

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA USANDO
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA LA
REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS E INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ARTÍCULOS DE LIMPIEZA
EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS DE PLÁSTICO**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Industrial

Presentan los bachilleres:

**GABY ROCIO LLATAS SILVA
YONATAN PELAYO PAUCAR SOTO**

Presidente: Bernardo Leonardo Meza Guzmán

Asesor: José Alan Rau Álvarez

Lector: Jorge Luis Wam Baltodano

Lima – Perú

Octubre de 2024



UARM

Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

Anexo N.º 3 - Reglamento General de Grados y Títulos de Pregrado y Posgrado
Aprobado por Resolución Rectoral N° 150-2023-UARM-R

INFORME DE ORIGINALIDAD

Sres.

CONSEJEROS

Pte.

De nuestra consideración:

Por la presente nos dirigimos a ustedes para saludarlos e informar al Consejo Universitario sobre el producto académico elaborado por LLATAS SILVA Gaby Rocio y PAUCAR SOTO Yonatan Pelayo quienes solicitan la obtención de su título profesional a través de la sustentación de una tesis.

El producto académico elaborado tiene como título "Análisis y propuesta de mejora usando herramientas de lean manufacturing para la reducción de desperdicios e incrementar la productividad en la línea de artículos de limpieza en una empresa de productos de plástico".

Por tanto, en nuestra condición de Asesor de producto académico y de integrante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Gestión respectivamente, declaramos que el producto académico de LLATAS SILVA Gaby Rocio y PAUCAR SOTO Yonatan Pelayo, ha sido examinado con el programa antiplagio *Turnitin* para identificar su nivel de coincidencias.

El resultado que arroja el programa es de 7% de similitud, el cual proviene de fuentes de información que han sido debidamente citadas o reconocidas utilizando las normas del sistema APA.

Sin otro particular, quedo de ustedes.

Firmado en Lima, el 14 del mes de octubre del 2024

José Alan Rau Alvarez
Asesor

Atentamente,

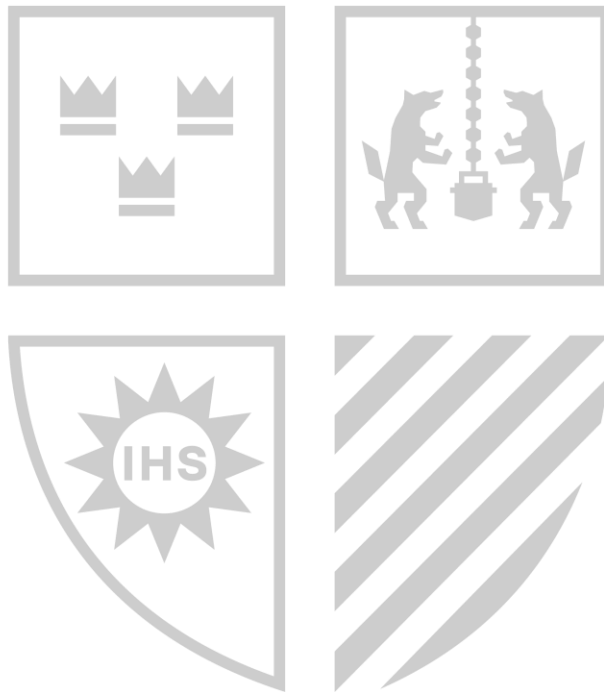
Bernardo Leonardo Meza Guzmán
Presidente
Comisión de Grados y Títulos
Facultad de Ingeniería y Gestión



*Conforme a lo establecido en el documento de identidad

DEDICATORIA

A nuestros padres que han sabido formarnos con valores y buenos sentimientos, lo cual nos ha permitido alcanzar nuestros logros y superar los obstáculos con valentía.
Esperamos que este logro cumpla el sueño que imaginaron para nosotros.

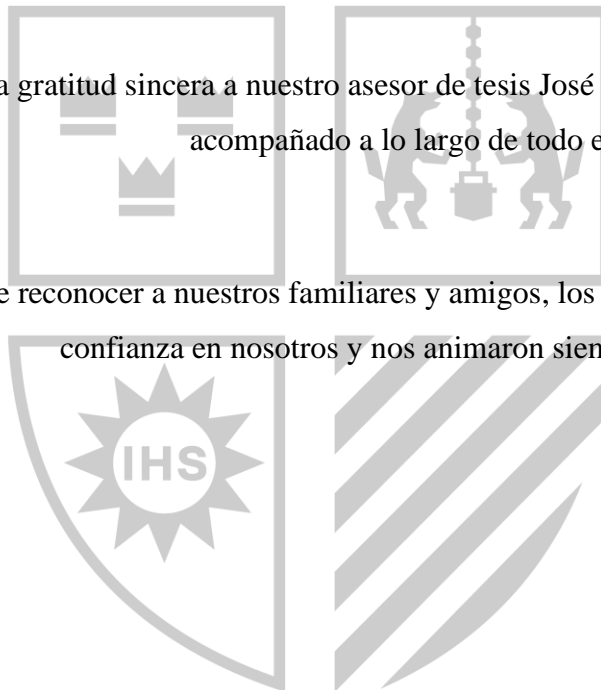


AGRADECIMIENTO

Estamos muy agradecidos con Dios, dado que nos ha acompañado en el transcurso de nuestra carrera llenándonos de fortaleza y permitiéndonos vivir experiencias y aprendizajes.

Nuestra gratitud sincera a nuestro asesor de tesis José Rau, dado que nos ha acompañado a lo largo de todo el progreso de la tesis.

Resulta importante reconocer a nuestros familiares y amigos, los cuales depositaron su confianza en nosotros y nos animaron siempre a seguir adelante



RESUMEN

Esta investigación se enfoca por medio del análisis del producto más representativo de la línea con mayor porcentaje de ventas en una empresa de productos de plástico, donde se identificó problemas relacionados al proceso de montaje y desmontaje, inyección, inspección y embalado. Por lo que, se tiene por objetivo diseñar una propuesta de mejora, usando herramientas Lean Manufacturing, a razón de reducir desperdicios y potenciar la productividad por medio de la línea de artículos de limpieza de la empresa. Las herramientas seleccionadas para la solución del problema fueron Poka Yoke, TPM: Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento planificado, metodología 5s, SMED y Trabajo Estándar, donde se obtuvo como resultados la reducción de 224.5 kg de mermas mensuales; la mejora de la eficiencia general de la máquina inyectora en un 8%; el descenso de los tiempos improductivos mensuales sobre la zona de montaje y desmontaje en 7 min y en la zona de embalado en 64 min, la reducción del tiempo de ejecución del rebarbeado en 10 650 min y del embalado en 1016 min mensuales, el descenso del tiempo de montaje y desmontaje de matriz en 138 min. Todo ello, produjo beneficios económicos de S/ 17,979.18. Llegando a concluir que la propuesta de mejora logra incrementar la productividad en un 6% y reduce los desperdicios en un 1.4%, además, es evidenciada la rentabilidad del proyecto al tener un VAN igual a S/ 72,935.25 mayor a 0, un TIR de 66% mayor al WACC de 12.2% y un B/C de 2.9.

Palabras claves: plásticos, productividad, desperdicios, Lean Manufacturing.

ABSTRACT

This research focuses on the analysis of the most representative product of the line with the highest percentage of sales in a plastic products company, where problems related to the assembly and disassembly, injection, inspection and packaging process were identified. Therefore, the objective is to design an improvement proposal, using Lean Manufacturing tools, in order to reduce waste and boost productivity through the cleaning products line of the company. The tools selected for the solution of the problem were Poka Yoke, TPM: Autonomous Maintenance and Planned Maintenance, 5s methodology, SMED and Standard Work, where the results obtained were the reduction of 224.5 kg of monthly wastage; the improvement of the general efficiency of the injection molding machine by 8%; the reduction of the monthly unproductive times in the assembly and disassembly area by 7 min and in the packaging area by 64 min, the reduction of the deburring execution time by 10,650 min and of the packaging by 1016 min per month, the reduction of the die assembly and disassembly time by 138 min. All of this produced economic benefits of S/ 17,979.18. It was concluded that the improvement proposal increased productivity by 6% and reduced waste by 1.4%, also, the profitability of the project is evidenced by having an NPV equal to S/ 72,935.25 greater than 0, an IRR of 66% greater than the WACC of 12.2% and a B/C of 2.9.

Keywords: plastics, productivity, waste, Lean Manufacturing.

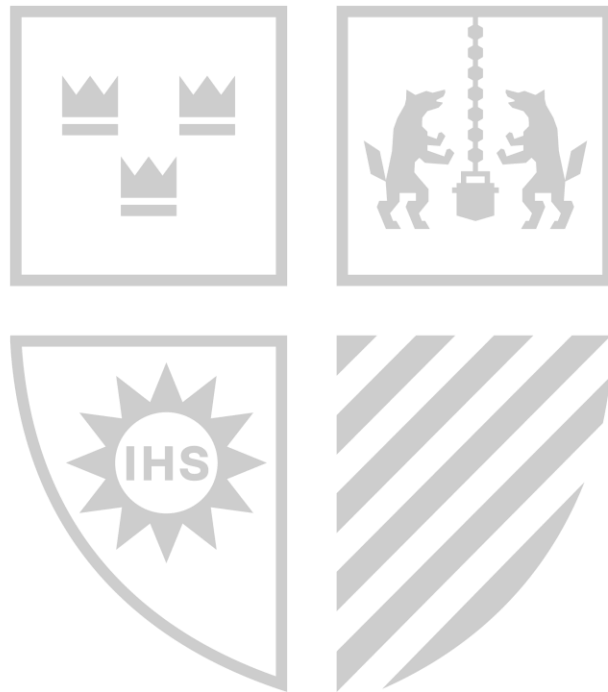
TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	18
1.1. Antecedentes	18
1.1.1. Antecedentes internacionales.....	18
1.1.2. Antecedentes nacionales	19
1.2. Bases teóricas	21
1.2.1. Lean Manufacturing (LM).....	21
1.2.2. Herramientas L.M.....	22
1.2.3. Herramientas de análisis	33
1.2.4. Desperdicios.....	39
1.2.5. Productividad.....	41
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	43
2.1. La empresa	43
2.1.1. Misión, visión y valores.....	43
2.1.2. Estructura organizacional	44
2.1.3. Línea de productos.....	44
2.2. Proceso productivo.....	45
2.2.1. Indicadores del proceso productivo	47
2.3. Equipos y maquinarias	49
2.4. Layout de la planta	49
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	52
3.1. Identificación del proceso productivo a analizar	52
3.1.1. Selección de la línea de producción.....	52

3.1.2.	Selección del producto representativo	53
3.2.	Análisis del proceso productivo seleccionado	55
3.2.1.	Mapa de Flujo de Valor	55
3.2.2.	Análisis de procesos por áreas	59
3.3.	Priorización de los principales hallazgos	62
3.4.	Identificación de las causas raíz de los problemas que afectan la cadena de valor	64
3.4.1.	Tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz	64
3.4.2.	Alto porcentaje de mermas	66
3.4.3.	Paradas de la máquina inyectora.....	68
3.4.4.	Ambiente desorganizado en la zona de inspección	69
3.4.5.	Ambiente desorganizado en la zona de embalado.....	71
3.5.	Priorización de las herramientas de mejora	73
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA		77
4.1.	Propuesta N° 1, aplicando: Poka Yoke	78
4.1.1.	Diagnóstico de la situación inicial	78
4.1.2.	Diseño de la solución.....	78
4.1.3.	Enfoque de la situación propuesta	80
4.2.	Propuesta N° 2, aplicando TPM.....	80
4.2.1.	Diagnóstico de la situación inicial	81
4.2.2.	Diseño de la solución	84
4.2.3.	Enfoque de la situación propuesta	98
4.3.	Propuesta N°, aplicando la metodología 5s.....	98
4.3.1.	Diagnóstico de la situación inicial	99
4.3.2.	Diseño de la solución	101
4.3.3.	Enfoque de la situación propuesta	114
4.4.	Propuesta N° 4, aplicando SMED y Trabajo estándar	114

4.4.1.	Diagnóstico de la situación inicial	115
4.4.2.	Diseño de la solución	117
4.4.3.	Enfoque de la situación propuesta	122
4.5.	Evaluación del impacto de la propuesta de mejora	123
4.5.1.	VSM futuro	123
4.5.2.	Productividad	125
4.5.3.	Mermas	125
CAPÍTULO V: IMPACTO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....		127
5.1.	Beneficios económicos.....	127
5.1.1.	Beneficio económico por implementación Poka Yoke.....	127
5.1.2.	Beneficio económico por implementación TPM.....	127
5.1.3.	Beneficio económico por implementación de metodología 5s.....	128
5.1.4.	Beneficio económico por implementación SMED.....	129
5.1.5.	Beneficio económico por implementación de Trabajo Estándar	129
5.1.6.	Resumen del beneficio económico	130
5.2.	Costos.....	130
5.2.1.	Costos del Poka Yoke	130
5.2.2.	Costos del TPM	131
5.2.3.	Costos de la metodología 5s	131
5.2.4.	Costos de SMED.....	132
5.2.5.	Costos del Trabajo Estándar	133
5.2.6.	Resumen de los costos	133
5.3.	Tasa de descuento WACC	133
5.4.	Flujo de caja	134
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		136
6.1.	Conclusiones	136
6.2.	Recomendaciones.....	137

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 138
ANEXOS 144



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Descripción de los ocho desperdicios.....	40
Tabla 2.1 Indicadores del proceso productivo	48
Tabla 2.2 Indicadores del proceso productivo por producto	48
Tabla 3.1 Ventas de las líneas de producción.....	52
Tabla 3.2 Ventas de los productos de la línea de limpieza	53
Tabla 3.3 Descripción de los ocho desperdicios.....	56
Tabla 3.4 Paradas de la máquina pigmentadora	59
Tabla 3.5 Duración del montaje y desmontaje de la matriz.....	60
Tabla 3.6 Costo incurrido por los cambios enero a junio 2023	60
Tabla 3.7 Costo de las mermas enero a junio 2023	60
Tabla 3.8 Paradas de la máquina inyectora.....	61
Tabla 3.9 Análisis de criticidad	63
Tabla 3.10 Actividades del proceso de desmontaje y montaje de matriz	64
Tabla 3.11 Merma identificada enero – junio 2023	66
Tabla 3.12 Motivos de la generación de mermas	66
Tabla 3.13 Disponibilidad de la máquina inyectora durante enero – junio 2023	68
Tabla 3.14 Resumen de las causas raíz identificadas	73
Tabla 3.15 Matriz de identificación de las herramientas Lean a utilizar	74
Tabla 3.16 Matriz de vinculación causa raíz – propuesta.....	75
Tabla 4.1 % defectos al mes por baja presión de cierre de molde.....	78
Tabla 4.2 Beneficios propuestos del Poka Yoke	80
Tabla 4.3 Eficiencia general de la máquina inyectora durante enero – junio 2023.....	84
Tabla 4.4 Temario de capacitación interna.....	89
Tabla 4.5 Análisis AMEF y NPR de la máquina inyectora	92
Tabla 4.6 Indicadores de mantenimiento de la máquina inyectora.....	97
Tabla 4.7 Beneficios propuestos del TPM.....	98
Tabla 4.8 Nivel de cumplimiento de las 5s por zonas	99
Tabla 4.9 Tiempos no productivos en la zona de montaje y desmontaje de matriz	100

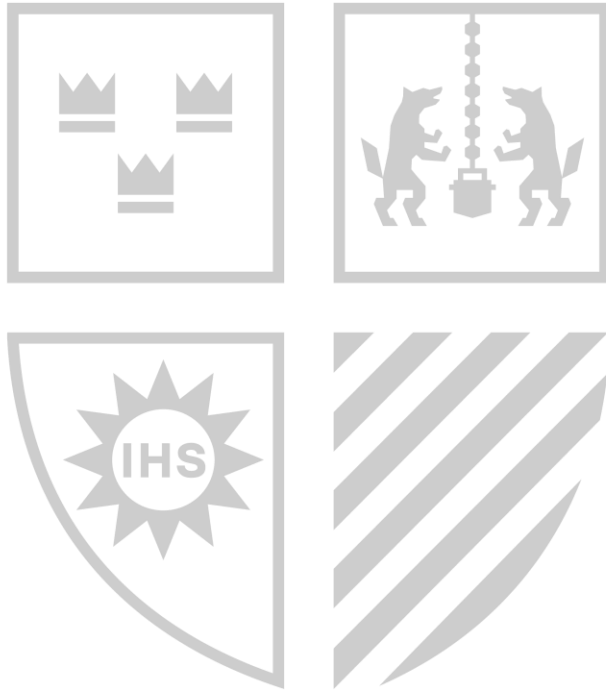
Tabla 4.10	Tiempos no productivos en la zona de montaje y desmontaje de matriz ..	101
Tabla 4.11	Inventario del estado de los elementos en las zonas críticas	106
Tabla 4.12	Establecimiento de funciones	111
Tabla 4.13	Temario de capacitación	112
Tabla 4.14	Beneficios propuestos de la metodología 5s.....	114
Tabla 4.15	Tiempo de ejecución del embalado	117
Tabla 4.16	Conversión de las actividades internas del proceso de montaje y desmontaje de matriz	119
Tabla 4.17	Proceso propuesto de montaje y desmontaje de matriz	121
Tabla 4.18	Beneficios propuestos del SMED	122
Tabla 4.19	Beneficio propuesto del trabajo estándar.....	123
Tabla 4.20	Beneficio propuesto de la productividad	125
Tabla 4.21	Beneficio propuesto del porcentaje de mermas	126
Tabla 5.1	Beneficio económico propuesto para Poka Yoke.....	127
Tabla 5.2	Beneficio económico propuesto para TPM	128
Tabla 5.3	Beneficio económico propuesto para 5s	128
Tabla 5.4	Beneficio económico propuesto para SMED	129
Tabla 5.5	Beneficio económico propuesto para Trabajo Estándar	129
Tabla 5.6	Beneficio económico mensual propuesto	130
Tabla 5.7	Costos del Poka Yoke.....	130
Tabla 5.8	Costos del TPM	131
Tabla 5.9	Costos de las 5s.....	132
Tabla 5.10	Costos de SMED.....	132
Tabla 5.11	Costos del Trabajo Estándar	133
Tabla 5.12	Costos propuestos	133
Tabla 5.13	Cálculo del costo de oportunidad	134
Tabla 5.14	Flujo de caja mensual	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Significado de las 5s.....	23
Figura 1.2	Modelo de tarjeta roja.....	24
Figura 1.3	Indicador de ubicación	24
Figura 1.4	Inspección de limpieza	25
Figura 1.5	Etapas para la implementación del SMED.....	29
Figura 1.6	Principios del TPM.....	30
Figura 1.7	Fases del desarrollo de Pareto	33
Figura 1.8	Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	34
Figura 1.9	Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.....	35
Figura 1.10	Procedimiento del desarrollo de un histograma	35
Figura 1.11	Ejemplo de Histograma	36
Figura 1.12	Ejemplo de Gráfico de control	37
Figura 1.13	Ejemplo de Diagrama de Flujo.....	37
Figura 2.1	Misión, visión y valores	43
Figura 2.2	Organigrama	44
Figura 2.3	Flujograma del proceso productivo.....	45
Figura 2.4	Montaje del molde.....	46
Figura 2.5	Proceso de inyección	47
Figura 2.6	Layout de la planta	50
Figura 2.7	Diagrama de recorrido.....	51
Figura 3.1	Diagrama de Pareto	53
Figura 3.2	Diagrama de Operaciones de la Batea Arca de Noé	54
Figura 3.3	Mapa de Flujo de Valor (VSM actual).....	58
Figura 3.4	Matriz de criticidad	62
Figura 3.5	Diagrama de Ishikawa – Problema 4.....	65
Figura 3.6	Diagrama de Pareto – Problema 4.....	65
Figura 3.7	Diagrama de Ishikawa – Problema 5.....	67
Figura 3.8	Diagrama de Pareto – Problema 5.....	67

Figura 3.9 Diagrama de Ishikawa – Problema 6.....	68
Figura 3.10 Diagrama de Pareto – Problema 6.....	69
Figura 3.11 Zona de inspección desorganizada.....	70
Figura 3.12 Diagrama de Ishikawa – Problema 7.....	70
Figura 3.13 Diagrama de Pareto – Problema 7.....	71
Figura 3.14 Zona de embalado desorganizada.....	71
Figura 3.15 Diagrama de Ishikawa – Problema 9.....	72
Figura 3.16 Diagrama de Pareto – Problema 9.....	72
Figura 4.1 Flujograma de implementación de las propuestas de herramientas Lean	77
Figura 4.2 5 porqués de la aplicación de poka yoke.....	78
Figura 4.3 Sensor de presión de cierre.....	79
Figura 4.4 Instalación del sensor basada en la presión de molde.....	79
Figura 4.5 Capacitación sobre el Poka Yoke (sensor en el molde).....	80
Figura 4.6 Máquina inyectora en estudio.....	81
Figura 4.7 Flujograma actual de mantenimiento.....	82
Figura 4.8 Historial de mantenimiento correctivo 2023 de la máquina inyectora.....	83
Figura 4.9 Equipo de trabajo TPM.....	85
Figura 4.10 Flujograma de la propuesta de solución TPM.....	85
Figura 4.11 Estándar de inspección diaria.....	86
Figura 4.12 Puntos de inspección en la máquina inyectora.....	87
Figura 4.13 Estándar de lubricación y limpieza.....	87
Figura 4.14 Puntos de lubricación y limpieza en la máquina inyectora.....	88
Figura 4.15 Temario de capacitación externa.....	89
Figura 4.16 Estándar de inspección autónoma.....	90
Figura 4.17 Programa de mantenimiento periódico de la máquina inyectora.....	94
Figura 4.18 Programa de mantenimiento predictivo de la máquina inyectora.....	95
Figura 4.19 Flujograma propuesto de mantenimiento.....	96
Figura 4.20 Desorden en la zona de montaje y desmontaje de matriz.....	99
Figura 4.21 Desorden en la zona de inspección.....	100
Figura 4.22 Desorden en la zona de embalado.....	101
Figura 4.23 Equipo de trabajo Metodología 5s.....	102
Figura 4.24 Flujograma de la propuesta de solución 5s.....	102
Figura 4.25 Diagrama de Gantt – Metodología 5s.....	103
Figura 4.26 Evidencia del desorden en las zonas críticas.....	104

Figura 4.27	Flujograma de clasificación de elementos.....	105
Figura 4.28	Flujograma de clasificación de elementos.....	105
Figura 4.29	Mapa de ubicación de las tarjetas.....	107
Figura 4.30	Mapa de señalización y rotulación en las zonas.....	108
Figura 4.31	Set de organizadores.....	109
Figura 4.32	Organizador de tornillos.....	109
Figura 4.33	Caja de herramientas.....	109
Figura 4.34	Carro porta herramientas.....	109
Figura 4.35	Caja organizadora.....	110
Figura 4.36	Organizador de cuchillas.....	110
Figura 4.37	Estante de metal.....	110
Figura 4.38	Organizador de escobas y útiles de limpieza.....	111
Figura 4.39	Checklist de auditoria 5s.....	112
Figura 4.40	Sistema de monitoreo de auditoría.....	113
Figura 4.41	Actividades internas y externas del proceso de montaje y desmontaje de matriz.....	115
Figura 4.42	Producto embalado.....	117
Figura 4.43	Equipo de trabajo – SMED y Trabajo estándar.....	118
Figura 4.44	Flujograma de la propuesta de solución SMED.....	118
Figura 4.45	Ajuste rápido de manguera.....	120
Figura 4.46	Mapa de flujo de valor (VSM futuro).....	124
Figura 4.47	Comparación de la productividad actual y propuesta.....	125
Figura 4.48	Comparación del porcentaje de mermas actual y propuesta.....	126



INTRODUCCIÓN

El contexto gubernamental y monetario por el que atraviesa el país obliga a las compañías a adaptarse a los cambios, ofrecer productos de alta calidad y en grandes cantidades al menor costo posible y mejorar la eficiencia de sus procesos para triunfar en el entorno competitivo al que se enfrentan.

Para el objetivo del estudio el enfoque recae en la línea de limpieza de productos de plástico por proceso de inyección. Para el logro de estos objetivos, se hará uso de Lean Manufacturing a través de sus herramientas donde se conocerá los requerimientos de recursos necesarios para la mejora.

La estructura del proyecto se ha organizado en seis capítulos:

Por medio del capítulo I, se muestra el marco teórico del tema de investigación. Asimismo, se muestran antecedentes por medio de casos de éxito.

A través del capítulo II, se detalla el estado actual de la empresa, de tal forma, que permita entender la organización y el sistema productivo que maneja.

Por medio del capítulo III, se revisa la información histórica de la producción de los productos de plásticos, delimitando la línea de productos más representativa. Mediante el análisis del flujo de valor del proceso productivo, se llegaron a identificar las dificultades y las razones que las generan, además de seleccionar la herramienta Lean más adecuada.

A través del capítulo IV, se efectuaron las propuestas de mejora, aplicando las herramientas lean de acuerdo a las contramedidas identificadas, con el fin de medir el impacto en la productividad y desperdicios de la empresa.

Por medio del capítulo V, se presentará la forma en que impactan económicamente las propuestas de implementación en el capítulo anterior. La evaluación abarca el ahorro significativo y un análisis costo-beneficio.

A través del capítulo VI, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las alcanza el presente proyecto.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

El capítulo presenta antecedentes de la investigación, los cuales abarcan un resumen estructurado de diversos trabajos relacionados al tema de investigación, donde se denota la utilización de Lean Manufacturing a través de sus herramientas y su incidencia en la reducción de desperdicios y la productividad; asimismo, presenta las bases teóricas que señalan los conceptos más relevantes acerca de las variables según la referencia de múltiples autores.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes internacionales

Habib et al. (2023) tuvieron como finalidad aplicar Lean Manufacturing (LM) a través de sus herramientas a una planta para el alcance de mejoras en el desempeño operativo de empaclado y etiqueta. El método fue de tipo aplicado, diseño preexperimental y cuantitativo. Los resultados determinaron una producción estándar diaria = 34200 imp/día y el tiempo promedio total de configuración asciende a 37.4 minutos. Así mismo, la productividad asciende a 65%. Concluyeron que, gracias al desarrollo de las herramientas, el tiempo de mantenimiento y set up del inventario mejoró en un 9.6% y la eficiencia de los equipos en un 15%, lo que consecuentemente incrementó la productividad a un 75%.

Rahmanasari et al. (2021) tuvieron como finalidad implementar LM para reducir desperdicios. El método fue de tipo aplicado, preexperimental y enfoque cuantitativo. Llegaron a evidenciar por resultados la existencia de siete tipos de desperdicios identificados, en donde las actividades sin valor agregado tienen un porcentaje del 20% y las actividades necesarias, pero sin valor agregado son el 47%. Gracias al VSM se pudo rediseñar y estandarizar el proceso, eliminando actividades de las cuales no llegan a generar valor, de esta manera aumentando la producción al iniciar con 6125 llegando

hasta las 10796 unidades por día (76% de aumento).

Pérez (2019) estableció por objetivo diseñar un plan de mejora dentro de los procesos de envasado de productos a razón de generar la crecida de la productividad. El método fue de tipo aplicado, preexperimental y enfoque cuantitativo. Los resultados resaltaron que el proceso de envasado perjudica la productividad en un 40.65%, seguido del set up con un 5% y el proceso de lavado con un 4.8%. Gracias a la aplicación de una prueba piloto implementando las herramientas 5S y SMED, logró generar la crecida de la productividad en un 12.2%. Así mismo, se logró estandarizar el proceso, aplicando un programa de capacitaciones.

En la investigación del autor Proenca et al. (2022) tuvieron como finalidad emplear técnicas del LM para mejorar los flujos de producción. El método fue de tipo aplicado, preexperimental y enfoque cuantitativo. Alcanzaron resultados que gracias a la aplicación de herramientas lean (5S y VSM) permitió la reducción del tiempo de ciclo hasta los 4.37 minutos y el lead time hasta los 7.10 minutos, lo que señala una reducción del 35.5% y 10.6% respectivamente. Concluye que, se redujeron y eliminaron los desperdicios dentro de todo el proceso, reduciendo desplazamientos redundantes, adaptando la distribución, maximizar el espacio de trabajo

Aditya et al. (2021) tuvieron como finalidad la aplicación de una herramienta del LM a razón de alcanzar en la productividad mejoras, reduciendo en una empresa manufacturera los tiempos de entrega de fabricación. El método fue de tipo aplicado, preexperimental y enfoque cuantitativo. Los resultados fueron que la productividad asciende a 2.688 unidades por día, el tiempo ciclo asciende a 200.7 min, en donde el tiempo de procesamiento real asciende a 539 min (estación 1). Gracias a que fue instaurado uno de los mapas del flujo de valor, aplicado a la estación 1, se puede concluir que el tiempo de ciclo a 120.14 minutos, así mismo la productividad aumentó a 4.44 unidades por día. La causa de estos resultados es el retiro de los desperdicios en la logística de la información para que la entidad pudiera alcanzar la minimización del tiempo de entrega a 3.3 días respecto a los 4.6 días iniciales.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Avila y Castro (2022) tuvieron como fin exponer la productividad según su mejora gracias a la implementación de SMED por medio de una entidad de plásticos, utilizando una metodología cualitativa, explicativa y pre-experimental. Como resultados obtuvo que, los

pedidos no entregados por retraso fueron un 11% en tapa chupón y 15% en tapa alcohol y su productividad fue en promedio 64.06% en tapa chupón y 67.24% en tapa alcohol, siendo las principales causas los tiempos elevados al ser preparada la máquina, materiales y cambio de moldes; para lo cual se evaluó y seleccionó como alternativa de mejora SMED, donde se redujo el tiempo de setup de 138.5 a 112.5 min/turno en tapas alcohol y 159.2 a 97.2 min/turno en tapas chupón. Se concluye que la productividad incrementó a un 80.48% en tapas chupón, es decir en un 25.6% y a un 76.43% en tapas alcohol, es decir en un 13.6%.

Cedonio et al. (2021) tuvo como finalidad incrementar en una empresa de plástico PET la productividad a través de la instauración de LM, utilizando un método no experimental y explicativo. Los resultados indican que las devoluciones ascienden a 12 942.67 kg, es decir 1% de las ventas totales, debido a la falta de estandarización de trabajo, demora excesiva al ser cambiado el molde y ausencia del mantenimiento preventivo; por lo cual se propuso aplicar 5s, SMED, TPM y capacitación y automatización utilizando Deming. Se concluye que la propuesta es factible económicamente, puesto que con una inversión de S/ 602,800.00, se obtiene un VAN de S/ 11,826,4338.97 y TIR de 56%.

La investigación de Anaya (2020) estableció por fin hallar la forma influyente de la propuesta LM en el alcance de mejoras en la productividad de mano de obra en una imprenta. El método fue aplicado, con enfoque cuantitativo y explicativo-correlacional. Los resultados señalaron que el tiempo de producción fue de 50.01 horas trabajadas/lote con un costo de mano de obra mensual de S/6,501.3; además de una productividad de 41.83 libro/hh y en términos económicos 167.33; para lo cual a través de un análisis de criterios se aplicó Lean Manufacturing (SMED, TPM, JIT, Takt time, 5S y Kanban) a las diferentes áreas de la producción de libros encolados (producto con mayor ventas); lo que resultó en una disminución de inventario de un 90.7%, es decir alrededor de S/ 414,598.65 y una reducción de las horas paradas en un 25.8%, es decir S/ 20,170.80 al año, además del setup y el mermas en un 58.8% y 2.6% respectivamente; finalmente, se señala que la propuesta es viable económicamente al tener por inversión S/ 84,566.00, VAN de S/ 257,463.62 y TIR de 224%. Concluye que el tiempo de producción mejoró a 37 horas trabajadas/lote, la productividad con 56.42 libro/hh y en términos económicos 225.68.

Condori (2019) tuvo como propósito optimizar el proceso de embotellado de una planta embotelladora aplicando herramientas LM, utilizando un método descriptivo y cuantitativo. Como resultado se obtuvo un tiempo de ciclo de 15 min/caja y capacidad de

producción de 32 cajas/día, por lo cual a través de una evaluación se priorizó la solución de la pérdida de vino y la demora en el proceso, que según sus principales causas, se utilizó la Estandarización de trabajo, poka yoke y 5s; de ello resultó en una reducción del tiempo de ciclo a 10 min/caja y las pérdidas de vino de 4.38% a 1.5%, además del incremento de la capacidad de producción a 45 cajas/día. Se concluye que, los beneficios ascienden a S/ 27,705.60 y la inversión a S/ 17,930.00, lo que resulta en la recuperación de la inversión en 1 mes.

Requena (2019) tuvo por objetivo alcanzar la optimización del proceso de fabricación de marcos en una entidad manufacturera, abarcando la metodología aplicada y no experimental. Como resultados se muestra que alrededor del 44% de unidades se encuentran con retraso con un impacto económico de S/ 266,181.48, además el cuello de botella representa 50.82 minutos con un costo de S/ 82,004.37 y los productos no conformes equivalen al 15.29% con costos de S/ 134,942.47, lo que provocó proponer un plan basado en Ciclo Deming aplicando JIT, poka yoke, optimización de producción y pronóstico de tiempos de demora, que resultaría ser la reducción de los productos no conformes con alrededor de 62.5%, unidades con retraso en un 59.4% y cuello de botella en un 100%, lo que genera beneficios de S/ 620,351.81. Se concluye que la propuesta es viable técnica y económicamente, con una inversión de S/ 372,109.38, que genera un VAN de S/ 11,572.19 y TIR del 10%.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Lean Manufacturing (LM)

Es una filosofía organizacional y su implementación no es algo nuevo, la cual tiene como objetivo mejorar y optimizar cualquier sistema productivo, identificando los puntos críticos que generan desperdicios para que a través del uso de herramientas se logren reducir y así lograr una mejor eficiencia productiva (Vargas & Camero, 2021).

Para esta filosofía, Kazancoglu et al. (2021) propusieron cinco principios, los cuales se enumeran a continuación.

- Descubrir desde la perspectiva del cliente su valor: Se trata de comprender qué es lo que agrega valor para el cliente y enfocarse en proporcionar ese valor de manera eficiente.
- Mapeo del flujo de valor: se enfoca en la visualización y comprensión del flujo de valor a través de los diferentes procesos y actividades. Esto implica identificar los

pasos que realmente agregan valor y los que no lo hacen. Al mapear el flujo de valor, se busca optimizar y mejorar la eficiencia de estos procesos.

- **Creación de flujo:** El siguiente paso es eliminar cualquier tipo de desperdicio y optimizar el flujo de trabajo para que sea continuo y sin interrupciones. Esto implica eliminar cualquier actividad que no aporte valor y buscar formas de simplificar y agilizar los procesos.
- **Establecimiento de un sistema pull:** En lugar de producir en pronósticos y acumular inventario, el LM propone establecer un sistema en el que las empresas fabriquen sus productos en función a la demanda existente. Esto ayuda a evitar la saturación del inventario y los costos vinculados a mantener. Al establecer un sistema pull, se busca sincronizar la producción con la demanda, evitando la sobreproducción y asegurando que los productos estén disponibles cuando realmente se necesite.
- **Búsqueda de mejora continua:** El último principio del Lean Manufacturing promueve una mentalidad de mejora constante. Se busca eliminar los desperdicios, optimizar los procesos existentes y buscar formas de agregar aún más valor para el cliente. Esto implica estar siempre en busca de oportunidades de mejora y no conformarse con el status quo.

1.2.2. Herramientas L.M.

Presenta una diversidad de herramientas, las cuales se presentarán algunas para el desarrollo y solución del presente estudio.

Metodología 5´S

Esta herramienta permite eliminar lo imprescindible, acondicionar, limpiar, supervisar, homogeneizar y crear hábitos (Moran & Chávez, 2022). Permite mejorar la organización y eficiencia en el entorno laboral. Su importancia radica en promover uno de los ambientes de trabajo limpio, sistematizado y resguardado, siendo estos mismos uno de los impactos positivos sobre la productividad y calidad de las operaciones; según lo mencionado por Hernández et al. (2023).

De acuerdo a Hernández et al. (2023), el fin de las 5S es optimizar el espacio de trabajo, así como también los procesos, eliminando desperdicios, reduciendo tiempos de búsqueda y mejorando la calidad; a través de estos principios, se busca crear un entorno propicio para el trabajo eficiente y efectivo.

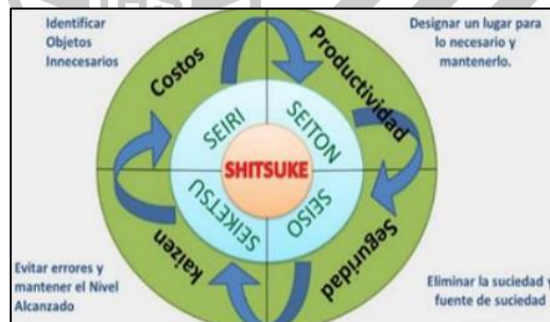
Los pasos de las 5S, según Inga et al. (2022) son los siguientes:

- Clasificar: Se eliminan los objetos no necesarios, separando de los que sí generan valor. Esto permite al desorden ser minimizado, además de facilitar ser identificados de forma rápida los elementos requeridos.
- Ordenar: Implica la asignación de lugares específicos para los elementos requeridos. Esto logra mejorar la eficiencia en los tiempos perdidos al ser reducido, por medio de la búsqueda de materiales o herramientas.
- Limpiar: Hace referencia al mantenimiento de un entorno de trabajo impecable y estructurado. Esto además de lograr mejorar la apariencia, también reduce los riesgos de seguridad y mejora el clima laboral.
- Estandarizar: Consiste en establecer procedimientos y normas claras para mantener las tres etapas anteriores. Esto garantiza que todos los empleados sigan las mismas prácticas y contribuyan a la consistencia y eficiencia en el trabajo.
- Mantener: Implica mantener y mejorar continuamente las 5S en el lugar de trabajo. Esto requiere un compromiso constante para evitar el deterioro y mantener los beneficios asociados.

Continuando, por medio de la Figura 1.1 se evidencia el significado de las 5S:

Figura 1.1

Significado de las 5s



Nota. Tomado de “Metodología 5S: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación” (p. 43), por Inga et al. (2022), *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(1).

Coello (2022) nos señala las etapas que se deben realizar para conseguir una ejecución óptima son las siguientes:

- Seiri – Clasificar.** El clasificar nos permite conservar en la zona de trabajo los materiales o herramientas necesarias e importantes. Es importante mencionar que se debe tener presente la frecuencia de uso de los elementos para su ubicación correspondiente; esto se logra mediante el uso del método para la organización de

materiales de trabajo, para ello se debe emplear etiquetas rojas en los elementos que deberían quedar obsoletas y esperar un tiempo para deducir cuales han desaparecido por utilidad. Por medio de la Figura 1.2 se exhibe uno de los modelos de tarjeta roja.

Figura 1.2

Modelo de tarjeta roja

TARJETA ROJA 5S	
N° tarjeta:	
Nombre del objeto:	
CATEGORÍA	
Máquina	Elementos químicos
Herramienta	Materia prima
Elementos eléctricos	Producto acabado
Elementos mecánicos	Otros
Otras especificación:	
INCIDENCIA	
Inecesaria	Rota
Defectuosa	Otros
Otras especificación:	
ACCIÓN CORRECTIVA	
Eliminar	Retornar
Reubicar	Reciclar
Reparar	Otros:
Fecha de inicio	Fecha de colocación etiqueta
/ / 20__	/ / 20__

Nota. Tomado de “Metodología 5S: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación” (p. 43), por Inga et al. (2022), *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(1).

- b. Seiton – Ordenar.** Se trata del ordenamiento según criterios de uso de los elementos clasificados, por la frecuencia del uso del colaborador. De esa manera, se determina la ubicación de las herramientas de forma que no haya confusión sobre su posición. Por consiguiente, se reduce el tiempo en la ubicación de las herramientas, piezas y máquinas. Del mismo modo, se establece un espacio más ordenado para promover una mejora cultura de trabajo y mejorar el ánimo del personal. Los carteles deberán ayudados en la identificación de los espacios donde se almacenan los productos; para ello, puede utilizarse las indicaciones de la Figura 1.3:

Figura 1.3

Indicador de ubicación

Periodicidad	Frecuencia	Ubicación
Alta	Cada hora	Ubicarlo junto a la persona
	Varias veces al día	Ubicarlo cerca de la persona
	Varias veces por semana	Ubicarlo en el puesto de trabajo
Media	Algunas veces al mes	Ubicarlo en otra área
	Algunas veces al año	Guardarlo en almacén
Baja	Una vez o menos al año	Guardarlo en almacén
	Nunca se usa	Disponer según criterio de clasificación

Nota. Tomado de *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction por Botero*, (2021), *Universidad EAFIT*.

c. Seiso – Limpieza. La limpieza permite tener un lugar de trabajo más limpio. Para alcanzar ello, se debe atacar y minimizar la suciedad. Es indispensable encontrar maneras de prevenir la suciedad y que los escombros se acumulen en la zona de trabajo. Por ello, el colaborador debe ser la persona quien interiorice la importancia de la limpieza; ya que, en una fábrica la capacidad de elaborar productos de calidad está fuertemente relacionada con la limpieza. Esta etapa contribuye a una vasta experiencia para el personal de operaciones, dado que, relaciona al personal con el recurso que se le asigna. Como se indicó, la limpieza se refiere principalmente a las tareas diarias de limpieza que deben ir de la mano de las tareas básicas de mantenimiento diario. Como se puede ver en la Figura 1.4, el checklist sirve para la verificación del grado de cumplimiento de las tareas diarias de limpieza.

Figura 1.4

Inspección de limpieza

Empresa: Confitera	Área: Almacén	Evaluación	Fecha					
Lista de chequeo	Puntuación adquirida							
5S	Punto de revisión		Puntuación					
			0	1	2	3	4	5
Seiri (Clasificar)	1. Identificación de rotación de inventario.							
	2. Clasificación de ítems.							
	3. Criterios de clasificación.							
	4. Tratamiento de elementos							
	5. Ítems necesarios							
	Puntaje total							
Seiton (Orden)	1. Áreas marcadas							
	2. Anaqueles etiquetado							
	3. Ítems ordenados de acuerdo al Inventario							
	4. Existe un lugar definido para colocar las herramientas							
	5. Productos poseen lugares definidos							
	Puntaje Total							
Seiso (Limpiar)	1. Pisos							
	2. Anaqueles							
	3. Limpieza e inspección							
	4. Responsables de limpieza.							
	5. Limpieza habitual.							
	Puntaje Total							

Nota. Tomado de *Propuesta de mejora bajo la metodología 5S en los procesos operativos en el área de almacenamiento de una empresa de confitería de la ciudad de Guayaquil*, por Coello (2022).

La "limpieza" es una situación que sólo puede constituirse si se mantienen las tres primeras "S" (disposición adecuada, orden y limpieza) a diario.

- d. **Seiketsu – Estandarizar.** Este pilar se refiere a un estado en particular, a diferencia de las tres etapas anteriores que se consideran como actividades a realizar. La estandarización tiene como objetivo mantener cuidadosamente un estado óptimo que se ha alcanzado a través de las tres etapas previas. Es decir, se deben cumplir de forma ordenada y rigurosamente las 3 principales S. Se busca mantener la eficacia y evitar regresar hacia alguna circunstancia idéntica a la del inicio o peor. Por lo tanto, se establecen estándares de trabajo que deben seguirse para llevar a cabo las actividades diarias de manera productiva y con calidad.
- e. **Shitsuke – Disciplina.** En este pilar es importante ser responsables y rigurosos para conservar el nivel de referencia alcanzado. Para ello es indispensable entrenar a los miembros para persistir en la acción con disciplina y autonomía. No obstante, se requiere de la fuerza de voluntad por parte de los responsables asignados para el correcto desempeño de lo determinado en los pilares anteriores.

Del mismo modo, mostrar un evidenciar un compromiso leal a las actividades que fundamentan esta herramienta.

Ser implementada las 5S's tiene una serie de beneficios, los cuales según los autores Gia y Ortega (2022) son:

- **Mejora de la eficiencia:** Ayuda a eliminar el desperdicio y alcanzar en el tiempo perdido su reducción sobre la búsqueda de herramientas y materiales. Al mantener uno de los ambientes de trabajo estructurado y pulcro, los empleados pueden acceder rápidamente a lo que necesitan. Esto a su vez aumenta la productividad general de la organización.
- **Incremento de la seguridad:** Al mantener un buen ambiente de trabajo, se reducen los riesgos de accidentes y lesiones. Se eliminan los objetos innecesarios o peligrosos y se establecen medidas para minimizar los obstáculos y los peligros potenciales. Esto logra crear uno de los entornos más seguros para cada empleado, aminorando costos relacionados con los accidentes laborales y mejora la moral y la confianza del equipo.
- **Mejora de la calidad:** Las 5S ayudan a identificar y solucionar problemas de calidad de manera temprana. Al mantener un control visual de los procesos y un orden en los materiales, se facilita la detección de errores y se evitan en los servicios o productos algún defecto. Además, se fomenta la responsabilidad y la atención al detalle, llegando a contribuir en la optimización continua de la calidad.
- **Fomento del trabajo en equipo:** La implementación de las 5S promueve la colaboración entre compañeros y la implicación de todos los trabajadores. Cada miembro del equipo tiene un papel importante en su área de trabajo. Además, se fomenta la colaboración y la responsabilidad compartida a medida que los empleados trabajan juntos para mantener y mejorar el ambiente de trabajo.
- **Mejora del clima laboral:** Un entorno de trabajo ordenado y limpio tiene un impacto positivo en los empleados sobre su comodidad y satisfacción. Al proporcionar un espacio de trabajo agradable y libre de desorden, se crea un ambiente motivador que contribuye a la adhesión y al estar comprometidos con la organización. Los empleados se sienten más cómodos y valorados, lo que a su vez aumenta su productividad y su disposición a colaborar.

En resumen, existen beneficios significativos en términos de eficiencia, seguridad, calidad, trabajo en equipo y clima laboral. Estas prácticas ayudan a optimizar los procesos

y fomentar uno de los entornos de trabajo positivo y productivo. Al comprometerse con la implementación de las 5S de manera consistente y activa, se pueden lograr resultados positivos y sostenibles a largo plazo.

Método SMED

Este método nos permite reducir el tiempo de respuesta, disminuyendo los tiempos de preparación, debido a que sirve para crear procesos altamente estandarizados y automatizados; de acuerdo a Malindzakova et al. (2021).

Silva et al. (2022) señalan que para aplicar este método se necesita identificar el tiempo de cambio de modelo, cuántas veces se realiza modelos de cambio al día, cuántas horas al año se pierden en modelos de cambios. Es una técnica utilizada que lleva por fin aminorar el tiempo de cambio de herramientas dentro de los procesos de fabricación. Esta metodología abarca identificar y erradicar todas las actividades innecesarias o las cuales no agreguen valor durante el cambio de herramientas, con el objetivo de lograr aminorar el tiempo de cambio a un solo dígito de minutos.

El SMED se basa en la separación de las actividades de medio interno y externo al proceso de cambio de herramientas, y la estandarización de las tareas que pueden ser realizadas antes del inicio del cambio. Al separar las actividades internas (realizadas durante el tiempo de parada de la máquina) de las externas (realizadas mientras la máquina sigue en funcionamiento), se puede reducir significativamente el tiempo total de cambio. Además, al estandarizar las tareas que pueden ser realizadas antes del cambio, se elimina la necesidad de realizarlas durante el tiempo de parada, lo que permite una transición más rápida y eficiente (Miranda & Ortega, 2019)

Los beneficios de aplicar SMED es que hace los procesos más simplificados comprometiendo la seguridad y la calidad.

Para implementar esta herramienta se establecen cuatro etapas señaladas por Gonzales e Idrovo (2022):

- Identificación de las operaciones que logren involucrarse dentro del proceso cambiante: Es esencial medir el tiempo de cada tarea y secuencia durante el cambio, registrando detalles como la distancia recorrida y el responsable de cada tarea.
- Clasificación y separación de tareas internas y externas: Se deben distinguir las tareas de medio interno sobre las de medio externo. Las internas tienden ser las que requieren

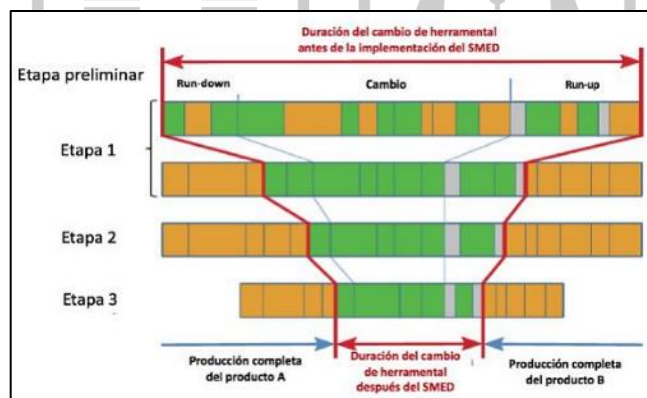
detener la máquina para realizar el cambio de herramientas, mientras que las externas son las que logran ser ejecutadas al momento en que la máquina sigue funcionando.

- Conversión de tareas internas a externas: Implica revisar cuidadosamente todas las actividades para identificar tareas que se han considerado incorrectamente como internas.
- Reducción de los tiempos de las tareas: Se pueden implementar cambios rápidos en los componentes de soporte y sujeción, eliminar herramientas utilizadas para aflojar pernos medidas, estandarizar las piezas de las piezas a cambiar para utilizar una única herramienta, u otros.

En la Figura 1.5, se puede ver las etapas para la implementación del SMED.

Figura 1.5

Etapas para la implementación del SMED



Nota. Tomado de *Reducción de tiempos de cambio de herramientas mediante la implementación de SMED en una fábrica automotriz*, por Valdez (2021).

Así mismo, respecto a los beneficios, según el autor Patiño y Hernández (2022), se encuentran:

- Reducción del tiempo de cambio de herramientas: El SMED permite disminuir significativamente el tiempo requerido al momento de cambiar una herramienta a otra durante la producción. Esto se logra mediante la identificación y eliminación de tareas innecesarias, simplificación de procedimientos y optimización del uso de recursos. Al reducir los tiempos de cambio, se mejora la productividad.
- Incremento de la flexibilidad y capacidad de respuesta: Mejora la capacidad de adaptación al mercado según su demanda y a los cambios en productos o procesos. La reducción del tiempo de cambio de herramientas permite una mayor eficiencia en la proyección y programación de la producción. Esto ayuda a minimizar los tiempos de espera y maximizar el empleo de los recursos disponibles.

- Mejora en la calidad y reducción de defectos: Se disminuye la posibilidad de errores y defectos durante la producción. Esto se logra al eliminar la necesidad de ajustes manuales y establecer procedimientos estandarizados que garanticen la precisión y consistencia en la configuración de las herramientas. La reducción de defectos mejora en el producto final su calidad y reduce los costos relacionados con retrabajos y desperdicios.
- Incremento de la seguridad y reducción de riesgos: El SMED promueve la implementación de prácticas seguras durante el cambio de herramientas. Al simplificar y estandarizar los procedimientos, se reducen los riesgos de lesiones y accidentes vinculados al manejo de herramientas y equipos. Además, al ser disminuidos los tiempos cambiantes se minimiza la exposición de los trabajadores a situaciones de riesgo.
- Ahorro de costos: Esto se debe a la aminoración de la máquina su tiempo de inactividad, la disminución de errores y defectos, y el medio optimizador de los recursos empleados dentro del cambio de herramientas. Los ahorros obtenidos pueden destinarse a otros aspectos del proceso de producción o ser reinvertido en mejoras adicionales.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

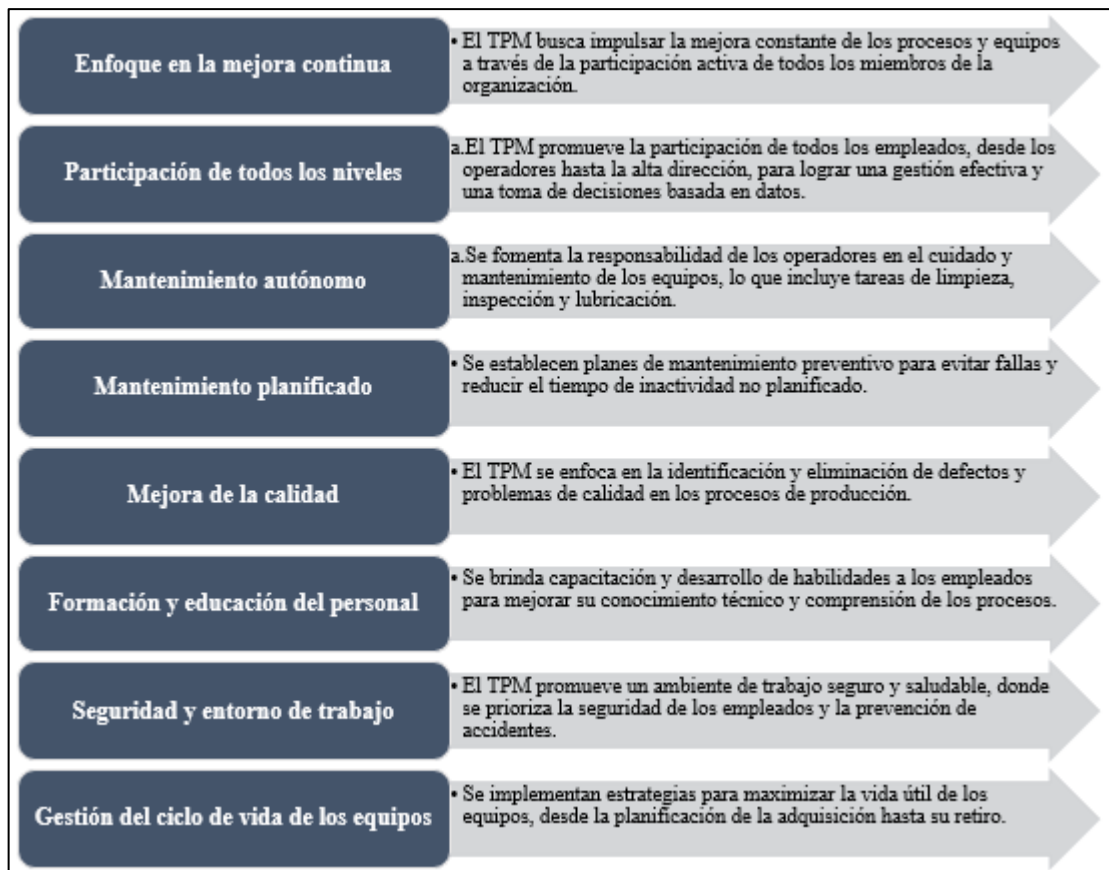
En correspondencia con Sukhpreet et al. (2022), es una de las metodologías, la cual se enfoca en las maquinarias y/o equipos de uso industrial, para alargar su tiempo de vida o cumplir con lo previsto, así como también mejorar su disponibilidad. Tiende a basarse en la participación de cada colaborador de la empresa, desde los operadores hasta el personal de mantenimiento.

El TPM logra centrarse en la reducción de tiempos de inactividad y la mejora continua de los procesos. Su objetivo principal es maximizar la productividad y minimizar los costos relacionados al mantenimiento y reparación de equipos (Camacho & Lucano, 2019).

Se basa en ocho principios fundamentales que guían su implementación en una organización. Según el autor Moreira (2022) estos principios incluyen los plasmados por medio de la Figura 1.6:

Figura 1.6

Principios del TPM



Nota. Adaptado de “Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad Guayaquil” por Moreira (2022).

Ofrece una serie de beneficios para las organizaciones que lo implementan de manera efectiva. Según el autor Quezada (2021), algunos de estos beneficios incluyen:

- **Aumento de la productividad:** El TPM tiende a generar la maximización de la eficiencia y la capacidad de producción de los equipos y maquinarias.
- **Reducción de costos de mantenimiento:** Al implementar un enfoque proactivo de mantenimiento preventivo, el TPM ayuda a prevenir fallas y reducir los costos asociados con reparaciones y tiempo de inactividad no planificado.
- **Mejoras del producto según su calidad:** Al centrarse en la mejora continua de los procesos y la reducción de defectos, el TPM ayuda a mejorar la calidad de los productos y reducir la cantidad de productos defectuosos o rechazados.

Poka Yoke

Es una técnica utilizada en la mejora de procesos y calidad, que busca prevenir o detectar errores humanos o fallas en los productos o servicios. Consiste en implementar medidas o dispositivos que eviten que se cometan errores durante la ejecución de una tarea, asegurando así la producción de productos o servicios libres de defectos. Esta técnica se

basa en la idea de que es más efectivo prevenir los errores en lugar de detectarlos y corregirlos posteriormente; según lo mencionado por Hulbner et al. (2022).

De acuerdo a Olivares et al. (2023), el objetivo del Poka Yoke es prevenir o detectar errores en los procesos de producción o prestación de servicios, a través de la implementación de o dispositivos que eviten que se cometan errores o que permitan detectarlos a tiempo. Esta técnica busca garantizar la calidad y evitar la generación de productos o servicios defectuosos, mediante la eliminación o reducción de la posibilidad de cometer errores humanos.

Los pasos para implementar el Poka Yoke, según el autor Arroyo (2019) son:

- Identificar las fuentes de error: El primer paso consiste en identificar las posibles fuentes de error en el proceso o tarea en cuestión. Esto implica analizar detalladamente cada etapa del proceso y determinar qué acciones o condiciones podrían conducir a errores.
- Diseñar medidas preventivas: Una vez identificadas las fuentes de error, se deben diseñar medidas preventivas para evitar que los errores ocurran o se propaguen. Estos pueden incluir cambios en el diseño de los equipos o herramientas, la implementación de controles visuales o la creación de medidas claras para los operadores.
- Implementar dispositivos de detección: Además de las medidas preventivas, es importante implementar dispositivos de detección que permitan identificar los errores en caso de que ocurran. Estos dispositivos pueden ser sensores, alarmas o sistemas de verificación que alertan al operador sobre posibles errores.
- Realizar pruebas y ajustes: Una vez diseñadas e implementadas las medidas preventivas y dispositivos de detección, es necesario realizar pruebas para verificar su efectividad. Durante esta etapa, se deben realizar ajustes o mejoras si es necesario para optimizar el sistema Poka Yoke.
- Capacitar al personal: Finalmente, es fundamental capacitar al personal involucrado en el proceso sobre la importancia y el funcionamiento del Poka Yoke. Esto garantiza que todos los operadores estén familiarizados con las medidas preventivas y dispositivos de detección, y que puedan aplicarlos de manera efectiva en su trabajo diario.

Los beneficios del Poka Yoke, según el autor Rodríguez (2020) son:

- Reducción de errores y defectos: La implementación del Poka Yoke contribuye a la prevención de errores humanos y defectos sobre los productos o servicios, lo que conduce a una reducción en los costos asociados con la corrección de errores y la reparación de productos defectuosos.
- Mejora de la calidad: Al evitar errores y defectos, el Poka Yoke contribuye a mejorar la calidad en los productos o servicios, ello se traduce en una de las mayores satisfacciones a los clientes y una reputación positiva para la organización.
- Aumento de la productividad: Al prevenir errores, el Poka Yoke permite que los procesos se ejecuten de manera más eficiente y sin interrupciones causadas por humanos. Esto se traduce en una crecida de la productividad y una óptima eficiencia sobre la producción.

1.2.3. Herramientas de análisis

Las herramientas de análisis son apropiados en cualquier rama de la organización, estos permiten generar y ordenar la información; para luego realizar el análisis correspondiente y en función de ello poder tomar decisiones.

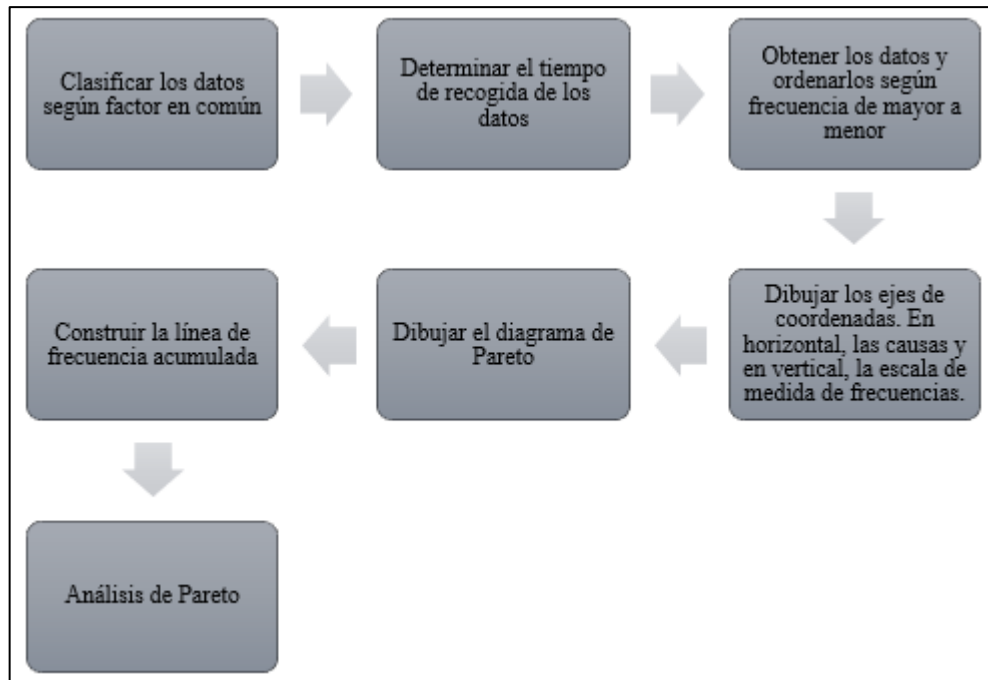
Diagrama de Pareto

Esta herramienta nos permite ver que, del total de problemas identificados, solo algunos son significativos e impactantes; se emplea Pareto a razón de distribuir y privilegiar los causantes asociados a un problema para la toma de decisiones (Ticona, 2022).

El desarrollo del diagrama de Pareto consta de las fases plasmadas por medio de la Figura 1.7 (Ticona, 2022):

Figura 1.7

Fases del desarrollo de Pareto

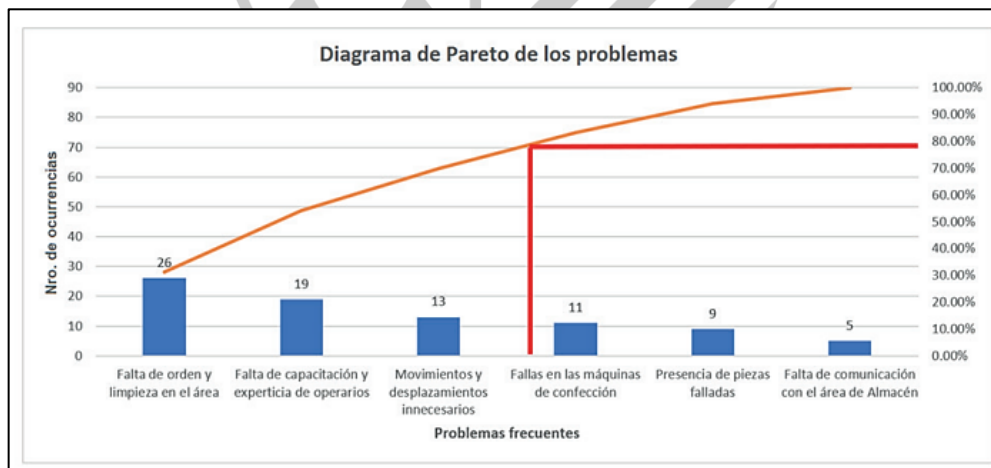


Nota. Adaptado de “Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso de reparación de averías en enlaces de comunicaciones” por Ticona (2022).

El diagrama, plasmado en la Figura 1.8, logra poner de realce los problemas de mayor importancia sobre lo que será requerido actuar.

Figura 1.8

Ejemplo de Diagrama de Pareto



Nota. Tomado de “Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiflama de Lima – Perú”, por Ortiz et al. (2022), *Industrial Data*, 25(1).

Diagrama de Ishikawa

Ishikawa se emplea a razón de efectuar uno de los diagnósticos sobre los posibles causantes que inducen a ciertos efectos, refiere que su valor principal de esta herramienta es la representación en forma sistemática de cada factor causal del cual tienda a generar

un efecto particular. En efecto, es beneficioso cuando se requiere investigar y presentar todas las posibles razones de un problema o una situación particular (Basilio, 2021).

Andrade et al. (2019) destacan que las posibles causas se dividen por medio de 6 grupos: medio ambiente, mano de obra, medición, métodos de trabajo, maquinaria y materiales. Asimismo, se proponen tres pasos a fin de crear uno de los diagramas de causa y efecto:

- Determinar cuál es el problema para ser analizado.
- Escribir los factores principales según clasificación de las seis M.
- Anotar las causas según cada M. Cabe mencionar que las categorías se podrán subdividir aún más, tal como se muestra en la Figura 1.9.

Figura 1.9

Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



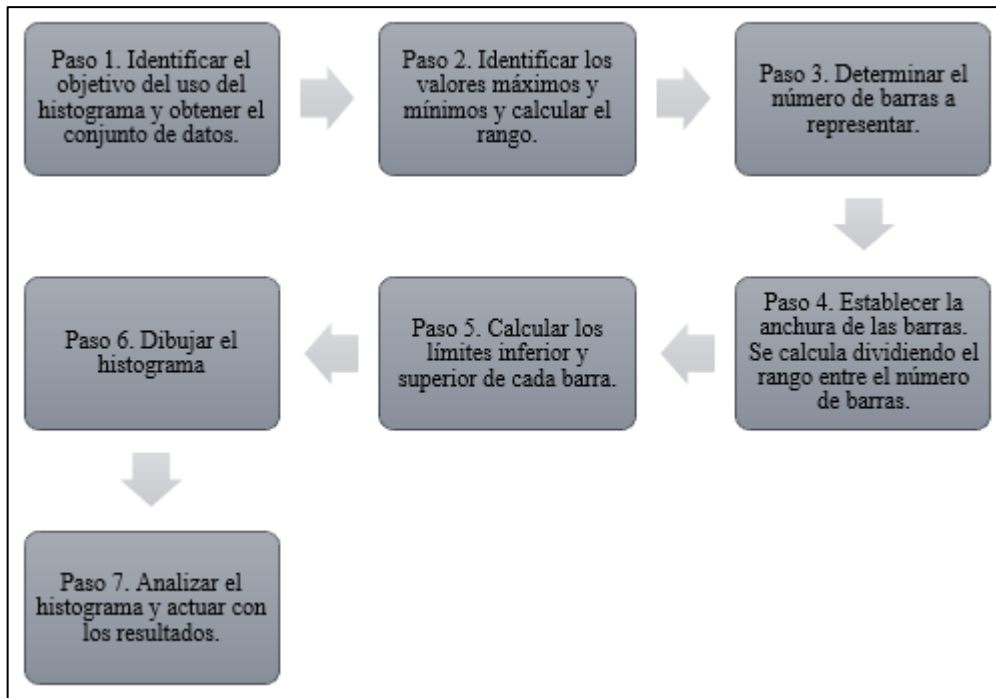
Nota. Tomado de “El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado”, por Basilio (2021), *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 26(1).

Histograma

De acuerdo a Rivas et al. (2021), es una herramienta importante para organizar y analizar varias clases de datos y “tomar una decisión considerando su tendencia central, su variabilidad y su comportamiento”. Para preparar un histograma, esto se exhibe por medio de la Figura 1.11, se puede seguir el procedimiento descrito en la Figura 1.10:

Figura 1.10

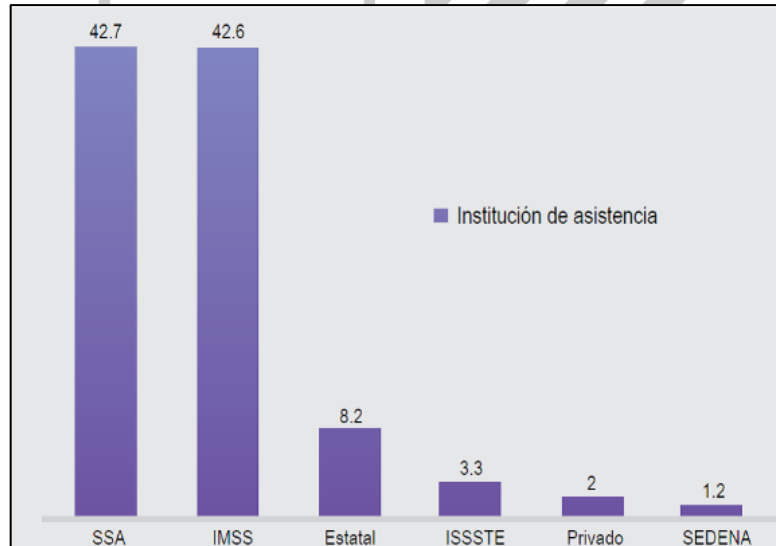
Procedimiento del desarrollo de un histograma



Nota. Adaptado de “Pertinencia e impertinencia de los gráficos en la investigación clínica” por Rivas et al. (2021)

Figura 1.11

Ejemplo de Histograma



Nota. Tomado de “Pertinencia e impertinencia de los gráficos en la investigación clínica” por Rivas et al., (2021), *Revista alergia México*, 67(4).

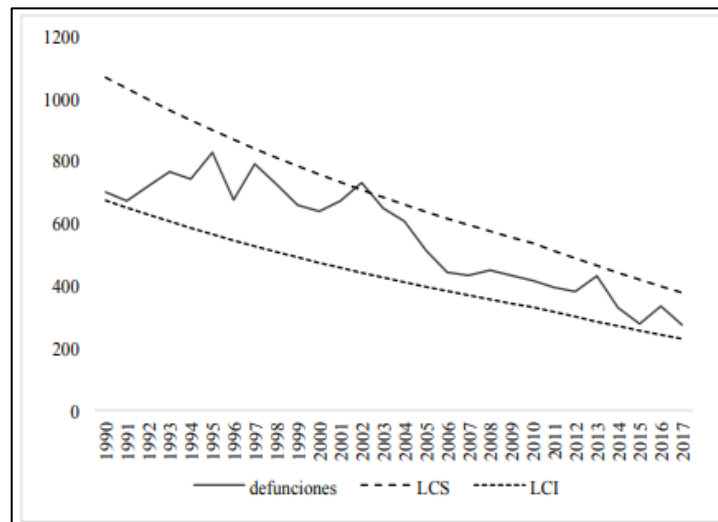
Gráficos de control

García et al. (2020) afirman que la carta de control es una de las herramientas para detectar cambios en los procesos, ya que nos permiten examinar y estudiar cómo varía y se comporta un proceso a lo largo del tiempo, por ello nos “permite evaluar si el proceso se

encuentra dentro de control o fuera de control en base a unos límites estadísticos calculados”, esto se exhibe por medio de la Figura 1.12.

Figura 1.12

Ejemplo de Gráfico de control



Nota. Tomado de “Aplicación de gráficos de control para detectar anomalías en la mortalidad de niños en Ecuador” por García et al. (2020), *Papeles de Población*, 1(104).

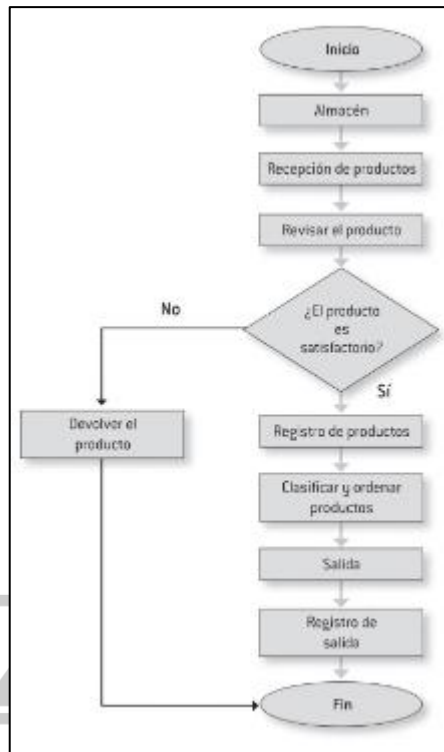
Diagrama de flujo

El diagrama de flujo logra describir cualquier proceso nuevo o existente y puede ser aplicada a razón de identificar aspectos clave, detectar posibles problemas y encontrar acciones u actividades omitidas. También es fundamental para detallar o mapear el proceso de producción, presentando la secuencia de operaciones mediante una simbología estándar (De Diego, 2022).

El modelo de un diagrama de flujo se presenta en la Figura 1.13:

Figura 1.13

Ejemplo de Diagrama de Flujo



Nota. Tomado de *Diseño y organización del almacén*, por De Diego, (2022), Ediciones Paraninfo, S.A.

Los cinco por qué

Esta herramienta nos permite determinar la causa básica, ya que es un método rápido para resolver un problema; es una herramienta simple pero poderosa para descubrir rápidamente la raíz de un problema. Los “5 por qué”, es una técnica sistemática de preguntas utilizada para el análisis de problemas y para buscar las posibles causas y soluciones (Asociación Española para la Calidad, 2020).

En efecto, el objetivo final de los cinco porqués es determinar la causa raíz de un defecto o problema. Se debe emplear cuando necesite determinar la causa raíz de un problema en escenarios de resolución de problemas y cuando los problemas involucran factores o interacciones humanas. Para llevar a cabo un análisis empleando los 5 porqués, Ramos y Rodríguez (2022) recomiendan seguir los siguientes pasos:

- Paso 1: Identificar las partes interesadas clave que deberían participar en el proceso.
- Paso 2: Determine el problema que desea analizar. Identifique y documente claramente el problema o pregunta.
- Paso 3: Identifique las respuestas adecuadas a la pregunta.
- Paso 4: Pregunte "por qué" recibió la respuesta a la pregunta.
- Paso 5: Continúe con estos pasos hasta llegar a lo que podría considerarse la causa principal. Por lo general, esto no requerirá preguntar "por qué" más de cinco veces.

1.2.4. Desperdicios

De acuerdo a Muñoz et al. (2022), hacen referencia a cualquier actividad, proceso o elemento dentro de la producción que no agrega valor al producto o servicio final. Estos desperdicios son considerados ineficientes y deben ser identificados y eliminados para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de producción.

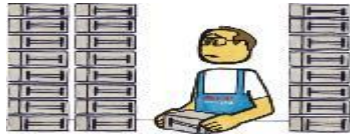
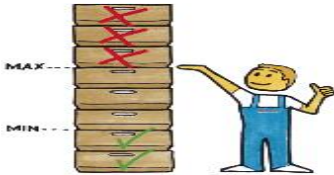
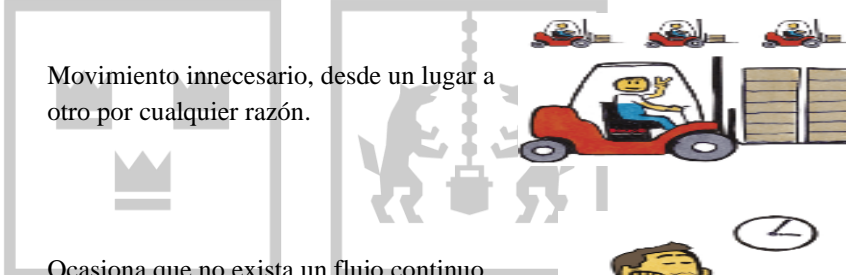





De acuerdo con la metodología de Lean Manufacturing, podemos identificar ocho categorías de desperdicio (2021):

- **Sobreproducción:** Implica producir más de lo necesario o antes de que sea necesario, lo que puede resultar en exceso de inventario y costos innecesarios.
- **Tiempo de espera:** Se refiere a cualquier tiempo en el que el producto o el proceso estén inactivos, como esperar por materiales, información o aprobaciones.
- **Transporte:** Es el movimiento innecesario de materiales o productos entre diferentes ubicaciones, lo cual puede ocasionar demoras y riesgos de daños.
- **Procesamiento innecesario:** Se trata de realizar procesos o actividades que no agregan valor al producto final, como inspecciones redundantes o controles excesivos.
- **Inventario:** Es tener un exceso de productos o materiales almacenados, lo cual ocupa espacio y puede llevar a la obsolescencia o pérdida de valor.
- **Movimiento:** Implica movimientos innecesarios de personas o equipos en el proceso de producción, lo que puede generar fatiga y pérdida de tiempo.
- **Defectos:** Son productos o servicios que no cumplen con los estándares de calidad y requieren reparación, reprocesamiento o descarte.
- **Subutilización del talento:** Es no aprovechar el conocimiento, habilidades y creatividad de los empleados, lo cual limita la capacidad de mejora y generación de ideas innovadoras.

En la Tabla 1.1, se enfatiza los desperdicios e ilustra los mismos para un mejor entendimiento según el autor Salaman y Zarate (2021).

Tabla 1.1

Descripción de los ocho desperdicios

Desperdicio	Descripción	Ilustraciones
1. Sobreproducción	Producción superior a la requerida para cumplir la demanda	
2. Stock o Inventarios	Es contar con más producto del que el cliente necesita.	
3. Transporte	Movimiento innecesario, desde un lugar a otro por cualquier razón.	
4. Esperas	Ocasiona que no exista un flujo continuo en el proceso.	
5. Movimiento	Movimientos no necesarios realizados por el operador.	
6. Sobreprocesamiento	Operaciones innecesarias.	
7. Retrabajo	Actividad no realizada bien a la primera,	
8. Talento Humano	Demérito hacia el personal	

Nota. Elaboración propia.

Así mismo, respecto a la dimensión mermas, se refieren a cualquier tipo de desperdicio o pérdida de recursos que no añaden valor al proceso de producción. Entre las mermas se pueden incluir defectos en los productos, exceso de inventario, tiempos de espera, movimientos innecesarios, sobreproducción, transporte innecesario, entre otros. Para eliminar este tipo de elementos, se puede aplicar la metodología Lean, la cual tiene como finalidad eliminar o reducir al mínimo las mermas con el fin de optimizar la eficiencia y la productividad del proceso. Al eliminar las mermas, se logra mejorar la calidad de los productos, reducir los costos y acelerar el tiempo de entrega (Daza, 2021).

De acuerdo a Maldonado (2021), los desperdicios se miden en función a las mermas, por lo que señala que son la relación entre la producción no conforme y la producción total o real.

1.2.5. Productividad

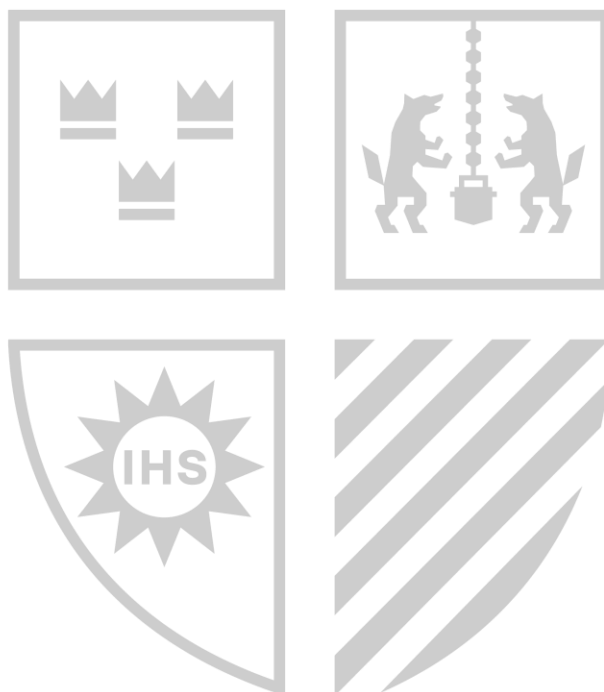
Según Ramírez et al. (2022), es la capacidad de generar resultados o lograr objetivos utilizando los recursos disponibles de manera eficiente. Se refiere a la eficacia y eficiencia con la que se utilizan los recursos, como el tiempo, el trabajo, las herramientas y los materiales, para producir bienes o servicios.

La productividad implica maximizar la producción o el rendimiento con los recursos disponibles, evitando desperdicios o pérdidas innecesarias. Se puede medir mediante indicadores como la cantidad de productos o servicios producidos por unidad de tiempo o la relación entre los insumos utilizados y los resultados obtenidos; según lo mencionado por López et al. (2021).

En ese sentido, es esencial que el producto genere placer o cubra la necesidad específica (Carvajal, 2021); por lo cual es necesario que la empresa alcance la meta planteada en relación al producto, empleando de manera adecuada los recursos (ahorrando estos a su máxima capacidad). De acuerdo con Quijía et al. (2021), se refiere a la capacidad de producir un impacto positivo o de obtener los resultados esperados utilizando los recursos de manera adecuada. Se relaciona con la capacidad de tomar decisiones acertadas, utilizar de manera efectiva los recursos disponibles y ejecutar acciones que lleven al logro de los resultados esperados

En consecuencia, Ramírez et al. (2022) contempla la dimensión productividad mano de obra, la cual se entiende como la capacidad de los trabajadores para generar resultados o

lograr objetivos utilizando eficientemente sus habilidades y competencias. Se refiere a la eficacia y eficiencia con la que los empleados emplean sus recursos propios, para contribuir al rendimiento y éxito de una organización. Esto implica la optimización de los procesos de trabajo, la mejora continua de las habilidades de los empleados y la adecuada gestión de recursos humanos. Se mide en función a la producción real alcanzada sobre las horas hombre trabajadas.



CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

A través de este capítulo, se detalló la situación actual de la empresa, donde se enfatizó la descripción de la organización; así como, la descripción de sus procesos productivos, las instalaciones, equipos y maquinarias.

2.1. La empresa

Maginsa Industrial S.A.C. es una empresa dedicada a la distribución nacional e internacional de artículos de plástico en sus líneas de menaje. Inició sus operaciones el 3 de enero del 2011 con el objetivo claro de responder al mercado con una gama de productos. Atienden a los principales distribuidores, así como a sectores de la industria y comercio. La empresa opera en el sector manufacturero de las industrias que trabajan con caucho y material plástico (CIIU 2413).

2.1.1. Misión, visión y valores

Por medio de la Figura 2.1 se adjunta la misión, visión y valores que dirigen a la empresa:

Figura 2.1

Misión, visión y valores

Misión	Visión	Valores
<ul style="list-style-type: none">• Ser la compañía líder del mercado latinoamericano en la producción de artículos plásticos con continua expansión internacional, reconocida por la alta calidad del producto, excelencia de sus servicios y enfocados en aportar valor a la sociedad.	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacer y superar las expectativas de nuestros clientes, con un servicio que sorprende y poniendo a su disposición artículos plásticos de alta calidad, innovadores, prácticos, seguros y generando así experiencias inolvidables que faciliten sus vidas en todo momento y lugar. Logrando conquistar su reiterada preferencia y recomendación.	<ul style="list-style-type: none">• Amor al prójimo: Cada individuo merece ser tratado con respeto y dignidad.• Espíritu de Servicio: Dar en forma entusiasta, con buena voluntad y dispuesto a dar más allá de lo que se te está dando.• Responsabilidad Social: Siempre hacer lo que es correcto, honorable y ético con empeño y valor.• Búsqueda de la excelencia: Siempre estar un paso adelante e innovar y mejorar continuamente.

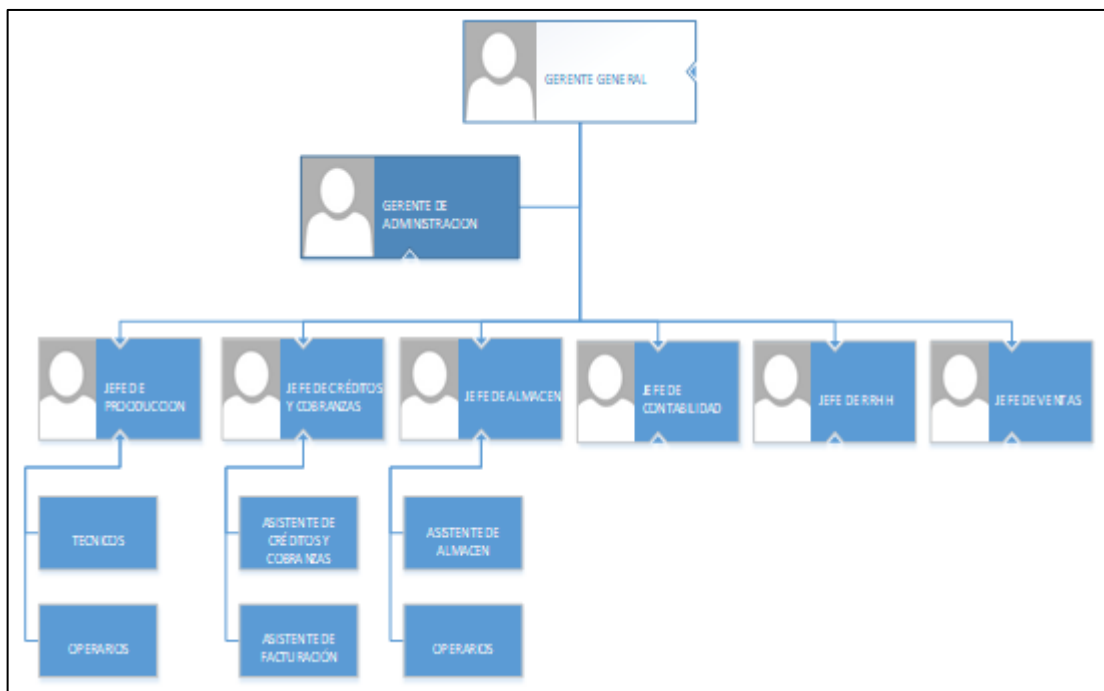
Nota. Obtenido de la información interna de la empresa

2.1.2. Estructura organizacional

La empresa logra contar, actualmente, con 39 trabajadores entre empleados administrativos y de planta. Por medio de la Figura 2.2, se exhibe su estructura organizacional:

Figura 2.2

Organigrama



Nota. Obtenido de la información interna de la empresa

2.1.3. Línea de productos

La empresa dispone de las siguientes líneas de productos:

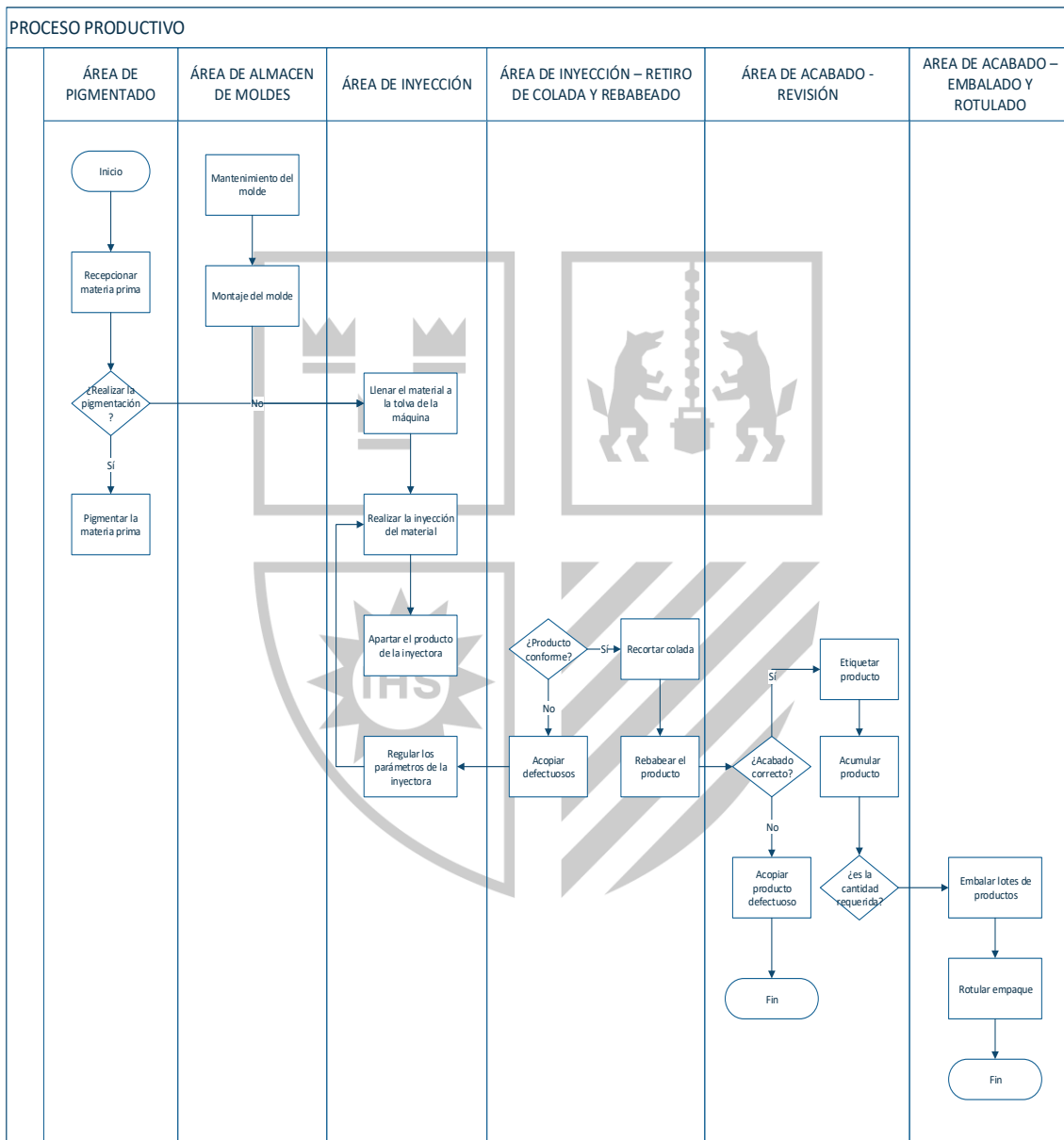
- **Línea de productos de cocina:** Comprende productos destinados para el uso diario; así como baldes, tazones, porta vajillas, jarras, táper, vaso, azafates y despenseros.
- **Línea de limpieza:** Está compuesta por tachos, bates y recogedor.
- **Línea de organizadores:** Lo componen cestos, canastas y cajas.
- **Línea Kids:** Está compuesta por bacines.
- **Línea terraza:** Lo compone bancos.

2.2. Proceso productivo

Por medio de la Figura 2.3 se exhibe el diagrama de flujo, el cual explica el proceso productivo dentro de la planta por áreas.

Figura 2.3

Flujograma del proceso productivo



Nota. Elaboración propia

La lista de actividades para el proceso de fabricación son los siguientes:

- a. **Planificación.** El jefe de producción recibe el pedido consolidado en una orden de compra de parte del asistente de facturación, donde se detalla la cantidad de productos a fabricar. Seguidamente, revisa si queda el stock en el almacén. Si no se cuenta con

la cantidad requerida, se coordina para generar la orden de producción, considerando inicialmente, si hay disponibilidad de máquina, molde, operario, material e insumos necesarios.

- b. Pigmentado.** Si en la orden de producción enfatiza la producción de bases o tapas de color, se procede hacer uso de los pigmentos para realizar la mezcla con el PP en la olla pigmentación. Después de obtener el color de la mezcla, el operario traslada el material a las inyectoras.
- c. Montaje de Molde.** El jefe de producción da las indicaciones al técnico para realizar el desmontaje y el montaje de la matriz, esto se exhibe por medio de la Figura 2.4. Posteriormente, ejecuta la regulación de los parámetros en la máquina inyectora.

Figura 2.4

Montaje del molde

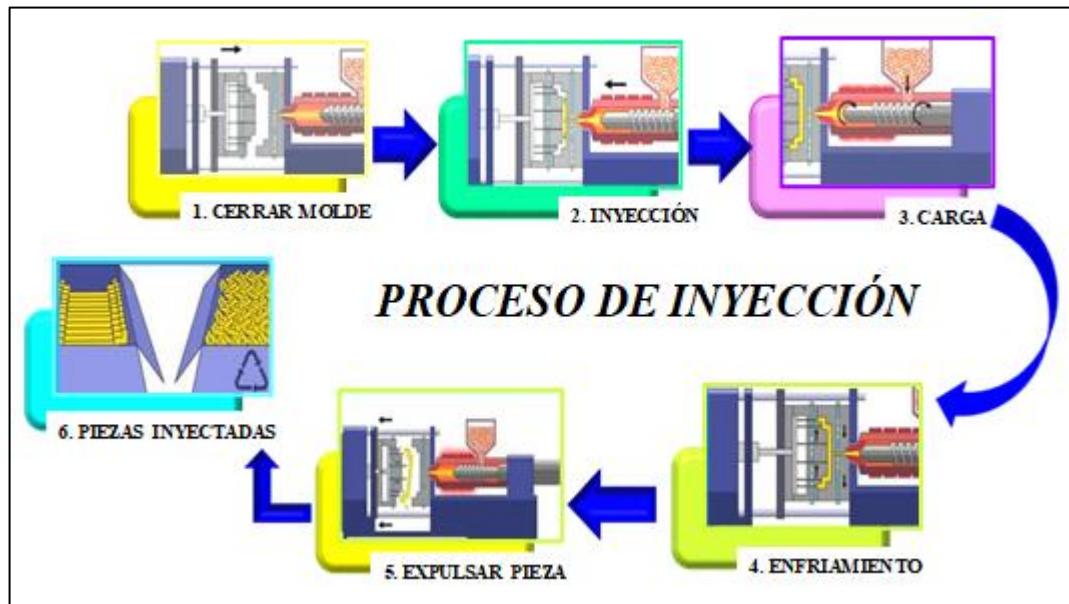


Nota. Elaboración propia

- d. Inyección.** Este proceso consiste en depositar el material en la tolva, para luego descender al cilindro sin fin, donde por efecto de la temperatura de las resistencias eléctricas se funden. Una vez que esté fundido se inyecta a presión en la cavidad del molde; este en consecuencia del intercambio de calor generado se enfría mediante unos conductos interiores por los que circula agua helada que proviene de un chiller. Finalmente se extrae el producto para dar el acabado final con la ayuda de las cuchillas, añadiendo sus respectivas etiquetas a cada producto que logren cumplir con las exigencias requeridas. El proceso se exhibe por medio de la Figura 2.5:

Figura 2.5

Proceso de inyección



Nota. Elaboración propia

e. Embalado. Los productos que logran pasar a través del control de calidad son embalados para luego ser trasladados al centro de acopio. Después de realizar la verificación de las cantidades pasan los bultos a la zona de almacén.

En su proceso de producción para las distintas líneas, la empresa emplea principalmente como materia prima el polipropileno y el polietileno, para la mayoría de los productos de color se emplea la mezcla el polipropileno homopolímero (hPP) y polipropileno copolímero (cPP), ya que contribuyen a que el producto terminado goce rigidez y resistencia al impacto. Exclusivamente para los productos de base transparente se emplea el material polipropileno copolímero random (PP random), este último se caracteriza por la transparencia, brillo y maleabilidad. Para el abastecimiento de la materia prima se cuenta, por un lado, con proveedores nacionales. Son quienes importan la materia prima procesada. Por otro lado, se cuenta con proveedores que cuentan con peletizadoras; son quienes proporcionan material reciclado paletizado listo para el uso.

2.2.1. Indicadores del proceso productivo

Los principales indicadores que se manejan en la organización, plasmados en la Tabla 2.1, son el porcentaje de productos no conformes por turno, cantidad de materia prima a utilizar por orden de producción y porcentaje de productos conforme por turno.

Tabla 2.1*Indicadores del proceso productivo*

N°	Indicador	Fórmula	Descripción
1	% Productos no conformes por turno	$= \frac{N^{\circ} \text{ de productos no conformes (turno)}}{N^{\circ} \text{ de productos totales (turno)}} \times 100$	Este indicador permite determinar el porcentaje de productos no conforme, indicando la cantidad necesaria para reprocesar y cubrir la cantidad detallada en la orden de producción.
2	Materia prima por orden de producción	$= \frac{\text{Cantidad materia prima} \times \text{peso producto}}{N^{\circ} \text{ de productos a producir}}$	Este indicador permite determinar la cantidad de materia prima a consumir, para una determinada cantidad de productos detallados en la orden de producción. Para alcanzar la cantidad requerida es necesario realizar un seguimiento exhaustivo a través del peso de las muestras de los productos obtenidos.
3	% Productos conformes por turno	$= \frac{N^{\circ} \text{ de productos conformes (turno)}}{N^{\circ} \text{ de productos totales (turno)}} \times 100$	Permite determinar la cantidad de productos procesados en un determinado tiempo que cumple con las especificaciones requeridas.

Nota. Obtenido de la información interna de la empresa

De esta manera, por medio de la Tabla 2.2 se exhiben ciertos indicadores mencionados previamente en ciertos productos de la organización.

Tabla 2.2*Indicadores del proceso productivo por producto*

Descripción	H.T.	Cantidad total	% productos no conformes	Cantidad no conforme	Cantidad producida	% Productos conformes	Valor Unitario \$/.	Costo \$/.
TACHO NISI 100 LTS C/TAPA	12	540	4,8%	26	514	95%	37	955
BATEA ARCA DE NOÉ # 110	12	500	6,5%	32	468	94%	27	889
BATEA PRIMICIA 35 LTS.	12	720	3,9%	28	692	96%	9	267
BATEA NAZCA N° 28 RECOGEDOR MARGARITO PRIMERA	11	720	4,5%	33	687	95%	7	235
BATEA DOMY N° 20 RECOGEDOR MARGARITO ESPECIAL	9	1080	3,3%	35	1045	97%	6	209
BATEA DOMY N° 20 RECOGEDOR MARGARITO ESPECIAL	10	1029	3,6%	37	991	96%	4	141
BATEA DECOM	9,5	1140	2,5%	28	1112	98%	5	135
BATEA DECOM	10	1200	2,2%	26	1174	98%	2	62

Nota. Obtenido de la información interna de la empresa

2.3. Equipos y maquinarias

Para la producción de todos los productos se hacen uso de 9 máquinas inyectoras, las cuales se diferencian por las características de unidad de inyección, unidad de cierre y unidad de potencia. Las máquinas tienen la capacidad de fuerza de cierre (1400 T, 500 T, 400 T, 220 T, 208T y 160 T) donde se diluye el material a alta temperatura para luego ser inyectado a la matriz para volver a solidificar y tomar la forma del producto final.

También se cuenta con 7 chillers industriales, ya que la etapa de enfriamiento en el proceso de inyección es fundamental para reducir el tiempo de ciclo total. Como se mencionó anteriormente, en la máquina de inyección de plásticos se diluye el material a temperaturas altas, una vez fundido es inyectado a presión al molde; para bajar la temperatura de la pieza el sistema de enfriamiento entra en acción, buscando encontrar de la manera más eficiente la transferencia de calor en el plástico; y esto es posible a través de un circuito de agua cuya temperatura es regulada por un enfriador (Chiller).

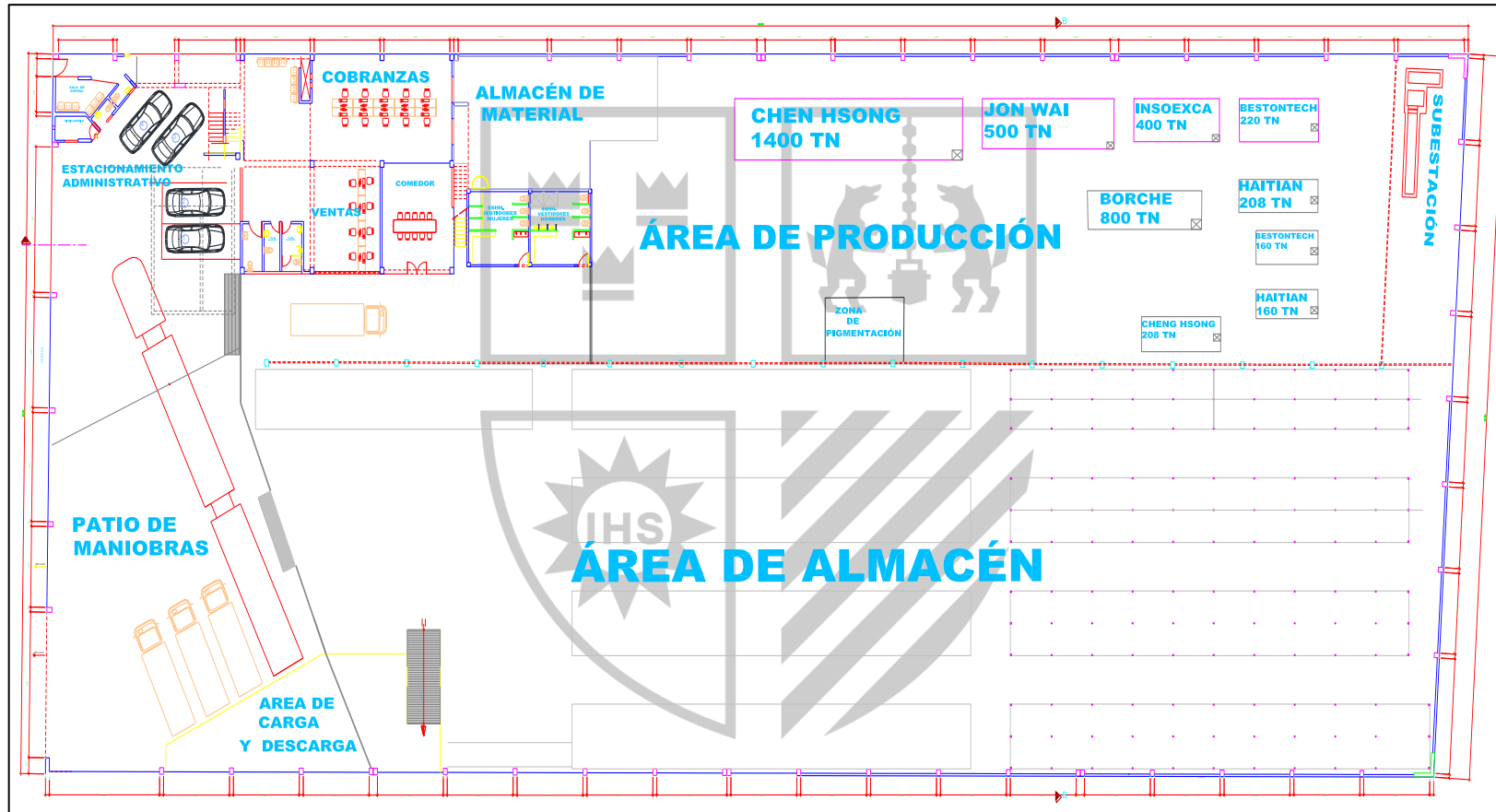
Por medio del Anexo 2 se logra evidenciar la lista de equipos y máquinas que se tiene en producción.

2.4. Layout de la planta

Respecto al área de producción se ubican las 9 inyectoras de diferentes capacidades; asimismo, un espacio para el almacenamiento de materia prima; también una zona de pigmentación del material, lo cual permite el abastecimiento a cada uno de las inyectoras para la producción de productos de diferentes tonalidades, esto se exhibe por medio de la Figura 2.6.

Figura 2.6

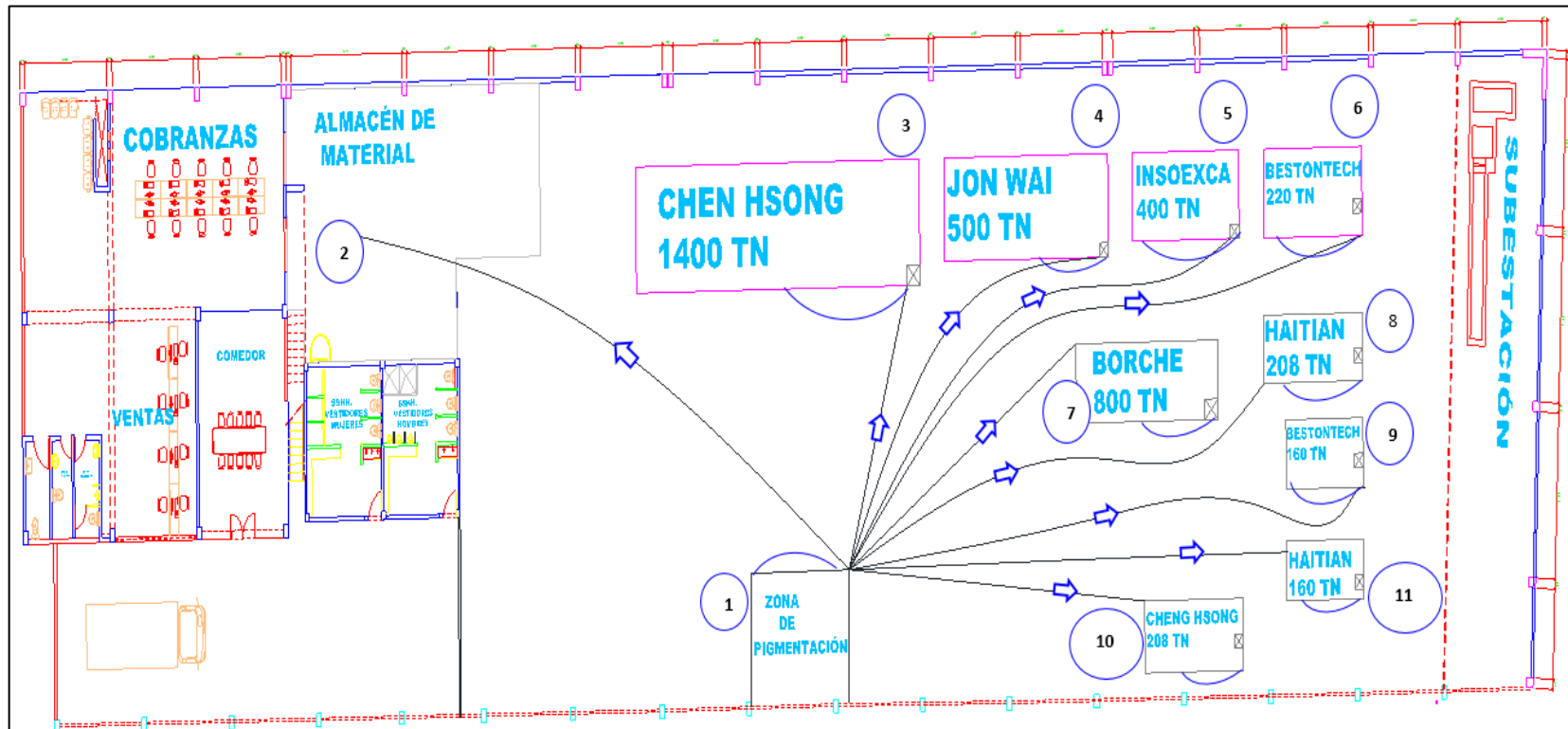
Layout de la planta



Nota. Las dimensiones de la planta son 107.37 metros de largo y 44.52 metros de ancho.

Figura 2.7

Diagrama de recorrido



Nota. Las dimensiones de la planta son 107.37 metros de largo y 44.52 metros de ancho

CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

En este capítulo logra ser presentada la selección y evaluación situacional del proceso productivo que más influye en la organización con el propósito de efectuar la identificación y priorizar los problemas en las áreas críticas para brindar una solución adecuada.

3.1. Identificación del proceso productivo a analizar

Primero, se procedió con la identificación de aquel proceso que es importante analizar por ser el de mayor impacto operacional en la empresa.

3.1.1. Selección de la línea de producción

Se seleccionó la línea de producción con el mayor valor promedio de ingresos por ventas mensuales de la empresa y esto se exhibe por medio de la Tabla 3.1, la línea de producción de limpieza representa el 33.4% de las ventas totales, la cual maneja productos como bateas, recogedores y tachos.

Tabla 3.1

Ventas de las líneas de producción

FAMILIA	VENTAS	PORCENTAJE
Limpieza	S/ 5,431,864.00	33.4%
Cocina T.C	S/ 5,036,679.00	31.0%
Cocina C	S/ 3,064,021.00	18.8%
Organizador color	S/ 1,802,154.00	11.1%
Terraza	S/ 353,639.00	2.2%
Kids C	S/ 262,686.00	1.6%
Organizadores T. C	S/ 173,612.00	1.1%
Cocina T	S/ 132,273.00	0.8%
Total	S/ 16,256,928.00	100.0%

Nota. Obtenido de la información interna de la empresa

3.1.2. Selección del producto representativo

De la línea más representativa seleccionada anteriormente “Limpieza”, se procedió a elegir el producto más representativo en cuanto a las ventas generadas exhibidos por medio de la Tabla 3.2.

Tabla 3.2

Ventas de los productos de la línea de limpieza

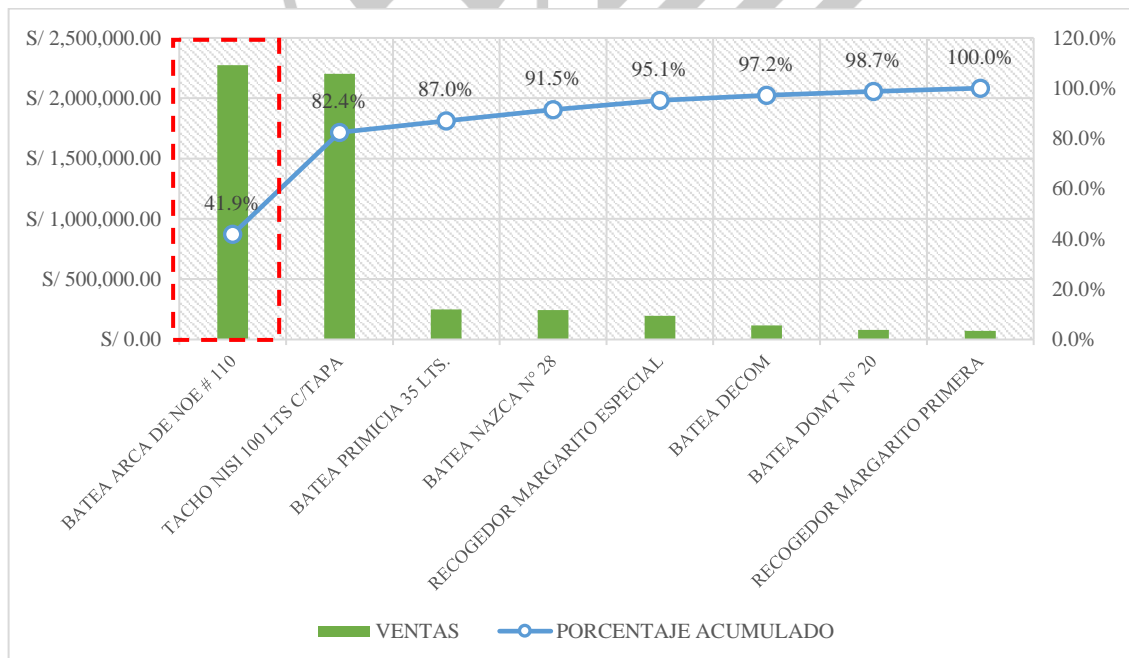
PRODUCTOS	VENTAS
BATEA ARCA DE NOÉ # 110	S/ 2,274,785.00
TACHO NISI 100 LTS C/TAPA	S/ 2,201,478.00
BATEA PRIMICIA 35 LTS.	S/ 248,031.00
BATEA NAZCA N° 28	S/ 244,174.00
RECOGEDOR MARGARITO ESPECIAL	S/ 196,997.00
BATEA DECOM	S/ 115,808.00
BATEA DOMY N° 20	S/ 80,564.00
RECOGEDOR MARGARITO PRIMERA	S/ 70,027.00
Total	S/ 5,431,864.00

Nota. Obtenido de la información interna de la empresa

En términos de ventas, tal como se ve en la Figura 3.1, el producto más representativo es la Batea Arca de Noé #110, ya que representa el 41.9% de las ventas totales.

Figura 3.1

Diagrama de Pareto



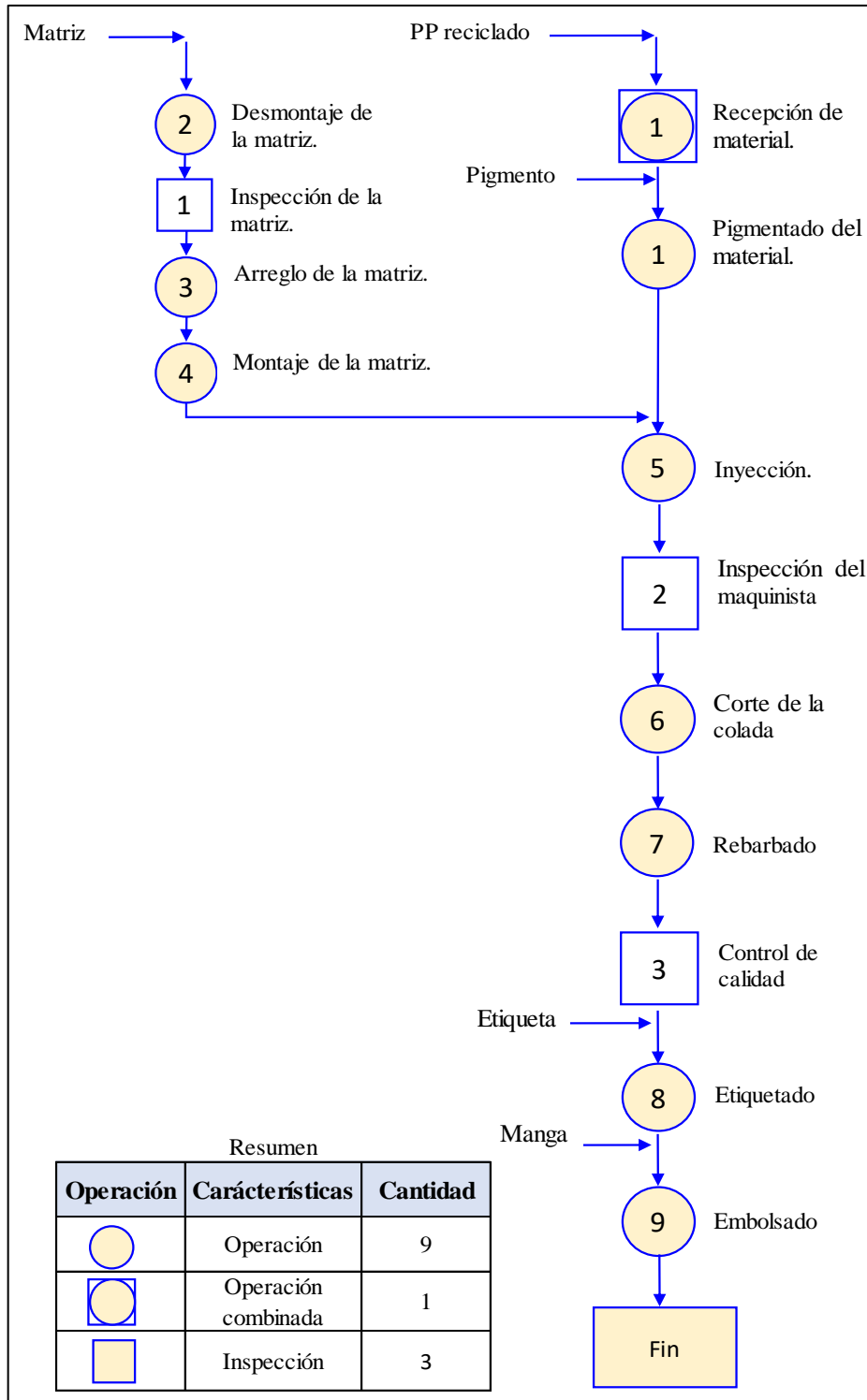
Nota. Elaboración propia

En ese sentido, el proceso productivo analizado fue el del producto representativo Batea Arca de Noé de la línea de limpieza con la finalidad de solucionar los problemas críticos;

para ello, se debe tener en cuenta su Diagrama de Operaciones (DOP) plasmado por medio de la Figura 3.2.

Figura 3.2

Diagrama de Operaciones de la Batea Arca de Noé



Nota. Elaboración propia

3.2. Análisis del proceso productivo seleccionado

Posterior a la selección del proceso, se analizó cada una de sus operaciones con la finalidad de identificar las deficiencias del proceso; para ello se utilizó el Mapa de Flujo de Valor.

3.2.1. Mapa de Flujo de Valor

Se desarrolló en la Figura 3.3, el Mapa de Flujo de Valor (*Value Stream Mapping*) del producto más representativo, Batea Arca de Noé, con la finalidad de facilitar una representación visual del ciclo de producción, en específico a partir de la pigmentación hasta el embalado de los paquetes, e identificar las áreas críticas.

En ese sentido, el ciclo inicia al ingreso de la orden de compra recepcionado por el área de facturación o cobranza de la empresa; seguidamente, la orden de compra es derivada hacia el área de despacho y almacén. Inicialmente se corrobora si se cuenta con stock del producto solicitado. Frente a la cantidad de productos faltantes, el almacén hace llegar al área de producción la orden de compra, para luego convertirse en una orden de producción, el cual es realizado por jefe de producción y desarrollado en coordinación con los supervisores de planta.

En el proceso de planificación se solicita la materia prima e insumos a emplear determinando la cantidad y una fecha tentativa para la recepción. Asimismo, se dispone la máquina y colaboradores, los cuales desarrollan las actividades en función a la orden de producción. Para un adecuado cumplimiento de la producción y entrega del producto terminado, se estipula la fecha de inicio y fin, lo cual se le hace llegar al cliente mediante el correo electrónico.

El área de almacén hace llegar el orden de pedido de material e insumos a los proveedores respectivos. Los proveedores dan la conformidad de la recepción del pedido, enfatizando las fechas de entrega de insumos y material, mediante un mensaje vía correo electrónico, derivado al área de almacén y producción. El proveedor de material abastece una vez al mes a la empresa. Se encargan de dejar el material peletizado en el almacén de materia prima, cuyo encargado confirma la recepción mediante la firma del documento en físico.

El jefe de producción se encarga de hacerles llegar la programación en físico a los maquinistas, pigmentadores de material, y embalado; estos últimos se encargan en

rellenar y hacerles llegar los formatos de la producción al encargado del área. Una vez obtenido el producto terminado, son enviados hacia el área de almacén, es donde el encargado de almacén informa al área de despacho el stock disponible; es donde se programa la entrega al cliente del producto solicitado.

Continuando, por medio de la Tabla 3.3 se observan los datos utilizados para el desarrollo del VSM actual, donde se consideran los procesos de pigmentación, montaje y desmontaje de matriz, inyección, inspección y embalado.

Tabla 3.3

Descripción de los ocho desperdicios

Descripción	Símbolo	Unidad de medida	Pigmentación	Montaje y desmontaje de matriz	Inyección	Inspección	Embalado
Nº turnos	NT	und.	1	1	2	2	2
Jornada laboral	JL	hrs/turno	12	3.7	12	12	12
Tiempo disponible	TD	min/turno	720	224.7	1440	1440	1440
Producción bruta	PB	kg/turno	2796.9	2622.1	1649.3	1317.2	1317.2
Nº de máquinas	NM	und	1	-	1	-	-
% de disponibilidad	TF	%	93.8%	-	85.8%	-	-
Producción real	PR	kg/turno	2622.1	2622.1	1415.6	1317.2	1317.2
Tiempo de ciclo	TC	min/kg	0.27	0.09	1.0	1.1	1.1
% defectos	PNC	%	0%	0%	7.0%	0%	0%
Tiempo de set up	TCP	min	14.2	0	6.3	0	0
Nº de operarios	NO	und	2	1	1	1	1

Nota. Elaboración propia

Como ejemplo, se presentan los cálculos para el proceso de pigmentación, donde se labora 1 solo turno de 12 horas, indicando un turno de 720 min. Dentro de ese tiempo, se pretende utilizar alrededor de 2796.9 kg de materia prima (producción bruta); sin embargo, solo se logra procesar 2622.1 kg (producción real) en 1 máquina pigmentadora con el 93.8% de disponibilidad, lo que señala una producción de 0.27 min/kg (tiempo de ciclo).

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ disponible} \times 100 \quad (1)$$

$$Disponibilidad = \frac{90\ horas}{96\ horas} \times 100 = 93.8\%$$

$$Producción\ real = PB \times NM \times TF \quad (2)$$

$$\text{Producción real} = 2796.9 \times 1 \times 93.8\% = 2622.1 \text{ kg/turno}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Producción real}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{720}{2622.1} \times 100 = 0.27 \text{ min/kg}$$

Además de ello, se calculó el trabajo en proceso (WIP) y lead time, bajo las siguientes fórmulas:

$$WIP = Q \times \left[1 - \frac{1}{CM} \times \left(C_1 - \frac{1}{n} \times \sum_1^N Ci \right) \right] \quad (4)$$

Siendo:

Q=Demanda

CM=Ciclo máximo de operación

C1=Ciclo de la primera operación

Ci=Ciclo en operación

n=Lote de transferencia

N=Número de transferencia

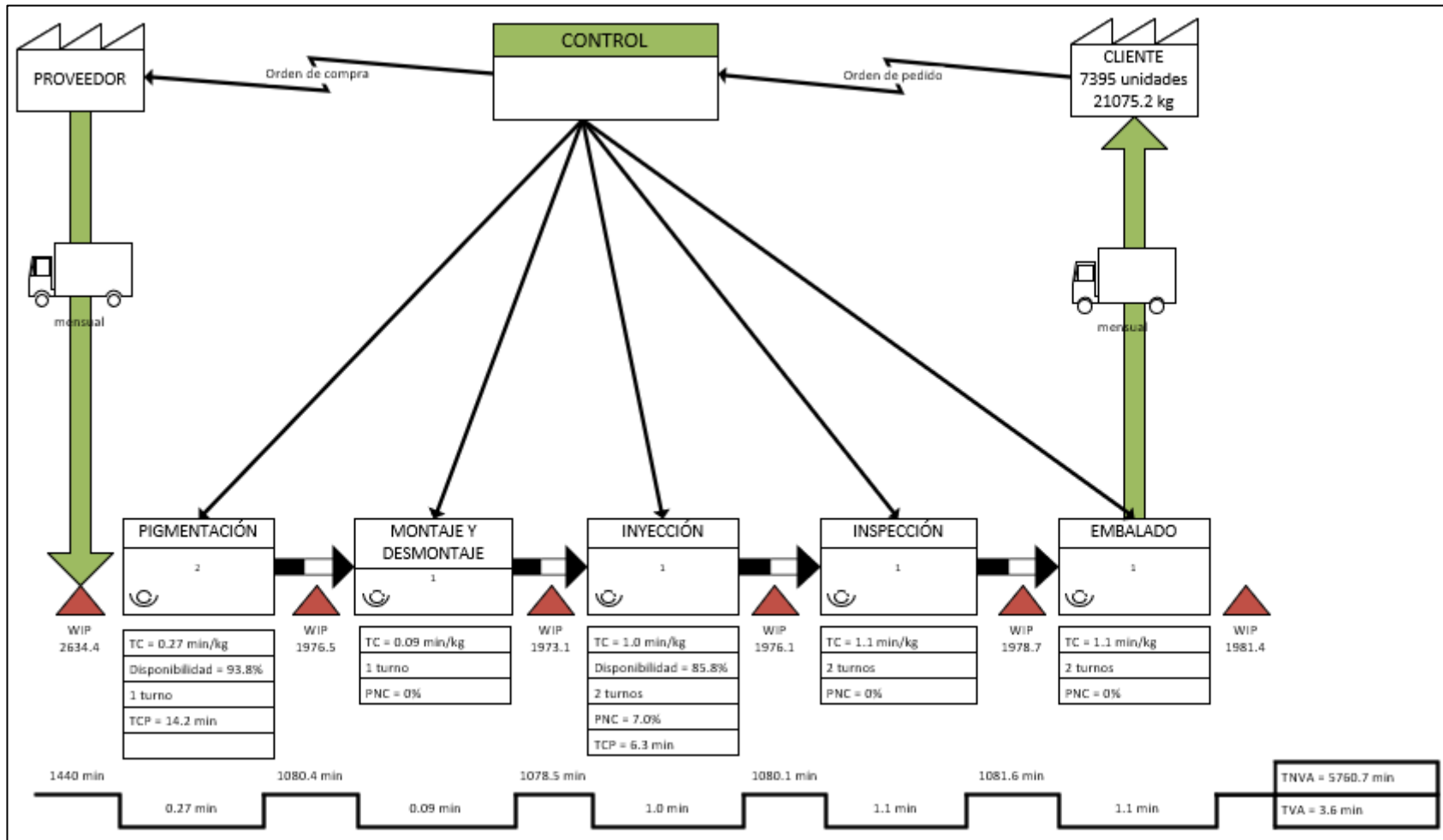
$$WIP = 2634.4 \times \left[1 - \frac{1}{1.1} \times \left(0.27 - \frac{1}{2634.4} \times (0.27) \right) \right] = 1976.5 \text{ kg}$$

$$\text{Lead time} = \frac{\text{Inventario promedio}}{\text{Demanda diaria}} \times 24 \text{ h} \times 60 \text{ min} \quad (5)$$

$$\text{Lead time} = \frac{1976.5}{2634.4} \times 24 \times 60 = 1080.4 \text{ min}$$

Figura 3.3

Mapa de Flujo de Valor (VSM actual)



Nota. Elaboración propia

3.2.2. Análisis de procesos por áreas

Posterior al análisis del VSM, se obtuvo la siguiente información acerca de los procesos estudiados:

Área de Pigmentación

En esta área se recepciona y prepara la materia prima para su ingreso a la olla de pigmentación. De esta manera, se muestran algunos problemas que se presentan:

- **Coloración deficiente:** La mezcla ingresa con un tono de color pálido debido a la concentración incorrecta del colorante o a la mala distribución en el premezclado.
- **Inventario de productos en proceso:** Se identifica la presencia de materia prima pigmentada obstruyendo la salida del área para ser trasladada al área de inyección.
- **Paradas de la máquina pigmentadora:** Se observó una baja disponibilidad de la máquina, debido a la alta cantidad de horas paradas registradas durante los primeros 6 meses del año 2023, según la Tabla 3.4:

Tabla 3.4

Paradas de la máquina pigmentadora

Mes	N° paradas no planificadas	Tiempo horas paradas
Enero	3	5
Febrero	4	6
Marzo	5	8
Abril	2	3
Mayo	3	5
Junio	6	9
Total	23	36

Nota. Elaboración propia

Por medio de la Tabla 3.4, la máquina pigmentadora sufrió alrededor de 23 paradas no planificadas que equivalen a 36 horas.

Área de Montaje y desmontaje de matriz

En esta área se realiza el desmontaje de la matriz anterior en la máquina de inyección para realizar el mantenimiento y montaje de la matriz correcta para la Batea Arca de Noé. De esta manera, se muestran algunos problemas que se presentan:

- **Tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz:** El desmontaje y montaje de la matriz demora alrededor de 224.7 minutos, en el caso de la matriz del producto en estudio “Batea Arca de Noé”, esto se exhibe por medio de la Tabla 3.5.

Tabla 3.5*Duración del montaje y desmontaje de la matriz*

Procedimiento	Duración (horas)	Duración (min)	TC-máquina (min)	Cantidad perdida (kg)
Montaje de la matriz	2.6	158.9	1.02	155.8
Desmontaje de la matriz	1.1	65.8	1.02	64.5

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 3.5, debido a este proceso tardado en el que la máquina inyectora se encuentra detenida, la empresa incurre en una pérdida de producción de 220.3 kg, lo que es aproximadamente 77 unidades. Y de acuerdo a la Tabla 3.6, señala un monto de S/ 12,658.80 por 6 cambios de matriz, ya que esto se realiza una vez al mes para el producto estudiado, cuyo precio de venta es de S/ 27.4.

Tabla 3.6*Costo incurrido por los cambios enero a junio 2023*

Máquina	Cantidad de cambios	Costo incurrido
Chen Hsong 1400	6	S/ 12,658.80

Nota. Elaboración propia

Área de Inyección

Respecto a esta área se realiza cada operación de inyección, donde se funde el material pigmentado en la cavidad de la matriz para obtener el producto con forma de batea.

- **Alto porcentaje de mermas:** En el área se observa que los productos defectuosos apilados, los cuales son descartados por diferentes motivos como la presencia de burbujas internas y líneas de flujo, productos incompletos y defectos por inadecuada extracción.

Tabla 3.7*Costo de las mermas enero a junio 2023*

Mes	Merma (unidades)	Monto
Enero	527	S/ 14,439.80
Febrero	553	S/ 15,152.20
Marzo	391	S/ 10,713.40
Abril	502	S/ 13,754.80
Mayo	663	S/ 18,166.20
Junio	680	S/ 18,632.00
Total	3316	S/ 90,858.40

Nota. Elaboración propia

Por medio de la Tabla 3.7, durante un periodo de 6 meses existieron alrededor de 3316 unidades defectuosas de la batea Arca de Noé, que asciende a un monto de S/ 90,858.40.

- **Paradas de la máquina inyectora:** Se observó una baja disponibilidad de la máquina, debido a la alta cantidad de horas paradas registradas durante los primeros 6 meses del año 2023, según la Tabla 3.8:

Tabla 3.8

Paradas de la máquina inyectora

Mes	N° paradas no planificadas	Tiempo horas paradas
Enero	45	26.3
Febrero	37	21.6
Marzo	51	29.8
Abril	37	21.6
Mayo	48	28.0
Junio	53	30.9
Total	271	158.1

Nota. Elaboración propia

Por medio de la Tabla 3.8, la máquina inyectora sufrió alrededor de 271 paradas no planificadas que equivalen a 158.1 horas.

Área de Inspección

En esta área se realiza el rebarbeado y etiquetado de los productos extraídos de la matriz de inyección.

- **Ambiente desorganizado:** Se observa el área desorganizada y sucia, puesto que las herramientas no se encuentran en un lugar fijo y las rebabas que sacan de los productos con las cuchillas, se encuentran en el piso.
- **Conteo incorrecto por paquetes:** Esto se debe a que existe un conteo manual, uno por uno, para formar los paquetes, lo que requiere de mucha atención por parte del trabajador, corriendo el riesgo de equivocarse.

Área de Embalado

En esta área se realiza el rebarbeado y etiquetado de los productos extraídos de la matriz de inyección.

- **Ambiente desorganizado:** Se observa el área desorganizada y sucia, debido al corte de las mangas de plástico que terminan cayendo al piso, al igual que, las rafias

para la sujeción de los paquetes, lo que provoca una congestión en el área que impide el flujo continuo de las actividades, sobre todo, en el traslado de los paquetes a la zona de acopio.

3.3. Priorización de los principales hallazgos

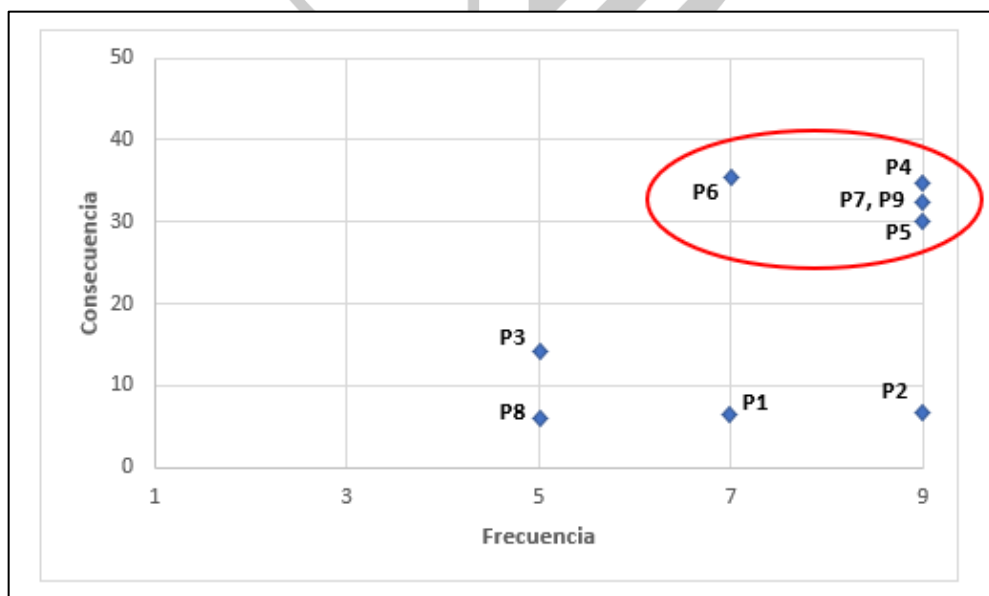
Luego del análisis, los problemas identificados son los siguientes:

- P1: Coloración deficiente
- P2: Inventario de productos en proceso
- P3: Paradas de máquina pigmentadora
- P4: Tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz
- P5: Alto porcentaje de mermas
- P6: Paradas de la máquina inyectora
- P7: Ambiente desorganizado en la zona de inspección
- P8: Conteo incorrecto por paquetes
- P9: Ambiente desorganizado en la zona de embalado

En ese sentido, éstos fueron priorizados mediante la evaluación de categorías, haciendo empleo de la matriz de criticidad, tal cual se observa por medio de la Tabla 3.9, de la cual deriva la Figura 3.4, donde se visualiza gráficamente la criticidad de los problemas:

Figura 3.4

Matriz de criticidad



Nota. Elaboración propia

Tabla 3.9

Análisis de criticidad

Análisis de criticidad			Coloración deficiente	Inventario de productos en proceso	Paradas de máquina pigmentadora	Tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz	Alto porcentaje de mermas	Paradas de la máquina inyectora	Ambiente desorganizado en la zona de inspección	Conteo incorrecto por paquetes	Ambiente desorganizado en la zona de embalado	
Criterio	Indicadores	Ponderaciones	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
Impacto Operacional	Ocasiona demoras (15%)	No	0									
		Bajo	2	2							2	
		Moderado	5			5			10	5		5
	Produce desorden (10%)	Alto	10				10	10				
		No	0									
		Bajo	2	2	2	2	2				2	
	Produce reprocesos (18%)	Moderado	5						5			
		Alto	10							10		10
		No	0									
Produce pérdidas de recursos (50%)	Bajo	2	2	2	2	2			2	2	2	
	Moderado	5					5					
	Alto	10						10				
Costos	No	0										
	Bajo	2	2	2						2		
	Moderado	5			5				5		5	
Impacto en seguridad	Alto	10				10	10	10				
	No (0%)	0	0	0	0	10	0		10	0	10	
	Consecuencia		8	8	14	34	30	35	32	8	32	
	Frecuencia		7	9	5	9	9	7	9	5	9	
	Criticidad		56	72	70	306	270	245	288	40	288	
	Nivel de criticidad		NC	NC	NC	C	C	C	C	NC	C	

Nota. Elaboración propia

En consecuencia, los problemas críticos seleccionados para su solución fueron los tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz (P4), alto porcentaje de mermas (P5), paradas de la máquina inyectora (P6), ambiente desorganizado en la zona de inspección (P7) y ambiente desorganizado en la zona de embalado (P9).

3.4. Identificación de las causas raíz de los problemas que afectan la cadena de valor

Se analizó cada uno de los problemas seleccionados como críticos con el propósito de efectuar la identificación de los causales raíz que afectan la cadena de valor.

3.4.1. Tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz

En relación a este problema, en la Tabla 3.10 se tuvo en cuenta el análisis de las actividades efectuadas dentro del desmontaje y montaje de la matriz.

Tabla 3.10

Actividades del proceso de desmontaje y montaje de matriz

Proceso	Actividades	Tiempo (min)
Montaje	Solicitud de Molde.	1
	Inspección del molde.	15
	Traslado del teclé eléctrico	25
	Ubicación de la plancha de metal sobre la abertura de caída.	8
	Traslado del molde a la inyectora.	12
	Traslado de herramientas.	7
	Cierre del molde.	0.35
	Sujeción del gancho forjado al cáncamo de la placa.	0.50
	Ascenso de la placa a la inyectora.	15
	Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.	2
	Ascenso de molde a la inyectora.	7
	Acercar la placa móvil hacia el fijo para el centrado del molde.	0.75
	Aflojar las bridas de sujeción mecánica.	28
	Quitar el gancho forjado del molde.	4
	Conectar mangueras hidráulicas.	15
	Conectar mangueras de aire.	17
	Activar el sistema de aire.	0.75
	Prueba de funcionamiento del sistema de aire.	0.58
	Total	158.9
Desmontaje	Desactivar el funcionamiento del chiller.	0.75
	Desactivar el sistema de aire.	0.05
	Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.	4
	Desconectar mangueras hidráulicas.	15
	Desconectar manguera de aire.	10
	Desaflojar las bridas de sujeción mecánica.	20
	Descender el molde de la inyectora.	9
Traslado de molde a almacén de matrices.	7	
Total	65.8	

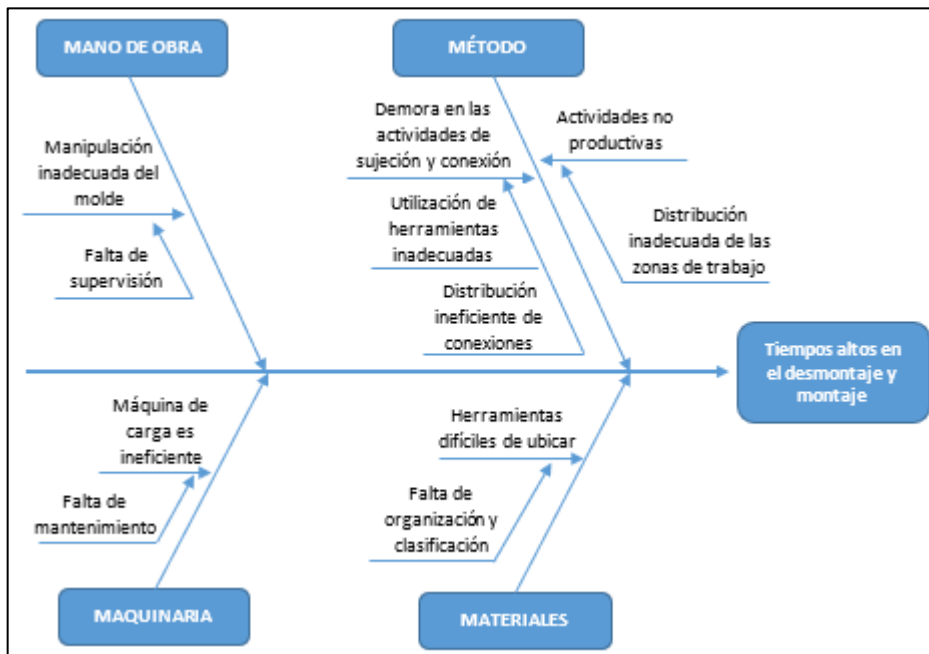
Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 3.10, las actividades de mayor duración se centran en las actividades de conexión, desconexión y traslado dentro de las 3.7 horas del proceso. Por

tanto, para obtener las causas raíz de este problema, se procedió a identificar las causas en un Diagrama de Ishikawa por medio de la Figura 3.5:

Figura 3.5

Diagrama de Ishikawa – Problema 4

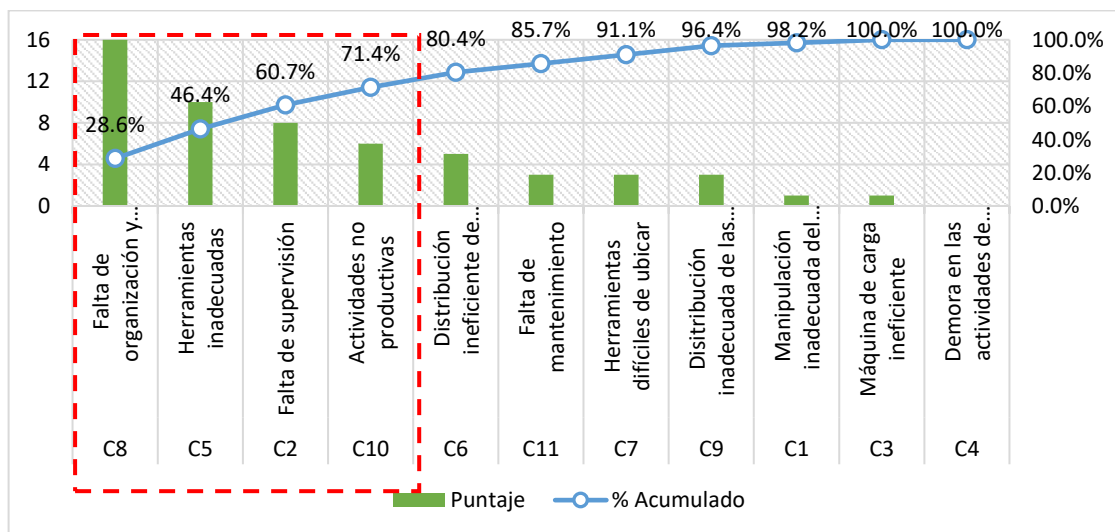


Nota. Elaboración propia

Posterior a ello, en el Anexo 3, a través de una Matriz de Vester se determinó el puntaje de correlación existente entre las causas y mediante una matriz de priorización se aplicó el principio de Pareto para obtener las causas raíz, según la Figura 3.6.

Figura 3.6

Diagrama de Pareto – Problema 4



Nota. Elaboración propia

De esta manera, de acuerdo a la Figura 3.6, las causas raíz del problema son la escasez de organización y clasificación de herramientas, utilización de herramientas inadecuadas, escasez de supervisión de las actividades y las actividades no productivas.

3.4.2. Alto porcentaje de mermas

En relación a este problema, por medio de la Tabla 3.11 se exhibe la cantidad de merma identificada durante los meses de enero a junio 2023 en correspondencia al producto Batea Arca de Noé; asimismo, en la Tabla 3.12 se visualizan los motivos por los cuales el producto es descartado.

Tabla 3.11

Merma identificada enero – junio 2023

Mes	Merma (kg)	Merma (unidades)
Enero	1502.0	527
Febrero	1576.1	553
Marzo	1114.4	391
Abril	1430.7	502
Mayo	1889.6	663
Junio	1938.0	680
Total	9450.6	3316

Nota. Elaboración propia

Tabla 3.12

Motivos de la generación de mermas

Defectos	Motivo
Burbujas internas en la pieza	Material insuficiente
	Humedad en el material
	Temperatura no uniforme en el molde
Piezas incompletas	Insuficiente carga de material
	Temperatura no uniforme en el molde
	Diseño deficiente del molde
	Sistema de venteo del molde obstruido
Diseño y acabados incorrectos	Dificultad en la extracción de la pieza
	Temperatura inadecuada de procesamiento
Líneas de flujo	Temperatura fría del molde
	Baja presión en la inyección
	Canales obstruidos
	Entrada o boquilla estrecha
Presencia de rebabas	Temperatura inadecuada de procesamiento
	Alimentación excesiva
	Presión elevada
	Molde desajustado
	Baja fuerza de cierre

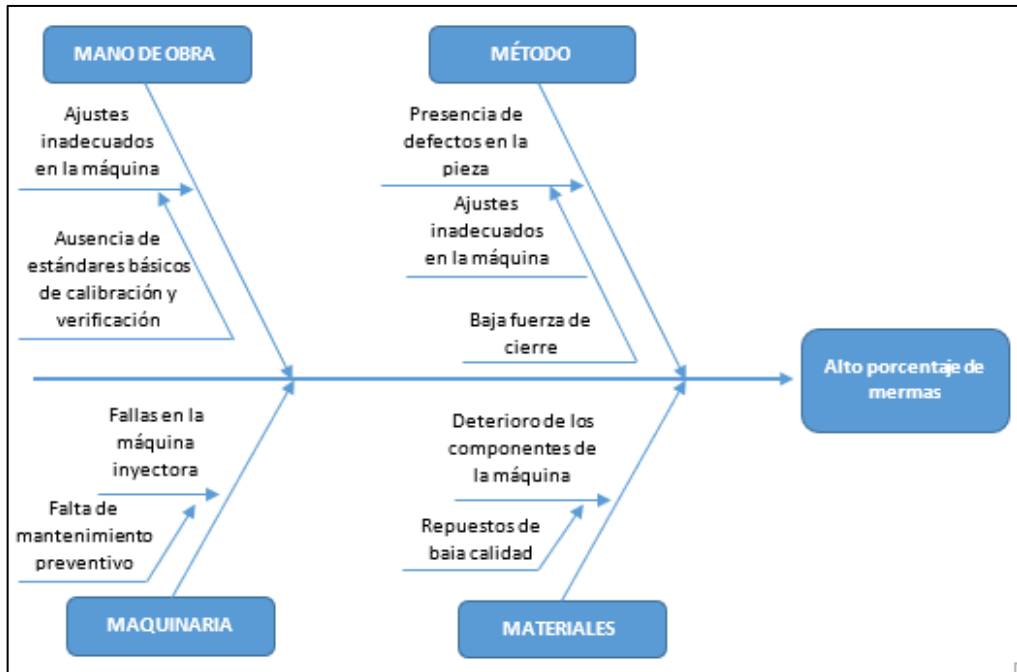
Nota. Elaboración propia

Dado ello, por medio de la Figura 3.7 se presentan las primordiales causas de las cuales tienden a ocasionar el problema; asimismo, en el Anexo 3, a través de una Matriz de

Vester se determinó el puntaje de correlación existente entre las causas y mediante una matriz de priorización se aplicó el principio de Pareto para obtener las causas raíz, según la Figura 3.8.

Figura 3.7

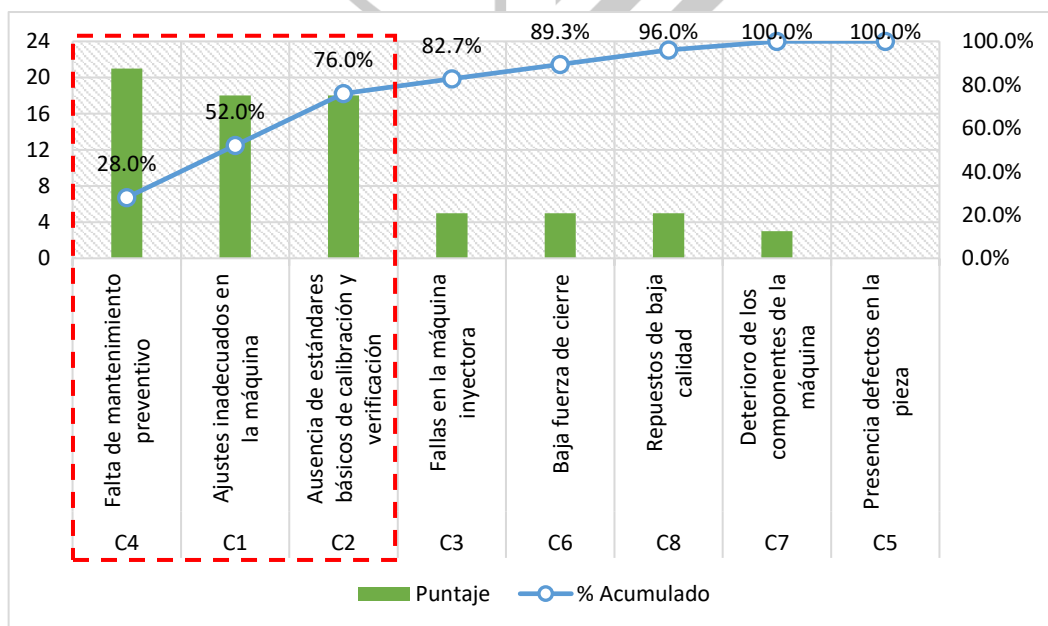
Diagrama de Ishikawa – Problema 5



Nota. Elaboración propia

Figura 3.8

Diagrama de Pareto – Problema 5



Nota. Elaboración propia

De esta manera, de acuerdo a la Figura 3.8, las causas raíz del problema son la falta de mantenimiento preventivo, ajustes inadecuados en la máquina y la ausencia de estándares básicos de calibración y verificación.

3.4.3. Paradas de la máquina inyectora

En relación a este problema, en la Tabla 3.13 se observa la disponibilidad de la máquina durante los 6 meses de estudio, donde existieron alrededor de 271 paradas que ocasionaron 158.1 horas paradas, además de las 5 horas de set up, resultando que solo opera el 85.8% del tiempo planificado.

Tabla 3.13

Disponibilidad de la máquina inyectora durante enero – junio 2023

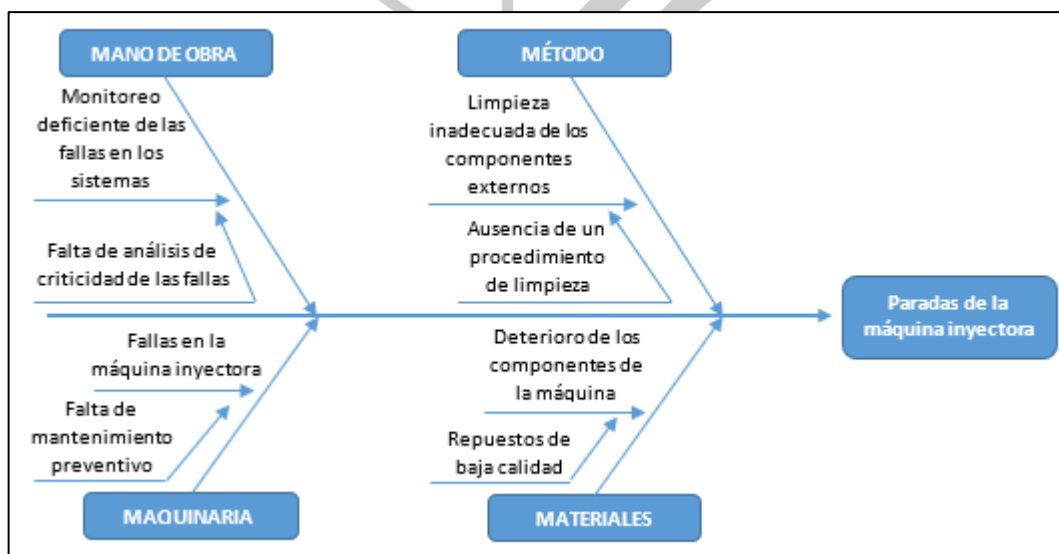
Mes	Tiempo disponible (horas)	N° paradas no planificadas	Tiempo horas paradas	Tiempo set up (horas)	Disponibilidad
Enero	192	45	26.3	0.83	85.9%
Febrero	192	37	21.6	0.83	88.3%
Marzo	192	51	29.8	0.83	84.1%
Abril	192	37	21.6	0.83	88.3%
Mayo	192	48	28.0	0.83	85.0%
Junio	192	53	30.9	0.83	83.5%
Total	1152	271	158.1	5.00	85.8%

Nota. Elaboración propia

Por tanto, para obtener las causas raíz de este problema, se procedió a identificar las causas en un Diagrama de Ishikawa por medio de la Figura 3.9:

Figura 3.9

Diagrama de Ishikawa – Problema 6

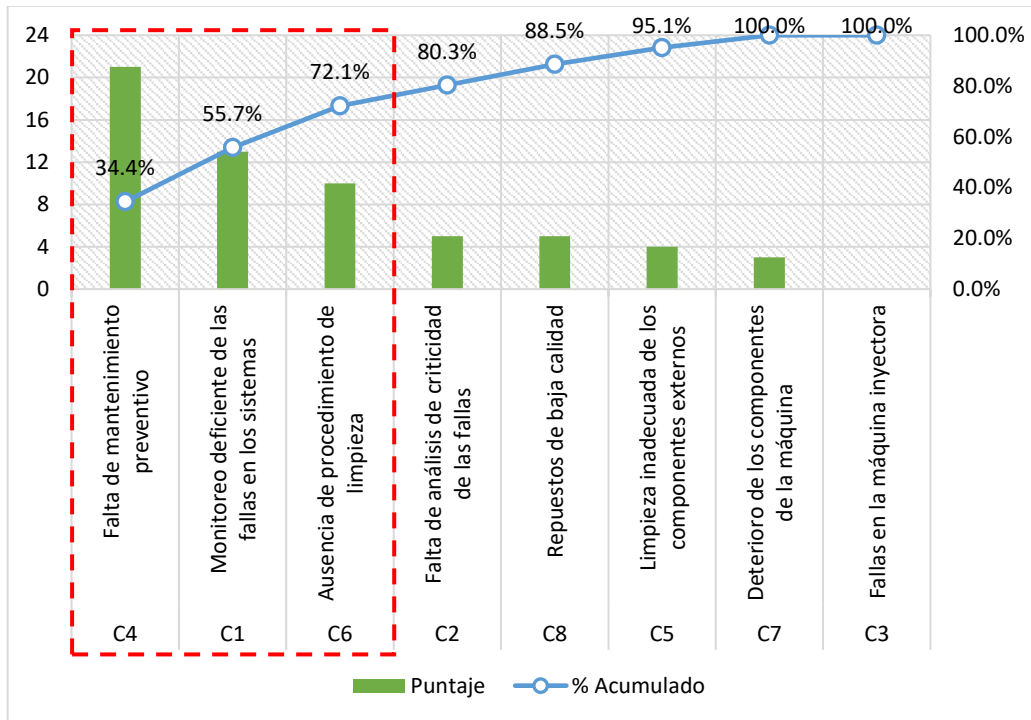


Nota. Elaboración propia

Posterior a ello, en el Anexo 3, a través de una Matriz de Vester se determinó el puntaje de correlación existente entre las causas y mediante una matriz de priorización se aplicó el principio de Pareto para obtener las causas raíz, según la Figura 3.10.

Figura 3.10

Diagrama de Pareto – Problema 6



Nota. Elaboración propia

De esta manera, por medio de la Figura 3.10, las causas raíz del problema son la falta de mantenimiento preventivo, el monitoreo deficiente de las fallas en los sistemas y la ausencia de procedimiento de limpieza.

3.4.4. Ambiente desorganizado en la zona de inspección

En relación a este problema, en la Figura 3.11 se observa la desorganización y suciedad de la zona de inspección, debido a la actividad de rebarbeado que se ejecuta y cómo esto repercute en el flujo continuo del proceso.

Figura 3.11

Zona de inspección desorganizada

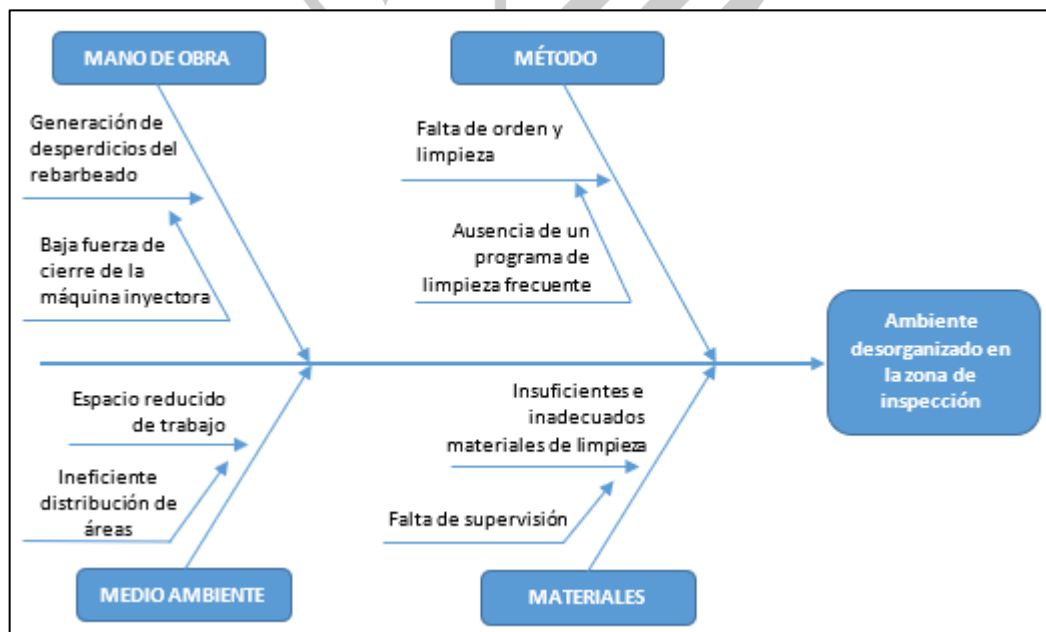


Nota. Elaboración propia

Dado ello, por medio de la Figura 3.12 se presentan las primordiales causas de las cuales tienden a ocasionar el problema; asimismo, en el Anexo 3, a través de una Matriz de Vester se determinó el puntaje de correlación existente entre las causas y mediante una matriz de priorización se aplicó el principio de Pareto para obtener las causas raíz, según la Figura 3.13.

Figura 3.12

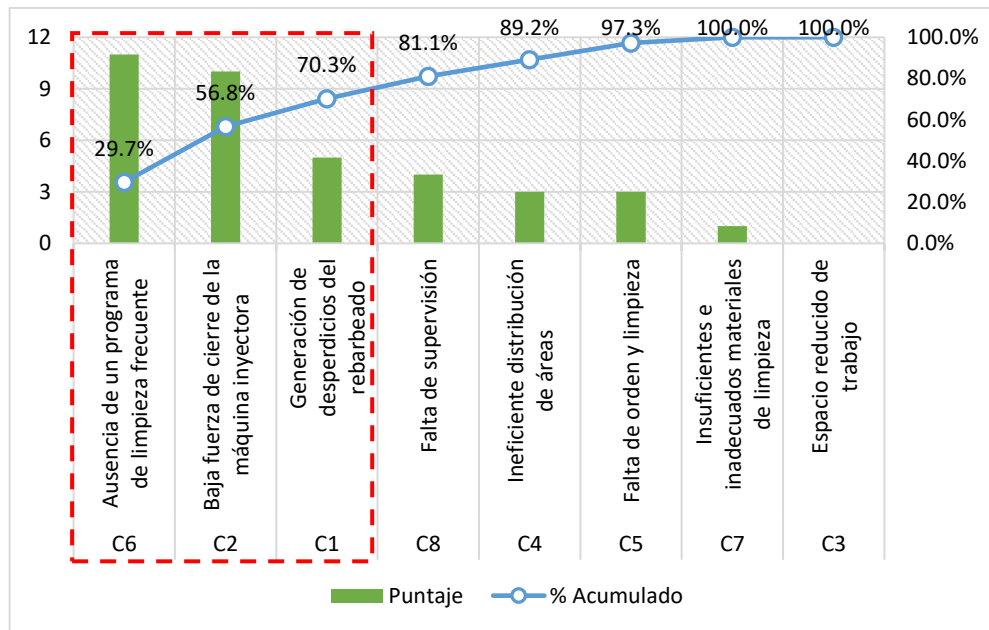
Diagrama de Ishikawa – Problema 7



Nota. Elaboración propia

Figura 3.13

Diagrama de Pareto – Problema 7



Nota. Elaboración propia

De esta manera, por medio de la Figura 3.13, las causas raíz del problema son la ausencia de un programa de limpieza frecuente, baja fuerza de cierre de la máquina inyectora y la generación de desperdicios del rebarbeado.

3.4.5. Ambiente desorganizado en la zona de embalado

En relación a este problema, en la Figura 3.14 se observa la desorganización y suciedad de la zona de embalado, debido a la actividad de rebarbeado que se ejecuta y cómo esto repercute en el flujo continuo del proceso.

Figura 3.14

Zona de embalado desorganizada

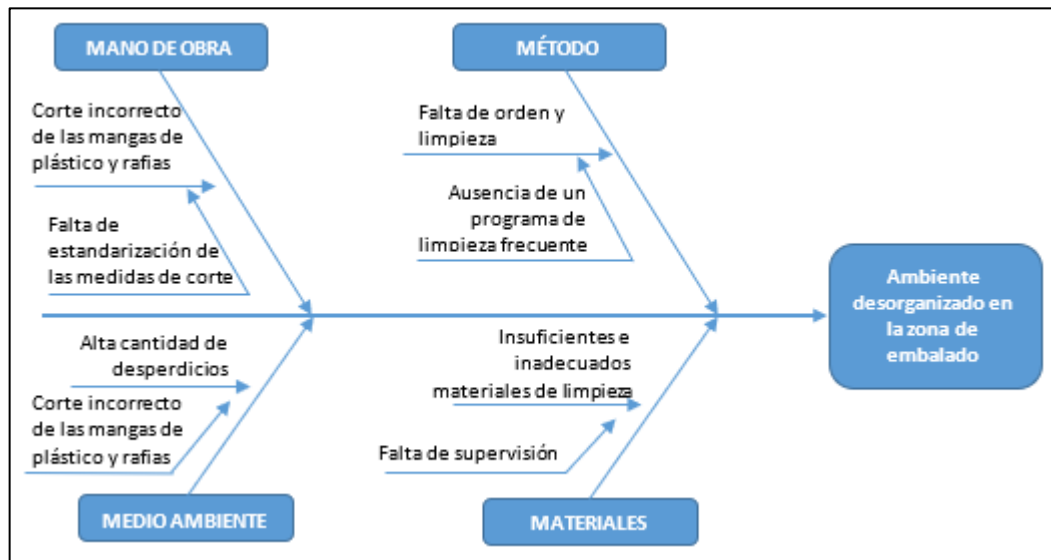


Nota. Elaboración propia

Por tanto, para obtener las causas raíz de este problema, se procedió a identificar las causas en un Diagrama de Ishikawa por medio de la Figura 3.15:

Figura 3.15

Diagrama de Ishikawa – Problema 9

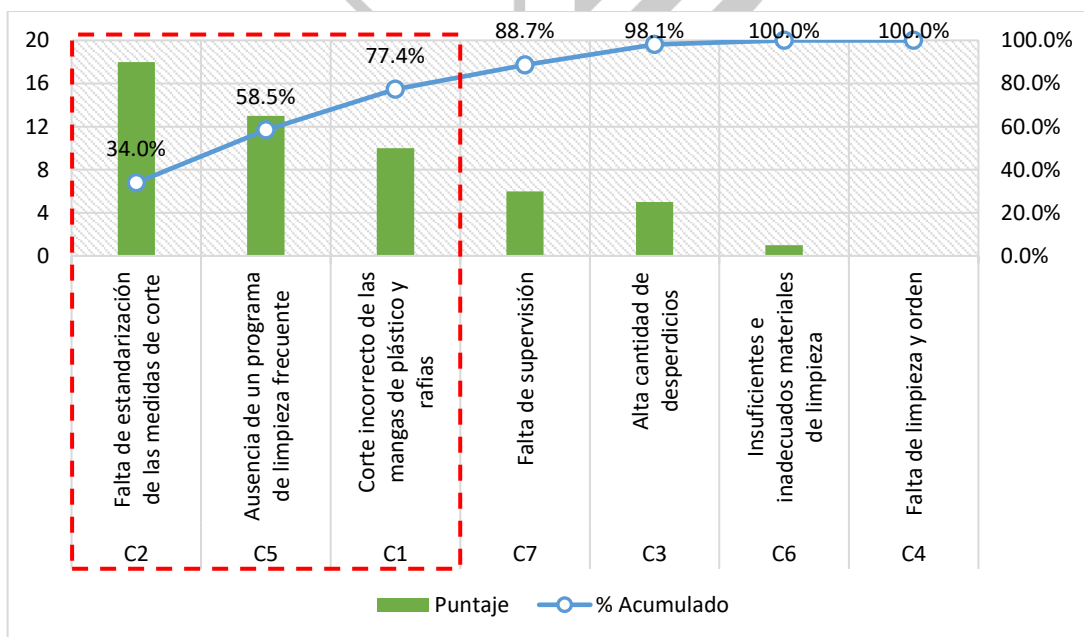


Nota. Elaboración propia

Posterior a ello, en el Anexo 3, a través de una Matriz de Vester se determinó el puntaje de correlación existente entre las causas y mediante una matriz de priorización se aplicó el principio de Pareto para obtener las causas raíz, según la Figura 3.16.

Figura 3.16

Diagrama de Pareto – Problema 9



Nota. Elaboración propia

De esta manera, de acuerdo a la Figura 3.16, las causas raíz del problema son la falta de estandarización de las medidas de corte, ausencia de un programa de limpieza frecuente y corte incorrecto de las mangas de plástico y rafias.

3.5. Priorización de las herramientas de mejora

De esta manera, en la Tabla 3.14 se resumen las causas priorizadas o raíz según lo identificado en el análisis de los problemas. Posterior a la identificación de los principales desperdicios del flujo de valor actual, se procedió a identificar las herramientas Lean necesarias para la solución de los problemas y mejorar la continuidad del flujo de producción por medio de la Tabla 3.15.

Tabla 3.14

Resumen de las causas raíz identificadas

Código	Descripción
C1	Falta de organización y clasificación de las herramientas de cambio de molde
C2	Utilización de herramientas inadecuadas
C3	Falta de supervisión
C4	Actividades no productivas en el montaje y desmontaje de la matriz
C5	Falta de mantenimiento preventivo de la máquina inyectora
C6	Ajustes inadecuados en la máquina inyectora
C7	Ausencia de estándares básicos de calibración y verificación de la máquina inyectora
C8	Monitoreo deficiente de las fallas en los sistemas de la máquina inyectora
C9	Ausencia de procedimiento de limpieza de los componentes de la máquina inyectora
C10	Ausencia de un programa de limpieza frecuente en la zona de inspección y embalado
C11	Baja fuerza de cierre de la máquina inyectora
C12	Generación de desperdicios del rebarbeado
C13	Falta de estandarización de las medidas de corte de las mangas de plástico y rafias
C14	Corte incorrecto de las mangas de plástico y rafias

Nota. Elaboración propia

Tabla 3.15*Matriz de identificación de las herramientas Lean a utilizar*

Código	5s	TPM	Kanban	Poka Yoke	SMED	Trabajo estándar	Just in time	Otros
C.1	X							
C.2					X			
C.3					X			
C.4					X			
C.5		X						
C.6		X						
C.7		X						
C.8		X						
C.9		X						
C.10	X							
C.11				X				
C.12	X							
C.13						X		
C.14						X		
Cantidad	3	5	0	1	3	2	0	0

Nota. Elaboración propia

Por lo que, en la Tabla 3.15 se identificaron todas las herramientas Lean Manufacturing a razón de establecer una propuesta de mejora con el mayor beneficio posible, las cuales son la metodología 5s, TPM, Poka Yoke, SMED y trabajo estándar y en la Tabla 3.16 se muestra una matriz de vinculación causa raíz -propuesta, según lo analizado.

Tabla 3.16

Matriz de vinculación causa raíz – propuesta

N°	Causa raíz	Contramedida	Propuesta	Justificación	Análisis diagnóstico
C1	Falta de organización y clasificación de las herramientas de cambio de molde				Se presenta un desorden en la mesa de trabajo, donde las herramientas no tienen una ubicación en específico y existe una deficiencia de organizadores para ellas.
C10	Ausencia de un programa de limpieza frecuente en la zona de inspección y embalado	Establecer un sistema que mejore los hábitos de organización y limpieza para evitar los desperdicios.	Metodología 5s	Esta herramienta permite eliminar lo innecesario, en un ambiente de trabajo limpio, ordenado y seguro, lo cual tiene un impacto positivo en la productividad y calidad de las operaciones.	Se manifiesta la acumulación de los productos defectuosos y materiales de embalaje desechados, los cuales impiden utilizar el máximo del área, además de no tener un lugar para almacenar los materiales de manera adecuada.
C12	Generación de desperdicios del rebarbeado				Se manifiesta la acumulación de desperdicios de material sobre el piso del área, incomodando la labor del operario.
C5	Falta de mantenimiento preventivo de la máquina inyectora	Establecer un mejor sistema de mantenimiento en base a la prevención y monitoreo de fallas.	TPM: Mantenimiento Planificado	Se enfoca en el mantenimiento preventivo para evitar fallas y reducir el tiempo de inactividad no planificado.	El mantenimiento realizado a la máquina solo es correctivo, no se planifica un mantenimiento enfocado en prevención y por tanto, no analizan las fallas que se presentan para un mejor monitoreo de los sistemas.
C8	Monitoreo deficiente de las fallas en los sistemas de la máquina inyectora				
C6	Ajustes inadecuados en la máquina inyectora	Establecer un mejor manejo de la máquina por parte de los operarios, brindando autonomía en ciertas acciones de mantenimiento.	TPM: Mantenimiento Autónomo	Se fomenta la responsabilidad de los operadores en el cuidado de los equipos, incluyendo tareas de limpieza, inspección y lubricación.	Cualquier ajuste necesario en la máquina es realizado por el técnico de mantenimiento, los operarios no contribuyen con su mantenimiento.
C7	Ausencia de estándares básicos de calibración y verificación de la máquina inyectora				
C9	Ausencia de procedimiento de limpieza de los componentes de la máquina inyectora				

N°	Causa raíz	Contramedida	Propuesta	Justificación	Análisis diagnóstico
C1 1	Baja fuerza de cierre de la máquina inyectora	Implementar un sensor de medición de la presión de cierre del molde.	Poka Yoke	Consiste en implementar medidas o dispositivos que eviten que se cometan errores durante la ejecución de una tarea, asegurando así la producción de productos o servicios libres de defectos.	Se presentan defectos en el producto debido a que la presión de cierre del molde colocado en la máquina inyectora es baja, ya que no hay manera de que el operario pueda conocer si la presión es la adecuada.
C2	Utilización de herramientas inadecuadas	Optimizar el flujo de las actividades del montaje y desmontaje de la matriz para reducir tiempos.	SMED	Es una técnica utilizada para reducir el tiempo de cambio en un proceso de fabricación, basándose en la separación de actividades y la estandarización.	El montaje y desmontaje de la matriz tiene un tiempo de ejecución excesivamente alto, el cual se realiza todos los meses, y sugiere una pérdida de tiempo y dinero significativos.
C3	Falta de supervisión				
C4	Actividades no productivas en el montaje y desmontaje de la matriz				
C1 3	Falta de estandarización de las medidas de corte de las mangas de plástico y rafias	Establecer estándares respecto a las medidas, uso y organización de los materiales.	Trabajo estándar	Sistematiza un proceso estableciendo un modelo estándar para la realización de tareas.	No existen medidas estándares para el uso de los materiales, lo que alarga el proceso de embalado.
C1 4	Corte incorrecto de las mangas de plástico y rafias				

Nota. Elaboración propia

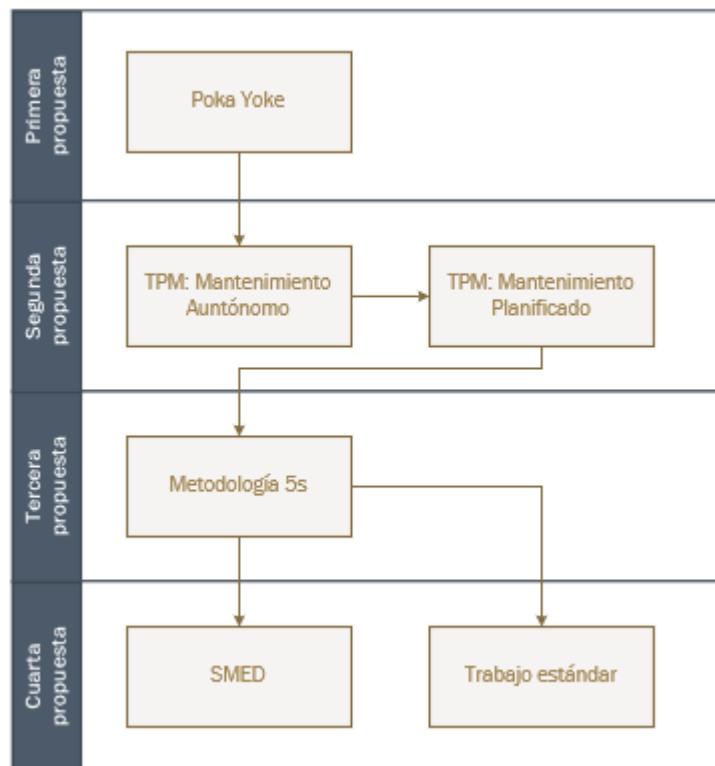
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo se logra presentar el desarrollo de las propuestas de mejora, basada en herramientas Lean Manufacturing, presentando su diagnóstico, diseño y la situación propuesta.

Para lo cual, se exhibe por medio de la Figura 4.1, el flujograma de implementación de las propuestas de herramientas Lean, empezando con la herramienta Poka Yoke, seguido de TPM con sus distintos pilares; como tercera propuesta se tiene las 5s, la que ayudará con las actividades de las operaciones para la ejecución adecuada de SMED y Trabajo Estándar.

Figura 4.1

Flujograma de implementación de las propuestas de herramientas Lean



Nota. Elaboración propia

4.1. Propuesta N° 1, aplicando: Poka Yoke

De acuerdo a las causas identificadas en la Tabla 3.15, la propuesta de Poka Yoke se diseñó con la finalidad de mejorar el cierre del molde para reducir las rebabas en el producto, según el análisis realizado del proceso productivo, lo cual se sintetiza por medio de la Figura 4.2:

Figura 4.2

5 porqués de la aplicación de poka yoke



Nota. Elaboración propia

4.1.1. Diagnóstico de la situación inicial

De acuerdo a la Tabla 3.11, la merma identificada desde enero a junio del 2023 asciende a 9450 kg y parte de ella, es ocasionada por la presencia de rebabas generada por la baja presión de cierre del molde, lo que ha provocado un total de 236.3 kg de producto defectuoso, según la Tabla 4.1.

Tabla 4.1

% defectos al mes por baja presión de cierre de molde

Indicador	Producción no conforme (kg)	Producción defectuosa (kg)	Porcentaje
Merma	1575.1	236.3	15%

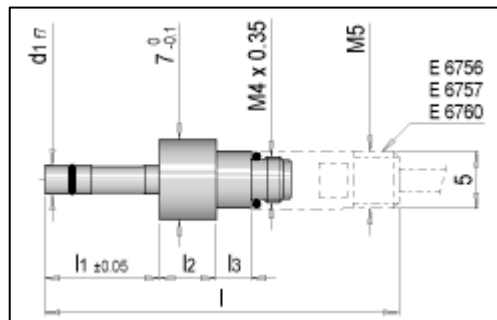
Nota. Elaboración propia

4.1.2. Diseño de la solución

Al ser diseñada la propuesta de solución, basada en Poka Yoke, se desarrolló bajo la implantación de un sensor que mida la presión en el interior del molde con el fin de monitorear la presión y alcanzar mejoras en el producto según su calidad. El sensor que se propone en la Figura 4.26 se denomina sensor E6740 de Meusburger, el cual mide la presión de manera directa cuando entra en contacto con el polímero fundido y brinda información precisa que permitirá controlar la presión exacta (Kistler, 2020).

Figura 4.3

Sensor de presión de cierre



Nota. Elaboración propia

La instalación del sensor en el molde (Figura 4.4) se realiza con un cable conductor y altamente aislante, en caso de perturbaciones externas, el propio molde sirve como escudo para no interrumpir la señal, de esta manera, las conexiones son sencillas y precisas. Respecto a la conexión con el sistema de control en una laptop o computadora, se realiza con un conector multicanal, donde 4 u 8 señales logran tratarse y conectarse por medio de un único conector.

Este sensor detecta automáticamente el molde, mide y analiza la presión de cierre ejercida y muestra los valores en el sistema de control para asegurar que el cierre del molde se realice en la fuerza adecuada.

Figura 4.4

Instalación del sensor basada en la presión de molde

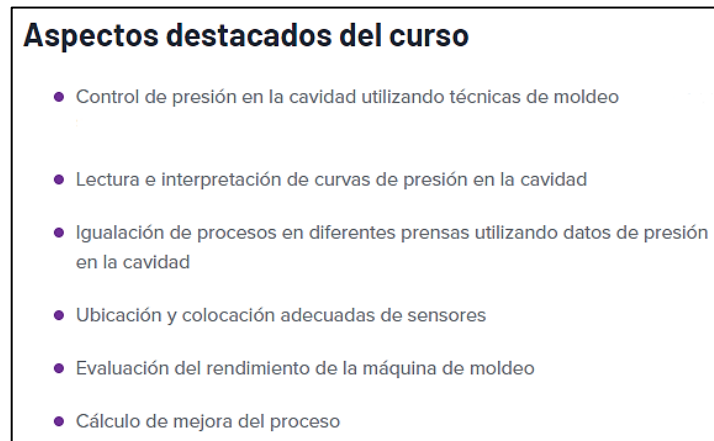


Nota. Tomado de “Monitorización del proceso de inyección a través de la presión en cavidad” por Kistler (2020).

Una vez instalado el sensor, el responsable de monitorear y asegurar que la presión ejercida en el cierre de molde sea la adecuada es el jefe de producción, junto con la ayuda del operario que manipula la máquina inyectora; por este motivo, se capacitó en el manejo del sistema de control que utiliza el sensor.

Figura 4.5

Capacitación sobre el Poka Yoke (sensor en el molde)



Nota. Tomado de “Técnicas avanzadas para estrategias de procesamiento diario” por RJG Mold Smart (2024).

4.1.3. Enfoque de la situación propuesta

De acuerdo a las mejoras planteadas, con base en Poka Yoke, se identifican ciertos beneficios cuantitativos en relación a la disminución de la merma en inyección, que de acuerdo a Kistler (2020), este tipo de sensor puede reducir hasta el 95% de los defectos en el producto por baja presión de cierre en el molde.

En la Tabla 4.2 se observa que el sensor produciría una reducción promedio mensual de las mermas a 11.8 kg, lo que significa un beneficio de 224.5 kg.

Tabla 4.2

Beneficios propuestos del Poka Yoke

Indicador	Valor actual mensual (kg)	Valor propuesto mensual (kg)	Beneficio (kg)
Merma	236.3	11.8	224.5

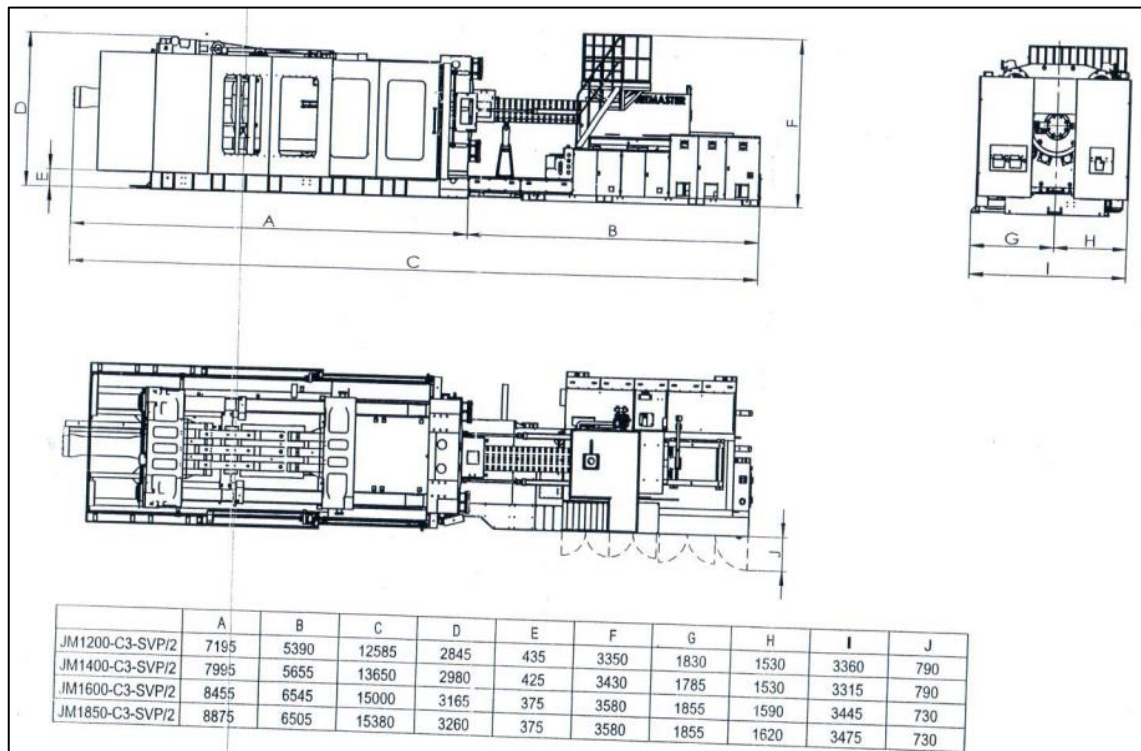
Nota. Elaboración propia

4.2. Propuesta N° 2, aplicando TPM

De acuerdo a las causas identificadas en la Tabla 3.15, la propuesta de TPM se basó a través de la aplicación del Pilar de Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo en la máquina inyectora (Figura 4.6).

Figura 4.6

Máquina inyectora en estudio



Nota. Tomado de la información interna de la empresa.

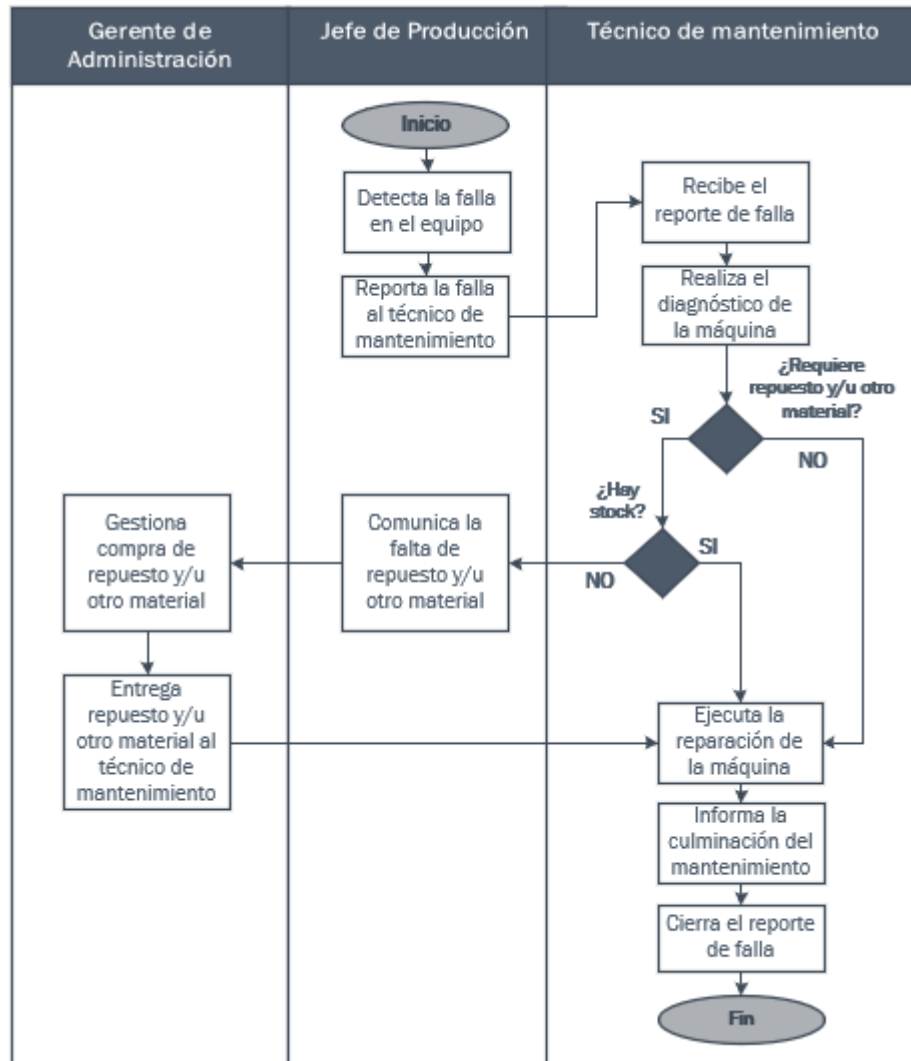
4.2.1. Diagnóstico de la situación inicial

El mantenimiento realizado en la máquina inyectora solo es correctivo, no tienen un programa de mantenimiento preventivo establecido; por tanto, por parte de los operarios de acuerdo al mantenimiento autónomo, también, tiende ser inexistente; ya que, los únicos mantenimientos realizados en la máquina son por parte de los técnicos de mantenimiento.

En ese sentido, por medio de la Figura 4.7 se exhiben los procedimientos seguidos para el mantenimiento de la máquina, el cual es de tipo correctivo.

Figura 4.7

Flujograma actual de mantenimiento







Nota. Elaboración propia

Asimismo, por medio de la Figura 4.8 se exhibe el historial de mantenimientos correctivos que se han ejecutado en la máquina inyectora durante el año 2023.

Figura 4.8

Historial de mantenimiento correctivo 2023 de la máquina inyectora

		MAGINSA INDUSTRIAL S.A.C. "Práctico y Durable" RUC: 20538686906 www.maginsa.com ASC. ADV. ZONA 01 SECTOR 13 U.C. 11285 OTR. ASOC. PEG. AVICULTORES Mz VLote 01, Puente Piedra 15122 Teléfono: (0051 1) 7212279	
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
MARCA:	CHEN HSONG	FUERZA DE CIERRE (TN)	1400
MODELO:	JM 1400 - C3 - SVP / 2	VOL. INYECCIÓN (CM3):	6785
N° SERIE:	ACKL 3002 - 592081	VOLTAGE/FRECUENCIA:	440/60
FECHA	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN	MONTO
9/01/2023	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL S.A.C.	Cambio de sensor de calda.	
17/01/2023	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL S.A.C.	Válvula solenoide 1 1/2".	
23/01/2023	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL S.A.C.	Temporizador para la Válvula solenoide 1 1/2".	
31/01/2023	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL S.A.C.	Cambio de barril de inyección.	
3/02/2023	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL S.A.C.	Mantenimiento correctivo CM1.	\$2,313
3/03/2023	SERGRO S.A.C.	Cambio de husillo bimetalico.	
14/03/2023	SERGRO S.A.C.	Cambio de barril de inyección.	
23/03/2023	SERGRO S.A.C.	Cambio de válvula antirretorno.	
4/04/2023	SERGRO S.A.C.	Cambio de boquilla de inyección.	
13/04/2023	SERGRO S.A.C.	Nivelación de las placa fija y móvil.	
2/05/2023	SERGRO S.A.C.	Nivelación de las barras guías.	
2/05/2023	SERGRO S.A.C.	Mantenimiento correctivo CM2.	\$6,351
13/06/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Wiper snap dual LIP:PU HYTHANE 181 / 125.00*138.00*7.10"	
21/06/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Oring NBR-70 / 3.50*173.00*180.00	
11/07/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Gulf Harmony ZF HVI ISO 46	
19/07/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Quaker Grasa EPX00	
3/08/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Grasa EP 00 Litio	
14/08/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Distribuidor 03 canales	
24/08/2023	GLOBAL LUB E.I.R.L.	Mantenimiento correctivo CM3.	\$3,456
5/09/2023	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Cambio de cilindro de expulsión.	
20/09/2023	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Torneado del cilindro de sujeción.	
5/10/2023	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Cambio de barillas de expulsión.	
19/10/2023	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Torneado de bocinas de las rodilleras.	
23/11/2023	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Eje cromado duro 40MM. X 120CM. Longitud SAE1045	
23/11/2023	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Eje cromado duro 42MM. X 120CM. Longitud SAE1045	
17/01/2024	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Barra cromada dura 65MM.X 110CM. Longitud SAE1045	
17/01/2024	INDUSTRIAS EXIM E.I.R.L.	Mantenimiento correctivo CM4.	\$1,725
SOLICITADO POR:		APROBADO POR:	
 Yoanatan Pelayo Paucar Soto Jefe de Producción		 Sandro Carlos Gonzales Supervisor	
		 MAGINSA INDUSTRIAL S.A.C. RUC: 20538686906 Rodil Llamaza Velásquez Gerente General	

Nota. Elaboración propia

La realización única de mantenimientos correctivos en la máquina inyectora se ve reflejada en el bajo porcentaje de eficiencia general del equipo (OEE), por lo que en la Tabla 4.3 se observa la disponibilidad de la máquina inyectora, cuyo valor se presenta en un 85.8%; asimismo, el rendimiento en un 93.5% y la calidad en un 93.0%, teniendo en cuenta las horas paradas de la Tabla 3.13 y la merma identificada en la Tabla 3.11; de esta manera, el OEE asciende a un 74.7%.

Tabla 4.3*Eficiencia general de la máquina inyectora durante enero – junio 2023*

Meses	Tiempo disponible (h)	Tiempo de producción (h)	Disponibilidad	Producción real (kg)	Producción teórica (kg)	Rendimiento	Producción buena (kg)	Calidad	OEE
Enero	192	164.9	85.9%	22723.1	24225	93.8%	21221.1	93.4%	75.2%
Febrero	192	169.6	88.3%	22650.4	24225	93.5%	21074.3	93.0%	76.8%
Marzo	192	161.4	84.1%	23110.7	24225	95.4%	21996.3	95.2%	76.3%
Abril	192	169.6	88.3%	22795.7	24225	94.1%	21365.0	93.7%	77.9%
Mayo	192	163.2	85.0%	22335.5	24225	92.2%	20445.9	91.5%	71.7%
Junio	192	160.3	83.5%	22287.0	24225	92.0%	20349.0	91.3%	70.1%
Promedio	192	164.8	85.8%	22650.4	24225	93.5%	21075.2	93.0%	74.7%

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 4.3, la máquina inyectora se encuentra produciendo solo en el 85.8% del tiempo programado, es decir de 192 horas disponibles solo se encuentra operativo 164.8 horas, por lo cual de los 24 225 kg que debería producir, solo produce en promedio 22 650.4 kg, es decir un 93.5% de su capacidad productiva, de lo cual solo el 93.0% es producción buena, llegando a producir en promedio 21 075.2 kg.

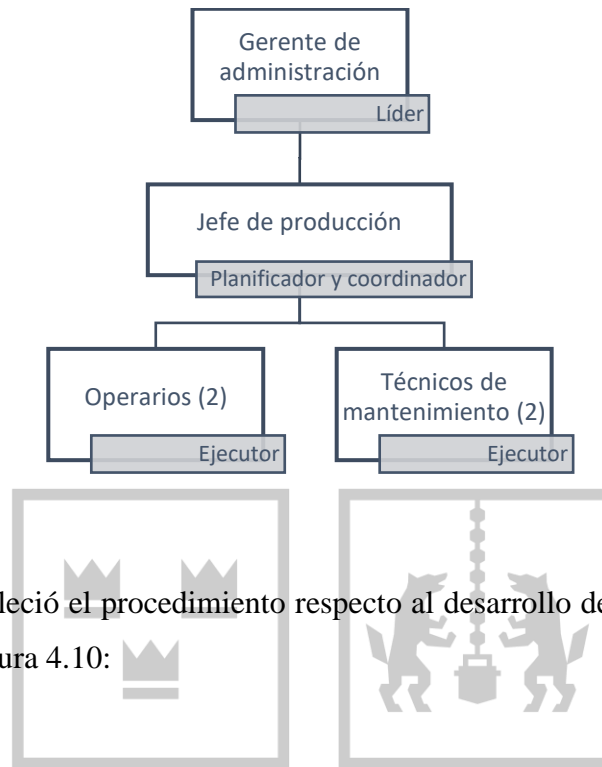
4.2.2. Diseño de la solución

Al diseñar la propuesta de solución, fue basada a través de los pilares del TPM, se desarrolló bajo la responsabilidad del equipo de trabajo mencionado a continuación:

- Gerente de administración: Encargado de ofrecer cada recurso de necesidad a fin de ser desarrollados los pilares del TPM.
- Jefe de producción: Encargado de planificar y supervisar las actividades establecidas para el desarrollo de los pilares del TPM.
- Operarios de la máquina inyectora: Encargados de realizar a la máquina inyectora su mantenimiento autónomo.
- Técnicos: Encargados de realizar el mantenimiento planificado a la máquina inyectora.

Figura 4.9

Equipo de trabajo TPM

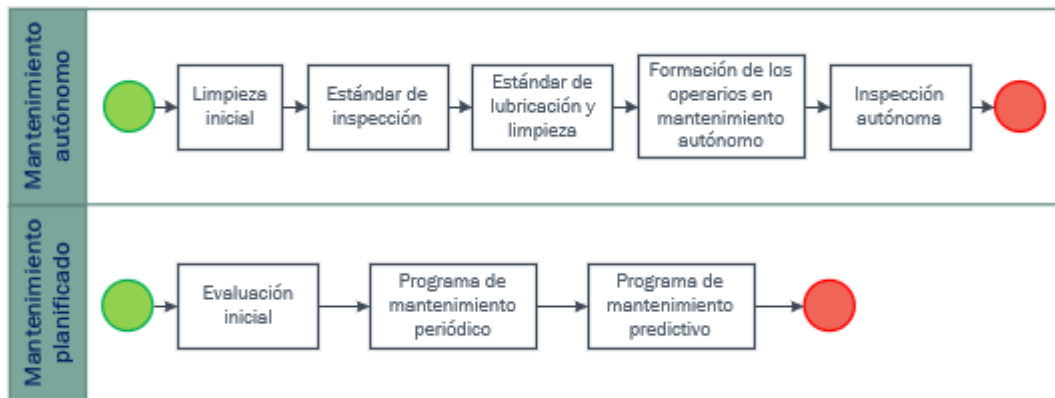


Nota. Elaboración propia

Asimismo, se estableció el procedimiento respecto al desarrollo de la herramienta TPM por medio de la Figura 4.10:

Figura 4.10

Flujograma de la propuesta de solución TPM



Nota. Elaboración propia

Mantenimiento autónomo

Respecto a la limpieza inicial se debe restaurar la zona de trabajo de la máquina a condiciones óptimas, libre de fuentes de contaminación como restos de grasa y aceite; asimismo, se debe realizar la limpieza de la parte externa de la máquina para tener un mejor acceso a los puntos de inspección y lubricación en el mantenimiento.

En ese sentido, en la Figura 4.11 se creó un estándar de inspección de la máquina con la finalidad de monitorear diariamente como método de prevención a una posible falla que

requiera mayor tiempo de mantenimiento, además de mantener siempre en orden el lugar de trabajo. Asimismo, por medio de la Figura 4.12 se exhiben los puntos que se deben inspeccionar siguiendo el estándar plasmado.

Figura 4.11

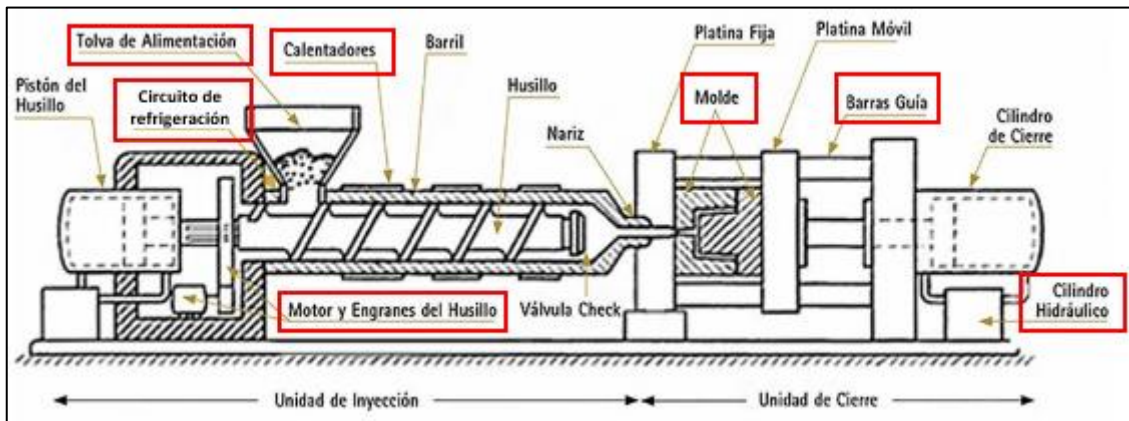
Estándar de inspección diaria

ESTÁNDAR DE INSPECCIÓN DIARIA							
Proceso: Inyección			Máquina: Inyectora				
Responsable:			Fecha:				
N°	Actividad	Tiempo	Inspección (Marcar con X)				
			OK	Requiere Lubricación	Requiere ajuste	Requiere Limpieza	Requiere cambio
1	¿La temperatura del molde se mantiene a la configurada?	10 segundos					
2	¿La temperatura del calentador se mantiene a la configurada?	10 segundos					
3	¿El agua de enfriamiento en la parte de la garganta debajo de la tolva se encuentra circulando?	10 segundos					
4	¿Se oye ruidos anormales cuando arranca el motor de la bomba?	10 segundos					
5	¿Se cierra el molde cuando la puerta de seguridad está abierta?	10 segundos					
6	Revisar la caída libre de la placa de tope y el ajuste de la barra de carrera	10 segundos					
7	¿Hay fuga de agua en las conexiones de la tubería del circuito de enfriamiento de agua del equipo controlador de la temperatura del molde?	10 segundos					
8	¿El área cerca al cilindro del calentador se encuentra libre de objetos inflamables?	10 segundos					
9	¿Se apaga el motor de la bomba al oprimir el botón de paro de emergencia?	10 segundos					
10	¿Es adecuado el nivel de aceite hidráulico del tanque?	10 segundos					
11	¿Hay fuga de aceite del cojinete del motor?	10 segundos					
12	¿Es correcto el valor configurado del filtro de aire de 4 a 5 kg/cm ² de la unidad de extracción de la pieza?	10 segundos					
13	¿Se encuentra en orden el área de trabajo donde se posiciona la máquina?	8 min					

Nota. Elaboración propia

Figura 4.12

Puntos de inspección en la máquina inyectora



Nota. Elaboración propia

Además, se creó un estándar de lubricación y limpieza en la Figura 4.13 con el objetivo de mantener en condiciones adecuadas la máquina, asimismo, en la Figura 4.14 se presenta los puntos de lubricación y limpieza en la máquina inyectora, las cuales se realizarán de manera mensual.

Figura 4.13

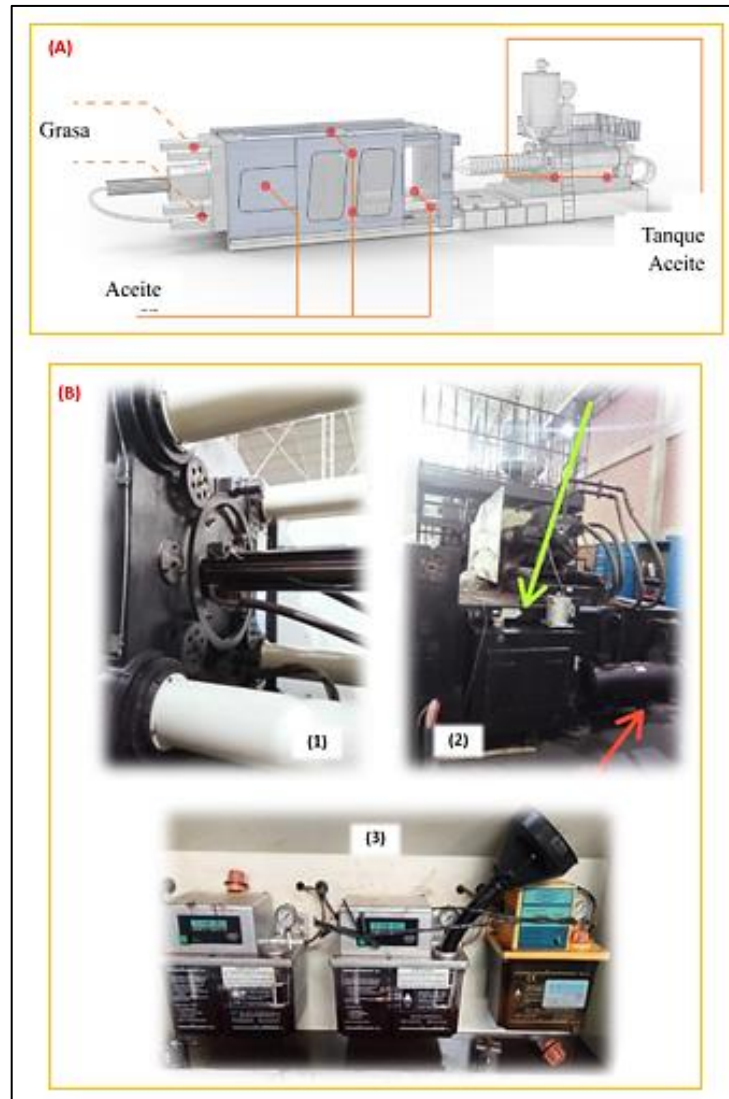
Estándar de lubricación y limpieza

ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN Y LIMPIEZA				
Proceso: Inyección		Máquina: Inyectora		
Responsable:		Fecha:		
Nº	Actividad	Frecuencia	Tiempo	Observaciones
1	Limpieza del cilindro del tornillo sin fin	Mensual	5 min	Utilizar polímero reciclado sin color
2	Limpieza de las cañerías de agua del molde de inyección	Mensual	5 min	Utilizar solvente y aire comprimido
3	Lubricar los componentes del carril de deslizamiento y husillos de accionamiento	Mensual	5 min	Utilizar lubricante
4	Engrasar los rieles y columnas de deslizamiento	Mensual	5 min	Utilizar grasa
5	Engrasar los engranajes del ajuste de espesor de molde	Mensual	5 min	Utilizar grasa
6	Limpieza del filtro de circuito de enfriamiento	Mensual	5 min	Utilizar solvente y aire comprimido
7	Limpieza de ventiladores y filtros de ventilación	Mensual	5 min	Utilizar solvente y aire comprimido
8	Limpieza de bomba hidráulica	Mensual	5 min	Utilizar solvente y aire comprimido
9	Limpieza de moldes	Mensual	10 min	Utilizar solvente y aire comprimido
10	Limpieza de vástagos y bridas	Mensual	8 min	Utilizar solvente y aire comprimido
11	Limpieza de la superficie de los tableros eléctricos	Mensual	5 min	Utilizar brocha y dieléctrico en aerosol
12	Limpieza de los ventiladores de las unidades de control	Mensual	8 min	Utilizar brocha y dieléctrico en aerosol

Nota. Elaboración propia

Figura 4.14

Puntos de lubricación y limpieza en la máquina inyectora



Nota. (A) Muestra la parte externa de la máquina inyectora y los puntos donde se debe lubricar y limpiar. (B1) Muestra la parte interna del sistema hidráulico (engranajes) para engrase. (B2) Muestra la parte externa del motor y tanque de aceite para limpieza y lubricación. (B3) Muestra la parte interna de la unidad de inyección para limpieza y lubricación. Elaboración propia.

Posterior a ello, se propone una capacitación externa a los operarios encargados de la máquina inyectora de mantenimiento autónomo y luego, una capacitación interna para socializarlos con los estándares que deben mantener en relación a la máquina; por lo que por medio de la Figura 4.15 se exhibe el temario de la capacitación externa, además, a través de la Tabla 4.4 el temario de la capacitación interna brindada por el jefe de producción en compañía de los técnicos de mantenimiento.

Figura 4.15

Temario de capacitación externa



- + Entorno del Mantenimiento
- Implantando el TPM
 - Implantación del TPM
 - Resumen de lo Visto hasta ahora en el TPM Otras Opiniones
 - Mantenimiento Autónomo
 - Capacitación Clave del TPM
- + Instalación en Terreno del TPM
- + Aplicaciones de TPM
- ▶ Pago al Contado: S/.1490.00
- Acceso a 14 horas cronológicas de clases.

Nota. Tomado de “Curso Mantenimiento Autónomo” por BSG Institute (2023).

Tabla 4.4

Temario de capacitación interna

N°	Tema	Duración (min)
1	Introducción al mantenimiento autónomo	5
2	Partes de la máquina inyectora	15
3	Socialización in situ del estándar de inspección	30
4	Socialización in situ del estándar de lubricación y limpieza	30
5	Socialización in situ del estándar de inspección autónoma	30
Total		110 min

Nota. Elaboración propia

Finalmente, se estableció un estándar de inspección autónoma (Figura 4.16), en la cual se especifica las actividades de limpieza, lubricación, inspección y ajuste de la máquina, según lo requiera.

Figura 4.16

Estándar de inspección autónoma

ESTANDAR DE INSPECCIÓN AUTONOMA				
Proceso: Inyección		Máquina: Inyectora		
Nº	Actividad	Frecuencia	Tiempo	Observaciones
1	Estado de los actuadores hidráulicos	Semanal	1 min	Buen estado
2	Lubricación de los actuadores hidráulicos	Semanal	3 min	Utilizar lubricante
3	Estado de la boquilla de inyección	Semanal	1 min	Buen estado
4	Lubricación de la boquilla de inyección	Semanal	3 min	Utilizar lubricante
5	Estado del aceite hidráulico	Mensual	15 min	Nivel de acidez a 65°C
6	Estado del filtro de aceite	Mensual	15 min	Presión mayor a 160 bar
7	Estado del ventilador de la tolva	Mensual	20 min	Flujo de aire mayor a 2750 m ³ /h
8	Verificación de la acidez del agua	Mensual	20 min	Concentración de iones menor a 2.5
9	Verificación del consumo del motor de sellado	Mensual	10 min	13 Kw
10	Verificación del amperaje en el motor	Mensual	10 min	1.08 A
11	Verificación del amperaje en el motor	Mensual	10 min	220 V
12	Ajuste de pernos de bomba hidráulica	Mensual	5 min	Mayor a 100 lb-in Utilizar torquimetro
13	Ajuste de bridas de mangueras hidráulicas	Mensual	5 min	Mayor a 80 lb-in Utilizar torquimetro
14	Ajuste de pernos de la brida del cañón	Mensual	8 min	Mayor a 80 lb-in Utilizar torquimetro
15	Ajuste de pernos del ventilador de la tolva	Mensual	8 min	Mayor a 100 lb-in Utilizar torquimetro
16	Ajuste de pernos de boquilla del cañón	Mensual	8 min	Mayor a 100 lb-in Utilizar torquimetro
17	Ajuste de pernos de sujeción de mangueras	Mensual	8 min	Mayor a 125 lb-in Utilizar torquimetro
18	Ajustar pernos del intercambiador	Mensual	8 min	Mayor a 90 lb-in Utilizar torquimetro
19	Ajuste de pernos del soporte de la banda transportadora	Mensual	10 min	Mayor a 100 lb-in Utilizar torquimetro
20	Ajuste de pernos base de la salida de la tolva	Mensual	10 min	Mayor a 70 lb-in Utilizar torquimetro
21	Ajuste de pernos de inyectores	Mensual	10 min	Mayor a 125 lb-in Utilizar torquimetro
22	Ajuste de pernos de motor de cierre	Mensual	10 min	Mayor a 125 lb-in Utilizar torquimetro
23	Lubricación de moldes	Trimestral	20 min	Utilizar grasa
24	Engrase del expulsor de envase	Trimestral	20 min	Utilizar grasa
25	Engrase de los rodamientos tornillo de alimentación	Trimestral	7 min	Utilizar grasa
26	Engrase de la cremallera altura de molde	Trimestral	7 min	Utilizar grasa
27	Lubricación bancada de deslizamiento de la unidad de inyección	Trimestral	7 min	Utilizar grasa
28	Limpieza del intercambiador	Trimestral	11 min	Utilizar solvente y aire comprimido
29	Limpieza del filtro de succión	Trimestral	11 min	Utilizar solvente y aire comprimido
30	Ajuste de los pernos de fijación del motor	Trimestral	11 min	Mayor a 125 lb-in Utilizar torquimetro
31	Verificar la alcalinidad de aceite	Trimestral	10 min	Presión a 75 mg/L
32	Estado del filtro de ventilación	Trimestral	15 min	Presión mayor a 9 mm c.d.a

Nota. Elaboración propia

Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado se basó en la evaluación del nivel de riesgo sobre las fallas analizadas en el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), donde a través de la severidad, ocurrencia y detección de las fallas se calculó el número de prioridad de riesgo (NPR) con la finalidad de enfocar el mantenimiento periódico en las fallas más significativas. En el anexo 4 se encuentran las tablas de puntuación en cada categoría para determinar el nivel de riesgo.

Por tanto, el mantenimiento periódico se enfocó en la prevención de las fallas más significativas, es decir las de alto y medio riesgo, de acuerdo a la Tabla 4.5.

Asimismo, por medio de la Figura 4.17 se exhibe el programa de mantenimiento periódico, el cual debe ser desarrollado por los técnicos de mantenimiento, al ser un proceso más detallado y profundo, en la máquina inyectora.

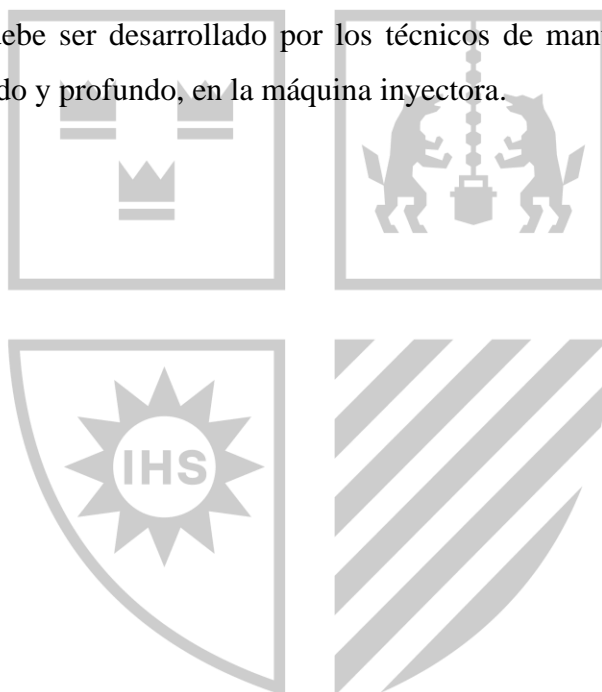


Tabla 4.5*Análisis AMEF y NPR de la máquina inyectora*

Componente	Falla	Modo de falla	Efecto de falla	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Nivel
Mangueras hidráulicas	Fugas en las mangueras hidráulicas	Rotura del componente por desgaste	Fuga de fluido	7	8	8	448	Medio
	Presión inadecuada del fluido	Deterioro interno del componente	Material defectuoso	8	9	8	576	Alto
Bomba hidráulica	Pérdida de potencia de la bomba hidráulica	Filtro de aceite con impurezas	Lubricación deficiente de los componentes	6	7	8	336	Medio
Actuadores hidráulicos	Apertura y cierre defectuoso del molde	Falta de lubricación de los actuadores hidráulicos	Molde atascado	5	8	7	280	Medio
Boquilla	Llenado insuficiente del molde	Entrada o boquilla de inyección obstruida	Deformación del material en el molde	8	9	8	576	Alto
	Exceso de materia prima	Desgaste de la boquilla		7	7	8	392	Medio
Tolva	Defectos en la alimentación del cilindro	Tolva obstruida	Sin carga de material	5	4	5	100	Bajo
	Fisuras en la tolva	Desgaste de la tolva por corrosión	Fugas de material	6	4	7	168	Medio
	Fugas de agua en la unidad de enfriamiento	Desgaste del ducto de alimentación por corrosión	Derramamiento de agua	6	5	7	210	Medio
Husillo	Componente no gira	Atascamiento	Solidificación del material	7	4	7	196	Medio
	Incapaz de inyectar material	Desgaste del tornillo sin fin	Puntos negros en el material	7	8	8	448	Medio
Cilindro neumático	Atascamiento del cilindro	Falta de lubricación en el componente	Retrasos en la producción	5	6	4	120	Bajo
Cilindro de pistón	Rotura del pistón de empuje	Desgaste por fricción de los componentes	Fugas del material fundido	6	7	7	294	Medio
Cilindro de expulsión	Atascamiento del cilindro	Temperaturas de fundición bajas	Solidificación del material	7	5	7	245	Medio
Placas de molde	Rotura de las placas	Sobrepresión en los moldes	Desalineación del molde	5	6	8	240	Medio
	Desgaste en los orificios de fijación del molde	Desgaste del componente	Ajuste inadecuado del molde	5	8	8	320	Medio

Electro-válvula	Apertura y cierre defectuoso del molde	Desgaste de los componentes	Material deforme	6	5	8	240	Medio
		Bomba no envía suficiente presión		7	8	8	448	Medio
	Movimiento dificultoso del inyector	Presencia de impurezas	Inyector atascado	7	7	7	343	Medio
			Inyección insuficiente	7	9	8	504	Alto
Unidad de control	Fallas en el arranque de la máquina	Componentes electrónicos en mal estado	No enciende la máquina	8	3	4	96	Bajo
Unidad de acoplamiento	Aceite hidráulico no refrigerado a la temperatura correcta	Desgaste de los sellos	Mezcla de fluidos	7	7	8	392	Medio
		Suciedad en los tubos de refrigeración	Transferencia de calor obstruida	6	7	7	294	Medio
		Desalineación de bridas	Goteos de fluido	6	5	6	180	Medio
Válvulas	Refrigeración deficiente	Ruptura de la válvula	Dispersión del líquido refrigerante	7	7	7	343	Medio
			Retorno del fluido refrigerante	7	7	7	343	Medio
	Sobrepresión en el conducto refrigerante		Mala refrigeración de los sistemas de inyección	7	8	8	448	Medio
Motor eléctrico	No enciende el motor	Cables en mal estado	No activa bombas refrigerantes	7	4	4	112	Bajo

Nota. Elaboración propia

Figura 4.17

Programa de mantenimiento periódico de la máquina inyectora

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIODICO					
Proceso: Inyección			Máquina: Inyectora		
Componente	Nº	Actividad	Frecuencia	Tiempo	Observaciones
Mangueras hidráulicas	1	Inspección y verificación de fugas	Semestral	10 min	Accionamiento correcto
	2	Inspección y verificación de la presión y temperatura a la salida de la bomba	Semestral	15 min	Accionamiento correcto
	3	Cambio de mangueras hidráulicas	Anual	40 min	Buen estado
Bomba hidráulica	4	Filtrado del aceite hidráulico	Semestral	15 min	Libre de contaminantes
	5	Cambio de aceite hidráulico	Semestral	25 min	Utilizar lubricante
	6	Verificación de la presión y potencia de la bomba	Semestral	15 min	Accionamiento correcto
	7	Cambio de filtro de aceite	Anual	20 min	Buen estado
Actuadores hidráulicos	8	Cambio de sellos en la bomba hidráulica	Anual	20 min	Buen estado
	9	Verificación de los actuadores hidráulicos	Semestral	20 min	Accionamiento correcto
	10	Engrase de los engranajes del sistema de inyección y extracción	Semestral	45 min	Utilizar grasa
Boquilla	11	Reajustar tornillos y pernos del sistema	Anual	30 min	Accionamiento correcto
	12	Verificación del estado de la boquilla	Semestral	15 min	Buen estado
Tolva	13	Cambio de la boquilla	Semestral	15 min	Buen estado
	14	Limpieza profunda de la garganta de la tolva contra corrosión	Semestral	20 min	Libre de contaminantes
	15	Verificación del estado de las unidades de enfriamiento	Semestral	15 min	Buen estado
Husillo	16	Cambio del ducto de alimentación	Anual	25 min	Buen estado
	17	Verificación de las termocuplas del husillo	Semestral	10 min	Temperatura mayor a 216°C
	18	Verificación del cilindro de husillo	Semestral	10 min	Presión mayor a 100 bar
Cilindro de pistón	19	Cambio del tornillo sin fin	Anual	20 min	Buen estado
	20	Verificación del cilindro de pistón	Semestral	15 min	Accionamiento correcto
Cilindro de expulsión	21	Cambio del pistón de empuje	Anual	20 min	Buen estado
	22	Verificación del cilindro de expulsión	Semestral	20 min	Accionamiento correcto
Placas de molde	23	Engrase de los engranajes del sistema de sujeción de molde	Semestral	30 min	Utilizar grasa

Electro-válvula	24	Control de funcionamiento de las electro-válvulas	Mensual	5 min	Accionamiento correcto
	25	Engrase de pines de molde móvil	Semestral	10 min	Utilizar grasa
	26	Engrase de rodamiento de motor	Semestral	10 min	Utilizar grasa
	27	Cambio de válvula completa	Cada 3 años	30 min	Buen estado
Unidad de acoplamiento	28	Reemplazo y ajuste de sellos	Semestral	20 min	Buen estado
	29	Descalcificación del intercambiador de calor	Anual	20 min	Realizar lavado químico
	30	Sustitución de pernos de brida del carro de inyección	Anual	20 min	Buen estado
Válvulas	31	Revisión y limpieza de las válvulas	Trimestral	20 min	Buen estado
	32	Reajuste de los tornillos de las válvulas	Semestral	25 min	Ajuste adecuado
	33	Sustitución del líquido refrigerante	Anual	20 min	Libre de contaminantes

Nota. Elaboración propia

Además, se elaboró el programa de mantenimiento predictivo en la Figura 4.18 a razón de reforzar la prevención de las probables fallas de las cuales tienden a ocurrir dentro de la máquina inyectora.

Figura 4.18

Programa de mantenimiento predictivo de la máquina inyectora

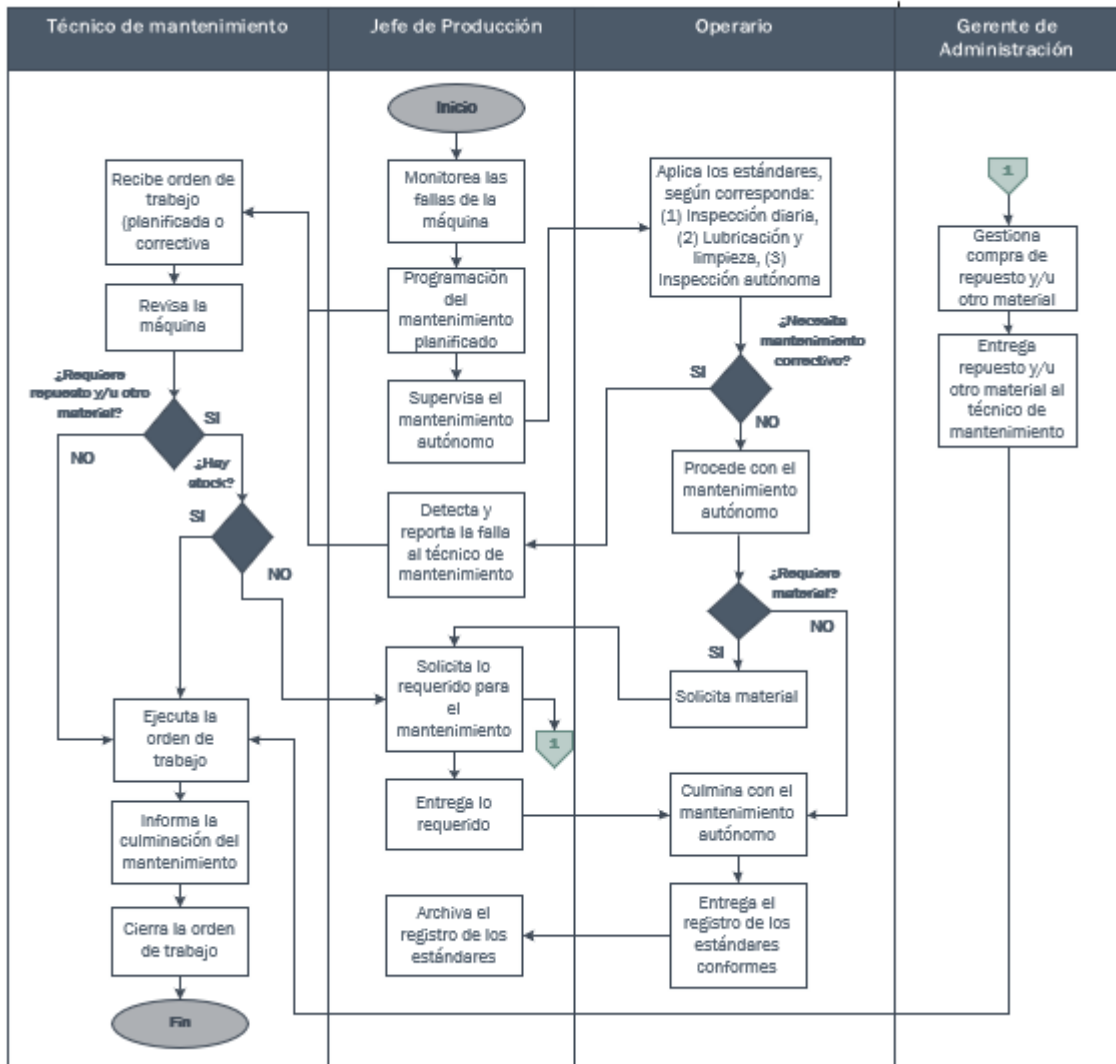
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO				
Proceso: Inyección		Máquina: Inyectora		
Nº	Actividad	Frecuencia	Tiempo	Equipo
1	Medir vibración del servo motor	Trimestral	2 horas	Analizador de vibraciones
2	Medir temperatura del servo motor	Trimestral	1 hora	Cámara termográfica
3	Medir vibración del husillo	Trimestral	2 horas	Analizador de vibraciones
4	Medir temperatura de brazos de articulación y brazos de las columnas	Trimestral	1 hora	Cámara termográfica
5	Medir vibración del motor eléctrico	Trimestral	2 horas	Analizador de vibraciones
6	Medir temperatura del motor eléctrico	Trimestral	1 hora	Cámara termográfica
7	Medir aislamiento de las resistencias	Semestral	1.5 horas	Megóhmetro
8	Medir vibración de la bomba hidráulica	Semestral	2 horas	Analizador de aceite

Nota. Elaboración propia

En ese sentido, el flujograma de mantenimiento según su gestión propuesto incluiría la aplicación del mantenimiento planificado, además del mantenimiento autónomo, tal como se observa en la Figura 4.19.

Figura 4.19

Flujograma propuesto de mantenimiento



Nota. Elaboración propia

Finalmente, por medio de la Tabla 4.6 se establecieron los nuevos indicadores que debe manejar la empresa, respecto al mantenimiento de la máquina inyectora; además de ello, se establece que deben realizarse 3 auditorías al año, las cuales deben ser ejecutadas a través del jefe de producción, gerente de administración y gerente general para verificar la correcta gestión de mantenimiento y su efectividad en relación a los indicadores.

Tabla 4.6

Indicadores de mantenimiento de la máquina inyectora

N°	Indicador	Descripción	Fórmula	Frecuencia	Parámetros			Auditorías		
								1	2	3
1	Disponibilidad	Mide el tiempo operativo de la máquina	$\frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	Mensual	> 85%	Entre	< 75%			
2	Rendimiento	Mide la eficiencia de producción de la máquina	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} \times 100$	Mensual	> 95%	Entre	< 90%			
3	Calidad	Mide la producción sin defectos	$\frac{\text{Producción buena}}{\text{Producción real}} \times 100$	Mensual	> 95%	Entre	< 90%			
4	OEE	Mide la eficiencia operativa de la máquina	$\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$	Mensual	> 80%	Entre	< 70%			
5	Nivel cumplimiento del mantenimiento planificado	Mide la eficacia de ejecución del mantenimiento planificado	$\frac{\text{OT planificadas ejecutadas}}{\text{Total OT planificadas}} \times 100$	Trimestral	> 90%	Entre	< 80%			
6	Nivel de cumplimiento de mantenimiento autónomo	Mide la eficacia de ejecución del mantenimiento autónomo	$\frac{\text{Estándares ejecutados}}{\text{Total de estándares}} \times 100$	Semanal	> 90%	Entre	< 80%			
7	Tasa de planificación	Mide el tiempo operativo de la máquina	$\frac{\text{Horas prevista para OT planificado}}{\text{Total horas disponibles}} \times 100$	Trimestral	> 85%	Entre	< 75%			

Nota. Elaboración propia

4.2.3. Enfoque de la situación propuesta

De acuerdo a las mejoras planteadas, según los pilares TPM de mantenimiento planificado y mantenimiento autónomo, se identifican ciertos beneficios cuantitativos en el indicador OEE, tal como lo menciona Anaya (2020), quien indica que las horas paradas se reducen en un 25.8% y el setup en un 58.8%, gracias al trabajo conjunto de los operarios y técnicos de mantenimiento; además de indica que las mermas se reducen en un 2.6%.

Tabla 4.7

Beneficios propuestos del TPM

	Tiempo disponible (h)	Tiempo de producción (h)	Disponibilidad	Producción real (kg)	Producción teórica (kg)	Rendimiento	Producción buena (kg)	Calidad	OEE
Actual	192	164.8	85.8%	22650.4	24225	93.5%	21075.2	93.0%	74.7%
Propuesto	192	172.1	89.6%	23651.9	24225	97.6%	22347.9	94.5%	82.7%
Beneficio			3.8%			4.1%		1.5%	8.0%

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 4.7 se observa el beneficio propuesto de la aplicación del TPM, donde la disponibilidad se incrementa en un 3.8%, el rendimiento en un 4.1%, la calidad en un 1.5% y el OEE en un 8.0%; en ese sentido, la máquina se encontraría produciendo en el 89.6% del tiempo programado, es decir de 192 horas disponibles se encontraría operativo 172.1 horas, por lo cual de los 24 225 kg que debería producir, produciría en promedio 23 651.9 kg, es decir un 97.6% de su capacidad productiva, de lo cual el 94.4% sería producción buena, llegando a producir en promedio 22 347.9 kg.

4.3. Propuesta N°, aplicando la metodología 5s

De acuerdo a las causas identificadas en la Tabla 3.15, la propuesta de la metodología 5s se basó a través de la aplicación de sus cinco etapas a razón de erradicar el desorden y limpieza dentro del punto de montaje y desmontaje de matriz, en la zona de inspección y en la zona de embalado.

4.3.1. Diagnóstico de la situación inicial

La revisión visual de las diferentes zonas del área de producción se realizó en base al checklist de auditoría 5s con el propósito de efectuar la verificación del acatamiento de esta metodología. El detalle del checklist se encuentra en el Anexo 5 y el resumen del nivel de cumplimiento se exhibe por medio de la Tabla 4.8.

Tabla 4.8

Nivel de cumplimiento de las 5s por zonas

Zonas	Nivel de cumplimiento
Montaje y desmontaje de matriz	30%
Inspección	26%
Embalado	25%

Nota. Elaboración propia

De esta manera, se muestra las evidencias de la presencia de desorden, falta de clasificación y suciedad, las cuales generan actividades que no añaden valor al proceso en las zonas mencionadas:

Zona de montaje y desmontaje de matriz

Dentro de este proceso se presentan actividades no productivas propias de la falta de organización y clasificación de las herramientas con las que se realiza el montaje y desmontaje de matriz, esto se exhibe por medio de la Figura 4.20.

Figura 4.20

Desorden en la zona de montaje y desmontaje de matriz.



Nota. Elaboración propia

Generalmente, el operador se desplaza en busca de sus herramientas de trabajo, donde no cuentan con el hábito de ubicarlos en un determinado lugar, complicando la ubicación de

éstas y que el flujo de trabajo sea fluido sin interrupciones, lo que causa que un tiempo improductivo mensual de 10 min, esto se exhibe por medio de la Tabla 4.9.

Tabla 4.9

Tiempos no productivos en la zona de montaje y desmontaje de matriz

N°	Actividad	Tiempo mensual
1	Traslado de herramientas al área de trabajo desde almacén	7 min
2	Búsqueda de ciertas herramientas en la zona de trabajo	3 min

Nota. Elaboración propia

Zona de inspección

Durante este proceso, la operación que genera mayor cantidad de desperdicios y desorden es el rebarbeado, donde se observa una acumulación de material innecesario y falta de señalización de la zona, según la Figura 4.21, lo que hace que la operación de rebarbeado tenga un tiempo de ejecución mensual de 18 487 minutos.

Figura 4.21

Desorden en la zona de inspección



Nota. Elaboración propia

Zona de embalado

Esta zona es la más desorganizada; puesto que se evidencia la acumulación de los productos defectuosos, lo que reduce el espacio de trabajo y la fluidez de éste, tal como se muestra en la Figura 4.22; además, no cuentan con una ubicación permanente de los materiales a utilizar para el embalado, teniendo que trasladarse al almacén para su solicitud en cada turno.

Todo ello ocasiona que el proceso de embalado tome más tiempo para ser ejecutado, esto se exhibe por medio de la Tabla 4.10.

Figura 4.22

Desorden en la zona de embalado



Nota. Elaboración propia

Tabla 4.10

Tiempos no productivos en la zona de montaje y desmontaje de matriz

N°	Actividad	Tiempo mensual
1	Solicitud de material para embalado	128 min

Nota. Elaboración propia

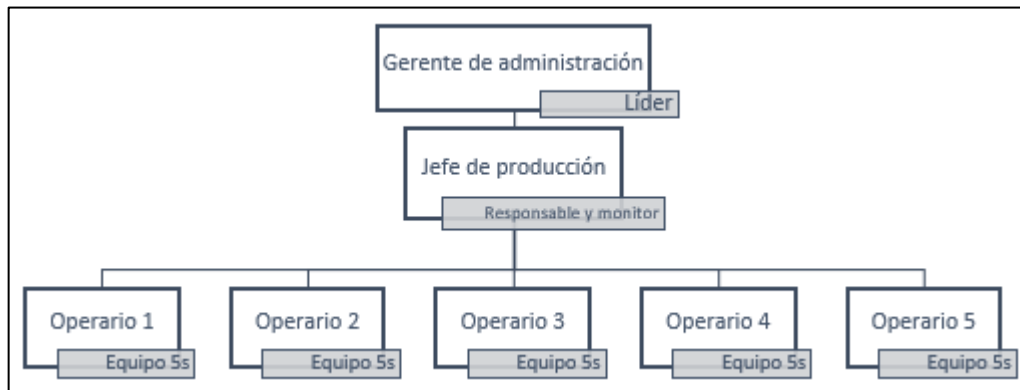
4.3.2. Diseño de la solución

La propuesta de solución fue diseñada, basada a través de las etapas de la metodología 5s, por medio de ello se desarrolló bajo la responsabilidad del grupo laboral mencionado a continuación:

- Gerente de administración: Encargado de ofrecer cada recurso de necesidad a fin de ser desarrollada la metodología 5s.
- Jefe de producción: Encargado de planificar y supervisar cada actividad establecida dentro del desarrollo de la metodología 5s.
- Operarios: Encargados de ejecutar las etapas de la metodología 5s.

Figura 4.23

Equipo de trabajo Metodología 5s

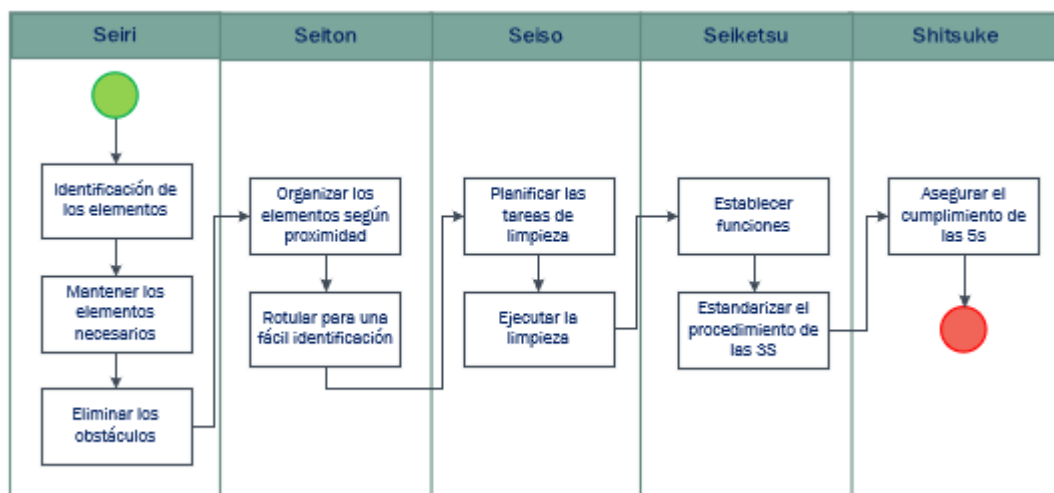


Nota. Elaboración propia

Asimismo, se estableció el procedimiento para ser desarrollada la herramienta 5s por medio de la Figura 4.24.

Figura 4.24

Flujograma de la propuesta de solución 5s

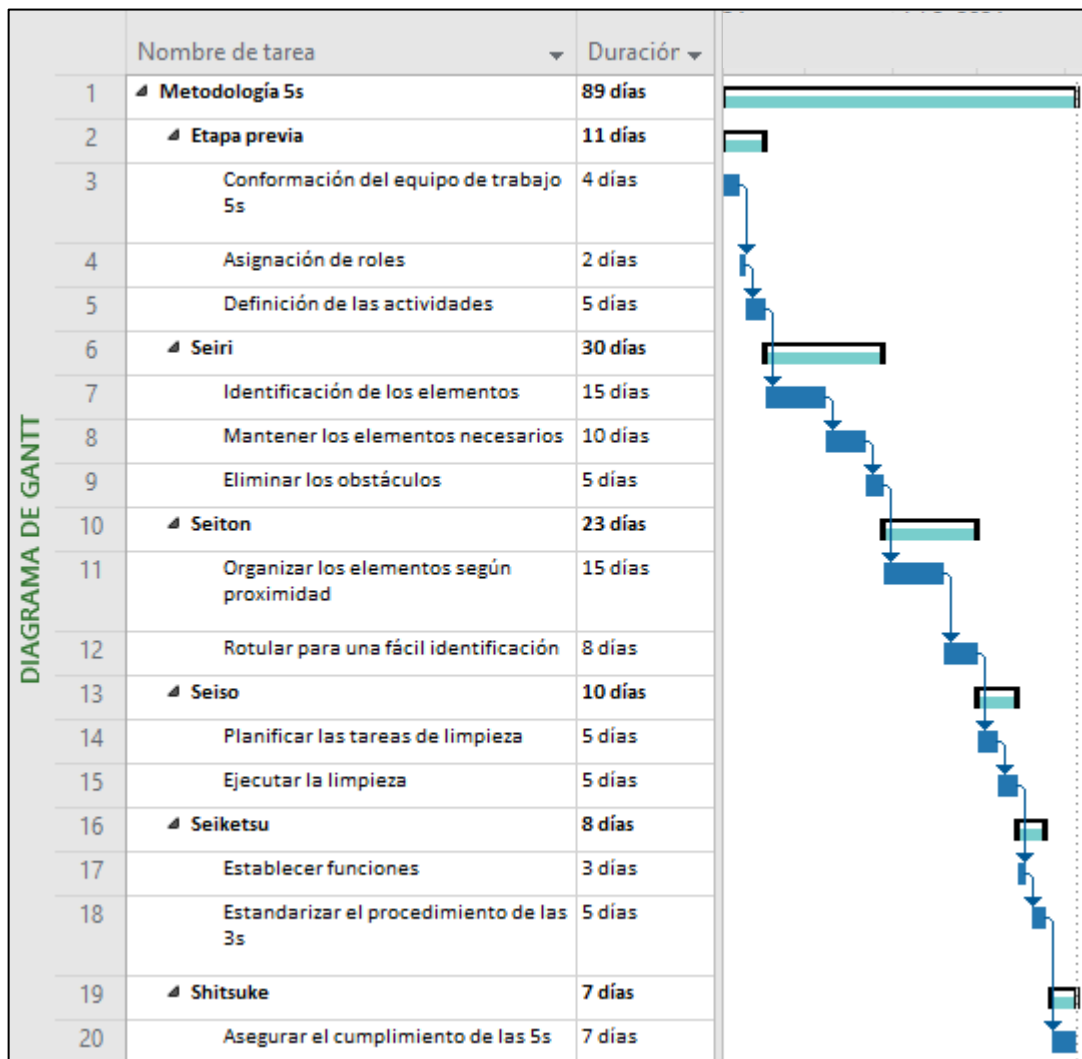


Nota. Elaboración propia

Por medio de la Figura 4.25 se plasman las actividades en un Diagrama de Gantt con el establecimiento de una posible duración en su ejecución total de 89 días.

Figura 4.25

Diagrama de Gantt – Metodología 5s



Nota. Elaboración propia

Seiri (Clasificar)

Por medio de la Figura 4.26 se exhibe un desorden actual sobre las zonas críticas: la zona de montaje y desmontaje de matriz, donde se observa la desorganización de las herramientas de trabajo y el ambiente en general; la zona de inspección, donde se observa elementos que no deben estar en la mesa de trabajo y la acumulación de rebabas y la zona de embalado, donde se observa la acumulación de producto defectuoso y la acumulación de material innecesario.

Figura 4.26

Evidencia del desorden en las zonas críticas

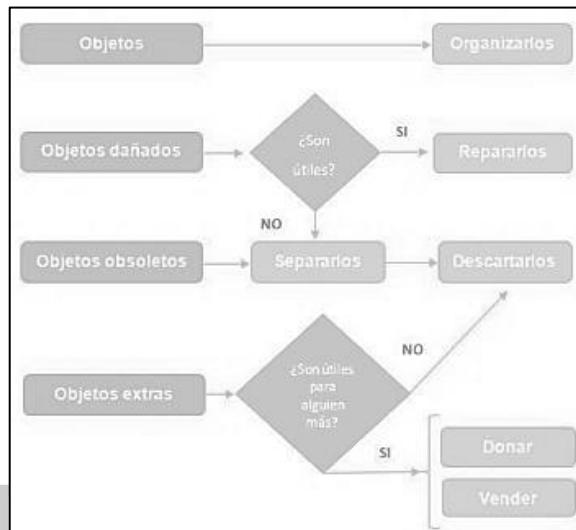


Nota. Elaboración propia

Se inicia la etapa con la identificación de los elementos en las tres zonas críticas, donde podrán los elementos ser clasificados, el jefe de producción tiende a ser responsable de esta actividad con apoyo de los operarios de cada zona, donde se deben clasificar los elementos según categoría (si es máquina, equipo eléctrico, materia prima, herramienta, producto, entre otros), su incidencia (innecesario, necesario, defectuoso, etc.) y tomar la acción correctiva (descartar, reparar, organizar, donar o vender) de acuerdo al flujograma de la Figura 4.27, de los cuales solo los elementos necesarios deben ser mantenidos en las diferentes zonas de trabajo.

Figura 4.27

Flujograma de clasificación de elementos



Nota. Elaboración propia

De esta manera, se identificará con una tarjeta roja a los elementos que necesiten ser descartados por encontrarse obsoletos o dañados si ya no son útiles; asimismo, se utilizará una tarjeta amarilla para los elementos que aún sean útiles, pero necesiten ser reparados, donados o vendidos y finalmente, una tarjeta verde a aquellos elementos necesarios que necesitan ser organizados. El modelo de las tarjetas se adjunta por medio de la Figura 4.28.

Figura 4.28

Flujograma de clasificación de elementos

<p align="center">TARJETA ROJA</p> <p>Fecha: ____/____/____ Área: _____ Ítem: _____ Cantidad: _____</p> <p align="center">CATEGORÍA</p> <p> <input type="checkbox"/> Máquina/Equipo <input type="checkbox"/> Material gastable <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Partes eléctricas <input type="checkbox"/> Trabajo en proceso <input type="checkbox"/> Partes mecánicas <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Otros: _____</p> <p align="center">RAZÓN DE TARJETA</p> <p> <input type="checkbox"/> Obsoleto <input type="checkbox"/> Dañado <input type="checkbox"/> Extra </p> <p align="center">ACCIÓN REQUERIDA</p> <p> <input type="checkbox"/> Descartar <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Comentario: _____</p> <p>Fecha de acción: ____/____/____</p>	<p align="center">TARJETA AMARILLA</p> <p>Fecha: ____/____/____ Área: _____ Ítem: _____ Cantidad: _____</p> <p align="center">CATEGORÍA</p> <p> <input type="checkbox"/> Máquina/Equipo <input type="checkbox"/> Material gastable <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Partes eléctricas <input type="checkbox"/> Trabajo en proceso <input type="checkbox"/> Partes mecánicas <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Otros: _____</p> <p align="center">RAZÓN DE TARJETA</p> <p> <input type="checkbox"/> Extra <input type="checkbox"/> Dañado </p> <p align="center">ACCIÓN REQUERIDA</p> <p> <input type="checkbox"/> Reparar <input type="checkbox"/> Vender <input type="checkbox"/> Donar <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Comentario: _____</p> <p>Fecha de acción: ____/____/____</p>	<p align="center">TARJETA VERDE</p> <p>Fecha: ____/____/____ Área: _____ Ítem: _____ Cantidad: _____</p> <p align="center">CATEGORÍA</p> <p> <input type="checkbox"/> Máquina/Equipo <input type="checkbox"/> Material gastable <input type="checkbox"/> Herramienta <input type="checkbox"/> Materia prima <input type="checkbox"/> Partes eléctricas <input type="checkbox"/> Trabajo en proceso <input type="checkbox"/> Partes mecánicas <input type="checkbox"/> Producto terminado <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Otros: _____</p> <p align="center">RAZÓN DE TARJETA</p> <p> <input type="checkbox"/> Necesario </p> <p align="center">ACCIÓN REQUERIDA</p> <p> <input type="checkbox"/> Organizar <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Comentario: _____</p> <p>Fecha de acción: ____/____/____</p>
--	--	---

Nota. Elaboración propia

Dado ese sentido, por medio de la Tabla 4.11 se exhibe el estado del inventario físico existente en las diferentes zonas críticas, según lo antes mencionado.

Tabla 4.11

Inventario del estado de los elementos en las zonas críticas

N°	Ítem	Cantidad	Categoría	Razón de tarjeta	Acción requerida
Zona de montaje y desmontaje de matriz					
1	Destornillador	3	Herramienta	Necesario	Organizar
2	Llaves oxidadas	2	Herramienta	Obsoleto	Descartar
3	Llaves (varias)	5	Herramienta	Necesario	Organizar
4	Martillo	1	Herramienta	Necesario	Organizar
5	Lima	2	Material gastable	Necesario	Organizar
6	Broca	3	Material gastable	Necesario	Organizar
7	Broca sin filo	1	Material gastable	Obsoleto	Descartar
8	Plástico dañado	2	Material gastable	Dañado	Descartar
9	Depósitos de plástico sucios	4	Otros	Extra	Reparar
10	Cono de seguridad	2	Otros	Necesario	Organizar
11	Mesa de trabajo sucia	3	Otros	Extra	Reparar
12	Extensiones eléctricas	2	Partes eléctricas	Necesario	Organizar
13	Lijadora eléctrica	1	Equipo	Necesario	Organizar
14	Discos de corte (varios)	3	Material gastable	Necesario	Organizar
15	Discos sin filo	3	Material gastable	Obsoleto	Descartar
16	Atornillador eléctrico	1	Equipo	Necesario	Organizar
17	Esmeril de banco	1	Equipo	Necesario	Organizar
18	Amoladora	1	Equipo	Necesario	Organizar
19	Sierra circular	1	Equipo	Necesario	Organizar
20	Tornillos varios	25	Material gastable	Necesario	Organizar
21	Clavos varios	15	Material gastable	Necesario	Organizar
22	Cinta de embalaje usada y terminada	1	Material gastable	Obsoleto	Descartar
23	Soplete	1	Equipo	Necesario	Organizar
24	Waype sucio y utilizado	1 kg	Material gastable	Obsoleto	Descartar
25	Thinner	1	Material gastable	Necesario	Organizar
26	Tijeras	2	Herramienta	Necesario	Organizar
27	Alicate	2	Herramienta	Necesario	Organizar
28	Cuchillas	3	Material gastable	Necesario	Organizar
29	Cuchilla oxidada	1	Material gastable	Obsoleto	Descartar
30	Wincha	2	Herramienta	Necesario	Organizar
Zona de inspección					
1	Botellas de plástico	2	Otros	Extra	Descartar
2	Cinta de embalaje	1	Material gastable	Necesario	Organizar
3	Cinta de embalaje usada y terminada	3	Material gastable	Obsoleto	Descartar
4	Cuchillas desgastadas	2	Material gastable	Obsoleto	Descartar
5	Cuchillas nuevas	2	Material gastable	Necesario	Organizar
6	Lata de pintura terminada	1	Material gastable	Obsoleto	Descartar
7	Depósito de plástico dañado	1	Otros	Dañado	Descartar
8	Bolsas de plástico	30	Material gastable	Extra	Descartar
9	Trapo industrial sucio	1	Material gastable	Dañado	Reparar
10	Caja de cartón	1	Material gastable	Extra	Descartar
11	Mesa de trabajo sucia	1	Otros	Extra	Reparar
12	Producto inyectado	15	Trabajo en proceso	Necesario	Organizar
13	Producto sin rebabas	13	Trabajo en proceso	Extra	Otros
Zona de embalado					
1	Producto sin rebabas	20	Trabajo en proceso	Necesario	Organizar

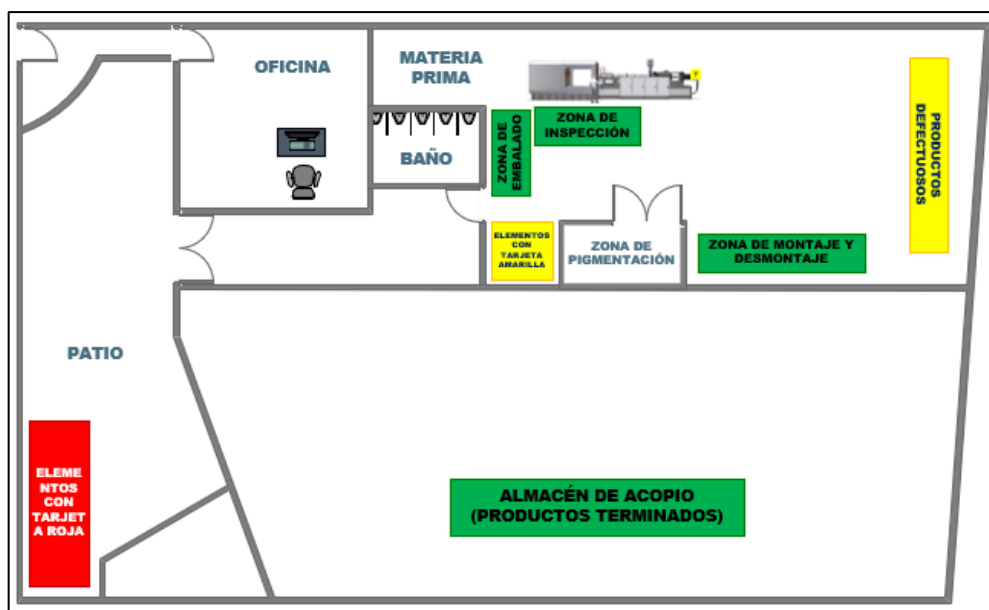
2	Producto terminado embalado	45	Producto terminado	Extra	Otros
3	Producto defectuoso	23	Trabajo en proceso	Dañado	Otros
4	Mangas de plástico sucias	5	Material gastable	Obsoleto	Descartar
5	Pedazos de rafia	10	Material gastable	Obsoleto	Descartar
6	Sacos de pigmento	2	Materia prima	Extra	Otros
7	Silla de plástico	1	Otros	Necesario	Organizar

Nota. Elaboración propia

Con ello, los elementos con tarjeta verde deberían mantenerse en sus respectivas zonas, los elementos con tarjeta roja se deberían quitar de las zonas, colocándolas en el patio para ser desechadas y los elementos con tarjeta amarilla, deben ser separadas a lado de la zona de pigmentación para seguir el curso de su accionar correctivo, esto se exhibe por medio de la Figura 4.29; sin embargo, los productos defectuosos deben colocarse en la parte trasera de la planta; mientras que los productos de trabajo en proceso se trasladarán a su zona correspondiente cuando sea apropiado, es decir el producto sin rebabas en la zona de inspección debe trasladarse a la zona de embalado y el producto terminado en la zona de embalado debe trasladarse al almacén de acopio.

Figura 4.29

Mapa de ubicación de las tarjetas



Nota. Las dimensiones de la planta son 107.37 metros de largo y 44.52 metros de ancho. Elaboración propia

Seiton (Ordenar)

Los elementos necesarios deben ser organizados según la frecuencia de uso y en proximidad con el trabajador que lo necesitará; por tanto, de acuerdo a la Figura 1.3:

- Los elementos utilizados con periodicidad alta deben ser ubicados junto al trabajador, cerca al trabajador o alrededor de la zona de trabajo.
- Los elementos utilizados con periodicidad media deben ser ubicados en otra zona de trabajo o en el almacén.
- Los elementos utilizados con periodicidad baja deben ser ubicados en el almacén.

Por otro lado, el lugar de trabajo debe estar correctamente señalizado y rotulado, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Cada área de trabajo debe ser remarcada con color amarillo en el piso, indicando el espacio total de cada una de ellas a ser utilizada; asimismo, se debe señalar pequeñas zonas de almacenamiento u operación en específica.
- Las señalizaciones de seguridad deben estar presentes en caso lo requiera, como las señales de peligro, equipo contra incendios y zona segura en caso de sismos.
- Se rotulará la pared de cada zona de trabajo para su identificación.
- Se rotulará los carros portaherramientas y armarios con la finalidad de identificar su ubicación correcta en las zonas de trabajo.

En ese sentido, en la Figura 4.30 se muestra la rotulación adecuada de los pisos de las zonas, las ubicaciones de los elementos con tarjeta amarilla y roja y las señalizaciones de seguridad.

Figura 4.30

Mapa de señalización y rotulación en las zonas



Nota. Las dimensiones de la planta son 107.37 metros de largo y 44.52 metros de ancho. Elaboración propia

Finalmente, se identifican los elementos necesarios que deben adquirirse para que cada zona se encuentre debidamente ordenada.

En la *zona de montaje y desmontaje de matriz* es necesaria la clasificación y organización de la mesa de trabajo utilizada para el montaje y desmontaje de matriz; para ello, se propone comprar un 1 set de organizadores (Figura 4.31), 1 organizador de tornillos (Figura 4.32), 3 cajas de herramientas (Figura 4.33), y 1 carro porta herramientas (Figura 4.34).

Figura 4.31

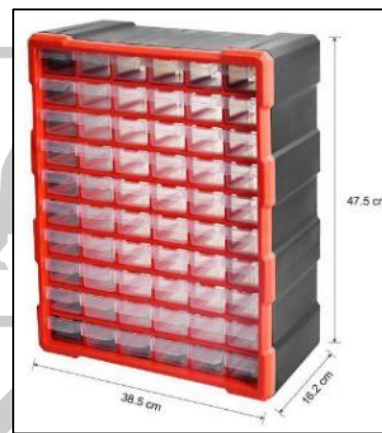
Set de organizadores



Nota. Propia del autor

Figura 4.32

Organizador de tornillos



Nota. Propia del autor

Figura 4.33

Caja de herramientas



Nota. Elaboración propia

Figura 4.34

Carro porta herramientas



Nota. Elaboración propia

En la *zona de inspección* es necesaria la organización y la limpieza de la mesa de trabajo utilizada para el rebabeado; para ello, se propone comprar una 1 caja organizadora (Figura 4.35), 1 organizador de cuchillas (Figura 4.36).

Figura 4.35

Caja organizadora



Nota. Propia del autor

Figura 4.36

Organizador de cuchillas



Nota. Propia del autor

En la *zona de embalado* es necesaria la clasificación y organización; para ello, se propone que al inicio de turno cuando se desarrolle la limpieza, los trabajadores trasladen los productos defectuosos a la zona de acopio para su posterior preparación y los productos terminados a almacén; de esta manera, el área se verá con mayor espacio disponible. Por otro lado, se propone la compra de 1 estante de metal (Figura 4.37) para la organización de sus materiales de trabajo.

Figura 4.37

Estante de metal



Nota. Elaboración propia

Seiso (Limpiar)

Las zonas de trabajo deben mantenerse limpias y será responsabilidad del jefe de producción monitorear que todos los trabajadores cumplan con la limpieza establecida de los pisos, herramientas de trabajo y materiales y EPP's. Cabe mencionar que esta limpieza es superficial; puesto que la limpieza profunda se realiza una vez a la semana por un servicio externo de limpieza. Además de ello, debe existir tachos de basura para los diferentes tipos de residuos cerca de las zonas de trabajo.

Todo ello se encuentra descrito en el manual de limpieza plasmado en el Anexo 6 y se propuso la compra de un organizador de escobas y útiles de limpieza en la Figura 4.38.

Figura 4.38

Organizador de escobas y útiles de limpieza



Nota. Elaboración propia

Seiketsu (Estandarizar)

Se establecieron ciertas funciones a los trabajadores de cada zona de trabajo en la Tabla 4.12 con la finalidad de mantener la ejecución efectiva de la metodología. Asimismo, se hará uso del listado de chequeo a través de la Figura 1.4 para revisar el cumplimiento de las 3''s'' semanalmente, es decir que en las zonas de trabajo se encuentren los elementos clasificados, organizados y limpios.

Tabla 4.12

Establecimiento de funciones

Responsable	Funciones
Gerente de administración	Ejecutar auditorías trimestrales en las diferentes zonas de trabajo para verificar el cumplimiento de las 5s.
Jefe de producción	Monitorear el cumplimiento de las 5s diariamente, participar de las auditorías trimestrales y analizar los resultados para proponer alternativas de mejora.
Operarios	Ejecutar las actividades correspondientes al buen funcionamiento de la metodología 5s y participar en las auditorías trimestrales.

Nota. Elaboración propia

Shitsuke (Mantener)

En esta etapa se velará por el mantenimiento de la ejecución efectiva de las 5s; para ello, es necesario capacitar al personal sobre la metodología 5s de manera trimestral, ejecutada por el jefe de producción; continuando con ello, se exhibe el temario de capacitación por medio de la Tabla 4.13.

Tabla 4.13

Temario de capacitación

N°	Temas	Tiempo
1	Introducción a la metodología 5s	15 min
2	Fases de implementación de la metodología 5s	30 min
3	Beneficios de la metodología 5s	10 min
4	Casos de éxito de las 5s	20 min
5	Seiri: Clasificación	25 min
6	Seiton: Orden	25 min
7	Seiso: Limpieza	25 min
8	Seiketsu: Estandarización	25 min
9	Shitsuke: Mantener	25 min
	Total	200 min

Nota. Elaboración propia

Asimismo, se desarrollarán auditorías trimestrales utilizando el checklist de auditoría 5s de la Figura 4.39 a cargo del gerente de administración, además de monitorear los resultados de la auditoría con la matriz de monitoreo de auditorías plasmada por medio de la Figura 4.40.

Figura 4.39

Checklist de auditoria 5s

CHECKLIST DE AUDITORIA 5S				
Responsable:			Fecha:	
Instrucciones:	De acuerdo a lo evaluado, colocar:			
	- 1 (sistema existe, pero sin uso)			
	- 2 (sistema existe, los trabajadores conocen, pero no se aplica)			
	- 3 (sistema existe, pero no se aplica efectivamente)			
	- 4 (sistema existe, se aplica efectivamente, pero no se mantiene)			
- 5 (sistema existe, es usado y mantenido efectivamente)				
Nº	Categoría: Seiri	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
1	Sin exceso de desorden			
2	Solo las herramientas de trabajo requeridas se encuentran en el área de trabajo			
3	Solo materiales requeridos se encuentran en el área de trabajo			
4	Los equipos de protección personal están en su lugar			
5	El área está libre de riesgos de resbalones/caídas/tropezones/golpes			
Puntaje promedio				
Nº	Categoría: Seiton	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
6	La ubicación de las herramientas y equipos está claramente marcado y etiquetado			
7	Los elementos de uso frecuente están al alcance de la mano en el área de trabajo			
8	Todos los elementos en exceso se almacenan correctamente y fuera del camino			
9	Los pasillos están despejados y bien señalizados			
10	Existen controles visuales			
Puntaje promedio				
Nº	Categoría: Seiso	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
11	Todo en el lugar de trabajo es como nuevo			
12	Sin polvo ni suciedad en todas partes			
13	Los contenedores se vacían y limpian con frecuencia según sea necesario			
14	Todo el equipo de limpieza se almacena correctamente y está fácilmente disponible			
Puntaje promedio				
Nº	Categoría: Seiketsu	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
15	El checklist de auditoría 5s está disponible y se aplica			
16	Los resultados de la auditoría previa son publicados en el área			
17	La última auditoría 5s se realizó hace menos de 3 meses			
18	Todos los gráficos y métricas del área se encuentran actualizados			
Puntaje promedio				
Nº	Categoría: Shitsuke	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
19	Todos los miembros han participado en al menos 1 auditoría de las últimas 3			
20	Tiempo y recursos son brindados para el cumplimiento de las actividades de las 5s en el área			
Puntaje promedio				
Puntaje total promedio (puntos)				
Puntaje total promedio (porcentaje)				

Nota. Elaboración propia

Figura 4.40

Sistema de monitoreo de auditoría

MATRIZ DE MONITOREO DE RESULTADOS DE AUDITORÍA 5S										
Responsable						Fecha				
Zona	Meta	Alcanzado	Excelente	Regular	Deficiente	Auditorías				Promedio
						1	2	3	4	
Montaje y desmontaje de matriz	>80%		>80%	Entre	<60%					
Inspección	>80%		>80%	Entre	<60%					
Embalado	>80%		>80%	Entre	<60%					

Nota. Elaboración propia

4.3.3. Enfoque de la situación propuesta

Estas mejoras en las distintas zonas permitirán que los trabajadores trabajen de una manera más fluida, lo que causaría la disminución de los tiempos de inactividad mensuales, tal como se observa por medio de la Tabla 4.14; además se tuvo en cuenta la mejora realizada en Poka Yoke donde se reduciría el tiempo de ejecución del rebarbeado en el proceso de inspección.

Tabla 4.14

Beneficios propuestos de la metodología 5s

N°	Actividad	Tiempo actual mensual (min)	Tiempo propuesto mensual (min)	Beneficio mensual (min)
Zona de montaje y desmontaje de matriz				
1	Traslado de herramientas al área de trabajo desde almacén	7	0	7
2	Búsqueda de ciertas herramientas en la zona de trabajo	3	1	2
Zona de inspección				
3	Tiempo de ejecución del rebarbeado	18 487	7837	10 650
Zona de embalado				
4	Solicitud de material para embalado	128	64	64

Nota. Elaboración propia

4.4. Propuesta N° 4, aplicando SMED y Trabajo estándar

De acuerdo a las causas identificadas en la Tabla 3.15, la propuesta SMED se diseñó con la finalidad de erradicar las actividades y tiempos no productivos en el montaje y desmontaje de matriz y la propuesta de trabajo estándar se diseñó con la finalidad de

erradicar las equivocaciones respecto a las medidas de corte de las mangas de plástico y rafias en el proceso de embalado.

4.4.1. Diagnóstico de la situación inicial

SMED

El montaje y desmontaje de matriz se lleva a cabo cuando sucede un cambio de producto, el cual demora aproximadamente 224.7 min o 3.7 horas, lo que significa un tiempo significativo de parada en la producción, tal como se observa en la Figura 4.41, donde, el montaje de matriz toma un tiempo de 158.9 minutos y el desmontaje un tiempo de 65.8 min. Además, se exhibe el punto clasificador de las actividades del proceso en internas (realizadas durante el tiempo de parada de la máquina) y externas (realizadas mientras la máquina sigue en funcionamiento).

Figura 4.41

Actividades internas y externas del proceso de montaje y desmontaje de matriz

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS (DAP)								
PROCESO: Montaje y desmontaje de matriz								
N°	Actividades	Operación	Inspección	Transporte	Espera	Tiempo (min)	Tipo de actividad	Observaciones
		○	□	→	D			
1	Solicitud de Molde.	x				1	Interna	Estas actividades se pueden realizar al mismo tiempo que se termina de producir el último lote, antes de cambiar al nuevo molde
2	Inspección del molde.		x			15	Interna	
3	Traslado del teclé eléctrico			x		25	Interna	
4	Ubicación de la plancha de metal sobre la abertura de caída.	x				8	Interna	Se puede reducir el tiempo si se realiza con ayuda del operario de almacén
5	Traslado del molde a la inyectora.			x		12	Interna	Se tendrán las herramientas en la mesa de trabajo del área en lugar de pedir las de almacén.
6	Traslado de herramientas.			x		7	Interna	
7	Cierre del molde.	x				0.35	Interna	
8	Sujeción del gancho forjado al cáncamo de la placa.	x				0.50	Interna	

9	Ascenso de la placa a la inyectora.	x				15	Interna	
10	Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.	x				2	Interna	
11	Ascenso de molde a la inyectora.	x				7	Interna	
12	Acercar la placa móvil hacia el fijo para el centrado del molde.	x				0.75	Interna	
13	Aflojar las bridas de sujeción mecánica.	x				28	Interna	Se puede realizar en menos tiempo con ayuda simultánea del operario de almacén, además de mejorar la conexión de mangueras.
14	Quitar el gancho forjado del molde.	x				4	Interna	
15	Conectar mangueras hidráulicas.	x				15	Interna	
16	Conectar mangueras de aire.	x				17	Interna	
17	Activar el sistema de aire.	x				0.75	Interna	
18	Prueba de funcionamiento del sistema de aire.		x			0.58	Externa	
MONTAJE		13	2	3	0	158.9		
19	Desactivar el funcionamiento del chiller.	x				0.75	Interna	
20	Desactivar el sistema de aire.	x				0.05	Interna	
21	Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.	x				4	Interna	
22	Desconectar mangueras hidráulicas.	x				15	Interna	Se puede realizar en menos tiempo con ayuda simultánea del operario de almacén, además de mejorar la desconexión de mangueras.
23	Desconectar manguera de aire.	x				10	Interna	
24	Desaflojar las bridas de sujeción mecánica.	x				20	Interna	
25	Descender el molde de la inyectora.	x				9	Interna	
26	Traslado de molde a almacén de matrices.			x		7	Interna	Se puede trasladar el molde anterior una vez se encuentre operativo el molde nuevo.
DESMONTAJE		7	0	1	0	65.8		
TOTAL		20	2	4	0	224.7		

Trabajo estándar

Actualmente, el embalado del producto se realiza a través de su revestimiento con una manga de plástico y sujetado con un pedazo de rafia (Figura 4.42); sin embargo,

ninguno de los dos materiales se utiliza de manera eficiente en el proceso; ya que no existen medidas estandarizadas para su corte.

Figura 4.42

Producto embalado



Nota. Elaboración propia

Dado ello, por medio de la Tabla 4.15 se exhibe que ciertas operaciones del embalado se realizan en 3376 minutos por mes actualmente.

Tabla 4.15

Tiempo de ejecución del embalado

N°	Actividad	Tiempo actual mensual (min)
1	Corte de manga de plástico	536
2	Embolsado	920
3	Sujetado con rafia	1920
Total		3376

Nota. Elaboración propia

4.4.2. Diseño de la solución

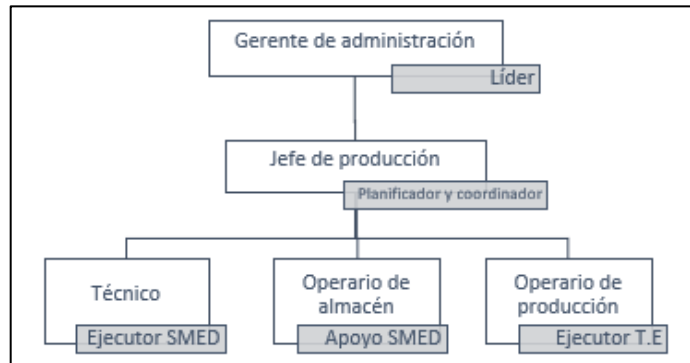
Respecto al diseño de la propuesta de solución, basada en SMED y Trabajo estándar, se desarrolló bajo la responsabilidad del equipo de trabajo mencionado a continuación:

- Gerente de administración: Encargado de ofrecer cada recurso de necesidad al ser desarrollado el SMED y trabajo estándar
- Jefe de producción: Encargado de planificar y supervisar las actividades establecidas para el desarrollo de SMED y trabajo estándar
- Técnico: Encargado de realizar el montaje y desmontaje de matriz según SMED.
- Operario de almacén: Encargado de apoyar en el montaje y desmontaje de matriz según SMED.

- Operario de producción: Encargado de ejecutar las actividades establecidas en trabajo estándar.

Figura 4.43

Equipo de trabajo – SMED y Trabajo estándar



Nota. Elaboración propia

SMED

Asimismo, se estableció el procedimiento a razón de ser desarrollada la herramienta SMED por medio de la Figura 4.44:

Figura 4.44

Flujograma de la propuesta de solución SMED



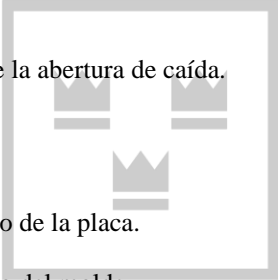
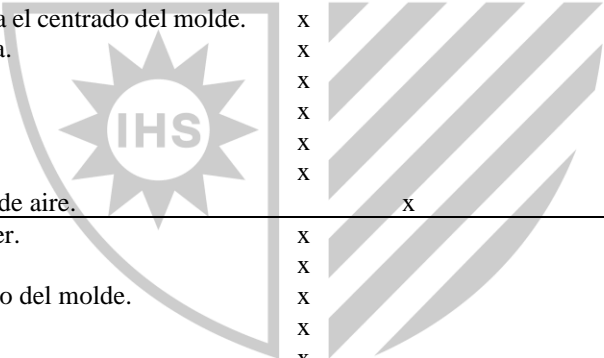
Nota. Elaboración propia

Las actividades comprometidas dentro del proceso de montaje y desmontaje de matriz se identificaron por medio de la Tabla 3.10; asimismo, se indica los tiempos requeridos a fin de ser ejecutadas estas mismas. Posteriormente, las actividades se separaron en internas y externas en la Tabla 4.41, donde 25 del total de actividades son internas correspondientes a 224.2 minutos y 1 es externa correspondiente a 0.6 minutos.

En la Tabla 4.16 se evaluaron cada actividad interna a razón de eliminarlas o convertirlas en actividades externas a través de estrategias de mejora.

Tabla 4.16

Conversión de las actividades internas del proceso de montaje y desmontaje de matriz

Proceso N°	Actividades	Tipo de actividad			Acción		Estrategia de mejora	
		Interna	Externa	Eliminar	Conversión	En paralelo		
Montaje	1 Solicitud de Molde.			x		x		
	2 Inspección del molde.			x		x	Antes de procesar el último lote de producción	
	3 Traslado del teclé eléctrico			x		x		
	4 Ubicación de la plancha de metal sobre la abertura de caída.			x		x		
	5 Traslado del molde a la inyectora.				x		x	Recibe ayuda del operario de almacén
	6 Traslado de herramientas.				x			
	7 Cierre del molde.				x			
	8 Sujeción del gancho forjado al cáncamo de la placa.				x			
	9 Ascenso de la placa a la inyectora.				x			
	10 Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.				x			
	11 Ascenso de molde a la inyectora.			x				
	12 Acercar la placa móvil hacia el fijo para el centrado del molde.				x			Recibe ayuda del operario de almacén
	13 Aflojar las bridas de sujeción mecánica.				x		x	
	14 Quitar el gancho forjado del molde.				x		x	
	15 Conectar mangueras hidráulicas.				x		x	
	16 Conectar mangueras de aire.				x		x	
	17 Activar el sistema de aire.				x			
	18 Prueba de funcionamiento del sistema de aire.					x		
Desmontaje	19 Desactivar el funcionamiento del chiller.				x			Reemplazar por mangueras con ajustes rápidos
	20 Desactivar el sistema de aire.			x		x		
	21 Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.			x		x		
	22 Desconectar mangueras hidráulicas.			x			Recibe ayuda del operario de almacén	
	23 Desconectar manguera de aire.			x				
	24 Desaflojar las bridas de sujeción mecánica.			x				
	25 Descender el molde de la inyectora.			x				
26 Traslado de molde a almacén de matrices.			x		x	Trasladarlo a almacén después de probar el funcionamiento del nuevo molde		

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a lo analizado en la Tabla 4.16, las actividades identificadas pueden ser mejoradas tras la aplicación de las distintas estrategias de mejora, como:

- Las primeras 4 actividades se realizan cuando la máquina inyectora termina su producción con un determinado molde; sin embargo, la propuesta es que estas actividades se realicen cuando la máquina inyectora se encuentre produciendo su último lote; es decir, el molde debe encontrarse en la zona de montaje y desmontaje de matriz antes de que la máquina inyectora se detenga. Esta estrategia produciría una reducción de 49 minutos en el proceso.
- En relación a la actividad 5, las realizaba el técnico en su totalidad; sin embargo, se propone que el operario de almacén de materiales lo apoye para reducir el tiempo del proceso a 7 minutos.
- La actividad 6 se eliminaría, debido a la aplicación de la metodología 5s anteriormente mencionada, donde las herramientas necesarias se encontrarán en la mesa de trabajo debidamente organizadas y listas para el proceso, lo que generaría una reducción de 7 minutos en el proceso.
- En relación a las actividades 15 – 16 y 22 - 23, actualmente, las mangueras son aseguradas con ajustadores regulados; sin embargo, se propone utilizar mangueras con ajustes rápidos a presión, según se observa en la Figura 4.45, lo que provocará la disminución del tiempo de colocación y retiro de las mangueras a 3 minutos cada acción.

Figura 4.45

Ajuste rápido de manguera



Nota. Elaboración propia

- La actividad 26 se realizaba al momento de terminar de desmontar el molde anterior, lo que provocaba un retraso para continuar con el montaje del nuevo molde; por lo que logra ser propuesta que dicha acción tienda ser ejecutada después de terminar con el montaje del nuevo molde y la máquina se encuentre funcionando, reduciendo 7 minutos al proceso.
- En relación a las actividades 5, 13 – 16 y 22 – 24, las realizaba el técnico en su totalidad; sin embargo, se propone que el operario de almacén de materiales lo apoye para reducir el tiempo del proceso.

En ese sentido, con la aplicación de las mejoras planteadas, el proceso de montaje y desmontaje de matriz se realizaría tal cual se muestra en la Tabla 4.17, en un tiempo propuesto de 86.7 minutos, donde el tiempo de montaje tomaría alrededor de 49.9 minutos y el desmontaje 36.8 minutos.

Tabla 4.17

Proceso propuesto de montaje y desmontaje de matriz

Proceso	Responsable		Tipo de actividad		Tiempo (min)
	Técnico	Operario	Interna	Externa	
Montaje	Traslado del molde a la inyectora.			x	7
		Cierre del molde.		x	0.35
		Sujeción del gancho forjado al cáncamo de la placa.		x	0.50
		Ascenso de la placa a la inyectora.		x	15
		Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.		x	2
		Ascenso de molde a la inyectora.		x	7
		Acercar la placa móvil hacia el fijo para el centrado del molde.		x	0.75
		Conectar mangueras hidráulicas.	Aflojar las bridas de sujeción mecánica.	x	14
		Conectar mangueras de aire.	Quitar el gancho forjado del molde.	x	2
		Activar el sistema de aire.		x	0.75
		Prueba de funcionamiento del sistema de aire.			x
Total					49.9
Desmontaje		Desactivar el funcionamiento del chiller.		x	0.75
		Desactivar el sistema de aire.		x	0.05
		Desconectar mangueras hidráulicas.	Desaflojar las bridas de sujeción mecánica.	x	14
		Desconectar manguera de aire.	Sujeción del gancho forjado al cáncamo del molde.	x	2
		Descender el molde de la inyectora.		x	20
Total					36.8
Total					86.7

Nota. Elaboración propia

Trabajo Estándar

La propuesta de solución logró ser diseñada, basada a través del trabajo estándar, se desarrolló de acuerdo a la responsabilidad del jefe de producción. Se estandarizarán las siguientes actividades:

- Estándar 1: El apilado se realizará por grupo de 12 productos.
- Estándar 2: Las mangas de plásticos estarán previamente cortadas por el operario en una medida de 60 x 40 x 330 cm, donde diariamente se deben tener listas 80 mangas de plásticos según la nueva programación de la producción.
- Estándar 3: Las rafias estarán previamente cortadas por el operario en una medida de 15 cm, las cuales deben concordar en número con las mangas de plásticos según producción diaria.
- Estándar 4: De acuerdo a la aplicación de las 5s, las mangas de plásticos y las rafias se deben mantener de manera ordenada en el estante.

4.4.3. Enfoque de la situación propuesta

SMED

De acuerdo a las mejoras planteadas, según SMED, se identifican ciertos beneficios cuantitativos en el tiempo de montaje y desmontaje de matriz, donde el tiempo actual de ejecución del proceso es de 224.7 min, lo que mejoraría a 86.7 min, reduciendo así 138 min al proceso total, de acuerdo a la Tabla 4.18.

Tabla 4.18

Beneficios propuestos del SMED

Proceso	Tiempo actual (min)	Tiempo propuesto (min)	Beneficio (min)
Montaje y desmontaje de matriz	224.7	86.7	138

Nota. Elaboración propia

Trabajo estándar

De acuerdo a las mejoras planteadas, según el trabajo estándar, en la Tabla 4.19 se identifican ciertos beneficios cuantitativos en ciertas operaciones del embalado, donde el tiempo actual de ejecución es de 3376 min, lo que mejoraría a 2360 min, reduciendo así 1016 min al proceso total.

Tabla 4.19*Beneficio propuesto del trabajo estándar*

N°	Actividad	Tiempo actual mensual (min)	Tiempo propuesto mensual (min)	Beneficio mensual (min)
1	Corte de manga de plástico	536	480	56
2	Embolsado	920	600	320
3	Sujetado con rafia	1920	1280	640
Total		3376	2360	1016

Nota. Elaboración propia

4.5.Evaluación del impacto de la propuesta de mejora

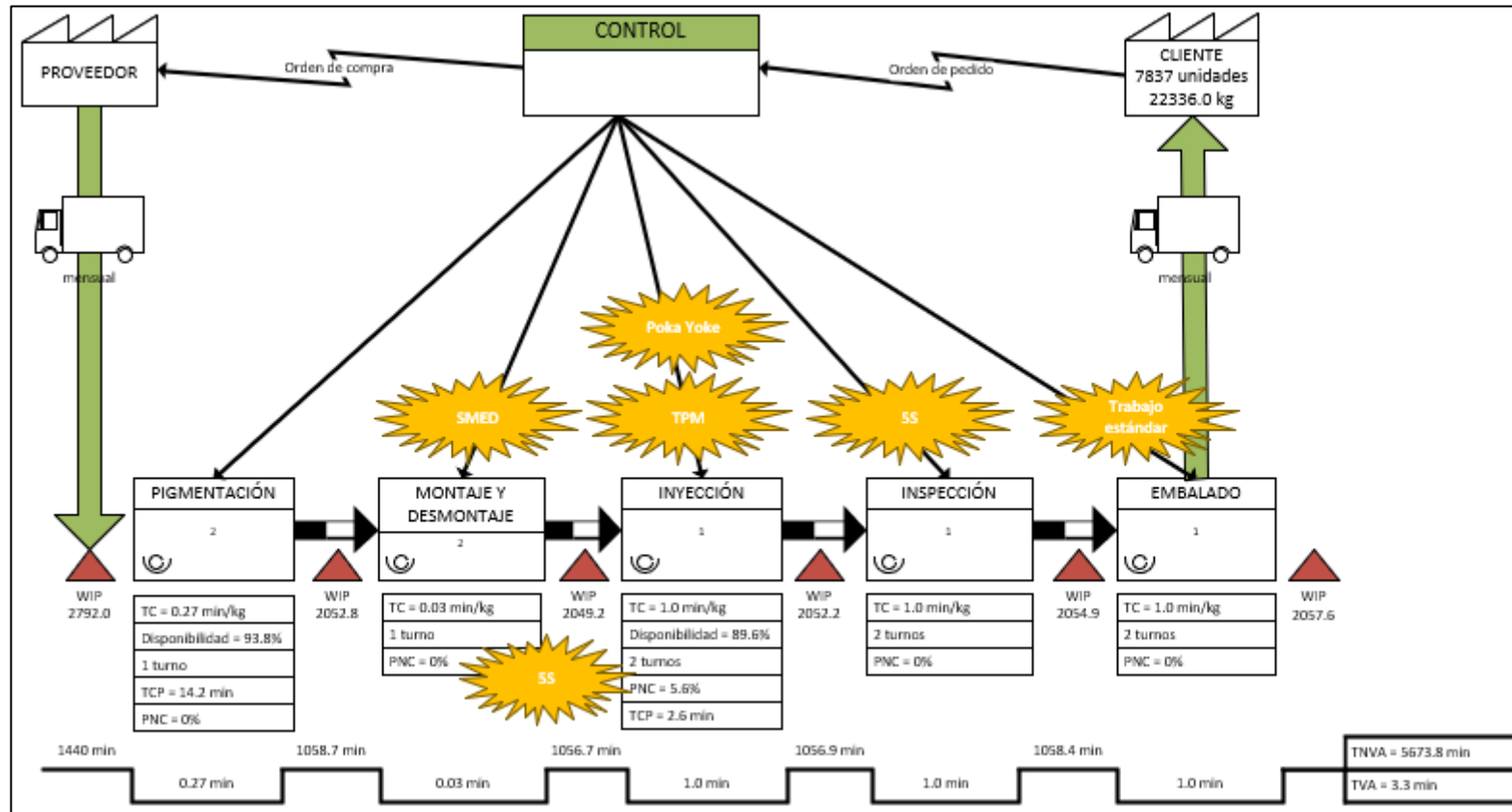
Posterior al diseño de aplicación de las diferentes mejoras basadas en las herramientas Lean Manufacturing, se procedió a realizar el VSM futuro con la finalidad de mostrar el nuevo flujo de producción; asimismo, se determinó los indicadores propuestos de productividad y mermas.

4.5.1. VSM futuro

Continuando, se presenta por medio de la Figura 4.46 el VSM futuro y las herramientas Lean Manufacturing aplicadas en el proceso a fin de ser incrementada la productividad y la minimización de desperdicios.

Figura 4.46

Mapa de flujo de valor (VSM futuro)



Nota. Elaboración propia

4.5.2. Productividad

De acuerdo a la Tabla 4.20, la mano de obra según su productividad incrementará alrededor del 6%, debido a las mejoras diseñadas anteriormente, las cuales se basaron en herramientas Lean Manufacturing; en ese sentido, la producción total incrementará mensualmente en 1260.8 kg, es decir pasaría de 21 075.2 kg a 22 336.0 kg.

Tabla 4.20

Beneficio propuesto de la productividad

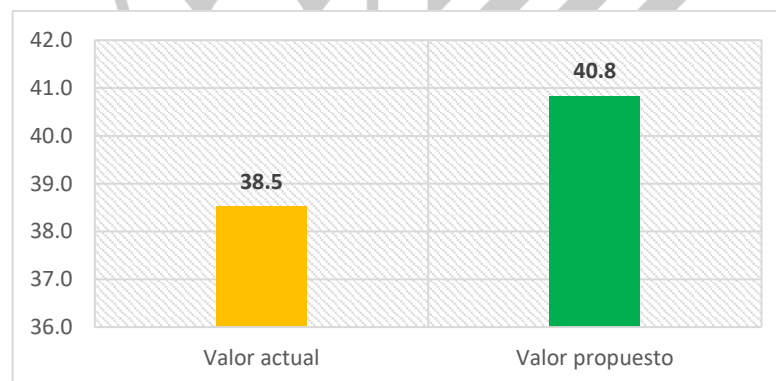
Productividad	Valor actual	Valor propuesto	Beneficio
Producción total (kg)	21075.2	22336.0	1260.8
Horas hombre (hora)	192	192	
Índice (kg)	109.8	116.3	
Índice (unidades)	38.5	40.8	6.0%

Nota. Elaboración propia

Según la Figura 4.47, la mano de obra actual del proceso según su productividad redondea los 109.8 kg/hora-hombre, lo que equivale a la producción de 38.5 unidades/hora-hombre; sin embargo, con las mejoras diseñadas, la productividad incrementaría a 116.3 kg/hora-hombre, equivalentes a 40.8 unidades/hora-hombre.

Figura 4.47

Comparación de la productividad actual y propuesta



Nota. Elaboración propia

4.5.3. Mermas

De acuerdo a la Tabla 4.21, el porcentaje de mermas reduciría en un 1.4%, debido a las mejoras diseñadas anteriormente, las cuales se basaron en herramientas Lean Manufacturing; en ese sentido, la producción no conforme reduciría mensualmente en 259.3 kg, es decir pasaría de 1575.1 kg a 1315.8 kg.

Tabla 4.21

Beneficio propuesto del porcentaje de mermas

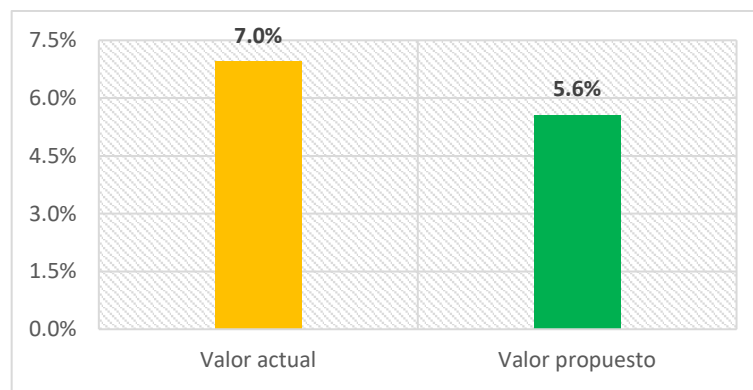
Merma	Valor actual	Valor propuesto	Beneficio
Producción no conforme (kg)	1575.1	1315.8	259.3
Producción real (kg)	22650.4	23651.9	
Porcentaje	7.0%	5.6%	1.4%

Nota. Elaboración propia

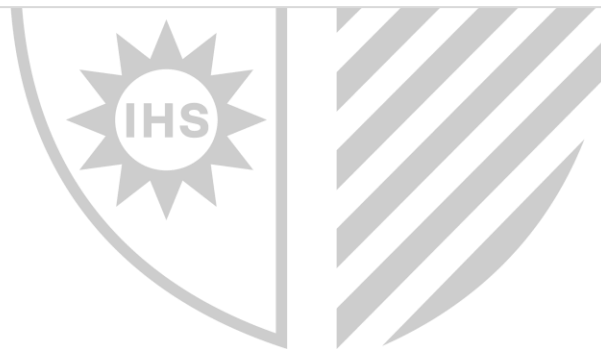
Según la Figura 4.48, el porcentaje de mermas actual asciende a 7.0%; sin embargo, con las mejoras diseñadas, el porcentaje de mermas reduciría a 5.6%

Figura 4.48

Comparación del porcentaje de mermas actual y propuesta



Nota. Elaboración propia



CAPÍTULO V: IMPACTO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Este capítulo presenta el beneficio económico, la inversión y los egresos de las propuestas Lean Manufacturing con la finalidad de verificar la viabilidad económica.

5.1. Beneficios económicos

Para el cálculo de los ahorros económicos mensuales, se debe tener en cuenta que el precio del producto es de S/ 27.40; asimismo, que cada unidad de producto está conformada por 2.85 kg de material.

5.1.1. Beneficio económico por implementación Poka Yoke

Para la propuesta Poka Yoke, los beneficios económicos se relacionan con la reducción de mermas por rebabas, tal como se muestra en la Tabla 5.1, donde se recuperarían 224.5 kg de producto, es decir alrededor de 79 unidades, lo que equivale a un ahorro de S/ 2,158.21 mensuales.

Tabla 5.1

Beneficio económico propuesto para Poka Yoke

Descripción	Valor actual (kg)	Valor propuesto (kg)	Beneficio (kg)	Beneficio económico mensual
Mermas por rebabas mensual	236.3	11.8	224.5	S/ 2,158.21

Nota. Elaboración propia

5.1.2. Beneficio económico por implementación TPM

Para la propuesta TPM: mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, los beneficios económicos se relacionan con el incremento de la producción, esto se exhibe por medio de la Tabla 5.2, donde se muestra una producción extra de 1272.6 kg de producto, es decir alrededor de 447 unidades, lo que equivale a un ingreso económico de S/ 12,234.90 mensuales.

Tabla 5.2*Beneficio económico propuesto para TPM*

Descripción	Valor actual (kg)	Valor propuesto (kg)	Beneficio (kg)	Beneficio económico mensual
Producción obtenida mensual	21075.2	22347.9	1272.6	S/ 12,234.90

Nota. Elaboración propia

5.1.3. Beneficio económico por implementación de metodología 5s

Respecto a la propuesta de metodología 5s, los beneficios económicos se relacionan con la reducción de tiempos no productivos como traslados y búsquedas, esto se adjunta por medio de la Tabla 5.3, donde se exhiben los ahorros de tiempo en las zonas críticas en estudio, cuyo tiempo serviría para incrementar la producción, lo que se traduce en un ingreso económico de S/ 1.370.65 mensual; asimismo, la aplicación de esta herramienta ayudaría a optimizar el tiempo de ejecución de la zona de inspección, lo que permite un ahorro económico de S/ 768.02 mensual en mano de obra, siendo un beneficio económico total de S/ 2,138.66 mensual.

Tabla 5.3*Beneficio económico propuesto para 5s*

Descripción	Valor actual (min/mes)	Valor propuesto (min/mes)	Beneficio (min/mes)	Ratio de producción (kg/min)	Beneficio (kg/mes)	Beneficio económico mensual
Tiempo de traslado de herramientas (zona de montaje y desmontaje de matriz)	7	0	7	2.1	14.4	S/ 138.17
Tiempo de búsqueda de ciertas herramientas (zona de montaje y desmontaje de matriz)	3	1	2		4.1	S/ 39.48
Tiempo de solicitud de material (zona de embalado)	128	64	64	1.9	124.1	S/ 1,193.00
Subtotal						S/ 1,370.65
Descripción	Valor actual (min/mes)	Valor propuesto (min/mes)	Beneficio (min/mes)	Beneficio (hora/mes)	Costo hora de trabajo	Beneficio económico mensual
Tiempo de ejecución (zona de inspección)	18487	7837	10650	177.5	S/ 4.33	S/ 768.02
Subtotal						S/ 768.02
Total						S/ 2,138.66

Nota. Elaboración propia

5.1.4. Beneficio económico por implementación SMED

Para la propuesta de SMED, los beneficios económicos se relacionan con la reducción del tiempo de montaje y desmontaje de matriz, esto se adjunta por medio de la Tabla 5.4, a través de ello se muestra un ahorro de tiempo de 138 min, cuyo tiempo serviría para incrementar la producción a 141.7 kg (50 unidades), lo que se traduce en un ingreso económico de S/ 1,361.97 mensual; asimismo, la aplicación de esta herramienta, permitiría un ahorro económico de S/ 12.16 mensual en mano de obra, siendo un beneficio económico total de S/ 1,374.13 mensual.

Tabla 5.4

Beneficio económico propuesto para SMED

Descripción	Valor actual (min)	Valor propuesto (min)	Beneficio (min)	TC-máquina (min/kg)	Beneficio (kg)	Beneficio económico mensual
Tiempo de montaje y desmontaje de matriz (mensual)	224.7	86.7	138.0	1.0	141.7	S/ 1,361.97
	Valor actual (min)	Valor propuesto (min)	Beneficio (min)	Beneficio (hora)	Costo hora de trabajo	Beneficio económico mensual
	224.7	86.7	138.0	2.3	S/ 5.29	S/ 12.16
Total						S/ 1,374.13

Nota. Elaboración propia

5.1.5. Beneficio económico por implementación de Trabajo Estándar

Para la propuesta de Trabajo Estándar, los beneficios económicos se relacionan con la reducción del tiempo de ejecución de ciertas operaciones del embalado, tal como se muestra en la Tabla 5.5, cuyo tiempo permitiría un ahorro económico de S/ 73.27 mensual en mano de obra.

Tabla 5.5

Beneficio económico propuesto para Trabajo Estándar

Descripción	Valor actual (min/mes)	Valor propuesto (min/mes)	Beneficio (min/mes)	Beneficio (hora/mes)	Costo hora de trabajo	Beneficio económico mensual
Corte de manga de plástico	536	480	56	0.9	S/ 4.33	S/ 4.04
Embolsado	920	600	320	5.3	S/ 4.33	S/ 23.08
Sujetado con rafia	1920	1280	640	10.7	S/ 4.33	S/ 46.15
Total						S/ 73.27

Nota. Elaboración propia

5.1.6. Resumen del beneficio económico

En ese sentido, por medio de la Tabla 5.6 se exhibe una síntesis del monto de los ahorros económicos que generaría la implementación de la propuesta de mejora, basada en Lean Manufacturing sobre sus herramientas, el cual asciende a S/ 17,979.18.

Tabla 5.6

Beneficio económico mensual propuesto

Herramienta Lean Manufacturing	Ahorros económicos mensuales
Poka Yoke	S/ 2,158.21
TPM: Mantenimiento autónomo y Mantenimiento Planificado	S/ 12,234.90
Metodología 5s	S/ 2,138.66
SMED	S/ 1,374.13
Trabajo estándar	S/ 73.27
Total ingresos por ahorros	S/ 17,979.18

Nota. Elaboración propia

5.2. Costos

Los costos corresponden a los realizados para la adecuada implementación y sostenimiento de la propuesta de mejora. A continuación, logran ser plasmado los costos por cada herramienta Lean:

5.2.1. Costos del Poka Yoke

Para la propuesta Poka Yoke, los costos se relacionan con la compra del sensor para la máquina inyectora, la capacitación para su correcto uso y el monitoreo del sistema que mide la presión de cierre, esto se exhibe por medio de la Tabla 5.7, donde el monto asciende a S/ 7,211.66.

Tabla 5.7

Costos del Poka Yoke

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo total
Sensor de presión de cierre	S/ 1,025.56	1		S/ 1,025.56
Sistema de control	S/ 625.50	1		S/ 625.50
Servicio de instalación	S/ 230.00	1		S/ 230.00
Capacitación externa	S/ 2,445.00	2		S/ 4,890.00
Capacitación: Costo del jefe de producción	S/ 11.22	1	18	S/ 201.92
Capacitación: Costo del operario de producción	S/ 4.33	2	18	S/ 155.77
Monitoreo: Costo del jefe de producción	S/ 11.22	1	5.3	S/ 59.83
Monitoreo: Costo del operario de producción	S/ 4.33	2	2.7	S/ 23.08
Total				S/ 7,211.66

Nota. Elaboración propia

5.2.2. Costos del TPM

Para la propuesta TPM: mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, los costos se relacionan con capacitaciones, la compra de equipos, tiempos de ejecución y el medio evaluador de cada actividad de mantenimiento, la depreciación de los equipos comprados, además del costo de las auditorías, tal como se muestra en la Tabla 5.8, donde el monto asciende a S/ 15,311.75.

Tabla 5.8

Costos del TPM

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Tiempo	Costo total
Capacitación externa	S/ 1,490.00	2		S/ 2,980.00
Capacitación interna	S/ 24.04	1	1.8 horas	S/ 44.07
Auditoría	S/ 39.90	1	2 horas	S/ 79.81
Analizador de vibraciones	S/ 2,989.00	1		S/ 2,989.00
Depreciación Analizador de vibraciones	S/ 2,989.00	1	36 meses	S/ 83.03
Cámara termográfica	S/ 3,800.00	1		S/ 3,800.00
Depreciación Cámara termográfica	S/ 3,800.00	1	60 meses	S/ 63.33
Megóhmetro	S/ 1,900.00	1		S/ 1,900.00
Depreciación Megóhmetro	S/ 1,900.00	1	24 meses	S/ 79.17
Analizador de aceite	S/ 2,961.91	1		S/ 2,961.91
Depreciación Analizador de aceite	S/ 2,961.91	1	36 meses	S/ 82.28
Costo del gerente de administración	S/ 17.95	1	2.0 horas	S/ 35.90
Costo del jefe de producción	S/ 11.22	1	12.0 horas	S/ 134.62
Costo de los operarios de producción	S/ 4.33	2	6.9 horas	S/ 59.52
Costo de los técnicos de mantenimiento	S/ 6.41	2	1.5 horas	S/ 19.13
Total				S/ 15,311.75

Nota. Elaboración propia

5.2.3. Costos de la metodología 5s

Respecto a la propuesta de la metodología 5s, dichos costos se relacionan con la compra de materiales y materiales de aseo, los tiempos de puesta en marcha y el medio evaluador de las actividades 5s, la capacitación, además del costo de las auditorías, tal como se muestra en la Tabla 5.9, donde el monto asciende a S/ 2,470.30.

Tabla 5.9*Costos de las 5s*

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo total
Cinta reflectiva	S/ 59.90	3		S/ 179.70
Señales de seguridad	S/ 7.00	9		S/ 63.00
Caja organizadora	S/ 24.90	1		S/ 24.90
Organizador de cuchillas	S/ 24.90	1		S/ 24.90
Organizador de escobas y útiles de limpieza	S/ 149.90	1		S/ 149.90
Escoba	S/ 15.80	3		S/ 47.40
Balde trapeador	S/ 30.40	3		S/ 91.20
Recogedor	S/ 14.20	3		S/ 42.60
Trapo industrial	S/ 3.90	5		S/ 19.50
Desinfectante multiusos	S/ 15.10	2		S/ 30.20
Lejía	S/ 10.90	2		S/ 21.80
Casco de seguridad	S/ 4.90	3		S/ 14.70
Guantes	S/ 15.90	5		S/ 79.50
Lentes de seguridad	S/ 4.90	5		S/ 24.50
Mascarilla	S/ 24.90	2		S/ 49.80
Costo del gerente de administración	S/ 17.95	1	44.5	S/ 798.72
Costo del jefe de producción	S/ 11.22	1	53.4	S/ 599.04
Costo de los operarios de producción	S/ 4.33	4	10.6	S/ 183.46
Costo del técnico de producción	S/ 4.81	1	5.3	S/ 25.48
Capacitación interna	S/ 28.53	1	3.3	S/ 95.09
Auditorías	S/ 46.47	1	2.0	S/ 92.95
Total				S/ 2,470.30

Nota. Elaboración propia

5.2.4. Costos de SMED

Para la propuesta SMED, los costos se relacionan con la compra de materiales, el costo presente en la mano de obra para apoyo, además del costo de monitoreo, tal como se muestra en la Tabla 5.10, donde el monto asciende a S/ 849.42.

Tabla 5.10*Costos de SMED*

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo total
Manguera con ajustes rápido	S/ 5.90	9		S/ 53.10
Instalación de ajustes rápido en mangueras	S/ 4.33	1	2.5	S/ 10.82
Costo de técnico de producción	S/ 4.81	1	8	S/ 38.46
Costo de jefe de producción	S/ 11.22	1	8	S/ 89.74
Costo de operario de almacén	S/ 4.01	1	2	S/ 8.01
Set de organizadores	S/ 35.90	4		S/ 143.60
Organizador de tornillos	S/ 79.90	1		S/ 79.90
Caja de herramientas	S/ 15.90	3		S/ 47.70
Carro portaherramientas	S/ 365.00	1		S/ 365.00
Apoyo: Costo del operario de almacén	S/ 4.01	1	0.7	S/ 2.60
Monitoreo: Costo del jefe de producción	S/ 11.22	1	0.7	S/ 7.48
Total				S/ 849.42

Nota. Elaboración propia

5.2.5. Costos del Trabajo Estándar

Para la propuesta de Trabajo Estándar, los costos se relacionan con la compra de muebles y los costos presentes en la mano de obra, tal como se muestra a través de la Tabla 5.11, donde el monto asciende a S/ 221.95.

Tabla 5.11

Costos del Trabajo Estándar

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo total
Estante de metal	S/ 189.90	1		S/ 189.90
Costo del operario de producción	S/ 4.01	1	8.0	S/ 32.05
Total				S/ 221.95

Nota. Elaboración propia

5.2.6. Resumen de los costos

En ese sentido, por medio de la Tabla 5.12 se exhibe una síntesis del monto de los costos de los cuales se necesitaría para la implementación y sostenimiento de la propuesta de mejora, basada en Lean Manufacturing respecto a sus herramientas, el cual asciende a S/ 23,693.57.

Tabla 5.12

Costos propuestos

Descripción	Monto
Inversión inicial	S/ 23,693.57
Inversión mensual	S/ 2,288.70
Auditorías cuatrimestrales	S/ 172.76
Capacitación cuatrimestral	S/ 95.09

Nota. Elaboración propia

5.3. Tasa de descuento WACC

El WACC es una de las tasas de descuento, del cual sirve para evaluar proyectos de inversión. Para este estudio, se tuvo en cuenta que los costos son avalados por fondos propios de la empresa.

El cálculo del WACC se determinó en la Tabla 5.13, el cual asciende a 12.2%, considerando los datos obtenidos de instituciones reconocidas y la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Ke = Rf + \beta(Rm - Rf) + \text{Riesgo país}$$

Tabla 5.13*Cálculo del costo de oportunidad*

WACC	
Tasa libre de riesgo (Rf)	4.2%
Beta (B)	0.78
Prima por riesgo del mercado (Rm-Rf)	1.4%
Rendimiento esperado en el mercado (Rm)	5.5%
Riesgo país	6.9%
WACC	12.2%

Nota. Elaboración propia**5.4. Flujo de caja**

A través de este punto, se proyecta a un periodo de 12 meses, con una inflación promedio de 0.16% mensual en los ingresos e inversión mensual.

En la Tabla 5.24 se observa que la inversión inicial asciende a S/23,693.57, la inversión, posterior a la mejora, tendría un valor de S/ 2,288.70 con un incremento mensual de acuerdo a la inflación, añadiendo el monto de las auditorías y capacitación cuatrimestral; asimismo, se presenta los ahorros económicos de la propuesta, cuyo monto asciende a S/ 17,979.18 con un incremento mensual de acuerdo a la inflación.

Con todos estos datos, se obtuvo un VAN de S/ 72,935.25, que al ser mayor a 0 indica que la inversión generará beneficios y existirá una fluidez en la movilización del dinero. Con respecto al TIR (66%), el proyecto es viable, ya que es mayor al WACC (12.2%). Además de ello, se muestra un beneficio-costo de 2.9, lo que señala que por cada unidad monetaria (sol) invertida se gana 2.9 soles.

Sintetizando ello, logra ser viable el proyecto y asegura que la empresa obtendrá beneficios significativos con la propuesta de mejora.

Tabla 5.14

Flujo de caja mensual

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/ 17,979.18	S/ 18,007.22	S/ 18,035.32	S/ 18,063.45	S/ 18,091.63	S/ 18,119.85	S/ 18,148.12	S/ 18,176.43	S/ 18,204.79	S/ 18,233.19	S/ 18,261.63	S/ 18,290.12
Poka Yoke		S/ 2,158.21	S/ 2,161.57	S/ 2,164.95	S/ 2,168.32	S/ 2,171.71	S/ 2,175.09	S/ 2,178.49	S/ 2,181.88	S/ 2,185.29	S/ 2,188.70	S/ 2,192.11	S/ 2,195.53
TPM: Mantenimiento autónomo y Mantenimiento Planificado		S/ 12,234.90	S/ 12,253.99	S/ 12,273.11	S/ 12,292.25	S/ 12,311.43	S/ 12,330.63	S/ 12,349.87	S/ 12,369.14	S/ 12,388.43	S/ 12,407.76	S/ 12,427.11	S/ 12,446.50
Metodología 5s		S/ 2,138.66	S/ 2,142.00	S/ 2,145.34	S/ 2,148.69	S/ 2,152.04	S/ 2,155.40	S/ 2,158.76	S/ 2,162.13	S/ 2,165.50	S/ 2,168.88	S/ 2,172.26	S/ 2,175.65
SMED		S/ 1,374.13	S/ 1,376.28	S/ 1,378.43	S/ 1,380.58	S/ 1,382.73	S/ 1,384.89	S/ 1,387.05	S/ 1,389.21	S/ 1,391.38	S/ 1,393.55	S/ 1,395.72	S/ 1,397.90
Trabajo estándar		S/ 73.27	S/ 73.38	S/ 73.50	S/ 73.61	S/ 73.73	S/ 73.84	S/ 73.96	S/ 74.07	S/ 74.19	S/ 74.30	S/ 74.42	S/ 74.54
Costos	S/ 23,693.57	S/ 2,288.70	S/ 2,292.28	S/ 2,563.69	S/ 2,299.43	S/ 2,303.02	S/ 2,306.61	S/ 2,578.05	S/ 2,313.81	S/ 2,317.42	S/ 2,321.04	S/ 2,592.50	S/ 2,328.29
Inversión	S/ 23,693.57	S/ 2,288.70	S/ 2,292.28	S/ 2,295.85	S/ 2,299.43	S/ 2,303.02	S/ 2,306.61	S/ 2,310.21	S/ 2,313.81	S/ 2,317.42	S/ 2,321.04	S/ 2,324.66	S/ 2,328.29
Auditorías				S/ 172.76				S/ 172.76				S/ 172.76	
Capacitación				S/ 95.09				S/ 95.09				S/ 95.09	
Flujo de caja económico	-S/ 23,693.57	S/ 15,690.47	S/ 15,714.95	S/ 15,471.62	S/ 15,764.02	S/ 15,788.61	S/ 15,813.24	S/ 15,570.07	S/ 15,862.62	S/ 15,887.36	S/ 15,912.15	S/ 15,669.13	S/ 15,961.83
Utilidad acumulada económica	-S/ 23,693.57	-S/ 8,003.10	S/ 7,711.85	S/ 23,183.48	S/ 38,947.50	S/ 54,736.11	S/ 70,549.35	S/ 86,119.41	S/ 101,982.03	S/ 117,869.39	S/ 133,781.54	S/ 149,450.66	S/ 165,412.50
WACC	12.2%												
VAN	S/ 72,935.25												
TIR	66%												
B/C	2.9												

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluye lo siguiente:

- La línea de producción con mayores ventas (33.4%) en la empresa es la familia de limpieza, siendo el producto más representativo la batea Arca de Noé con el 41.9% de las ventas, donde se identificó que los principales problemas son los tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz, alto porcentaje de mermas, paradas de la máquina inyectora, ambiente desorganizado en la zona de inspección y en la zona de embalado.
- Las herramientas Lean Manufacturing se contemplaron dentro de la propuesta de mejora, haciendo inclusión de: Metodología 5s, TPM: Mantenimiento Planificado y Mantenimiento autónomo, Poka Yoke, SMED y Trabajo Estándar.
- La propuesta Poka Yoke redujo la producción mensual de mermas en 224.5 kg; la propuesta TPM mejoró la eficiencia general de la máquina inyectora en un 8%; la propuesta 5s redujo los tiempos improductivos mensuales en la zona de montaje y desmontaje en 7 min y en la zona de embalado en 64 min, asimismo, redujo el tiempo de ejecución del rebarbeado en 10 650 min; la propuesta SMED redujo el tiempo de montaje y desmontaje de matriz en 138 min y la propuesta de Trabajo Estándar redujo el tiempo de ejecución del embalado en 1016 min mensuales.
- La propuesta de mejora incrementó con alrededor del 6% la productividad, pasando de 38.5 unidades/HH trabajada a 40.8 unidad/HH trabajada; asimismo, redujo el porcentaje de mermas en un 1.4%, pasando de 7% (1575.1 kg) a 5.6% (1315.8 kg).
- La propuesta de mejora señala beneficios económicos de S/ 17,979.18 y costos de S/ 26,250.11, indicando que el proyecto es rentable al tener un VAN de S/ 72,935.25 mayor a 0, un TIR de 66% mayor al WACC de 12.2% y un B/C de 2.9.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

- Implementar y monitorear la instauración de la propuesta de mejora en la producción de batea Arca de Noé con la finalidad de verificar si el impacto técnico y económico propuesto es cercano a lo establecido en la investigación.
- Ejecutar la propuesta de mejora, basadas en las herramientas Lean, y analizar su alcance y repercusión sobre las otras líneas de producción presentes en la empresa, a razón de mejorar la productividad global y rentabilidad de ésta.
- Realizar las auditorías internas y añadir una auditoría externa, al menos 1 vez al año, para conocer si realmente se aplica de manera efectiva las herramientas de mejora.
- Contar con el apoyo constante de la alta gerencia al ser implementada la propuesta de mejora con la finalidad de asegurar su cumplimiento correcto y efectivo.
- Aplicar estrategias de mejora continua como base al ser instaurada la propuesta de mejora a razón de que sea sostenible en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aditya, P., Mahesh, V., & Chandrakant, S. (2021). Aplicación del mapeo del flujo de valor para mejorar la productividad reduciendo el tiempo de entrega de fabricación en una empresa manufacturera: un estudio de caso. *Journal of Applied Research and Technology*, 19(1), 11-22. <https://bitly.ws/3fMcv>
- Anaya, J. (2020). *Propuesta de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad de la mano de obra en la producción de libros en una imprenta*, Lima 2020. [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://bitly.ws/3fMcx>
- Andrade, A., Del Río, C., & Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información Tecnológica*, 30(3), 83-94. <https://bitly.ws/34HyF>
- Arroyo, J. (2019). *Optimización De La Producción De Polímeros Usando Herramienta Pokayoke Del Lean Manufacturing Para Introducir Herramienta Tpm*. [Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte]. <https://bitly.ws/3fMcC>
- Asociación Española para la Calidad. (2020). *5 POR QUÉ*. <https://bitly.ws/3fMci>
- Avila, K., & Castro, S. (2022). *Implementación de la metodología SMED para mejorar la productividad del proceso de fabricación de tapas de plástico en la empresa ASAPLAST EIRL*. [Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte]. <https://bitly.ws/3fMcE>
- Basilio, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 26(1), 13-21. <https://bitly.ws/3fMcF>
- Botero, L. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT. <https://bitly.ws/3fMcI>
- BSG Institute. (2023). *Curso Mantenimiento Autónomo*. <https://bitly.ws/3fMcR>

- Camacho, W., & Lucano, E. (2019). *Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) en plantas de tratamiento: una revisión de la literatura científica*. [Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte]. <https://bitly.ws/3fMcK>
- Carvajal, V. (2021). Alternativas de producción más limpias para la destilería "Puro Puyo", Pastaza, Ecuador. *I+D Tecnológico*, 17(1), 1-13. <https://bitly.ws/3fMcM>
- Cedonio, W., Hinostroza, J., Huamaní, M., & Pizarro, E. (2021). *Propuesta de implementación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de preformas PET en el proceso de inyección de la empresa DAMAR G&L S.A.C, en la ciudad de Lima*. [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://bitly.ws/3fMcS>
- Coello, R. (2022). *Propuesta de mejora bajo la metodología 5'S en los procesos operativos en el área de almacenamiento de una empresa de confitería de la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://bitly.ws/3fMcU>
- Condori, J. (2019). *Propuesta de Mejora de la Producción Aplicando Herramientas de Manufactura Esbelta en la Planta Embotelladora HDA CORP S.A.C Periodo 2018*. [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://bitly.ws/3fMcY>
- Daza, D. (2021). *Diseño de una propuesta para mejorar el proceso productivo en la empresa manufacturas para cereales S.A. mediante herramientas lean manufacturing*. [Tesis de titulación, Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. <https://bitly.ws/3fMd7>
- De Diego, A. (2022). *Diseño y organización del almacén*. Ediciones Paraninfo, S.A. <https://bitly.ws/3fMda>
- García, S., Mera, E., Debón, A., Bustamante, I., & Álvarez, I. (2020). Aplicación de gráficos de control para detectar anomalías en la mortalidad de niños en Ecuador. *Papeles de Población*, 1(104), 81-100. <https://bitly.ws/3fMdi>
- Gia, P., & Ortega, J. (2022). Implementación del sistema de gestión 5S de calidad en el taller Servicar. *Polo De Capacitación, Investigación Y Publicación*, 7(1), 14-35. <https://bitly.ws/3fMdk>

- Gonzales, D., & Idrovo, D. (2022). *Implementación de la metodología SMED y detección de cuellos de botella del proceso de reenvasado para la mejora de la productividad de una empresa comercializadora de productos agroindustriales*. [Tesis de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://bitly.ws/3fMdp>
- Habib, M., Rizván, R., & Shamsuddin, A. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17(1), 1 - 14. <https://bitly.ws/3fMdt>
- Hernández, C., Villagrana, R., Cruz, K., & Caamal, A. (2023). Aplicación de la metodología 5S en un almacén para mejora en una industria azucarera. *Digital Publisher CEIT*, 8(1), 317-327. <https://bitly.ws/3fMdz>
- Hulbner, D., Pedrini, R., & Marinho, S. (2022). THE DREAM THAT CAME TRUE AND THE NEED TO CONTINUOUSLY IMPROVE PRODUCTION PROCESSES. *Alcance*, 29(3), 295-314. <https://bitly.ws/3fMdI>
- Inga, K., Coyla, S., & Montoya, G. (2022). Metodología 5S: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(1), 41-63. <https://bitly.ws/3fMdP>
- Kazancoglu, Y., Ekinci, E., Ozen, Y., & Pala, M. (2021). REDUCING FOOD WASTE THROUGH LEAN AND SUSTAINABLE OPERATIONS: A CASE STUDY FROM THE POULTRY INDUSTRY. *Revista de Administração de Empresas*, 61(5), 1-18. <https://bitly.ws/3fMdS>
- Kistler. (10 de julio de 2020). *infoPLC*. Monitorización del proceso de inyección a través de la presión en cavidad: <https://bitly.ws/3fMdU>
- Lean Solutions. (2022). *AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla*. <https://bitly.ws/3fMcp>
- López, J., Gómez, J., & Agudelo, S. (2021). Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. *Revista CEA*, 7(15), 1-26. <https://bitly.ws/3fMdV>
- Maldonado, M. (2021). *Propuesta para la disminución del indicador de merma en inventario de pr entario de producto tercerizado en la empr cerizado en la empresa Decor esa Decoraciones acciones David's S.A.S utilizando herramientas*

de la metodología Lean Six Sigma. [Tesis de titulación, Universidad de La Salle].
<https://bitly.ws/3fMdY>

Malindzakova, M., Malindzak, D., & Garaj, P. (2021). Implementation of the Single Minute Exchange of Dies method for reducing changeover time in a hygiene production company. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(4), 243-252. <https://bitly.ws/3fMe6>

Miranda, F., & Ortega, A. (2019). *Implementación De La Metodologia SMED En La Empresa Cartonera Panasa Para Minimizar Los Tiempos De Montaje En La Linea De Producción*. [Tesis de titulación, Universidad Estatal de Milagro].
<https://bitly.ws/3fMea>

Moran, B., & Chávez, Y. (2022). Metodología 5S como herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *AlfaPublicaciones*, 4(1.1), 358-371.
<https://bitly.ws/3fMee>

Moreira, O. (2022). *Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad Guayaquil*. [Tesis de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://bitly.ws/3fMef>

Muñoz, J., Balón, I., Reyes, F., & Muyulema, J. (2022). Manufactura esbelta para eliminación de desperdicios. *Digital Publisher CEIT*, 7(4-2), 483-495.
<https://bitly.ws/3fMen>

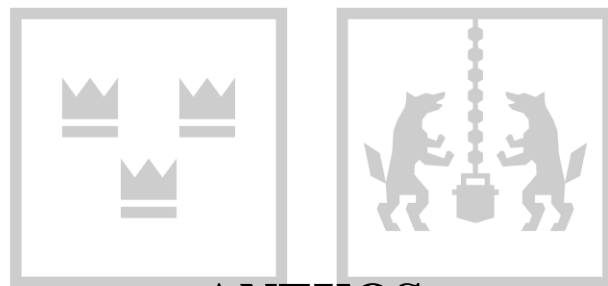
Olivares, A., Salas, F., & Gil, E. (2023). Caso de aplicación: herramienta Poka Yoke en la micro y pequeña empresa Bohemian Brew Peru. *Ingeniería Industrial*, 54(1), 1-20. <https://bitly.ws/3fMeo>

Ortiz, J., Salas, J., Huayanay, L., Manrique, R., & Sobrado, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antíflema de Lima - Perú. *Industrial Data*, 25(1), 103-135. <https://bitly.ws/3fMep>

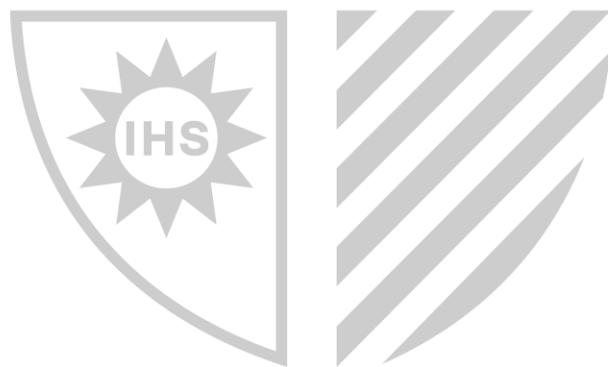
Patiño, J., & Hernández, W. (2022). *Implementación De La metodología SMED Para La reducción De Los Tiempos De Cambio De Molde En Maquina Inyectora De Preforma Cali, Colombia*. [Tesis de titulación, Institución Universitaria Antonio José Camacho]. <https://bitly.ws/3fMer>

- Pérez, R. (2019). *Propuesta de un plan de mejora de productividad para una línea de envasado de productos dermatológicos*. [Tesis de titulación, Universidad Técnica Federico Santa María]. <https://bitly.ws/3fMes>
- Proenca, A., Gaspar, P., & Lima, T. (2022). Lean Optimization Techniques for Improvement of Production Flows and Logistics Management: The Case Study of a Fruits Distribution Center. *Processes*, 10(1), 1-22. <https://bitly.ws/3fMet>
- Quezada, J. (2021). *Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Para Las Máquinas De La Empresa Planhofa C.A. Mediante El Mantenimiento Productivo Total (Tpm)*. [Tesis de titulación, Universidad Técnica de Ambato]. <https://bitly.ws/3fMev>
- Quijia, J., Guevara, C., & Ramírez, J. (2021). Determinantes de la Productividad Laboral para las Empresas Ecuatorianas en el Periodo 2009-2014. *Revista Politécnica*, 47(1), 17-26. <https://bitly.ws/34HXX>
- Rahmanasari, W., Sutopo, W., & Rohani, J. (2021). Implementation of Lean Manufacturing Process to Reduce Waste: A Case Study. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1(1), 1-9. <https://bitly.ws/3fMey>
- Ramírez, G., Magaña, D., & Ojeda, R. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 7(20), 189-208. <https://bitly.ws/34HYm>
- Ramos, K., & Rodríguez, D. (2022). Aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de elaboración de snacks. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1(1), 1-7. <https://bitly.ws/3fMeG>
- Requena, D. (2019). *Propuesta de mejora de procesos en la fabricación de marcos en una empresa de manufactura*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://bitly.ws/3fMeI>
- Rivas, R., Roy, I., Pérez, M., Berea, R., Moreno, J., Moreno, M., . . . Ureña, K. (2021). Pertinencia e impertinencia de los gráficos en la investigación clínica. *Revista alergia México*, 67(4), 381-396. <https://bitly.ws/3fMeN>
- RJG Mold Smart. (2024). *Técnicas avanzadas para estrategias de procesamiento diario*. <https://bitly.ws/3fMcU>

- Rodriguez, M. (2020). *Propuesta De Implementación De Herramientas De Mejora Continua En La Empresa De Calzado Yolis Import & Export Eirl Para Mejorar Su Productividad*. [Tesis de titulación, Universidad Católica de Santa Maria]. <https://bitly.ws/3fMeQ>
- Salaman, E., & Zarate, M. (2021). *Implementación de herramientas de mejora continua basada en técnicas de lean manufacturing para optimizar a gestión de inventarios en la empresa “AGROVET EL JEFE”, en la ciudad de Huancayo, el año 2020*. [Tesis de titulación, Universidad Continental]. <https://bitly.ws/3fMeT>
- Silva, M., Oliveira, A., Da Fonseca, G., Henrique, C., Da Silva, R., & Silva, R. (2022). Analysis of the Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology in an Agroindustry through Action Research. *Machines*, 10(5), 1-15. <https://bitly.ws/3fMeV>
- Sukhpreet, S., Ashish, A., Deepak, S., Vishnu, S., Abhinav, K., & Seepana, P. (2022). Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry. *Inventions*, 7(4), 1-15. <https://bitly.ws/3fMeW>
- Sundararajan, N., & Terkar, R. (2022). Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. *Materials Today: Proceedings*, 61(1), 121-130. <https://bitly.ws/3fMeY>
- Ticona, H. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso de reparación de averías en enlaces de comunicaciones. *Industrial Data*, 25(1), 205-228. <https://bitly.ws/3fMf2>
- Valdez, K. (2021). *Reducción de tiempos de cambio de herramientas mediante la implementación de SMED en una fábrica automotriz*. [Tesis de titulación, Universidad de Sonora]. <https://bitly.ws/3fMf6>
- Vargas, E., & Camero, J. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Ind. data*, 24(2), 249-271. <https://bitly.ws/3fMf9>



ANEXOS



ANEXO N° 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Independiente: Lean Manufacturing	Es una filosofía organizacional, la cual tiene como objetivo mejorar y optimizar cualquier sistema productivo, identificando los puntos críticos que generan desperdicios para que a través del uso de herramientas se logren reducir (Vargas & Camero, 2021).	Las herramientas Lean utilizadas se enfocan en la reducción de actividades que no agregan valor en producción, para lo cual se utilizó la metodología 5s, TPM, Poka Yoke y SMED.	Metodología 5s	$\text{Nivel de cumplimiento 5s} = \frac{\text{Puntaje obtenido 5s}}{\text{Puntaje máximo}} \times 100$	Razón
			SMED	$\text{Reducción setup (min)} = \text{Tiempo setup inicial} - \text{Tiempo setup final}$	Razón
			TPM	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	Razón
				$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} \times 100$	
				$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción buena}}{\text{Producción real}} \times 100$	
				$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$	
Poka Yoke	$\% \text{ Defectos} = \frac{\text{Producción defectuosa (rebabas)}}{\text{Producción no conforme}} \times 100$	Razón			
Dependiente 1: Desperdicios	Se considera a todo lo que no contribuye a la rentabilidad (Muñoz et al., (2022)	Los desperdicios fueron medidos en base a las mermas identificadas en todo el proceso.	Mermas	$\% \text{ Merma} = \frac{\text{Producción no conforme}}{\text{Producción real}} \times 100$	Razón
Dependiente 2: Productividad	Capacidad de producción en función a los recursos utilizados (Quijia et al., (2021)	La medición de la productividad se enfocó en el recurso de mano de obra	Productividad de mano de obra	$P.MO = \frac{\text{Producción total}}{\text{Horas hombre}}$	Razón

ANEXO N° 2. MÁQUINAS Y EQUIPOS.

Inyectora Chen Hsong 1400 TN



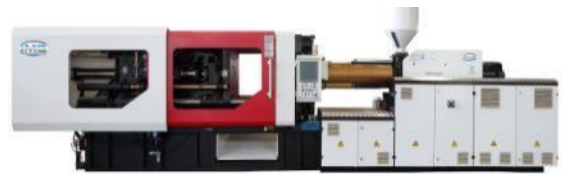
Borche 800 TN



Inyectora Jon Wai 500 TN



Inyectora Insoexca 400 TN



Inyectora Bestontech 220 TN



Inyectora Haitian 208 TN



Inyectora Bestontech 160 TN



Inyectora Haitian 160 TN



Inyectora Chen Hsong 220 TN



Sopladora Manual



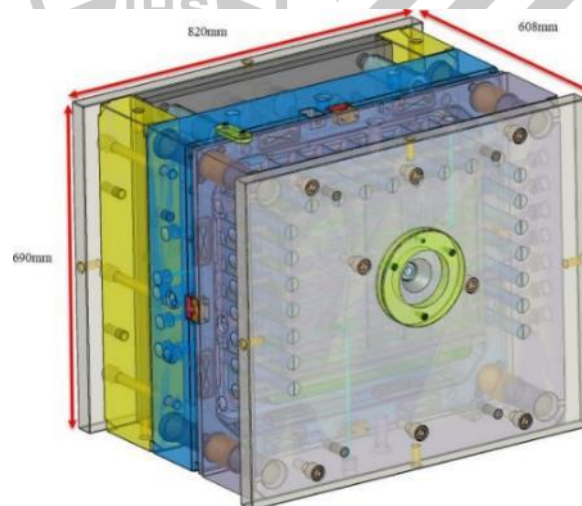
Chiller Industrial

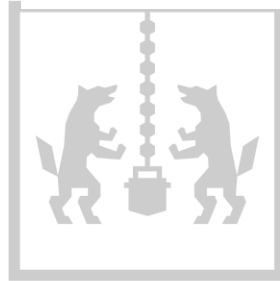
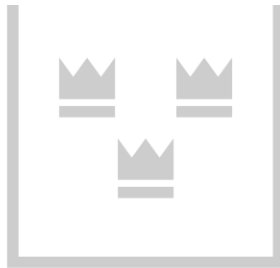
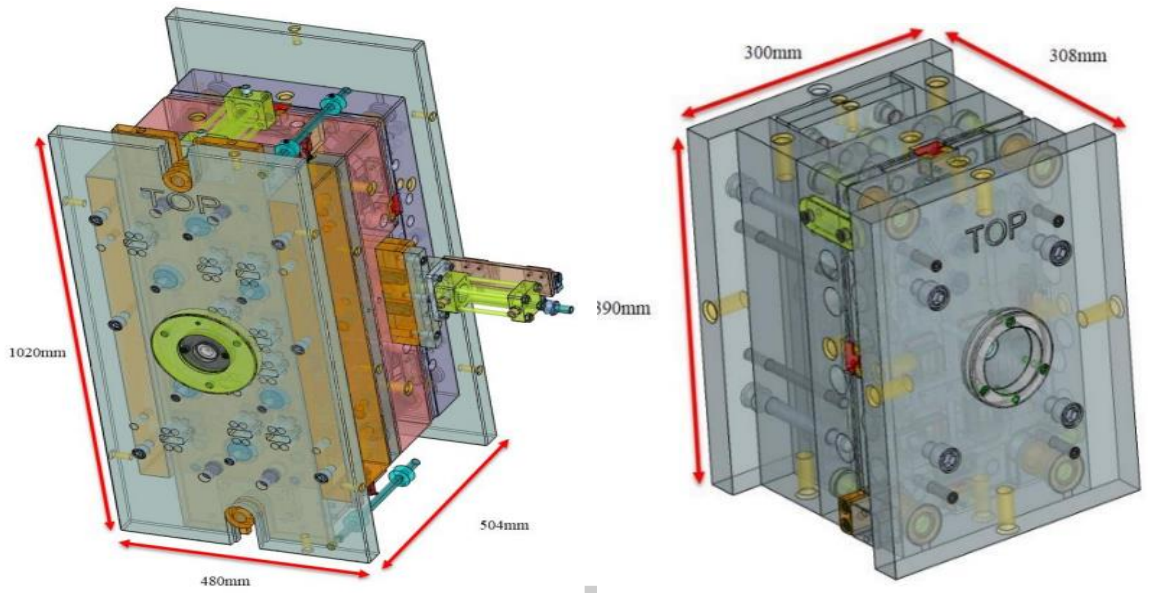


Trituradora de plástico



Moldes de inyección de plástico





ANEXO N° 3: ANÁLISIS DE LAS CAUSAS RAÍZ

Problema 4: Tiempos altos en el desmontaje y montaje de la matriz

N°	Causas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntaje
C1	Manipulación inadecuada del molde	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C2	Falta de supervisión	3	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	0	8
C3	Máquina de carga ineficiente	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C4	Demora en las actividades de sujeción y conexión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C5	Utilización de herramientas inadecuadas	1	0	1	5	0	0	0	0	0	3	0	0	10
C6	Distribución ineficiente de conexiones	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
C7	Herramientas difíciles de ubicar	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C8	Falta de organización y clasificación	0	0	0	5	1	0	5	0	0	5	0	0	16
C9	Distribución inadecuada de las zonas de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
C10	Actividades no productivas	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C11	Falta de mantenimiento	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

(0): No tiene influencia, (1) Influencia baja, (2) Influencia media, (3) Influencia alta

N°	Causas	Puntaje	%	% Acumulado	Pareto
C8	Falta de organización y clasificación	16	28.6%	28.6%	
C5	Utilización de herramientas inadecuadas	10	17.9%	46.4%	
C2	Falta de supervisión	8	14.3%	60.7%	20%
C10	Actividades no productivas	6	10.7%	71.4%	
C6	Distribución ineficiente de conexiones	5	8.9%	80.4%	
C11	Falta de mantenimiento	3	5.4%	85.7%	
C7	Herramientas difíciles de ubicar	3	5.4%	91.1%	
C9	Distribución inadecuada de las zonas de trabajo	3	5.4%	96.4%	80%
C1	Manipulación inadecuada del molde	1	1.8%	98.2%	
C3	Máquina de carga ineficiente	1	1.8%	100.0%	
C4	Demora en las actividades de sujeción y conexión	0	0.0%	100.0%	
Total		56	100.0%		

Problema 5: Alto porcentaje de mermas

N°	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Puntaje
C1	Ajustes inadecuados en la máquina	5	0	5	0	5	3	5	0	18
C2	Ausencia de estándares básicos de calibración y verificación	5	5	0	5	0	3	0	0	18
C3	Fallas en la máquina inyectora	0	0	5	0	5	0	0	0	5
C4	Falta de mantenimiento preventivo	3	3	5	5	0	5	0	0	21
C5	Presencia defectos en la pieza	0	0	0	0	5	0	0	0	0
C6	Baja fuerza de cierre	0	0	0	0	5	5	0	0	5
C7	Deterioro de los componentes de la máquina	0	0	3	0	0	0	5	0	3
C8	Repuestos de baja calidad	0	0	0	0	0	0	5	5	5

(0): No tiene influencia, (1) Influencia baja, (2) Influencia media, (3) Influencia alta

N°	Causas	Puntaje	%	% Acumulado	Pareto
C4	Falta de mantenimiento preventivo	21	28.0%	28.0%	
C1	Ajustes inadecuados en la máquina	18	24.0%	52.0%	20%
C2	Ausencia de estándares básicos de calibración y verificación	18	24.0%	76.0%	
C3	Fallas en la máquina inyectora	5	6.7%	82.7%	
C6	Baja fuerza de cierre	5	6.7%	89.3%	
C8	Repuestos de baja calidad	5	6.7%	96.0%	80%
C7	Deterioro de los componentes de la máquina	3	4.0%	100.0%	
C5	Presencia defectos en la pieza	0	0.0%	100.0%	
Total		75	100.0%		

Problema 6: Paradas en la máquina inyectora

N°	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Puntaje
C1	Monitoreo deficiente de las fallas en los sistemas	5	0	5	3	0	0	5	0	13
C2	Falta de análisis de criticidad de las fallas	5	5	0	0	0	0	0	0	5
C3	Fallas en la máquina inyectora	0	0	5	0	0	0	0	0	0
C4	Falta de mantenimiento preventivo	0	5	5	5	3	3	5	0	21
C5	Limpieza inadecuada de los componentes externos	0	0	1	0	5	0	3	0	4
C6	Ausencia de procedimiento de limpieza	0	0	0	0	5	5	5	0	10

C7	Deterioro de los componentes de la máquina	0	0	3	0	0	0	0	3
C8	Repuestos de baja calidad	0	0	0	0	0	0	5	5

(0): No tiene influencia, (1) Influencia baja, (2) Influencia media, (3) Influencia alta

N°	Causas	Puntaje	%	% Acumulado	Pareto
C4	Falta de mantenimiento preventivo	21	34.4%	34.4%	
C1	Monitoreo deficiente de las fallas en los sistemas	13	21.3%	55.7%	20%
C6	Ausencia de procedimiento de limpieza	10	16.4%	72.1%	
C2	Falta de análisis de criticidad de las fallas	5	8.2%	80.3%	
C8	Repuestos de baja calidad	5	8.2%	88.5%	
C5	Limpieza inadecuada de los componentes externos	4	6.6%	95.1%	80%
C7	Deterioro de los componentes de la máquina	3	4.9%	100.0%	
C3	Fallas en la máquina inyectora	0	0.0%	100.0%	
Total		61	100.0%		

Problema 7: Ambiente desorganizado en la zona de inspección

N°	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Puntaje
C1	Generación de desperdicios del rebabeado	0	0	0	5	0	0	0	0	5
C2	Baja fuerza de cierre de la máquina inyectora	5	0	0	5	0	0	0	0	10
C3	Espacio reducido de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C4	Ineficiente distribución de áreas	0	0	3	0	0	0	0	0	3
C5	Falta de orden y limpieza	0	0	3	0	0	0	0	0	3
C6	Ausencia de un programa de limpieza frecuente	0	0	3	0	5	3	0	0	11
C7	Insuficientes e inadecuados materiales de limpieza	0	0	0	0	1	0	0	0	1
C8	Falta de supervisión	0	0	0	0	0	1	3	0	4

(0): No tiene influencia, (1) Influencia baja, (2) Influencia media, (3) Influencia alta

N°	Causas	Puntaje	%	% Acumulado	Pareto
C6	Ausencia de un programa de limpieza frecuente	11	29.7%	29.7%	
C2	Baja fuerza de cierre de la máquina inyectora	10	27.0%	56.8%	20%
C1	Generación de desperdicios del rebabeado	5	13.5%	70.3%	
C8	Falta de supervisión	4	10.8%	81.1%	
C4	Ineficiente distribución de áreas	3	8.1%	89.2%	
C5	Falta de orden y limpieza	3	8.1%	97.3%	80%
C7	Insuficientes e inadecuados materiales de limpieza	1	2.7%	100.0%	
C3	Espacio reducido de trabajo	0	0.0%	100.0%	
Total		37	100.0%		

Problema 9: Ambiente desorganizado en la zona de embalado

N°	Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Puntaje
C1	Corte incorrecto de las mangas de plástico y rafias	0	0	5	5	0	0	0	10
C2	Falta de estandarización de las medidas de corte	5	0	5	5	0	0	3	18
C3	Alta cantidad de desperdicios	0	0	5	5	0	0	0	5
C4	Falta de limpieza y orden	0	0	0	0	0	0	0	0
C5	Ausencia de un programa de limpieza frecuente	0	0	5	5	0	3	0	13
C6	Insuficientes e inadecuados materiales de limpieza	0	0	0	1	0	0	0	1
C7	Falta de supervisión	3	0	0	0	0	3	0	6

(0): No tiene influencia, (1) Influencia baja, (2) Influencia media, (3) Influencia alta

N°	Causas	Puntaje	%	% Acumulado	Pareto
C2	Falta de estandarización de las medidas de corte	18	34.0%	34.0%	
C5	Ausencia de un programa de limpieza frecuente	13	24.5%	58.5%	20%
C1	Corte incorrecto de las mangas de plástico y rafias	10	18.9%	77.4%	
C7	Falta de supervisión	6	11.3%	88.7%	
C3	Alta cantidad de desperdicios	5	9.4%	98.1%	80%
C6	Insuficientes e inadecuados materiales de limpieza	1	1.9%	100.0%	
C4	Falta de limpieza y orden	0	0.0%	100.0%	
Total		53	100.0%		

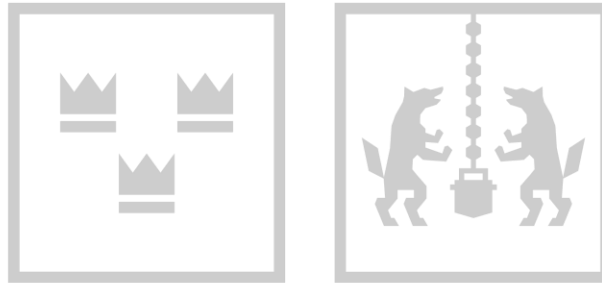
ANEXO N° 4. ANÁLISIS AMEF Y NPR

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Critico Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Critico Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2
9			1 en 3
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8
7			1 en 20
6	Moderada	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80
5			1 en 400
4			1 en 2,000
3	Baja	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000
2			1 en 150,000
1	Remota	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

ATRIBUTO DE PRIORIDAD	NIVEL DE NPR
Riesgo de falla ALTO	500-1000
Riesgo de falla MEDIO	125-499
Riesgo de falla BAJO	1-124
No existe riesgo de falla	0

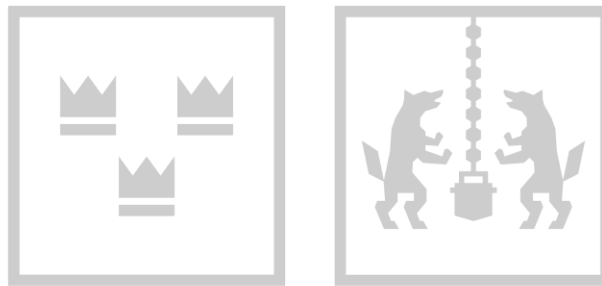


ANEXO N° 5. CHECKLIST DE AUDITORÍA 5S

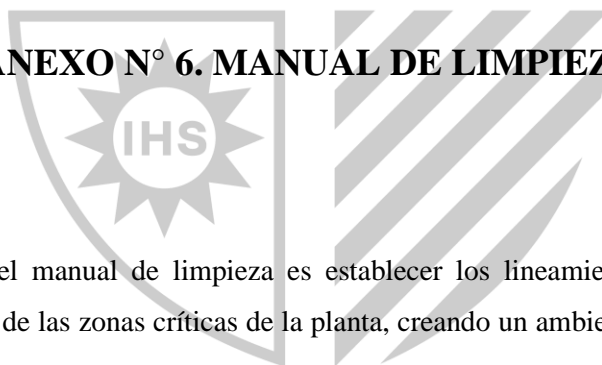
CHECKLIST DE AUDITORÍA 5S				
Responsable:	Jefe de producción	Fecha:	7/10/2023	
Instrucciones:	De acuerdo a lo evaluado, colocar: - 1 (sistema existe, pero sin uso) - 2 (sistema existe, los trabajadores conocer, pero no se aplica) - 3 (sistema existe, pero no se aplica efectivamente) - 4 (sistema existe, se aplica efectivamente, pero no se mantiene) - 5 (sistema existe, es usado y mantenido efectivamente)			
N°	Categoría: Seiri	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
1	Sin exceso de desorden	2	2	2
2	Solo las herramientas de trabajo requeridas se encuentran en el área de trabajo	3	2	1
3	Solo materiales requeridos se encuentran en el área de trabajo	2	2	1
4	Los equipos de protección personal están en su lugar	3	2	2
5	El área está libre de riesgos de resbalones/caídas/tropezones/golpes	2	1	1
Puntaje promedio		2.4	1.8	1.4
N°	Categoría: Seiton	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
6	La ubicación de las herramientas y equipos está claramente marcado y etiquetado	1	1	1
7	Los elementos de uso frecuente están al alcance de la mano en el área de trabajo	2	1	1

8	Todos los elementos en exceso se almacenan correctamente y fuera del camino	1	1	1
9	Los pasillos están despejados y bien señalizados	2	1	1
10	Existen controles visuales	1	1	1
Puntaje promedio		1.4	1	1
N°	Categoría: Seiso	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
11	Todo en el lugar de trabajo es como nuevo	1	1	1
12	Sin polvo ni suciedad en todas partes	2	2	2
13	Los contenedores se vacían y limpian con frecuencia según sea necesario	2	2	2
14	Todo el equipo de limpieza se almacena correctamente y está fácilmente disponible	2	2	2
Puntaje promedio		1.8	1.8	1.8
N°	Categoría: Seiketsu	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
15	El checklist de auditoría 5s está disponible y se aplica	1	1	1
16	Los resultados de la auditoría previa son publicados en el área	1	1	1
17	La última auditoría 5s se realizó hace menos de 3 meses	1	1	1
18	Todos los gráficos y métricas del área se encuentran actualizados	1	1	1
Puntaje promedio		1	1	1
N°	Categoría: Shitsuke	Zona de montaje y desmontaje	Zona de inspección	Zona de embalado
19	Todos los miembros han participado en al menos 1 auditoría de las últimas 3	1	1	1
20	Tiempo y recursos son brindados para el cumplimiento de las actividades de las 5s en el área	1	1	1
Puntaje promedio		1	1	1
Puntaje total promedio (puntos)		1.5	1.3	1.2
Puntaje total promedio (porcentaje)		30%	26%	25%

Nota. Adaptado de “Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles” por Sundararajan y Terkar, (2022), *Materials Today: Proceedings*, 61(1).



ANEXO N° 6. MANUAL DE LIMPIEZA



I. OBJETIVO

El propósito del manual de limpieza es establecer los lineamientos para el adecuado mantenimiento de las zonas críticas de la planta, creando un ambiente higiénico, seguro y agradable estéticamente.

II. ALCANCE

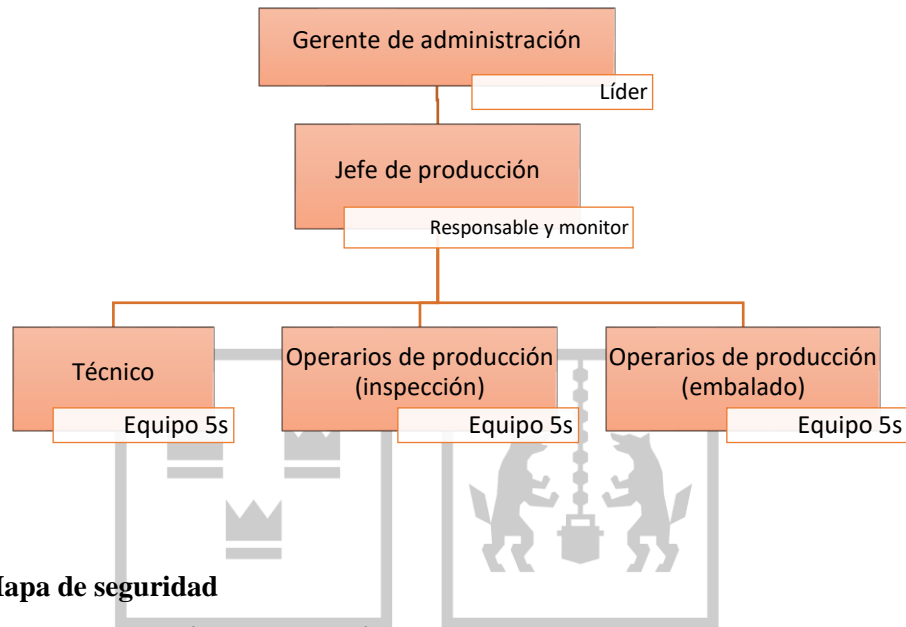
El alcance de este documento se extiende a los operarios de producción que permanentemente realizan sus funciones en las distintas zonas críticas de la planta: montaje y desmontaje de matriz, inspección y embalado.

III. ORGANIZACIÓN

4.1. Organigrama

- Gerente de administración: Encargado de brindar los recursos necesarios para la ejecución de la limpieza en las áreas.
- Jefe de producción: Encargado de planificar y supervisar las actividades de limpieza establecidas.

- Operarios de producción: Encargados de ejecutar las actividades de limpieza en las zonas de inspección y embalado.
- Técnico: Encargados de ejecutar las actividades de limpieza en la zona de montaje y desmontaje de matriz.



4.2. Mapa de seguridad

4.2.1. Zona de montaje y desmontaje

Dentro de esta zona, los posibles riesgos con los que se pueden enfrentar los operarios son:

- Riesgos eléctricos: Este tipo de riesgos se presenta al tener equipos eléctricos en la zona y los cables expuestos que puedan existir, lo que puede provocar electrocución.
- Riesgos mecánicos: Este tipo de riesgos se presenta en toda la zona, puesto que al tener tantos elementos en las diferentes mesas de trabajo es posible que se puedan provocar golpes o incluso cortes; además de ello, al tener claves expuestos de los equipos, pueden existir caídas o tropezones.

ZONA DE MONTAJE Y DESMONTAJE



4.2.2. Zona de inspección

Dentro de esta zona, los posibles riesgos con los que se pueden enfrentar los operarios son:

- Riesgos eléctricos: Este tipo de riesgo se presenta al tener muy cerca la máquina inyectora, que aunque pertenece a la zona de inyección, colinda con la zona de inspección.
- Riesgos mecánicos: El tener productos apilados puede sugerir un posible peligro de golpes y en la mesa de trabajo, es posible que exista peligro de corte; ya que se trabaja con cuchillas.

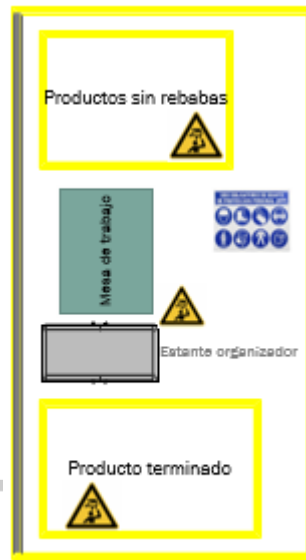


4.2.3. Zona de embalado

Dentro de esta zona, los posibles riesgos con los que se pueden enfrentar los operarios son:

- Riesgos mecánicos: El tener productos apilados puede sugerir un posible peligro de golpes, además el estante organizador y la mesa de trabajo

también puede sugerir este tipo de peligros, debido a la acumulación de materiales de embalado.



4.3. Elementos de limpieza y seguridad

4.3.1. Elementos de seguridad

Los elementos de seguridad, en su mayoría, son los de protección personal, tales como:

- Cascos de seguridad
- Guantes
- Zapatos de seguridad
- Ropa de trabajo
- Lentes de seguridad
- Mascarilla

Además, es importante que siempre coloquen *conos de seguridad* para cuando se realice el trapeado de los pisos o alguna otra actividad que no permita ingresar a otros operarios a la zona.

4.3.2. Elementos de limpieza

Los elementos de limpieza básicos son los siguientes:

- Escoba
- Recogedor
- Trapeador
- Trapo industrial
- Balde trapeador
- Desinfectante multiusos

- Lejía

I. PROCEDIMIENTO

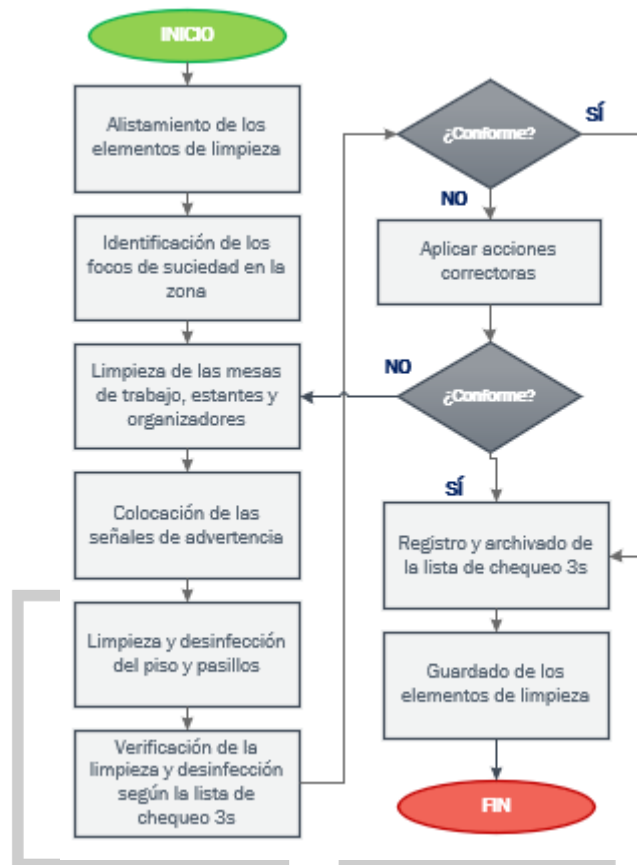
5.1. Estándares de limpieza

Los estándares generales de limpieza a considerar son los siguientes:

- Antes de comenzar a limpiar los pisos y pasillos de la zona de trabajo, se debe liberar los obstáculos que impidan el tránsito, cuidándose de las irregularidades del suelo, si en caso existiere.
- Evitar que los cables de los equipos eléctricos se atraviesen por la zona de trabajo.
- Colocar cono de seguridad y una señal de advertencia de que los pisos y pasillos están siendo desinfectados.
- Cualquier desecho identificado o generado en el transcurso de las labores deben disponerse en los tachos de basura de reciclaje.
- Respecto a los equipos eléctricos, no se debe manipular los equipos con las manos mojadas; además se debe respetar la señalización de riesgo eléctrico y no tocar instalaciones eléctricas y si éstas se muestran dañadas, avisar de manera inmediata al jefe de producción.
- No se deben tirar los cables de los equipos para desconectarlos.
- No se debe intentar arreglar y/o abrir el equipo sin haberlo desconectado.
- No introducir partes del cuerpo a lugares donde no es posible visualizar si es seguro.
- Utilizar siempre el equipo de protección personal EPP's en la zona de trabajo.
- Los estantes, organizadores y carro portaherramientas deben estar debidamente ordenados para evitar los riesgos mecánicos.
- No ocultar los extintores en las zonas de trabajo y mantener libre los pasillos de emergencia.

5.2. Diagrama de flujo

El proceso de limpieza se realizará de la siguiente manera:



5.3. Horarios, frecuencia y tiempo

- La limpieza se realizará al iniciar el turno.
- Para la organización y limpieza de las mesas de trabajo se tomarán un tiempo de 3 min para las zonas de embalado e inspección y en relación a la zona de montaje y desmontaje se realizará en 6 min. Esto debe realizarse todos los días.
- Respecto a los pisos y pasillos, se realizará semanalmente en un tiempo de 3 min.

I. ANEXOS

A. Lista de chequeo 3s

Empresa: Confitera	Área: Almacén	Evaluación	Fecha					
Lista de chequeo	Puntuación adquirida							
5S	Punto de revisión	Puntuación						
		0	1	2	3	4	5	
Seiri (Clasificar)	1. Identificación de rotación de inventario.							
	2. Clasificación de ítems.							
	3. Criterios de clasificación.							
	4. Tratamiento de elementos							
	5. Ítems necesarios							
	Puntaje total							
Seiton (Orden)	1. Áreas marcadas							
	2. Anaqueles etiquetado							
	3. Ítems ordenados de acuerdo al Inventario							
	4. Existe un lugar definido para colocar las herramientas							
	5. Productos poseen lugares definidos							
	Puntaje Total							
Seiso (Limpiar)	1. Pisos							
	2. Anaqueles							
	3. Limpieza e inspección							
	4. Responsables de limpieza.							
	5. Limpieza habitual.							
	Puntaje Total							

