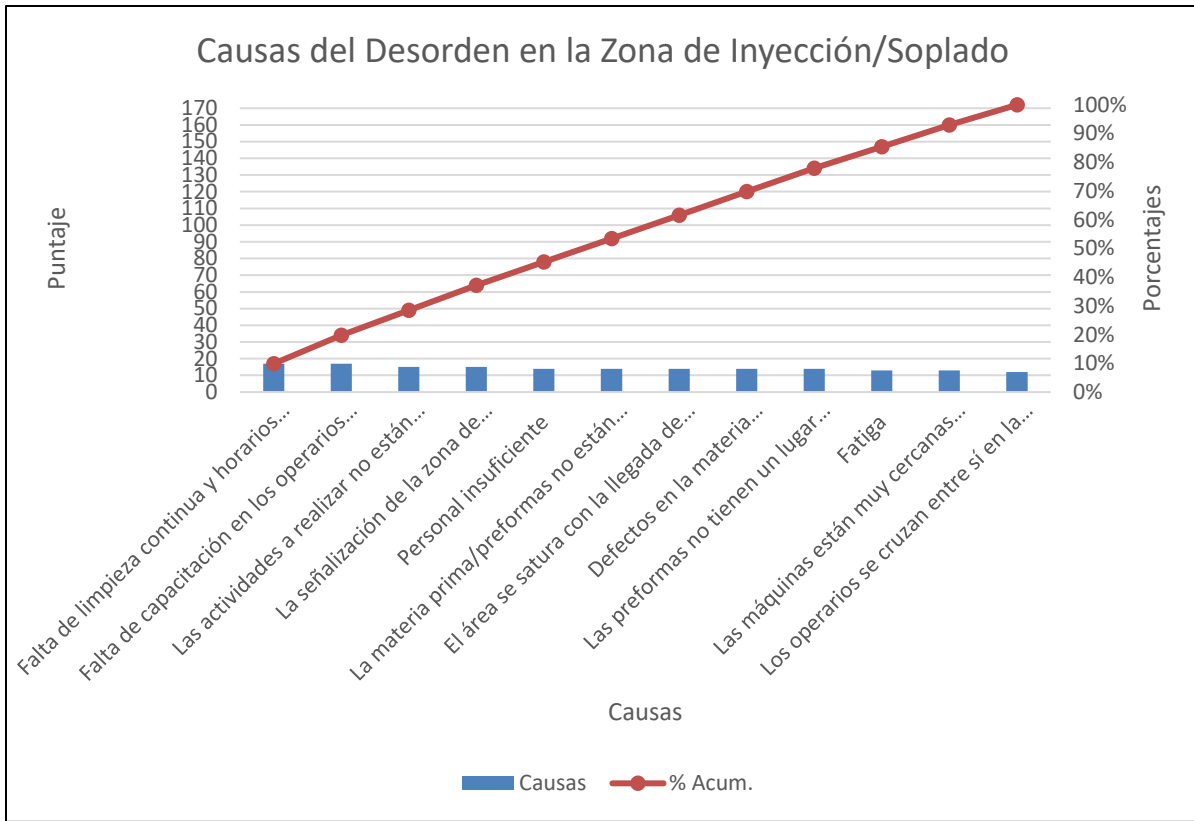


Figura 32: Diagrama de Pareto para seleccionar las causas críticas del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado
Elaboración propia

De la Tabla y el Diagrama de Pareto, se observa que las principales causas del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado son la Falta de limpieza continua y horarios específicos para hacerlo, la Falta de capacitación en los operarios en temas de orden y limpieza, las Actividades no están debidamente documentadas y la señalización de la Zona de máquinas no está clara.

La Tabla 5 presenta la situación actual de las causas principales del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado:

Tabla 5: Situación actual de las causas principales del Desorden en la Zona de Inyección/Soplado

Problema principal	Causa Principal	Situación Actual
Desorden en la Zona de Inyección/Soplado	Falta de limpieza continua y horarios específicos para hacerlo	La limpieza en las zonas no está desarrollada bajo un cronograma ni es exhaustiva, ésta solo se realiza superficialmente por alrededor de 20-30 minutos, siempre y cuando las zonas se vean muy sucias.
	Falta de capacitación en los operarios en temas de orden y limpieza	Los operarios que trabajan actualmente no han recibido una sola capacitación hasta el momento con respecto a estos temas, no hay una cultura de orden y limpieza.
	La señalización de la Zona de máquinas no está clara	La zona de máquinas, tanto en Inyección como en Soplado, no tienen una clara señalización, esto lleva a que los operarios u otros nuevos trabajadores estén expuestos a riesgos; además de generar desorden.
	Las actividades no están debidamente documentadas	Las actividades a realizar en cada operación, y la forma de hacerlas, son transmitidas por los encargados y los operarios con mayor experiencia. No se tienen un documento oficial de cómo se debería hacer cada actividad, de manera que sirva como guía para los nuevos operarios y así tener un mayor orden y agilizar el proceso.

Elaboración propia

La Figura 33 muestra las causas detrás del problema denominado Preformas/Botellas defectuosas,

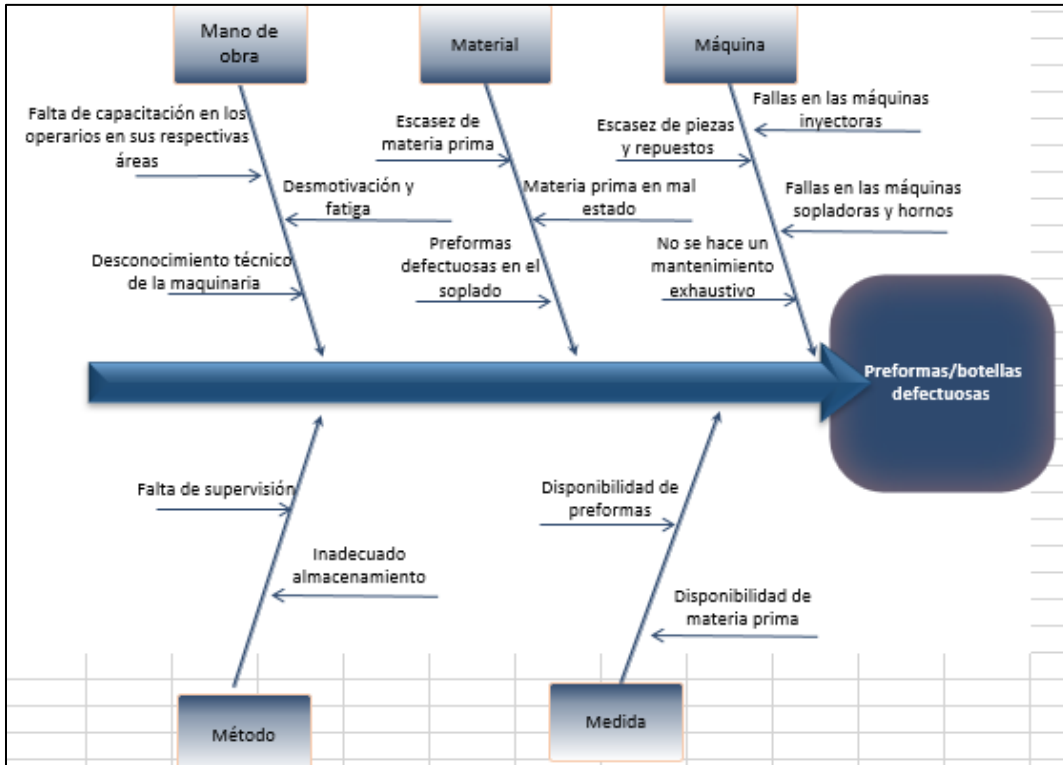


Figura 33: Diagrama de Ishikawa para las Preformas/botellas defectuosas
Elaboración propia

La Tabla 6 ofrece el puntaje de las causas detrás del problema denominado Preformas/botellas defectuosas:

Tabla 6: Puntaje de las causas de Preformas/botellas defectuosas

M	Causas	Criterio						Puntaje
		1	2	3	4	5	6	
Mano de obra	Falta de capacitación en los operarios en sus respectivas áreas	3	3	3	3	3	2	17
	Desconocimiento técnico de la maquinaria	3	3	2	3	2	2	15
	Desmotivación y fatiga	3	2	1	3	1	3	13
Material	Escasez de materia prima	3	2	1	1	3	1	11
	Preformas defectuosas en el soplado	3	2	2	3	3	2	15
	Materia prima en mal estado	3	3	2	2	2	1	13
Método	Falta de supervisión	3	2	1	3	2	3	14
	Inadecuado almacenamiento	3	2	1	3	2	3	14
Máquina	Escasez de piezas y repuestos	3	2	2	1	3	1	12
	No se hace un mantenimiento exhaustivo	3	3	3	3	3	2	17
	Fallas en las máquinas inyectoras	3	3	3	2	3	1	15
	Fallas en las máquinas sopladoras y hornos	3	3	3	2	3	1	15
Medida	No se han establecido estándares claros de calidad	3	2	2	3	3	2	15
	Disponibilidad de materia prima	3	2	2	1	3	1	12
	Disponibilidad de preformas	3	2	2	2	3	2	14

Elaboración propia

La Figura 34 representa el Diagrama de Pareto para seleccionar las causas críticas del problema denominado Preformas/botellas deficientes, según los puntajes obtenidos en cada una,

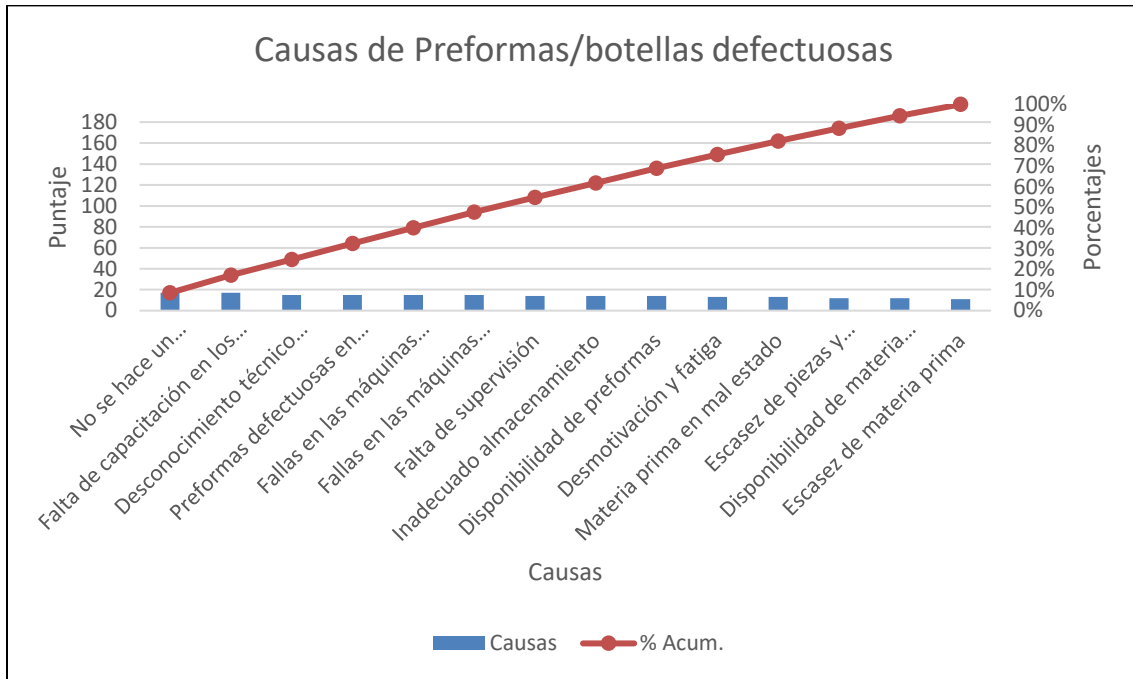


Figura 34: Diagrama de Pareto para seleccionar las causas críticas de Preformas/botellas defectuosas
Elaboración propia

De la Tabla y el Diagrama de Pareto, se observa que las principales causas de las Preformas/botellas defectuosas son la No realización de un mantenimiento exhaustivo, la Falta de capacitación en los operarios en sus respectivas áreas, el Desconocimiento técnico de la maquinaria, las Preformas defectuosas en el Soplado, Fallas en las máquinas inyectoras y las Fallas en las máquinas sopladoras y hornos.

La Tabla 7 presenta la situación actual de las causas principales de Defectos en las Preformas y Botellas:

Tabla 7: Situación actual de las causas principales de los Defectos en las Preformas y Botellas

Problema principal	Causa Principal	Situación Actual
Preformas/botellas defectuosas	No se hace un mantenimiento exhaustivo	El mantenimiento preventivo realizado a las máquinas es el más básico, este consta de 2 horas a la semana y se basa en hacer la limpieza, revisar las conexiones o aplicación de lubricantes.
	Falta de capacitación en los operarios en sus respectivas áreas	Los operarios que trabajan actualmente no han recibido una sola capacitación hasta el momento, todo lo que saben ha sido transmitido verbalmente por los encargados.
	Desconocimiento técnico de la maquinaria	Esto se da debido a la falta de capacitaciones, si ocurre un problema mínimo con alguna máquina se busca solucionarlo, pero si el problema no es detectable pueden ocurrir tiempos muertos de hasta 6 horas o la para de las máquinas hasta que se solucione.
	Preformas defectuosas en el Soplado	Estas pueden llegar defectuosas a la zona de Soplado, debido a los problemas que se presentan en las máquinas inyectoras y fallas en la inspección visual. Algunas fallas no son fáciles de detectar.
	Fallas en las máquinas inyectoras	La frecuencia de fallas en las máquinas inyectoras es más baja, las más críticas se han presentado en promedio 4 veces al mes, ocasionando la parada de estas. Si la falla no es detectable la máquina puede parar hasta que se encuentre alguna solución, ya se debe contactar a un técnico experto en estas. Esto significa una gran baja en la producción.
	Fallas en las máquinas sopladoras y hornos	Debido a que estas máquinas son semiautomáticas son más propensas a las fallas, estas ocurren aproximadamente 6 horas a la semana en las sopladoras y hornos.

Elaboración propia

3.4. Determinación de las contramedidas

La Tabla 8 presenta los principales problemas del proceso productivo de botellas PET en la empresa, sus principales causas y las contramedidas a aplicar en cada una de ellas con el fin de contrarrestarlas:

Tabla 8: Propuestas de herramientas para las causas principales de los problemas

Problema principal	Causa Principal	Herramienta/Contramedida
Desorden en la Zona de Inyección/Soplado	Falta de limpieza continua y horarios específicos para hacerlo	Metodología 5S
	Falta de capacitación en los operarios en temas de orden y limpieza	
	La señalización de la Zona de máquinas no está clara	
	Las actividades no están debidamente documentadas	
Preformas/botellas defectuosas	No se hace un mantenimiento exhaustivo	Mantenimiento Autónomo
	Falta de capacitación en los operarios en sus respectivas áreas	Mantenimiento Autónomo / Método Jidoka
	Desconocimiento técnico de la maquinaria	
	Preformas defectuosas en el Soplado	
	Fallas en las máquinas inyectoras	
	Fallas en las máquinas sopladoras y hornos	

CAPÍTULO 4. PROPUESTAS DE MEJORA

Se presentarán las propuestas de mejora, su aplicación, el procedimiento, resultados y beneficios. Las herramientas propuestas serán presentadas con el orden en que se aplicarán, en primer lugar, se sugiere utilizar la Metodología 5S debido a que se requiere que las zonas a analizar estén ordenadas, señalizadas y limpias para la posterior aplicación de las demás herramientas. En segundo lugar, se propone aplicar el Mantenimiento Autónomo; pero esta herramienta tiene una estrecha relación con la Metodología 5S, debido a que uno de los pasos a seguir es la limpieza e inspección inicial, por lo que se requiere que las primeras “S” (Seiri-Eliminar y Seiton-Ordenar) sean aplicadas correctamente. El Mantenimiento Autónomo se puede llevar simultáneamente con las “S” restantes. Con ello, los operarios estarán más involucrados, conocerán más acerca del área y las máquinas, y como mantenerlas en buen estado con tareas de mantenimiento. Finalmente se propone que se aplique el Método Jidoka, usando Andon como complemento, en el cual se usarán señales que indiquen algún inconveniente; y con las metodologías antes descritas los operarios estarían en condiciones de corregir los errores y/o evitar que estos se vuelvan a producir.

La Tabla 9 presenta el orden de aplicación de las propuestas de mejora mencionadas:

Tabla 9: Orden de aplicación de las propuestas de mejora

Orden	Herramienta / Contramedida
1 °	Metodología 5S
2 °	Mantenimiento Autónomo
3 °	Método Jidoka

A continuación, se detallará la aplicación de las herramientas propuestas para los problemas identificados:

4.1 Aplicación de las 5S

Se propone esta herramienta con el objetivo de mejorar continuamente con respecto a la organización, orden y limpieza en las Zonas de Inyección y Soplado.

Para una correcta aplicación, se debe delegar al equipo que estará a cargo de llevar a cabo la implementación de esta herramienta. Por ello, se hará una capacitación al personal involucrado que consiste en Introducción, Teoría y Práctica sobre la herramienta.

El equipo de trabajo para monitorear la implementación estará conformado por:

- Gerente: Es el principal responsable de liderar el equipo que llevará a cabo la aplicación de las 5S.
- Jefe de Planta: Es quien se encargará de suplir al Gerente en ciertos casos y supervisar el avance.
- Operarios más antiguos: Son los que trabajarán conjuntamente con el Gerente y Jefe de Planta para llegar a los demás trabajadores y operarios.
- Capacitadores: Son los encargados de introducir y guiar a los miembros de la empresa con respecto a la herramienta 5S, brindándoles las bases metodológicas y un proceso bien estructurado a lo largo de la aplicación.
- Auditores: Son los encargados de inspeccionar que la empresa este llevando el plan de manera correcta y verificar el cumplimiento de lo planeado o programado.

La Figura 35 representa el organigrama de la conformación del equipo de trabajo con el fin de poner en práctica las 5S,

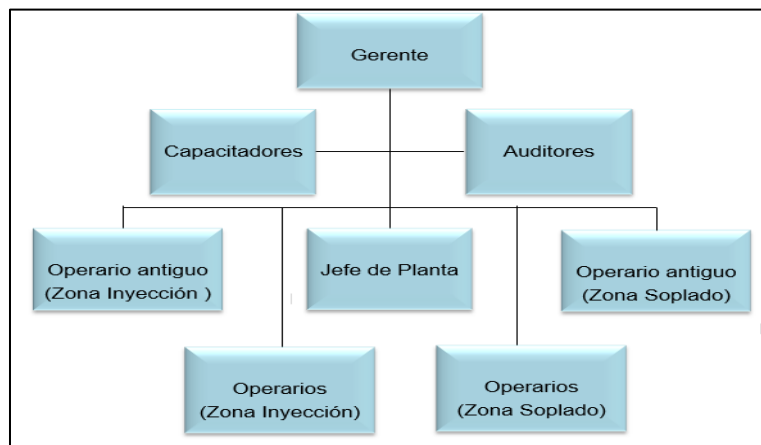


Figura 35: Organigrama 5S

Cada S tiene un objetivo en específico y tanto los operarios y trabajadores, como el encargado deben ser capacitados con respecto al uso e importancia de esta herramienta, la cual se detallará a continuación, y que se observa en la Figura 36,



Figura 36: Fases de las 5's
Fuente: Enbodegat (2015)

. Seiri - Clasificar:

Este es el primer paso, pues es necesario deshacerse de todo lo que no se necesita, para despejar espacios y saber qué es lo que se debe conservar o descartar. Para ello se clasificarán a los elementos presentes en las áreas en estudio según la frecuencia de uso y se usarán tarjetas de colores para una identificación más rápida y dinámica.

Para ello se tomarán diversas acciones según la Tabla 10:

Tabla 10: Criterios para ubicación o descarte de elementos

Interrogante	Frecuencia	Color de tarjeta	Acción
¿Cuándo se usa?	Siempre	Verde	Ubicar en el lugar de trabajo
	A veces	Amarillo	Ubicar cerca del lugar de trabajo
	Casi nunca	Naranja	Ubicar en un depósito
	Nunca	Rojo	Descartar

Elaboración propia
Fuente: Castaño (2019)

En la Tabla 11, se muestran los elementos presentes en la zona de Inyección los cuales son clasificados según el criterio definido anteriormente:

Tabla 11: Elementos clasificados en la zona de Inyección

Zona	Elemento	Color de tarjeta
Inyección	Preformas defectuosas	Rojo
	Sacos de resina PET	Verde
	Trapos	Amarillo
	Sacos	Verde
	Cuadernos	Verde
	Útiles de aseo	Amarillo
	Aceite	Naranja
	Grasa	Naranja
	Herramientas	Naranja
	Repuestos	Naranja
	Cajas de cartón	Rojo

En la Tabla 12, se muestran los elementos presentes en la zona de Inyección los cuales son clasificados según el criterio definido anteriormente:

Tabla 12: Elementos clasificados en la zona de Soplado

Zona	Elemento	Color de tarjeta
Soplado	Botellas defectuosas	Rojo
	Preformas	Verde
	Trapos	Amarillo
	Bolsas	Verde
	Cuadernos	Verde
	Útiles de aseo	Amarillo
	Aceite	Naranja
	Grasa	Naranja
	Herramientas	Naranja
	Tapas	Verde
	Repuestos	Naranja
	Cajas de cartón	Rojo

Al descartar los elementos que no son necesarios en las respectivas áreas, se logrará mayor espacio y orden para un trabajo más eficiente.

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a primera “S”, se presenta el siguiente formato en la Tabla 13. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 13: Evaluación Seiri

EVALUACIÓN DE SEIRI - CLASIFICAR			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los trabajadores conocen el significado de los colores asignados a cada elemento?		
2	¿Se siguen los estándares establecidos?		
3	¿Los elementos innecesarios fueron removidos?		
4	¿Los resultados obtenidos son fáciles de visualizar?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 14, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 14: Nivel de Cumplimiento Seiri

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	25%	malo
2	50%	regular
3	75%	bueno
4	100%	bueno

. Seiton - Ordenar

En este paso se debe colocar todo primordial en un lugar específico y respetar la primera S, ubicando los elementos de cada área según el criterio utilizado, para cuando se necesite se encuentre de forma rápida y así evitar perder el tiempo.

En primer lugar, se deben identificar los elementos según los colores descritos anteriormente, darles una denominación o código y finalmente demarcar claramente las áreas de trabajo, depósitos y circulación. Además de utilizar carteles para la fácil identificación de los lugares. Esto se hará tanto en la zona de Inyección como la de Soplado.

Se pueden usar formatos para el ordenamiento de los elementos, según se muestra en la Tabla 15:

Tabla 15: Formato para ordenamiento de elementos

Nombre del elemento	Denominación o código	Ubicación

Los elementos a ordenar, también puede seguir criterios como seguridad, calidad o eficacia.

En este paso es donde se harán uso de estantes o depósitos, los cuales estarán claramente identificados, según se requiera.

La Figura 37 representa el Mapa de ubicación de los elementos clasificados, los que irán en sus respectivos lugares de acuerdo a su frecuencia de uso. Este mapa puede ir enmarcado en las entradas de las zonas de inyección y soplado para una mejor ubicación de los elementos,

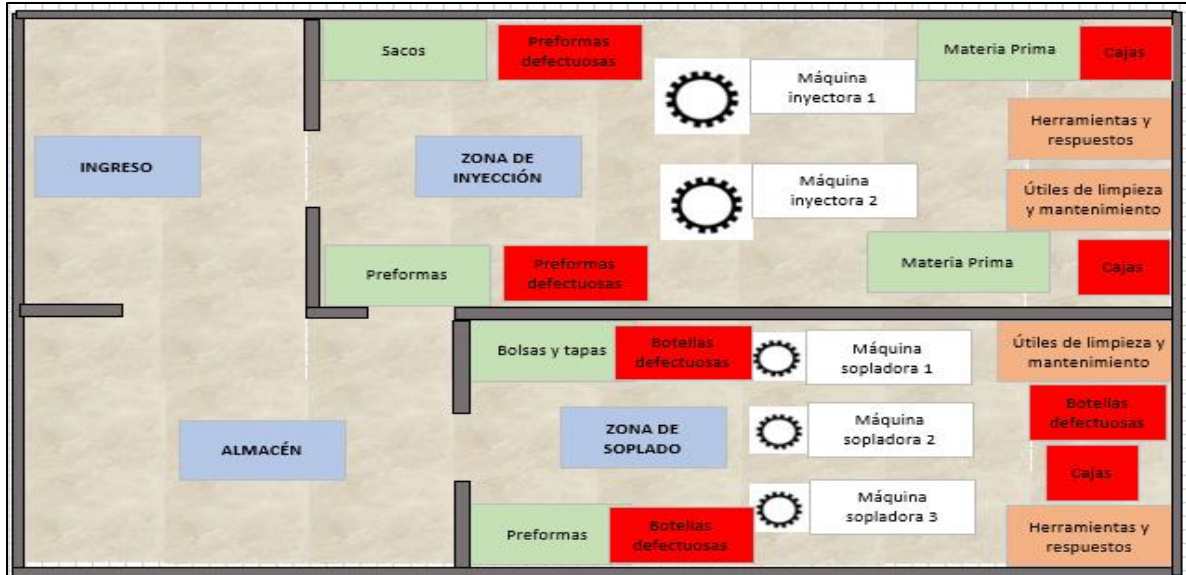


Figura 37: Mapa de ubicación de los elementos

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a la segunda “S”, se presenta el siguiente formato en la Tabla 16. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar

Tabla 16: Evaluación Seiton

EVALUACIÓN DE SEITON - ORDENAR			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los elementos fueron nombrados y codificados?		
2	¿Se respeta el procedimiento de la primera "S"?		
3	¿Los elementos fueron ordenados en sus lugares respectivos?		
4	¿Los resultados obtenidos son fáciles de visualizar?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 17, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 17: Nivel de Cumplimiento Seiri

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	25%	malo
2	50%	regular
3	75%	bueno
4	100%	bueno

. Seiso - Limpieza

Se debe realizar limpieza a los lugares de trabajo y es indispensable localizar los lugares más críticos para darle un adecuado mantenimiento. Además, esto tiene un impacto en motivación del personal y reduce la probabilidad de accidentes y sucesos imprevistos.

Para ello, en la Tabla 18, se presenta las tareas de limpieza a realizar en las áreas de producción y, en las máquinas y equipos. En dicho formato se registrará la persona que ejecutará cada tarea y la recurrencia de las mismas

Tabla 18: Tareas de limpieza

TAREAS DE LIMPIEZA					
ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	EJECUTADO POR	RECURRENCIA	OBSERVACIONES
1	ÁREA	Desalojo de basura de tachos		diario	
2		Barrido de pisos		diario	
3		Trapear y desinfectar pisos		diario	
4		Limpieza depósitos o anaqueles		diario	
5		Limpieza de manchas y huellas de puertas		según necesidad	
6		Limpieza de manchas y huellas de interruptores de luz		semanal	
7		Limpieza y aspirada de marcos de puertas y áreas de difícil acceso		mensual	
8		Limpieza de rejillas del aire acondicionado		quincenal	
9	MAQUINARIA Y EQUIPOS	Limpieza y aspirada de las máquinas en zonas de difícil acceso		diario	
10		Limpieza exterior con trapo		diario	
ÁREA: _____					
RESPONSABLE: _____					

Fuente: Suárez (2003)

Para el control diario de las actividades a realizar se presenta el siguiente formato. Esto servirá para que semanalmente se evalúe lo planteado y se tenga un seguimiento continuo. La Figura 38 ofrece el detalle del formato,

TAREAS DE LIMPIEZA DIARIA								
ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	Días					
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	ÁREA	Desalajo de basura de tachos						
2		Barrido de pisos						
3		Trapear y desinfectar pisos						
4		Limpieza depósitos o anaqueles						
5	MAQUINARIA Y EQUIPOS	Limpieza y aspirada de las máquinas en zonas de difícil acceso						
6		Limpieza exterior con trapo						
ÁREA: _____								
RESPONSABLE: _____								

Figura 38: Tareas de limpieza diaria

Se presenta un formato para hacer un seguimiento en el tiempo con respecto al orden y aseo en las áreas, el cual puede usar usado mensualmente. Se evaluará tanto el área, materia prima, maquinaria y equipos y herramientas.

Cada punto a evaluar tendrá niveles de acuerdo a ciertos puntajes, con el siguiente detalle:

- 1: No es suficiente
- 3: Permisible, por mejorar
- 5: Adecuado, de acuerdo al estándar

Se sacará el promedio de cada ítem, los promedios deben ser cercanos a 5 para que refleje la mejora. Los ítems con promedios menores deben ser los que reciban atención de manera inmediata para analizarlos y poder mejorar. El detalle de este formato se muestra en la Figura 39,

LISTA DE CHEQUEO EN ORDEN Y ASEO 5S						FECHA:
ÁREA: _____		RESPONSABLE: _____				
EVALUACIÓN No. _____						
ÍTEM	ESTÁNDAR DE ORDEN Y ASEO	NIVEL 1	NIVEL 3	NIVEL 5	PROMEDIO	OBSERVACIONES
Á R E A	1. Los pisos y pasillos se encuentran limpios, secos y señalizados.					
	2. Las paredes y puertas están limpias.					
	3. Los techos están limpios.					
	4. Los pisos y pasillos están libres de elementos innecesarios, cables eléctricos y huecos.					
M A P T E R M I A	5. La cantidad de materia prima es la necesarias para satisfacer los requerimientos.					
	6. Los sacos de materia prima están ubicados en una zona señalizada.					
	7. Los sacos de materia prima están limpios y protegidos del polvo.					
M A Q U I N A R E Q U I P O S	8. Los equipos están limpios, libres de materiales innecesarios y los cables eléctricos están en buenas condiciones.					
H E R R A M I E N T	9. Las herramientas están ubicadas en lugares adecuados que permiten dejarlas listas para usarse nuevamente.					
	10. Las herramientas se mantienen limpias y en buen estado.					
PLAN DE ACCIÓN:						

Figura 39: Lista de Chequeo en Orden y Aseo 5S
Fuente: Fundación Universitaria Navarra (2019)

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a primera “S”, se presenta el siguiente formato en la Tabla 19. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 19: Evaluación Seiso

EVALUACIÓN DE SEISO - LIMPIEZA			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Se localizaron los lugares más críticos para la limpieza?		
2	¿Se siguen los estándares establecidos?		
3	¿Se respeta el procedimiento de las anteriores "S"?		
4	¿Las tareas asignadas se cumplen al 100%?		
5	¿Los resultados obtenidos son fáciles de visualizar?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 20, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 20: Nivel de Cumplimiento Seiso

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	20%	malo
2	40%	regular
3	60%	regular
4	80%	bueno
5	100%	bueno

. Seiketsu - Estandarizar

En este punto, el personal debe poder determinar mediante un control visual si las "S" anteriores se están aplicando correctamente o no. Además, se definen las reglas por las cuales el lugar quedará ordenado y limpio.

Esta etapa se puede implementar asignando responsabilidades a los operarios, integrando las acciones de las anteriores "S" y compartir toda la información posible para que los operarios pueden realizar sus actividades sin ningún problema. Es decir, la información y formatos de las anteriores "S" deben estar al alcance en todo momento y contar con los estándares de orden y aseo.

En la Tabla 21, se muestra un formato para asignar a cada operario las tareas diarias. En este formato se marcará con una "X" las tareas que le corresponda a cada operario y debe ser llenado terminando cada semana, pues así al empezar la jornada laboral la siguiente semana estos sepan exactamente que tareas realizarán los días siguientes, además rotarán semanalmente con respecto a las labores:

Tabla 21: Asignación de tareas de limpieza diaria

ASIGNACIÓN DE TAREAS DE LIMPIEZA DIARIA							
ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	Operario				
			1	2	3	4	5
1	ÁREA: _____	Desalojo de basura de tachos					
2		Barrido de pisos					
3		Trapear y desinfectar pisos					
4		Limpieza depósitos o anaqueles					
5	MAQUINARIA Y EQUIPOS	Limpieza y aspirada de las máquinas en zonas de difícil acceso					
6		Limpieza exterior con trapo					

Los operarios serán identificados con números para un mayor orden, en un formato según la siguiente Tabla:

Tabla 22: Identificación de operarios

ÁREA: _____	
Operario	Nombre
1	
2	
3	
4	
5	

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a la primera “S”, se presenta el siguiente formato en la Tabla 23. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 23: Evaluación Seiketsu

EVALUACIÓN DE SEIKETSU - ESTANDARIZAR			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los operarios son capaces de reconocer las fallas o anomalías, en los procedimientos, visualmente?		
2	¿Se siguen los estándares establecidos?		
3	¿Se respeta el procedimiento de las anteriores "S"?		
4	¿Las tareas asignadas se cumplen al 100%?		
5	¿Los resultados obtenidos son fáciles de visualizar?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 24, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 24: Nivel de Cumplimiento Seiso

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	20%	malo
2	40%	regular
3	60%	regular
4	80%	bueno
5	100%	bueno

A fin de evitar accidentes laborales y enfermedades, todo ello debe hacerse de acuerdo con la normativa sobre Salud y Seguridad en el Trabajo. Además, es fundamental para mejorar la productividad.

La Figura 40 representa el Plano de Seguridad en el que se reflejan los símbolos como uso de equipos de protección personal, botiquín, riesgo eléctrico, ruta de evacuación, entre otros; todo ello luego de haber corregido el problema de los elementos innecesarios y una posible reubicación de los elementos según sus colores respectivos,

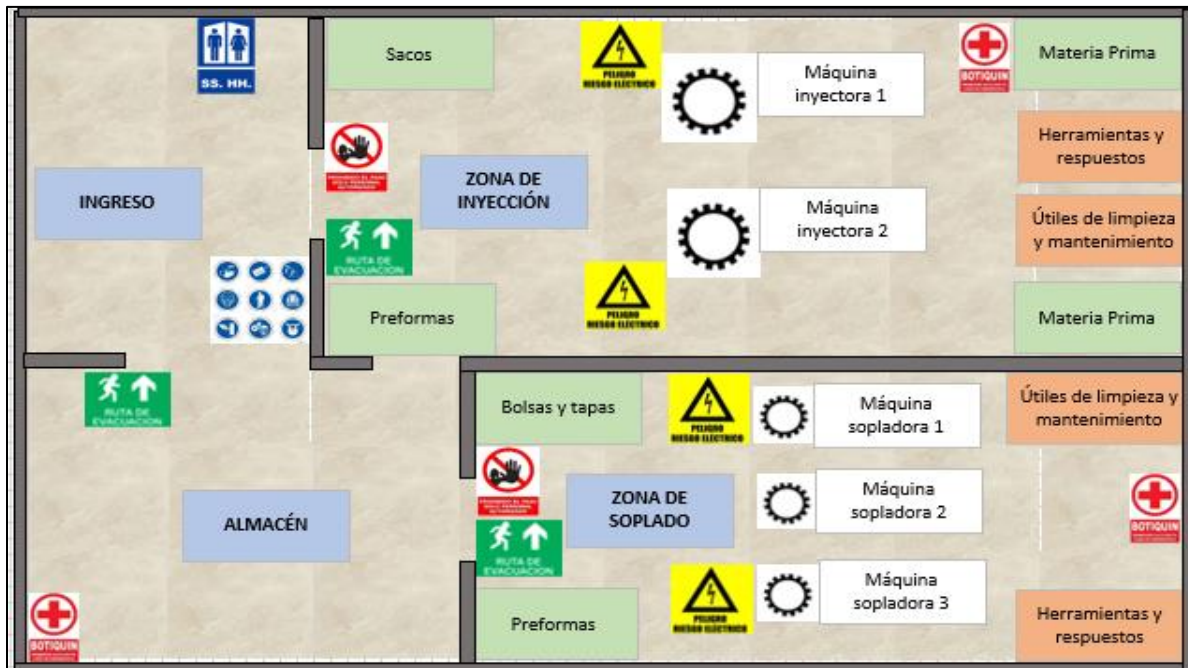


Figura 40: Plano de Seguridad
Elaboración propia

. Shitsuke – Disciplina

Consiste en trabajar continuamente todas las normas establecidas, respetar las reglas, animar al personal a que se adhiera a ellas y tratar de hacer de las 5S un hábito.

Deben programarse auditorías para garantizar el cumplimiento del plan definido y continuar con la mejora continua para mantener la disciplina y fomentar una cultura de orden y limpieza. Al poner en práctica estas medidas, el espacio de trabajo será más agradable, se reducirán los desperdicios y la productividad y satisfacción aumentarán, por lo que es importante mantener esta disciplina constante.

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a la disciplina que involucra las anteriores “S”, se presenta el siguiente formato en la Tabla 25. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 25: Evaluación Disciplina

EVALUACIÓN DE DISCIPLINA			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los trabajadores están comprometidos con el orden y limpieza?		
2	¿Se siguen los estándares establecidos?		
3	¿Se percibe empeño e iniciativa en el desarrollo de las 5S?		
4	¿Se respeta el procedimiento de las anteriores "S"?		
5	¿Los resultados obtenidos son fáciles de visualizar?		
ÁREA:		FECHA:	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 26, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 26: Nivel de Cumplimiento Disciplina

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	20%	malo
2	40%	regular
3	60%	regular
4	80%	bueno
5	100%	bueno

A continuación, en la Tabla 27, se muestra el cronograma de la aplicación de la Metodología 5S:

Tabla 27: Cronograma de Aplicación de las 5S

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8							
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Reunión y planificación	■	■																																		
Contacto con especialistas		■																																		
Formación de equipo			■																																	
Capacitación 5S				■	■	■	■					■	■	■	■					■	■	■	■													
Seiri - Eliminar							■	■																												
Seiton - Ordenar									■	■	■	■																								
Seiso - Limpieza													■	■	■	■																				
Seiketsu - Estandarizar																	■	■																		
Shitsuke - Disciplina							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Auditoría								■								■								■												

. Beneficios de Aplicación de las 5S:

- Disminuye el tiempo de búsqueda de elementos indispensables: Debido a que los elementos necesarios se encuentran en un lugar fijo, a la vista de los operarios y cerca de sus respectivas máquinas.

En este caso, los sacos de Materia Prima, serán llevados cerca de la máquina inyectora una vez que el saco en uso se encuentre aproximadamente en 1/3 de su contenido. Por lo que, una vez que el saco quede vacío ya se tiene uno de reserva, sin tener que esperar.

- Se reducen los movimientos y traslados innecesarios: Debido a que se tiene el lugar ordenado y limpio, cada elemento en su lugar y los traslados se hacen más fluidos. En este caso, se reducen los tiempos de traslado de preformas a la zona de soplado, la colocación de preformas en la máquina sopladora y el traslado de las botellas al almacén.
- Tiempo aprovechable: El tiempo ahorrado significa que la fuerza de trabajo se está aprovechando en buena forma, sin esperas innecesarias.

Estos beneficios se muestran con mayor detalle:

Tabla 28: Beneficios de Aplicación de las 5S

Item	Actividad	Tiempo actual aprox. (min)	Tiempo después de mejora aprox. (min)	Ahorro (min)	Recurrencia (Veces / semana)
1	Espera de llegada de MP a la zona de inyección	10	5	5	114
2	Llevar las preformas a la zona de soplado	5	3	2	24
3	Llevar las preformas a la máquina sopladora	3	1	2	255
4	Llevar las botellas al almacén	5	3	2	278

4.2 Aplicación del Mantenimiento Autónomo

Se llevará a cabo paralelamente con la Tercera “S”, es decir cuando se tengan tareas de limpieza asignadas y un plan claro. Se propone esta herramienta con el objetivo de evitar el deterioro de las máquinas y equipos con un claro plan de mantenimiento; a la vez los operarios se relacionan mejor con su zona de trabajo adquiriendo conocimientos a detalle de sus máquinas a cargo, por lo que esta aplicación puede cumplir la función de una capacitación en relación al conocimiento de la maquinaria y su zona de trabajo. Al igual que en la aplicación de las 5S, se hará una capacitación al personal involucrado que consiste en Introducción, Teoría y Práctica sobre la herramienta.

Esta aplicación tendrá siete pasos principales: Limpieza inicial, Medidas contra anomalías, Estándar Provisional, Inspección general, Inspección autónoma, Estandarización y Control autónomo:

. Limpieza inicial

Esta etapa va en conjunto con la Tercera “S” correspondiente a Seiso-Limpieza; se pueden utilizar los formatos ya propuestos, pero en este caso enfocados en las máquinas y equipos. Además, la limpieza inicial servirá para detectar ciertas anomalías que se puedan presentar las máquinas, pues esta limpieza será profunda y minuciosa limpiando las partes internas.

En la Tabla 29, se presenta las anomalías más frecuentes que pueden presentarse, tanto en las máquinas inyectoras como sopladoras:

Tabla 29: Tabla de Anomalías

TABLA DE ANOMALÍAS					
ITEM	ANOMALÍA	FRECUENCIA	EJECUTADO POR	FECHA	OBSERVACIONES
1	Corrosión				
2	Fuga de aceite				
3	Paros repentinos				
4	Parámetros fuera de rango				
5	Vibraciones mecánicas				
6	Moldes desgastados				
7	Mala refrigeración				
8	Pantalla de control dañada				
Á R E A					
-					
MÁQUINA: _____					

. Medidas contra anomalías

Cuando ya se haya hecho la limpieza inicial y las máquinas y equipos estén limpios del todo, los operarios deben buscar la forma de que siempre se mantengan en ese estado. Por ello, se deben eliminar las causas de la contaminación. Estas medidas serán propuestas por los

operarios al estar relacionados con las máquinas, pues notarán que partes son las que más se ensucian, con qué frecuencia y debido a que está sucediendo ello.

En la Tabla 30, se presenta el formato de las medidas contra las fuentes de contaminación, que se puede aplicar tanto en las máquinas inyectoras como sopladoras:

Tabla 30: Medidas contra fuentes de contaminación

MEDIDAS CONTRA FUENTES DE CONTAMINACIÓN					
ITEM	FUENTE	ACCIÓN	EJECUTADO POR	FECHA	OBSERVACIONES
1	Polvo				
2	Agua				
3	Aceites				
4	Grasas				
5	Calor				
ÁREA: _____					
MÁQUINA: _____					

. Estándar Provisional

Para mantener a las máquinas y equipos en óptimo estado, se proponen estándares de limpieza y lubricación. Esta información debe estar a la mano para los operarios; ellos deben saber qué tareas de mantenimiento se deben realizar, cómo realizarlas y con qué frecuencia. El estándar de limpieza es el que se sigue en la tercera “S”, según el formato de las Tareas de limpieza, mostrado en la siguiente Tabla:

Tabla 31: Tareas de limpieza

TAREAS DE LIMPIEZA					
ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	EJECUTADO POR	RECURRENCIA	OBSERVACIONES
1	MAQUINARIA Y EQUIPOS	Limpieza y aspirada de las máquinas en zonas de difícil acceso		diario	
2		Limpieza exterior con trapo		diario	
ÁREA: _____					
RESPONSABLE: _____					

La Tabla 32 detalla el estándar de limpieza a seguir:

Tabla 32: Estándar de limpieza

ESTÁNDAR DE LIMPIEZA DIARIA					
ITEM	UBICACIÓN	LABOR O TAREA	MATERIAL A USAR	TIEMPO (min)	EJECUTADO POR
1	ÁREA	Desalojo de basura de tachos	Guantes, bolsas	3, después de que los tachos se llenen	
2		Barrido de pisos	Guantes, escoba, recogedor	8, después que se acabe cada saco de MP	
3		Trapear y desinfectar pisos	Guantes, trapeador, lejía	10, al inicio y final de la jornada	
4		Limpieza depósitos o anaqueles	Guantes, trapo microfibra, desinfectante	10, al inicio y final de la jornada	
5	MAQUINARI A Y EQUIPOS	Limpieza y aspirada de las máquinas en zonas de difícil acceso	Guantes, aspiradora de mano, trapo microfibra	10, al inicio y final de la jornada	
6		Limpieza exterior con trapo y limpieza de pantalla	Guantes, trapo microfibra, desinfectante	10, después que se acabe cada saco de MP	
ÁREA:					
RESPONSABLE: _____					
-					

El estándar de lubricación se detalla en la Tabla 33:

Tabla 33: Estándar de lubricación

ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN					
ÁREA	MÁQUINA	LUBRICANTE A USAR	INDICACIONES	FRECUENCIA	EJECUTADO POR
INYECCIÓN	Máquina Inyectora	Aceite	Revisar el nivel de lubricación y aplicar hasta 3/4 del nivel si es necesario	Diario	Operario de Inyección
SOPLADO	Máquina Sopladora		Revisar el nivel de lubricación y aplicar hasta 3/4 del nivel si es necesario		Operario de Soplado

. Inspección general

Para seguir con la mejora continua y las buenas prácticas, se hace una inspección general a las máquinas y equipos en la que se podrán ensayar detecciones de fallos. Los operarios pueden inspeccionar las máquinas en las que están a cargo y luego pueden brindar información en ciertos formatos de inspección sobre el estado de las máquinas y las tareas realizadas.

Esta información debe ser analizada para garantizar que las máquinas se encuentren en buen estado y además sirve como indicador de avance respecto al Mantenimiento Autónomo.

La Tabla 34 ofrece el formato a utilizar:

Tabla 34: Inspección general

INSPECCIÓN GENERAL					
ÁREA	MÁQUINA	FALLO DETECTAD O	COMENTARI OS	ACCIÓN	EJECUTAD O POR
INYECCIÓN	Máquina Inyectora				Operario de Inyección
SOPLADO	Máquina Sopladora				Operario de Soplado

. Inspección autónoma

En este paso, los operarios deben tener los formatos e información a su alcance. Las actividades a realizar y los estándares definidos en los pasos anteriores deben estar a su disposición. Para llevar a cabo ello se realiza una lista de verificación, el cual contendrá los estándares de inspección, lubricación y limpieza. Con lo cual, el operario ya no requerirá de un especialista y podrá realizar las tareas por su propia cuenta.

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a los pasos anteriores, se presenta el siguiente formato en la Tabla 35. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 35: Evaluación Mantenimiento Autónomo

EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los operarios conocen las 5S y la aplican en conjunto con el Mantenimiento Autónomo?		
2	¿Los operarios son capaces de determinar medidas contra ciertas anomalías o problemas?		
3	¿Los operarios conocen los estándares establecidos?		
4	¿Se siguen los estándares establecidos?		
5	¿La inspección se realiza sin inconvenientes?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 36, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 36: Nivel de Cumplimiento MA

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	20%	malo
2	40%	regular
3	60%	regular
4	80%	bueno
5	100%	bueno

. Estandarización

En este paso, es indispensable mantener un control en las áreas de trabajo. Esto se puede dar mediante el uso de indicaciones visuales o tarjetas de colores con señales fáciles de entender para que los operarios realicen las tareas de mantenimiento.

Para que se den un mantenimiento y control visual efectivo, las principales actividades se representarán mediante colores, según se muestra a continuación:

Tabla 37: Tareas de Mantenimiento

TAREAS DE MANTEIMIENTO		
ITEM	TAREAS	COLOR
1	Limpieza	azul
2	Lubricación	amarillo

Por lo tanto, se colocarán las tarjetas según sea en caso (azul o amarillo) en las máquinas en sus respectivas zonas. Así los operarios se familiarizarán de una forma más rápida, pues además tendrán a la mano todos los procedimientos y los estándares planteados anteriormente en conjunto con las 5S.

. Control autónomo

Finalmente, se debe mantener la disciplina para establecer una mejora continua con respecto al Mantenimiento Autónomo, es por ello que es muy importante que los operarios hagan uso de los formatos propuestos anteriormente, en los que pueden anotar sus observaciones y comentarios; ello ayudará a realizar ajustes y poder adaptarlos según se requiera. Además, se usará el siguiente formato, mostrado en la Tabla 38, para llevar un control diario de lo que ocurre en las áreas y sus respectivas máquinas:

Tabla 38: Control Diario

CONTROL DIARIO				
DÍA	Contratiempo	Detalle	Acción	Ejecutado por
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
ÁREA: _____				
MÁQUINA: _____				

. Beneficios de Aplicación del Mantenimiento Autónomo:

- Evita el deterioro de máquinas y equipos: Debido a que se tienen tareas de rutina en relación a la limpieza y lubricación. Esto ayuda a que las máquinas y equipos se mantengan en buen estado y el rendimiento de estos se prolongue trabajando con eficiencia y seguridad para los trabajadores.
- Inculca responsabilidad y conocimiento con respecto a las máquinas y equipos: Debido a que el operario responsable se sentirá más identificado con su equipo de trabajo y conocerá más a detalle la máquina. Con ello, el operario puede resolver algunos problemas que se le presenten en el acto y mantener en óptimo estado a la máquina.
- Menores costos con la mano de obra: Debido a que, con el conocimiento adquirido por el operario, él podría resolver la mayoría de anomalías que se le presenten, por lo que ya no sería necesario contactar a un técnico especialista y ello significaría en ahorro en costos y tiempo.

Estos beneficios se muestran con mayor detalle:

Tabla 39: Beneficios de Aplicación del Mantenimiento Autónomo

Item	Actividad	Tiempo actual aprox. (h)	Tiempo después de mejora aprox. (h)	Ahorro (h)	Recurrencia
1	Tiempo muerto no programado por fallas o inconvenientes en máquinas sopladoras	6	3	3	semanal
2	Tiempo de parada de máquinas inyectoras	8	2	6	mensual
3	Tiempo en que el técnico especialista llega al lugar	4	0	4	mensual

4.3 Aplicación del Método Jidoka

Se aplicará el Método Jidoka para evitar la producción de preformas y botellas defectuosas. Para ello se hará uso de dispositivos Andon lo que ayudará a una aplicación efectiva en conjunto. Se propone esta herramienta para poder mejorar la calidad de la producción, mediante ciertos mecanismos de control. Con ello, disminuirán las fallas y productos defectuosos, en este caso preformas y botellas. Al igual que en la aplicación de las 5S y del Mantenimiento Autónomo, se hará una capacitación al personal involucrado que consiste en Introducción, Teoría y Práctica sobre la herramienta

Esta aplicación tendrá cuatro pasos principales: Localización del problema, Parada, Corregir el problema inmediato, e Identificar y abordar la causa de fondo. Con todo ello, se puede evitar que los productos defectuosos sigan durante el proceso y así producir preformas y botellas sin ningún tipo de inconveniente, es decir poder lograr el objetivo del 100% de calidad.

Se detallan las medidas que deben adoptarse:

. Localización del problema

Inicialmente el operario detecta la anomalía o problema en su zona de trabajo. Se debe tener en cuenta que el operario ya tiene una base para la detección de ciertos problemas debido al Mantenimiento Autónomo.

. Parada

Las máquinas se detienen con el fin de evitar que los productos salgan defectuosos, en este caso las preformas y botellas.

. Corregir el problema inmediato

Los operarios solucionan el problema rápidamente, pues se conoce con mayor detalle la máquina debido a las actividades del Mantenimiento Autónomo; con ello la producción sigue su curso.

. Identificar y abordar la causa de fondo

Se descubre la causa raíz de la anomalía y se recurre a una solución para que no vuelva a suceder más adelante.

Los dispositivos Andon serán usados para complementar al Método Jidoka y servirán como indicadores visuales para alertar de una anomalía o problema durante el proceso.

La Figura 41 representa la Lógica del Método,

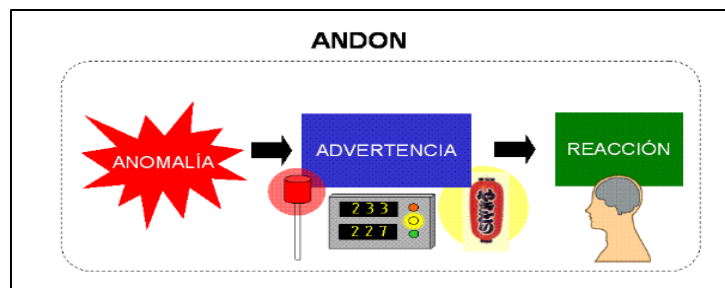


Figura 41: Lógica Andon
Fuente: Leanroots (2017)

La Figura 42 representa muestra el Funcionamiento general de los dispositivos a manera de ejemplo,

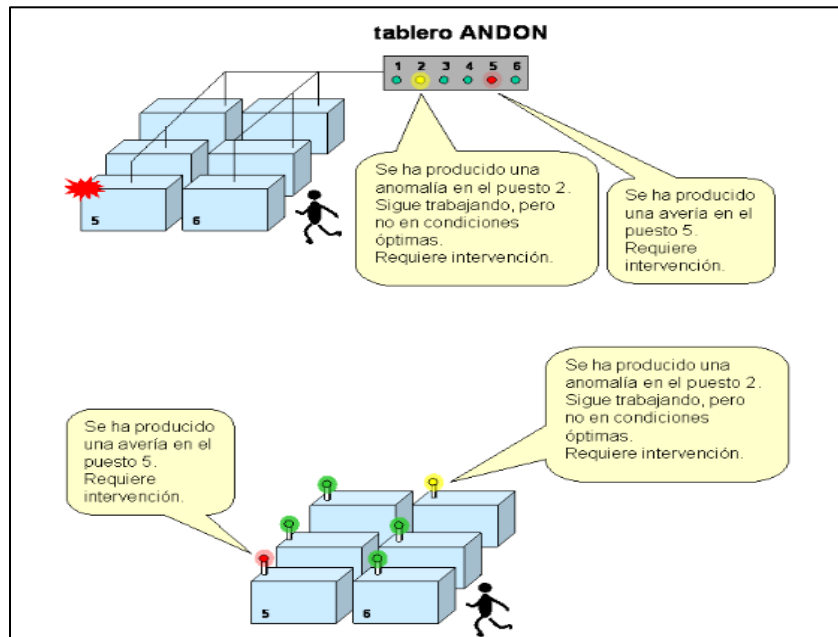


Figura 42: Funcionamiento Andon
Fuente: Leanroots (2017)

La forma de usar estos dispositivos es muy sencilla. Los operarios pulsan un botón para requerir apoyo y avisar a los demás que se ha detectado un problema. Deben estar e a la vista de los operarios, cerca de ellos en la zona de trabajo para que la acción sea de forma inmediata. En este caso en las máquinas inyectoras y sopladoras.

En la Figura 43, se muestran los dispositivos de gestión visual Andon,

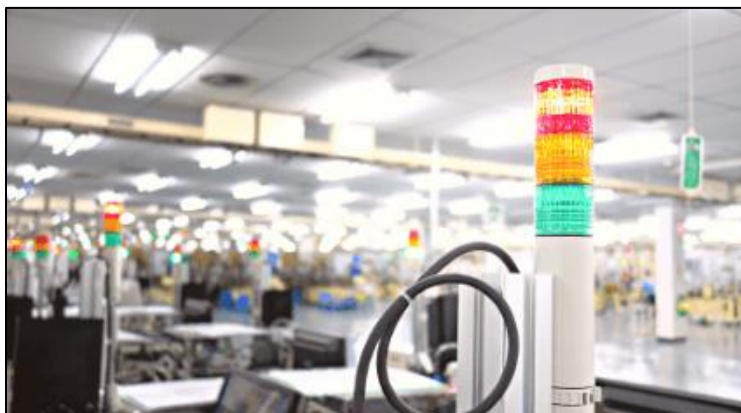


Figura 43: Dispositivos Andon
Fuente: Safety Culture (2022)

Estos dispositivos generalmente cuentan con 3 colores característicos: Verde, Amarillo y Rojo. La Tabla 40 muestra estos colores, y la descripción y significado de cada uno de estos:

Tabla 40: Colores Andon

Color	Descripción
Verde	Producción normal / Sin problemas / Continuar con el trabajo
Amarillo	Problema detectado / Ayudar al operario / Comprobar calidad del producto
Rojo	Producción detenida / Investigar el problema / Solucionar antes de continuar

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto al Método Jidoka, se presenta el siguiente formato en la Tabla 41. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 41: Evaluación Jidoka

EVALUACIÓN DE JIDOKA			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los operarios conocen los beneficios del Método Jidoka?		
2	¿Los operarios siguen claramente los pasos del Mantenimiento Autónomo?		
3	¿Los operarios son capaces de detectar o localizar un problema?		
5	¿Los operarios son capaces de solucionar el problema rápidamente?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 42, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 42: Nivel de Cumplimiento Jidoka

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	25%	malo
2	50%	regular
3	75%	bueno
4	100%	bueno

Para conocer el nivel de cumplimiento con respecto al uso del Sistema Andon, se presenta el siguiente formato en la Tabla 43. Se marcará “SÍ” o “NO” según sea el caso en lo correspondiente a cada uno de los criterios a evaluar:

Tabla 43: Evaluación Andon

EVALUACIÓN DE ANDON			
ITEM	CRITERIO	SÍ	NO
1	¿Los operarios conocen los beneficios del uso del Sistema Andon?		
2	¿Los operarios son capaces de identificar anomalías en el proceso?		
3	¿Los operarios conocen el Método Jidoka?		
4	¿Los operarios conocen los colores y saben interpretar su significado?		
ÁREA: _____		FECHA: _____	
RESPONSABLE: _____			

Para verificar el Cumplimiento, se muestra la Tabla 44, que servirá como guía para clasificar según los colores presentados:

Tabla 44: Nivel de Cumplimiento Andon

# SÍ	CUMPLIMIENTO	NIVEL
1	25%	malo
2	50%	regular
3	75%	bueno
4	100%	bueno

. Beneficios de Aplicación del Método Jidoka:

- Disminución de unidades defectuosas: Debido a que se evita la producción de productos con defectos.
- Incrementa la calidad de producción: Debido a que todos los operarios tendrán conocimiento y responsabilidad sobre la calidad de los productos.
- Disminución de tiempos muertos: Debido a que los inconvenientes o anomalías se podrán resolver más rápidamente o incluso de manera inmediata al detectar las señales.

Estos beneficios se muestran con mayor detalle:

Tabla 45: Beneficios de Aplicación del Método Jidoka

Item	Actividad	Actual aprox.	Después de mejora	Ahorro	Recurrencia
1	Producción de unidades defectuosas	2%	1%	1%	diario

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo se presentará la evaluación económica de las herramientas propuestas anteriormente. Se detallarán todos costos incurridos por cada propuesta de mejora, los ahorros o beneficios que conlleve cada una y se presentará un flujo de caja con el total de las propuestas para verificar la viabilidad económica de las mismas.

5.1 Evaluación económica de la Aplicación de las 5S

Se detallan los costos y beneficios de la Aplicación de las 5S:

5.1.2 Costos de la Aplicación de las 5S

Para una correcta Aplicación de las 5S se incurrirán en costos por Capacitaciones, Insumos de Limpieza, Tarjetas de Clasificación y otros elementos.

Las capacitaciones para la Aplicación de las 5S se harán en 3 fases: Introducción a la Metodología 5S, Teoría de las 5S y la parte Práctica de la Aplicación de las 5S con un Test de Evaluación.

En Tabla 46 se detallan los costos, en soles, involucrados en la capacitación:

Tabla 46: Costos Capacitación 5S

Capacitación – Introducción a la Metodología 5S			
Personal involucrado	N° integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Capacitación – Teoría de las 5S			
Personal involucrado	N° integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Capacitación – Práctica Aplicación de las 5S y Test de Evaluación			
Personal involucrado	N° integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Auditores	1	200	200

En Tabla 47 representa el Resumen de los Costos de Capacitación de las 5S según las horas a emplear:

Tabla 47: Resumen Costos Capacitación 5S

Capacitación	Duración (horas)	N° Capacitaciones	Horas Totales	Costo Total / Hora	Costo Total (soles)
Introducción a la Metodología 5S	1	1	1	420	420
Teoría de las 5S	1	1	1	420	420
Práctica Aplicación de las 5S y Test de Evaluación	3	2	6	620	3720

El costo incurrido por la Introducción de la herramienta será parte de la inversión.

En la Tabla 48, se detallan los costos incurridos en la inversión para la Aplicación de las 5S:

Tabla 48: Costos Inversión 5S

INVERSIÓN			
Concepto	Cantidad	Precio unitario	Costo Total (soles)
Escoba	2	14	28
Recogedor	2	10	20
Mopa	2	10	20
Desinfectante	4	4	16
Trapo microfibra	10	3	30
Lejía	2	14	28
Detergente	4	8	32
Trapeador	2	6	12
Balde	2	15	30
Trapo industrial	10	1	10
Guantes	4	15	60
Alcohol	4	9	36
Mascarillas	4	13	52
Aspiradora de mano	1	70	70
Tarjeta verde	25	2	50
Tarjeta amarilla	25	2	50
Tarjeta naranja	25	2	50
Tarjeta roja	25	2	50
Carteles	4	15	60
Cintas demarcatorias	3	30	90
Estantes	4	3	12
Formatos	20	0.5	10
Capacitación - Introducción			420
			S/ 1,236

5.1.2 Beneficios de la Aplicación de las 5S

En la Tabla 49, se muestran los beneficios económicos por la Aplicación de Mantenimiento Autónomo:

Tabla 49: Beneficios económicos 5S

Item	Actividad	Tiempo actual aprox. (min)	Tiempo después de mejora aprox. (min)	Ahorro(min)	Recurrencia (Veces / semana)	Ahorro semanal (horas)	Costo / Hora Operario	Ahorro económico anual (soles)
1	Espera de llegada de MP a la zona de inyección	10	5	5	114	9.50	5.00	2470.12
2	Llevar las preformas a la zona de soplado	5	3	2	24	0.82	5.00	212.16
3	Llevar las preformas a la máquina sopladora	3	1	2	255	8.50	5.00	2210.00
4	Llevar las botellas al almacén	5	3	2	278	9.27	5.00	2410.91
								S/ 7,303.19

El ahorro en tiempo que se generaría a partir de la aplicación de las 5S es a la vez ahorro económico, pues se aprovecharía mejor la capacidad de los operarios para realizar diversas tareas y así mejorar la productividad y el cumplimiento.

5.2 Evaluación económica de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo

Se detallan los costos y beneficios de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo:

5.2.1 Costos de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo

Para una correcta Aplicación del Mantenimiento Autónomo se incurrirán en costos por Capacitaciones, Insumos y elementos.

Las capacitaciones para la Aplicación del Mantenimiento Autónomo se harán en 3 fases: Introducción al Mantenimiento Autónomo, Teoría del Mantenimiento Autónomo y la parte Práctica de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo con un Test de Evaluación.

En Tabla 50 se detallan los costos, en soles, involucrados en la capacitación:

Tabla 50: Costos Capacitación MA

Capacitación – Introducción al Mantenimiento Autónomo			
Personal involucrado	Nº integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Capacitación – Teoría del Mantenimiento Autónomo			
Personal involucrado	Nº integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Capacitación – Práctica Aplicación del Mantenimiento Autónomo y Test de Evaluación			
Personal involucrado	Nº integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Auditores	1	200	200

La Tabla 51 muestra el Resumen de los Costos de Capacitación del Mantenimiento Autónomo según las horas a emplear:

Tabla 51: Resumen Costos Capacitación MA

Capacitación	Duración (horas)	N° Capacitaciones	Horas Totales	Costo Total / Hora	Costo Total (soles)
Introducción al Mantenimiento Autónomo	1	1	1	420	420
Teoría del Mantenimiento Autónomo	1	1	1	420	420
Práctica Aplicación del Mantenimiento Autónomo y Test de Evaluación	3	2	6	620	3720

El costo incurrido por la Introducción de la herramienta será parte de la inversión.

La Tabla 52 muestra detalladamente los costos incurridos en la inversión para la Aplicación del Mantenimiento Autónomo:

Tabla 52: Costo Inversión MA

INVERSIÓN			
Concepto	Cantidad	Precio unitario	Costo Total (soles)
Formatos	20	0.5	10
Aceite lubricante	1	80	80
Tarjetas azules	25	2	50
Tarjetas amarillas	25	2	50
Capacitación - Introducción			420
			S/ 610

5.2.2 Beneficios de la Aplicación del Mantenimiento Autónomo

En la Tabla 53, se muestran los beneficios económicos por la Aplicación de Mantenimiento Autónomo:

Tabla 53: Beneficios económicos MA

Item	Actividad	Tiempo actual aprox. (h)	Tiempo después de mejora aprox. (h)	Ahorro (h)	Recurrencia	Medida	Ahorro económico anual (soles)
1	Tiempo muerto no programado por fallas o inconvenientes en máquinas sopladoras	6	3	3	semanal	1700 botellas/hora*0.0942 soles/botella	24977.02
2	Tiempo de parada de máquinas inyectoras	8	2	6	mensual	1 proforma revisada/0.0042h	1614.55
3	Tiempo en que el técnico especialista llega al lugar	4	0	4	mensual	Costo/hora Técnico (15 soles/hora)	720
S/ 27,311.56							

El tiempo ahorrado debido a las fallas en las máquinas sopladoras es a la vez ahorro económico, pues se podrían producir más botellas, teniendo en cuenta que la familia de productos a analizar tienen alta rotación y en las temporadas de verano aumenta aún más la demanda de los mismos. Asimismo, el tiempo ahorrado debido a las paradas de las máquinas inyectoras se destinará a la revisión de las proformas para que estas puedan llegar en buen estado a la zona de soplado.

5.3 Evaluación económica de la Aplicación del Método Jidoka

Se detallan los costos y beneficios de la Aplicación del Método Jidoka:

5.3.1 Costos de la Aplicación del Método Jidoka

Para una correcta Aplicación del Método Jidoka se incurrirán en costos por Capacitaciones y el Sistema Andon.

Las capacitaciones para la Aplicación del Método Jidoka se harán en 3 fases: Introducción al Método Jidoka, Teoría del Método Jidoka y la parte Práctica de la Aplicación del Método Jidoka con un Test de Evaluación.

En Tabla 54 se detallan los costos, en soles, involucrados en la capacitación:

Tabla 54: Costos Capacitación Jidoka

Capacitación – Introducción al Método Jidoka			
Personal involucrado	Nº integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Capacitación – Teoría del Método Jidoka			
Personal involucrado	Nº integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Capacitación – Práctica Aplicación del Método Jidoka y Test de Evaluación			
Personal involucrado	Nº integrantes	Costo / Hora	Costo Total / Hora
Gerente	1	20	20
Jefe de Planta	2	10	20
Operarios	16	5	80
Capacitadores	1	300	300
Audidores	1	200	200

La Tabla 55 muestra el Resumen de los Costos de Capacitación del Método Jidoka según las horas a emplear:

Tabla 55: Resumen Costos Capacitación Método Jidoka

Capacitación	Duración (horas)	N° Capacitaciones	Horas Totales	Costo Total / Hora	Costo Total
Introducción al Método Jidoka	1	1	1	420	420
Teoría del Método Jidoka	1	1	1	420	420
Práctica Aplicación del Método Jidoka y Test de Evaluación	3	2	6	620	3720

El costo incurrido por la Introducción de la herramienta será parte de la inversión.

La Tabla 56 muestran detalladamente los costos incurridos en la inversión para la Aplicación del Método Jidoka:

Tabla 56: Costo Inversión Jidoka

INVERSIÓN			
Concepto	Cantidad	Precio unitario	Costo Total
Sistema Andon	5	400	2000
Instalación	1	2000	2000
Formatos	20	0.5	10
Capacitación - Introducción			420
			S/ 4,430

5.3.2 Beneficios de la Aplicación del Método Jidoka

La Tabla 57 muestra los beneficios económicos por la Aplicación del Método Jidoka:

Tabla 57: Beneficios económicos Jidoka

Item	Actividad	Actual aprox.	Después de mejora	Ahorro	Recurrencia	Medida	Ahorro económico anual
1	Producción de unidades defectuosas	2%	1%	1%	diario	102000 botellas/día*0.0942 soles/botella	S/ 34 583.56

5.4 Flujo de caja y factibilidad de las propuestas de mejora

Se considerará un horizonte de 2 años, en el cual se detallan las inversiones, costos por aplicación de las mejoras y los ingresos o beneficios por aplicación de las mejoras. Asimismo, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- . En la inversión inicial (Año 0), se consideran y los materiales que se requieren para la aplicación de cada herramienta y las capacitaciones de Introducción de cada una de ellas.
- . Se considerará una inversión adicional en el Año 2, en el que se considerarán los materiales necesarios para la aplicación de cada herramienta (formatos, elementos de limpieza, entre otros). Asimismo, se considerará el Costo de S/. 5,000 por el analista que llevará adelante el proyecto.
- . En los costos por aplicación de mejoras en el Año 0, se considerarán 3 capacitaciones por Herramienta y una adicional para el Mantenimiento Autónomo.
- . En los costos por aplicación de mejoras en el Año 1 y 2, se considerarán 2 capacitaciones por Herramienta.
- . Los beneficios por aplicación de las mejoras serán constantes en los Años 1 y 2.

La Tabla 58 representa el Flujo de Caja del Proyecto de Mejora:

Tabla 58: Flujo de Caja

	Año 0	Año 1	Año 2
COSTOS			
Inversión	S/ 11,276		S/ 1,016
Costos por aplicación de mejoras	S/ 41,400	S/ 24,840	S/ 24,840
TOTAL COSTOS	S/ 52,676	S/ 24,840	S/ 25,856
INGRESOS			
Beneficio por aplicación de mejoras		S/ 69,198.31	S/ 69,198.31
TOTAL INGRESOS		S/ 69,198.31	S/ 69,198.31
FLUJO	-S/ 52,676	S/ 44,358.31	S/ 43,342.31

Para calcular el Costo de Oportunidad de Capital (COK), se usará el Modelo CAPM:

$$\text{COK} = R_f + \beta \times (R_m - R_f) + R_p$$

En donde:

R_f: Tasa libre de riesgo EE.UU = 3.90% (BCRP, 2022)

β: Coeficiente de prima de riesgo

R_m-R_f: Prima de riesgo = 5.82% (Damoradan Online, 2022)

R_p: Riesgo país = 2.11% (Gestión, 2022)

β despalancada = 0.94 (Damoradan Online, 2022)

A su vez, el coeficiente β se halla según la siguiente expresión:

$$\beta = \beta \text{ despalancada} \times (1 + D/P \times (1-T))$$

En donde:

D/P : 0.288 (Damoradan Online, 2022)

T : Impuesto a la Renta = 29.5% (Gobierno del Perú, 2022)

Por lo tanto:

$$\beta = 0.94 \times (1 + 0.288 \times (1-29.5\%)) = 1.431$$

y al reemplazar en la primera expresión:

$$\text{COK } (\$) = 3.90\% + 1.431 \times (5.82\%) + 2.11\% = 14.34\%$$

Sin embargo, se debe hallar el COK expresado en soles:

$$\text{COK } (\text{S}/.) = \text{COK } (\$) \times ((1+\text{InflaciónPerú}) / (1+\text{Inflación EE.UU}))$$

En donde:

Inflación Perú = 8.28% (*Trading Economics, 2022*)

Inflación EE.UU = 7.70% (*Trading Economics, 2022*)

y al reemplazar en la expresión:

$$\text{COK} = 14.34\% \times ((1+8.28\%) / (1+7.70\%))$$

$$\text{COK} = 14.41\%$$

La Tabla 59 muestra los indicadores de rentabilidad del proyecto. Se determina un Valor Actual Neto (VAN) positivo y a su vez la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor al Costo de Oportunidad de Capital (COK):

Tabla 59: Indicadores de rentabilidad del proyecto

VAN	S/ 19,203
TIR	42 %
COK	14 %

Por lo tanto:

. VAN = S/ 19,203 > 0 (Proyecto Rentable)

. TIR = 42% > COK = 14% (La Rentabilidad del proyecto es mayor al mínimo aceptable)

Por ende, según estos indicadores, se considera que el proyecto es rentable o viable económicamente.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se detallan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo:

6.1 Conclusiones

- El emplear herramientas de Lean Manufacturing como las 5S, Mantenimiento Autónomo y Jidoka, ayudan contrarrestar problemas encontrados, los cuales causan impactos negativos en la producción
- Al aplicar las 5S, se redujo el tiempo de espera de materia prima en un 50%, el traslado de preformas a la máquina sopladora en un 67%, y el traslado de preformas a la zona de soplado y botellas al almacén en un 40% respectivamente.
- Con la aplicación del Mantenimiento Autónomo, se redujo el tiempo muerto no programado por fallas o inconvenientes en las máquinas en un 50%, el tiempo de parada en un 75% y se ahorró por completo el costo de un técnico para inconvenientes específicos.
- Con la aplicación del Método Jidoka, se redujo la producción de unidades defectuosas en un 50%.
- Según la evaluación del impacto económico de las propuestas de mejora, se concluye que la aplicación de estas es viable económicamente, dado que se obtuvo en VAN económico de S/ 19,203 y un TIR de 42%, mayor al COK de 14%.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener una comunicación constante con los trabajadores de la empresa acerca de la relevancia y los aspectos positivos que tendría la aplicación de las herramientas propuestas, de modo que estén predispuestos a colaborar.
- Se recomienda implementar las herramientas de mejora descritas anteriormente, como: 5S, Mantenimiento Autónomo y Método Jidoka, todo ello con el objetivo de lograr la máxima eficiencia reduciendo desperdicios además de implantar una filosofía de mejora continua.
- Se sugiere que se haga un seguimiento de las herramientas a implementar, pues este es un proceso permanente de mejora y gradual. Esto se puede lograr usando los formatos propuestos.
- Se recomienda implementar herramientas o variantes Lean a otras áreas de la empresa, estas pueden ser Lean Office y/o Lean Logistics.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBOLEDA, J. & RUBIANO, F.

2017 APLICACIÓN DE TÉCNICA DE LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES EN UNA PEQUEÑA EMPRESA DE ALIMENTOS, *Artículo Universidad Pontificia Bolivariana*, Vol. 4, No.2. Consulta: 16 de abril de 2022.

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/9372/T%C3%A9cnica_Lean%20manufacturing.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BCRP

2022 *Bonos del Tesoro EE.UU.-10 años (%)* . Consulta: 15 de noviembre de 2022.

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html>

BENITO, J.

2017 “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO OPERATIVO BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING Y LA MEJORA DEL PROCESO DE OPERACIONES DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTES DE MATERIALES PELIGROSOS EN LIMA METROPOLITANA”. Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1583/T030_40467483_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CATÁLOGO DEL EMPAQUE

2022 *Catálogo del Empaque: Producto*. Consulta: 19 de abril de 2022.

<https://www.catalogodelempaque.com/ficha-producto/Resina-PET+111052>

COMPANYS, R. & COROMINAS, A.

1998 “Capítulo 1: Introducción a la organización de la producción”. *Organización de la producción I: diseños de sistemas productivos 1*. Barcelona: Edicions UPC, pp. 9-41. Consulta: 12 de abril de 2022

http://www.prothius.com/docencia/L_CN-LC-13-2010-web.pdf

COOKE, F.

2000 “*Implementing TPM in plant maintenance: Some organisational barriers*”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 Iss 9 pp. 1003 - 1016. Consulta: 16 de abril de 2022.

https://www.researchgate.net/publication/243464260_Implementing_TPM_in_plant_maintenance_Some_organisational_barriers

CHUMACERO, J.

2019 “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN SERVICE PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE COMPRAS EN TIS PERU, AÑO 2018-2019”. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería.

<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a4be8352-09f6-4010-ae53-bbb566e01267/content>

DAMODARAN ONLINE

2022 *Data : current* . Consulta:15 de noviembre de 2022.

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html

GARCÍA, R.

2005 *Estudio del Trabajo*. Segunda edición. México: McGraw Hill. Consulta: 14 de abril de 2022.

https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

GARCÍA J., NORIEGA S. & ROMERO J.

2012 El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría y Administración*, Vol. 67, No.4, pp. 173-196. Consulta: 16 de abril de 2022.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39524375009>

GESTIÓN

2022 *Riesgo país de Perú cerró en 2.11 puntos porcentuales el último miércoles* . Consulta: 15 de noviembre de 2022.

<https://gestion.pe/economia/riesgo-pais-de-peru-cerro-en-211-puntos-porcentuales-el-ultimo-miercoles-economia-noticia/?ref=gesr>

GOBIERNO DEL PERÚ

2022 *Régimen General de Renta* . Consulta: 15 de noviembre de 2022.

<https://www.gob.pe/6991-regimen-general-de-renta>

HERNÁNDEZ, A.

2019 “IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN EL

ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS MYPE DE LA CORPOACIÓN BOLSIPOL S.A.C.". Lima: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3254/Antony%20Hernandez_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNÁNDEZ, J. & VIZÁN, A.

2013 *Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Madrid:EOI. Consulta: 15 de abril de 2022.

<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

LÓPEZ, M.

2017 *Guía de Laboratorio. Ingeniería de procesos. Primera edición digital*. Consulta: 15 de abril de 2022.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3218/5/DO_FIN_108_GL_ASUC01057_2020.pdf

LÓPEZ, X.

2020 "V.S.M: HERRAMIENTA CLAVE DE LA MEJROA CONTINUA METODOLOGÍA Y APLICACIÓN". Córdoba: Universidad Católica de Córdoba, Instituto de Ciencias de la Administración.

http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2805/1/TM_Lopez_Ximena.pdf

MENDOZA, S.

2021 "MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PORTAPAPELES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PLÁSTICOS, USANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING". Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21994/MENDOZA_SOLORZANO_SUSAN_MARISOL_MEJORA_PROCESO_FABRICACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NATIONAL GEOGRAPHIC

2019 *La botella de plástico: de recipiente milagroso a residuo odiado*. Consulta:13 de abril de 2022.

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/08/botella-de-plastico-de-recipiente-milagroso-residuo->

MARÍN-GARCÍA, J. & MATEO, R.

2013 Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. Consulta: 16 de abril de 2022.

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14114/Marin-Garcia.pdf>

MUÑOZ, D.

2017 Administración de operaciones. Primera edición. México: Editorial Alfaomega. P69. Consulta: 16 de abril de 2022.

https://kupdf.net/download/administracion-de-operaciones-david-muoz-negron_598649f2dc0d601619300d1a_pdf#modals

PEREDA M. & BERROCAL F.

1999 El entorno empresarial: La empresa, su organización y funcionamiento. *Revista Complutense de Educación*, Vol. 10, No.1. pp. 15-35. Consulta: 15 de abril de 2022.

<https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED9999120015A/17193>

RAJADELL M. & SÁNCHEZ J.

2010 LEAN MANUFACTURING. La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Consulta: 15 de abril de 2022.

<https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479789671.pdf>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

2021 Diccionario de la lengua española. Consulta: 13 de abril de 2022.

<https://dle.rae.es/proceso>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

2021 Diccionario de la lengua española. Consulta: 14 de abril de 2022.

<https://dle.rae.es/empresa>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

2021 Diccionario de la lengua española. Consulta: 09 de mayo de 2022.

<https://dle.rae.es/desperdicio>

REY, F.

2005 Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: FC Editorial, P17. Consulta: 14 de abril de 2022

<https://books.google.es/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

SASCÓ, S.

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". Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/15272>

SOCCONINI, L.

2008 Lean Manufacturing: Paso a paso. México: Norma Ediciones, P163. Consulta: 15 de abril de 2022

<https://todoproyecto.files.wordpress.com/2020/08/lean-manufacturing-paso-a-paso-socconini-1ed.pdf-c2b7-version-1.pdf>

SUÁREZ, D.

2003 "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES TÉCNICAS DE LOS TÚNELES DE GUAYAQUIL"

<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/94492/D-30527.pdf>

TEJEDA, A.

2011 Mejora de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y sociedad*, Vol. XXXVI, No.2. pp. 276-310. Consulta: 16 de abril de 2022

<https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf>

TRADING ECONOMICS

2022 *Tasa de inflación* . Consulta: 15 de noviembre de 2022.

<https://es.tradingeconomics.com/united-states/inflation-cpi>

ULTSCH, A.

2002 *Proof of Pareto's 80/20 Law and Precise Limits for ABC-Analysis*. Marburg. Consulta: 14 de abril de 2022.

https://www.researchgate.net/profile/Alfred-Ultsch/publication/228908722_Proof_of_Pareto%27s_8020_law_and_Precise_Limits_for_ABC-Analysis/links/544652920cf2d62c304db2fd/Proof-of-Paretos-80-20-law-and-Precise-Limits-for-ABC-Analysis.pdf

ZAPATA C., VILLEGAS, S. & ARANGO, F.

2006 Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de Un-Método. *Revista Universidad Eafit* , Vol. 42, No141. pp. 40-59. Consulta: 14 de abril de 2022.

<https://www.redalyc.org/pdf/215/21514104.pdf>