



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Villegas Silva Christian Sebastian

Tutora

MSc. Guevara Arteaga Adriana Daniela

QUITO– ECUADOR
2026

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Villegas Silva Christian Sebastian, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 26 días del mes de marzo de 2026, firmo conforme:

Autor: Villegas Silva Christian Sebastian

Firma:

Número de Cédula: 1727359224

Dirección: Pichincha, Quito, La Ferroviaria, El Recreo.

Correo Electrónico: cvillegas4@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0982918735

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Integración Curricular “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS” presentado por Villegas Silva Christian Sebastian, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los lectores que se designen.

Quito, 26 de marzo del 2026

.....
MSc. Guevara Arteaga Adriana Daniela

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 26 de marzo del 2026

.....
Villegas Silva Christian Sebastian
1727359224

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 26 de marzo de 2026

.....

MSc. Ron Valenzuela Pablo Elicio
LECTOR

.....

MSc.Topón Visarrea Blanca Liliana
LECTOR

DEDICATORIA

A mi madre, mis hermanas y mi abuelita, por su apoyo constante, su paciencia y por haber sido un pilar fundamental a lo largo de este camino. Su confianza en mí fue una de las principales motivaciones para alcanzar esta meta. Los sacrificios, tanto visibles como invisibles, han contribuido a mi formación profesional y personal. Este logro también les pertenece.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica. Su respaldo ha sido fundamental para superar cada desafío y avanzar con firmeza hacia la culminación de esta etapa.

A mi tutora de tesis por su compromiso, guía constante y disposición para acompañar este proceso incluso en medio de sus múltiples responsabilidades. Su orientación fue clave para el desarrollo de este trabajo y para mi crecimiento profesional.

A los docentes que contribuyeron a mi formación, integrando conocimientos teóricos con la práctica y dejando enseñanzas valiosas para mi vida profesional.

A la empresa que permitió la realización de esta investigación y, de manera especial, al personal del área de matricería por su colaboración y aporte de información esencial para el proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DE LA TUTORA	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xix
Capítulo I.....	1
Introducción	1
Antecedentes	6
Marco Teórico	8
Moldeo por Inyección de Plásticos.....	8
Molde de Inyección de Plásticos	9
Mecanizado	9
Electro erosionado	10

Pulido	10
Mejora Continua	11
Lean Manufacturing.....	11
Desperdicios (Mudas)	11
Mapeo de Flujo de Valor (VSM).....	11
Lead Time	12
Eficiencia Operativa	12
Diagrama Causa – Efecto	13
Cinco Porques	13
Hoshin Kanri.....	14
Kanban	14
Diagrama de Pareto.....	15
Gestión por Procesos	15
Modelado y Documentación de Procesos (AS-IS y TO-BE)	16
Proceso.....	16
Mapa de Procesos	17
Catálogo de Procesos	17
Escala de Likert	17
Alfa de Cronbach.....	18
Justificación.....	18
Objetivo General	20

Objetivos Específicos	20
Capítulo II	22
Ingeniería del Proyecto	22
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa.....	22
Contexto de la Empresa	22
Área de Matricería	22
Estructura y Subáreas del Área de Matricería	23
Layout del Área	25
Mapa de Procesos de la Empresa.....	26
Macroproceso “Diseño”	27
Oportunidades de Mejora Identificadas en el “Procedimiento de Diseño” ...	27
Levantamiento del Proceso Actual – Diagrama AS-IS	29
Análisis de las Fases y Detección de Desperdicios en el proceso AS-IS	33
Análisis de Tiempos del Proceso de Fabricación de Moldes – Caso “Molde A”	37
VSM del Proceso Actual.....	49
Descripción de la Ejecución del Proceso de Fabricación de Moldes	54
Análisis de Percepción del Personal	56
Diagnóstico Final	79
Área de estudio	80
Modelo Operativo.....	81

Desarrollo del Modelo Operativo.....	82
Capítulo III.....	84
Propuesta y Resultados Esperados.....	84
Despliegue Estratégico Mediante Hoshin Kanri.....	85
Definición de la Dirección Estratégica.....	86
Estrategias, objetivos y proyectos de mejora.....	87
Catálogo de Procesos de los Macroprocesos “Diseño y Desarrollo de Productos” y “Diseño y Fabricación de Moldes”.....	91
Diseño de Sistema Kanban para Matricería.....	94
Identificación y Aplicación de Mejoras al Proceso – Diagramas TO-BE.....	95
Subproceso “Diseño de Molde”.....	96
Subproceso “Manufactura de Molde”.....	98
Mejoras en los procesos planteadas en los Diagramas TO-BE.....	99
Tiempos Establecidos para la Propuesta.....	106
VSM del proceso Futuro.....	116
Sistema de Medición y Control de la Propuesta.....	119
Indicadores.....	120
Limitaciones del Estudio.....	123
Resultados Esperados.....	124
Cronograma de Actividades.....	127
Fase 1. Preparación y alineación.....	127

Fase 2. Modelado del proceso propuesto.....	127
Fase 3. Capacitación y herramientas de gestión	127
Fase 4. Implementación piloto.....	127
Fase 5. Seguimiento y ajuste.....	127
Análisis de costos	128
CAPITULO IV.....	134
Conclusiones y Recomendaciones	134
Conclusiones.....	134
Recomendaciones	136
Bibliografía	138
ANEXOS	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis y desperdicios identificados en el diagrama AS-IS	36
Tabla 2 Tiempos recopilados del proceso de fabricación del "molde A"	39
Tabla 3 Tiempos de las fases dentro de la tarea “fabricar molde” del proyecto "molde A"	43
Tabla 4 Recopilación de tiempos del asistente de ingeniería.....	44
Tabla 5 Recopilación de tiempos del matricero	46
Tabla 6 Recopilación de tiempos de electro erosionado	48
Tabla 7 Recopilación de tiempos de pulido	48
Tabla 8 Actividades que generan y no generan valor en la fase 1. liberación del plano.....	52
Tabla 9 Actividades que generan y no generan valor en la fase 2. bosquejo de molde.....	52
Tabla 10 Actividades que generan y no generan valor en la fase 3. plano de molde	53
Tabla 11 Actividades que generan y no generan valor en la fase 5. manufactura de molde	53
Tabla 12 Valores de la pregunta ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes?	58
Tabla 13 Matriz de datos para el análisis de confiabilidad del cuestionario del taller matricería	60
Tabla 14 Valores y cálculo del Alfa de Cronbach para el cuestionario del taller	60
Tabla 15 Resultados del cuestionario aplicado al personal del taller de matricería.	61

Tabla 16 Matriz de datos para el análisis de confiabilidad del cuestionario de ingeniería.....	64
Tabla 17 Valores y cálculo del Alfa de Cronbach para el cuestionario de ingeniería.....	65
Tabla 18 Resultados del cuestionario aplicado al personal del taller de ingeniería.	66
Tabla 19 Datos del cuestionario aplicado al jefe de matricería.....	69
Tabla 20 Escala para el impacto de las causas	73
Tabla 21 Escala de dificultad de intervención o facilidad	73
Tabla 22 Rangos de interpretación.....	73
Tabla 23 Matriz de priorización de causas.....	74
Tabla 24 Porqués de la causa 3.	75
Tabla 25 Porqués de la causa 6.	76
Tabla 26 Porqués de la causa 9.	76
Tabla 27 Porqués de la causa 10.	77
Tabla 28 Porqués de la causa 12.	78
Tabla 29 Porqués de la causa 13.	78
Tabla 30 Resumen de Área de estudio	80
Tabla 31 Catálogo de procesos propuesto para el macroproceso Diseño y Desarrollo de Productos	92
Tabla 32 Catálogo de procesos propuesto para el macroproceso Diseño y Fabricación de Moldes	93
Tabla 33 Proyección de horas utilizadas para el proceso de fabricación de moldes propuesto.....	106

Tabla 34 Tiempos proyectados y redistribuidos para el asistente de ingeniería 1	110
Tabla 35 Tiempos proyectados del asistente de ingeniería 2	112
Tabla 36 Tiempos proyectados para el matricero 1	112
Tabla 37 Actividades de mecanizado del matricero 2.....	114
Tabla 38 Tiempos proyectados para el electro erosionador.....	115
Tabla 39 Tiempos proyectados para el pulidor	115
Tabla 40 Comparación de tiempos del VSM actual con los VSM's futuros	118
Tabla 41 Comparación del proceso AS-IS y TO-BE	124
Tabla 42 Comparación de valores entre la situación actual y la propuesta.....	125
Tabla 43 Costos de la implementación de la propuesta planteada por fases.	129
Tabla 44 Costos semanales del proyecto.....	130
Tabla 45 Proyección de flujos de caja a tres años.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Crecimiento de la productividad laboral desde 1995	1
Figura 2	Reducción de lead time utilizando VSM.....	3
Figura 3	Organigrama del área de matricería de la empresa.....	24
Figura 4	Layout del área de matricería de la empresa	25
Figura 5	Mapa de procesos de la empresa	26
Figura 6	Ficha de descripción del proceso de "Diseño" de la empresa	27
Figura 7	Diagrama AS-IS del proceso de fabricación de moldes.....	31
Figura 8	Subproceso de fabricar molde AS-IS	32
Figura 9	Diagrama de Pareto con enfoque en horas de fabricación.....	41
Figura 10	Diagrama de Pareto con enfoque en horas extras.....	42
Figura 11	VSM del proceso de fabricación de moldes actual	51
Figura 12	Gráfica de las respuestas a la pregunta ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes?	58
Figura 13	Tabulación de los resultados del cuestionario aplicado al personal del taller de matricería.....	62
Figura 14	Tabulación de los resultados del cuestionario aplicado al personal de ingeniería.....	67
Figura 15	Diagrama causa-efecto del problema de eficiencia	72
Figura 16	Resumen del desarrollo del modelo operativo propuesto.....	82
Figura 17	Hoshin Kanri aplicado al área de matricería	88
Figura 18	Mapa de procesos propuesto	90
Figura 19	Tablero Kanban propuesto.....	94
Figura 20	Diagrama TO-BE subproceso de diseño de molde.....	101

Figura 21	Diagrama TO-BE subproceso de manufactura de molde	102
Figura 22	Actividad de mecanizado de matricero 1	103
Figura 23	Actividad de mecanizado del matricero 2	103
Figura 24	Actividad de torneado.....	104
Figura 25	Actividad de mecanizado ayudante de matricería	104
Figura 26	Actividad de electroerosión	105
Figura 27	Actividad de pulido	105
Figura 28	Diagrama de Pareto de la propuesta enfocada a horas totales.....	108
Figura 29	Diagrama de Pareto de la propuesta enfocada a horas extras.....	109
Figura 30	VSM estado futuro del proceso Fabricación de Moldes.....	117
Figura 31	Cronograma propuesto	127
Figura 32	Gráfico de curva S	130

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cuestionario aplicado al jefe de matricería.....	144
Anexo 2 Cuestionario aplicado al personal de taller de matricería	146
Anexo 3 Cuestionario aplicado al personal de ingeniería.....	152
Anexo 4 Entrevista aplicada al gerente general de la empresa.....	158
Anexo 5 Aprobación de abstract departamento de idiomas	162

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo del porcentaje de horas extras – situación actual	40
Ecuación 2 Cálculo del porcentaje de horas extras – situación propuesta	107
Ecuación 3 Fórmula para el indicador de lead time real de fabricación de moldes	120
Ecuación 4 Fórmula para el indicador de porcentaje de horas extras por molde	122

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS**

AUTOR: Villegas Silva Christian Sebastian

TUTORA: MSc. Guevara Arteaga Adriana Daniela

RESUMEN EJECUTIVO

En el contexto de una empresa industrial del sector plástico, la eficiencia del área de matricería resulta determinante para la competitividad. En este marco, la presente investigación tiene como objetivo optimizar el proceso de fabricación de moldes de inyección, abordando brechas operativas que afectan los tiempos del proceso productivo. Para el diagnóstico se empleó el modelado del proceso AS-IS, el Value Stream Mapping, el análisis de tiempos basado en horas trabajadas y cuestionarios aplicados al personal, además de herramientas de análisis causal como el diagrama causa-efecto y la técnica de los cinco porqués. A partir de los resultados, se evidenció la presencia de ineficiencias en la operación, un sobredimensionamiento del uso de horas extras y una alta dependencia del criterio del personal para la ejecución de actividades, lo cual contribuía al aumento del lead time operativo del proceso. El análisis del “molde A” determinó que el 29.21 % del total de horas de fabricación correspondía a trabajo en horario extendido, reflejando una carga operativa elevada. Como respuesta, se diseñó un modelo operativo fundamentado en el ciclo PHVA que integra principios de Lean Manufacturing y gestión por procesos; además, se propuso un nuevo mapa y catálogo de procesos, la aplicación de Kanban para la planificación visual, el despliegue estratégico mediante Hoshin Kanri y el rediseño del proceso a través de diagramas TO-BE y un VSM futuro. La proyección de la propuesta evidencia una redistribución más eficiente de las actividades, mayor control del proceso y una reducción del porcentaje de horas extras del 29.21 % al 12.58 %. Asimismo, se propusieron indicadores clave de desempeño, como el porcentaje de horas extras por molde y el lead time real, con el fin de fortalecer el seguimiento y control operativo.

DESCRIPTORES: Gestión por procesos, Lean manufacturing, Matricería, Optimización de procesos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

**THEME: OPTIMIZATION OF THE INJECTION MOLD
MANUFACTURING PROCESS IN A PLASTICS MANUFACTURING
COMPANY**

AUTHOR: Villegas Silva Christian Sebastian

TUTOR: MSc. Guevara Arteaga Adriana Daniela

ABSTRACT

In the context of an industrial company within the plastics sector, the efficiency of the tooling area is a determining factor for competitiveness. Within this framework, the present research aims to optimize the injection mold manufacturing process by addressing operational gaps that impact production process lead times. For the diagnostic phase, AS-IS process modeling, Value Stream Mapping, time analysis based on worked hours, and questionnaires administered to personnel were employed, in addition to causal analysis tools such as the cause-and-effect diagram and the five whys technique. The results revealed the presence of operational inefficiencies, an excessive reliance on overtime, and a high dependence on personnel judgment for task execution, all of which contributed to an increase in the process operating lead time. The analysis of “mold A” determined that 29.21% of the total manufacturing hours corresponded to extended working hours, reflecting a high operational workload. In response, an operational model based on the PDCA cycle was designed, integrating Lean Manufacturing principles and business process management. Additionally, a new process map and process catalog were proposed, along with the implementation of Kanban for visual planning, strategic deployment through Hoshin Kanri, and the redesign of the process using TO-BE diagrams and a future-state VSM. The projected results of the proposal indicate a more efficient redistribution of activities, improved process control, and a reduction in overtime from 29.21% to 12.58%. Furthermore, key performance indicators were proposed, such as overtime percentage per mold and real lead time, in order to strengthen process monitoring and operational control.

KEYWORDS: Business process management, Lean manufacturing, Mold making, Process optimization.

Capítulo I

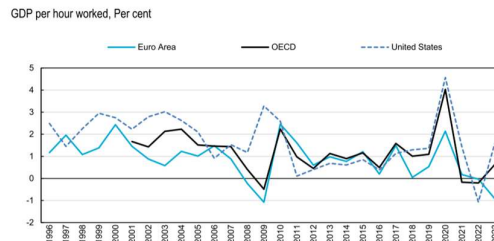
Introducción

El panorama productivo global actualmente se caracteriza por una desaceleración en el crecimiento de la eficiencia, lo que intensifica la presión sobre el sector industrial. Según el Compendio de Indicadores de Productividad 2025 de la Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), el crecimiento de la productividad laboral dentro de sus países miembros fue de solo un 0.6% en 2023, proyectándose una tasa aún más baja del 0.4% para 2024. Esta insuficiencia en la productividad se explica, en gran medida, por el estancamiento de la Productividad Multifactorial (MFP), un indicador que refleja las ganancias de eficiencia derivadas de la gestión y la innovación (OECD, 2025).

Asimismo, se observa una marcada brecha de productividad entre las grandes entidades corporativas y las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), siendo este diferencial especialmente notorio en el sector industrial manufacturero. Dicha desigualdad, sumada a la debilidad del crecimiento macroeconómico, genera un entorno de alta competitividad donde la supervivencia y expansión de las empresas dependen en gran parte de su capacidad para mejorar la eficiencia y la gestión de procesos.

Figura 1

Crecimiento de la productividad laboral desde 1995



Nota. El gráfico representa el PIB por hora trabajada en países de la OCDE, Europa y Estados Unidos. Adaptado de *OECD Compendium of Productivity Indicators 2025*.

En la actualidad, la alta competitividad global obliga a las empresas industriales a incrementar su productividad. Para lo cual dichas entidades siguen estrategias y metodologías que, cuando son bien aplicadas, generan resultados significativos. Uno de estos métodos es el Kaizen, término japonés que alude a la cultura de “hacer las cosas mejor a lo largo del tiempo” o dicho de forma empresarial, mejora continua. Este planteamiento promueve el perfeccionamiento de las actividades productivas al identificar prácticas innecesarias y favorecer un uso más efectivo de los recursos disponibles, el éxito de implementar mejora continua depende a su vez de factores como el compromiso de la alta dirección, involucramiento de todo el personal, capacitación y consolidación de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. De esta manera es posible conseguir beneficios en tiempos de entrega, calidad de productos, seguridad y costos, en el estudio de Syaputra y Aisyah (2022), que muestra datos de varias industrias, se reportan incrementos de 75% en la eficiencia de la industria de la construcción, ahorros, en algunos casos, de valores cercanos a \$ 60.000 por año en empresas de autopartes, y en manufactureras, conseguir un rango de operación de maquinaria de entre 80% y 90%. Todo esto permite a las empresas aumentar su competitividad a un bajo costo enfocándose en mejorar sus procesos.

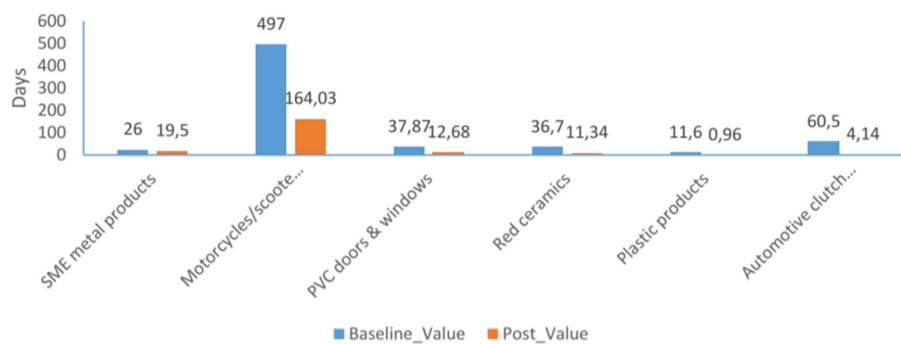
Ante estas exigencias de eficiencia, surgen las herramientas de Lean Manufacturing, herramientas que, según Kumar et al. (2022), basan su metodología en reducir y/o eliminar desperdicios en la producción, esto inspirado en la filosofía japonesa de Kaizen. Su propósito es maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y minimizar o eliminar todo aquello que no genera valor al proceso. El impacto de esta estrategia se puede notar mundialmente, la revisión de la aplicación de Lean Manufacturing en procesos productivos industriales de Rodríguez et al. (2025) confirma que Lean es el camino para mejorar la eficiencia operativa, la evidencia recopilada demuestra la capacidad de estas herramientas para aportar mejoras significativas, reportando una reducción de tiempos de ciclo entre 25% y

60%, mientras que en tiempos de cambio de herramientas o change over, la disminución es de aproximadamente un 30% mediante el uso de técnicas como SMED (Single Minute Exchange of Die), la aplicación de Lean Manufacturing ha demostrado asociarse con el incremento del OEE (Overall Equipment Effectiveness).

En última instancia, las mejoras mencionadas se traducen a valor económico como menciona en su investigación Dieste et al. (2021), el incremento en indicadores como el retorno de inversión, la tasa de crecimiento en ventas y el retorno sobre activos evidencian la capacidad de la metodología Lean Manufacturing para aportar valor a las industrias, en este contexto, una de las herramientas más representativas dentro de la filosofía Lean es el Value Stream Mapping (VSM), el cual permite analizar el flujo de un proceso productivo, mediante la identificación de actividades que agregan y no agregan valor. Esta herramienta facilita la detección de desperdicios, tiempos de espera y oportunidades de mejora, contribuyendo a la reducción de tiempos de ciclo. Su aplicación se ha consolidado como un enfoque estratégico para incrementar la eficiencia operativa y fortalecer la competitividad organizacional.

Figura 2

Reducción de lead time utilizando VSM



Nota. El gráfico indica la reducción de lead time en varias áreas de la industria después de haber usado la herramienta Lean de Value Stream Mapping. Adaptado de *Análisis de enfoques Lean Manufacturing en procesos productivos industriales para la mejora de la eficiencia operativa.*

Según datos recopilados por la consultora Bain Company, el uso de la metodología Lean Manufacturing a nivel mundial es del 54% de las empresas, mientras que en Latinoamérica es tan solo del 33%, esto implicaría que existen muchas barreras en la adopción de esta metodología en la región latinoamericana, pero a su vez mucha oportunidad de mejora (Alcántara Verónica, 2022).

En Ecuador, específicamente en la provincia de Pichincha, según la investigación de Janeth et al. (2023), de las empresas encuestadas, solo un 25% cuentan con una integración de Lean Manufacturing de nivel medio o alto, el restante posee un nivel bajo, indicando así la ausencia de formación y uso de herramientas en miras de la mejora continua y disminución de desperdicios en los procesos industriales.

Por otra parte, la industria ecuatoriana del plástico constituye un componente importante en la economía nacional. Actualmente, el sector se compone de más de 600 compañías que operan en procesos clave como la extrusión, inyección, y moldeo por soplado, y genera directamente más de 19.000 empleos directos y cerca de 120.000 empleos indirectos, contribuyendo aproximadamente con el 2% del PIB (Luis & Valero, 2024). Si bien la Asociación Ecuatoriana de Plásticos (ASEPLAS) reportó un crecimiento del 8% en 2024 y proyecta un crecimiento del 10% para 2025, estas predicciones conviven con desafíos que exigen una producción cada vez más eficiente y ecoeficiente para asegurar la competitividad a largo plazo (Tecnología del Plástico, 2025).

Una comparación de consumo revela una potencial brecha de desarrollo, con un consumo per cápita de plásticos de 37 a 40 kg en Ecuador, notablemente inferior al promedio de Latinoamérica 100/150 kg y de Europa 150/250 kg. Este contexto de alta relevancia económica y de retos en eficiencia y sostenibilidad, subraya la necesidad crítica de que las empresas manufactureras adopten metodologías probadas de gestión de sus procesos que optimicen recursos, reduzcan costos internos y cierren la brecha de productividad regional.

Dentro de este contexto de desafíos y oportunidades se encuentra la empresa objeto del presente estudio, considerada como industrial manufacturera mediana que cuenta con 178 trabajadores y está ubicada en Quito, Ecuador. La entidad se centra en la fabricación de productos plásticos para diversos sectores, incluyendo la línea blanca, sanitaria, alimenticia, agroindustrial, entre otros. Su operación se basa en procesos de transformación plástica, siendo la inyección de plásticos su técnica principal. Para ello, la planta está equipada con un parque de maquinaria que incluye inyectoras de diversas capacidades, sistemas de secado, calentamiento y equipos de extracción automatizada. Adicionalmente la empresa cuenta con un taller de matricería especializado, donde se lleva a cabo la fabricación de los moldes de inyección. Esta área cuenta con maquinaria de control numérico computarizado (CNC) y equipos convencionales.

El análisis de la tendencia global de estancamiento de la productividad multifactorial y los desafíos asociados al desempeño del sector manufacturero ecuatoriano contextualizan la presente investigación. En este escenario, las organizaciones enfrentan la necesidad de comprender y gestionar de manera más efectiva los procesos que sustentan su capacidad productiva y su competitividad. En este contexto, el estudio se enfoca en el área de matricería de la empresa, una sección estratégica encargada del diseño y fabricación de moldes de inyección, cuyo desempeño influye directamente en el lead time total de producción, los costos operativos y la calidad de los productos finales. Debido a que los moldes constituyen el elemento fundamental para la fabricación de piezas plásticas, la gestión de las actividades involucradas en su desarrollo adquiere una importancia significativa dentro del sistema productivo de la organización.

Por esta razón, el presente trabajo se orienta al análisis del proceso de fabricación de moldes mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing y principios de gestión por procesos, con el fin de comprender su funcionamiento actual e identificar

oportunidades de mejora que contribuyan al fortalecimiento del desempeño operativo del área.

Antecedentes

De acuerdo con Pata & Silva (2023) en el ámbito de fabricación de moldes de inyección, un área importante dentro de la inyección de plásticos, la mejora de procesos es fundamental, esto debido a que la fabricación de un molde implica la integración de varias operaciones que deben coordinarse para que la entrega del molde sea en el menor tiempo posible. Adicional a esto, existe siempre la constante presión de producir más y mejor, manteniendo precios competitivos.

Por tanto, en este contexto, la inclusión de maquinaria sofisticada o software complejo no es suficiente ni asegura resultados, es la eficiencia global de la fabricación de moldes la que debe ser optimizada. La deficiente planeación, control y/o gestión de recursos impacta directamente en lo financiero, y de manera indirecta genera tiempos muertos, retrasos en entregas, pérdida de confianza del cliente, desmotivación del personal y en el peor de los casos, pérdidas de proyectos.

Para la fabricación de moldes, Pata & Silva (2023) destacan que las herramientas Lean Manufacturing contribuyen a la planeación y control de la fabricación de moldes mediante la definición de plazos claros, creación de espacios organizados de trabajo y una mejora en la eficiencia global del proceso. En el área metalmecánica, área que interviene dentro de la fabricación de moldes, Javier et al. (2023) destacan que la implementación de Lean Manufacturing ha aumentado la eficiencia y seguridad del personal, además de generar una mejor coordinación entre las áreas que conforman la producción de la entidad.

En el contexto nacional, Gómez Cando, (2021) propuso en su proyecto un modelo para reducir los desperdicios en un taller de matricería, identificando al Value Stream Mapping y otras herramientas Lean como esenciales para el diagnóstico. Su propuesta logró

una reducción significativa en tiempos de espera y el lead time del proceso de fabricación de matrices. Por lo tanto, en conjunto, estas investigaciones establecen los beneficios claros de la utilización de herramientas de Lean Manufacturing en el área de matricería.

La empresa a la que hace referencia la presente tesis fabrica productos plásticos para diferentes áreas de la industria. Dentro de la misma se desarrollan actividades de administración, producción, terminado/armado de elementos plásticos, almacenamiento, distribución y la fabricación de moldes de inyección. Es precisamente en esta última actividad, que se desarrolla en el área de matricería, donde se presentan múltiples inconvenientes que afectan la eficiencia del resultado final, es decir, de los moldes de inyección. Según la percepción de quien lidera el área de matricería en la empresa, la baja productividad y eficiencia se deben a problemas específicos que se pueden categorizar de la siguiente manera:

- **Problemas organizacionales y de planificación:** Se identifica la ausencia de un proceso estandarizado y documentado para el desarrollo de moldes, lo que se traduce en la falta de planificación y seguimiento del trabajo y una marcada dificultad de coordinación entre etapas. Un problema adicional es la ineficiente gestión de la capacidad de diseño, donde los nuevos desarrollos de producto consumen tiempo a pesar de que el diseño final no se fabrica en el taller local, estancando así otros proyectos viables.
- **Ineficiencias en el desempeño del proceso:** Se observa que el proceso de erosión y mecanizado es, a consideraciones del jefe del área, muy extenso en numerosos casos. Esta situación se agrava por la falta de recopilación de datos más profundos de rendimiento de la maquinaria o tiempos de ejecución de fases, lo que dificulta una gestión basada en indicadores.

- **Problemas de recursos y apoyo:** El área enfrenta la escasez de personal dedicado al diseño de moldes y padece constantes interrupciones en el flujo de trabajo debido al tiempo ocupado en atender problemas de otras áreas desviando los recursos internos de su función principal.
- **Problemas tecnológicos:** Existe una limitación operativa por la falta de tecnología y la necesidad de adquirir maquinaria más moderna.

Estos problemas operacionales desembocan en la extensión constante de jornadas laborales y la consiguiente baja productividad y eficiencia del área de matricería. Por tales motivos, es esencial integrar a este proceso una metodología que permita su ejecución con los requerimientos y atributos necesarios.

Marco Teórico

Moldeo por Inyección de Plásticos

Es un proceso de manufactura de muy alta versatilidad que permite la producción masiva de componentes hechos con polímeros o comúnmente llamados plásticos.

Fundamentalmente el proceso se basa en la interacción de dos componentes principales: la máquina de inyección y el molde. Los cuales desarrollan secuencialmente las siguientes etapas (Kamal et al., 2009):

1. **Cierre del molde:** Una vez instalado el molde entre los platos de la máquina, se cierra con una fuerza adecuada que soporte la presión de inyección del polímero.
2. **Fundición e inyección:** El polímero granulado es introducido en la máquina, el cual mediante calor es fundido para posteriormente ser inyectado a presión dentro del molde, el polímero fundido recorre los canales internos del molde hasta llenar las cavidades del mismo.

3. **Enfriamiento:** Cuando el molde está lleno se mantiene la presión dentro del mismo y resumidamente empieza la solidificación del polímero debido al contacto con las paredes del molde refrigeradas.
4. **Apertura y expulsión:** Cuando el producto alcanza las rigidez y temperatura requeridas, el molde se abre y el sistema de expulsión libera la pieza terminada, concluyendo el ciclo y dando inicio al siguiente.

Molde de Inyección de Plásticos

Es una herramienta compleja cuya función principal es contener el polímero fundido dentro de sus cavidades, las cuales tienen la forma del producto plástico a fabricar, hasta que el polímero se solidifique y adopte dicha forma. Esta función se complementa con otras secundarias: transferir el calor del polímero fundido a través de un sistema de canales de refrigeración y expulsar el producto cuando este alcance la rigidez adecuada (Kazmer, 2022). En el proceso de moldeo por inyección, la fase inicial de mayor impacto económico corresponde a la fabricación del molde, considerada la inversión más significativa dentro del proyecto debido a la combinación de operaciones de manufactura y materiales requeridos para la obtención del molde (RJC, 2022).

Mecanizado

El mecanizado es un conjunto de procesos de fabricación por arranque de viruta ampliamente utilizados en la industria, en los que el material sobrante de una pieza se elimina en forma de virutas hasta obtener la geometría final deseada. La aplicación de este método favorece la obtención de dimensiones con un elevado nivel de exactitud y generar una gran variedad de formas, además de ser flexible y fácil de automatizar. Dentro de los procesos convencionales destacan el torneado y el fresado, realizados mediante máquinas herramienta que pueden ser operadas de forma manual o mediante control numérico (CNC), el cual

permite ejecutar operaciones complejas a partir de instrucciones programadas (Manuel & Wilmer Euclides, 2024).

Electro erosionado

El mecanizado por electroerosión es un proceso no convencional que emplea una herramienta con forma (electrodo) y una pieza conectada a una fuente de energía dentro de un fluido dieléctrico; cuando la diferencia de potencial es suficiente, se genera una chispa que elimina pequeñas cantidades de metal de la superficie. El dieléctrico cumple funciones de aislamiento, enfriamiento y eliminación de residuos, mientras que los electrodos suelen fabricarse de cobre, latón o grafito. Este método permite trabajar sin límites de dureza, fabricar geometrías complejas, como moldes de inyección, y ofrece ventajas como accesibilidad y menor necesidad de utillaje frente al mecanizado convencional (Manuel & Wilmer Euclides, 2024)

Pulido

El pulido de moldes de inyección de plástico es un proceso de acabado que se realiza al final de la fabricación del molde y que tiene por objetivo obtener superficies internas lisas y uniformes mediante la eliminación de irregularidades y partes convexas de la cavidad y el núcleo. Esta técnica puede llevarse a cabo de manera manual, utilizando herramientas como ruedas de lana, tiras de piedra de afilar y papel de lija, o mediante métodos de ultrafino controlados, donde se aplican herramientas especiales con abrasivos a alta velocidad para lograr un acabado superficial muy suave. El pulido no solo mejora la calidad estética del producto final, sino que también facilita la expulsión de las piezas moldeadas y contribuye a prevenir defectos de moldeo por inyección, además de influir en la resistencia al desgaste y la reducción del tiempo de ciclo de producción (Peng, 2025).

Mejora Continua

Es una estrategia que busca incrementar regularmente mejoras a un proceso, esto se logra combinando los esfuerzos y talentos colectivos de todos los niveles de la organización. Los orígenes de esta estrategia se basan en la filosofía japonesa conocida como Kaizen, la cual a su vez se deriva de las palabras “Kai” que significa cambio y “zen” que significa bueno. La estrategia establece la adición y ejecución de pequeños cambios constantes e incrementales, para conseguir mejoras sostenidas a largo plazo (Okpala et al., 2024).

Lean Manufacturing

Es una filosofía de gestión aplicada a procesos de manufactura que, con sus herramientas, busca incrementar la productividad mediante la eliminación de desperdicios y la creación de valor orientado a la satisfacción del cliente, esto implica incrementar la velocidad de producción, mantener bajo control la variabilidad de los procesos y reducir costos. Esta manera de gestionar se basa en el Kaizen y el término "Lean" hace alusión a la disminución de todo lo referente a la producción que no agregue valor, es decir exceso de espacio, inventario o tiempo (Vinodh, 2022).

Desperdicios (Mudas)

Dentro del contexto de Lean Manufacturing, los desperdicios o también conocidos por el japonés “Mudas”, son actividades que consumen recursos pero que no añaden valor al producto final de un proceso desde el punto de vista del cliente. Estos desperdicios se clasifican en: sobreproducción, exceso de inventarios, defectos en los productos, movimientos innecesarios, transporte excesivo, tiempos de espera, sobre procesamiento y talento no utilizado (Cordoba Reyes et al., 2025).

Mapeo de Flujo de Valor (VSM)

El Mapeo del Flujo de Valor o Value Stream Mapping (VSM) es una técnica visual central de la filosofía Lean Manufacturing que se utiliza para analizar y representar

gráficamente el flujo de materiales e información necesarios para entregar un producto o servicio al cliente. El VSM permite visualizar el estado actual de un proceso, haciendo evidentes los desperdicios generados por las ineficiencias en el flujo de información mediante la representación de tiempos de valor agregado (VA) y tiempos de no valor agregado (NVA) (Sistem et al., 2021).

Lead Time

El lead time, o tiempo de entrega, es un indicador clave en la gestión de operaciones y manufactura que representa el tiempo total transcurrido desde el inicio de un proceso hasta su finalización, abarcando desde el comienzo de una actividad hasta la obtención del producto o servicio terminado. Cuando la organización no dispone de un registro detallado de fechas y horas de inicio y fin por cada fase, el lead time puede estimarse mediante la suma de las horas trabajadas a lo largo del proceso, considerando tanto las actividades que agregan valor como aquellas que no lo hacen, pero forman parte del ciclo total. Aunque este enfoque no corresponde a un calendarizado exacto, constituye una aproximación válida en procesos de fabricación por proyecto y permite establecer comparaciones y proyecciones orientadas a la mejora de procesos (ATLASSIAN, s/f)

Eficiencia Operativa

Es la capacidad de una organización para maximizar su producción mediante el uso óptimo de recursos, tiempo y costos, sin comprometer la calidad del producto final. Este concepto no solo implica la reducción de desperdicios, sino también la mejora continua del desempeño del sistema productivo a través de una adecuada gestión de sus procesos. En este sentido, la eficiencia operativa debe ser evaluada mediante indicadores clave de desempeño (KPI), los cuales permiten medir de manera objetiva el comportamiento del proceso y sustentar la toma de decisiones orientadas a la mejora con base a la optimización de los recursos antes mencionados. Entre los indicadores más relevantes en entornos

manufactureros se encuentran el lead time, como medida del tiempo total del proceso; el porcentaje de horas extras, que evidencia desbalances en la carga de trabajo; la proporción de actividades con valor agregado, que permite identificar el nivel de desperdicio; y la productividad del proceso, que relaciona los resultados obtenidos con los recursos utilizados (Vinicio et al., 2025).

En el contexto de sistemas de manufactura bajo pedido, la eficiencia operativa puede ser evaluada a partir del uso efectivo del tiempo y la reducción de desperdicios dentro del proceso productivo. En este sentido, más allá de indicadores tradicionales, la eficiencia se relaciona con la capacidad de ejecutar las actividades requeridas minimizando tiempos improductivos y evitando la necesidad de recurrir a horas adicionales de trabajo, lo cual refleja un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Diagrama Causa – Efecto

También conocido como diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, es una de las siete herramientas fundamentales del control de calidad, inventado por Kaoru Ishikawa en Japón en 1960. Este diagrama constituye una forma de identificar, analizar y resolver problemas al mapear los factores causales complejos que contribuyen a un problema o efecto principal. Su estructura visual sitúa el problema central en la "cabeza del pez" y las posibles causas en las "espinas". Estas causas se agrupan de manera sistemática en categorías principales, típicamente seis, como: métodos, materiales, medio ambiente, personas, medios/máquinas y medición. De esta forma, el diagrama facilita el análisis sistemático y la colaboración en equipo para encontrar la causa raíz de problemas en un proceso productivo (Pramusinta et al., 2025).

Cinco Porques

La técnica de los 5 porqués es un método de análisis de causas raíz utilizado dentro de los enfoques de mejora continua, especialmente en Lean Manufacturing, que consiste en

formular repetidamente la pregunta “¿Por qué?” ante un problema hasta descubrir su causa subyacente más profunda. Este procedimiento iterativo no se limita necesariamente a cinco repeticiones estrictas, sino que busca profundizar en la relación causa–efecto detrás de un síntoma observable para identificar factores básicos que, cuando se abordan, permiten resolver el problema de forma permanente. Su simplicidad radica en que no requiere herramientas estadísticas complejas, sino un proceso crítico de interrogación estructurada que ayuda a evitar soluciones superficiales y promueve un entendimiento más completo de los fallos en un sistema (Lean Enterprise Institute, 2026).

Hoshin Kanri

Es una metodología de gestión estratégica de Lean Manufacturing que permite alinear los objetivos de largo plazo de la organización con las actividades operativas diarias, asegurando coherencia entre la alta dirección, los mandos medios y el personal operativo. A través de un proceso estructurado de despliegue de objetivos, retroalimentación y seguimiento mediante indicadores, el Hoshin Kanri facilita que las prioridades estratégicas se traduzcan en acciones concretas, medibles y sostenibles en todos los niveles de la empresa, promoviendo la mejora continua como parte del trabajo cotidiano (Wilson et al., s/f).

Kanban

El Kanban es un método de gestión visual asociado a los principios de Lean Manufacturing que permite controlar y regular el flujo de trabajo y de materiales mediante señales visuales, como tarjetas o cartas, que indican cuándo se debe producir o mover un elemento dentro del proceso. El término proviene del japonés y significa “señal” o “letrero”, y su uso se basa en un sistema de producción por arrastre en el cual las operaciones se ejecutan en función de la demanda real, evitando la sobreproducción y reduciendo inventarios innecesarios. Un tablero Kanban es una herramienta visual dentro de este método que representa las diferentes fases del flujo de trabajo a través de columnas que indican el estado

de las tareas o materiales y utiliza tarjetas que se desplazan según avanza cada ítem. Esta representación facilita la visualización del proceso, permite limitar el trabajo en curso, identificar acumulaciones de actividades y mejorar la comunicación entre los participantes, lo que contribuye a una gestión más eficiente del proceso productivo (Lean Enterprise Institute, 2026).

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis cuantitativo que se emplea para identificar y priorizar los factores más significativos dentro de un conjunto de datos, basándose en el principio de que aproximadamente el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. Este enfoque permite distinguir qué actividades, etapas o problemas concentran la mayor proporción del impacto, facilitando la focalización de esfuerzos de mejora en los elementos de mayor relevancia. Visualmente, el diagrama combina barras, que representan los valores absolutos de cada categoría ordenada de mayor a menor, con una curva acumulada que muestra la contribución porcentual de cada categoría al total. En el contexto de mejora de procesos, el uso del diagrama de Pareto ayuda a determinar qué fases o actividades del flujo de trabajo demandan más recursos o generan mayores pérdidas, estableciendo una priorización objetiva para la toma de decisiones y la implementación de acciones correctivas (Chávez et al., 2024).

Gestión por Procesos

Es un enfoque de mejora continua que alinea las actividades operativas de la organización con sus objetivos estratégicos, superando las limitaciones de la estructura funcional. Esta metodología se cimienta en el ciclo de mejora continua PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), dado que su propósito es planificar, ejecutar, supervisar y mejorar constantemente los procesos para garantizar su calidad, eficiencia y agilidad. Para que este ciclo sea efectivo y los procesos puedan ser dirigidos hacia la reducción de costos y el

aumento de la rentabilidad, la gestión por procesos hace imprescindible el uso de indicadores clave de desempeño. Estos indicadores permiten verificar de manera objetiva si los resultados del proceso cumplen con los objetivos de establecidos, facilitando así la toma de decisiones para las acciones y la retroalimentación del ciclo (Ortíz-Fernandez et al., 2024).

Modelado y Documentación de Procesos (AS-IS y TO-BE)

El modelado de procesos es una herramienta estrechamente ligada a la gestión por procesos que tiene como fin trazar y representar visualmente dichos procesos para su comprensión y optimización de manera didáctica. La fase de modelado es crucial y se divide en dos etapas principales. La primera es el modelado del proceso actual (AS-IS), cuyo objetivo es observar y describir detalladamente el proceso exactamente como se está ejecutando en la organización, identificando cada actividad, los actores involucrados, y los obstáculos, errores y retrasos. Una vez completado el análisis AS-IS, se procede al diseño del proceso TO-BE, que es la fase donde se toman decisiones con respecto a las deficiencias descubiertas. El modelo TO-BE representa el prototipo de mejora que busca alinear el proceso con los objetivos planteados o a una mejora del mismo (Rivera-Alvino et al., 2023).

Proceso

Según las normas ISO, proceso es un “conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto” (ISO, 2015, p.14). A su vez, un proceso también se puede definir como un conjunto de actividades que transforman insumos o entradas en resultados o salidas que aportan valor a un cliente. Estas actividades requieren recursos, flujos de trabajo y mecanismos de control, y se ejecutan con el fin de alcanzar objetivos dentro de la organización. Se puede comprender al proceso como la unidad fundamental de la gestión organizacional orientada a la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente (Metropolitana et al., 2022).

Mapa de Procesos

Es la representación gráfica de la secuencia, relación e interacción entre todos los procesos que conforman una organización, de manera que se facilite visualizar cómo se unen los procesos estratégicos, clave y de apoyo, permitiendo comprender integralmente la estructura funcional de la empresa. Los procesos se colocan dependiendo su relevancia, en la parte superior los estratégicos, los clave en el centro y los de apoyo en la base. Esta representación constituye la base para posteriores etapas de documentación y mejora continua, es decir que es una herramienta fundamental de la gestión por proceso (Metropolitana et al., 2022).

Catálogo de Procesos

El catálogo de procesos es un instrumento ordenado y estructurado que organiza los procesos de la institución según sus niveles y jerarquías. El propósito de este catálogo es brindar claridad respecto a la clasificación y alcance de cada proceso, facilitando su consulta, estandarización y posterior documentación mediante manuales o matrices. El catálogo permite que los colaboradores comprendan qué procesos existen, cómo se agrupan y cómo deben ejecutarse de forma coherente con el sistema de gestión por procesos. En ese sentido, el catálogo actúa como una herramienta esencial para la correcta administración, mejora y control de los procesos organizacionales (Metropolitana et al., 2022).

Escala de Likert

La escala Likert es un instrumento ampliamente utilizado en la investigación para medir actitudes, percepciones y opiniones a partir del grado de acuerdo o desacuerdo de los participantes frente a una serie de afirmaciones relacionadas con un constructo específico. Generalmente se estructura en una escala ordinal de varios niveles que permite cuantificar las respuestas y facilitar su análisis estadístico (Erick et al., 2025).

Alfa de Cronbach

Es un coeficiente estadístico utilizado para evaluar la confiabilidad interna de un instrumento de medición, es decir, el grado en que un conjunto de ítems relacionados mide de manera consistente un mismo constructo. Se expresa como un valor entre 0 y 1, donde valores más altos indican una mayor consistencia interna entre las respuestas de los ítems del instrumento, lo que sugiere que estos están midiendo de forma homogénea el concepto que se pretende evaluar. El uso del alfa de Cronbach es especialmente común en escalas compuestas por múltiples ítems, como las basadas en la escala Likert, y se emplea como una medida de confiabilidad que respalda la calidad de los datos recopilados antes de realizar análisis posteriores (Zakariya, 2022).

Justificación

La **importancia** del proyecto radica en la necesidad de mejora que tienen las empresas de productos plásticos actualmente, la cual necesita lanzamiento de productos nuevos e innovadores con una calidad alta en el menor tiempo posible, para lo cual necesitan desarrollar internamente sus procesos. Esto último aunado a la combinación de herramientas de Lean Manufacturing y el enfoque a gestión por procesos en miras de la mejora continua, aporta conocimiento práctico de la adopción de metodologías de carácter mundial en un área muy concreta como es la de fabricación de moldes de inyección de plásticos.

El proyecto generará un **impacto** significativo y cuantificable. La optimización del proceso de fabricación de moldes incidirá directamente en la eficiencia, al reducir los tiempos de ciclo y el lead time total del proceso, liberando capacidad de trabajo. Esto a su vez se traduce en la reducción de costos operativos asociados a reprocesos, horas extras y tiempos de espera. Finalmente, la mejora garantizará una mayor satisfacción del cliente mediante la entrega de moldes y productos en plazos más cortos y con mayor calidad. Este enfoque, a su vez, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), contribuyendo al ODS 9

(Industria, Innovación e Infraestructura) al fomentar una industria eficiente y al ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) al reducir el desperdicio de recursos (materiales, energía, tiempo) inherente a los procesos no optimizados.

En la **utilidad**, se puede mencionar que identificar y establecer el proceso actual ya provee a la empresa la visibilidad de desperdicios y cuellos de botella que actualmente no poseen, es decir, de un punto de partida para la mejora. Seguido a esto, ya una propuesta de optimización, con integración de herramientas que reduzcan dichos desperdicios y mejoren el proceso, representaría un apoyo importante a todo el conjunto de procesos que componen la empresa, debido a que los mismos dependen del buen manejo del área de matricería para su ejecución adecuada.

El principal **beneficiario** es la empresa caso de estudio puesto que mejorar su proceso de fabricación de moldes aumentaría su competitividad en su entorno de negocio, al ofrecer a sus clientes una mayor velocidad de respuesta a sus requerimientos de productos y reducir sus costos de operación. Con el mismo nivel de importancia, se encuentra el personal del área de matricería, quienes desarrollarían su trabajo reduciendo esfuerzos improductivos, aliviando su presión operativa y con la sensación de contribuir a un bien común en el proceso productivo.

El proyecto es **factible** desde una perspectiva operativa y técnico-científica. A nivel operativo, se cuenta con el respaldo crucial de la aprobación gerencial y el apoyo del jefe del área de matricería. Este soporte garantiza el acceso oportuno a la información que contenga el proceso y a la colaboración del personal clave del área. Esta disponibilidad de información y recursos humanos es esencial para llevar a cabo un diagnóstico riguroso. En cuanto a la factibilidad técnica y científica, el proyecto se sustenta en el respaldo metodológico de las herramientas de Lean Manufacturing y gestión por procesos, cuya aplicación ha sido

extensamente estudiada y validada a nivel mundial y local para la optimización de procesos productivos.

Objetivo General

Optimizar el proceso de fabricación de moldes de inyección en el área de matricería de una empresa de productos plásticos, mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing y gestión por procesos orientadas a la mejora continua, con el propósito de incrementar la eficiencia operativa.

Objetivos Específicos

- Identificar el proceso actual de fabricación de moldes de inyección, mediante el modelado del diagrama AS-IS, la observación directa y descripción del flujo de trabajo para determinar las fases, actividades, tiempos y las principales oportunidades de mejora del proceso, así como establecer el estado actual de la eficiencia operativa en función del uso de horas extras.
- Analizar las causas que generan ineficiencia en el proceso de fabricación de moldes de inyección, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing Value Stream Mapping (VSM), diagrama de Pareto, diagrama Causa-Efecto y 5 porqués, para detectar los desperdicios que afectan la eficiencia.
- Diseñar un modelo optimizado del proceso de fabricación de moldes de inyección mediante la mejora del mapa de procesos, la integración de un catálogo de procesos, diagramación del proceso TO-BE y la aplicación de las herramientas, Kanban y Hoshin Kanri, para con ello estandarizar el proceso, reducir los desperdicios y mejorar la eficiencia del área de matricería.
- Proponer una metodología para la evaluación de la propuesta con la medición de indicadores clave de desempeño basados en los objetivos estratégicos del Hoshin Kanri y relacionados con lead time y eficiencia del proceso, para la valoración de la

efectividad de la optimización y establecimiento de un sistema de seguimiento continuo.

Capítulo II

Ingeniería del Proyecto

Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

Contexto de la Empresa

La empresa caso de estudio constituye una organización con una trayectoria consolidada en el sector manufacturero, la misma ha ofrecido sus servicios en el área de inyección de plásticos desde su fundación en 1972. Su principal misión operativa se centra en la fabricación de productos finales y componentes técnicos para una diversidad de sectores industriales (línea sanitaria, línea alimenticia, línea blanca, baldes plásticos, línea hogar, agroindustria, entre otros), procesados primordialmente con resinas plásticas. La empresa ha logrado posicionarse, en gran medida, a su capacidad interna para el diseño y construcción de moldes a medida, lo que asegura una solución integral y de alta precisión para las necesidades específicas de personalización y producción. Este enfoque se desarrolla en el área de matricería de la empresa.

Área de Matricería

El área de matricería constituye el núcleo de la ingeniería de herramientas de la empresa de estudio, siendo matricería la disciplina técnica y especializada encargada del desarrollo de las herramientas (moldes) necesarias para la producción en serie a escala industrial. Dentro de la organización, el área de matricería es fundamental, puesto que garantiza la autonomía y precisión requeridas para la fabricación de los moldes de inyección de alta precisión utilizados en la obtención de los productos plásticos que la empresa comercializa. Esta área integra la ingeniería, el diseño, la técnica especializada y la tecnología de manufactura para cumplir con las exigencias dimensionales y funcionales requeridas por los clientes.

Estructura y Subáreas del Área de Matricería

El área de matricería se organiza funcionalmente en dos subáreas, que desarrollan el ciclo completo del proceso de fabricación de un molde de inyección, ambas lideradas por un mismo director denominado “jefe de matricería”.

Subárea de Ingeniería. Esta subárea, integrada netamente por personal con el cargo de “asistente de ingeniería”, se enfoca en las fases conceptual, de diseño y monitoreo de la manufactura del molde. Sus responsabilidades primarias incluyen el diseño general de los productos plásticos y su correspondiente verificación de medidas y funcionamiento, la elaboración de prototipos y crucialmente, el desarrollo detallado del diseño del molde de inyección. Finaliza su proceso con el dibujado de planos de fabricación y la generación de la documentación técnica necesaria para trasladar el diseño al entorno de manufactura del molde.

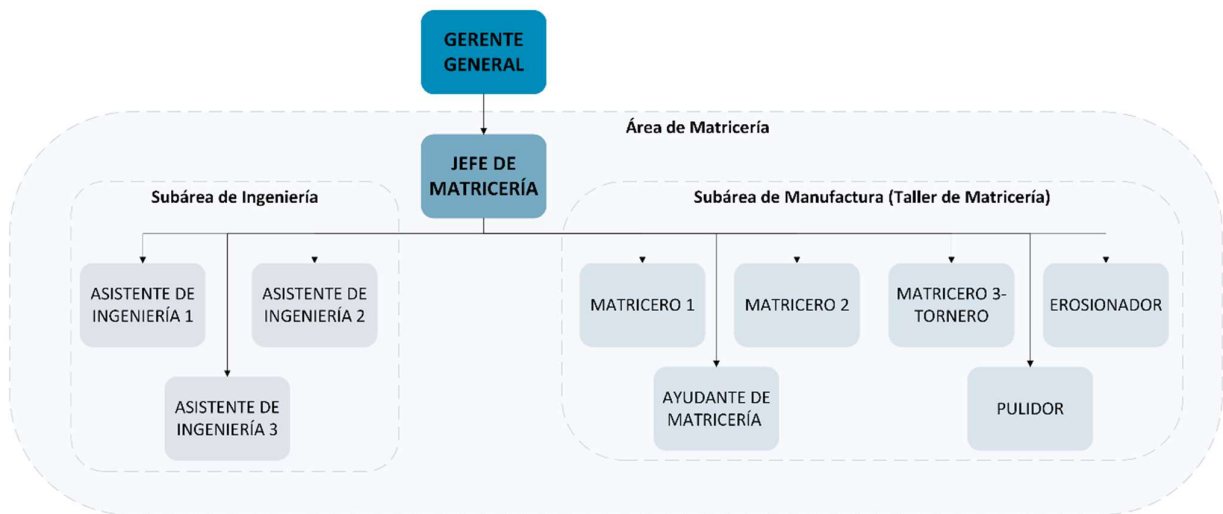
Subárea de Manufactura (Taller de Matricería). El taller, conformado por los cargos de “matricero”, “elector erosionador”, “pulidor” y “ayudante de matricería” es la unidad encargada de la materialización física del molde, fabrica los diferentes componentes del molde de inyección mediante la aplicación de diversos procesos de manufactura de alta precisión. Entre los procesos de manufactura que desarrolla el taller se encuentran:

- **Mecanizado por Arranque de Viruta:** Incluye el fresado y torneado (tanto en maquinaria CNC, como en maquinaria convencional).
- **Mecanizado por Electroerosión (EDM):** Utilizado para crear geometrías complejas o trabajar con materiales de alta dureza y/o difícil maquinado.
- **Procesos de Acabado:** Rectificado y aplicación de tratamientos térmicos (para mejorar las propiedades mecánicas de los componentes).

Finalmente, el taller alberga una zona de pulido y una zona de armado, la primera se encarga de aplicar el acabado final a las superficies requeridas, particularmente a las cavidades del molde, asegurando la calidad estética y funcional del producto final inyectado, mientras que la segunda sirve para el ensamblaje del molde fabricado. A continuación, en la Figura 3 se muestra la estructura básica del área en forma de organigrama.

Figura 3

Organigrama del área de matricería de la empresa



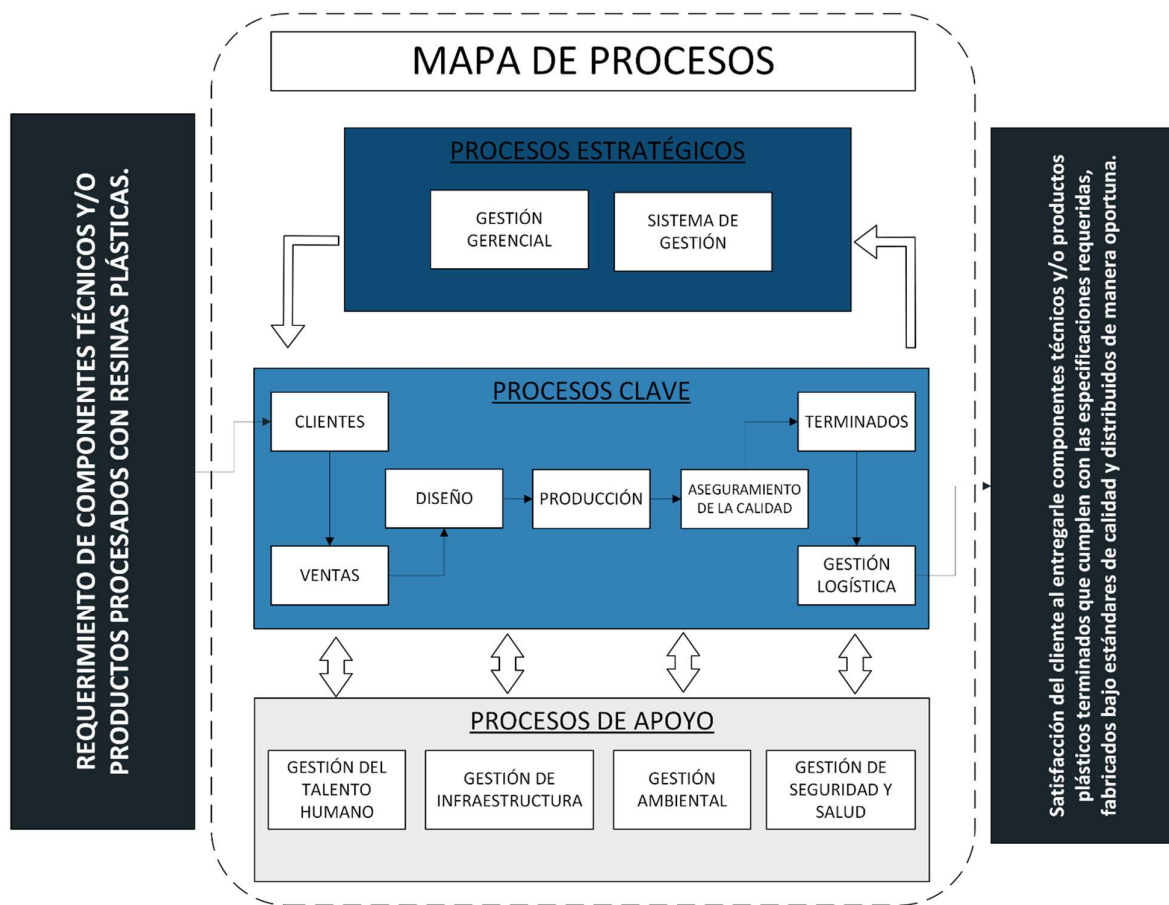
Nota. Elaboración propia

Mapa de Procesos de la Empresa

En la Figura 4 se presenta el mapa de procesos de la empresa, el cual muestra claramente los macroprocesos estratégicos, clave y de apoyo que conforman su sistema de gestión. Esta representación permite visualizar la interacción entre los distintos macroprocesos, así como el flujo general de actividades desde la recepción de los requerimientos del cliente hasta la entrega del producto terminado.

Figura 5

Mapa de procesos de la empresa



Nota. Adaptado a partir de la información proporcionada por la empresa.

Macroproceso “Diseño”

Todos los procesos que desarrolla el área de matricería están alineados al macroproceso de diseño, este macroproceso es considerado un proceso clave de la empresa y cuenta con diferentes actividades, las cuales pueden verse reflejadas en la Figura 6 que muestra la ficha descriptiva del macroproceso de diseño.

Figura 6

Ficha de descripción del proceso de "Diseño" de la empresa

Entrada	Proceso Anterior/Proveedor	Actividades	Salidas	Proceso Posterior / Cliente
Planos o muestras del producto	Ventas/Cliente	1. Realización del proceso de diseño y desarrollo del producto, prototipaje del producto, bosquejos del molde de acuerdo a los procedimientos internos	Planos/Especificaciones/prototipo y/o parámetros de realización del producto	Diseño/Ventas/Cliente
Requerimientos del cliente del producto	Ventas/Cliente			
Especificaciones y requerimientos del molde	Ventas/Cliente/Diseño	2. Evaluación de los materiales, insumos, materias primas, entre otros que serían necesarios para la fabricación del molde	Cotización del molde	Gerencia
Orden de fabricación del molde	Ventas/Gerencia	3. Diseño y desarrollo del molde	Planos del molde / Listado de materiales	Diseño
Listado de materiales para la fabricación del molde	Diseño	4. Adquisición de los materiales, herramientas, insumos para fabricación del molde	Orden de compra de insumos, materiales, herramientas entre otros.	Gerencia/Importaciones/Compras locales
Materiales, insumos, herramientas, etc.	Proveedor		5. Recepción de materiales necesarios para la fabricación del molde	Materiales e insumos / Factura con orden de compra
Orden de fabricación del molde	Ventas/Gerencia	6. Manufactura del molde	Molde a validar: pruebas de funcionamiento y muestras de producto inyectado	Producción
Planos, muestras y/o requerimientos del cliente	Ventas/Cliente	7. Revisión del producto inyectado (en conjunto con producción y aseguramiento de calidad) contra las especificaciones del cliente, envío al cliente para su aprobación	Producto inyectado enviado a cliente para aprobar	Ventas/Cliente
Molde a validar: pruebas de funcionamiento y muestras de producto inyectado	Producción			
Producto aprobado	Ventas/Clientes	8. Lanzamiento de producto	Documentos de lanzamiento de producto	Gerencia/Producción/Aseguramiento de Calidad/Ventas/G. Infraestructura/Terminados/G. Logística
Necesidades de cambio en los diseños	Ventas/Cliente/Aseguramiento de Calidad/Producción	9. Cambios y mejoras en los diseño del producto y/o molde	Molde a validar: pruebas de funcionamiento y muestras de producto inyectado	Producción

Nota. Adaptado a partir del documento interno proporcionado por el jefe de matricería.

Oportunidades de Mejora Identificadas en el “Procedimiento de Diseño”

El procedimiento de diseño de la empresa es el único documento del área de matricería que describe, de manera general, las actividades y/o tareas relacionadas con el desarrollo de productos plásticos y el desarrollo de moldes. En términos amplios, el propósito del documento es planificar y controlar el proceso de diseño y desarrollo con el objetivo de generar productos que satisfagan las necesidades del cliente y cumplan sus requisitos, el mismo establece que el proceso inicia con la revisión de los datos de entrada proporcionados por el cliente, continúa con la elaboración de bosquejos, planos y prototipos, y finaliza con la evaluación del diseño, la construcción del molde y la liberación de las piezas. Aunque este

procedimiento contempla las etapas principales como planificación, elaboración de planos, validación de prototipos y control de cambios, su descripción se presenta de forma narrativa, con explicaciones que en algunos casos son extensas y en otros excesivamente breves, y, en ocasiones, poco estructuradas.

Al contrastar este único procedimiento con la ficha descriptiva de procesos del área mostrada en la Figura 6, se evidencia que el documento no recoge con precisión todas las actividades operativas que realmente se ejecutan en la práctica. La ficha muestra tareas más detalladas, como recepción de materiales, revisiones dimensionales, validaciones funcionales, liberaciones internas, coordinación con aseguramiento de la calidad, producción y logística, entre otras, que no se explican completamente en el procedimiento formal. Técnicamente esto refleja una brecha entre la documentación existente y el flujo real del proceso, lo que puede dificultar la comprensión integral del diseño y desarrollo de moldes desde una perspectiva de gestión de procesos, puesto que no se delimita hasta dónde llega un proceso y empieza otro. Esto confirma lo identificado en los antecedentes del proyecto y en el Anexo 1 Cuestionario aplicado al jefe de matricería, en donde una de las principales causas que el jefe de matricería considera para la baja eficiencia del área es la ausencia de un proceso estandarizado y plenamente documentado para el desarrollo de molde. De igual manera, aunque el documento menciona la fabricación de moldes como etapa del proceso, no desarrolla ni documenta de manera específica las actividades técnicas que involucran esta fase, pese a ser una de las más críticas, costosas y determinantes para el resultado final. La ausencia de descripción detallada dificulta la estandarización del proceso para las actividades desarrolladas en el taller de matricería.

Con el levantamiento y análisis de la información recopilada, se identifica que el procedimiento presenta ciertos problemas de redacción y claridad. Algunos apartados son

ambiguos, combinan roles con actividades, sin distinguir responsabilidades, a su vez no mantienen un orden completamente coherente entre etapas.

El resultado de esta deficiencia en la documentación adecuada del proceso ocasiona que ciertas actividades puedan interpretarse de forma diferente según el lector y que el documento no comunique con precisión la secuencia real del flujo de trabajo. Por este motivo, para mayor facilidad de entendimiento, se opta por describir el proceso de forma general, sin incluir el documento original debido a las restricciones de confidencialidad establecidas por la empresa.

Levantamiento del Proceso Actual – Diagrama AS-IS

Durante el desarrollo del estudio, se realizó el levantamiento detallado de la situación actual del proceso de fabricación de moldes, empleando observación directa, revisión de documentación y entrevistas operativas con el jefe de matricería y cuestionarios con los asistentes de ingeniería. A partir de este trabajo de campo, se estructuró el diagrama AS-IS, que refleja con precisión cómo se ejecutan actualmente las actividades, sus fases y responsables

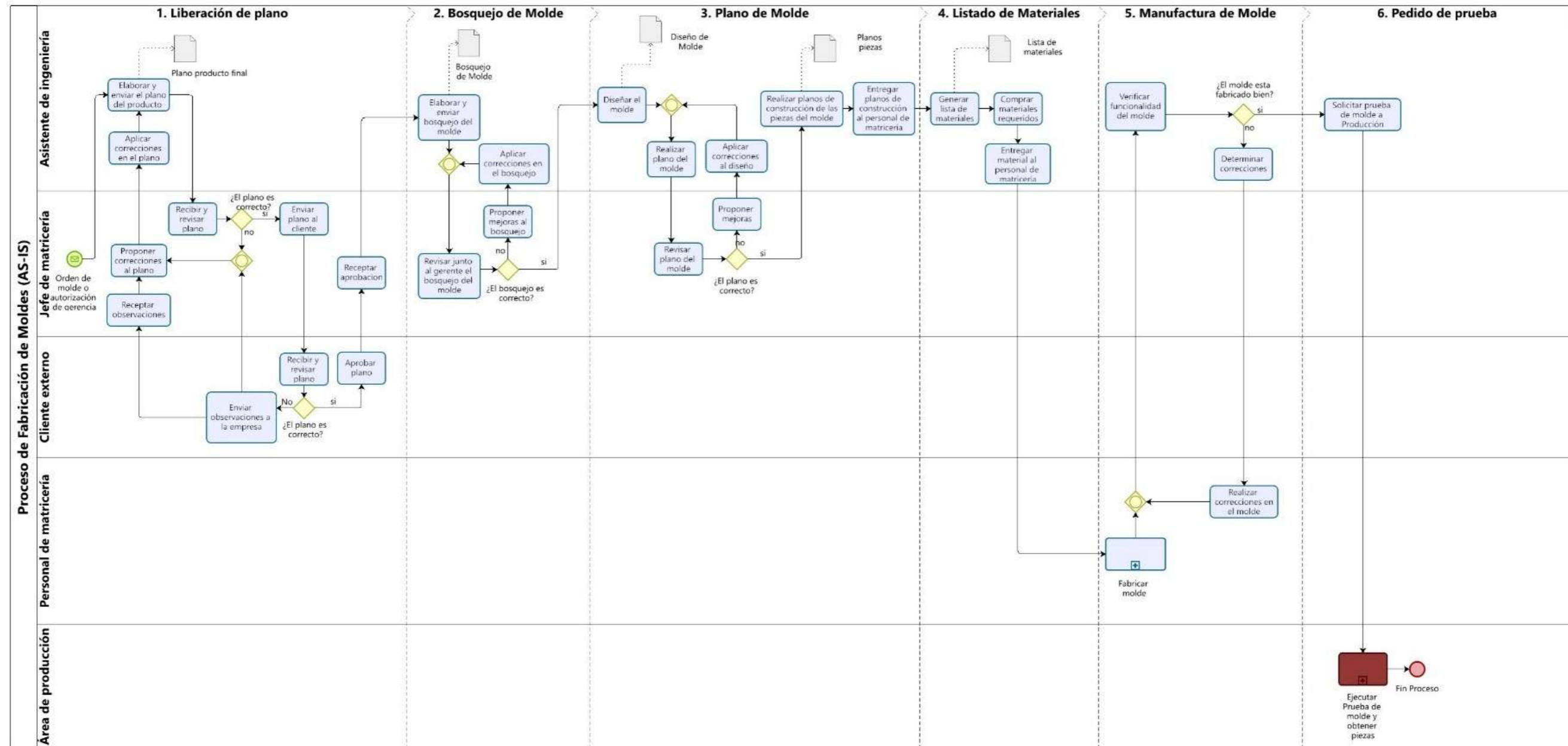
En primer lugar, en la etapa de diagnóstico se identificó que el área de matricería involucrada en el macroproceso de diseño, como se mencionó anteriormente, ejecuta un conjunto amplio de actividades, sin embargo, la empresa no cuenta con un proceso de fabricación de moldes formalmente delimitado ni documentado como tal. La organización presenta una ficha de descripción del macroproceso de diseño con todas sus actividades, cómo se ve en la Figura 6, sin embargo, estas no se encuentran agrupadas ni clasificadas bajo una lógica de procesos, generando así que el flujo real de trabajo para netamente la fabricación de moldes sea difuso, variable y dependiente del criterio del personal. Por lo tanto, para efecto del diagnóstico, fue necesario delimitar un proceso preliminar de fabricación de moldes, tomando como base los siguientes aspectos:

- Ficha de descripción del macroproceso diseño
- Lo descrito en el documento procedimiento de diseño
- Experiencia y conocimiento del personal del área recogido mediante consultas, cuestionarios y entrevistas.

Es importante señalar que esta delimitación no constituye aún una propuesta de mejora, sino más bien una necesidad metodológica para comprender el estado actual del proceso y poder describirlo mediante un diagrama AS-IS, de esta forma se construyó un proceso de referencia que refleja las tareas y fases que efectivamente intervienen en la fabricación de moldes de inyección. Es mediante esta delimitación que se facilitó la identificación de oportunidades de mejora. El diagrama AS-IS se muestra a continuación.

Figura 7

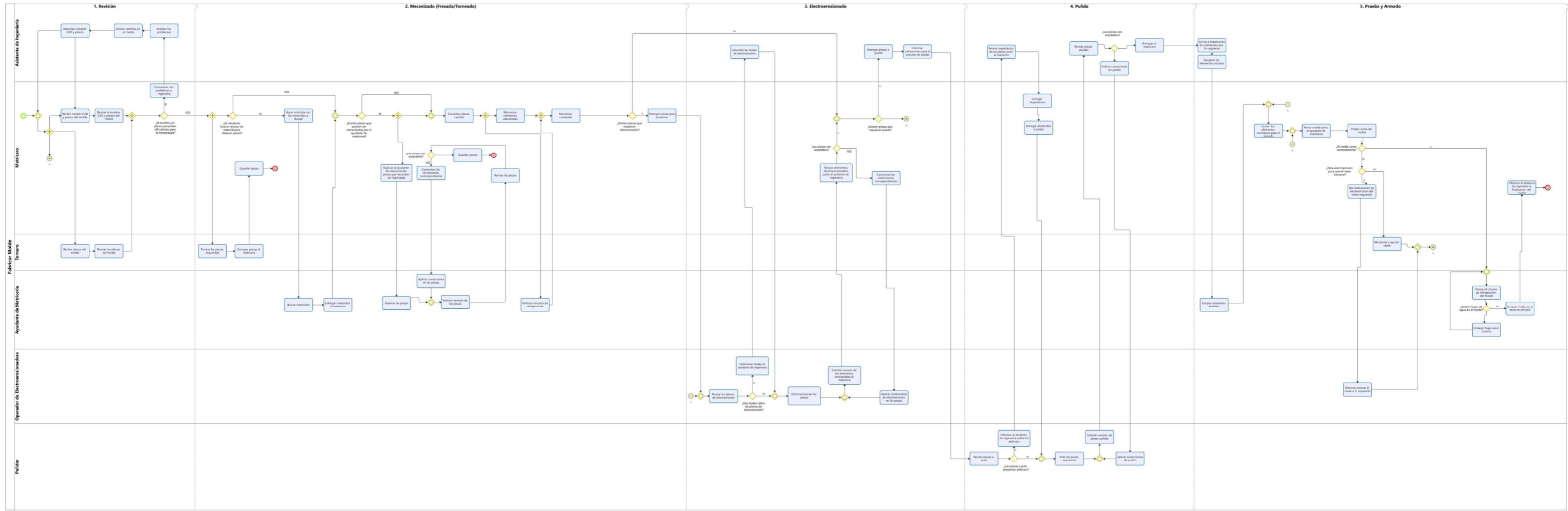
Diagrama AS-IS del proceso de fabricación de moldes



Nota. Elaboración propia

Figura 8

Subproceso de fabricar molde AS-IS



Nota. Elaboración propia

Análisis de las Fases y Detección de Desperdicios en el proceso AS-IS

Una vez establecido el proceso AS-IS se procede a describir cada una de las fases y a la vez hacer un análisis de las mismas para identificar posibles mejoras, adecuaciones al proceso y desperdicios.

Fase 1. Liberación de Plano. En esta primera fase se desarrolla el plano del producto plástico final, incorporando las adecuaciones necesarias para su fabricación mediante moldeo por inyección, tales como nervios, ángulos de desmoldeo y consideraciones geométricas propias del proceso. Dicho plano es remitido al cliente para su revisión, aprobación y/o solicitud de modificaciones. En esta etapa se identifica la muda de espera, debido a que el avance del proceso queda condicionado a la respuesta del cliente, generando tiempos muertos hasta la aprobación o retroalimentación correspondiente. Si bien esta espera resulta necesaria para garantizar la conformidad del cliente, constituye un factor que incrementa el lead time total del proceso.

Adicionalmente, se evidencia que esta fase se centra exclusivamente en el diseño del producto y no en el diseño del molde como tal, por lo que su inclusión dentro del proceso de fabricación de moldes introduce una ineficiencia estructural del proceso. Esta situación no se clasifica directamente como una muda operativa, pero sí representa una deficiente delimitación de procesos, esta actividad debería integrarse formalmente dentro del proceso de diseño de producto, y no como una fase inicial del proceso de fabricación del molde.

Fase 2. Bosquejo de molde. Una vez aprobado el plano del producto, se procede a la elaboración de un bosquejo general del molde, con el objetivo de definir dimensiones globales, disposición de componentes y una configuración preliminar del mismo. Este bosquejo es revisado y corregido con la participación del jefe de matricería y, en ciertos casos, del gerente, hasta su aprobación final.

En esta fase se identifica principalmente la muda de sobre procesamiento, dado que la actividad de bosquejo del molde se encuentra previamente contemplada, aunque de forma general, dentro de los subprocesos de diseño de producto existentes en la organización, esto mencionado en el procedimiento de diseño. La repetición de esta actividad implica rehacer análisis y definiciones que podrían haberse completado en etapas previas, sin aportar un valor adicional al proceso. Asimismo, la revisión y corrección reiterativa del bosquejo refuerza este desperdicio, al evidenciar la duplicidad de actividades que podrían integrarse de manera más eficiente.

Desde una perspectiva de mejora, esta fase podría integrarse completamente en el proceso de diseño de producto y ejecutarse en paralelo al envío del plano al cliente, eliminando así la repetición de actividades y reduciendo el tiempo total del proceso.

Fase 3. Plano de Molde. La tercera fase comprende el diseño detallado del molde, incluyendo la definición completa de componentes y geometrías necesarias para su fabricación, así como la elaboración de los planos técnicos correspondientes para la fabricación. En esta etapa, la revisión se realiza únicamente por parte del jefe de matricería, quien valida el diseño y solicita correcciones en caso de ser necesario.

En esta fase se identifica la muda de talento no utilizado, debido a que un solo asistente de ingeniería es responsable tanto del diseño completo del molde como de la elaboración de todos los planos de construcción. Esta asignación concentra una carga excesiva de trabajo en un único recurso, mientras que otras capacidades disponibles dentro del área podrían ser aprovechadas para la ejecución de planos menos complejos. Esta situación genera, además, la muda de espera, puesto que las fases posteriores del proceso dependen directamente de la disponibilidad y carga de trabajo de una sola persona.

Fase 4. Listado de Materiales. En esta fase se realiza el listado de materiales necesarios para la fabricación del molde, información que se obtiene a partir de los planos

desarrollados en fases anteriores. Dicho listado se utiliza posteriormente para la adquisición de materiales.

Si bien no se identifica una muda directa asociada a la ejecución de esta actividad, el análisis del proceso evidencia que esta fase podría desarrollarse en paralelo con el diseño detallado del molde. La secuencialidad actual introduce una ineficiencia en el flujo del proceso, en virtud de que retrasa el inicio de actividades posteriores sin una justificación técnica, incrementando innecesariamente el tiempo total del proyecto.

Fase 5. Manufactura de Molde. La fase de manufactura del molde corresponde a la ejecución física del mismo e incluye actividades de mecanizado, ajuste, ensamblaje y acabados. A pesar de su relevancia, el procedimiento de diseño del proceso apenas la menciona de forma general, sin detallar sus actividades internas, lo cual contrasta con el hecho de que esta fase representa la mayor proporción del tiempo total del proceso, tal como se evidenciará posteriormente.

El análisis del diagrama AS-IS del subproceso en la Figura 8 muestra que, durante las operaciones de mecanizado, se realizan revisiones frecuentes por parte del personal de matricería al modelo dibujado, generando solicitudes de modificación y la necesidad de rehacer planos. Esta situación se clasifica como muda de sobre procesamiento, esto implica la repetición de actividades de diseño y documentación que no agregan valor directo al producto. Asimismo, estas correcciones generan muda de espera, al detener el avance de la manufactura hasta que los cambios son implementados y validados.

Adicionalmente, se evidencia una subutilización del personal disponible en el área, debido a que la mayor parte de las operaciones de mecanizado del molde es realizada por un solo matricero. Esta concentración de actividades genera una sobrecarga del recurso y limita la participación del resto del personal en el proceso, lo que reduce el aprovechamiento de la capacidad operativa del área.

Fase 6. Pedido de Prueba de Molde. Una vez finalizada la fabricación del molde, se solicita formalmente la prueba del mismo al área de producción, donde se inicia el proceso de obtención de piezas plásticas. No obstante, esta etapa corresponde a un proceso distinto al de fabricación del molde y, por tanto, queda fuera del alcance del presente proyecto.

Desde el punto de vista del análisis del proceso AS-IS, esta fase se considera de baja complejidad operativa y puede interpretarse como una fragmentación innecesaria del proceso, debido a que la solicitud de prueba podría integrarse como una actividad final dentro de la fase de manufactura del molde. Esta separación introduce una transición adicional que no aporta valor y extiende innecesariamente el flujo del proceso, al menos visualmente.

Tabla 1

Análisis y desperdicios identificados en el diagrama AS-IS

Fase	Análisis (resumen)	Desperdicio identificado
Fase 1. Liberación de plano	Elaboración del plano del producto y espera de aprobación o cambios por parte del cliente antes de continuar el proceso.	Espera
Fase 2. Bosquejo de molde	Actividad repetida respecto a subprocesos previos de diseño de producto, con revisiones y correcciones sucesivas.	Sobre procesamiento
Fase 3. Plano de molde	Diseño y elaboración de todos los planos concentrados en un solo asistente de ingeniería, generando sobrecarga de trabajo.	Talento no utilizado, Espera

Fase	Análisis (resumen)	Desperdicio identificado
Fase 4. Listado de materiales	Elaboración del listado de materiales de forma secuencial, pese a que podría realizarse en paralelo al diseño del molde.	–
Fase 5. Manufactura del molde	Revisiones y correcciones al diseño durante el mecanizado, además de la ejecución de la mayor parte del trabajo por un solo matricero.	Sobre procesamiento, Espera, Talento no utilizado
Fase 6. Pedido de prueba de molde	Solicitud formal de prueba al área de producción, correspondiente a un proceso externo al alcance del estudio.	–

Análisis de Tiempos del Proceso de Fabricación de Moldes – Caso “Molde A”

Para el análisis de tiempos se tomó como referencia los tiempos registrados durante la fabricación de un molde que, según el jefe de matricería, presenta un nivel de complejidad medio. Por razones de confidencialidad con el cliente, dicho molde será denominado en adelante como “molde A”. La elección de este molde es adecuada debido a que, durante su ejecución, se pudo obtener la información del tiempo de ejecución del mismo en sus diferentes etapas por parte del personal que se involucró en el desarrollo lo que lo convierte en un caso representativo para el análisis del desempeño del proceso productivo.

Adicionalmente, de acuerdo con el criterio del responsable del área, el “molde A” incorpora características y componentes comunes a la mayoría de los moldes fabricados en el área, tales como placas cavidad del lado fijo y móvil, postizos que conforman la cavidad, electrodos de grafito y otros elementos generales.

Los tiempos fueron recopilados por el personal que participó en el proceso de fabricación, bajo la supervisión del jefe de matricería, y abarcan las etapas de diseño, mecanizado, electroerosión, pulido, pruebas y armado. Asimismo, debido a su nivel de complejidad tanto en el diseño como en la manufactura, el “molde A” se considera representativo de la gran mayoría de los moldes producidos por la empresa, conforme a la apreciación del responsable del área. Por lo tanto, los datos de tiempos utilizados en el presente estudio fueron proporcionados por la empresa y corresponden a registros operativos generados por el personal durante la ejecución real de los trabajos, específicamente desde el inicio hasta la finalización de cada fase del proceso de fabricación de moldes. Estos registros responden a un sistema de control interno orientado al seguimiento de actividades y carga de trabajo, por lo que reflejan condiciones reales de operación.

Cabe señalar que no se realizó un estudio de tiempos estandarizado ni un muestreo estadístico formal, debido a la naturaleza del proceso analizado, el cual corresponde a un sistema tipo job shop, caracterizado por alta variabilidad en las operaciones, baja repetitividad y personalización de cada proyecto. En este contexto, la aplicación de técnicas tradicionales de estudio de tiempos, como cronometraje repetitivo o tiempos predeterminados, no resultaría adecuada. En consecuencia, los datos utilizados permiten realizar un análisis representativo del comportamiento del proceso en condiciones reales, siendo suficientes para la identificación de desperdicios y oportunidades de mejora a nivel operativo.

En relación de cálculo de métricas como tiempo estándar, takt time y tiempo de ciclo detallado por operación, es importante indicar que dichas herramientas están orientadas principalmente a entornos productivos repetitivos o de flujo continuo. En el caso del proceso analizado, al tratarse de un sistema con alta variabilidad en diseño, tiempos y secuencia de operaciones, no es posible establecer valores estandarizados representativos sin un nivel

previo de estabilización del proceso, algo que resultaría inadecuado, ya que cada molde es diferente y requiere de un análisis, diseño y fabricación personalizado. Adicionalmente, el enfoque del presente trabajo se centra en la fase de diagnóstico y rediseño del proceso (AS-IS / TO-BE), por lo que se prioriza la identificación de desperdicios y la mejora del flujo mediante herramientas como Value Stream Mapping, en lugar de la estandarización detallada de tiempos.

Tabla 2

Tiempos recopilados del proceso de fabricación del "molde A"

Fase	Horas totales de fabricación	Horas extras totales empleadas	Responsable/s
1. Liberación de plano	26	10	Asistente de ingeniería
2. Bosquejo de molde	13	5	Asistente de ingeniería
3. Plano de molde	296	88	Asistente de ingeniería
4. Listado de materiales	3	0	Asistente de ingeniería
5. Manufactura de molde	581.5	166.5	Asistente de ingeniería y matricero
6. Pedido de prueba de molde	3	0	Asistente de ingeniería
TOTAL	922.5	269.5	

En la Tabla 2 se presenta el total de horas dedicadas a cada fase del proceso de fabricación del “molde A”. El tiempo total empleado en dicho proceso asciende a 922.5 horas, de las cuales 269.5 corresponden a tiempo extra, entendido como aquel ejecutado fuera de la jornada laboral establecida de 8 horas diarias. A partir de estos valores, se determina el porcentaje que representa el tiempo extra respecto al total de horas empleadas en la fabricación del molde, cuyo cálculo se muestra a continuación:

Ecuación 1

Cálculo del porcentaje de horas extras – situación actual

$$\% \text{ de horas extras} = \frac{\text{Horas extras totales empleadas}}{\text{Horas totales de fabricación}} * 100\% \quad (1)$$

$$\% \text{ de horas extras} = \frac{269.5}{922.5} * 100\%$$

$$\% \text{ de horas extras} = 29.21 \%$$

El cálculo realizado evidencia que las horas extras empleadas en la fabricación del “molde A” representan el 29,21 % del tiempo total de fabricación, es decir, más de una cuarta parte del tiempo total corresponde a trabajo ejecutado fuera de la jornada laboral regular. Considerando que este molde presenta un nivel de complejidad medio y que el plazo de entrega fue definido en función de los requerimientos del cliente, se estableció un tiempo de entrega de 60 días, valor que se encuentra dentro del rango de 50 a 70 días que la empresa maneja para moldes de estas características, estos plazos de entrega detallados para cada tipo de molde se visualizan en el cuestionario aplicado al jefe de matricería ubicado en el Anexo 1. Dicho plazo fue cumplido conforme a lo planificado; no obstante, su cumplimiento requirió la utilización del volumen de horas extras previamente mencionado.

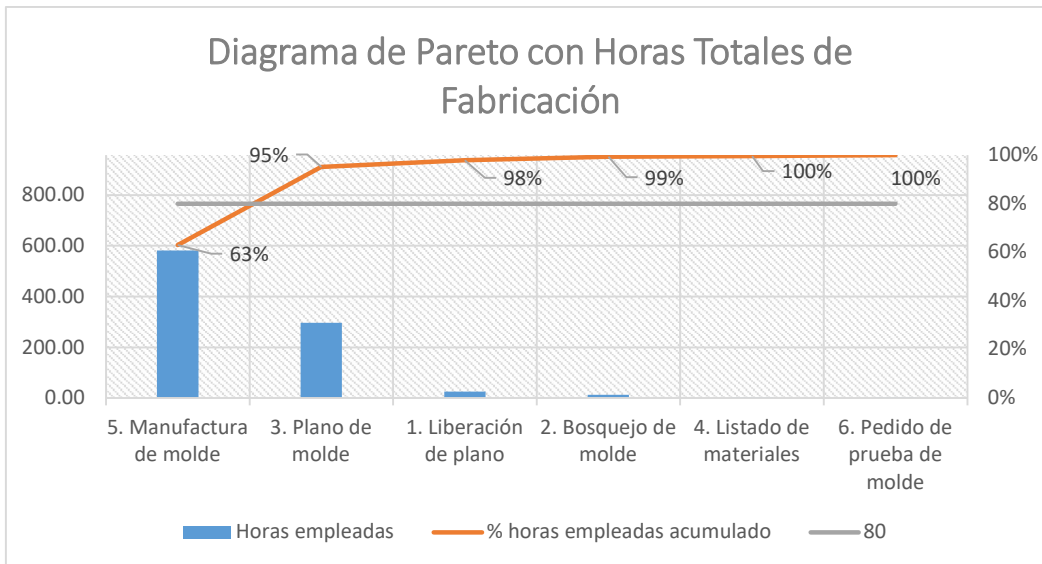
El porcentaje de 29,21 % correspondiente a horas extras no solo refleja una sobrecarga operativa puntual, sino que evidencia una deficiencia estructural en la planificación y asignación de recursos dentro del proceso de matricería. La recurrencia de

esta condición sugiere la ausencia de un sistema formal de gestión por procesos que permita equilibrar la carga laboral y establecer prioridades claras. Por tanto, el problema identificado trasciende el ámbito operativo y se relaciona con una falta de alineación entre planificación, control y ejecución de actividades.

El presente proyecto plantea disminuir las horas extras requeridas durante la fabricación de moldes, buscando demostrar un mejor desempeño en el proceso productivo. Para ello, se realizará inicialmente un análisis del tiempo total empleado, priorizando aquellas fases que concentran la mayor cantidad de horas. Con este fin, se emplean dos diagramas de Pareto, el primero representa la distribución de las horas totales de fabricación por fase, mientras que el segundo se construye a partir de los datos correspondientes a las horas extras registradas en cada fase del proceso.

Figura 9

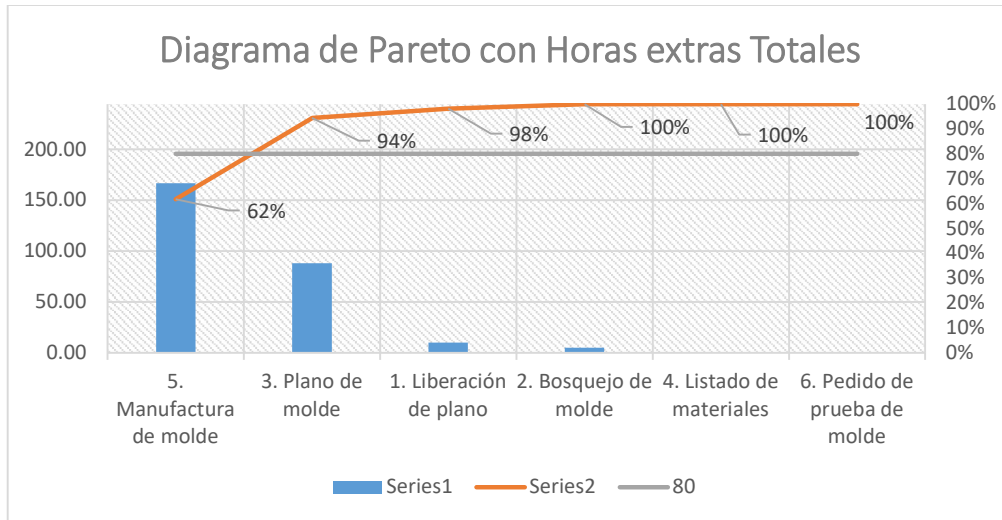
Diagrama de Pareto con enfoque en horas de fabricación



Nota. Elaboración propia

Figura 10

Diagrama de Pareto con enfoque en horas extras



Nota. Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 9 y Figura 10, las fases con mayor participación en la fabricación del molde, tanto en términos de horas totales como de horas extras, corresponden principalmente a la Fase 5: Manufactura del molde, seguida de la Fase 3: Plano de molde. De manera conjunta, ambas fases concentran el 95 % del tiempo total invertido en la fabricación del molde y el 94 % de las horas extras utilizadas. En consecuencia, el análisis detallado del proceso se enfocará en estas fases, dado que son las que representan la mayor proporción del tiempo empleado.

En particular, para la Fase 5: Manufactura del molde, se presenta a continuación una tabla en la que se detallan las distintas sub fases que la componen, tal como se muestra en la Figura 8, junto con el desglose de los tiempos empleados en cada una de ellas.

Tabla 3

Tiempos de las fases dentro de la tarea “fabricar molde” del proyecto “molde A”

Fase	Horas dedicadas	Responsable
1. Revisión	3	Matricero
2. Mecanizado	338	Matriceros y ayudante de matricería
3. Electroerosión	108.5	Operador de electroerosionadora
4. Pulido	120	Pulidor
5. Prueba y armado	12	Matricero y ayudante de matricería
Total	581.5	

Las demás fases se presentan en las tablas siguientes, las cuales recopilan el trabajo realizado por cada uno de los colaboradores involucrados en la fabricación del “molde A”. En ellas se identifica la fase correspondiente, el tiempo total empleado y, de manera complementaria, el tiempo de horas extras incurrido en cada etapa. Para este cálculo se considera una jornada laboral ordinaria de ocho horas diarias, atribuyendo como horas extras todo tiempo adicional registrado sobre dicho límite.

Tabla 4*Recopilación de tiempos del asistente de ingeniería*

Días	Actividades	Horas empleadas	Horas extras
1	Liberación de Plano	13	5
2	Liberación de Plano	13	5
3	Bosquejo de molde	13	5
4	Plano de molde – diseño de molde	13	5
5	Plano de molde – diseño de molde	13	5
6	Plano de molde – diseño de molde	12	4
7	Plano de molde – diseño de molde	12	4
8	Plano de molde – diseño de molde	12	4
9	Plano de molde – diseño de molde	10	2
10	Plano de molde – diseño de molde	12	4
11	Plano de molde – diseño de molde	12	4
12	Plano de molde – diseño de molde	12	4
13	Plano de molde – diseño de molde	10	2
14	Plano de molde – diseño de molde	10	2
15	Plano de molde – diseño de molde	12	4
16	Plano de molde – diseño de molde	10	2
17	Diseño (revisión y corrección de molde)	10	2
18	Diseño (revisión y corrección de molde)	10	2
19	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	12	4

Días	Actividades	Horas empleadas	Horas extras
20	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	12	4
21	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	12	4
22	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	12	4
23	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	12	4
24	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	10	2
25	Plano de molde – dibujo de planos alta complejidad	12	4
26	Plano de molde – dibujo de planos baja complejidad	12	4
27	Plano de molde – dibujo de planos baja complejidad	12	4
28	Plano de molde – dibujo de planos baja complejidad	10	2
29	Plano de molde – dibujo de planos baja complejidad	10	2
30	Diseño, listado de materiales y prueba	6	0
Total		341	103

La tabla muestra los diferentes tiempos a lo largo del diseño del molde, se puede notar que en la actividad dibujo de planos de construcción existe una subdivisión entre planos de alto detalle y bajo detalle, la explicación de dichos elementos se hace a continuación:

- Planos de alto detalle: Son los planos de construcción que presentan gran cantidad de medidas e indicaciones y por lo tanto son los que más tiempo requieren para su dibujado.
- Planos de bajo detalle: Son los planos que presentan poca cantidad de detalles, es decir que las piezas a fabricar que describen contienen una alta tolerancia de fabricación o una geometría con pocas cotas a colocar por lo tanto son planos que se dibujan de manera breve.

Tabla 5

Recopilación de tiempos del matricero

Días	Actividades	Horas	Horas
		Empleadas	Extras
1	Revisión de dibujo (Fase revisión)	3	0
	Desbaste placas cavidad (Fase mecanizado)	5	0
2	Desbaste placas cavidad (Fase mecanizado)	8.5	0.5
3	Acabado de placas cavidad (Fase mecanizado)	8	0
4	Acabado de placas cavidad (Fase mecanizado)	10.5	2.5
5	Acabado de placas cavidad (Fase mecanizado)	9.5	1.5
6	Acabados de placas cavidad (Fase mecanizado)	9	1
7	Acabados de placas cavidad (Fase mecanizado)	11.5	3.5
8	Acabados de placas cavidad (Fase mecanizado)	11	3
9	Acabados de placas cavidad (Fase mecanizado)	16	8

Días	Actividades	Horas	
		Empleadas	Extras
10	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
11	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
12	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
13	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
14	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
15	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
16	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
17	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
18	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
19	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	10	2
20	Mecanizado de electrodos (Fase mecanizado)	7	0
21	Desbaste de material para postizos (Fase mecanizado)	12	4
22	Acabado de postizos a b (Fase mecanizado)	12	4
23	Acabado de postizos a b (Fase mecanizado)	12	4
24	Acabado de postizos a b (Fase mecanizado)	16	8
25	Acabado de postizos a b (Fase mecanizado)	16	8
26	Acabado de postizos a b (Fase mecanizado)	14	6
27	Acabado de postizos c (Fase mecanizado)	16	8
28	Acabado de postizos c (Fase mecanizado)	14	6
29	Acabado de postizos d (Fase mecanizado)	14	6
30	Acabado de postizos e y f (Fase mecanizado)	16	8
31	Armado y pruebas (Fase prueba y armado)	12	4
Total		353	106

Tabla 6*Recopilación de tiempos de electro erosionado*

Días	Actividades	Horas Empleadas	Horas Extras
1	Revisión planos y Erosión Electroodos (fase electroerosión)	8	0
2	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	8.5	0.5
3	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	10	2
4	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	11	3
5	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	10	2
6	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	12	4
7	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	8	0
8	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	11	3
9	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	10	2
10	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	8	0
11	Erosión Electroodos (fase electroerosión)	12	4
Total		108.5	20.5

Tabla 7*Recopilación de tiempos de pulido*

Días	Actividades	Horas Empleadas	Horas Extras
1	Revisión de elementos y requerimientos y pulido cavidad lado móvil (fase pulido)	12	4

Días	Actividades	Horas	Horas
		Empleadas	Extras
2	Pulido cavidad lado móvil (fase pulido)	12	4
3	Pulido cavidad lado móvil (fase pulido)	12	4
4	Pulido cavidad lado móvil (fase pulido)	12	4
5	Pulido cavidad lado fijo (fase pulido)	12	4
6	Pulido cavidad lado fijo (fase pulido)	12	4
7	Pulido cavidad lado fijo (fase pulido)	12	4
8	Pulido cavidad lado fijo (fase pulido)	12	4
9	Pulido de postizos y boquilla (fase pulido)	12	4
10	Pulido de postizos y boquilla (fase pulido)	12	4
Total		120	40

VSM del Proceso Actual

Para obtener una comprensión global del proceso de fabricación de moldes y reconocer cómo circulan el trabajo y la información a través de sus distintas fases, se utilizó el Value Stream Mapping (VSM) como herramienta de diagnóstico del estado actual. El mapa de flujo de valor se elaboró a partir del análisis de los tiempos recopilados durante la fabricación del “molde A”, utilizado como caso de referencia, considerando los tiempos totales registrados por fase del proceso. Para su construcción se contó con la participación del jefe de matricería y del personal del área de ingeniería, así como con recorridos en el área productiva, lo que permitió obtener una visión representativa del funcionamiento real del proceso.

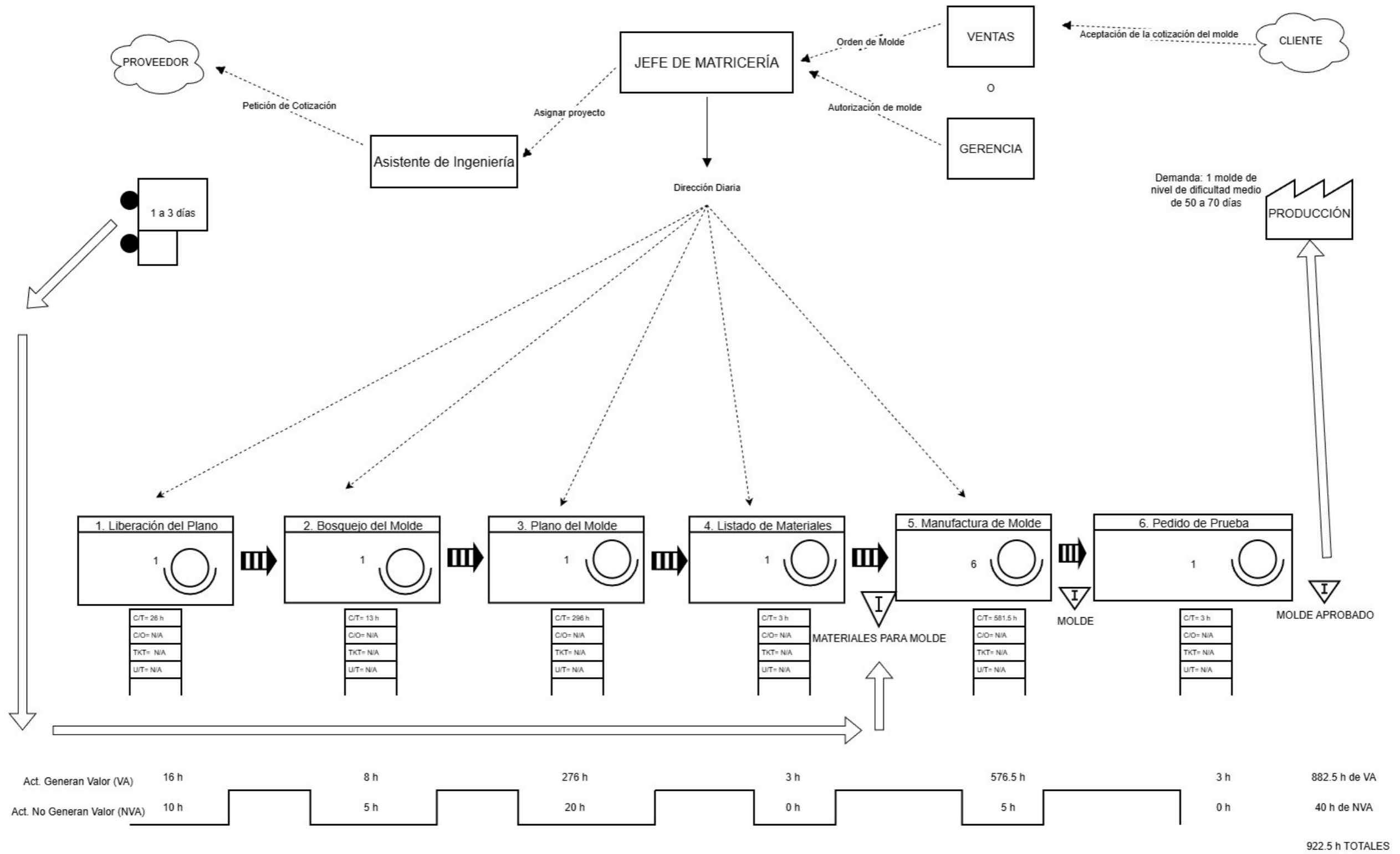
Dado que la fabricación de moldes corresponde a una producción contra pedido, es decir, de bajo volumen y alta variabilidad o personalización debido a que cada molde es

diferente, el VSM desarrollado se presenta a un nivel macro, agregando los tiempos por fase sin considerar de manera explícita el solapamiento temporal entre actividades. Si bien en la práctica varias operaciones pueden ejecutarse de forma parcialmente paralela, este solapamiento no se encuentra formalmente documentado ni estandarizado dentro del proceso, por lo que no es posible realizar un análisis detallado de su secuencia o sincronización. En este contexto, el objetivo del VSM no es el análisis de la programación cronológica del proyecto, sino la identificación de actividades que agregan y no agregan valor, con el fin de detectar posibilidades de mejora y orientar la propuesta conforme a los principios de Lean Manufacturing.

Además, para el presente estudio, el lead time se define como el tiempo total requerido para completar el proceso de fabricación del molde, expresado en horas totales de ejecución, incluyendo tanto horas normales como horas extras, es decir un lead time operativo. Esta decisión metodológica responde a la naturaleza del proceso analizado y a la disponibilidad de la información, puesto que no se cuenta con un registro detallado de fechas de inicio y finalización por fase. En consecuencia, el lead time operativo se representa a partir de la agregación de las horas totales dedicadas a cada fase del proceso. El VSM del estado actual se muestra a continuación.

Figura 11

VSM del proceso de fabricación de moldes actual



Nota. Elaboración propia

Como se observa en la Figura 11, uno de los aspectos más relevantes del análisis es la diferenciación entre actividades que agregan valor (VA) y actividades que no agregan valor (NVA). Dicha separación no se presenta de manera uniforme en todas las fases del proceso, sino únicamente en aquellas en las que fue posible identificar y documentar de forma explícita el tiempo asociado a cada tipo de actividad.

En las fases donde se identificaron actividades tanto de valor agregado como de no valor agregado, se realizó el desglose correspondiente de tiempos, el cual se presenta a continuación. Para las demás fases del proceso, en las que no se evidenció una diferenciación clara entre ambos tipos de actividades, se considera que la totalidad del tiempo corresponde a actividades que agregan valor.

Tabla 8

Actividades que generan y no generan valor en la fase 1. liberación del plano

Actividades		Valor (horas)
Agregan valor (VA)	Elaboración de plano	16
No agregan valor (NVA)	Revisión de plano	4
	Corrección de plano	6
Total		26

Tabla 9

Actividades que generan y no generan valor en la fase 2. bosquejo de molde

Actividades		Valor (horas)
Agregan valor (VA)	Elaboración de bosquejo	8
No agregan valor (NVA)	Revisión de bosquejo	3
	Corrección de bosquejo	2
Total		13

Tabla 10*Actividades que generan y no generan valor en la fase 3. plano de molde*

	Actividades	Valor (horas)
Agregan valor (VA)	Diseño de molde	150
	Dibujo de planos	126
No agregan valor (NVA)	Revisión de plano	5
	Corrección de plano	15
Total		296

Tabla 11*Actividades que generan y no generan valor en la fase 5. manufactura de molde*

	Actividades	Valor (horas)
Agregan valor (VA)	Elaboración de plano	576.5
No agregan valor (NVA)	Revisión de plano	5
Total		581.5

Como se puede apreciar en el desglose realizado, las actividades clasificadas como generadoras de valor corresponden a aquellas que implican la transformación directa del material o de la información necesaria para la fabricación del molde, contribuyendo de manera directa al avance del producto hacia su estado final. Desde la perspectiva del cliente, este tipo de actividades representa aquellas por las cuales estaría dispuesto a pagar, ya que intervienen directamente en el desarrollo del molde requerido. Por el contrario, las actividades de revisión y corrección, si bien resultan necesarias para garantizar la conformidad técnica del proceso y asegurar el cumplimiento de las especificaciones de diseño, no agregan valor desde la perspectiva del cliente, quien no estaría dispuesto a pagar por instancias de verificación o retrabajo. Estas actividades corresponden a controles internos del proceso que, aunque indispensables en determinadas etapas, reflejan la presencia de tiempos que no contribuyen directamente a la transformación del producto. En este sentido, la

identificación y cuantificación de estas actividades permite visualizar oportunidades de mejora dentro del proceso, orientadas a reducir la proporción de tiempo destinado a tareas que no agregan valor. Idealmente, este tipo de actividades debería minimizarse dentro del proceso o representar una proporción reducida del tiempo total, favoreciendo así un flujo de trabajo más eficiente.

Finalmente, para las fases 4 y 6, al no identificarse una diferenciación entre actividades que agregan y no agregan valor, se considera que la totalidad del tiempo asociado a dichas fases corresponde a actividades que agregan valor.

Descripción de la Ejecución del Proceso de Fabricación de Moldes

Para complementar los apartados anteriores, a continuación, se describe la forma de trabajo del área de matricería para llevar a cabo el proceso de fabricación de moldes. Como se mencionó anteriormente, el proceso se gestiona, de manera general, bajo la coordinación del jefe de matricería, quien recibe la orden de fabricación de molde, a partir de esta, asigna al asistente de ingeniería responsable del desarrollo del molde, función que, recae en la misma persona que realizó el diseño y/o el dibujo del producto plástico, aquí se procede con las fases de liberación de plano, bosquejo de molde, plano de molde y lista de materiales. De igual forma, el jefe de matricería designa, de entre los dos existentes, al matricero encargado de la fabricación del molde, es aquí donde se ejecuta el subproceso de manufactura de molde conformado por la revisión del modelo, el mecanizado, la electroerosión y el pulido, de ser necesario se envían las placas cavidad a tratamiento térmico. Cabe destacar que actualmente para un molde lo único que se desarrolla son las cavidades, electrodos y postizos, puesto que después todas las piezas se montan en bases llamadas porta moldes listas para recibir diferentes tipos de placas cavidad. Las cavidades o placas cavidad son aquellos elementos que tienen la forma del producto a inyectar, los electrodos elementos para la electroerosión de

las cavidades y los postizos son elementos adicionales que forman la cavidad también o funcionan como mecanismo de expulsión de la pieza.

Una vez finalizada la fabricación de los componentes y con las placas cavidad de vuelta del tratamiento, el matricero designado procede al ensamblaje del molde y a la verificación del correcto cierre, comprobando que ambas mitades del molde y sus elementos internos ajusten adecuadamente entre sí. En caso de detectarse desviaciones o interferencias, se realizan los ajustes o correcciones necesarias hasta garantizar un cierre correcto. Finalmente, se verifica el correcto funcionamiento de los circuitos de refrigeración mediante la comprobación del flujo de agua, así como de cualquier otro elemento adicional que requiera validación, para proceder con la entrega del molde.

Cabe señalar que no existe un procedimiento estandarizado para la gestión de este proceso. En función de las características del proyecto, el criterio del jefe del área o la solicitud del matricero, pueden delegarse determinadas actividades a otros miembros del equipo, como la fabricación de componentes específicos por parte del otro matricero del área, la búsqueda de material, fabricación de elementos simples o perforado de canales de refrigeración en las placas cavidad por parte del ayudante de matricería, o la colaboración del personal de pulido o erosión en las etapas de ensamblaje o acabado final del molde, pero, casi siempre, las actividades son desarrolladas por un solo asistente de ingeniería para la parte de diseño y un solo matricero para toda la parte de fabricación.

A partir del contexto descrito, se evidencia que el proceso de fabricación de moldes se gestiona bajo un enfoque de producción contra pedido, dado que cada proyecto requiere una personalización específica tanto en la etapa de diseño como en la fase de fabricación, además de que por las características individuales de cada producto plástico a producir la personalización de cada molde es total, es decir que cada molde requiere un pensamiento y procesamiento diferente por parte de los involucrados en el área.

Análisis de Percepción del Personal

Finalmente, con el propósito de complementar el diagnóstico, se consideró pertinente conocer la percepción del personal que integra el área de matricería, a fin de incorporar información cualitativa al presente estudio y fortalecer el planteamiento de la propuesta, en conjunto con los datos previamente presentados. Para ello, se aplicó una entrevista dirigida al jefe del área y dos cuestionarios, uno para la subárea de ingeniería y otro para el taller de matricería, los cuales fueron diseñados en función de las responsabilidades y actividades específicas de cada grupo, dichos cuestionarios se muestran en Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3.

La entrevista al jefe del área tuvo como objetivo recopilar información de carácter estratégico y obtener una visión general del estado del proceso. El cuestionario dirigido al personal de la subárea de ingeniería se orientó a identificar problemáticas relacionadas con el diseño del molde y el seguimiento técnico de su fabricación, mientras que el cuestionario aplicado al personal del taller de matricería se enfocó en reconocer los principales inconvenientes operativos presentes durante las fases de mecanizado, electroerosión, pulido y ensamblaje.

Tanto la entrevista como los cuestionarios incluyeron un conjunto de preguntas comunes, de tipo abierto y de selección, con el fin de obtener una percepción global sobre el funcionamiento del proceso. Adicionalmente, se incorporaron preguntas específicas según las funciones y particularidades de cada subárea. Esta estructura permitió una aplicación integral de los instrumentos, asegurando una recopilación exhaustiva de información y una comprensión más precisa de las dificultades identificadas en cada etapa del proceso.

Adicionalmente, se realizó un análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, aplicado exclusivamente a los ítems orientados a medir la percepción del personal y que emplean una escala de Likert. Esta selección se fundamenta en que dicho coeficiente permite evaluar el grado de consistencia interna de los instrumentos, asegurando

que las preguntas midan de manera homogénea lo que se pretende analizar, es en este contexto que las preguntas abiertas y aquellas de carácter descriptivo fueron excluidas del análisis, dado que su naturaleza cualitativa no es compatible con este tipo de medición, sin embargo estas preguntas se utilizaron posteriormente como insumo para la identificación de causas y la elaboración del diagrama causa–efecto, presentado en las secciones siguientes del diagnóstico.

Para empezar con los resultados de los cuestionarios, se incluyó una pregunta común tanto en la entrevista dirigida al jefe de matricería como en los cuestionarios aplicados a las demás subáreas, orientada a evaluar el nivel de documentación del proceso actual de fabricación de moldes. Esta pregunta permitió identificar el grado de conocimiento y claridad que posee el personal respecto al proceso que ejecutan, así como la percepción sobre su formalización y disponibilidad. El establecimiento de esta pregunta como punto inicial resulta fundamental debido a que la comprensión y definición del proceso constituyen la base para la mejora posterior, se preguntó: ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes?, las opciones a elegir fueron en un rango del 1 al 5 donde 1 indicaba una calificación baja y el 5 una calificación alta. Dando como resultado los porcentajes mostrados en la Figura 12, calculados con los valores mostrados en la Tabla 12.

Tabla 12

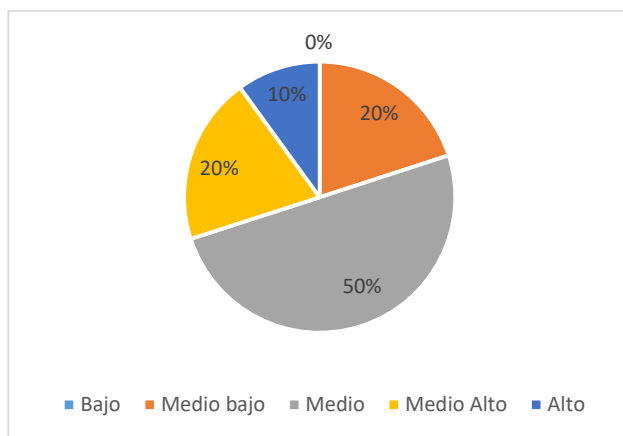
Valores de la pregunta ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes?

Calificación	Interpretación	Frecuencia	Porcentaje
1	Bajo	0	0 %
2	Medio bajo	2	20 %
3	Medio	5	50 %
4	Medio alto	2	20 %
5	Alto	1	10 %
Total		10	100 %

Nota. La columna "frecuencia" indica el número de participantes que seleccionaron cada nivel de calificación en la escala utilizada.

Figura 12

Gráfica de las respuestas a la pregunta ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes?



Nota. Elaboración propia

El resultado de la pregunta evidencia que la mayoría del personal percibe la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes en niveles medios y medio bajos, mientras que solo un porcentaje reducido la califica en niveles superiores. Esto sugiere que los procedimientos no se encuentran plenamente definidos ni formalizados, lo cual genera variabilidad en la ejecución de las actividades y limita la uniformidad del proceso. La baja percepción de estandarización confirma la necesidad de fortalecer la documentación, establecer métodos de trabajo más claros y avanzar hacia un proceso más controlado y eficiente.

Análisis de la Percepción del Personal del Taller. Se aplicó un cuestionario para evaluar la percepción del personal del taller de matricería frente a un conjunto de afirmaciones relacionadas con las condiciones operativas, la organización del trabajo y el estado actual del proceso de fabricación de moldes. Cada afirmación fue valorada mediante una escala de Likert, con rangos que van desde “nada de acuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”, con el objetivo de identificar la opinión del personal respecto a aspectos críticos del proceso.

En una primera etapa, y con el fin de evaluar la consistencia interna del instrumento aplicado, se realizó un análisis de fiabilidad de los siete ítems de percepción incluidos en el cuestionario del taller de matricería, mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. Los resultados obtenidos a partir de este análisis se presentan a continuación.

Tabla 13*Matriz de datos para el análisis de confiabilidad del cuestionario del taller matricería*

Sujeto	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Sumatoria
S1	3	1	2	3	2	2	1	14
S2	2	3	4	4	4	5	3	25
S3	5	5	3	4	4	5	3	29
S4	5	3	3	4	5	5	3	28
S5	2	4	4	4	1	4	4	23
S6	3	3	3	3	4	5	3	24
Varianza	1.56	1.47	0.47	0.22	1.89	1.22	0.81	7.64

Tabla 14*Valores y cálculo del Alfa de Cronbach para el cuestionario del taller*

Datos	Valores
Sumatoria de Varianzas ($\sum \sigma_i^2$)	7.64
Varianza de la Suma de los Ítems (σ_i^2)	23.81
# ítems del instrumento (k)	7.00
Alfa de Cronbach (α)	0.79

El análisis de confiabilidad realizado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach para los ítems aplicados al personal del taller de matricería arrojó un valor de 0,79. De acuerdo con los criterios comúnmente aceptados para la interpretación de este coeficiente, dicho valor corresponde a un nivel de confiabilidad aceptable, encontrándose además próximo al rango considerado como bueno. Este resultado indica que los ítems presentan una adecuada consistencia interna y que el instrumento es confiable para evaluar la percepción del personal

del taller de matricería respecto a los aspectos analizados. Ahora que la confiabilidad de los datos obtenidos fue corroborada, se muestran los resultados de la aplicación del cuestionario al personal de matricería.

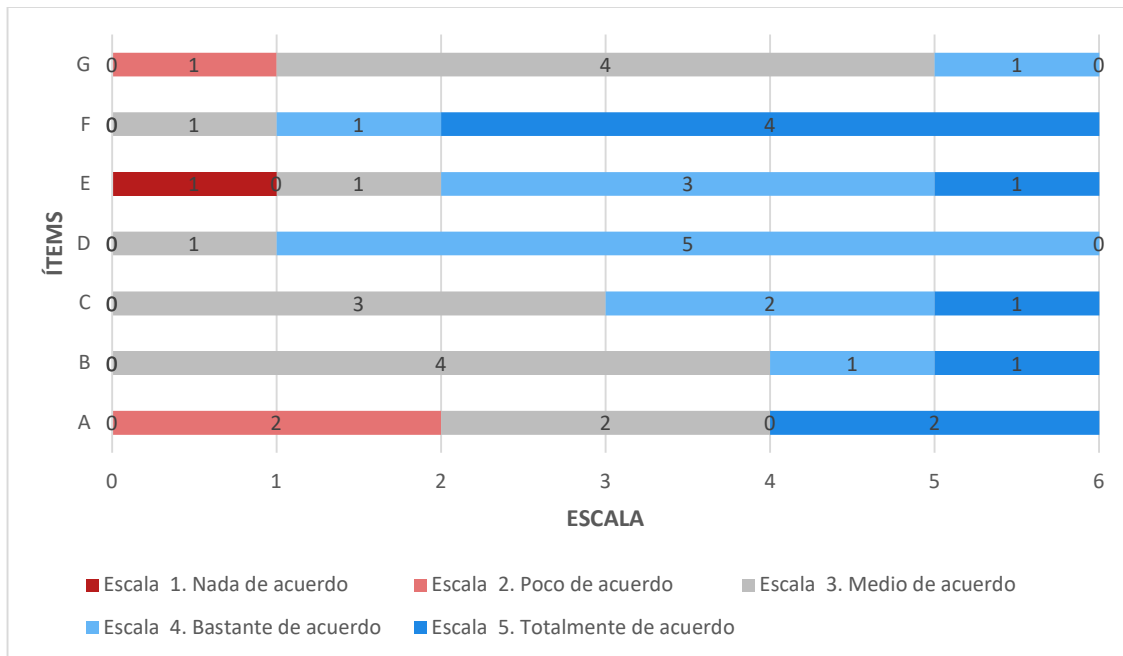
Tabla 15

Resultados del cuestionario aplicado al personal del taller de matricería.

Ítem	Afirmaciones	1. Nada de acuerd o	2. Poco de acuerd o	3. Medio de acuerd o	4. Bastant e de acuerdo	5. Totalme nte de acuerdo
A	Recibo planos o información completa para iniciar mi trabajo.	0	2	2	0	2
B	Debo esperar tiempo considerable para recibir instrucciones, herramientas o materiales.	0	0	4	1	1
C	El estado de las máquinas y/o herramientas genera retrasos en la producción.	0	0	3	2	1
D	Ocurre retrabajo por errores en otra fase del proceso.	0	0	1	5	0
E	La comunicación en el taller (mecanizado, erosión, pulido, armado) es clara y suficiente.	1	0	1	3	1
F	El orden y limpieza del área facilitan la realización del trabajo.	0	0	1	1	4
G	Las herramientas necesarias están disponibles cuando las necesito.	0	1	4	1	0

Figura 13

Tabulación de los resultados del cuestionario aplicado al personal del taller de matricería.



Nota. Elaboración propia

En el ítem A los resultados muestran una percepción dividida: la mayoría del personal se ubica entre poco de acuerdo y medio de acuerdo, mientras que solo dos trabajadores están totalmente satisfechos con la información recibida. Esto indica que, aunque existe un nivel aceptable de entrega de información, aún hay inconsistencias en la disponibilidad, claridad o completitud de los planos e instrucciones. La variabilidad en las respuestas sugiere que no siempre se recibe la documentación necesaria de forma uniforme, lo cual puede afectar el flujo de trabajo y generar incertidumbre al inicio de las tareas.

En el ítem B la mayoría del personal se encuentra en niveles intermedios y altos de acuerdo. Esto evidencia que el personal sí percibe tiempos de espera significativos. Este resultado señala un cuello de botella asociado a la logística interna, coordinación o abastecimiento, lo cual afecta la continuidad operativa del taller y genera tiempos muertos.

En el ítem C las respuestas para esta afirmación se inclinan hacia niveles medios y altos de acuerdo. Esta tendencia indica que el estado actual de las máquinas y herramientas sí representa un problema operativo, percibido de manera consistente por el personal. Los retrasos derivados de fallas, desgaste o mantenimiento insuficiente sugieren debilidades en el mantenimiento, disponibilidad de repuestos o control del estado de los equipos, lo cual impacta directamente el rendimiento del taller.

En el ítem D se observa una percepción concentrada en bastante de acuerdo y medio de acuerdo. Esto refleja una problemática clara y ampliamente reconocida en el taller: el retrabajo generado por errores en fases previas del proceso. El resultado indica falta de coordinación entre áreas, deficiencias en proceso previos, o ausencia de controles de calidad efectivos. Este hallazgo constituye un punto crítico, condicionalmente el retrabajo incrementa costos, tiempos y desgaste operativo.

En el ítem E, las respuestas evidencian una percepción heterogénea. La distribución sugiere que la comunicación interna presenta inconsistencias, entendida como instrucciones, coordinación entre subprocesos y transmisión de información relevante. Aunque hay percepciones positivas, la mayoría se concentra en niveles medios, evidenciando que la comunicación no es plenamente efectiva y podría estar generando confusiones o pérdida de información a lo largo del proceso.

En el ítem F, la tendencia es claramente positiva. Esto revela que el personal percibe un buen nivel de orden y limpieza en el taller, lo cual facilita su trabajo. Esta es una fortaleza del área y muestra que se aplican, al menos parcialmente, principios de organización, aunque aún puede haber oportunidades de mejora.

En el ítem G, las respuestas muestran una percepción moderada. Esto refleja que la disponibilidad de herramientas es aceptable pero no óptima, puesto que la mayoría no percibe

un nivel alto de satisfacción. Esto puede deberse a problemas de inventario, falta de reposición o herramientas compartidas que generan tiempos de espera.

Análisis de la Percepción del Personal de Ingeniería. Para el personal de la subárea de ingeniería se aplicó un cuestionario compuesto por un conjunto de ítems relacionados con sus funciones, nivel de participación y percepción del proceso de fabricación de moldes. Cada ítem corresponde a una pregunta formulada en forma de afirmación y fue evaluado mediante una escala de Likert, con el objetivo de identificar el grado de acuerdo del personal respecto a aspectos clave como el diseño del molde, el seguimiento de las actividades, la comunicación con el área de matricería y el cumplimiento del flujo de trabajo establecido. Este análisis permitió comprender la percepción del área de ingeniería sobre el estado actual del proceso, así como identificar posibles brechas, oportunidades de mejora y el nivel de alineación con las necesidades operativas del taller.

En primera instancia y de manera similar al cuestionario aplicado al personal del taller de matricería, se evaluó la consistencia interna del instrumento dirigido al personal de ingeniería mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando únicamente los ítems orientados a medir la percepción del personal. Los resultados obtenidos a partir de este análisis se presentan a continuación.

Tabla 16

Matriz de datos para el análisis de confiabilidad del cuestionario de ingeniería

Sujeto	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Sumatoria
S1	3	3	4	3	3	3	4	23
S2	4	3	5	5	5	4	5	31
S3	3	4	4	4	3	3	5	26
Varianza	0.22	0.22	0.22	0.67	0.89	0.22	0.22	2.67

Tabla 17*Valores y cálculo del Alfa de Cronbach para el cuestionario de ingeniería*

Datos	Valores
Sumatoria de Varianzas ($\sum\sigma_i^2$)	2.67
Varianza de la Suma de los Ítems (σ_t^2)	10.89
# ítems del instrumento (k)	7.00
Alfa de Cronbach (α)	0.88

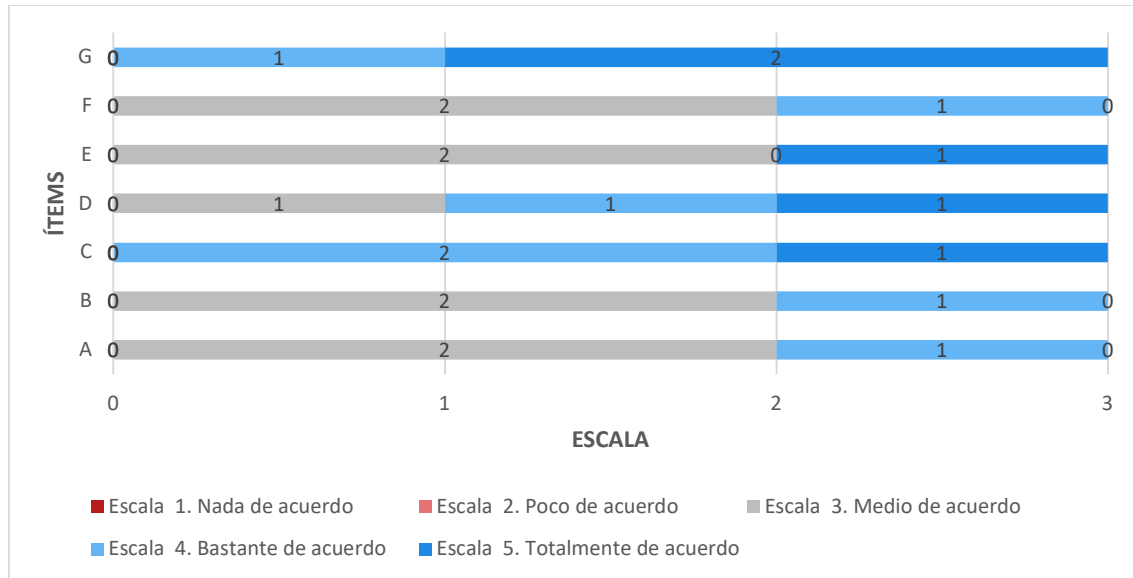
El análisis de confiabilidad realizado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach para los ítems aplicados al personal del área de ingeniería arrojó un valor de 0,88. Conforme a los criterios establecidos para la interpretación de este coeficiente, dicho valor se ubica dentro del rango correspondiente a una confiabilidad buena, encontrándose además cercano al nivel considerado como excelente. Este resultado evidencia una alta consistencia interna entre los ítems evaluados, lo que respalda la fiabilidad del instrumento para medir la percepción del personal del área de ingeniería respecto a los aspectos analizados. Una vez verificada la consistencia interna del cuestionario se procede con la presentación y el análisis de los resultados obtenidos a partir de la percepción del personal de la subárea de ingeniería.

Tabla 18*Resultados del cuestionario aplicado al personal del taller de ingeniería.*

Ítem	Afirmaciones	1. Nada de acuer do	2. Poco de acuerdo	3. Medio de acuerdo	4. Bastante de acuerdo	5. Totalmente de acuerdo
A	La información necesaria para diseñar el molde (requerimientos, planos, especificaciones) está completa y clara.	0	0	2	1	0
B	Existen retrasos debido a falta de comunicación entre ingeniería y el taller.	0	0	2	1	0
C	El diseño inicial evita retrabajos o correcciones posteriores.	0	0	0	2	1
D	Hay tiempos de espera significativos entre la aprobación del diseño y el inicio del mecanizado.	0	0	1	1	1
E	Se hace seguimiento adecuado del avance de las fases (mecanizado, erosión, pulido, armado).	0	0	2	0	1
F	La retroalimentación recibida del taller sobre problemas de fabricación se toma en cuenta para mejorar futuros diseños.	0	0	2	1	0
G	El proceso de documentación y entrega final del molde suele presentar retrasos o inconsistencias	0	0	0	1	2

Figura 14

Tabulación de los resultados del cuestionario aplicado al personal de ingeniería.



Nota. Elaboración propia

Para el ítem A los resultados muestran que la percepción sobre la claridad y completitud de la información inicial es moderada. Esto indica que, aunque la información proporcionada suele ser suficiente para iniciar el diseño, aún existen casos donde no es totalmente clara o completa, lo que podría generar incertidumbre en la etapa inicial del proceso.

En el ítem B las respuestas se concentran principalmente en un nivel medio de acuerdo, lo que evidencia que el personal percibe que la comunicación entre ingeniería y el taller no siempre es fluida. Aunque no se considera un problema crítico sí se reconoce que la falta de comunicación puede generar retrasos, aunque estos no parecen ser sistemáticos.

En el ítem C las respuestas se inclinan hacia niveles altos de acuerdo (4 y 5), lo que refleja una percepción positiva respecto a la calidad del diseño inicial. Esto indica que, desde la perspectiva del personal de ingeniería, las especificaciones y planos generados son

suficientemente precisos para minimizar correcciones posteriores, contribuyendo a la eficiencia del proceso.

En el ítem D se observa una distribución moderada. Esto sugiere que sí existen tiempos de espera perceptibles entre la aprobación del diseño y el inicio del mecanizado, aunque no necesariamente son excesivos o constantes.

Para el ítem E los resultados revelan opiniones divididas, no existe una tendencia clara hacia la satisfacción total. Esto señala que el seguimiento por parte de ingeniería es percibido como funcional, pero con inconsistencias entre fases o proyectos.

En el ítem F el personal coincide predominantemente en un nivel medio y bastante de acuerdo, lo que muestra que la retroalimentación proveniente del taller sí se considera en el proceso de rediseño o mejora de documentos, aunque no de manera totalmente sistemática.

Para el ítem G las respuestas se inclinan hacia niveles altos de acuerdo, destacando una percepción clara de que la documentación final del molde presenta retrasos o inconsistencias. Se evidencia que este es un punto crítico percibido dentro del proceso. La documentación tardía afecta la trazabilidad del proyecto y la disponibilidad de información para fases posteriores, por lo que este ítem destaca como un área prioritaria de mejora para garantizar la eficiencia del flujo de trabajo.

Análisis de la Percepción del jefe de Matricería. Para complementar la visión integral del proceso de fabricación de moldes, se recogió la percepción del jefe de matricería, cuyo criterio resulta fundamental debido a su rol de supervisión general, coordinación de recursos y toma de decisiones dentro del área. Su evaluación permite identificar no solo problemáticas que afectan al personal del taller y de ingeniería, sino también aspectos de carácter estructural que influyen en la eficiencia global del proceso, así como contrastar su perspectiva con la del resto del equipo de trabajo. Dado que la información fue obtenida mediante una entrevista aplicada a un único informante, no se realizó un análisis de

confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, dado que este método requiere múltiples observaciones para evaluar la consistencia interna de los ítems, lo cual no es aplicable en este caso.

Tabla 19

Datos del cuestionario aplicado al jefe de matricería.

Ítem	Afirmaciones	1. Nada de acuerdo	2. Poco de acuerdo	3. Medio de acuerdo	4. Bastante de acuerdo	5. Totalmente de acuerdo
A	El personal recibe información clara y completa antes de iniciar cada fase del proceso.	-	-	-	X	-
B	La carga de trabajo entre subáreas está equilibrada (no hay sobrecarga en una etapa específica).	-	-	-	X	-
C	La documentación del proyecto (planos, cambios, registros) se gestiona adecuadamente.	-	-	-	X	-
D	Los cuellos de botella se identifican y se corrigen oportunamente.	-	-	X	-	-
E	Existen canales efectivos para supervisar y dar seguimiento al avance de cada molde.	-	-	-	X	-
F	Se reciben y aplican retroalimentaciones del personal para mejorar el proceso.	-	-	-	X	-

En el ítem A el jefe de matricería su respuesta se ubica en un nivel alto de acuerdo respecto a que el personal recibe información clara y completa antes de iniciar cada fase del proceso. Esta percepción sugiere que, desde su perspectiva, los requerimientos, planos y especificaciones técnicas son entregados de manera adecuada para permitir el correcto desarrollo del trabajo. Sin embargo, al contrastar esta valoración con las percepciones del taller e ingeniería se evidencia una posible brecha entre la supervisión y la operación. Esto puede indicar que, aunque los documentos sí se emiten, no siempre son suficientes, actualizados o comprendidos por los equipos ejecutores.

En el ítem b. el jefe expresa un nivel alto de acuerdo en cuanto a que la carga de trabajo entre las subáreas está equilibrada. Esto implica que, desde su perspectiva, no hay sobrecarga sistemática en una fase específica del proceso y que el flujo de trabajo se distribuye de manera razonable. No obstante, este criterio contrasta parcialmente con las percepciones de ingeniería y taller, donde se mencionan esperas, retrasos y acumulación de tareas que podrían interpretarse como desequilibrios operativos, sugiriendo así que la distribución de carga puede considerarse adecuada a nivel administrativo, pero presenta ineficiencias prácticas derivadas de tiempos muertos, problemas de comunicación o limitaciones de recursos.

En el ítem C el jefe del área se muestra bastante de acuerdo en que la documentación de los proyectos se gestiona de forma adecuada. Esta percepción apunta a que, desde la supervisión, los flujos documentales y los controles están formalmente establecidos y funcionan según lo previsto. Sin embargo, las respuestas del personal de ingeniería revelan que aún existen correcciones posteriores y problemas derivados de documentación incompleta o tardía. Este contraste sugiere que la gestión documental puede ser correcta desde un punto de vista administrativo, pero insuficiente en términos de precisión, actualización o accesibilidad para los equipos involucrados.

En el ítem D, el jefe se sitúa en un nivel medio de acuerdo, lo que evidencia que reconoce que los cuellos de botella son identificados, pero no siempre se corrigen oportunamente. Esta respuesta es particularmente relevante para el análisis general del proceso puesto que coincide con las percepciones del taller e ingeniería donde se mencionan retrasos, esperas y retrabajos.

Para el ítem E, el jefe manifiesta un nivel alto de acuerdo respecto a la existencia de canales efectivos para supervisar y dar seguimiento al avance de los moldes. Esto sugiere que, desde su rol, considera que la comunicación y el control del progreso están formalizados y operan adecuadamente. No obstante, tanto el taller como ingeniería reportaron problemas de comunicación y situaciones en las que la información no fluye con la claridad o rapidez requerida. Este contraste indica que los canales existen, pero no necesariamente alcanzan el nivel de eficiencia esperado en la práctica, posiblemente por falta de retroalimentación constante o por tiempos de respuesta prolongados.

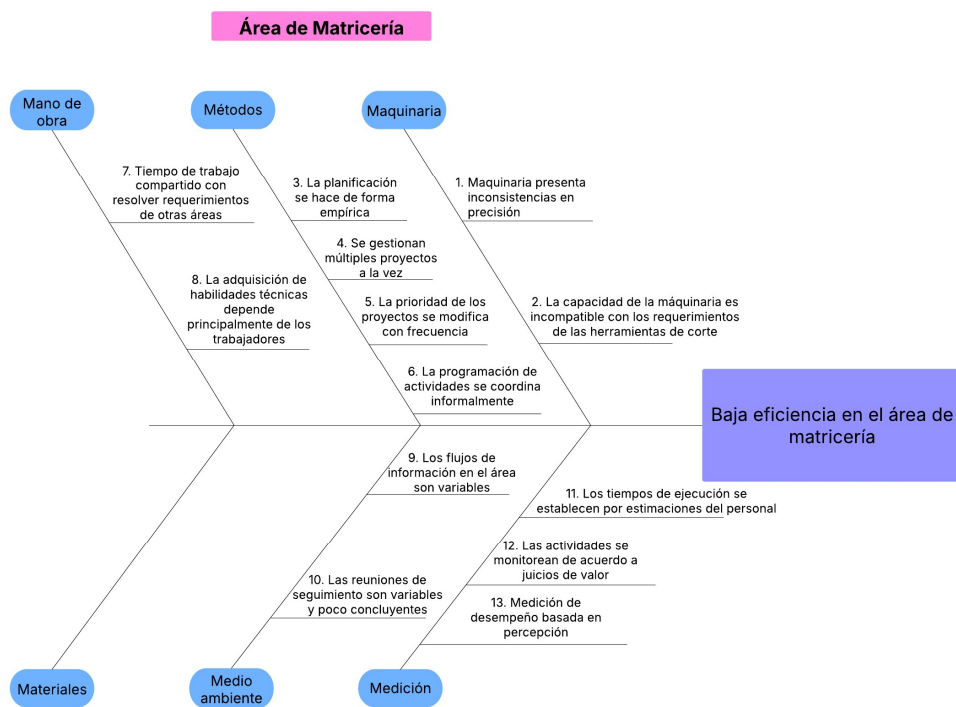
Finalmente, para el ítem F, el jefe se declara bastante de acuerdo en que se recibe y aplica retroalimentación del personal para mejorar el proceso. Esto refleja una percepción positiva acerca de la apertura a sugerencias y al aprendizaje continuo dentro del área. Sin embargo, las percepciones del personal muestran que, si bien la retroalimentación existe, no siempre se traduce en cambios visibles o acciones correctivas inmediatas. Por tanto, este ítem evidencia una de las brechas más relevantes entre supervisión y operación: la retroalimentación sí se considera, pero su impacto no parece ser suficientemente evidente para el equipo, lo cual podría estar asociado a falta de formalización en el registro y seguimiento de las mejoras sugeridas.

Análisis de las Preguntas Abiertas de los Cuestionarios. Para complementar la información obtenida mediante las afirmaciones estructuradas, se incorporaron preguntas abiertas dirigidas al personal del taller, de ingeniería y al jefe de matricería, con el propósito

de identificar, desde su propia perspectiva y a modo de lluvia de ideas, las principales causas de la baja eficiencia del área y del proceso de fabricación de moldes. Este tipo de preguntas permitió recoger comentarios espontáneos, experiencias directas y observaciones específicas que no siempre pueden captarse a través de escalas cerradas. Estas causas se plasmaron en un diagrama causa – efecto, redactando las causas identificadas por el personal de forma neutra y sin juicios de valor, para su posterior análisis de causa raíz utilizando la técnica de los cinco porqués. El diagrama se puede visualizar en la Figura 15.

Figura 15

Diagrama causa-efecto del problema de eficiencia



Nota. Elaboración propia

Para determinar cuáles causas identificadas en el diagrama de Ishikawa debían ser analizadas en profundidad mediante el método de los cinco porqués, se aplicó una matriz de priorización basada en dos criterios cualitativos: el impacto de cada causa sobre la eficiencia del proceso de fabricación de moldes y la dificultad de intervención o facilidad, considerando

las propuestas planteadas en esta investigación, Lean Manufacturing y gestión por procesos. La multiplicación de estos valores indicará la prioridad de cada causa, este enfoque permitió clasificar cada causa en términos de su relevancia y factibilidad de mejora, otorgando prioridad a aquellas que presentan un alto impacto en el desempeño del área y cuya solución es viable mediante la implementación de herramientas como VSM, Kanban, Hoshin Kanri, estandarización del proceso y establecimiento de indicadores. De esta forma, se seleccionaron únicamente las causas que, al ser abordadas, contribuirían directamente al objetivo central de la propuesta.

Tabla 20

Escala para el impacto de las causas

Nivel	Valor
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Tabla 21

Escala de dificultad de intervención o facilidad

Nivel	Valor
Bajo	3
Medio	2
Alto	1

Nota. La escala para este apartado establece que a mayor dificultad menor valor para intervenir.

Tabla 22

Rangos de interpretación.

Puntaje	Prioridad
6 – 9	Alta
3 – 5	Media
1 – 2	Baja

Tabla 23*Matriz de priorización de causas.*

Número	Causa	Impacto	Facilidad	Puntaje	Prioridad
1	Maquinaria presenta inconsistencias en precisión	3	1	3	Media
2	Capacidad de la maquinaria incompatible con herramientas	1	1	1	Baja
3	La planificación se hace de forma empírica	3	2	6	Alta
4	Se gestionan múltiples proyectos a la vez	2	1	2	Baja
5	La prioridad de los proyectos se modifica con frecuencia	2	1	2	Baja
6	La programación de actividades se coordina informalmente	3	2	6	Alta
7	Tiempo de trabajo compartido con otras áreas	1	2	2	Baja
8	La adquisición de habilidades depende de la experiencia	2	2	4	Media
9	Flujos de información variables	3	2	6	Alta
10	Reuniones de seguimiento variables y poco concluyentes	2	3	6	Alta
11	Tiempos de ejecución establecidos por estimaciones	2	2	4	Media
12	Actividades monitoreadas según juicios de valor	3	3	9	Alta
13	Medición del desempeño basada en percepción	2	3	6	Alta

A partir de los resultados obtenidos en la matriz de priorización, se seleccionaron las causas con mayor puntaje para su profundización mediante la técnica de los cinco porqués. Estas causas corresponden a los ítems 3, 6, 9, 10, 12 y 13, al presentar una combinación elevada de impacto sobre la eficiencia del proceso y una factibilidad de intervención compatible con las herramientas propuestas en esta investigación, sin embargo, la propuesta presentada en el capítulo III también puede dar pie a soluciones de las demás causas no analizadas con los cinco porqués. A continuación, se presenta el análisis con base a la metodología de los cinco porqués.

Tabla 24

Porqués de la causa 3.

Categoría	Método
Causa Principal	La planificación se hace de forma empírica
Porqués	Causa
¿Por qué la planificación es empírica?	Porque no existen tiempos estándar para las actividades del proceso.
¿Por qué no existen tiempos estándar?	Porque no se registra ni mide el tiempo real de ejecución de las operaciones.
¿Por qué no se registra el tiempo real?	Porque no existe un procedimiento formal de medición y control.
¿Por qué no existe ese procedimiento?	Porque el proceso no está documentado ni estandarizado claramente.
¿Por qué el proceso no está documentado claramente?	Porque no se cuenta con un mapa de procesos ni un catálogo que definan actividades, responsabilidades y métricas claras.

Tabla 25*Porqués de la causa 6.*

Categoría	Método
Causa Principal	La programación de actividades se coordina informalmente
Porqués	Causa
¿Por qué la programación es informal?	Porque no existe un método o herramienta formal para programar las actividades.
¿Por qué no existe un método formal?	Porque la programación se basa en urgencias diarias y comunicación verbal.
¿Por qué se basa en urgencias y comunicación verbal?	Porque no existe una herramienta visual de priorización y control.
¿Por qué no existe una herramienta visual?	Porque no se han implementado métodos Lean como Kanban.
¿Por qué no se han implementado?	Porque el proceso no está estructurado ni estandarizado.

Tabla 26*Porqués de la causa 9.*

Categoría	Medio ambiente
Causa Principal	Los flujos de información son variables
Porqués	Causa
¿Por qué los flujos de información son variables?	Porque no existe un canal formal definido para cada etapa del proceso.
¿Por qué no existe un canal formal?	Porque no hay claridad sobre las actividades y responsables de cada fase.
¿Por qué no hay claridad?	Porque no existe un catálogo de procesos ni roles definidos.

¿Por qué no existe ese catálogo?	Porque el proceso global nunca ha sido modelado formalmente.
¿Por qué no se ha modelado formalmente?	Porque la empresa no cuenta con un mapa de procesos correcto, actualizado y detallado.

Tabla 27

Porqués de la causa 10.

Categoría	Medio ambiente
Causa Principal	Las reuniones de seguimiento son variables y poco concluyentes
Porqués	Causa
¿Por qué las reuniones son variables y poco concluyentes?	Porque no existe un estándar sobre su frecuencia, contenido y responsables.
¿Por qué no existe un estándar?	Porque no se utilizan indicadores para evaluar el avance de los proyectos que haga necesarias las reuniones.
¿Por qué no se utilizan indicadores?	Porque no se mide la eficiencia ni el cumplimiento de las actividades.
¿Por qué no se mide la eficiencia?	Porque no se han definido KPI formales para las actividades del proceso.
¿Por qué no se han definido KPI?	Porque no existe una estructura de gestión basada en objetivos y control de eficiencia.

Tabla 28*Porqués de la causa 12.*

Categoría	Medición
Causa Principal	Las actividades se monitorean según juicios de valor
Porqués	Causa
¿Por qué se monitorean según juicios de valor?	Porque no existen indicadores de desempeño objetivos claros.
¿Por qué no existen indicadores?	Porque no se han establecido métricas cuantitativas para las actividades.
¿Por qué no se han establecido métricas?	Porque no se registran datos operativos.
¿Por qué no se registran datos?	Porque no existe un sistema ni un procedimiento de medición.
¿Por qué no existe un sistema de medición?	Porque el proceso no está orientado a resultados.

Tabla 29*Porqués de la causa 13.*

Categoría	Medición
Causa Principal	La medición del desempeño se basa en percepción
Porqués	Causa
¿Por qué la medición es por percepción?	Porque no existen criterios objetivos para evaluar el desempeño.
¿Por qué no existen criterios objetivos?	Porque no se han definido indicadores de eficiencia y productividad.
¿Por qué no se han definido indicadores?	Porque no existe un sistema de control y seguimiento estructurado.
¿Por qué no existe este sistema?	Porque no se registra información del avance real de los proyectos.

¿Por qué no se registra información?

Porque no se ha estandarizado el proceso ni definido responsabilidades claras.

Diagnóstico Final

En el presente estudio, la eficiencia operativa representa la capacidad del proceso de fabricación de moldes para utilizar de manera efectiva el tiempo disponible, reduciendo la necesidad de horas extras ya que es único dato que el área maneja para el proceso. Dado que no se dispone de un indicador único estandarizado aplicable al contexto analizado, la evaluación de la eficiencia operativa se realiza mediante indicadores representativos como el porcentaje de horas extras. En la situación actual, el proceso presenta un porcentaje de horas extras del 29.21%, lo cual evidencia un uso ineficiente del tiempo y, por tanto, un nivel de eficiencia operativa susceptible de mejora.

El análisis de la situación actual del proceso de fabricación de moldes permitió evidenciar que, si bien el área de matricería cumple un rol estratégico dentro de la organización al garantizar el diseño y construcción de herramientas de alta precisión, el proceso no se encuentra formalmente delimitado ni documentado bajo una lógica de gestión por procesos, lo que genera un flujo de trabajo difuso, variable y dependiente del criterio operativo del personal.

El levantamiento del estado actual mediante el diagrama AS-IS y el VSM actual permitieron detectar desperdicios asociados a esperas, sobre procesamiento, talento no utilizado y secuencialidades innecesarias que incrementan el lead time, además de la alta cantidad de horas extras que representa la fabricación de un molde con el proceso actual. Esto aunado a las percepciones del personal del área que validan de forma cualitativa los valores de ineficiencia detectados.

En conjunto, estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer la documentación, clarificar el flujo del proceso y avanzar hacia una mayor estandarización que permita mejorar

el control operativo, reducir horas extras y establecer bases sólidas medibles para futuras iniciativas de mejora continua.

Área de estudio

Tabla 30

Resumen de Área de estudio

Elemento	Descripción
Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Sub-Línea de investigación	Producción, análisis, diseño, simulación, logística, validación, P+L1, mantenimiento y mejora de sistemas productivos.
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Diseño de productos
Aspectos	Procesos industriales
Objeto de estudio	“Optimización del proceso de fabricación de moldes de inyección en una empresa de plásticos”
Periodo de análisis	Octubre 2025 a febrero 2026

Nota. Adaptado de *Actualización de Líneas de Investigación de la Universidad*

Indoamérica, por J. Guerrero y I. Ayala, 2023, Investigación Universidad Indoamérica.

Modelo Operativo

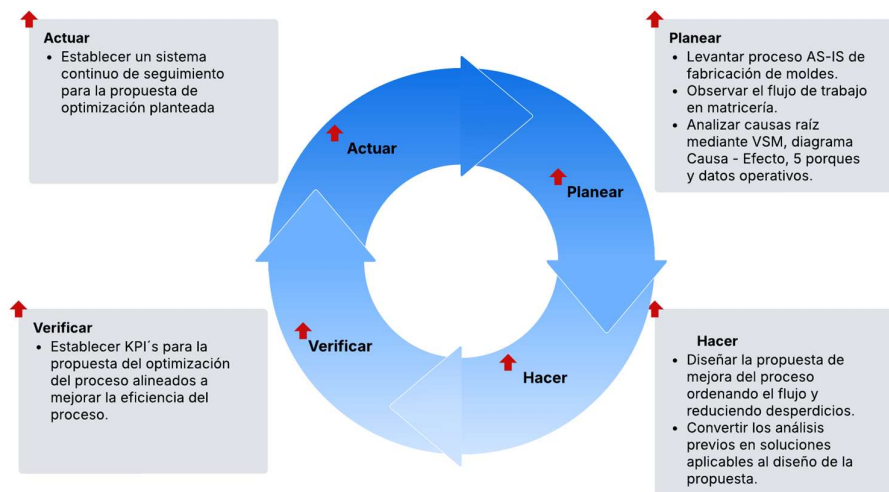
El ciclo PHVA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar) es un modelo operativo ampliamente utilizado en sistemas de gestión y metodologías de mejora continua. Su propósito es establecer una secuencia lógica y repetitiva de trabajo que permita identificar problemas, implementar soluciones, evaluar resultados y estandarizar mejoras. Este enfoque es parte fundamental de la gestión por procesos y constituye un mecanismo idóneo para estructurar proyectos de optimización, especialmente en entornos productivos, como el área de matricería en el presente proyecto (Moyano-Hernández & Sandoval, 2021).

El PHVA se adapta de forma natural a los principios de Lean Manufacturing, dado que ambos buscan la reducción sistemática de desperdicios, la estabilización de procesos y el incremento continuo de la eficiencia. Su carácter cíclico permite realizar mejoras progresivas basadas en datos, evaluar el impacto de los cambios y establecer nuevos estándares operativos. Dado que el presente proyecto tiene como finalidad optimizar el proceso de fabricación de moldes de inyección con miras a la mejora continua en la organización, este modelo ofrece el marco ideal para estructurar el análisis y diseño de la propuesta de optimización.

Desarrollo del Modelo Operativo

Figura 16

Resumen del desarrollo del modelo operativo propuesto.



Nota. Elaboración propia

En la fase de planificación, el ciclo se orienta a consolidar y reestructurar la información obtenida en el diagnóstico del proceso actual, con el fin de definir el problema y establecer las metas de mejora. Esta etapa incluye la reorganización del proceso de fabricación de moldes a partir del modelado AS-IS previamente desarrollado, la revisión del flujo de trabajo y la estructuración del catálogo de procesos. Asimismo, se profundiza en el análisis de las causas que afectan la eficiencia del proceso, empleando herramientas como el Value Stream Mapping, el diagrama causa-efecto y la interpretación de datos operativos, permitiendo integrar y dar coherencia a los hallazgos obtenidos en las etapas anteriores.

Una vez comprendida la situación actual y determinadas las causas raíz, se continúa con la fase de hacer, donde se desarrollan e implementan las acciones necesarias para mejorar el proceso. En este punto se integra el tercer objetivo específico. Esta etapa representa la ejecución directa de la propuesta de mejora y busca establecer un flujo más eficiente, reducir desperdicios, mejorar el orden y la disponibilidad de materiales, así como asegurar la

coherencia estratégica del proceso. La combinación de estas herramientas dentro del PHVA permite transformar el análisis previo en soluciones operativas que impacten positivamente en la productividad y la estabilidad del proceso de fabricación de moldes.

Posteriormente, en la fase de verificación, se establecen las formas de medición de eficiencia a la propuesta. Para ello se desarrolla una metodología basada en indicadores clave de desempeño (KPI) asociados a la eficiencia, cumpliendo así con el cuarto objetivo específico del proyecto. Esta etapa permite contrastar el desempeño del proceso propuesto optimizado respecto al modelo original.

Finalmente, en la fase de actuar, el ciclo PHVA se orienta a consolidar y formalizar los resultados obtenidos durante la verificación de la propuesta, enfocándose directamente en el establecimiento de un sistema de seguimiento continuo, tal como lo plantea el cuarto objetivo específico del proyecto. Una vez analizados los indicadores clave de desempeño relacionados con tiempos de ciclo, productividad y calidad, esta etapa permitiría decidir qué acciones deben mantenerse, ajustarse o reforzarse en función de los resultados obtenidos, todo esto a modo de recomendaciones. Actuar, en este contexto, no implica una implementación adicional, sino la creación de un mecanismo permanente que permita monitorear de forma sistemática el comportamiento del proceso optimizado.

Capítulo III

Propuesta y Resultados Esperados

El análisis detallado realizado en el Capítulo II validó la existencia de ineficiencias críticas que impactan negativamente la eficiencia del área de matricería. La evidencia empírica demostró un alto porcentaje de tiempo sin valor agregado y una desconexión entre la eficiencia del taller y los objetivos de dirección estratégica de la empresa. En ese sentido el Capítulo III aborda directamente la necesidad de mejora, mediante la propuesta de optimización del proceso de fabricación de moldes. La metodología a ser implementada no es un conjunto de acciones aisladas, sino un sistema enfocado a la mejora continua estructurado bajo el ciclo PHVA.

Para lograr la optimización efectiva y la coherencia estratégica, la propuesta integra dos enfoques o herramientas:

- **Lean Manufacturing:** Aplicado a nivel operativo enfocada a optimizar el desperdicio y estandarizar las tareas de valor, a través de herramientas como el VSM, Kanban y a nivel estratégico mediante Hoshin Kanri.
- **Gestión por procesos:** Aplicado para asegurar y establecer la trazabilidad y control del proceso, documentando sistemáticamente el mismo, definiendo roles y responsabilidades, es así que se propone un nuevo mapa de procesos, catálogo de procesos y diagrama de procesos TO-BE.

El contenido del capítulo se organiza siguiendo la lógica del PHVA. En primer lugar, se detallan las herramientas de planificación Hoshin Kanri para establecimiento de objetivos que culminarían en una correcta creación de indicadores para el área enfocados a cumplir dichos objetivos; posteriormente, se especifica la integración de las herramientas de gestión por procesos, para identificar y establecer subprocessos adecuados con un correcto mapa de procesos de la empresa y catálogo de los procesos que se desarrollan en el área de matricería,

para finalmente integrar las herramientas de Lean Manufacturing VSM a futuro y Kanban para poder proponer un proceso integral con diagramas TO-BE.

Es importante precisar que la gestión por procesos constituye la estructura de lo planteado en esta investigación, mientras que las herramientas Lean Manufacturing actúan como mecanismos de optimización dentro de dicho marco. En este sentido, la gestión por procesos permite estructurar, estandarizar y controlar las actividades del área de matricería, mientras que herramientas como Kanban y VSM facilitan la identificación y eliminación de desperdicios operativos, además de que el Hoshin Kanri complementa con objetivos estratégicos toda la propuesta. Esta integración garantiza que la mejora sea sistemática y sostenible en el tiempo.

Despliegue Estratégico Mediante Hoshin Kanri

Para iniciar con la propuesta de optimización del proceso de fabricación de moldes, es fundamental establecer una conexión entre la visión de la gerencia general y los resultados operativos esperados por parte del área de matricería. Como departamento responsable de la ejecución técnica de dicho proceso, matricería debe alinear sus esfuerzos para contribuir de manera directa a la consecución de las metas corporativas. En este contexto, la herramienta de Lean Manufacturing seleccionada para facilitar esta integración es el Hoshin Kanri. Tal como se analizó en el marco teórico, esta metodología actúa como un sistema de despliegue de políticas que permite articular los objetivos estratégicos de alto nivel con las acciones tácticas diarias, asegurando que cada actividad en el taller sume valor al propósito global de la organización.

La elección de esta herramienta para la presente investigación radica en su capacidad para romper las fronteras departamentales y fomentar el consenso, permitiendo que la optimización del proceso no sea un esfuerzo aislado, sino una respuesta directa a las necesidades de competitividad de la empresa. En última instancia, el Hoshin Kanri

proporciona el rigor administrativo necesario para transformar la intención estratégica en resultados medibles, garantizando que la optimización del proceso de fabricación de moldes se convierta en una ventaja competitiva sostenible para la organización.

Definición de la Dirección Estratégica

Tras la entrevista realizada a la Gerencia General que se muestra en el Anexo 4, se identificaron los pilares estratégicos que rigen el futuro de la organización. Aunque la empresa cuenta actualmente ISO 9001 y medición de indicadores por áreas (principalmente indicadores de eficacia), se detectó una oportunidad de mejora en la conexión de estos con el taller. Los objetivos de alto nivel definidos son:

- **Estratégico 1:** Incrementar la competitividad de la empresa mediante la optimización de la eficiencia en sus procesos clave.
- **Estratégico 2:** Asegurar la satisfacción total del cliente a través del cumplimiento estricto de los tiempos de entrega.
- **Estratégico 3:** Institucionalizar una cultura de mejora continua.

Para el objetivo estratégico 1 se propone establecer como indicador general el porcentaje de eficiencia organizacional, el cual, en una etapa inicial, puede evaluarse a partir del uso de horas extras como variable de control. Este indicador se calcularía mediante la relación entre las horas extras empleadas y el tiempo total de operación de los procesos a nivel empresarial, permitiendo identificar oportunidades de optimización en la planificación y asignación de recursos. En el marco del presente proyecto, se integrará la medición del porcentaje de horas extras por proyecto dentro del proceso de fabricación de moldes, cuyo análisis se desarrollará en apartados posteriores.

Para el objetivo estratégico 2 se plantea el indicador porcentaje de entregas a tiempo al cliente, el cual considera el período comprendido desde la solicitud del cliente hasta la entrega final del producto. Este enfoque implica que los procesos que conforman la cadena de

valor deberán alinearse a rangos de tiempo previamente definidos para asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos. En el caso del área de matricería, los plazos estarán determinados por la complejidad de cada proyecto, por lo que resulta necesario iniciar el registro sistemático del lead time real, permitiendo mejorar la planificación, el seguimiento y el control de los tiempos de fabricación.

Finalmente, para el estratégico 3, el índice de cultura de mejora continua se concibe como un indicador global orientado a evaluar el nivel de participación, compromiso y adopción de prácticas de mejora continua dentro de la organización. Este indicador integra aspectos como la generación e implementación de ideas de mejora por parte del personal, la estandarización de las mejoras aplicadas, la capacitación en herramientas de mejora continua y el uso de mecanismos de gestión visual para el seguimiento de procesos.

Estrategias, objetivos y proyectos de mejora

Con los objetivos estratégicos definidos y los indicadores generales establecidos, se procede a la formulación de las estrategias necesarias, así como al planteamiento de objetivos específicos para el área de matricería y de los proyectos de mejora orientados al cumplimiento de dichos objetivos. Estos proyectos de mejora corresponden a la propuesta desarrollada en la presente tesis y se circunscriben al ámbito del área de matricería, específicamente al proceso de fabricación de moldes. Cabe señalar que una aplicación integral del Hoshin Kanri abarcaría la totalidad de las áreas y procesos clave de la empresa; sin embargo, para los fines del presente proyecto, resulta suficiente delimitar el análisis y las acciones al proceso mencionado, permitiendo así dar continuidad a la propuesta planteada. El despliegue del Hoshin Kanri se presenta en la Figura 17.

Figura 17

Hoshin Kanri aplicado al área de matricería

Planeación Estretégica Hoshin Kanri (Enfocado solamente a matricería)						
Dirección		Planeación de la gerencia			Ejecución	
<i>Objetivos Estratégicos</i>	<i>Indicador General</i>	<i>Estrategias</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Responsable</i>	<i>Actividades Clave/Proyectos de mejora</i>	<i>Lider</i>
Incrementar la competitividad de la empresa mediante la optimización de la eficiencia en sus procesos clave.	% eficiencia de la empresa	Optimizar el proceso de fabricación de moldes de inyección	Lograr el 98% (+/- 2%) de estandarización de los procesos, reducir el porcentaje horas extras por fabricación de moldes (menor o igual a 15% del tiempo de fabricación)	Jefe de matricería	Establecer catálogos de procesos para los macroprocesos del área de matricería, diagramar y mejorar los procesos As-Is diseñando procesos To-Be con base en redistribución de trabajo y reducción de desperdicios, gestionar visualmente el proceso mediante tableros Kanban.	Jefe de matricería
Asegurar la satisfacción total del cliente a través del cumplimiento estricto de los tiempos de entrega.	% entregas a tiempo al cliente	Mejorar el lead time del proceso de fabricación de moldes de inyección	Mantener dentro de los rangos previstos los días de entrega de los moldes (30 a 40 complejidad baja, 50 a 70 complejidad media, 90 a 150 complejidad alta)	Jefe de matricería	Establecer un VSM a futuro y registrar tiempos de cada proyecto, reducir actividades que no agregan valor y eliminar fases inconsistentes	Jefe de matricería
Institucionalizar una cultura de mejora continua.	% índice de cultura de mejora continua	Integrar las mejorar propuestas por el personal de matricería a los procesos, taller o área general.	Lograr que al menos el 80% del personal del área de matricería participe en iniciativas de mejora continua, Implementar 5 mejoras del personal a los procesos, taller o área general.	Jefe de matricería	Capacitar en mejora continua al personal, establecer un sistema seguro para la participación del personal en la mejora continua, establecer reuniones trimestrales para reconocer el estado de las ideas propuesta de mejora continua y/o proponer más	Jefe de matricería

Nota. Elaboración propia

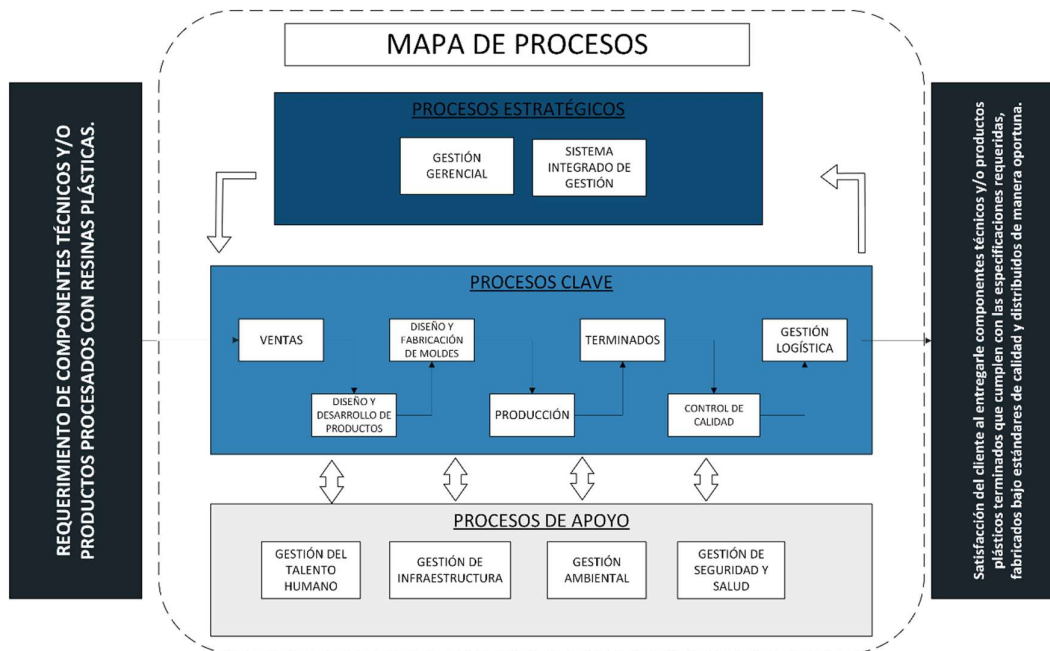
Mapa de Procesos Propuesto

Tras el diagnóstico de la situación actual y la identificación de brechas en la gestión por procesos, se presenta una propuesta de reestructuración del mapa de procesos de la organización. Esta intervención se fundamenta en la necesidad de alinear los macroprocesos con la contextualización operativa de la empresa, asegurando que la estructura organizacional responda de manera directa a los objetivos estratégicos de competitividad, satisfacción del cliente y mejora de la cultura organizacional.

La propuesta contempla la redefinición y creación de macroprocesos pertinentes que segmenten de manera lógica las actividades de la empresa, mejorando la visibilidad del flujo de valor. Además, la introducción de macroprocesos estratégicos, operativos y de apoyo específicos para el área de matricería permite que la organización gestione su capacidad instalada de forma más dinámica y detallada. Finalmente, esta reestructuración actúa como el pilar fundamental para la posterior implementación de las herramientas Lean Manufacturing, al establecer un mapa de procesos sólido y representativo de la realidad, se sientan las bases para la estandarización del trabajo y la medición de indicadores de desempeño, permitiendo que la mejora continua sea una capacidad intrínseca y sostenible dentro del sistema de gestión de la empresa.

Figura 18

Mapa de procesos propuesto



Nota. Elaboración propia.

En el mapa propuesto se pueden visualizar cuatro cambios con respecto al mapa original, el macroproceso Sistema de Gestión pasa ahora a llamarse Sistema Integrado de Gestión, esto debido a que la empresa integra en su gestión dos normas, la ISO 9001 y las FSSC 22001 y a futuro posiblemente aumenten las normas.

Por otro lado, el macroproceso Aseguramiento de la Calidad pasa a llamarse Control de Calidad dado que existía una confusión entre los mismos, el primero está encargado de evitar defectos en los procesos de la empresa mediante auditorías, planes de calidad, control de procesos, etc., actividades que ya forman parte del Sistema Integrado de Gestión mencionado anteriormente, mientras que el Control de Calidad es la revisión y aceptación de los elementos ya fabricados, por tal motivo va dentro de los procesos clave de la empresa.

Finalmente, el proceso original de Diseño se propone dividirlo en dos macroprocesos, uno llamado Diseño y Desarrollo de Productos, encargado de las partes de diseño,

prototipaje, pruebas, etc., enfocadas en el producto plástico a producir, tomando en cuenta los requerimientos del cliente, legales y de normas. Mientras que el otro macroproceso propuesto se denomina Diseño y Fabricación de Moldes debido a que es aquí donde se toma el producto planteado anteriormente y se procede a diseñar y fabricar el molde que producirá dicho elemento. Esta diferenciación de procesos permite identificar de mejor manera a que proceso pertenece la fabricación de moldes de inyección, adicionalmente se estableció este cambio debido a que ambos macroprocesos responden a objetivos, riesgos, requisitos y salidas diferentes. Mientras el diseño y desarrollo de producto se orienta a cumplir los requisitos funcionales y técnicos del cliente final mediante pruebas, prototipos y validación de la pieza plástica, el diseño y fabricación de moldes se enfoca en la concepción de un medio de producción crítico, destinado a asegurar la capacidad, repetibilidad y estabilidad del proceso de fabricación.

Considerando que la empresa cuenta con un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001, los cambios propuestos en el mapa de procesos implican una modificación en la estructura documental y operativa de la organización. En este sentido, la implementación de dichas mejoras deberá alinearse con el procedimiento de gestión del cambio establecido por la empresa, garantizando la adecuada actualización de la información documentada, la comunicación a las partes involucradas y la capacitación del personal. Esto permite asegurar que las modificaciones propuestas se integren de manera controlada al sistema de gestión de calidad, evitando impactos negativos en la operación y manteniendo la conformidad con los requisitos normativos.

Catálogo de Procesos de los Macroprocesos “Diseño y Desarrollo de Productos” y “Diseño y Fabricación de Moldes”

Debido a los problemas previamente identificados, particularmente la necesidad de una mejor alineación e integración entre la ficha de procesos del área y el único documento

que describe el procedimiento de diseño y desarrollo de moldes, surgió la necesidad de estructurar la información de manera más clara y estandarizada. Por este motivo se desarrolló un catálogo de procesos, únicamente para los nuevos macroprocesos Diseño y Desarrollo de Productos y Diseño y Fabricación de Moldes identificados en el mapa de proceso, que presentan de forma coherente cada subproceso involucrado. Estos catálogos permiten identificar con precisión el alcance real del proceso de fabricación de moldes, especificando dentro de qué macroproceso se encuentra y qué etapas lo componen. Las demás actividades indicadas en la Figura 6, si bien constan en los catálogos propuestos, no forman parte del flujo específico de fabricación de moldes y, por lo tanto, no se integran en el alcance del presente proyecto.

Tabla 31

Catálogo de procesos propuesto para el macroproceso Diseño y Desarrollo de Productos

CATÁLOGO DE PROCESOS						
PROCESOS CLAVE						
"DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS"						
Macroproceso	#	Proceso	#	Subproceso	Código	Estado
Diseño y Desarrollo de Productos	1	Diseño de Producto	1	Bosquejo de Producto	Sin código	En proceso de levantamiento
			2	Prototipaje de Producto	Sin código	En proceso de levantamiento
			3	Bosquejo de Molde	Sin código	En proceso de levantamiento
	2	Revisión del Producto Inyectado	1	Control de Requerimientos del Producto	Sin código	En proceso de levantamiento

CATÁLOGO DE PROCESOS
PROCESOS CLAVE
"DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS"

Macroproceso	#	Proceso	#	Subproceso	Código	Estado
	3	Cambios y/o mejoras de producto	1	Modificación de producto	Sin código	En proceso de levantamiento
	4	Lanzamiento de Productos	1	Lanzamiento de Producto	Sin código	En proceso de levantamiento

Tabla 32

Catálogo de procesos propuesto para el macroproceso Diseño y Fabricación de Moldes

CATÁLOGO DE PROCESOS
PROCESOS CLAVE
"DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MOLDES"

Macroproceso	#	Proceso	#	Subproceso	Código	Estado
Diseño y Fabricación de Moldes	1	Fabricación de Moldes	1	Diseño de Molde	Sin código	En proceso de levantamiento
			2	Manufactura de Molde	Sin código	En proceso de levantamiento
	2	Cambios y/o mejoras de moldes	1	Modificación de Molde	Sin código	En proceso de levantamiento

De esta manera, se establece que el proceso a intervenir es el de Fabricación de Moldes, correspondiente al macroproceso Diseño y Fabricación de Moldes y lo conforman dos subprocesos, el primero, Diseño de Moldes, encargado de establecer mediante software e ingeniería el molde a fabricar, mientras que el segundo subproceso, Manufactura de Moldes, es el que se encarga de desarrollar físicamente el molde del cual se obtendrán los productos plásticos.

Diseño de Sistema Kanban para Matricería

Como respuesta a la necesidad de estabilizar la planificación y el seguimiento de los proyectos que son cada uno diferente, se propone la integración de un sistema de gestión visual basado en la metodología Kanban. Este sistema permite transparentar el flujo de valor desde la fase de diseño hasta la entrega final del molde, facilitando la identificación de acumulación de trabajo en las diferentes fases, y promoviendo la planificación daría con miras a no sobrecargar a una sola persona. Este sistema se compone de un tablero Kanban monitoreado diariamente por el jefe de matricería.

Figura 19

Tablero Kanban propuesto

Fase	Plano de Molde	Entrega de Planos y Recursos	Mecanizado	Electroerosionado	Pulido	Armado, prueba y entrega	Terminado
<i>Responsables</i>	<i>Asistente de ingeniería</i>	<i>Asistente de ingeniería</i>	<i>Matricero 1</i>	<i>Matricero 1</i>	<i>Asistente de ingeniería</i>	<i>Matricero 1</i>	<i>Jefe de matricería</i>
<i>Ejecutantes</i>							
	Asistente de ingeniería 1						
	Asistente de ingeniería 2						
	Asistente de ingeniería 3						
	Matricero 1						
	Matricero 2						
	Tornero						
	Ayudante de matricería						
	Electroerosionador						
	Pulidor						

Nota. Las fases corresponden a las propuestas en los diagramas TO-BE. Elaboración propia

Este panel principal presenta el estado global de cada molde en proceso. Cada proyecto se representa mediante tarjetas que contienen la identificación de las partes a fabricar, así como la cantidad correspondiente a cada una de ellas. Dichas tarjetas se desplazan entre las distintas columnas del tablero conforme avanza el proceso productivo, hasta llegar a la columna de trabajo terminado.

El objetivo de este tablero es implementar un sistema de planificación diaria que permita visualizar de manera clara el avance de la fabricación de moldes y detectar oportunamente en qué fases se presenta acumulación de trabajo. De este modo, se facilita la corrección activa de desbalances en el flujo del proceso. Para ello, se contempla la realización de reuniones diarias frente al tablero, en las cuales el jefe de matricería revisa el estado de cada fase con sus responsables y, en conjunto con los ejecutantes, redistribuye las actividades cuando sea necesario o asigna las concernientes a ese día, de acuerdo con un criterio consensuado. Esta dinámica contribuye a fortalecer la planificación operativa y permite gestionar de forma ordenada una elevada cantidad de elementos dentro de un espacio visual limitado, considerando la complejidad y el número de piezas que pueden conformar un molde.

Cabe recalcar que el responsable corresponde a la persona encargada de supervisar el desarrollo de cada fase, asegurando su seguimiento; mientras que el ejecutante es quien realiza directamente las actividades asociadas a la fase para la fabricación de la pieza o el cumplimiento de la tarea correspondiente.

Identificación y Aplicación de Mejoras al Proceso – Diagramas TO-BE

Para el presente análisis, al proceso AS-IS de Fabricación de moldes se divide en dos, el primero orientado al diseño del molde y el segundo enfocado en su manufactura. En este contexto, el análisis a continuación se centra en la parte de diseño, con el objetivo de

identificar oportunidades de mejora que permitan optimizar el proceso previo al inicio de la fabricación.

Subproceso “Diseño de Molde”

De acuerdo al catálogo definido anteriormente, las actividades relacionadas con el desarrollo del producto plástico se encuentran dentro del macroproceso “diseño y desarrollo de productos”, específicamente en el proceso “diseño de producto”, el cual incluye el subproceso “bosquejo de producto”. En este subproceso se propone integrar la fase 1, denominada “liberación de plano, correspondiente al diagrama AS-IS, debido a que esta etapa aún se enfoca en la definición de las características de la pieza plástica, sin considerar aún aspectos propios del diseño del molde. Adicionalmente, esta fase involucra actividades cuya duración depende directamente del tiempo de revisión y aprobación del plano por parte del cliente, lo que incrementa el tiempo total del proceso pese a no estar bajo control directo de la empresa. Bajo este enfoque, al enviar el plano del producto al cliente, este deberá revisarlo y aprobarlo oportunamente, dado que el inicio de la fabricación del molde dependerá de dicha aprobación y el tiempo para el proceso propuesto correrá desde dicha aprobación. Asimismo, el cliente podrá visualizar el producto con sus características finales en una sola instancia, evitando revisiones posteriores derivadas de la inclusión de especificaciones propias de la manufactura por inyección de plástico, tales como ángulos de desmoldeo, nervaduras o retenciones.

En concordancia con lo anterior, se plantea también establecer la fase 2, Bosquejo de molde, dentro del subproceso del mismo nombre, el cual forma parte del proceso “diseño de producto”. Actualmente, el procedimiento de diseño contempla dos momentos en los que se bosqueja el molde: uno preliminar, una vez definido el producto, para estimar dimensiones generales, y otro posterior a la aprobación del cliente al finalizar la fase 1. Liberación de plano, en el que se desarrolla el bosquejo con mayor nivel de detalle, es decir doble trabajo,

por lo tanto, se evidencia un desperdicio de tiempo al poder realizar el bosquejo en una sola fase. La propuesta consiste en integrar la liberación del plano en el subproceso “bosquejo de producto”, de manera que el tiempo correspondiente a la aprobación del cliente y al prototipaje del producto, sea aprovechado para desarrollar el bosquejo del molde a mayor profundidad, incluyendo su revisión por parte del jefe de matricería y del gerente general. De esta forma, una vez aprobado el producto por el cliente, se contará también con la aprobación del bosquejo del molde, lo que permitirá iniciar anticipadamente la adquisición del material a mecanizar. Esto posibilita aprovechar el tiempo externo al control de la empresa para ejecutar de forma completa dos fases del proceso y avanzar parcialmente en la fase 4, correspondiente al “listado de materiales”. Esto permite consolidar el diseño y la manufactura del molde dentro del proceso denominado “fabricación de moldes”, el cual forma parte del nuevo macroproceso “diseño y fabricación de moldes”. De esta manera, las actividades incluidas en dicho proceso se enfocan exclusivamente en aspectos relacionados con el molde, sin involucrar tareas vinculadas al diseño o desarrollo del producto plástico.

De manera complementaria, se decidió asignar dos asistentes de ingeniería para la elaboración de los planos, con el objetivo de reducir el tiempo requerido para su desarrollo. Asimismo, se estableció el inicio del proceso de adquisición de material de forma paralela a la etapa de diseño. Esta decisión se sustenta en que, al reubicar las fases de liberación de planos y bosquejo del molde como actividades previas al proceso de diseño y fabricación, las dimensiones y el tipo de material requerido ya habrían sido aprobados por el jefe de matricería y el gerente general. En consecuencia, una vez emitida la orden de fabricación del molde, es posible iniciar de inmediato la compra del material a mecanizar, garantizando su disponibilidad anticipada para la preparación de las placas destinadas al mecanizado.

Adicionalmente, se incorpora una actividad formal de revisión del diseño del molde, en la cual participa el personal del área de matricería, con el propósito de identificar de

manera temprana posibles fallas, restricciones o inconvenientes que puedan surgir durante la fase de fabricación. Esta instancia de revisión sustituye las múltiples verificaciones informales que, en el proceso actual (AS-IS), se realizan de forma recurrente a lo largo del subproceso de fabricación, generando interrupciones y retrabajos. En el proceso propuesto, la fabricación del molde no se inicia hasta que el diseño haya sido validado en su totalidad, tanto en función de los requerimientos del producto como de las condiciones necesarias para facilitar su manufactura.

Finalmente, una vez concluida la revisión del diseño, se establece la solicitud paralela de las herramientas requeridas para el proyecto. Con ello se completa la fase 2, denominada “entrega de planos y recursos”, la cual comprende la disponibilidad del material, los planos definitivos y las herramientas necesarias para el personal de matricería, dando por concluido el subproceso propuesto correspondiente al diseño del molde.

Subproceso “Manufactura de Molde”

Para el presente subproceso se tomó como referencia la fase de manufactura del molde identificada en el diagrama AS-IS del proceso. Sobre esta base, se aplicaron mejoras orientadas a la reducción de actividades de revisión por parte del personal de matricería y de modificaciones realizadas por el asistente de ingeniería debido a que las mismas realizaban retrabajos en el proceso, al identificar problemas ya en el proceso y volver a modificar el diseño del molde. Dichas actividades fueron integradas y trasladadas a una etapa previa, específicamente antes de la aceptación formal del diseño del molde, mediante una reunión de validación con el personal de matricería en el subproceso anterior. Esta reestructuración permite evitar revisiones reiterativas y cambios durante el desarrollo del proceso de manufactura, así como anticipar la elaboración de listas de materiales y la toma de decisiones técnicas que pueden resolverse de manera anticipada a la fabricación.

El subproceso fue estructurado en cuatro fases. Las tres primeras corresponden a etapas claramente identificadas del proceso de manufactura del molde, de acuerdo con las operaciones que se ejecutan en el área de matricería. La fase final agrupa las actividades de armado, prueba y entrega del molde. Cada etapa de manufactura, en la que el personal involucrado ejecuta sus respectivas actividades, se representa como un subproceso dentro del diagrama TO-BE, con el objetivo de facilitar la visualización y comprensión del proceso general. Finalmente, se definió como actividad de cierre la solicitud de prueba del molde, considerando que el proceso de obtención de las piezas plásticas corresponde al área de producción y no forma parte del alcance del proceso de fabricación del molde de inyección.

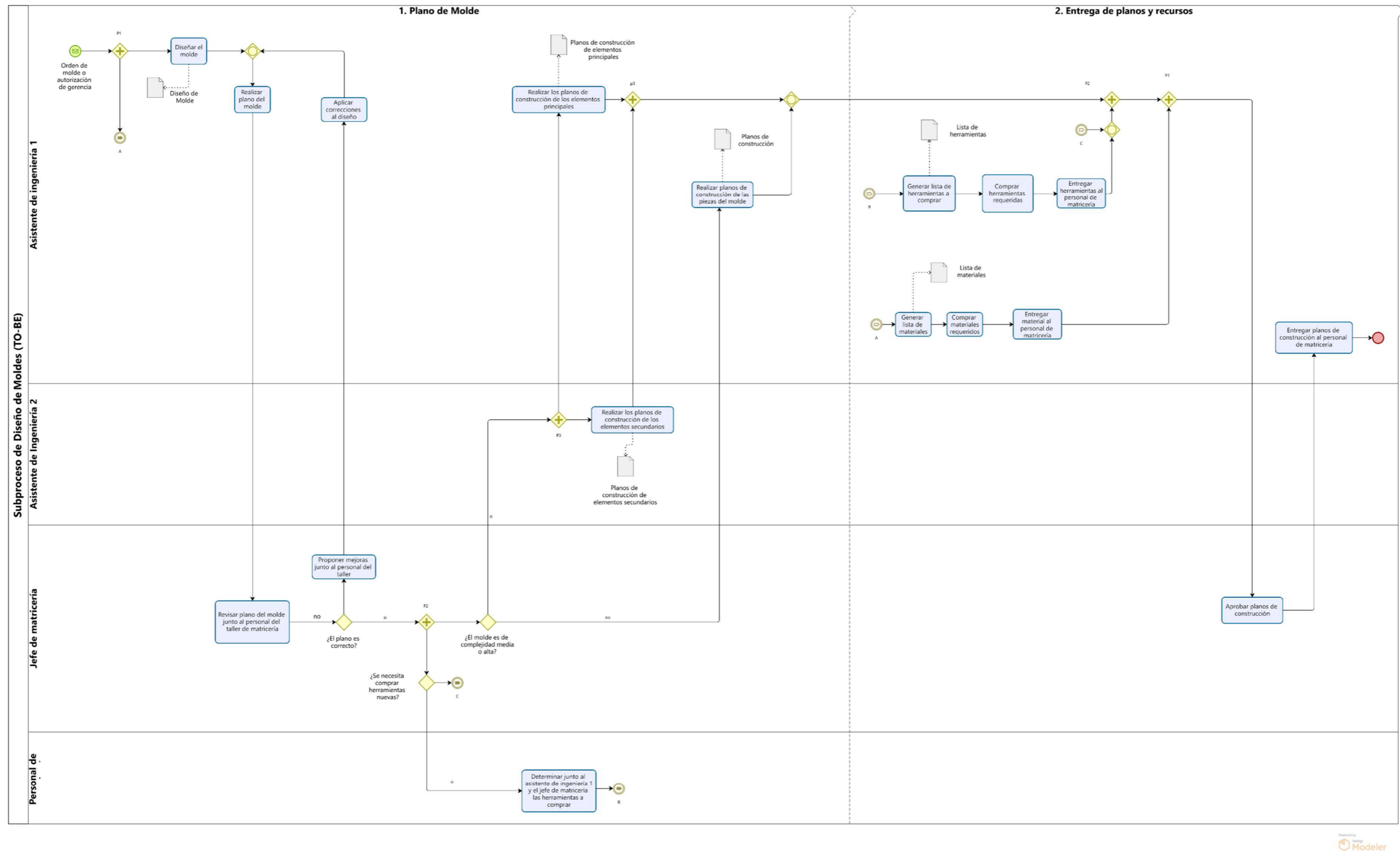
Mejoras en los procesos planteadas en los Diagramas TO-BE

- Se optimizaron las fases de diseño y fabricación de moldes mediante la reubicación de actividades relacionadas con la aprobación del cliente y el diseño de la pieza plástica hacia otros subprocesos, de modo que el proceso de fabricación de moldes se concentre exclusivamente en las actividades propias del molde.
- Se incorporó una actividad formal de revisión de los planos del molde con la participación del personal del taller de matricería, lo cual permite socializar la información del proyecto y contribuir, de manera conjunta con el asistente de ingeniería, a la identificación de restricciones y requerimientos asociados a los procesos de manufactura ejecutados en el taller.
- Se amplió la participación del personal existente tanto en las etapas de diseño como de fabricación del molde, con el objetivo de reducir el tiempo de ejecución del proyecto. Esta medida no implica la contratación de nuevo personal, sino una mejor distribución y colaboración del recurso humano

disponible, evitando la dependencia exclusiva de un único diseñador y un solo matricero.

Figura 20

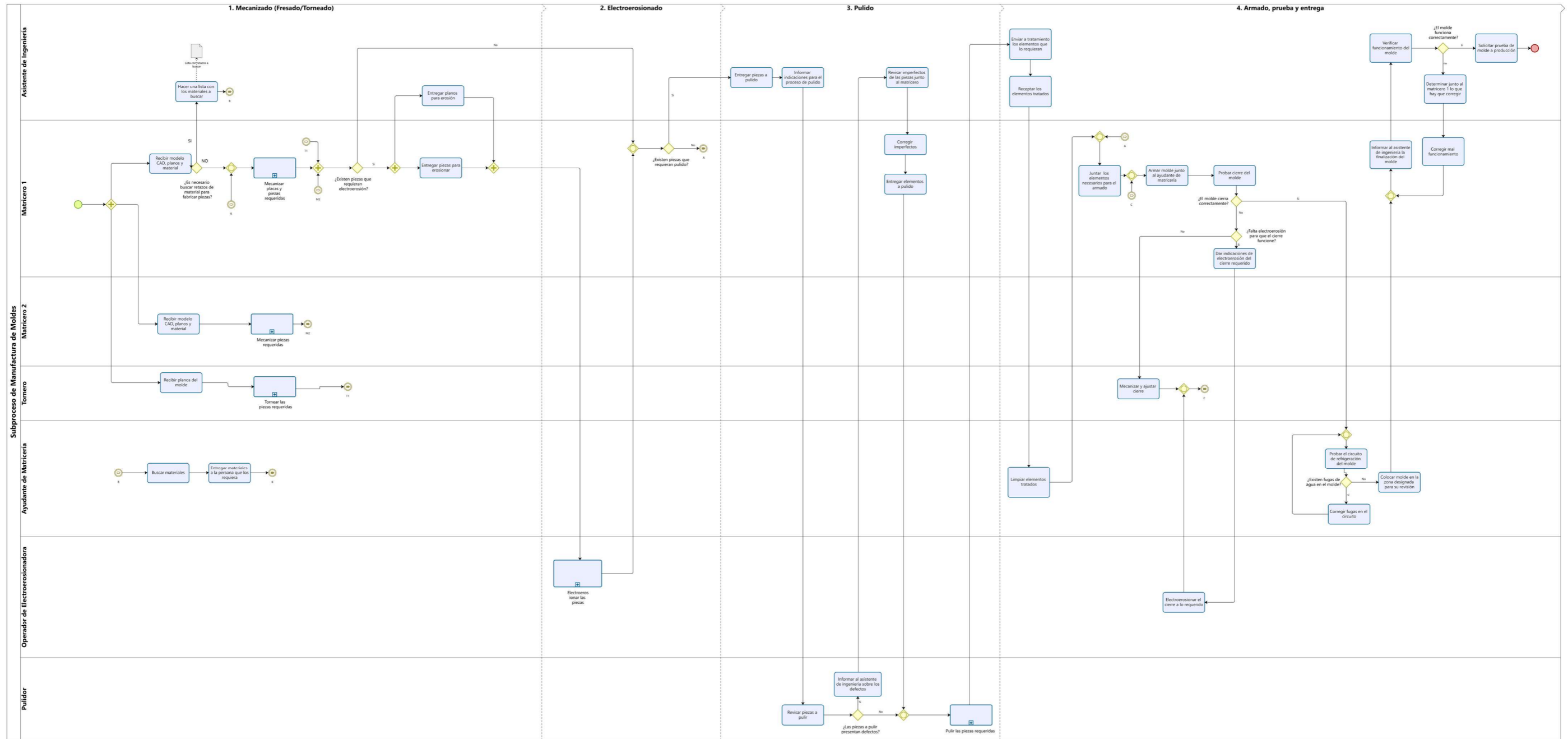
Diagrama TO-BE subproceso de diseño de molde



Nota. Elaboración propia

Figura 21

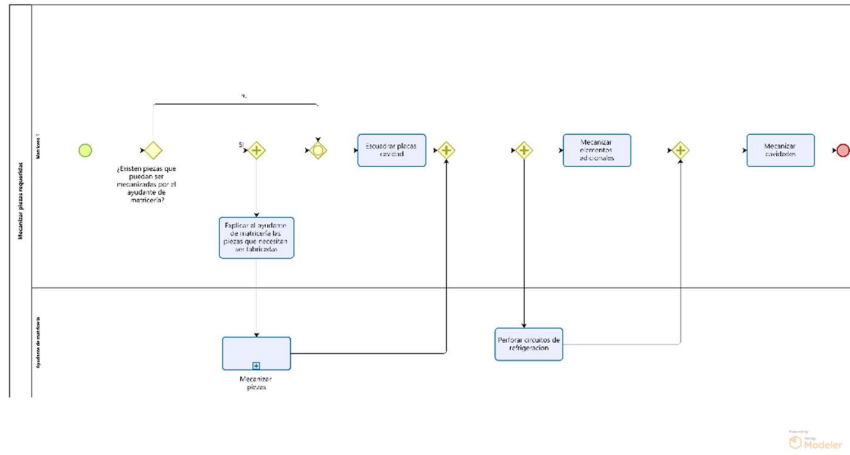
Diagrama TO-BE subproceso de manufactura de molde



Nota. Elaboración propia.

Figura 22

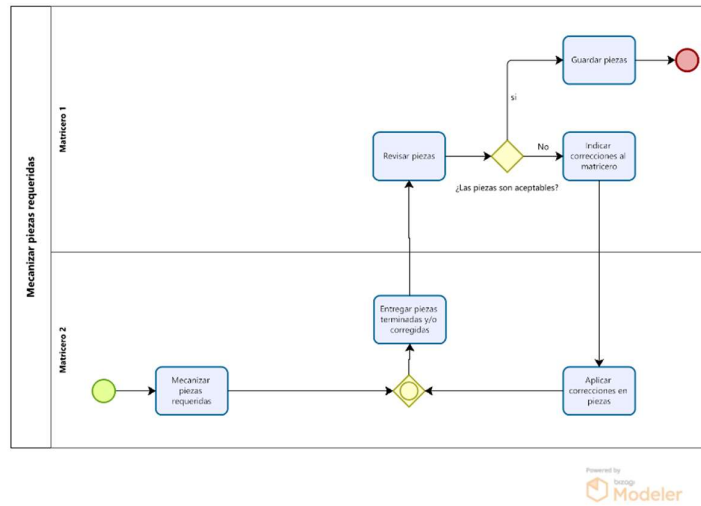
Actividad de mecanizado de matricero 1



Nota. Elaboración propia

Figura 23

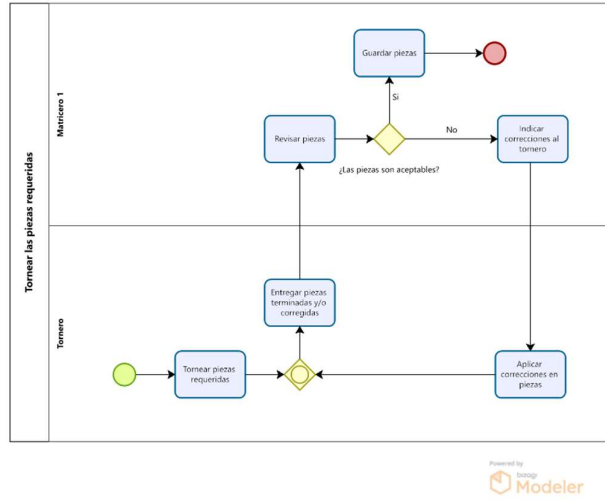
Actividad de mecanizado del matricero 2



Nota. Elaboración propia

Figura 24

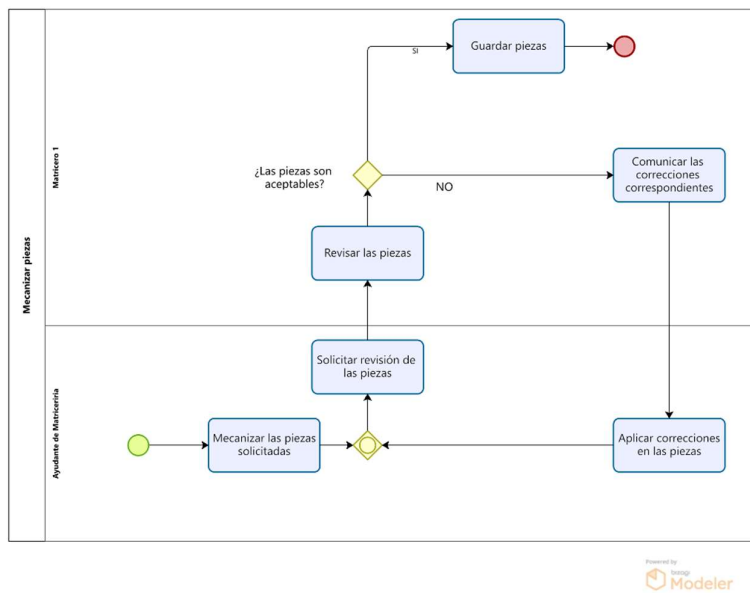
Actividad de torneado



Nota. Elaboración propia

Figura 25

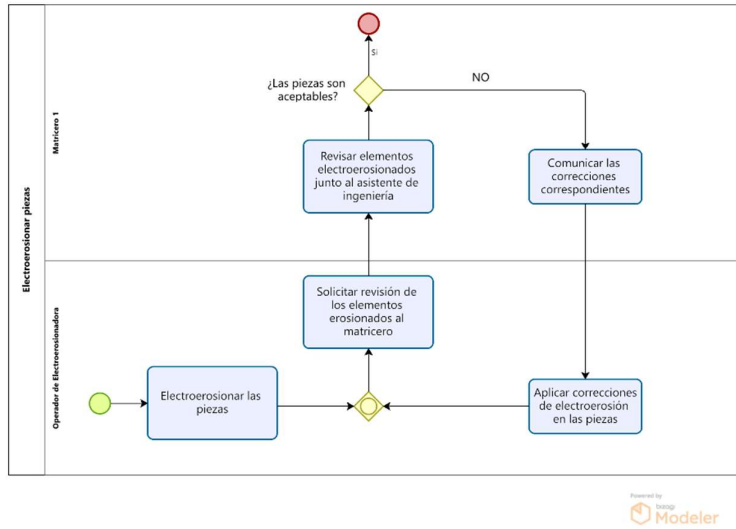
Actividad de mecanizado ayudante de matricería



Nota. Elaboración propia

Figura 26

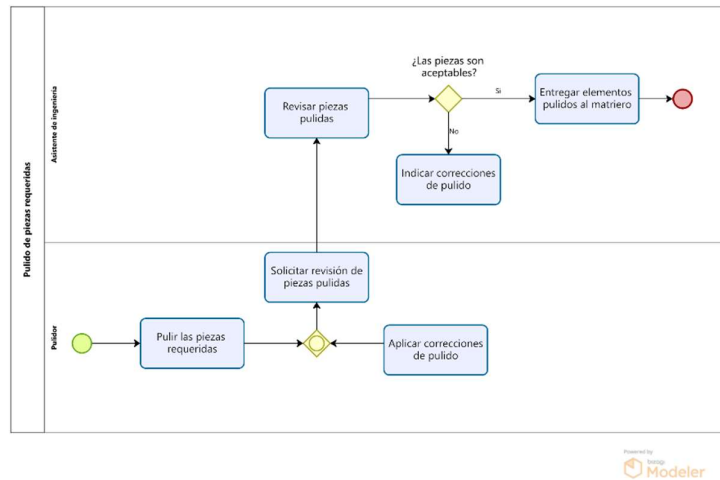
Actividad de electroerosión



Nota. Elaboración propia

Figura 27

Actividad de pulido



Nota. Elaboración propia

Tiempos Establecidos para la Propuesta

Con base en las modificaciones establecidas en los diagramas TO-BE, ahora se presenta la redistribución de los tiempos del proceso tomando como referencia la fabricación del “molde A”. Esta adecuación se sustenta en un rediseño del flujo operativo que contempla la redistribución de actividades, la reubicación de determinadas fases hacia subprocesos contemplados dentro de otros procesos y no en el de fabricación de moldes, el reordenamiento de la secuencia de ejecución y el desglose de etapas críticas, específicamente el subproceso de manufactura de molde, todo con el propósito de evidenciar una proyección de la optimización de los recursos disponibles, que, como se dijo anteriormente, para el presente proyecto, son las horas extras.

Para la construcción de esta propuesta, se ajustaron los tiempos originalmente registrados considerando la eliminación de fases, la optimización de la secuencia del proceso y una mejor utilización del talento humano y la capacidad instalada. Esta redistribución permite visualizar una proyección del comportamiento esperado del sistema bajo las condiciones propuestas en los diagramas TO-BE, facilitando la evaluación del impacto de la mejora, principalmente en la reducción del uso de horas extras. A continuación, se muestra el esquema general que muestra los subprocesos, fases, horas empleadas y horas extras que se proyectan.

Tabla 33

Proyección de horas utilizadas para el proceso de fabricación de moldes propuesto

Subproceso	Fase	Horas totales empleadas	Horas extras empleadas
1. Diseño de Molde	1.1. Plano de Molde	296	28
	1.2. Entrega de planos y recursos	3	0

Subproceso	Fase	Horas totales	Horas extras
		empleadas	empleadas
2. Manufactura de	2.1. Mecanizado	338	21
Molde	2.2. Electro erosionado	107.5	20.5
	2.3. Pulido	119	39
	2.4. Armado, prueba y entrega	15	2
TOTAL		878.5	110.5

Como se observa en la Tabla 33, se presentan los subprocesos que conforman el proceso general de fabricación de moldes, previamente definidos en el catálogo de procesos. Dentro de estos se integran las fases establecidas en los diagramas TO-BE, a las cuales se le asignó el tiempo proyectado conforme a la propuesta de mejora.

Ahora, en primera instancia se procede a calcular el nuevo porcentaje de representación de las horas extras con respecto al tiempo total utilizado para la fabricación del molde, nuevamente todo desde el punto de vista de proyección.

Ecuación 2

Cálculo del porcentaje de horas extras – situación propuesta

$$\% \text{ de horas extras} = \frac{\text{Horas extras totales empleadas}}{\text{Horas totales de fabricación}} * 100\% \quad (2)$$

$$\% \text{ de horas extras} = \frac{\text{Horas extras totales empleadas}}{\text{Horas totales de fabricación}} * 100\%$$

$$\% \text{ de horas extras} = \frac{110.5}{878.5} * 100\%$$

$$\% \text{ de horas extras} = 12.57 \%$$

Como resultado de la redistribución de actividades, el reordenamiento de fases y la optimización en la asignación de la carga de trabajo, la proporción de horas extras se reduce

del 29.2% registrado en el estado actual a un 12,57% en el escenario propuesto. Esta disminución representa una optimización significativa del proceso, al evidenciar un uso más eficiente de la jornada laboral ordinaria y una menor dependencia del tiempo extraordinario para el cumplimiento de los plazos de fabricación.

Si bien este resultado corresponde a una proyección fundamentada en los ajustes estructurales definidos en los diagramas TO-BE, su relevancia radica en que evidencia el impacto potencial de una mejor organización del flujo de trabajo sin requerir la incorporación de recursos adicionales, ya sea personal, maquinaria o herramientas. Por el contrario, la mejora se sustenta en la adecuada identificación de desperdicios y en un análisis integral del proceso, en este sentido, la propuesta no solo se orienta a la reducción del esfuerzo operativo, sino también al fortalecimiento de la planificación y al equilibrio en la utilización del talento humano, aspectos clave para una gestión eficiente alineada con los principios de Lean Manufacturing y la mejora continua. A continuación, se presentan los diagramas de Pareto, tanto desde el enfoque de las horas totales empleadas en la fabricación como en las horas extras optimizadas en cada fase.

Figura 28

Diagrama de Pareto de la propuesta enfocada a horas totales

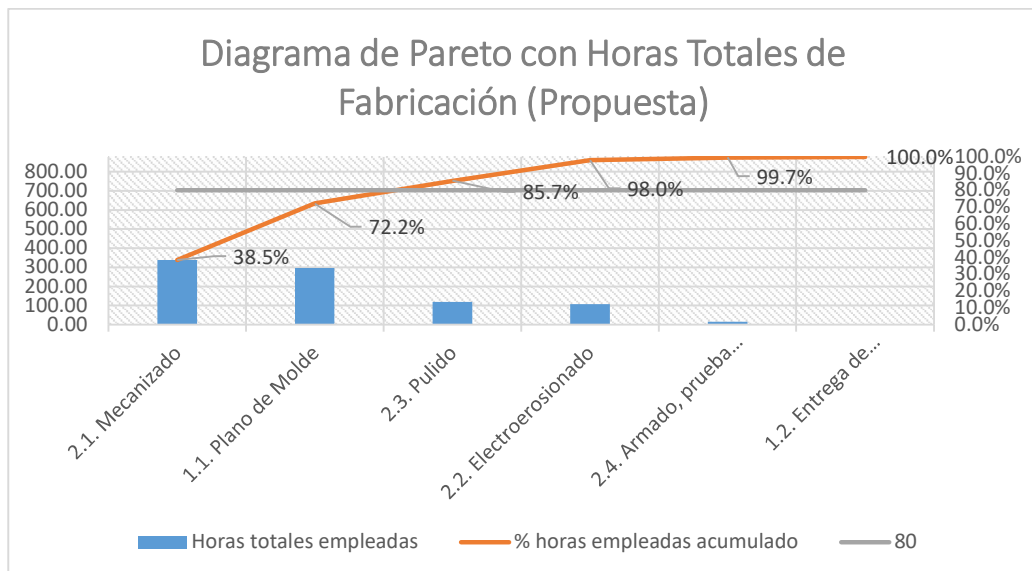
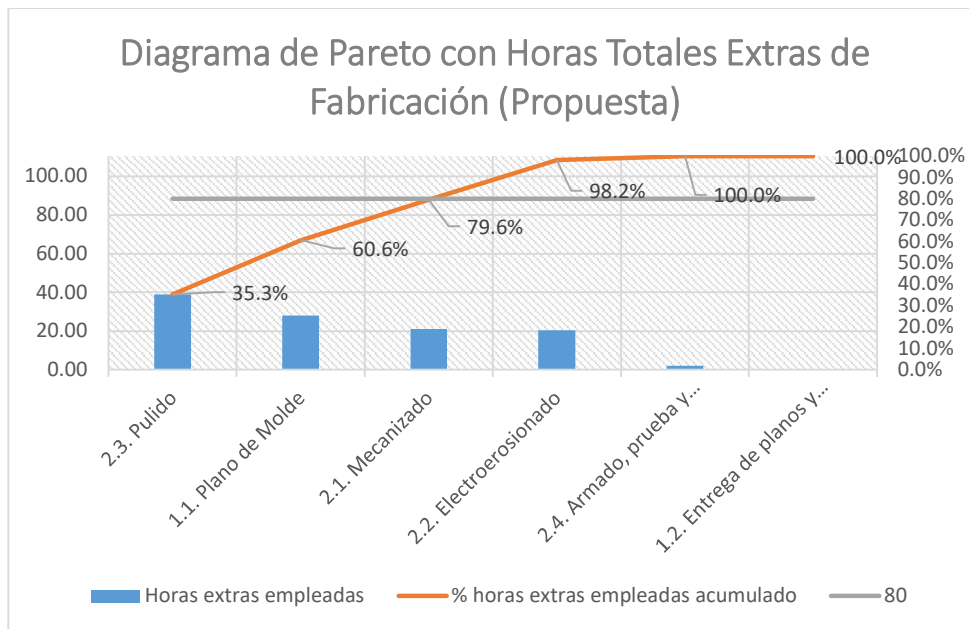


Figura 29

Diagrama de Pareto de la propuesta enfocada a horas extras



Como se observa en los diagramas, las fases de manufactura y diseño continúan concentrando la mayor proporción del tiempo del proceso. No obstante, la nueva desagregación de las etapas de manufactura permite visualizar con mayor claridad la participación de cada fase, evidenciando que el pulido emerge como una actividad relevante dentro del flujo. Este hallazgo sugiere una oportunidad potencial para futuras optimizaciones, en concordancia con el enfoque de mejora continua, además, esta tendencia se refuerza en el diagrama de Pareto orientado a las horas extras, donde el pulido presenta la mayor incidencia dentro del escenario proyectado, seguido por el plano de molde, el diseño y el mecanizado. Este comportamiento responde a que las acciones de mejora se concentraron principalmente en las fases de diseño y manufactura, identificadas en el diagnóstico como prioritarias, mientras que el pulido y las demás etapas no requirieron modificaciones estructurales al no evidenciar ineficiencias críticas que justificaran una intervención inmediata.

Para finalizar el análisis de tiempos de la propuesta, se presentan en las tablas siguientes los valores proyectados, en los que se detallan los ajustes, cambios y

redistribuciones implementadas para optimizar el flujo del proceso. Asimismo, se incluye la justificación técnica de las decisiones adoptadas en cada fase.

Tabla 34

Tiempos proyectados y redistribuidos para el asistente de ingeniería 1

Días	Actividades	Horas empleadas	Horas extras
1	Plano de molde - diseño de molde	10	2
2	Plano de molde - diseño de molde	10	2
3	Plano de molde - diseño de molde	10	2
4	Plano de molde - diseño de molde	10	2
5	Plano de molde - diseño de molde	10	2
6	Plano de molde - diseño de molde	10	2
7	Plano de molde - diseño de molde	9	1
8	Plano de molde - diseño de molde	9	1
9	Plano de molde - diseño de molde	9	1
10	Plano de molde - diseño de molde	9	1
11	Plano de molde - diseño de molde	9	1
12	Plano de molde - diseño de molde	9	1
13	Plano de molde - diseño de molde	9	1
14	Plano de molde - diseño de molde	9	1
15	Plano de molde - diseño de molde	9	1
16	Plano de molde - diseño de molde	9	1
17	Plano de molde - revisión y corrección de molde	10	2
18	Plano de molde - revisión y corrección de molde	10	2
19	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	10	2
20	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
21	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
22	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0

Días	Actividades	Horas empleadas	Horas extras
23	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
24	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
25	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
26	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
27	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
28	Plano de molde - dibujo de planos alta complejidad	8	0
29	Entrega de planos y recursos - Listado de materiales y entrega planos	3	0
	Armado prueba y entrega -Solicitud de prueba	3	0
Total		258	28

Como se puede observar, la propuesta introduce cambios relevantes respecto al estado actual del proceso. En primer lugar, las fases de liberación de plano y bosquejo de molde dejan de formar parte del flujo principal, permitiendo reasignar el tiempo y favoreciendo una mejor redistribución de las horas extras. Asimismo, se evidencia una ligera reducción en la duración total del proceso, pasando de 30 a 29 días, lo que refleja una mejora en la organización de las actividades. Adicionalmente, con el objetivo de evitar la sobrecarga operativa y promover un mayor aprovechamiento del talento humano, se decidió derivar los planos de menor complejidad al asistente de ingeniería 2, como se ve en la Tabla 35. Esta medida contribuyó a equilibrar la carga de trabajo y facilitó una distribución más eficiente del tiempo extra.

Tabla 35*Tiempos proyectados del asistente de ingeniería 2*

Días	Actividades	horas empleadas	horas extras
1	Plano de molde - dibujo de planos baja complejidad	8	0
2	Plano de molde - dibujo de planos baja complejidad	8	0
3	Plano de molde - dibujo de planos baja complejidad	8	0
4	Plano de molde - dibujo de planos baja complejidad	8	0
5	Plano de molde - dibujo de planos baja complejidad	8	0
6	Plano de molde - dibujo de planos baja complejidad	4	0
Total		44	0

Para el cálculo del escenario proyectado, se incorporó a la fase de plano de molde el tiempo ejecutado por el asistente de ingeniería 2, correspondiente a la elaboración de planos de baja complejidad. La integración de estas horas, junto con el tiempo asignado al Asistente de Ingeniería 1, permitió determinar el valor total de la fase, alcanzando 296 horas.

Tabla 36*Tiempos proyectados para el matricero 1*

Días	Actividades	Horas Empleadas	Horas Extras
1	Mecanizado - Desbaste placas cavidad	8	0
2	Mecanizado - Desbaste placas cavidad	8	0
3	Mecanizado - Acabado de placas cavidad	8	0
4	Mecanizado - Acabado de placas cavidad	8	0

Días	Actividades	Horas	Horas
		Empleadas	Extras
5	Mecanizado - Acabado de placas cavidad	8	0
6	Mecanizado - Acabados de placas cavidad	9	1
7	Mecanizado - Acabados de placas cavidad	8	0
8	Mecanizado - Acabados de placas cavidad	8	0
9	Mecanizado - Acabados de placas cavidad	8	0
10	Mecanizado - Acabados de placas cavidad	8	0
11	Mecanizado - Acabados de placas cavidad	8	0
12	Mecanizado - Desbaste de material para postizos	8	0
13	Mecanizado - Desbaste de material para postizos	4	0
	Mecanizado - Acabado de postizos a	4	0
14	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
15	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
16	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
17	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
18	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
19	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
20	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
21	Mecanizado - Acabado de postizos a	8	0
22	Mecanizado - Acabado de postizos a	2	0
	Mecanizado - Acabado de postizos b	6	0
23	Mecanizado - Acabado de postizos b	8	0
24	Mecanizado - Acabado de postizos b	8	0
25	Mecanizado - Acabado de postizos b	8	0
26	Mecanizado - Acabado de postizos c	8	0
27	Mecanizado - Acabado de postizos c	6	0
	Mecanizado - Acabado de postizos d	2	0
28	Mecanizado - Acabado de postizos d	8	0
29	Mecanizado - Acabado de postizos d	6	0
	Armado, pruebas y entrega	2	0
30	Armado, pruebas y entrega	10	2
Total		243	3

En esta sección se presentan los tiempos redistribuidos para el matricero 1, quien mantiene la responsabilidad sobre las partes principales del molde, específicamente las placas cavidad y los postizos. Por su parte, el mecanizado de electrodos fue asignado al matricero 2, lo que permitió una distribución más equilibrada de la carga de trabajo y una mejor reorganización de las horas extras dentro del proceso. Posteriormente, para la fase de armado, pruebas y entrega, establecida el día 30 y parte del 29, se integraron las horas restantes del asistente de ingeniería 1 para esta misma fase con el fin de completar esta etapa. Como resultado de esta consolidación, se obtiene un total de 15 horas para dicha fase, valor que se presenta en la tabla general de tiempos.

Tabla 37

Actividades de mecanizado del matricero 2

Días	Actividades	Horas empleadas	Horas extras
1	Mecanizado electrodos	10	2
2	Mecanizado electrodos	10	2
3	Mecanizado electrodos	10	2
4	Mecanizado electrodos	10	2
5	Mecanizado electrodos	10	2
6	Mecanizado electrodos	10	2
7	Mecanizado electrodos	10	2
8	Mecanizado electrodos	10	2
9	Mecanizado electrodos	10	2
10	Mecanizado electrodos	10	2
11	Mecanizado electrodos	7	0
Total		107	20

En este apartado se establece que las actividades de mecanizado de electrodos fueron asignadas al matricero 2, para ello, no se distribuyeron las horas extras adicionales, sino que se mantuvo la ejecución de estas tareas de manera simultánea con la fabricación de las placas

cavidad. Esta coordinación, permite que, al iniciar ambas actividades en paralelo, los electrodos posiblemente se encuentren finalizados al momento de concluir las placas cavidad, favoreciendo así la continuidad del proceso.

Las horas correspondientes a este apartado se consolidan con las previamente asignadas al matricero 1 para determinar el tiempo total de la fase de mecanizado, el cual alcanza las 338 horas, tal como se presenta en la tabla general de tiempos.

Tabla 38

Tiempos proyectados para el electro erosionador

Días	Actividades	Horas Empleadas	Horas Extras
1	Electroerosión de cavidades y postizos	7	0
2	Electroerosión de cavidades y postizos	8.5	0.5
3	Electroerosión de cavidades y postizos	10	2
4	Electroerosión de cavidades y postizos	11	3
5	Electroerosión de cavidades y postizos	10	2
6	Electroerosión de cavidades y postizos	12	4
7	Electroerosión de cavidades y postizos	8	
8	Electroerosión de cavidades y postizos	11	3
9	Electroerosión de cavidades y postizos	10	2
10	Electroerosión de cavidades y postizos	8	0
11	Electroerosión de cavidades y postizos	12	4
Total		107.5	20.5

Tabla 39

Tiempos proyectados para el pulidor

Días	Actividades	Horas Empleadas	Horas Extras
1	Pulido cavidad lado móvil	11	3
2	Pulido cavidad lado móvil	12	4
3	Pulido cavidad lado móvil	12	4

Días	Actividades	Horas	Horas
		Empleadas	Extras
4	Pulido cavidad lado móvil	12	4
5	Pulido cavidad lado fijo	12	4
6	Pulido cavidad lado fijo	12	4
7	Pulido cavidad lado fijo	12	4
8	Pulido cavidad lado fijo	12	4
9	Pulido de postizos y boquilla	12	4
10	Pulido de postizos y boquilla	12	4
Total		119	39

Como se observa en la Tabla 38 y Tabla 39, correspondientes a las fases de electroerosión y pulido, no se registran modificaciones significativas en los tiempos de ejecución respecto al estado actual, salvo la reducción de una hora en cada fase. Esta disminución se atribuye a que la actividad de revisión específica deja de ser necesaria, al integrarse dentro de la revisión general contemplada en el diagrama TO-BE.

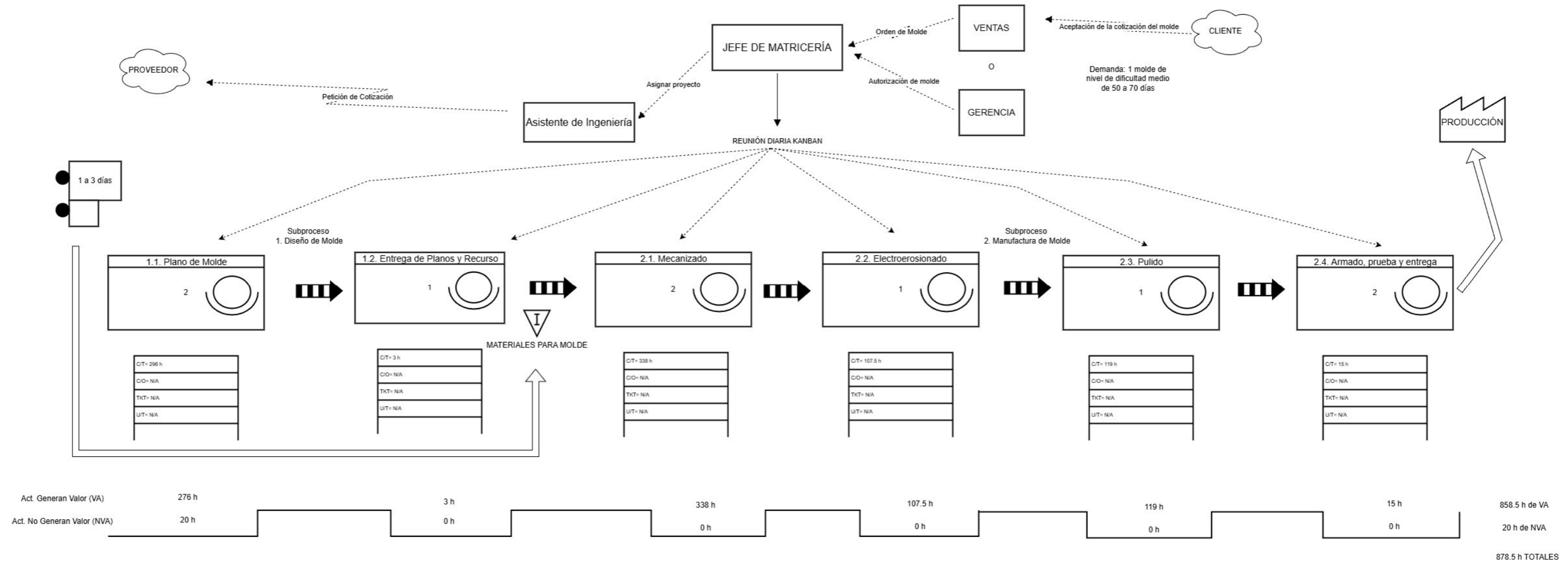
En consecuencia, los tiempos proyectados para estas fases se establecen en 107,5 horas para la electroerosión y 119 horas para el pulido, valores que se reflejan en la tabla general de tiempos, completando así la explicación de los tiempos considerados en la propuesta de mejora.

VSM del proceso Futuro

Una vez definidos los diagramas TO-BE y establecidos los tiempos proyectados, se presentan los VSM del estado futuro, los cuales permiten visualizar el comportamiento esperado del proceso bajo las condiciones planteadas en la propuesta de mejora. Estos mapas se mantienen a un nivel general y con un enfoque basado en las horas trabajadas, dado que esta corresponde a la información disponible proporcionada por la empresa.

Figura 30

VSM estado futuro del proceso Fabricación de Moldes



Nota. La figura muestra los dos subprocesos que conforman el proceso de fabricación de moldes, 1. Diseño de molde y 2. Manufactura de molde

Como muestra la Figura 30 el tiempo de actividades de valor agregado de todo el proceso es de 858.5 horas, así como las actividades consideradas que no agregan valor es de 20 horas, dando así un resultado de lead time operativo total proyectado de 878.5 horas. Con estos datos obtenidos se puede proceder a la comparación con el lead time operativo del VSM actual del proceso.

Tabla 40

Comparación de tiempos del VSM actual con los VSM's futuros

Datos	Valores	
	VSM actual	VSM's futuros
Tiempo de valor agregado (VA)	882.5	858.5
Tiempo de no valor agregado (NVA)	40	20
Lead time operativo total	922.5	878.5

En síntesis, la comparación entre el VSM actual y el VSM futuro evidencia una mejora en el desempeño general del proceso de fabricación de moldes. La propuesta permite reducir el lead time operativo total de 922,5 horas a 878,5 horas, acompañado de una disminución del tiempo de no valor agregado de 40 a 20 horas, lo que refleja un flujo de trabajo más eficiente y mejor organizado, es importante, nuevamente, señalar que estos resultados se fundamentan en un análisis de carácter general, construido a partir de las horas trabajadas registradas por la empresa. Este enfoque resulta coherente con la disponibilidad de información y permite establecer una base objetiva para la identificación de oportunidades de mejora. En este sentido, el VSM futuro no solo proyecta un proceso más equilibrado, sino que también sienta las bases para estudios posteriores orientados a una medición más detallada, la estandarización de actividades y el fortalecimiento de la mejora continua dentro del área de matricería.

La fórmula de eficiencia del proceso (VA / Lead Time) no se emplea en el presente análisis, debido a que los datos disponibles provienen de registros operativos que no contemplan de forma exhaustiva todos los tiempos de espera, interrupciones o actividades indirectas del proceso. En este sentido, su aplicación podría generar una sobreestimación de la eficiencia real, por lo que no resulta adecuada para evaluar el desempeño del proceso dentro del alcance del estudio.

Si bien un estudio posterior podría profundizar en la medición detallada de cada fase, la evaluación específica de maquinaria y puestos de trabajo, así como en la estandarización de los métodos operativos, el presente proyecto se delimita a un análisis de carácter general. En consecuencia, los valores expuestos corresponden a una proyección coherente con la información existente y permiten visualizar el comportamiento esperado del proceso bajo las condiciones planteadas.

Sistema de Medición y Control de la Propuesta

Finalmente, se presentan los indicadores principales alineados con el Hoshin Kanri expuesto previamente, orientados a la medición adecuada del proceso de fabricación de moldes en sus distintos subprocesos. Su implementación permitirá integrar la eficiencia del trabajo en matricería dentro de la gestión global de la empresa, facilitando una evaluación objetiva del desempeño del área. Se consideran estos dos indicadores por su carácter esencial para evidenciar el nivel de eficiencia del proceso y apoyar la toma de decisiones basada en datos.

Indicadores

Lead Time Real. Con este indicador se busca controlar el tiempo, en días, desde el inicio del proceso de fabricación de moldes hasta que se finaliza con la entrega del molde. Los valores en los cuales se basa son en los emitidos por el jefe de matricería como se ve en el Anexo 1, en donde el mismo expone los tiempos con los que él maneja la entrega de moldes, esto combinado con los que el presente trabajo proyecta poder conseguir, esto permitirá mantener las fechas de entrega dentro de un rango y actuar en caso de que algún proyecto se esté desarrollando fuera de tiempo.

- Formula

Ecuación 3

Fórmula para el indicador de lead time real de fabricación de moldes

$$LTR = FEM - FIF \quad (3)$$

Donde:

LTR: Lead time real de entrega de moldes

FEM: Fecha de entrega del molde al área de producción

FIF: Fecha de inicio de fabricación del molde

- Unidad: días
- Frecuencia: Por molde
- Resultado esperado:
 - Entre 30 y 40 días para moldes de complejidad baja
 - Entre 50 y 70 días para moldes de complejidad media
 - Entre 90 y 150 días para moldes de complejidad alta
- Responsable: jefe de matricería

Para el caso del presente proyecto se puede aplicar el indicador de la siguiente manera:

Datos:

FEM: 13/6/2025

FIF: 8/4/2025

$$LTR (\text{molde A}) = 13/6/2025 - 8/4/2025$$

$$LTR (\text{molde A}) = 66 \text{ días}$$

Al ser un molde de complejidad media, el valor de 66 días se encuentra dentro de lo establecido (Entre 50 y 70 días), por lo tanto, el proyecto cumple el indicador.

En el presente estudio, el cálculo del lead time se realizó bajo un enfoque operativo, considerando la sumatoria de las horas efectivamente trabajadas en cada fase del proceso. Este valor, denominado lead time operativo, permitió analizar el esfuerzo productivo requerido para la fabricación del molde aun cuando no se disponía de registros cronológicos detallados. Como parte de la propuesta de mejora, se plantea complementar esta medición mediante un indicador de lead time calendario o lead time real. La incorporación de este indicador permitirá evaluar con mayor precisión la duración real del proceso, evitando confusiones entre el tiempo efectivo de trabajo y el tiempo total del proyecto, además de fortalecer la planificación y el control operativo.

Porcentaje de horas extras por molde

El indicador propuesto tiene como finalidad evaluar el grado de dependencia del proceso de fabricación de moldes respecto al uso de horas extras. Tal como se evidenció en el capítulo anterior mediante el análisis del molde de referencia, durante su fabricación se registró un total de 269.5 horas extras, correspondientes a la suma de las horas adicionales empleadas por el personal del área que participó directamente en el diseño y fabricación de las distintas piezas del proyecto. Este valor resulta significativamente elevado, principalmente

debido a las causas previamente identificadas, y constituye una clara manifestación de ineficiencia en el desempeño del área, lo que justifica la necesidad de su medición y control. No obstante, es importante precisar que el objetivo del indicador no es eliminar por completo el uso de horas extras, dado que estas forman parte de la dinámica operativa del área de matricería y contribuyen al cumplimiento de los proyectos. Alcanzar su eliminación total requeriría un análisis más profundo y de mayor alcance. En este contexto, y con base en la redistribución de trabajo expuesta anteriormente, llegar a un máximo de 15% de horas totales de fabricación, correspondan a horas extras se presenta como un valor alcanzable y realista para el desarrollo de este proceso.

- Fórmula:

Ecuación 4

Fórmula para el indicador de porcentaje de horas extras por molde

$$\% HE (molde) = \frac{\sum HET}{\sum HTF} \times 100\% \quad (4)$$

Donde:

% HE (molde): Porcentaje de horas extras que se utilizaron para fabricar el molde

\sum HET: Sumatoria de las horas extras totales empleadas en la fabricación del molde (son las horas extras registradas por cada persona que intervino en el proceso de fabricación del molde)

\sum HTF: Sumatoria de las horas totales de fabricación del molde (son las horas totales registradas por cada trabajador que intervino en la fabricación del molde)

- Unidad: porcentaje
- Frecuencia: Por molde
- Responsable: jefe de matricería
- Resultado esperado: menor o igual a 15%

A continuación, se muestra la aplicación de este indicador para el proyecto “molde A” con los valores proyectados establecidos anteriormente:

Datos:

$$\sum \text{HET}: 110.5$$

$$\sum \text{HTF}: 878.5$$

$$\% \text{ HE (molde A)} = \frac{110.5}{878.5} \times 100\%$$

$$\% \text{ HE (molde A)} = 12.58\%$$

El valor de % HE para la fabricación del “molde A” corresponde a 12.58 % lo cual se encuentra dentro del resultado esperado, que es menor o igual a 15%, es decir, se cumple lo establecido para este indicador en este proyecto

Limitaciones del Estudio

El presente estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la propuesta de mejora fue validada mediante análisis técnico y redistribución proyectada de cargas laborales, sin una implementación completa a largo plazo que permita medir resultados reales en condiciones operativas continuas. Asimismo, el análisis se basa en datos históricos proporcionados por la empresa, cuya precisión depende de los registros internos disponibles. Finalmente, factores como la resistencia al cambio organizacional y la variabilidad en la demanda productiva podrían influir en la efectividad futura del modelo propuesto. No obstante, estas limitaciones se consideran metodológicamente aceptables dentro del alcance de una investigación de diseño y propuesta de mejora. El objetivo principal del estudio fue estructurar y validar técnicamente una

propuesta de gestión de un proceso en el área de matricería, más que evaluar su desempeño en condiciones reales a lo largo de un tiempo definido. En este sentido, la validación mediante análisis técnico, simulación de redistribución de cargas y coherencia con el marco teórico proporciona un sustento suficiente para demostrar la viabilidad del modelo propuesto. La implementación completa y su evaluación a largo plazo constituyen una oportunidad para investigaciones futuras orientadas a la medición empírica del impacto y se orientan con la mejora continua que propone la presente tesis.

Resultados Esperados

El presente apartado sintetiza los resultados esperados de la propuesta de optimización del proceso de fabricación de moldes, mediante una comparación estructurada entre la situación actual (AS-IS) y la situación propuesta (TO-BE), con base en los análisis desarrollados en el capítulo II y las proyecciones del capítulo III.

Tabla 41

Comparación del proceso AS-IS y TO-BE

Aspecto	Situación actual (AS-IS)	Situación propuesta (TO-BE)
Estructura del proceso	No delimitado formalmente, dependiente del criterio del personal	Proceso estandarizado y documentado mediante mapa y catálogo de procesos
Flujo de trabajo	Secuencial, con interrupciones y reprocesos	Flujo optimizado con actividades paralelas y reducción de interrupciones
Gestión visual	Inexistente	Propuesta de tablero y sistema Kanban
Control del proceso	Bajo, sin indicadores formales	Control mediante indicadores KPI (lead time, % horas extras)
Asignación de tareas	Concentración de trabajo en pocos recursos	Redistribución equilibrada de actividades
Enfoque de gestión	Enfoque sin alineación formal	Enfoque estratégico mediante Hoshin Kanri

Tabla 42*Comparación de valores entre la situación actual y la propuesta*

Apartado	Situación actual (AS-IS)	Situación propuesta (TO-BE)	Variación
Horas totales de fabricación	922.5	878.5	44
Horas extras	269.5	110.5	159
% de horas extras del proyecto	29.21%	12.58%	16.63 p.p.
Horas de valor agregado (VA)	882.5	858.5	24
Horas de no valor agregado (NVA)	40	20	20

Nota. p.p. (puntos porcentuales) indica la diferencia directa entre porcentajes.

Los valores presentados, basados en el análisis del “molde A”, reflejan la comparación del desempeño del proceso entre la situación actual y la propuesta. Adicionalmente se evidencia una reducción en el tiempo de horas extras, 159 horas exactamente, lo que representa una disminución del 59% respecto a la situación inicial y una reducción de 16.63 puntos porcentuales en su participación. Asimismo, la disminución de 20 horas en actividades sin valor agregado evidencia una mejora en la eficiencia del proceso mediante la eliminación de desperdicios.

En síntesis, los resultados esperados evidencian una mejora en la eficiencia operativa del proceso de fabricación de moldes, no solo por la reducción de horas extras y actividades sin valor agregado, sino por una mejor distribución y control del trabajo. Estas mejoras se sustentan en la implementación de herramientas como el Value Stream Mapping para la

identificación de desperdicios, los diagramas TO-BE para la estandarización del proceso y el sistema Kanban junto con el enfoque de Hoshin Kanri para la planificación diaria y alineación estratégica, lo que permite optimizar la ejecución del proceso y fortalecer su gestión integral, además, los resultados obtenidos corresponden a una proyección técnica basada en la redistribución de las actividades, la eliminación de desperdicios identificados y la mejora en la planificación del proceso. En este sentido, si bien no se trata de resultados derivados de una implementación real, estos permiten estimar de manera fundamentada el impacto esperado de la propuesta bajo condiciones controladas

Análisis de costos

El presente análisis de costos se realiza, para una posible implementación de la propuesta de mejora, en este contexto plantea que su ejecución se efectivice de manera interna, sin recurrir a consultoría externa, mediante el aprovechamiento de los recursos humanos existentes en la empresa. La implementación del modelo sería desarrollada y dirigida por el autor del proyecto, quien asumirá el rol de facilitador técnico responsable del diseño del proceso optimizado, la estructuración de herramientas de gestión, la capacitación del personal y el acompañamiento durante la ejecución de las fases.

Para la estimación del valor hora correspondiente al servicio de implementación y capacitación técnica, se tomó como referencia un salario promedio mensual de un profesional en procesos en el mercado laboral ecuatoriano, según reportes salariales publicados por portales de empleo especializados (paylab, s/f). Considerando un valor promedio aproximado de \$800 mensuales repartidos en 160 horas de trabajo efectivo, se obtiene un valor base de \$5 por hora. Dado que la actividad propuesta corresponde a servicios de diseño metodológico, capacitación y acompañamiento especializado en mejora de procesos, se aplica un factor de ajuste técnico equivalente a 3 veces el valor hora base, obteniéndose una tarifa referencial de \$15 por hora, este valor se encuentra dentro de rangos típicos de servicios de consultoría técnica en mejora de procesos en contextos similares, permitiendo una estimación realista para efectos del análisis económico.

Cabe recalcar que para el cálculo del valor hora se optó por utilizar una base de 160 horas mensuales, correspondiente a la jornada efectiva de trabajo (8 horas diarias durante 5 días a la semana durante 4 semanas), en lugar de las 240 horas que suelen emplearse en ciertos cálculos laborales de carácter contable. Esta decisión responde a que el análisis se enfoca en estimar el costo real asociado al tiempo productivo destinado a actividades de

consultoría y mejora de procesos, por lo que resulta más adecuado considerar únicamente las horas efectivamente trabajadas.

Tabla 43

Costos de la implementación de la propuesta planteada por fases.

Fases	Días	Horas dedicadas a la actividad	Valor hora	Total
1. Preparación y alineación	5	1	\$ 15	\$ 75
2. Modelado del proceso propuesto	5	6	\$ 15	\$ 450
3. Capacitación y herramientas de gestión	5	2	\$ 15	\$ 150
4. Implementación piloto	40	0.75	\$ 15	\$ 450
5. Seguimiento y ajuste	5	1.5	\$ 15	\$ 112.5
Total				\$ 1 237.50

Es importante precisar que el costo estimado corresponde únicamente a la primera implementación del modelo propuesto. Una vez desarrolladas las herramientas, definidos los indicadores y capacitado el personal, las siguientes aplicaciones del proceso optimizado podrán ser ejecutadas por los asistentes de ingeniería o por el jefe de matricería, sin necesidad de repetir las fases de diseño y capacitación formal, limitándose principalmente a actividades de seguimiento y control.

Con el objetivo de visualizar el comportamiento del costo acumulado durante la ejecución de la propuesta de mejora, a continuación, se presenta la curva S del proyecto, la cual permite analizar la distribución progresiva de la inversión a lo largo del tiempo. En el presente caso, la curva se construye considerando el costo total estimado de \$1 237.50 distribuido según las fases del cronograma de una posible implementación.

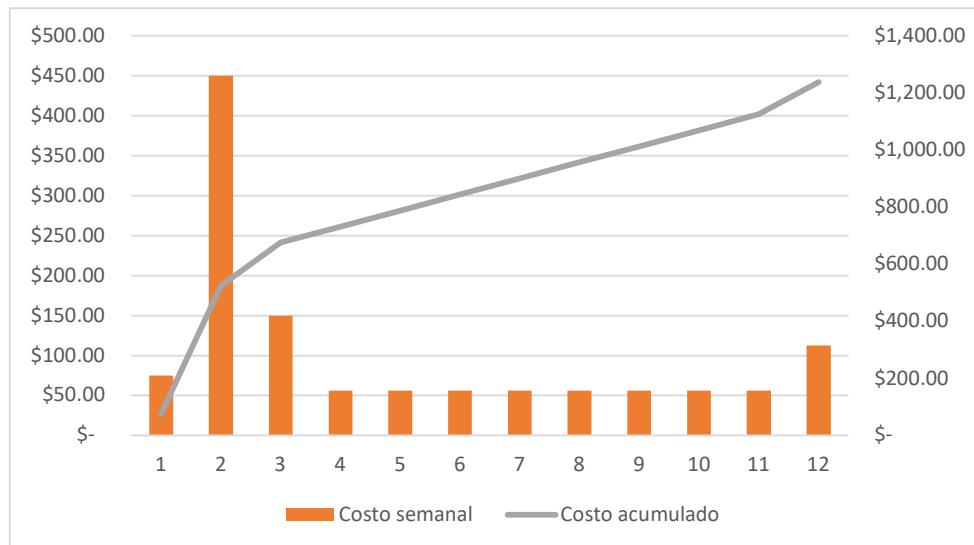
Tabla 44

Costos semanales del proyecto

Semana	Costo semanal
1	\$ 75.00
2	\$ 450.00
3	\$ 150.00
4	\$ 56.25
5	\$ 56.25
6	\$ 56.25
7	\$ 56.25
8	\$ 56.25
9	\$ 56.25
10	\$ 56.25
11	\$ 56.25
12	\$ 112.50
Total	\$ 1 237.50

Figura 32

Gráfico de curva S



El comportamiento de la curva S evidencia un crecimiento inicial moderado del costo durante la fase de preparación, seguido de un incremento más pronunciado en la etapa de modelado del proceso optimizado, donde se concentra una mayor carga técnica.

Posteriormente, durante la implementación piloto, el costo continúa aumentando de manera progresiva debido al acompañamiento y validación del modelo en un caso real, aunque con una pendiente más estable. Finalmente, en la fase de seguimiento y ajuste, la curva tiende a estabilizarse, reflejando que el mayor esfuerzo económico ya ha sido ejecutado.

Finalmente, se procede a realizar la evaluación económica del proyecto mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), con el propósito de determinar la viabilidad financiera de la propuesta de mejora, para ello, se consideran los ahorros generados por la reducción de horas extras en el proceso de fabricación de moldes, tomando como base un escenario estimado de producción de cuatro moldes anuales. Este valor corresponde a una aproximación representativa para moldes de complejidad media, reconociendo que en la práctica pueden existir variaciones en función del tamaño y características específicas de cada proyecto. Asimismo, debido a la disponibilidad limitada de información detallada, los cálculos se fundamentan en supuestos conservadores, con el fin de evitar la sobreestimación de los beneficios económicos.

Debido a la falta de acceso a información salarial específica del personal, se optó por utilizar el salario básico unificado vigente en el Ecuador como referencia conservadora, a partir de este valor, se calculó el costo de la hora laboral considerando una base de 240 horas mensuales, valor que se utiliza para cálculos de salarios, obteniéndose un valor de \$2.01 por hora.

Posteriormente, se determinó el costo de la hora extra aplicando un recargo del 50% conforme a la normativa laboral, obteniéndose un valor de \$3.02 por hora. Este porcentaje se consideró de manera uniforme para todas las horas extra, debido a la ausencia de una

diferenciación entre recargos del 50% y 100% en los registros del área. Con base en estos valores, se cuantificó la reducción de horas extras entre el estado actual, 268.5 horas y el escenario mejorado, 110.5 horas, lo que representa una disminución de 158 horas por proyecto. En términos económicos, esta reducción equivale a un ahorro estimado de \$477.16 por cada molde fabricado.

Con el fin de evaluar el impacto económico del proyecto en el tiempo, el ahorro estimado por cada molde fue proyectado en función de la cantidad anual de producción. Para ello, se consideró un escenario de fabricación de 4 moldes por año, valor que corresponde a una estimación basada en la construcción de moldes de este tipo en los últimos años en la empresa. Esta estimación se adopta bajo un enfoque conservador, reconociendo que la cantidad de moldes puede variar en función de la demanda y las características específicas de cada proyecto. Bajo este supuesto, el ahorro anual asciende a \$1 908.64, valor que será utilizado como flujo de beneficio en la evaluación financiera del proyecto.

Con base en el ahorro anual estimado y la inversión inicial requerida para la implementación de la propuesta, se construye el flujo de caja del proyecto, el cual permite representar los ingresos y egresos asociados en el horizonte de evaluación considerado.

Tabla 45*Proyección de flujos de caja a tres años*

Año	Flujo de caja
0	\$ -1 237.5
1	\$ 1 908.64
2	\$ 1 908.64
3	\$ 1 908.64

Nota. El año 0 corresponde a la inversión inicial asociada a la implementación de la propuesta, mientras que los años siguientes reflejan los ahorros anuales generados por la reducción de horas extraordinarias en el proceso

El cálculo del VAN y TIR se realizó mediante una hoja de cálculo en Excel, empleando las funciones financieras correspondientes. Para ello, se utilizaron los flujos de caja estimados del proyecto presentados en la Tabla 45, considerando la inversión inicial detallada en la Tabla 43 y los ahorros proyectados en un horizonte de tres años. Asimismo, se adoptó una tasa de descuento de 10%, en concordancia con criterios de evaluación financiera para proyectos de este tipo.

Como resultado, se obtuvo un VAN de \$3 509 y una TIR de 144%. En función de estos resultados, se concluye que el proyecto de mejora es económicamente viable, dado que el VAN es positivo y la TIR supera ampliamente la tasa de descuento considerada. Esto indica que la implementación de la propuesta no solo permite recuperar la inversión inicial, sino que además genera beneficios económicos para la empresa. En este sentido, la mejora planteada resulta financieramente conveniente y sostenible en el tiempo, considerando las condiciones y supuestos establecidos en el análisis.

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se identificó y realizó el levantamiento del proceso actual de fabricación de moldes de inyección mediante la elaboración del diagrama AS-IS y la observación directa del flujo de trabajo, describiendo el mismo y tomando como referencia la fabricación del molde denominado “molde A”. Este análisis permitió evidenciar que, aunque las actividades se ejecutaban de manera operativa, no existía una delimitación formal ni estandarización estructurada del proceso. La modelación AS-IS y la observación directa facilitaron la identificación clara de fases, tiempos y secuencias de trabajo, demostrando que la falta de formalización generaba desperdicios que impactaban directamente en el desempeño del área de matricería. Asimismo, se estableció el estado actual de la eficiencia operativa en función del uso de horas extras, evidenciando un valor del 29.21%, lo cual refleja una alta dependencia de tiempo adicional para el cumplimiento de las actividades. Este diagnóstico constituyó la base necesaria para sustentar una intervención estructurada.
- Se analizaron las causas que generan ineficiencias en el proceso de fabricación de moldes de inyección mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, tales como el Value Stream Mapping, el diagrama de Pareto, el diagrama causa–efecto, la técnica de los cinco porqués y el análisis de datos operativos. Este estudio permitió identificar que una proporción significativa de ineficiencia se concentraba en la gestión del tiempo y la planificación operativa. El análisis del caso del “molde A” evidenció una dependencia de jornadas extendidas para el cumplimiento de los plazos establecidos, asociada a deficiencias en la organización del trabajo, la secuenciación de actividades y la falta de control del proceso. Este hallazgo confirma que la

problemática no era únicamente operativa, sino también organizativa, lo que justificó la necesidad de un rediseño integral del proceso.

- Se diseñó un modelo optimizado del proceso de fabricación de moldes de inyección mediante la metodología TO-BE, mejora del mapa de procesos, división de procesos con un catálogo de procesos, redistribución de trabajo y la aplicación de herramientas como Kanban y Hoshin Kanri, orientadas a la estandarización de las actividades, la reducción de desperdicios y la mejora de la eficiencia del área de matricería. La propuesta permitió proyectar una reducción del porcentaje de horas extras del 29,21 % al 12,58 %, lo que representa una disminución del 57 %. Este resultado demuestra que la aplicación integrada de gestión por procesos y herramientas de Lean Manufacturing constituye una alternativa técnicamente viable para mejorar la eficiencia sin depender de incrementos estructurales de la jornada laboral. Estos resultados, junto con un Valor Actual Neto positivo y una Tasa Interna de Retorno superior a la tasa de descuento considerada, confirman que la propuesta no solo es técnicamente viable, sino también financieramente conveniente para la empresa.
- Se propuso una metodología para la evaluación de la optimización del proceso basada en los objetivos estratégicos del Hoshin Kanri con indicadores clave de desempeño. Se definió el lead time real como indicador principal para verificar que el tiempo total de fabricación de moldes se mantenga dentro de los rangos establecidos por la empresa, y el porcentaje de horas extras por molde como indicador para el control de la carga laboral y eficiencia considerando un valor máximo aceptable del 15 %. Estos indicadores establecen un sistema objetivo de medición de la eficiencia en el área de matricería y, aunque los valores obtenidos corresponden a proyecciones derivadas del modelo propuesto, su fundamentación en datos reales y en una estructura

metodológica coherente permite validar la viabilidad técnica de la propuesta y sustentar su futura implementación.

Recomendaciones

- Con base en la identificación del proceso actual de fabricación de moldes de inyección, se recomienda formalizar y documentar el proceso del área de matricería mediante procedimientos estandarizados, tales como fichas técnicas o manuales, que definan de manera clara las fases, actividades, responsables, indicadores y flujos de información. Esta estandarización permitiría reducir la variabilidad operativa, facilitar la replicabilidad del proceso, la inducción de nuevos trabajadores y constituir una base estructurada para la implementación sistemática de acciones de mejora continua orientadas al desempeño productivo. Adicionalmente, se considera relevante extender este tipo de análisis a los demás procesos desarrollados en el área de matricería, en particular al proceso de diseño y desarrollo de productos, dado que, junto con el diseño y fabricación de moldes, constituye uno de los procesos principales y estratégicos de la empresa.
- A partir del análisis de las causas que generan ineficiencias y desperdicios, se recomienda institucionalizar el uso periódico de herramientas de Lean Manufacturing como el Value Stream Mapping, el diagrama de Pareto y el análisis causa–efecto, con el fin de monitorear de forma continua las actividades que no agregan valor. Asimismo, se sugiere estandarizar criterios técnicos fundamentales del proceso, tales como tolerancias dimensionales y acabados superficiales, los cuales actualmente se definen de manera empírica y mediante acuerdos informales entre los operadores y asistentes de ingeniería. La definición de estos parámetros desde la etapa de diseño contribuiría a reducir retrabajos, mejorar la calidad del proceso y fortalecer una cultura de mejora continua basada en criterios técnicos claramente establecidos.

- En relación con el modelo optimizado propuesto, se recomienda evaluar de manera progresiva la redistribución del trabajo y la especialización de actividades, asignando las operaciones de fabricación a maquinaria y personal con capacidades acordes, y reservando las operaciones de mayor precisión para equipos y personal especializados. Esta estrategia, complementada con el uso de herramientas como Kanban y Hoshin Kanri, podría ser ajustada y mejorada de forma continua en función de los resultados obtenidos, permitiendo no solo mantener la reducción proyectada de horas extras, sino también avanzar hacia una mayor estabilidad y equilibrio de la carga laboral en el área de matricería.
- Respecto a la metodología de evaluación del proceso, se recomienda implementar de manera permanente el seguimiento de los indicadores clave de desempeño definidos, particularmente el lead time real y el porcentaje de horas extras por molde. De manera complementaria, se sugiere que el presente estudio sea utilizado como base para futuros análisis más detallados, orientados a la medición de tiempos, estandarización de trabajo, desempeño laboral y productividad, con un enfoque específico en fases particulares del proceso o en puestos de trabajo determinados. Este tipo de análisis permitiría profundizar en la identificación de oportunidades de mejora a nivel operativo y fortalecer la toma de decisiones basada en datos dentro de un esquema de mejora continua, en coherencia con los lineamientos estratégicos definidos en el Hoshin Kanri que indica el horizonte al cual la empresa pretende llegar.

Bibliografía

- Alcántara Verónica. (2022, mayo). *Reparación de partes complejas*. 27, 27–33.
<https://www.metalmecanica.com/es/revista-digital/reparacion-de-partes-complejas>
- ATLASSIAN. (s/f). *What is lead time? definition, examples, and how to reduce it*.
Recuperado el 4 de febrero de 2026, de https://www.atlassian.com/work-management/project-management/lead-time?utm_source=chatgpt.com
- Chávez, L.-F., De-La-Rosa, S.-E., Manjarres, J.-C., Valbuena, S.-G., & Becerra-Torres, M. (2024). Diagrama de Pareto. Perspectiva de la asignatura de control de la calidad. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 6(1), 51–56.
<https://doi.org/10.17981/bilo.6.1.2024.07>
- Córdoba Reyes, A. A., Cervantes Zubirías, G. B., Alberto Morales Rodríguez, M. C., Yedith Camacho Sánchez, F. D., & Cantú Ortiz, A. E. (2025). Applying lean manufacturing to increase productivity. *International Journal of Professional Business Review*, 10(3), 9.
<https://doi.org/10.26668/businessreview/2025.v10i3.5342>
- Dieste, M., Panizzolo, R., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A systematic literature review regarding the influence of lean manufacturing on firms' financial performance Lean and financial performance: a review 101. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9), 1741–1779. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2020-0304>
- Erick, R., Rojas, M., & Toscano, G. J. (2025). Instrumento para la evaluación de la satisfacción del aprendizaje: diseño, validación y análisis psicométrico de una escala Likert. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*.
<https://doi.org/10.46377/dilemas.v13i1.4743>
- Gómez Cando, W. A. (2021). *Manufactura esbelta para reducir los desperdicios en un taller de matricería*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas,

Electrónica e Industrial. Maestría en Producción y Operaciones Industriales.

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32162>

ISO. (2015). *ISO 9000:2015 - sistemas de gestión de la calidad - fundamentos y vocabulario*.

www.iso.org

Janeth, M., Cahiguango, G., Luis, J., & Echeverria, C. (2023). Influencia de lean

manufacturing en la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en un estudio de caso múltiple en empresas manufactureras de la provincia de Pichincha. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 1200–1224.

https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I6.8763

Javier, I., Barriga, A., Directora, S., Daysi, I., Ortiz, M., & Mg, G. (2023). *Implementación de la metodología lean manufacturing para la mejora de la productividad en la industria metalmecánica*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Producción y Operaciones Industriales.

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40166>

Kamal, M. R. ., Isayev, A. I. ., & Liu, S.-Jung. (2009). *Injection molding : technology and fundamentals*. Hanser.

Kazmer, D. O. (2022). Injection mold design engineering. En *Injection Mold Design*

Engineering (3rd Edition). Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

<https://doi.org/10.3139/9781569908921.FM>

Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V.

K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.03.481>

- Lean Enterprise Institute. (2026a). *5 Whys - what is it?* https://www.lean.org/lexicon-terms/5-whys/?utm_source=chatgpt.com
- Lean Enterprise Institute. (2026b). *Kanban - what Is it?* https://www.lean.org/lexicon-terms/kanban/?utm_source=chatgpt.com
- Luis, I. J., & Valero, M. (2024). *Informe de gestión*. www.aseplas.ec
- Manuel, E. A., & Wilmer Euclides, C. J. (2024). Principios de mecanizado y planificación de procesos. *Principios de mecanizado y planificación de procesos*. <https://doi.org/10.31428/10317/13790>
- Metropolitana, U., Cabeza García, E., Manuel, P., Espinosa, M., Javier, F., Polo, S., & Hernán, P. (2022). Diseño de un sistema de gestión por procesos. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5, 167–175. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721778112020>
- Moyano-Hernández, F. A., & Sandoval, D. C. V. (2021). Análisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental. *Revista Politécnica*, 17(34), 55–69. <https://doi.org/10.33571/RPOLITEC.V17N34A4>
- OECD. (2025). OECD Compendium of productivity indicators 2025. *OECD Compendium of Productivity Indicators, OECD Compendium of Productivity Indicators, 2025*. <https://doi.org/10.1787/B024D9E1-EN>
- Okpala, C., Nwamekwe, C. O., Ezeanyim, O. C., Chikwendu, O. C., Chiedu, O., & Onyeka, N. C. (2024). The implementation of kaizen principles in manufacturing processes: A pathway to continuous improvement. *International Journal of Engineering Inventions*, 13(7), 116–124. <https://doi.org/10.34894/VQ1DJJA>

- Ortíz-Fernandez, J., Baldeón-Tovar, M., Medina-Pelaiza, L., Ortíz-Huamán, C., & Godiño-Poma, M. (2024). Gestión por procesos en las empresas. Una revisión sistémica. *Gestionar: revista de empresa y gobierno*, 4(1), 7–22.
<https://doi.org/10.35622/J.RG.2024.01.001>
- Pata, A., & Silva, A. (2023). Challenges and opportunities of industry 4.0 at mold production engineering and management. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 13–23.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-09382-1_2
- paylab. (s/f). *Salario ingeniero de procesos - Ecuador*. Recuperado el 25 de febrero de 2026, de <https://www.paylab.com/ec/salarios/produccion/ingeniero-de-procesos?lang=es>
- Peng, F. (2025, diciembre 16). *Procesos de pulido de moldes de inyección de plástico: una guía completa*. <https://www.rapiddirect.com/es/blog/plastic-injection-mold-polishing-processes/>
- Pramusinta, A., Jepisah, D., & Hasbi, M. (2025). Ishikawa diagram as a tool for resolving and mapping the causing factors of problems. *Int. j. adv. multidisc. res. stud*, 5(2), 600–603.
<https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.2.3877>
- Rivera-Alvino, R., Vega-Huerta, H., Guzman-Monteza, Y., Elizabeth, M., Bulnes, P., Cancho-Rodriguez, E., Pantoja-Collantes, J., & De-La-Cruz-Vdv, P. (2023). *Modelado, diseño y simulación usando BPM para reducir el tiempo del proceso de fabricación de accesorios de seguridad de vehículos*.
- RJC. (2022, mayo 29). *Comprenda el costo del moldeo por inyección*.
https://rjcmold.com/es/comprender-el-costo-del-moldeo-por-inyecci%C3%B3n/?utm_source=chatgpt.com

- Rodríguez, B. D. E., Rodríguez, B. D. E., Tapia, J. S. V., Mamani, R. G., Quintero, M. T. R., & López, C. P. S. (2025). Análisis de enfoques Lean Manufacturing en procesos productivos industriales para la mejora de la eficiencia operativa. *Polo del Conocimiento*, 10(10), 705–726. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i10.10566>
- Sistem, J., Industri, T., Setiawan, I., Sihar, O., Tumanggor, P., & Purba, H. H. (2021). Value stream mapping: Literature review and implications for service industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23(2), 155–166. <https://doi.org/10.32734/JSTI.V23I2.6038>
- Syaputra, M. J., & Aisyah, S. (2022). Kaizen method implementation in industries: Literature review and research issues. *IJIEM (Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management)*, 3(2), 116–130. <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/ijiem>
- Tecnología del Plástico. (2025, marzo 6). *ASEPLAS aims for 10% growth for the Ecuadorian plastics industry by 2025 - Plastics Industry News - PLASTIC*. <https://www.plastico.com/es/noticias/aseplas-apuesta-por-un-10-de-crecimiento-para-la-industria-del-plastico-ecuatoriana-en>
- Vinicio, E., Paillacho, V., Narváez Zurita, C. I., Carlos, J., Álvarez, E., Magdalena, M., & Palacios, T. (2025). Evaluación de eficiencia operativa en empresas a través de indicadores clave de rendimiento (KPI). *Revista Universidad y Sociedad*, 17(5). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202025000500011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Vinodh, S. (2022). Lean manufacturing: fundamentals, tools, approaches, and industry 4.0 integration. *Lean Manufacturing: Fundamentals, Tools, Approaches, and Industry 4.0 Integration*, 1–132. <https://doi.org/10.1201/9781003190332/LEAN-MANUFACTURING-VINODH/RIGHTS-AND-PERMISSIONS>

Wilson, R., Cudney, E. A., Simon, J. E., Louis, S., & Marley, R. J. (s/f). *Current status of Hoshin Kanri*. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2022-0216>

Zakariya, Y. F. (2022). Cronbach's alpha in mathematics education research: Its appropriateness, overuse, and alternatives in estimating scale reliability. *Frontiers in Psychology, 13*, 1074430. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1074430>

ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario aplicado al jefe de matricería

11/02/25 8:36 AM CUESTIONARIO APLICADO AL JEFE DE MATRICERÍA

CUESTIONARIO APLICADO AL JEFE DE MATRICERÍA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle; no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS.

1. En una escala del 1 al 5 donde 1 equivale a baja y 5 alta. ¿Cómo calificaría la eficiencia del área de matricería? Tenga en cuenta que eficiencia hace referencia a realizar el proceso satisfactoriamente utilizando la menor cantidad de recursos (tiempo, personal, herramientas, maquinaria, etc.)

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Baja Alta

2. ¿Usa alguna metodología y/o métrica para medir la eficiencia del área de matricería? En caso afirmativo, especifique cuáles:

UTILIZAMOS EL INDICADOR MENSUAL, Y TENEMOS ASIGNADO UNA META MÍNIMA (eficacia)

Entrega de moldes: Fórmula # días plazo
 Productos entregados: # productos nuevos. Objetivo 0

3. ¿Cuánto tiempo, en promedio (en días) toma el proceso de fabricación de moldes de inyección para cada tipo de molde? Si lo considera necesario, puede establecer un rango de tiempo.

Mark only one oval!

Moldes de Baja Complejidad 30 DÍAS - 40 DÍAS
 Moldes de Media Complejidad 50 - 70 DÍAS
 Moldes de Alta Complejidad 90 - 150 DÍAS

4. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera sería el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?

MEJORA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

5. Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?

- TIEMPOS DE DESARROLLO PROYECTOS
 - SOLUCIÓN PROBLEMAS PRODUCCIÓN
 - DEMORA EN DISEÑO

11/02/25 8:36 AM CUESTIONARIO APLICADO AL JEFE DE MATRICERÍA

11/02/25 8:36 AM CUESTIONARIO APLICADO AL JEFE DE MATRICERÍA

6. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.

Mark only one oval!

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Baja Alta

7. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

EL TIEMPO DEL PROCESO RELATIVAMENTE LENTO
 EL DISEÑO DEL PROCESO COMPLEJO
 Y DEMORA EN EL TIEMPO

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.

Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

8. El personal recibe información clara y completa antes de iniciar cada fase del proceso.

Mark only one oval!

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Nad Total

9. La carga de trabajo entre subáreas está equilibrada (no hay sobrecarga en una etapa específica).

Mark only one oval!

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Nad Total

10. La documentación del proyecto (planos, cambios, registros) se gestiona adecuadamente.

Mark only one oval!

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Nad Total

11. Los cuellos de botella se identifican y se corrigen oportunamente.

Mark only one oval!

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Nad Total

12. Existen canales efectivos para supervisar y dar seguimiento al avance de cada molde.

Mark only one oval!

1 2 3 4 5
 1 2 3 4 5
 Nad Total

11/02/25 8:36 AM CUESTIONARIO APLICADO AL JEFE DE MATRICERÍA

13. Se reuben y aplican retroalimentaciones del personal para mejorar el proceso.

Mark responses only

1 2 3 4 5

Nad Total

Finalmente se solicitan ciertos datos del proceso de fabricación de moldes

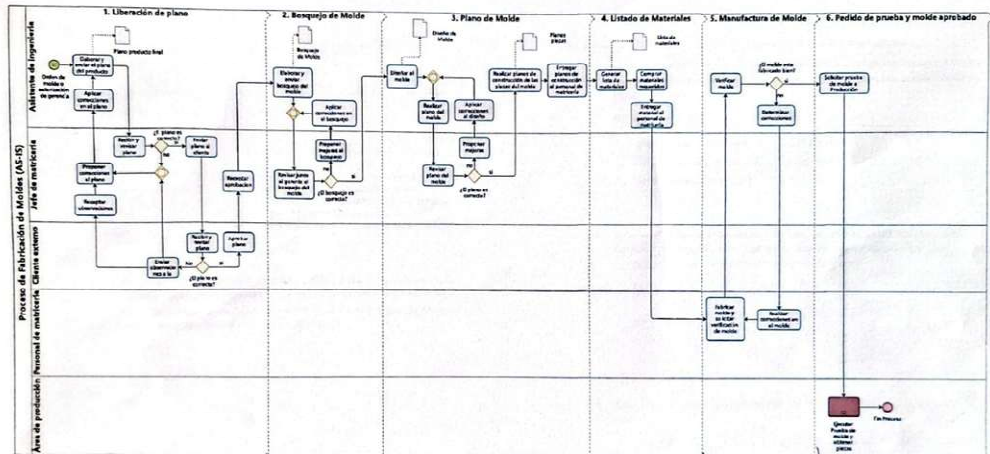
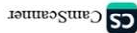
14. Especifique el tiempo promedio para cada fase del proceso de Fabricación de Moldes de Inyección (AS-IS) mostrado en la imagen adjunta al final del cuestionario

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matriceria.

Firma de la persona encuestada *[Signature]*

This content is visible only to you on Google

Google Forms



DEPENDIENTE CUANTO PUEDE SER DE 2 DÍAS HASTA 10 DÍAS

1 DIA

MOLDE FACIL 40h.
MEDIO 60h.
COMPLEJO 120-150h

1 DIA

MOLDE FACIL 30 DÍAS
MEDIO 40 DÍAS
COMPLEJO 120 DÍAS

3 DÍAS

Anexo 2

Cuestionario aplicado al personal de taller de matricería

11/20/25, 6:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle; no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS.

- Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera sería el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?
Reducción de costos, ser competitivo con el mercado exterior
- Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?
La preparación del personal (capacitaciones) inexistencia en herramientas de corte reposición inmediata de los hornos y otros de trocadores Alimentación de modelos o planos a tiempo por parte del departamento de ingeniería de diseño

11/20/25, 6:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

3. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
baja Alta
3

- Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?
La electro erodadora ya que existe una sola maquina y una sola persona operadora y capacitada
- Si pudiera implementar un único cambio en su puesto de trabajo para ser más productivo hoy mismo, ¿cuál sería?
Capacitar al personal

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.
Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

15 https://docs.google.com/forms/d/1c4kVFF67uA_2u43NvH2AW05qyTFSGqS_VqBtBwoc 25

11/20/25, 6:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

- Recibo planos o información completa para iniciar mi trabajo.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
3
- Debo esperar tiempo considerable para recibir instrucciones, herramientas o materiales.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
2
- El estado de las máquinas y/o herramientas genera retrasos en la producción.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
3
- Ocurre retrabajo por errores en otra fase del proceso.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
3

11/20/25, 6:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

- La comunicación en el taller (mecanizado, erosión, pulido, armado) es clara y suficiente.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
4
- El orden y limpieza del área facilitan la realización del trabajo.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
5
- Las herramientas necesarias están disponibles cuando las necesito.
Maximo nivel: 1 2 3 4 5
Nad Total
3

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.
Firma de la persona encuestada: *[Firma]*

This content is visible to everyone on Google Forms

Google Forms

16 https://docs.google.com/forms/d/1c4kVFF67uA_2u43NvH2AW05qyTFSGqS_VqBtBwoc 25

CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle; no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS.

1. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera sería el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?

Capacidad de Producción

2. Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?

Falta de planificación, medición y objetivos

3. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.

Mark only one oval.

1 (2) 3 4 5
baja Alta

4. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

erosión

5. Si pudiera implementar un único cambio en su puesto de trabajo para ser más productivo hoy mismo, ¿cuál sería?

Mejorar planificación

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.

Tenga en cuenta que 1 Indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO



6. Recibo planos o información completa para iniciar mi trabajo.

Mark only one oval.

1 2 (3) 4 5
Nad Total

7. Debo esperar tiempo considerable para recibir instrucciones, herramientas o materiales.

Mark only one oval.

(1) 2 3 4 5
Nad Total

8. El estado de las máquinas y/o herramientas genera retrasos en la producción.

Mark only one oval.

1 (2) 3 4 5
Nad Total

9. Ocurre retrabajo por errores en otra fase del proceso.

Mark only one oval.

1 2 (3) 4 5
Nad Total

10. La comunicación en el taller (mecanizado, erosión, pulido, armado) es clara y suficiente.

Mark only one oval.

1 (2) 3 4 5
Nad Total

11. El orden y limpieza del área facilitan la realización del trabajo.

Mark only one oval.

1 (2) 3 4 5
Nad Total

12. Las herramientas necesarias están disponibles cuando las necesita.

Mark only one oval.

(1) 2 3 4 5
Nad Total

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.

Firma de la persona encuestada

QUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERÍA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle; no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS.

- Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera sería el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc)?
 - CUMPLIMIENTO Y PUNTUALIDAD EN LOS TIEMPOS
 - COMPETITIVIDAD AL LOGRAR OBTENER MAS TRABAJO
- Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?
 - LA NO PUNTUALIDAD Y COMPORTE O SOCIALIZAR CON TODO EL GRUPO DE TRABAJO

- ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

baja Alta

- Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

Por el tipo de acabado en la historia
 + SUCESOS EN EL TIPO DE GRABO TORNADO
 + MECANIZADO MUY RASOSO EL ACABO.

- Si pudiera implementar un único cambio en su puesto de trabajo para ser más productivo hoy mismo, ¿cuál sería?

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN
 + CONTROL DE PRODUCTOS DEFECTUOS.

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.

Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

- Recibo planos o información completa para iniciar mi trabajo.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total

- Debo esperar tiempo considerable para recibir instrucciones, herramientas o materiales.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total

- El estado de las máquinas y/o herramientas genera retrasos en la producción.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total

- Ocurre retrabajo por errores en otra fase del proceso.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total

- La comunicación en el taller (mecanizado, erosión, pulido, armado) es clara y suficiente.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total

- El orden y limpieza del área facilitan la realización del trabajo.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total


- Las herramientas necesarias están disponibles cuando las necesito.

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

Nad Total

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.

Firma de la persona encuestada 

11/20/25 4:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle, no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS

1. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál consideraría el beneficio más significativo para la empresa (e.g. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?

Complimiento y cliente satisfecho

2. Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?

Falta o actualización de medidas y mejorar la comunicación

11/20/25 4:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

3. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a que tan útiles resultan.

1 2 3 4 5

baja Alta

4. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

Cubrir a las inyecciones producidos molde

5. Si pudiera implementar un único cambio en su puesto de trabajo para ser más productivo hoy mismo, ¿cuál sería?

Mejor comunicación

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones. Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

15



11/20/25 4:33 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

6. Recibo planos o información completa para iniciar mi trabajo.

1 2 3 4 5

Nad Total

7. Debo esperar tiempo considerable para recibir instrucciones, herramientas o materiales.

1 2 3 4 5

Nad Total

8. El estado de las máquinas y herramientas genera retrasos en la producción.

1 2 3 4 5

Nad Total

9. Ocorre retrabajo por errores en otra fase del proceso.

1 2 3 4 5

Nad Total

10. La comunicación en el taller (mecanizado, erosión, pulido, armado) es clara y suficiente.

1 2 3 4 5

Nad Total

11. El orden y limpieza del área facilitan la realización del trabajo.

1 2 3 4 5

Nad Total

12. Las herramientas necesarias están disponibles cuando las necesito.

1 2 3 4 5

Nad Total

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.

Firma de la persona encuestada: Alonso Arias

Google Forms

15

11/28/25, 8:39 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle, no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS.

1. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera, sería el beneficio más significativo para la empresa (e.g. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?

REDUCCIÓN COSTO MAHO DE OBRA
TRABAJOS A TIEMPO

2. Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?

COMUNICACIÓN

11/28/25, 8:39 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

3. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

baja Alta

4. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

EROSIÓN
EN TODOS LOS PUESTOS DE TRABAJO
HAY AL MENOS DOS.

5. Si pudiera implementar un único cambio en su puesto de trabajo para ser más productivo hoy mismo, ¿cuál sería?

SUELDO
SUFICIENTE

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.

Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

15

11/28/25, 8:39 AM CUESTIONARIO APLICADO AL PERSONAL DEL TALLER DE MATRICERIA

6. Recibo planos o información completa para iniciar mi trabajo.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

7. Debo esperar tiempo considerable para recibir instrucciones, herramientas o materiales.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

8. El estado de las máquinas y/o herramientas genera retrasos en la producción.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

9. Ocurre retrabajo por errores en otra fase del proceso.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

10. La comunicación en el taller (mecanizado, erosión, pulido, armado) es clara y suficiente.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

11. El orden y limpieza del área facilitan la realización del trabajo.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

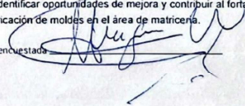
12. Las herramientas necesarias están disponibles cuando las necesito.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.

Firma de la persona encuestado: 

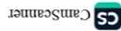
This content is neither created nor endorsed by Google

Google Forms

16

Anexo 3

Cuestionario aplicado al personal de ingeniería



11:28:14 AM CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS

1. ¿Con qué frecuencia se realizan cambios de diseño o ajustes de planos una vez que el mecanizado ya ha iniciado, y cuál es la causa más común de estos cambios?

Pocas veces, se debe a la falta de revisión de los diseños del producto.

2. Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?

El manejo de varios proyectos a la vez, sin definir la prioridad de cada uno. Se debería asignar prioridad a cada proyecto y su respectivo tiempo de ejecución o cronograma.

11:28:24 AM CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

3. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál consideraría ser el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?

Mayer capacidad de producción.

4. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a que tan útiles resultan.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

baja Alta

5. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

Mecanizado cnc

Mecanizado cnc, ya que cada CNC se centra en un proyecto.

11:28:24 AM CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

6. ¿Cuál considera que es el mayor desperdicio de tiempo o recurso que genera la etapa de diseño para el proceso de fabricación total?

Realizar cambios en el diseño de moldes, ya que implica modificar el diseño y a su vez afecta a la fabricación del molde.

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.

Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

7. La información necesaria para diseñar el molde (requerimientos, planos, especificaciones) está completa y clara.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

8. Existen retrasos debido a falta de comunicación entre ingeniería y el taller.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

11:28:24 AM CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

9. El diseño inicial evita retrabajos o correcciones posteriores.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

10. Hay tiempos de espera significativos entre la aprobación del diseño y el inicio del mecanizado.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

11. Se hace seguimiento adecuado del avance de las fases (mecanizado, erosión, pulido, armado).

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

12. La retroalimentación recibida del taller sobre problemas de fabricación se toma en cuenta para mejorar futuros diseños.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total



13. El proceso de documentación y entrega final del molde suele presentar retrasos o inconcilias.

Mark only one box

1 2 3 4 5
 NAD Total

Finalmente se solicitan ciertos datos del proceso de fabricación de moldes

14. Especifique el tiempo promedio, según su percepción, para cada fase del proceso de Fabricación de Moldes de Inyección (AS-15) mostrado en la imagen adjunta al final del cuestionario

1. Liberación de plano : 5 días.
2. Búsqueda de molde : 3 días.
3. Plano de molde : ~~3 días~~ (2 semanas)
4. Listado de materiales : 4h
5. Manufactura de molde : ~~3 días~~ (4 semanas)
6. Pedido de prueba y molde aprobado : 4h

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de mastrería.

Firma de la persona encuestada

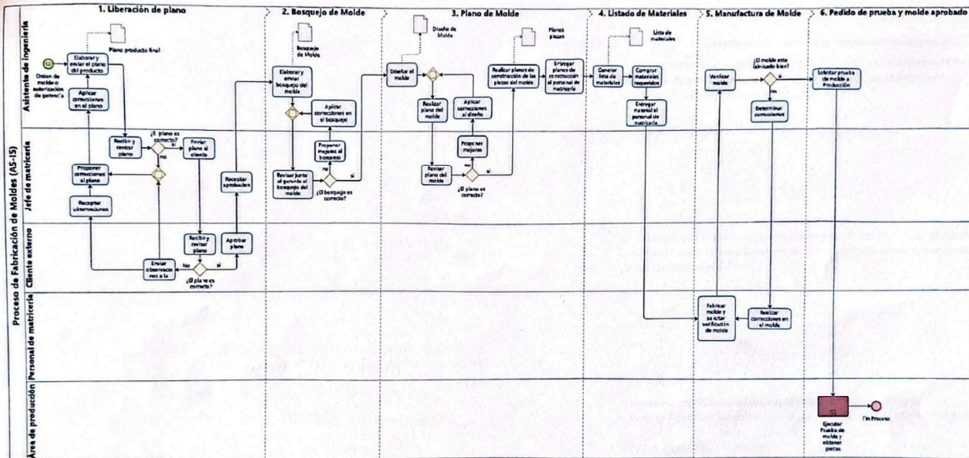
[Handwritten Signature]

This content is neither created nor endorsed by Google

Google Forms

https://docs.google.com/forms/d/1g3a0mEENhKhaG2R3t0C1kU5CmWwVd0TtUw

50



11/29/23, 6:39 AM QUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERÍA DEL ÁREA DE MATRICERÍA

CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERÍA DEL ÁREA DE MATRICERÍA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle, no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS

1. ¿Con qué frecuencia se realizan cambios de diseño o ajustes de planos una vez que el mecanizado ya ha iniciado, y cuál es la causa más común de estos cambios?

Son frecuentes debido a que se adelanta el proceso de desarrollo y posibles rasables de producto y posibles modificaciones o ajustes

2. Según su percepción, ¿qué problemas afectan la productividad y eficiencia del área?

Falta planificación

11/29/23, 6:39 AM QUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERÍA DEL ÁREA DE MATRICERÍA

3. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera sería el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc)?

Reducir tiempos de producción y que exista competitividad a la producción de moldes chapas

4. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

3

5. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

El mecanizado debido a que existe 3 centros de mecanizados y utilizan un solo centro de mecanizado para todo el proyecto

11/29/23, 6:39 AM QUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERÍA DEL ÁREA DE MATRICERÍA

6. ¿Cuál considera que es el mayor desperdicio de tiempo o recurso que genera la etapa de diseño para el proceso de fabricación total?

Modificaciones de moldes entregados para diseño y actividades diferentes al desarrollo de diseño, seguimiento a proyectos intermedios

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones. Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

7. La información necesaria para diseñar el molde (requerimientos, planos, especificaciones) está completa y clara.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

3

8. Existen retrasos debido a falta de comunicación entre ingeniería y el taller.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

4

11/29/23, 6:39 AM QUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERÍA DEL ÁREA DE MATRICERÍA

9. El diseño inicial evita retrabajos o correcciones posteriores.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

4

10. Hay tiempos de espera significativos entre la aprobación del diseño y el inicio del mecanizado.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

4

11. Se hace seguimiento adecuado del avance de las fases (mecanizado, erosión, pulido, armado).

Mark only one oval

1 2 3 4 5

4

12. La retroalimentación recibida del taller sobre problemas de fabricación se toma en cuenta para mejorar futuros diseños.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

4

11/02/21, 6:39 AM

QUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

13. El proceso de documentación y entrega final del molde suele presentar retrasos o inconsistencias

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

Finalmente se solicitan ciertos datos del proceso de fabricación de moldes

14. Especifique el tiempo promedio, según su percepción, para cada fase del proceso de Fabricación de Moldes de Inyección (AS-IS) mostrado en la imagen adjunta al final del cuestionario

1.- 2 Días


2.- 4 Días

3.- 3 Días

4.- 3 días

5.- 30 días

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.

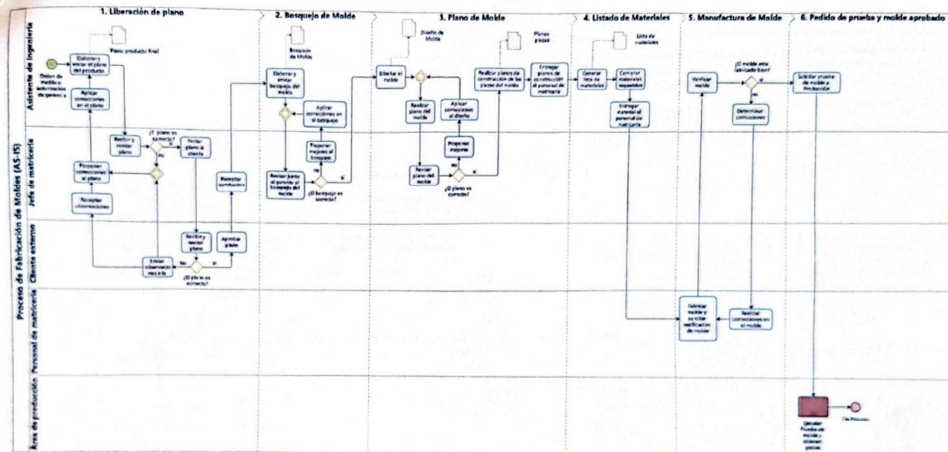
Firma de la persona encuestada 

This content isn't available anymore on Google

Google Forms

https://docs.google.com/forms/d/1_g1aazr4dEhN9wGdR7A9Z03ruSDQrWm9yRtI/view

55



CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE INGENIERIA DEL AREA DE MATRICERIA

El presente cuestionario tiene como finalidad recopilar información sobre el funcionamiento actual del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería. Su opinión es fundamental para identificar desperdicios, causas de problemas y oportunidades de mejora. Lea cada pregunta cuidadosamente y marque o escriba la opción que mejor refleje su experiencia. Responda con sinceridad y detalle; no existen respuestas correctas o incorrectas. Todas las respuestas serán tratadas de manera confidencial y se utilizarán únicamente con fines académicos para la elaboración del proyecto de grado.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE INYECCIÓN EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS

1. ¿Con qué frecuencia se realizan cambios de diseño o ajustes de planos una vez que el mecanizado ya ha iniciado, y cuál es la causa más común de estos cambios?

Muy frecuente.
Causa → mejorar o considerar algún aspecto nuevo.
Aplicar Design thinking.
Planificación

3. Si se lograra mejorar el tiempo de fabricación de moldes, ¿Cuál considera sería el beneficio más significativo para la empresa (ej. capacidad de producción, cumplimiento, reducción de costos, competitividad, etc.)?

Competitivo.

4. ¿Cómo calificaría la estandarización y documentación del proceso de fabricación de moldes? Esto se refiere a la existencia de documentos que describan el proceso y a qué tan útiles resultan.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nada

Total

5. Si tuviera que identificar un único cuello de botella o etapa limitante en el proceso de fabricación de moldes, ¿Cuál sería y brevemente explique el por qué?

Ajustes.

6. ¿Cuál considera que es el mayor desperdicio de tiempo o recurso que genera la etapa de diseño para el proceso de fabricación total?

Planos.

En los siguientes apartados debe indicar qué tan de acuerdo está con las afirmaciones.

Tenga en cuenta que 1 indica NADA DE ACUERDO y 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

7. La información necesaria para diseñar el molde (requerimientos, planos, especificaciones) está completa y clara.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nada

Total

8. Existen retrasos debido a falta de comunicación entre ingeniería y el taller.

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nada

Total

13. El proceso de documentación y entrega final del molde suele presentar retrasos o inconsistencias

Mark only one oval

1 2 3 4 5

Nad Total

Finalmente se solicitan ciertos datos del proceso de fabricación de moldes

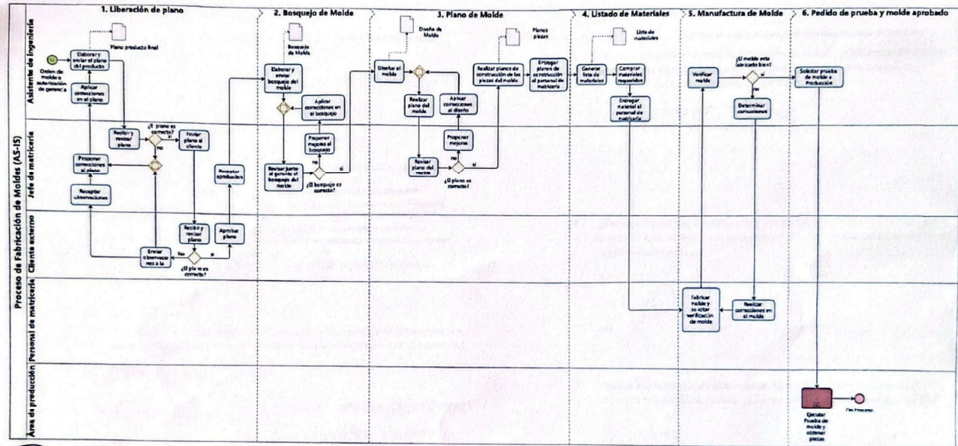
14. Especifique el tiempo promedio, según su percepción, para cada fase del proceso de Fabricación de Moldes de Inyección (AS-IS) mostrado en la imagen adjunta al final del cuestionario

Se agradece su tiempo y colaboración al completar este cuestionario. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matriceria.

Firma de la persona encuestada Crauc

This content is neither created nor endorsed by Google

Google Forms



Depende del proyecto y dificultad del molde (producto)

10 días 1 1/2 días 10 días 1/2 día 30 días 5 días

Anexo 4

Entrevista aplicada al gerente general de la empresa

12/10/25, 2:48 AM

Entrevista al Gerente General de la Empresa

Entrevista al Gerente General de la Empresa

Esta entrevista tiene como objetivo principal recopilar información de alto nivel sobre la dirección estratégica de la empresa. El propósito es alinear la propuesta de mejora del proceso de fabricación de moldes con las prioridades y objetivos de avance definidos por la Gerencia.

1. ¿Cuál de las siguientes herramientas y metodologías conoce?

Mark only one oval.

- Lean manufacturing
 Hoshin Kanri
 Gestión por procesos

- 2.

¿Qué herramientas o metodologías utiliza para asegurar que los objetivos de la empresa se alinean con la Visión y el plan a largo plazo?

- ISO 9001
- mejoramiento continuo en la empresa.
KPI (áreas)

3.

¿Cuál ha sido el desafío más grande a la hora de comunicar los objetivos estratégicos desde la Gerencia hasta el personal operativo?

Cultura,

4.

¿Ha considerado la empresa aplicar herramientas como Lean Manufacturing o Six Sigma para resolver problemas de eficiencia o calidad? y ¿Qué obstáculos percibe para su implementación?

Si, esta, (lean manufacturing) 5S, KPI

Cultura.

5. Si pensamos en los próximos 3 años, ¿Cuál o cuales son los objetivos más críticos en los que la empresa debe invertir recursos el próximo año?

Competitividad

Automatización. (fundamental)

6. ¿De qué manera la eficiencia y la calidad en la fabricación de moldes impactaría en el cumplimiento de los objetivos de la empresa?

Directamente proporcional. (posición en el mercado)

7. Para ese impacto, ¿hay un indicador específico asociado al área de moldes que usted revise constantemente?

e Satisfacción del Cliente (tiempo de entrega).

o # piezas nuevas.

8. ¿Cuál es el desperdicio recurrente que, si se eliminara en el proceso productivo de la empresa, generaría un mayor valor al cliente?

piezas "malas", cambio de plástico

9. ¿La empresa asigna actualmente recursos a proyectos de mejora continua?

Si, parte de la empresa. (de la sangre de la empresa)

Se agradece su tiempo y colaboración al completar esta entrevista. Su opinión es fundamental para identificar oportunidades de mejora y contribuir al fortalecimiento del proceso de fabricación de moldes en el área de matricería.

Firma de la persona entrevistada

Raúl Moreno

Gerente General

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

Anexo 5

Aprobación de abstract departamento de idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: VILLEGAS SILVA CHRISTIAN SEBASTIAN

TUTOR: MSc. GUEVARA ARTEAGA ADRIANA DANIELA

THEME

OPTIMIZATION OF THE INJECTION MOLD MANUFACTURING PROCESS IN A PLASTICS
MANUFACTURING COMPANY

ABSTRACT

In the context of an industrial company within the plastics sector, the efficiency of the tooling area is a determining factor for competitiveness. Within this framework, the present research aims to optimize the injection mold manufacturing process by addressing operational gaps that impact production process lead times. For the diagnostic phase, AS-IS process modeling, Value Stream Mapping, time analysis based on worked hours, and questionnaires administered to personnel were employed, in addition to causal analysis tools such as the cause-and-effect diagram and the five whys technique. The results revealed the presence of operational inefficiencies, an excessive reliance on overtime, and a high dependence on personnel judgment for task execution, all of which contributed to an increase in the process operating lead time. The analysis of "mold A" determined that 29.21% of the total manufacturing hours corresponded to extended working hours, reflecting a high operational workload. In response, an operational model based on the PDCA cycle was designed, integrating Lean Manufacturing principles and business process management. Additionally, a new process map and process catalog were proposed, along with the implementation of Kanban for visual planning, strategic deployment through Hoshin Kanri, and the redesign of the process using TO-BE diagrams and a future-state VSM. The projected results of the proposal indicate a more efficient redistribution of activities, improved process control, and a reduction in overtime from 29.21% to 12.58%. Furthermore, key performance indicators were proposed, such as overtime percentage per mold and real lead time, in order to strengthen process monitoring and operational control.

KEYWORDS: Keywords: Business process management, Lean manufacturing, Mold making, Process optimization.

