

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Facultad de Gestión y Alta Dirección



La mejora del proceso productivo con la Metodología Lean.
Una propuesta para el proceso productivo de filtros prensa en
Filtración S.A.C., pequeña empresa metalmecánica

Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Gestión con
mención en Gestión Empresarial que presenta:

Jania Claudia Becerra Marin

Brenda Alexandra Samaniego Acevedo

Asesor:

Luis Felipe Soltau Salcedo

Lima, 2025

La tesis:

**La mejora del proceso productivo con la Metodología Lean.
Una propuesta para el proceso productivo de filtros prensa en Filtración
S.A.C., pequeña empresa metalmeccánica**

Ha sido aprobada por:

Mg. Franco Alberto Riva Zaferson
[Presidente del Jurado]

Dr. Luis Felipe Soltau Salcedo
[Asesor Jurado]

Mg. Jessica Judith Guevara Padilla
[Tercer Jurado]




INFORME DE SIMILITUD

Yo, Luis Felipe Soltau Salcedo, docente de la Facultad de Gestión y Alta Dirección de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada “La mejora del proceso productivo con la Metodología Lean. Una propuesta para el proceso productivo de filtros prensa en Filtración S.A.C., pequeña empresa metalmecánica”, de las autoras Jania Claudia Becerra Marin y Brenda Alexandra Samaniego Acevedo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 30/10/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 30 de octubre de 2025

Apellidos y nombres: Luis Felipe Soltau Salcedo	
DNI: 10273813	Firma: 
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4304-5893	

DEDICATORIA

A mi madre, por su entrega incondicional que ha sido el motor constante en mi vida; a mi padre, por su acompañamiento en mi formación académica; y a mi hermana, por su alegría constante y su compañía incondicional. A mis tíos, por su apoyo a lo largo de este camino. A mi tía Silvia, por acompañarme con cariño y respaldo sincero. A mi abuela, por su apoyo que reconforta incluso en la distancia. Y a la memoria de mi abuelo, cuyas palabras permanecen presentes. A Jania, por su compromiso y entrega a lo largo de este proceso. A todos, gracias por ser parte esencial de este logro.

Brenda Samaniego

A mis padres, por su tiempo, paciencia y compromiso durante todo este proceso. Gracias por brindarme el espacio, los recursos y la confianza para conocer la empresa desde dentro; a mi hijo, por ser mi mayor inspiración y la razón más poderosa para seguir adelante, incluso en los días más difíciles.. A Brenda, mi compañera de tesis, por su constancia, disciplina y por compartir conmigo este camino con entrega y buena actitud.

Jania Becerra

RESUMEN

Este estudio investiga el proceso de producción en la empresa metalmecánica Filtración SAC, especializada en la fabricación de filtros prensa. La pregunta de investigación se centra en cómo identificar y proponer mejoras en los procesos operativos de la fabricación del filtro prensa, con el objetivo de optimizar el flujo productivo del mismo. Se utilizará la metodología Lean Manufacturing, que incluye herramientas como el Value Stream Mapping (VSM), el análisis de desperdicios (modelo 7+1) y el Takt Time para alinear la producción con la demanda del mercado.

Los hallazgos iniciales revelan oportunidades de mejora en la gestión de inventarios y tiempos de entrega en la producción. Además, el contexto del sector metalmecánico presenta desafíos como la disminución en la inversión minera y la competencia de productos manufacturados extranjeros, lo que limita el crecimiento de micro y pequeñas empresas como Filtración SAC. Estas organizaciones enfrentan barreras como la falta de acceso a tecnología, la baja capacitación del personal y los recursos financieros insuficientes para optimizar su operación.

La contribución de este estudio radica en la aplicación práctica de la metodología Lean Manufacturing para proponer soluciones integrales que reduzcan los desperdicios y mejoren la eficiencia operativa. Este enfoque busca transformar los procesos logísticos mediante estrategias como la redistribución del espacio en almacenes, la estandarización de procedimientos en control de inventarios y la capacitación del personal. Las implicaciones prácticas sugieren que estas acciones pueden incrementar significativamente la competitividad de Filtración SAC, permitiéndole responder con mayor eficacia a las demandas del mercado.

Palabras clave: Gestión de inventarios, Lean Manufacturing, DMAIC, cadena de suministro, gestión de almacenamiento, control de inventarios.

Códigos JEL: L61, M11, O14

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1. Problemática y definición del problema de investigación.....	3
1.1 Problema de Investigación.....	5
2. Objetivos.....	6
3. Justificación.....	6
4. Viabilidad:.....	8
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	9
1. La Gestión de Operaciones y su contribución a la organización.....	9
1.1. Definición y alcance de la Gestión de Operaciones.....	9
1.2. Importancia de la Gestión de Operaciones en las organizaciones.....	10
2. Mejora de procesos.....	11
2.1 Introducción a las metodologías de mejora en procesos productivos.....	12
2.2 Metodologías relevantes para la mejora de procesos.....	12
2.3 Marco analítico a utilizar: Metodología Lean.....	14
2.4 Metodología DMAIC.....	25
CAPÍTULO 3: MARCO CONTEXTUAL.....	28
1. Sector Metalmecánico.....	28
1.1 Características generales del sector.....	28
1.2 Sector metalmecánico en el Perú.....	29
2. Empresa Filtración SAC.....	31
2.1 Antecedentes y posición de la empresa en el sector.....	32
2.2 Organigrama y estructura interna.....	32
2.3 Productos de la empresa.....	35
2.4 Cadena externa e interna de la empresa.....	36
2.5 Procesos en la cadena de suministro de Filtración SAC.....	38
2.6 Cadena productiva de un filtro prensa.....	42
2.7 Cadena de suministro.....	43
2.8 Sistema logístico utilizado en la empresa (Make to order).....	44
CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL.....	46
1. Definir.....	46
1.1 Identificación de productos clave.....	46
1.2 Identificación de clientes clave y sus necesidades.....	47
1.3 Planteamiento del problema.....	49
2. Medir.....	51
2.1 Lead time del proceso productivo.....	51
3. Analizar.....	54
3.1 Análisis de causas raíz con los 5 Porqués.....	54
3.2. Análisis del Touch time del proceso productivo.....	56
3.3 Impacto económico de la demora.....	58
3.4 Análisis de desperdicios (modelo 7+1).....	58

CAPÍTULO 5: DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA.	59
1. Generación de orden según las 5S.	59
1.1 Clasificación (Seiri).	60
1.2. Organización (Seiton).....	61
1.3 Seiso (Limpieza).	62
1.4. Disciplina y cultura de mejora continua (Shitsuke).	63
2. Propuesta de MRP para la gestión de insumos.....	63
2.1 Justificación de su implementación.	64
2.2. Análisis de datos y estimación de demanda.	64
2.3. Fases de implementación del MRP.	66
CAPÍTULO 6: HALLAZGOS.....	68
1. Fase Definir.....	68
2. Fase Medir.	69
2.1 Medición de tiempos de producción.	69
2.2 Análisis del touch time vs. tiempo improductivo.....	70
2.3. Medición de pérdidas por desorganización de almacenes.	70
2.4. Medición de la disponibilidad de insumos.....	71
2.5. Medición de la planificación de tareas y carga de trabajo.....	71
3. Fase Analizar.	72
3.1 Análisis de Pareto.	72
3.2. Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto).	72
3.3. Análisis de desperdicios (Modelo 7+1 Lean).	73
3.4. Falta de planificación y secuenciación.	73
3.5. Diagnóstico visual y cultural.	74
4. Fase Mejorar.....	74
4.1. Implementación de 5S en almacenes y áreas de trabajo.	75
4.2. Diseño de controles visuales.....	75
4.3. Capacitación al personal y mejora en comunicación.	75
4.4. Incorporación de KPIs operativos básicos.....	76
5. Fase Controlar.	76
5.1. Propuesta de mecanismos de control.	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	78
REFERENCIAS.	83
ANEXOS	89
ANEXO A. Análisis bibliométrico	89
ANEXO B: Guía de entrevista - introducción a la empresa	90
ANEXO C: Guía de entrevista - cadena de suministro	91
ANEXO D: Guía de entrevista - cadena productiva	92
ANEXO E: Cadena de suministro	93
ANEXO F: Contabilización de desperdicios en el proceso de fabricación de filtro prensa de 800mm	102

ANEXO G: Cronograma de fabricación de un filtro prensa	108
ANEXO H: Fabricación del filtro prensa	109
ANEXO I: Cadena productiva	110
ANEXO J: Almacén de Filtración SAC	111
ANEXO K: Taller de Filtración SAC	112
ANEXO L: Fabricación de unidad hidráulica	113
ANEXO M: Montaje de filtro prensa	114
ANEXO N: Colocado de filtro prensa en una planta de carmín de cochinilla	115
ANEXO O: Diagrama de pareto	116
ANEXO P: Tiempo muerto de producción (días) por procesos y operarios en el proceso de fabricación de un filtro prensa de 800mm	117
ANEXO Q: Pérdida económica por sueldos y beneficios sociales en el proceso de fabricación de un filtro prensa de 800mm	118



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Producto Bruto Interno del Sector Manufactura peruano (2016 - 2022)	4
Figura 2: Variación Porcentual de la Industria Metalmeccánica (2018 - Ene/Feb 2024)	4
Figura 3: Aportes al PBI nacional de sectores Metalmeccánico y Manufactura	28
Figura 4: Organigrama funcional de la empresa	30
Figura 5: Layout de la empresa primer piso	31
Figura 6: Layout de la empresa segundo piso	32
Figura 7: Layout de la empresa tercer piso	32
Figura 8: Cadena de valor interna de Filtración SAC	35
Figura 9: Flujograma del proceso de compra de materiales a los proveedores	38
Figura 10: Flujograma del proceso de importación de materiales	39
Figura 11: Ishikawa de posibles causas del problema de entrega tardía de filtros prensa de 800 mm	47



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Definiciones de Gestión de Operaciones	10
Tabla 2: Metodologías para la mejora de procesos	13
Tabla 3: Principios de Lean Manufacturing	15
Tabla 4: Pasos para la implementación del VOC	17
Tabla 5: Pasos clave para el flujo de valor	18
Tabla 6: Modelo de desperdicios 7+1	20
Tabla 7: Metodología 5S	22
Tabla 8. Comparación de herramientas Lean aplicadas en la presente investigación	24
Tabla 9: Cuadro comparativo de aportes al PBI peruano de los sectores Metalmecánico y Manufacturero en millones de soles y en porcentajes	28
Tabla 10: Cadena de suministro de Filtración SAC	36
Tabla 11. Validación metodológica de los datos utilizados en el diseño del estudio	42
Tabla 12: Porcentajes de ventas de Filtración SAC (2020-2024) por productos y servicios	43
Tabla 13: Porcentajes de ventas de filtros prensa y actividades relacionadas (2020-2024)	44
Tabla 14: Segmentación de clientes	45
Tabla 15: Análisis del VOC	46
Tabla 16: Causas del problema	47
Tabla 17: Tiempo real que tarda en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm en días y horas	49
Tabla 18: Tiempo ideal que tardaría en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm (en días y horas) si se excluyen actividades que no generan valor	53
Tabla 19: Impacto económico de la demora por hora	55
Tabla 20: Causas y soluciones de los desperdicios en el proceso de producción de un filtro prensa	57
Tabla 21: Cantidad órdenes recibidas de filtros	65
Tabla 22: Frecuencia de uso de materiales	65
Tabla 23: Tiempos estimados de reposición por categoría de insumos	66

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como finalidad proponer mejoras en la gestión de almacenamiento y control de inventarios dentro del proceso productivo de una empresa metalmecánica peruana, tomando como referencia los principios del modelo Lean Manufacturing y el enfoque estructurado de la metodología DMAIC. Para ello, se ha seleccionado como caso de estudio a Filtración SAC, una pequeña empresa dedicada a la fabricación de filtros prensa personalizados, especialmente los de 800 mm, uno de sus productos más representativos. Esta investigación busca contribuir al fortalecimiento de sus operaciones mediante el rediseño de procesos clave que permitan reducir desperdicios, optimizar el flujo de materiales y mejorar la eficiencia general, sin necesidad de estandarizar la producción altamente variable que caracteriza a la empresa.

Con el objetivo de abordar este caso de estudio, el primer capítulo presenta el planteamiento del problema, así como los objetivos generales y específicos de la investigación. Además, se expone el contexto del sector metalmecánico en el Perú, haciendo énfasis en las características de la producción a pedido, los desafíos logísticos de las MYPEs industriales y la importancia de una adecuada gestión de inventarios como elemento clave para la productividad y la competitividad.

En el segundo capítulo se describe la metodología de investigación utilizada, basada en un enfoque aplicado y cualitativo. Se detallan los instrumentos empleados para la recolección de información, como la observación directa, entrevistas y análisis documental, además del uso de herramientas Lean como Value Stream Mapping (VSM), análisis de desperdicios y diagramas causa-efecto. Estas herramientas fueron organizadas en las cinco etapas del ciclo DMAIC para garantizar una revisión estructurada de los procesos internos. La investigación se desarrolló en tres etapas: descriptiva, diagnóstica y propositiva.

El tercer capítulo desarrolla el marco teórico, dividido en dos secciones principales. La primera presenta los fundamentos de Lean Manufacturing, sus principios y herramientas más relevantes para la mejora continua en entornos industriales, como 5S, Kanban, SMED y VSM. La segunda parte explica la metodología DMAIC y su utilidad como complemento estratégico para abordar problemas operativos de forma ordenada y sostenible. También se revisan antecedentes de investigaciones similares y las tendencias actuales en gestión de operaciones e inventarios en empresas manufactureras.

A continuación, en el cuarto capítulo se describe el funcionamiento actual de Filtración SAC, detallando el proceso productivo de los filtros prensa y los principales retos enfrentados en términos de organización de materiales, tiempos improductivos y gestión de almacenes. Se muestran los hallazgos obtenidos mediante el análisis de tiempos, flujos de producción y las condiciones del entorno operativo. Asimismo, se identifican los desperdicios presentes en las distintas fases del proceso, utilizando el modelo de los 7+1 desperdicios de Lean.

En el quinto capítulo se realiza un diagnóstico profundo del sistema de almacenamiento e inventarios de la empresa, considerando la falta de organización, la carencia de un sistema formal de control, y la alta variabilidad de los productos fabricados. Se analiza el caso del filtro prensa de 800 mm como referencia principal, al ser el producto más representativo en términos de volumen de ventas y complejidad de producción. Este diagnóstico permite visualizar oportunidades de mejora a partir de datos observables y medibles.

Finalmente, en el sexto capítulo se presentan los hallazgos clave y se formula una propuesta de mejora estructurada basada en herramientas Lean, priorizando la implementación de prácticas como las 3S, el rediseño del flujo de materiales y la aplicación de indicadores de desempeño (KPIs) enfocados en tiempo de búsqueda, nivel de inventario y eficiencia operativa. La propuesta está diseñada para ser flexible, considerando la naturaleza de la producción no estandarizada de la empresa. Se concluye con recomendaciones prácticas que permiten iniciar un proceso de mejora continua sin recurrir a soluciones costosas o tecnológicamente complejas.

Los resultados de la investigación permiten afirmar que la gestión adecuada del almacenamiento y los inventarios representa un factor crítico de éxito para las pequeñas empresas industriales. Asimismo, se resalta la importancia de integrar metodologías como Lean y DMAIC, adaptándolas al contexto real de las MYPEs peruanas para lograr mejoras sostenibles y replicables.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo inicial se enfocará en el planteamiento de la investigación, donde se abordarán distintos aspectos fundamentales para su desarrollo. En primer lugar, se examinará la problemática y se definirá el problema de investigación, centrado en el sector metalmeccánico y específicamente en la empresa Filtración SAC. En segundo lugar, se establecerán los objetivos de la investigación, estos serán el objetivo general y los específicos. En tercer lugar, se expondrá la justificación de la investigación, considerando su relevancia en el ámbito académico, social y en la gestión empresarial. Por último, se evaluará la viabilidad de llevar a cabo el estudio, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los posibles obstáculos a enfrentar.

1. Problemática y definición del problema de investigación

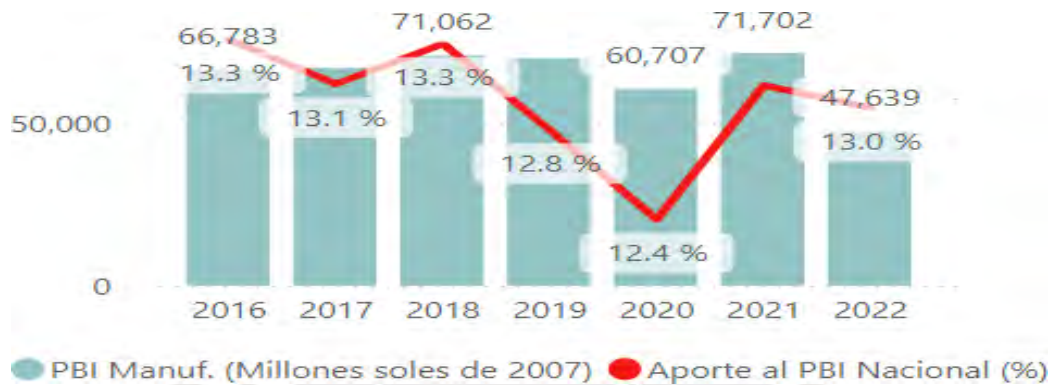
El sector metalmeccánico desempeña un papel crucial en la economía peruana, siendo una de las áreas más representativas de la industria manufacturera. Desde 2016 hasta 2023, este sector ha contribuido entre el 12% y 13% al Producto Bruto Interno (PBI) nacional (Ministerio de Producción, 2022). A nivel de la manufactura, representa el 11.4% del Valor Agregado Bruto (VAB) y el 1.5% del PBI total, lo que subraya su relevancia en la generación de empleo y en la producción de bienes de alto valor agregado (Ministerio de Producción, 2024).

Sin embargo, a pesar de su importancia, el sector ha experimentado una desaceleración en los últimos años, especialmente en diciembre de 2023, cuando se registró una caída de la producción del 8.7% respecto al mes anterior, acumulando un descenso del 5.5% en los dos primeros meses de 2024. Entre las causas principales de esta caída se destacan la reducción de la demanda de los sectores construcción y minería (Ministerio de Producción, 2024), la competencia de productos importados con costos de producción más bajos (PortalMinero, 2024) y la falta de inversión en infraestructura logística, lo que limita el flujo eficiente de materias primas y productos terminados (PortalMinero, 2024).

Por otro lado, el impacto de estos desafíos es particularmente severo para las Micro y Pequeñas Empresas (MyPEs), que constituyen el 99% del empleo formal en el Perú y contribuyen con el 21% del PBI, ocupando el 43% de la población económicamente activa (El Peruano, 2023). A pesar de su peso en la economía nacional, las MyPEs enfrentan

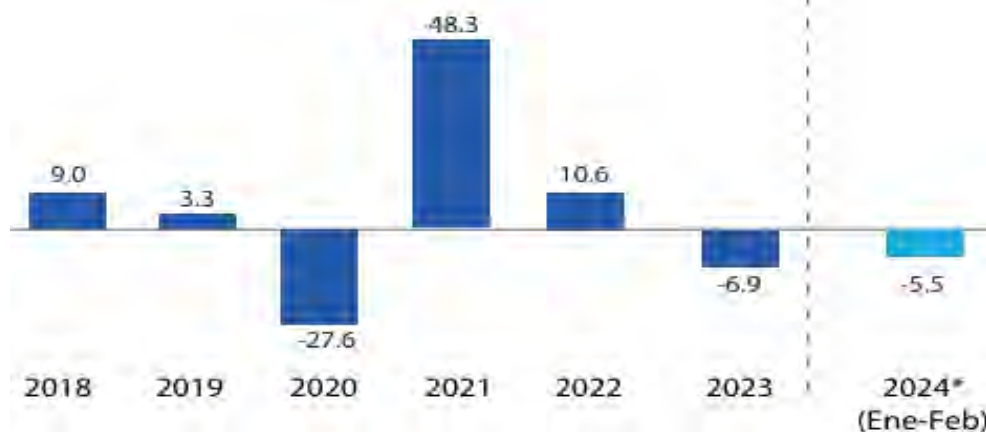
múltiples dificultades, como el acceso limitado a recursos financieros y la falta de capital para realizar inversiones significativas (Ministerio de Economía y Finanzas, 2024). Además, la capacidad para competir con productos extranjeros más económicos es reducida, lo que pone en riesgo su sostenibilidad en el mercado.

Figura 1: Producto Bruto Interno del Sector Manufactura peruano (2016 - 2022)



Nota: El gráfico representa la evolución del PBI del sector Manufactura del Perú anualmente desde el 2016 hasta el 2022, tanto en millones de soles, así como su aporte en porcentajes al PBI nacional. Tomado de Tablero BI Manufactura, Ministerio de Producción (2022)

Figura 2: Variación Porcentual de la Industria Metalmeccánica (2018 - Ene/Feb 2024)



Fuente: Reporte de Producción Manufacturera, Ministerio de Producción (2024)

Los principales desafíos en la gestión empresarial dentro del sector metalmeccánico pueden ser clasificados en cuatro áreas clave. En primer lugar, en la gestión estratégica, se observa una alta dependencia de mercados clave como Estados Unidos, Chile, México y Colombia, lo que incrementa la vulnerabilidad ante cambios en la economía global (Pérez Alván, 2024; Ministerio de Producción, 2024). A esta situación se suma la falta de colaboración efectiva entre los sectores público y privado para fortalecer la cadena de suministro (Pérez Alván, 2024), y la volatilidad en los precios de materias primas como el hierro, que complica la planificación estratégica (We Are Drew, 2020). La incertidumbre en la demanda y la desaceleración económica también presionan los márgenes de rentabilidad, lo que afecta la estabilidad del sector (Drew, 2020).

En el ámbito de las finanzas, las empresas del sector enfrentan graves problemas de liquidez y solvencia, lo que limita su capacidad para invertir en tecnología y modernizar maquinaria (Pérez Alván, 2024). La caída de la producción y la baja demanda también están afectando la sostenibilidad financiera de las MyPEs, las cuales deben lidiar con altos costos operativos debido a la falta de eficiencia tecnológica (Pérez Alván, 2024). Estos problemas financieros limitan la competitividad y el crecimiento del sector, especialmente para las empresas más pequeñas.

Respecto a los procesos organizacionales, se ha identificado una insuficiente inversión en tecnología moderna, lo que repercute negativamente en la eficiencia productiva (Pérez Alván, 2024). A esto se añade la ineficiencia en la maquinaria y los tiempos de inactividad no planificados, lo que reduce la productividad general y afecta el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de las empresas (GEPROM, 2024). Además, las deficiencias en la gestión de inventarios y la trazabilidad de productos provocan desbalances entre la oferta y la demanda, lo que empeora aún más la eficiencia operativa (GEPROM, 2024).

En cuanto a la gestión de personas, el sector se enfrenta a la escasez de mano de obra calificada en áreas clave como matricería y ajuste, lo que limita la capacidad operativa de las empresas (We Are Drew, 2020). A ello se suma la resistencia al cambio por parte de los trabajadores, lo que dificulta la implementación de nuevas tecnologías y métodos de trabajo (GEPROM, 2024). La falta de programas de capacitación estructurados también es un obstáculo importante, ya que impacta negativamente tanto en la calidad como en la productividad de las empresas del sector (Pérez Alván, 2024).

1.1 Problema de Investigación

En el contexto de los desafíos que enfrenta el sector metalmecánico en el Perú, la presente investigación se enfoca en proponer mejoras para el proceso productivo de filtros prensa en Filtración S.A.C., una pequeña empresa dedicada a su fabricación. Se han identificado oportunidades de optimización en distintas etapas del proceso productivo que, al ser abordadas, permitirán incrementar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de entrega y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa frente a las demandas del mercado.

El objetivo principal de esta investigación es realizar un diagnóstico integral del proceso productivo actual con el fin de identificar áreas críticas de mejora. Una operación eficiente no solo optimiza los tiempos de producción, sino que también reduce desperdicios, mejora la asignación de recursos y contribuye a la competitividad de la empresa en un entorno desafiante (Holguín y Julio, 2017).

La investigación busca analizar en profundidad las distintas etapas del proceso de fabricación de filtros prensa, identificando problemáticas como la acumulación de materiales innecesarios, tiempos muertos durante la producción y entregas tardías. A partir de este diagnóstico, se plantean propuestas de mejora enfocadas en optimizar el flujo productivo, incrementar la eficiencia de los recursos y reducir las demoras, con el objetivo de fortalecer la posición de Filtración S.A.C. frente a los desafíos del sector metalmecánico.

2. Objetivos

Objetivo general

Proponer mejoras en el proceso productivo de filtros prensa en Filtración SAC mediante la aplicación de herramientas y principios de la Metodología Lean.

Objetivo Específico 1

Desarrollar el marco teórico sobre la Metodología Lean, DMAIC, sus principios y herramientas clave, enfocándose en su aplicación en procesos productivos.

Objetivo Específico 2

Presentar las características principales de la empresa Filtración SAC, identificando los procesos de fabricación de filtros prensa.

Objetivo Específico 3

Analizar los indicadores pertinentes del proceso de fabricación de filtros prensa, de acuerdo a las metodologías Lean y DMAIC

3. Justificación

La siguiente tesis de pregrado, a partir de un estudio de caso, se justifica en tres aspectos clave:

- **Contribución al conocimiento científico:** Investigaciones anteriores han demostrado que la gestión eficiente en la producción es fundamental para la competitividad de las organizaciones en diversos sectores empresariales (Martínez et al., 2022). Sin embargo, pese a que existen algunos estudios sobre la gestión de inventarios en empresas del sector metalmeccánico, no suelen centrarse en los procesos de almacenamiento y/o de control de inventarios. Por el contrario, suelen referirse más al proceso final de entrega de producto, o a los procesos de compra de las materias primas.
Además, no existen estudios que aborden la problemática en la fabricación de filtros prensa, los cuales, son un producto clave para la purificación de aguas y son ampliamente utilizados por diversas industrias en el Perú, como la minería, la industria alimentaria, entre otras (por ejemplo, para el procesamiento de alimentos y bebidas o la fabricación de productos químicos) (Chávez, 2012; Muñoz, 2023). Al abordar esta brecha en la literatura, esta investigación contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la gestión logística para MyPEs en el sector metalmeccánico, lo que puede tener impactos positivos en la economía peruana en general.
- **Relevancia práctica:** Los resultados de esta investigación tendrán aplicaciones prácticas y beneficios tangibles para Filtración SAC, ya que proporcionarán *insights* valiosos sobre las prácticas de gestión de inventarios y ayudarán a identificar áreas de mejora en los procesos de almacenamiento y control, así como en otros procesos si ese fuese el caso. Además, esta investigación es un aporte importante para otras empresas del sector que enfrentan desafíos similares e investigan estudios de caso para tratar de encontrar alguna posible causa o solución a sus problemas.
- **Impacto social y económico:** Dado el papel crucial de las Mypes en la economía peruana, mejorar la eficiencia operativa puede tener un impacto significativo en el crecimiento económico y la generación de empleo en el país. Al ayudar a Filtración SAC y otras empresas similares a mejorar su gestión de inventarios, esta investigación podría contribuir a la creación de un entorno empresarial más competitivo y sostenible en el sector. Además, al optimizar los procesos ya mencionados, se reducirían los costos operativos y se aumentaría la productividad, lo que podría traducirse en mayores ingresos para la empresa y sus trabajadores (Rojas, et al., 2017).
Por otro lado, al fabricar filtros prensa, Filtración SAC está contribuyendo indirectamente a la protección del medio ambiente, ya que estos son utilizados para la purificación de aguas en diversas industrias, incluida la minería. La mejora en la eficiencia operativa

para empresas relacionadas a los filtros prensa no solo las beneficiaría en términos económicos, sino que también tendría un impacto positivo en la salud pública y la conservación del medio ambiente, al promover prácticas más sostenibles y responsables mediante la filtración de aguas residuales, y por lo tanto a la mejora de la calidad de vida de la población.

4. Viabilidad

La empresa Filtración SAC ha mostrado su disposición para participar activamente en el estudio, facilitando el acceso a los datos y procesos necesarios para el desarrollo de la investigación. Se mantendrá una coordinación directa con el gerente general y la administradora para asegurar la colaboración y el acceso oportuno a la información requerida. Asimismo, se nos ha brindado la oportunidad de visitar la planta de producción, observar los procesos en tiempo real y dialogar con los colaboradores, lo cual permitirá obtener un conocimiento más profundo del funcionamiento de la empresa. Además, contamos con los recursos necesarios, como tiempo, herramientas tecnológicas y el apoyo de asesores expertos, que garantizarán una investigación eficiente y rigurosa.

Uno de los posibles desafíos identificados es la limitada disponibilidad de información específica sobre procesos productivos en la fabricación de filtros prensa. Otro riesgo potencial radica en la preocupación del gerente general respecto a la confidencialidad de la información proporcionada. No obstante, se contará con acceso a áreas clave como administración, producción y almacén, lo cual será fundamental para abordar los objetivos de la investigación.

La presente tesis tiene como propósito analizar y proponer mejoras en el proceso productivo de filtros prensa en Filtración SAC. Se investigarán y evaluarán los métodos, herramientas y prácticas implementadas por la empresa, con el fin de identificar oportunidades de optimización y estrategias exitosas que permitan fortalecer su eficiencia operativa. A partir de los hallazgos, se efectuarán recomendaciones basadas en buenas prácticas identificadas en la literatura especializada y en el conocimiento técnico sobre gestión de operaciones. De esta manera, la investigación aportará valor tanto a la empresa como al sector metalmeccánico y a la comunidad académica interesada en la mejora de procesos productivos.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se explorará la Gestión de Operaciones y su impacto en las organizaciones, comenzando con una definición clara y el alcance de esta disciplina. Se discutirá cómo la Gestión de Operaciones contribuye a la competitividad de las empresas, asegurando la entrega oportuna de productos o servicios de calidad. También se analizará la mejora de procesos, enfocándose en las metodologías clave como Six Sigma, Lean y la Teoría de las Restricciones, con un énfasis particular en la Metodología Lean. Se explicarán los principios fundamentales de Lean Manufacturing, centrados en la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Además, se presentarán las herramientas Lean, divididas en herramientas de diagnóstico y herramientas de diseño.

1. La Gestión de Operaciones y su contribución a la organización

Para poder comprender la contribución organizacional de la Gestión de Operaciones, es esencial explorar varios aspectos clave. En primer lugar, se debe definir claramente qué implica la Gestión de Operaciones y cuál es su alcance dentro de la organización. Posteriormente, se debe destacar la importancia que esta disciplina tiene para el funcionamiento eficiente y efectivo de la empresa, ya que juega un papel fundamental en la optimización de procesos y recursos.

1.1. Definición y alcance de la Gestión de Operaciones

La Gestión de Operaciones se define como el proceso de planificación, organización, dirección y control de las actividades operativas de una organización para lograr objetivos eficientes (Zhang y Yu, 2023). En la misma línea, McPherson y Wilkie (2014) indican que esta gestión abarca desde la producción hasta la entrega de productos o servicios, incluyendo la gestión de inventarios, la logística y la cadena de suministro. Esto implica no solo dirigir la producción en sí misma, sino que también comprende todas las acciones vinculadas a la obtención y administración de insumos, materiales y otros elementos esenciales para el proceso productivo (Chase et al., 2019).

Es por ello que Fogarty et al. (1994) también destacan que la Gestión de Operaciones se enfoca en la transformación de insumos en productos o servicios. Por ende, la Gestión de Operaciones cubre todo el espectro de actividades necesarias para llevar a cabo de manera eficiente y efectiva las operaciones de una empresa, desde la producción

hasta la entrega final de los productos o servicios al cliente. En la Tabla 2 se puede observar las definiciones en base a diferentes autores.

Tabla 1: Definiciones de Gestión de Operaciones

Autores	Definición
Chase et al. (2000)	Proceso de diseño, operación y control de los sistemas de producción que crean bienes y servicios, con el objetivo de cumplir con las expectativas de los clientes y alcanzar los objetivos organizacionales.
Frazelle, E. (2015)	Conjunto de actividades dirigidas a la planificación, organización y control de los recursos y procesos involucrados en la producción y entrega de bienes y servicios, con el fin de maximizar el rendimiento financiero, de servicio y operativo.
Ribeiro et al. (2015)	Aplicación de métodos y prácticas para administrar eficientemente los procesos productivos y de servicios, con el propósito de mejorar la productividad y la competitividad de la organización.
Wienclaw (2021)	Campo de estudio que se centra en la planificación, organización y supervisión de los procesos de producción y distribución de bienes y servicios, con el fin de maximizar la eficiencia y la efectividad de la organización.
Zhang y Yu (2023)	Conjunto de actividades y procesos utilizados para planificar, dirigir y controlar las operaciones de producción y distribución en una organización, con el fin de lograr los objetivos estratégicos y operativos de la misma.

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: Chase et al. (2000), Frazelle (2015), Ribeiro et al. (2015), Wienclaw (2021), Zhang y Yu (2023).

1.2. Importancia de la Gestión de Operaciones en las organizaciones

Por un lado, Chase et al. (2000) refieren que la Gestión de Operaciones es crucial para poder cumplir con las expectativas de los clientes y, a su vez, alcanzar los objetivos organizacionales. Esto significa que es fundamental gestionar de manera efectiva los procesos de producción y entrega para garantizar la satisfacción del cliente y mantener la competitividad en el mercado (Relph y Milner, 2015). Por otro lado, una eficiente Gestión de

Operaciones tiene un impacto positivo en el desempeño financiero de la empresa, ya que busca maximizar el rendimiento financiero, de servicio y operativo de la empresa (Cannon, 2008; Frazelle, 2015). Además, una eficiente Gestión de Operaciones tiene un impacto positivo en el desempeño financiero de la organización (Cannon, 2008). Esta afirmación resalta la importancia de mejorar el desempeño general de la organización, incluyendo aspectos clave como la rentabilidad financiera, la calidad del servicio y la eficiencia operativa, mediante una gestión eficaz de las operaciones.

Además, la Gestión de operaciones es importante también pues se interrelaciona con otros procesos dentro de la empresa. Ribeiro et al. (2015) mencionan que la Gestión de Operaciones se entrelaza con otros procesos organizacionales y que estas influyen en la productividad y competitividad de la empresa. Por ejemplo, los procesos de gestión de recursos humanos, gestión financiera y gestión de calidad, entre otros, pueden influir en la forma en que se diseñan y ejecutan las operaciones de producción y entrega. Es por ello que Gutiérrez y Vidal (2008) destacan la importancia de la integración entre la gestión de operaciones y otros procesos clave de la organización. Por lo que es crucial reconocer y gestionar estas interrelaciones de manera efectiva para mejorar la productividad y competitividad general de la empresa.

Finalmente, Cannon (2008) comenta que la coordinación efectiva con estos procesos es esencial para una gestión operativa eficiente, puesto que las decisiones tomadas en el nivel estratégico, como las relacionadas con la expansión del mercado o la introducción de nuevos productos, pueden tener repercusiones significativas en la gestión de operaciones.

En resumen, la Gestión de Operaciones es fundamental para cumplir con las expectativas de los clientes y alcanzar los objetivos organizacionales. Una gestión eficiente mejora el desempeño financiero, la calidad del servicio y la eficiencia operativa. Además, se interrelaciona con otros procesos dentro de la empresa, como la gestión de recursos humanos, financiera y de calidad, lo cual influye en la productividad y competitividad. Por último, coordinar eficazmente estos procesos es esencial para una gestión operativa exitosa.

2. Mejora de procesos

La mejora de procesos es una estrategia clave en la gestión de operaciones que busca optimizar la eficiencia y efectividad de los flujos de trabajo dentro de una organización. A través de diversas metodologías, las empresas pueden identificar ineficiencias, reducir costos y mejorar la calidad del producto o servicio ofrecido. Este capítulo se centrará en las metodologías más relevantes para la mejora de procesos, comenzando con una introducción a estas metodologías y luego explorando en detalle las más significativas.

2.1 Introducción a las metodologías de mejora en procesos productivos

En primer lugar, las metodologías de mejora de procesos son enfoques sistemáticos diseñados para poder identificar, analizar y mejorar los procesos dentro de una organización. Estas metodologías no solo se enfocan en la reducción de costos, sino también en la mejora continua de la calidad y la satisfacción del cliente (Bessant & Caffyn, 1997). De la misma manera, la implementación de estas metodologías implica un análisis detallado del flujo de trabajo actual, la identificación de cuellos de botella y desperdicios, y la creación de soluciones efectivas que optimicen el rendimiento. Es por ello que según Deming (1986), la mejora continua debe ser un esfuerzo constante en todas las áreas de una organización, lo que implica que todos los empleados deben estar comprometidos con el proceso.

Entre las metodologías más utilizadas se encuentran Lean, Six Sigma, Kaizen, Teoría de Restricciones y Ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), cada una ofrece herramientas y enfoques únicos que pueden ser adaptados a las necesidades específicas de cada organización (Munch & Sandoval, 2015).

2.2 Metodologías relevantes para la mejora de procesos

Existen varias metodologías relevantes para la mejora de procesos, cada una con su enfoque particular (Ver Tabla N°2)

Tabla 2: Metodologías para la mejora de procesos

Metodología	Definición	Autor
Six Sigma	Se centra en la reducción de defectos y variabilidad en los procesos mediante el uso de herramientas estadísticas. Six Sigma se basa en dos enfoques principales: DMAIC para mejorar procesos existentes. La implementación efectiva puede llevar a mejoras significativas en la calidad del producto y la satisfacción del cliente.	(Pande et al., 2000)
Lean	Busca maximizar el valor al cliente mediante la eliminación del desperdicio. Se basa en cinco principios fundamentales: definir el valor desde la perspectiva del cliente, identificar el flujo de valor, crear flujo continuo, establecer sistemas pull y buscar la perfección.	(Womack & Jones, 1996)
Kaizen	Esta metodología japonesa se traduce como "mejora continua" y se enfoca en realizar pequeños cambios incrementales que pueden resultar en mejoras significativas a lo largo del tiempo. Esta metodología es especialmente útil en entornos donde el cambio rápido es necesario.	(Imai, 1986)
Teoría de Restricciones (TOC)	Se centra en identificar y gestionar las restricciones que limitan el rendimiento general del sistema. La TOC busca optimizar el rendimiento al abordar primero los cuellos de botella más críticos. Este enfoque permite a las organizaciones mejorar su eficiencia operativa al garantizar que todos los recursos estén alineados con los objetivos estratégicos.	(Goldratt & Cox, 1984)
Ciclo PDCA (Planificar- Hacer-Verificar-Actuar)	Este ciclo proporciona un marco estructurado para implementar mejoras continuas. El ciclo PDCA implica planificar cambios necesarios, implementarlos, verificar su efectividad y actuar sobre los resultados obtenidos para realizar ajustes adicionales si es necesario.	(Deming, 1986)
Business Process Management (BPM)	Es un enfoque integral que utiliza métodos y herramientas para diseñar, modelar, ejecutar y monitorear procesos empresariales. Su objetivo es mejorar continuamente los procesos mediante la automatización y el análisis del rendimiento. BPM permite a las organizaciones adaptarse rápidamente a cambios en el mercado o en las necesidades del cliente.	(Dumas et al., 2013)

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: Pande et al. (2000), Womack y Jones (1996), Imai (1986), Goldratt y Cox (1984), Deming (1986), Dumas et al. (2013).

Cada una de estas metodologías aporta un conjunto único de herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas para abordar problemas específicos dentro del contexto organizacional. La elección adecuada depende del tipo de proceso a mejorar y los objetivos estratégicos definidos por la organización.

2.3 Marco analítico a utilizar- Metodología Lean

La metodología Lean se ha convertido en un enfoque fundamental para la mejora de procesos en diversas industrias, desde la manufactura hasta los servicios. Esto se debe a que su esencia radica en maximizar el valor para el cliente mientras se minimizan los desperdicios, lo que conlleva a una mayor eficiencia y efectividad en las operaciones. Este marco analítico se centra en la identificación y eliminación de actividades que no generan valor, permitiendo a las organizaciones optimizar sus recursos y mejorar su competitividad en el mercado (Womack & Jones, 1996).

Por otro lado, la implementación de la metodología Lean implica un cambio cultural dentro de la organización, donde todos los empleados son alentados a participar en la identificación de problemas y en la búsqueda de soluciones. Este enfoque colaborativo no solo mejora los procesos, sino que también fomenta un ambiente laboral más comprometido y motivado (Imai, 1986). A continuación, se exploran en detalle los fundamentos de la filosofía Lean y sus principios clave.

2.3.1 Filosofía Lean

En primer lugar, la filosofía Lean es un enfoque de gestión que busca optimizar los recursos y eliminar desperdicios en todos los aspectos de una organización. Este se basa en el concepto de que cualquier actividad que no agregue valor al cliente, es un desperdicio y debe ser eliminada (Bessant & Caffyn, 1997). Esta filosofía se originó en el Sistema de Producción Toyota (TPS), donde se desarrollaron prácticas que permitieron a la empresa japonesa alcanzar niveles excepcionales de eficiencia y calidad (Bessant & Caffyn, 1997).

Uno de los aspectos más destacados de la filosofía es su enfoque en el valor desde la perspectiva del cliente. Esto implica poder entender lo que realmente importa para el cliente y ajustar los procesos para poder satisfacer esas necesidades (Dahlgard et al., 2013). Es por ello que el objetivo final es crear un flujo continuo de valor que minimice el tiempo y los recursos necesarios para entregar productos o servicios al cliente.

De la misma manera, la filosofía también enfatiza la importancia del mejoramiento continuo. Es por ello que a través de ciclos regulares de evaluación y ajuste, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora y aplicar cambios incrementales que resulten en beneficios significativos a largo plazo (Deming, 1986). Por ende, este enfoque promueve una cultura organizacional donde todos los empleados son responsables de la calidad y la eficiencia, lo que resulta en un compromiso colectivo hacia la mejora de la empresa.

2.3.2 Concepto y principios del Lean Manufacturing

El Lean manufacturing, también conocido como manufactura esbelta, es una aplicación específica de la filosofía Lean en el contexto de la producción. El objetivo principal de la filosofía es minimizar las pérdidas mientras maximiza el valor añadido al cliente (Womack et al., 1990). Para lograr esto, Lean Manufacturing se basa en varios principios fundamentales (Ver Tabla N°3).

Tabla 3: Principios de Lean Manufacturing

Principio	Definición	Autor
Definir el valor	Implica comprender qué es lo que realmente agrega valor desde la perspectiva del cliente. Esto requiere una investigación exhaustiva sobre las necesidades y expectativas del cliente.	(APD, 2023)
Mapeo del flujo de valor	Consiste en identificar todas las etapas necesarias para llevar un producto o servicio desde su concepción hasta su entrega final al cliente. A través del mapeo del flujo de valor, las organizaciones pueden visualizar dónde se generan desperdicios y dónde se pueden realizar mejoras.	(Womack & Jones, 1996)
Mantener el flujo	Busca asegurar que las actividades fluyan sin interrupciones ni demoras innecesarias. Para ello, es crucial optimizar la distribución del espacio físico, así como los flujos de trabajo y transporte dentro de la organización.	(Lean Institute, 2022)
Producción Just-in-Time (JIT)	Implica producir solo lo que se necesita, cuando se necesita y en la cantidad necesaria. Esto ayuda a evitar el exceso de inventario y reduce costos asociados con almacenamiento innecesario.	(Monden, 2011)
Mejora continua	También conocido como Kaizen, este principio establece que siempre hay oportunidades para mejorar los procesos existentes. Las organizaciones deben adoptar una mentalidad proactiva hacia la identificación y eliminación de desperdicios.	(Imai, 1986)
Empoderamiento del personal	La filosofía Lean promueve un entorno donde los empleados son alentados a identificar problemas y proponer soluciones. Esto no solo mejora la moral del equipo sino que también contribuye a una mayor eficacia operativa.	(Bessant & Caffyn, 1997)
Establecer sistemas pull	En lugar de producir basándose en pronósticos, las organizaciones deben establecer sistemas pull donde la producción se basa en la demanda real del cliente.	(APD, 2023)

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: APD (2023), Womack y Jones (1996), Lean Institute (2022), Monden (2011), Imai (1986), Bessant y Caffyn (1997), APD (2023).

La metodología Lean representa un cambio significativo en cómo las organizaciones abordan sus procesos operativos. Es por ello que la implementación exitosa de esta metodología requiere un compromiso organizacional hacia la mejora continua y una cultura colaborativa donde todos los empleados participen activamente.

2.3.3 Herramientas Lean

Las herramientas Lean son componentes esenciales en la implementación de la metodología Lean, ya que facilitan la identificación y eliminación de desperdicios, así como la mejora continua de los procesos (Bessant & Caffyn, 1997). Estas herramientas permiten a las organizaciones optimizar sus operaciones, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad del producto o servicio ofrecido. A continuación, se presentan las herramientas Lean más relevantes, comenzando por las herramientas de diagnóstico que son cruciales para evaluar el estado actual de los procesos.

a. *Herramientas de diagnóstico*

Las herramientas de diagnóstico son fundamentales para poder mapear y analizar los procesos existentes, identificar problemas y oportunidades de mejora (Hopp & Spearman, 2011). Estas herramientas permiten a las organizaciones tener una visión clara de su situación actual y establecer un punto de partida para la implementación de mejoras. A continuación, se describen algunas de las herramientas de diagnóstico más utilizadas en Lean.

a.1. *Relevamiento de la voz del cliente*

El relevamiento de la voz del cliente (VoC) es un proceso fundamental en la gestión de la experiencia del cliente, ya que permite a las organizaciones poder comprender las necesidades, expectativas y percepciones de sus clientes. Este enfoque se basa en la recopilación y análisis de datos provenientes de diversas fuentes, lo que proporciona una visión integral sobre cómo los consumidores perciben los productos y servicios ofrecidos por la empresa (Lukkap, 2024). En la misma línea, el VoC no se limita a encuestas de satisfacción; incluye una variedad de métodos para recoger información, como entrevistas, grupos focales, análisis de redes sociales, comentarios en línea y datos de comportamiento del cliente. Por ejemplo, las encuestas pueden ser diseñadas para capturar feedback directo

sobre experiencias específicas, mientras que el análisis de redes sociales puede revelar opiniones espontáneas y emociones relacionadas con la marca (Talkwalker, 2024).

Por otro lado, la importancia del relevamiento de la voz del cliente radica en su capacidad para poder identificar vacíos entre las expectativas del cliente y la realidad de su experiencia. Esto permite a las empresas realizar ajustes en sus productos o servicios para mejorar la satisfacción del cliente y fomentar la lealtad. Según un estudio realizado por Trustmary (2024), una experiencia positiva del cliente genera más de dos tercios de la lealtad hacia una marca, lo que resalta la necesidad de escuchar activamente a los consumidores. Al analizar los datos recopilados, las empresas pueden descubrir patrones y tendencias que indican problemas recurrentes o áreas donde se puede mejorar el servicio; por ejemplo, si múltiples clientes mencionan un problema específico con un producto en particular, esto puede señalar la necesidad de una revisión o mejora en su diseño o funcionalidad (Connecting Visions Group, 2024). Para implementar un programa efectivo de voz del cliente, es crucial seguir una serie de pasos (Ver Tabla N°4)

Tabla 4: Pasos para la implementación del VOC

Pasos	Definición	Autores
Definición de objetivos	Antes de comenzar a recopilar datos, las empresas deben establecer qué quieren lograr con el programa. Incluye mejorar la satisfacción del cliente, aumentar las ventas o reducir la rotación.	(Trustmary, 2024)
Recopilación multicanal	Utilizar diferentes canales para recopilar datos es esencial. Se debe considerar encuestas en línea, feedback en tiempo real a través de aplicaciones móviles y análisis en redes sociales para obtener una visión completa.	(Talkwalker, 2024).
Análisis e interpretación	Una vez recopilados los datos, es fundamental analizarlos e interpretarlos adecuadamente para extraer conclusiones útiles. Esto puede implicar el uso de herramientas analíticas que permitan segmentar los datos según diferentes criterios.	(Lukkap, 2024)
Acción basada en datos	Convertir los insights obtenidos en acciones concretas. Si los clientes ven que sus comentarios no generan cambios tangibles, perderán interés en participar en futuras encuestas o feedback.	(Connecting Visions Group, 2024)

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: Trustmary (2024), Talkwalker (2024), Lukkap (2024), Connecting Visions Group (2024).

a.2. Mapeo del flujo de valor (Value Stream Map)

El mapeo del flujo de valor es una herramienta visual utilizada en Lean Manufacturing para analizar el flujo actual de materiales e información a través de un proceso; esta técnica permite identificar desperdicios y áreas de mejora al proporcionar una representación clara y detallada del proceso desde el inicio hasta el final (Rother & Shook, 2003). El mapeo del flujo de valor implica varios pasos clave (Ver Tabla 5).

Tabla 5: Pasos clave para el flujo de valor

Pasos	Definición	Autor
Identificación del producto o servicio	El primer paso consiste en seleccionar el producto o servicio específico que se va a mapear. Esto ayuda a enfocar el análisis en un área concreta donde se desea mejorar.	(Rother & Shook, 2003)
Creación del mapa actual	Se dibuja un mapa que represente todas las etapas del proceso actual, incluyendo cada paso involucrado en la producción o entrega del servicio. Este mapa debe incluir tanto el flujo físico (materiales) como el flujo informático (información).	(Womack & Jones, 1996)
Análisis del mapa actual	Una vez creado el mapa actual, se analizan cada uno de los pasos para identificar desperdicios. Los desperdicios pueden incluir tiempos de espera innecesarios, exceso de inventario o movimientos innecesarios dentro del proceso	(Womack & Jones, 1996)
Diseño del mapa futuro	Después de identificar los desperdicios y áreas problemáticas, se crea un mapa futuro que representa cómo debería ser el proceso idealmente. Este mapa incluye mejoras propuestas que eliminarían desperdicios y optimizarían el flujo.	(Rother & Shook, 2003)
Implementación y seguimiento	Se implementan las mejoras propuestas y se realiza un seguimiento continuo para evaluar su efectividad y hacer ajustes según sea necesario.	(Womack & Jones, 1996)

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: Rother y Shook (2003), Womack y Jones (1996).

a.3. Touch Time

El touch time es un concepto clave en la gestión de operaciones y Lean Manufacturing que se refiere al tiempo efectivo que un trabajador o una máquina dedica a realizar actividades que agregan valor a un producto o servicio (Hopp & Spearman, 2011). Este término se utiliza para diferenciar entre el tiempo total de producción y el tiempo en que realmente se está trabajando en la creación del producto.

En otras palabras, el touch time es el tiempo en el que una persona está activamente involucrada en la producción, excluyendo tiempos de espera, inactividad, y

otras actividades no productivas (Hopp & Spearman, 2011). Esto incluye tiempos de espera entre procesos, tiempos de inactividad de máquinas y otros factores que no contribuyen directamente a la creación del producto (Rother & Shook, 2003).

El cálculo del touch time puede variar según el tipo de operación y los procesos involucrados. Sin embargo, generalmente se calcula de la siguiente manera (Hopp & Spearman, 2011).

$$\text{Touch Time} = \frac{\text{Tiempo total dedicado a actividades productivas}}{\text{Número total de unidades producidas}}$$

Este cálculo proporciona una medida clara del tiempo promedio que se dedica a cada unidad producida, permitiendo así a las organizaciones identificar oportunidades para reducir tiempos no productivos.

a.4. Takt Time

El takt time se define como el tiempo disponible para producción dividido por la demanda del cliente durante ese mismo período (Lean Enterprise Institute, 2024); este concepto es crucial para garantizar que la producción esté alineada con las necesidades del mercado y evita tanto la sobreproducción como la subproducción. El cálculo del takt time se realiza utilizando la siguiente fórmula (Lean Enterprise Institute, 2024).

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible para producción}}{\text{Demanda del cliente}}$$

a.5. Modelo de desperdicios 7+1

El modelo de desperdicios 7+1 es una herramienta fundamental dentro de la metodología Lean que ayuda a las organizaciones a identificar y eliminar desperdicios en sus procesos. Cada tipo de desperdicio representa una forma en que los recursos no se utilizan de manera óptima, lo que puede afectar la eficiencia y la rentabilidad de la organización (Womack & Jones, 1996) (Ver Tabla 6).

Tabla 6: Modelo de desperdicios 7+1

Desperdicios	Definición	Autor
Sobreproducción	Ocurre cuando se producen más productos de los que se necesitan o antes de que sean requeridos. Esto no solo genera costos adicionales en almacenamiento, sino que puede llevar a obsolescencia y deterioro del producto.	(Hopp & Spearman, 2011)
Espera	Se refiere al tiempo en que los trabajadores o las máquinas están inactivos mientras esperan materiales, instrucciones o el final de un proceso anterior. Este tiempo perdido no agrega valor y puede causar retrasos significativos en la producción.	(Rother & Shook, 2003)
Transporte	Implica el movimiento innecesario de materiales entre diferentes etapas del proceso. Cada movimiento adicional no solo consume tiempo, sino que también aumenta el riesgo de daño y deterioro.	(Womack et al., 1990)
Exceso de procesamiento	Se refiere a realizar más trabajo del necesario para cumplir con los requisitos del cliente. Esto puede incluir pasos adicionales en un proceso que no añaden valor real al producto final.	(Womack & Jones, 1996)
Inventario	Mantener inventarios excesivos puede ser un gran desperdicio, ya que implica costos asociados con almacenamiento y manejo. Además, el exceso puede ocultar problemas en el flujo de producción y dificultar la identificación de cuellos de botella.	(Hopp & Spearman, 2011).
Movimiento	Se refiere a cualquier movimiento innecesario realizado por los empleados durante su trabajo, como buscar herramientas o materiales.	(Rother & Shook, 2003).
Defectos	Los productos defectuosos requieren retrabajo o deben ser desechados, lo que resulta en un uso ineficiente de recursos y tiempo. La eliminación de defectos es crucial para mantener la calidad y la satisfacción del cliente.	(Womack et al., 1990).

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: Hopp y Spearman (2011), Rother y Shook (2003), Womack et al. (1990).

En algunas interpretaciones modernas del modelo Lean, se añade un octavo tipo de desperdicio: el potencial humano, este desperdicio se refiere a no aprovechar completamente las habilidades y talentos de los empleados dentro de la organización (Bessant & Caffyn, 1997). Cuando los trabajadores no están involucrados en la toma de decisiones o no pueden contribuir con ideas para mejorar procesos, se pierde una valiosa oportunidad para innovar y optimizar operaciones (Bessant & Caffyn, 1997).

a.6. OPE (Operaciones Productivas Efectivas)

Las Operaciones Productivas Efectivas (OPE) son un concepto clave dentro del marco Lean que se refiere a la medición y evaluación del rendimiento operativo en

términos de eficiencia y efectividad en la producción (Deming, 1986). En la misma línea, OPE busca asegurar que cada operación dentro del proceso productivo esté alineada con los objetivos estratégicos de la organización y contribuya a la creación de valor para el cliente (Hopp & Spearman, 2011).

b. Herramientas de diseño

Las herramientas de diseño son fundamentales para poder optimizar los procesos productivos y garantizar que se alineen con los principios de eficiencia y eliminación de desperdicios. Entre las herramientas más destacadas se encuentran el Just in Time (JIT) y el SMED (Single-Minute Exchange of Die). Ambas metodologías contribuyen a mejorar la flexibilidad y la eficiencia operativa en las organizaciones.

b.1. Just in Time (JIT)

El Just in Time es un sistema de gestión de producción, cuyo objetivo principal es reducir los niveles de inventario y minimizar el desperdicio al recibir insumos y fabricar productos "justo a tiempo", es decir, en el momento preciso en que se necesitan y en las cantidades requeridas (Geinfor, 2024). Esta metodología busca optimizar todo el proceso productivo mediante la eliminación continua de desperdicios, como el transporte innecesario entre máquinas o el almacenamiento excesivo (Ekon, 2024).

El enfoque ofrece varias ventajas clave para las empresas. En primer lugar, contribuye a la reducción de costos al minimizar los niveles de inventario, lo que a su vez disminuye los gastos relacionados con el almacenamiento y la gestión de los productos (Ekon, 2024). Además, al eliminar los retrasos en el proceso de producción, el JIT mejora la calidad del producto final, ya que se reducen las posibilidades de cometer errores durante la fabricación (Ekon, 2024). Por último, esta metodología permite mejorar la satisfacción del cliente, ya que facilita la entrega de productos de manera más rápida y ajustada a las demandas del mercado (Geinfor, 2024). De esta forma, el JIT no solo optimiza los recursos de la empresa, sino que también fortalece su competitividad y capacidad de respuesta ante las necesidades del cliente.

b.2. SMED (Single-Minute Exchange of Die)

El SMED, o Intercambio Rápido de Utensilios, es una metodología diseñada para reducir el tiempo necesario para cambiar un proceso o herramienta en una máquina. Originalmente desarrollado por Shigeo Shingo en Toyota, el SMED busca minimizar los tiempos de cambio a menos de diez minutos (de ahí su nombre "single-minute") para aumentar la flexibilidad y eficiencia en la producción (Shingo, 1985).

b.3. Metodología 5S

La metodología 5S es una herramienta de gestión japonesa reconocida por su capacidad para mejorar la organización, limpieza y eficiencia en el entorno laboral; por lo que de acuerdo con Olvera y Cujilán (2022), se define como un sistema estructurado que promueve la organización visual y la disciplina en el lugar de trabajo, a través de cinco principios fundamentales. El significado y función de los cinco principios fundamentales se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7: Metodología 5S

Principios	Función
Seiri (Clasificación)	Separar los elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo; esto no solo reduce la sobrecarga de información y materiales, sino que facilita la identificación rápida de lo esencial para las operaciones diarias (Cuatrecasas, 2010).
Seiton (Orden)	Organizar los elementos esenciales de manera que estén disponibles inmediatamente cuando se necesiten; esto se logra mediante métodos como sistemas de almacenamiento eficientes y disposición ergonómica de herramientas y materiales (Instituto de Tecnología Industrial, 2012).
Seiso (Limpieza)	Mantener el área de trabajo limpia y ordenada constantemente; este no solo mejora la seguridad y reduce el riesgo de accidentes, sino que también facilita la detección temprana de problemas operativos (Ministerio de la Producción, 2012).
Seiketsu (Estandarización)	Busca establecer normas y procedimientos estandarizados para mantener las mejoras logradas mediante los principios anteriores; esto asegura que las prácticas de 5S se conviertan en parte integral de la cultura organizacional y no sean simplemente una iniciativa temporal (Olvera y Cujilán, 2022).
Shitsuke (Disciplina)	Promueve la responsabilidad individual y la autodisciplina entre los empleados, esencial para la sostenibilidad a largo plazo de los beneficios de la metodología 5S (Cuatrecasas, 2010).

Nota. Las funciones de los principios de la metodología 5S se han adaptado de Cuatrecasas (2010), Instituto de Tecnología Industrial (2012), Ministerio de la Producción (2012), y Olvera y Cujilán (2022).

En la misma línea, Olvera y Cujilán (2022) señalan que la implementación exitosa de la metodología 5S conlleva a resultados tangibles como la reducción de tiempos de búsqueda, la disminución de accidentes laborales y la mejora en la moral y el compromiso de los empleados. Es decir, estos beneficios no solo impactan en la eficiencia operativa, sino que también refuerzan la cultura organizacional enfocada en la calidad y la excelencia.

b.4. JIDOKA

El término JIDOKA, que puede traducirse como "automatización con un toque humano", es un concepto fundamental dentro del sistema de producción Toyota (TPS). Se refiere a la capacidad de detener automáticamente una máquina o proceso cuando ocurre un problema o defecto, permitiendo así que los operadores puedan abordar inmediatamente cualquier inconveniente antes de continuar con la producción (Monden, 2011).

b.5. POKA-YOKE

El Poka-Yoke, que se traduce del japonés como "a prueba de errores", es una técnica de mejora continua, diseñada para prevenir errores en los procesos de producción y servicios. Esta metodología busca eliminar defectos y mejorar la calidad al implementar sistemas que eviten que se produzcan errores o que los detecten antes de que se conviertan en defectos (HubSpot, 2024; Mecalux, 2020).

b.6. KANBAN

El Kanban es un sistema visual utilizado para gestionar el flujo de trabajo y optimizar la producción en entornos Lean, originado también en Toyota, Kanban significa "tarjeta visual" en japonés y se utiliza para indicar cuándo y cuánto producir; este sistema permite a las organizaciones visualizar su trabajo y gestionar el inventario de manera eficiente (Kanban Tool, 2024).

Tabla 8. Comparación de herramientas Lean aplicadas en la presente investigación

Herramienta Lean	Enfoque principal	Fortalezas clave	Limitaciones	Fuente
5S	Orden y disciplina en el entorno de trabajo	Mejora la organización, reduce tiempos de búsqueda	No actúa directamente sobre procesos o planificación	Liker (2004)
VSM	Análisis del flujo de valor	Permite identificar cuellos de botella y desperdicios sistemáticos	Puede ser complejo en procesos no repetitivos	Rother & Shook (2003)
Kanban	Gestión visual de inventarios y producción	Fomenta el flujo continuo, reduce sobreproducción	Menor aplicabilidad si la demanda es impredecible o los lotes son únicos	Liker (2004), Ohno (1988)

Nota. Las definiciones se han adaptado de los siguientes autores: Liker (2004), Rother y Shook (2003), Ohno (1988).

2.4 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es un enfoque estructurado, ampliamente reconocido dentro de la filosofía Lean Six Sigma, que permite abordar problemas complejos mediante la mejora continua de procesos productivos o administrativos (Pande, Neuman & Cavanagh, 2000; George et al., 2005). Este modelo está diseñado para trabajar con base en datos, reduciendo la variabilidad y eliminando desperdicios que no agregan valor (Montgomery, 2012). Su nombre proviene del acrónimo que representa cinco fases secuenciales: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve) y Controlar (Control), y cada una cumple un papel estratégico en la solución de problemas y la optimización del desempeño organizacional (George et al., 2005).

La primera fase, Definir, tiene como objetivo clarificar cuál es el problema que afecta el proceso y qué se espera mejorar. Durante esta etapa, se identifican las necesidades del cliente, los objetivos del proyecto y los procesos críticos a intervenir (Pyzdek & Keller, 2014). Es esencial en esta fase emplear herramientas como el SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) o el Project Charter para delimitar correctamente el alcance del proyecto (George et al., 2005). Una definición inadecuada puede conducir a un esfuerzo mal enfocado o a soluciones que no resuelvan la causa real del problema (Montgomery, 2012).

La segunda etapa, Medir, se centra en la recopilación de datos que permitan establecer una línea base del desempeño actual del proceso (Pyzdek & Keller, 2014). Este

diagnóstico inicial es clave para comparar posteriormente si las mejoras aplicadas han generado cambios significativos. En esta fase se definen indicadores clave de desempeño (KPIs) y se valida la capacidad del sistema de medición, ya que tomar decisiones con datos poco confiables puede conducir a conclusiones erradas (Montgomery, 2012). La calidad del análisis posterior depende directamente de la calidad de los datos recolectados (Carrillo-Landazabal et al., 2022).

En la fase de Analizar, se identifican las causas raíz del problema mediante el uso de herramientas como el diagrama de Ishikawa, los cinco porqués, o incluso análisis estadísticos avanzados como regresiones o estudios de correlación (Pande et al., 2000). Aquí se busca entender qué está provocando la desviación del proceso con base en datos y no en suposiciones (George et al., 2005). La capacidad de encontrar causas raíz efectivas permite que las soluciones que se propongan más adelante sean realmente efectivas.

Durante la etapa de Mejorar, se diseñan, prueban e implementan soluciones que ataquen directamente las causas identificadas. Esta fase involucra la generación de alternativas, selección de las más viables, aplicación piloto y evaluación del impacto (Montgomery, 2012). Las soluciones deben ser sostenibles y estar alineadas con los recursos y cultura de la organización, buscando maximizar el valor entregado al cliente y minimizar los recursos utilizados (George et al., 2005).

Finalmente, la fase de Controlar tiene como fin asegurar la sostenibilidad de las mejoras logradas. En este punto se definen controles estadísticos, procedimientos estándar y métodos de seguimiento continuo para garantizar que los beneficios obtenidos no se pierdan con el tiempo (Pyzdek & Keller, 2014). También se entrena al personal involucrado y se documentan los cambios para integrar los nuevos estándares en la operación regular (Montgomery, 2012). Esta etapa cierra el ciclo y fomenta una cultura organizacional basada en la mejora continua (Carrillo-Landazabal et al., 2022).

CAPÍTULO 3: MARCO CONTEXTUAL

En este capítulo se explorarán las características generales del sector metalmeccánico, con un enfoque especial en el contexto peruano y la importancia de los filtros de prensa en este sector. A continuación, se analizará la empresa Filtración SAC, destacando sus antecedentes, su posición dentro del sector y su enfoque en la fabricación de filtros de prensa. Se examinará también su estructura organizativa y la representación de estos productos dentro de sus ventas.

Además, se detallarán los procesos de la cadena de suministro tanto interna como externa de la empresa, poniendo énfasis en el sistema de fabricación Make to Order. Este modelo, que influye en la planificación de la producción y gestión de inventarios, será analizado en profundidad, así como la cadena productiva de los filtros prensa. Finalmente, se abordará cómo el sistema logístico de la empresa respalda sus operaciones, permitiendo una producción eficiente y alineada con las demandas del mercado.

1. Sector Metalmeccánico

Para comprender plenamente el sector metalmeccánico, es esencial abordar, en primer lugar, sus principales características. Posteriormente, se puede analizar la importancia de este sector en el sector manufacturero, su aporte al PBI nacional, y su evolución. Además, se debe explorar la relevancia de los filtros de prensa en este sector, ya que representan un componente significativo en los procesos y operaciones relacionadas.

1.1 Características generales del sector

El sector metalmeccánico está compuesto por más de 64 000 empresas formales, de las cuales el 99.5% son MYPE y el 0.5% son medianas y grandes empresas; se debe mencionar que Lima concentra aproximadamente el 52 % de estas empresas, y Arequipa el 6 % (Ministerio de Producción, 2024). Por un lado, el sector metalmeccánico abarca una variedad de actividades de fabricación que emplean principalmente productos siderúrgicos y metales no ferrosos en sus procesos. Esta industria cubre desde la producción de componentes hasta la fabricación de maquinaria, representando así una amplia gama de productos en su cadena de producción (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019). Este sector se caracteriza por la producción a medida y por estar estrechamente vinculada a la instalación, reparación y mantenimiento de estructuras

metálicas, lo que le da un papel transversal en otros sectores productivos. (Ministerio de la Producción, 2024).

Por otro lado, Alandete et al. (2012) mencionan que el objetivo principal de la industria es transformar aleaciones de hierro y otros metales en maquinaria y herramientas que luego serán empleadas por otras industrias para aumentar su capacidad productiva y así, poder generar ingresos. Esto hace referencia a que la producción de maquinaria y herramientas no es un fin en sí mismo, sino más bien un medio para impulsar la productividad y la rentabilidad en otros sectores.

Entonces, el proceso de producción de esta industria comienza con la adición de valor a los insumos provenientes de la industria siderúrgica y de metales no ferrosos, incorporando también productos de otros sectores a lo largo de la cadena; esta transformación de metales básicos implica diversos procesos como fundición, forja, trefilado, extrusión y laminado (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019).

1.2 Sector metalmecánico en el Perú

Para explicar al sector metalmecánico en el Perú es importante primero mencionar al sector manufacturero, el cual tiene relevancia a nivel nacional y al cual pertenece el sector que se está estudiando en esta investigación. El sector manufacturero representó aproximadamente el 12% del PBI peruano en 2023; durante el primer trimestre de 2024, hubo una disminución del 9.44% en comparación con el trimestre anterior (Ministerio de Producción, 2024). En el Reporte del Ministerio se menciona que en febrero de 2024, la producción manufacturera cayó un 4.7% respecto a febrero de 2023, principalmente debido a una disminución del 23.2% en la manufactura primaria.

Para apreciar la evolución en el sector metalmecánico se presentará a continuación sus aportes en millones de soles al PBI nacional, y los aportes de la industria manufacturera también, para observar las tendencias de ambos en los años 2019 a 2023 (Ver Tabla 9). Además, se presentará un gráfico para mejor visualización de esta tendencia (Figura 2).

Tabla 9: Cuadro comparativo de aportes al PBI peruano de los sectores Metalmecánico y Manufacturero en millones de soles y en porcentajes

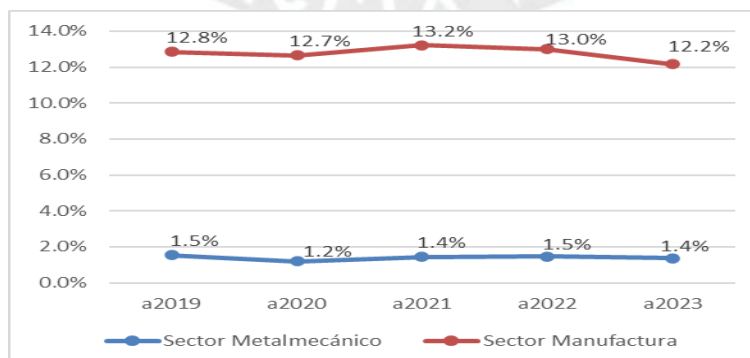
Año	SECTORES				PBI nacional*
	Sector Metalmecánico		Sector Manufactura		
	Aporte al PBI soles *	Aporte al PBI en %	Aporte al PBI soles *	Aporte al PBI en %	
2019	S/8.452	1,55%	70.208	12,84%	S/546.600
2020	S/5.753	1,18%	61.450	12,66%	S/485.500
2021	S/7.948	1,44%	72.802	13,22%	S/550.600
2022	S/8.268	1,46%	73.710	12,99%	S/567.400
2023	S/7.698	1,36%	68.698	12,17%	S/564.300

*Representado en millones de soles

Nota. Elaboración propia basada en datos del BCRP (s.f.), Instituto Nacional de Estadística e Informática (2024) y el Ministerio de Producción (2020; 2022; 2023; 2024)

La Tabla 9 muestra la evolución de los aportes del sector metalmecánico y manufacturero al PBI nacional en millones de soles, resaltando una disminución importante en 2020, con una caída del sector metalmecánico a S/ 5,753 millones, equivalente al 1.18% del PBI nacional (BCRP, s.f.). Esta caída se explica por los efectos adversos de la pandemia de COVID-19. En los años siguientes, se observa una recuperación del sector, alcanzando S/ 7,948 millones en 2021 y S/ 8,268 millones en 2022 (BCRP, s.f.). Sin embargo, el aporte del sector metalmecánico disminuyó ligeramente en 2023, con S/ 7,698 millones, lo que podría reflejar desafíos económicos continuos o fluctuaciones en la demanda de este sector (BCRP, s.f.).

Figura 3: Aportes al PBI nacional de sectores Metalmecánico y Manufactura



Nota: Elaboración propia. Fuente: BCRP (s.f.), Instituto Nacional de Estadística e Informática (2024) y el Ministerio de Producción (2020; 2022; 2023; 2024)

En la Figura 3, se visualiza la evolución porcentual del aporte al PBI tanto del sector manufacturero como del sector metalmecánico. Mientras que el sector manufacturero ha mantenido una contribución relativamente estable, fluctuando entre 12% y 13%, el sector metalmecánico muestra una mayor variabilidad, con una caída significativa en 2020 y una recuperación en los años siguientes. Sin embargo, la tendencia no es lo suficientemente estable como para hacer una predicción clara a largo plazo debido a la falta de datos históricos más amplios.

Cabe destacar que, debido a la disponibilidad limitada de datos, este análisis solo abarca un período de cinco años (2019-2023), lo que dificulta extraer conclusiones robustas sobre una tendencia de largo plazo. La obtención de datos históricos más amplios sobre el sector metalmecánico es un desafío importante, lo que podría afectar la precisión de los análisis comparativos con el sector manufacturero.

2. Empresa Filtración SAC

En esta sección, se presentarán los antecedentes y la posición de Filtración S.A.C. en el mercado, así como sus productos distintivos. Se llevará a cabo un análisis detallado de la gestión de ventas de filtros prensa y del sistema logístico de la empresa, que se caracteriza por operar bajo el enfoque "Make to Order". Finalmente, se explorarán las actividades de almacenamiento y control de inventarios, aspectos que son fundamentales en sus operaciones.

2.1 Antecedentes y posición de la empresa en el sector

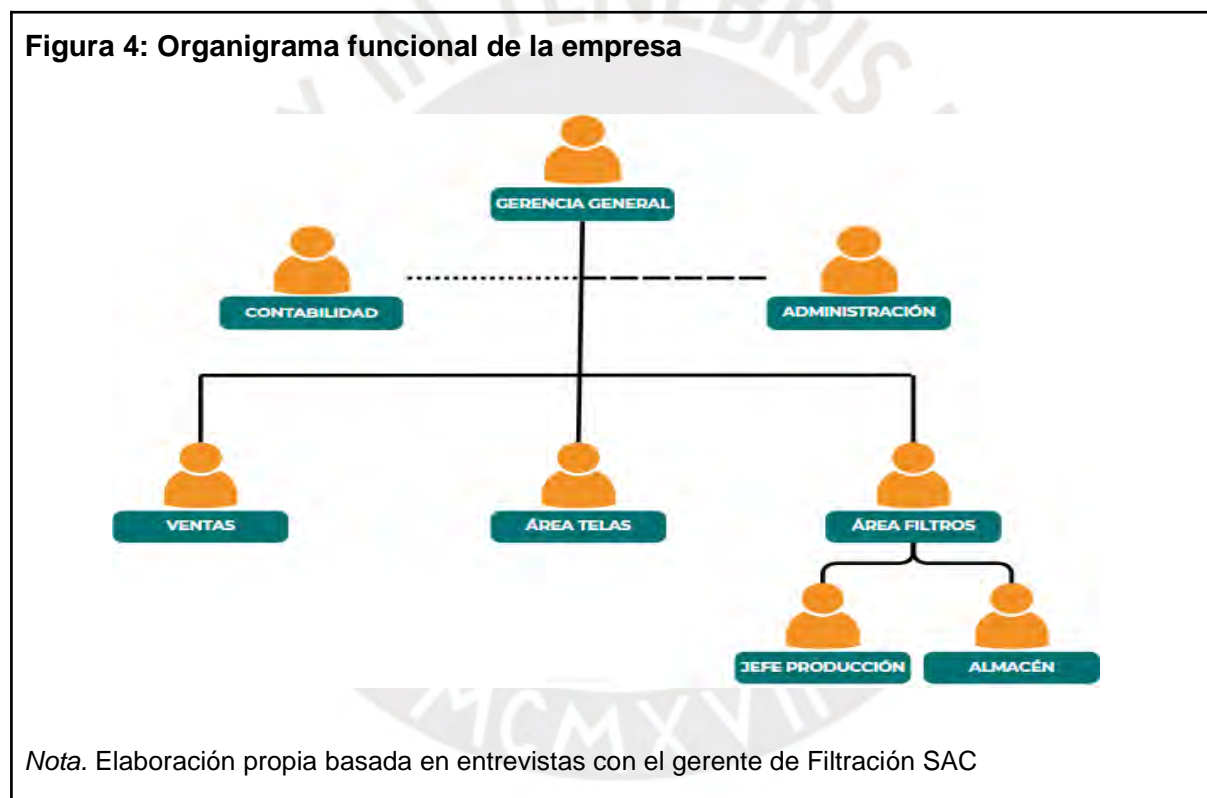
Filtración SAC se erige como una empresa destacada en el sector metalmecánico, especializada en la transformación de metales para la fabricación de equipos mecánicos y maquinaria industrial. Se debe mencionar que su enfoque particular radica en el desarrollo de sistemas de filtración, destacándose por la producción de filtros prensa y lonas filtrantes. Asimismo, cuenta con una capacidad para trabajar con diversos metales, especialmente fierro, por lo que la compañía ha consolidado su posición en el mercado gracias a la calidad y versatilidad de sus productos.

La empresa opera como una Sociedad Anónima Cerrada, manteniendo una condición activa desde su inicio de actividades el 2 de mayo de 2016. De la misma manera, se debe mencionar que su actividad comercial se encuadra en la fabricación de otro tipo de

maquinaria de uso general, conforme al CIU 29190 (Filtración S.A.C., n.d.). También se debe comentar que cuenta con un equipo de trabajo compuesto por 14 empleados y que la empresa utiliza sistemas de facturación y contabilidad computarizados, demostrando un compromiso con la eficiencia y la modernización en su gestión empresarial. Además, su participación en actividades de comercio exterior, tanto como importador y exportador, evidencia su alcance en los mercados internacionales (Filtración S.A.C., n.d.).

2.2 Organigrama y estructura interna

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa, en el cual se ilustra la estructura jerárquica y la distribución de las responsabilidades (Ver Figura 4).



El organigrama de la empresa está encabezado por el Gerente General, quien también asume las responsabilidades del área de administración. Esto significa que el mismo individuo gestiona tanto la dirección general de la empresa como la administración interna. Para las tareas contables, se ha optado por contratar un servicio externo especializado que se encarga de esta función específica.

En cuanto a la estructura interna, el Gerente General supervisa directamente tres áreas principales: el área de ventas, el área de telas, y el área de filtros prensa. Dentro de

esta última, se distinguen dos sub áreas con responsabilidades específicas: por un lado, el Jefe de Producción, quien coordina y supervisa todos los procesos productivos relacionados con los filtros prensa; y por otro, el área de almacén, que se encarga de la gestión y control del inventario (Ver Anexo J).

El siguiente layout muestra la disposición de las áreas (Ver Figura 5, 6, 7) dentro de la planta de Filtración S.A.C. La planta de producción de Filtración SAC está diseñada para optimizar el flujo de trabajo, con áreas específicas como el área de producción de telas, planta (fabricación de filtro prensa), área de almacenamiento y oficinas.

Figura 5: Layout de la empresa primer piso



Nota. Elaboración propia

Figura 6: Layout de la empresa segundo piso



Nota. Elaboración propia

Figura 7: Layout de la empresa tercer piso



Nota. Elaboración propia

2.3 Productos de la empresa

La empresa brinda productos y servicios entre los cuales se encuentran, los servicios de mantenimiento para sistemas de filtración, la venta de filtros bolsa y la fabricación y venta de filtros prensa. Lo primero consiste, en el contexto de los filtros prensa, en una serie de actividades y tareas diseñadas para asegurar que los sistemas de filtración operen de manera eficiente, segura y con la máxima durabilidad posible. Esta información la obtuvimos luego de entrevistar al gerente general de la empresa. Por otro lado, la venta de filtros bolsa requiere de un proceso de transformación de insumos de telas filtrantes que son importadas de países como Alemania y Francia.

Por último, el producto *CORE* de Filtración SAC son los filtros prensa. Un filtro prensa es un dispositivo mecánico que separa los sólidos de los líquidos en una mezcla, funcionando esencialmente como un sistema de filtración. Este equipo es vital en diversas industrias, incluyendo el procesamiento de alimentos y bebidas, la fabricación de productos químicos, la minería, la generación de energía, y la producción de áridos, asfalto y cemento (Micronics, 2023).

En Filtración SAC, los filtros prensa son fabricados con medidas que pueden llegar hasta placas de 1500 x 1500 mm (las cuales se insertan dentro del filtro), principalmente destinados para su aplicación en la industria minera. Es de gran importancia mencionar que la venta de estos filtros representa aproximadamente el 60% o 70% de la producción total de la empresa, estos filtros pueden adaptarse a distintos tamaños según las necesidades específicas de los clientes. Para su fabricación, la empresa realiza importaciones de placas, equipos y telas filtrantes, los cuales son transformados durante el proceso de producción para obtener el producto final: maquinaria especializada en filtración, es decir, los filtros prensa (Ver Anexo H).

2.4 Cadena externa e interna de la empresa

Por un lado, la cadena interna y externa de una empresa juega un papel crucial en su funcionamiento y estrategia empresarial. De acuerdo con Porter (1985), estas actividades están interrelacionadas y su coordinación eficiente determina la competitividad de la empresa. Por otro lado, la cadena externa involucra a los proveedores, distribuidores y clientes, y su integración es clave para la satisfacción del consumidor (Simchi-Levi, et al., 2008). Por otro lado, la cadena externa se extiende más allá de los límites de la empresa e

involucra a proveedores, distribuidores, minoristas y clientes finales. Por lo que, Simchi-Levi et al. (2008) comenta que esta abarca todas las actividades necesarias para entregar un producto o servicio al consumidor final, incluyendo la gestión de la logística, el transporte y la satisfacción del cliente.

La interacción entre la cadena interna y externa es fundamental para la competitividad y la eficiencia de la empresa; por lo que las actividades internas eficaces, como la gestión de operaciones y la calidad del producto, impactan directamente en la capacidad de la empresa para satisfacer las demandas de sus clientes (Porter, 1985). Ahora bien, en Filtración SAC la cadena externa de Filtración SAC incluye todas las actividades relacionadas con la obtención de insumos y la entrega de productos a los clientes. A continuación, se detallan los componentes principales:

2.4.1 Cadena Externa

a. Proveedores

- Filtración SAC trabaja con proveedores locales e internacionales para adquirir insumos críticos como aceros, elementos filtrantes y componentes mecánicos. La selección de proveedores se basa en criterios de calidad, costo y confiabilidad en las entregas. Entre sus principales proveedores nacionales se encuentran empresas como Aceros Arequipa SA, Gramsa SA, Delcrosa SA, y otros proveedores locales más pequeños. Entre sus principales proveedores internacionales se encuentran Lenser Filtration GmbH (Alemania), entre otros.
- Relaciones a largo plazo: La empresa busca establecer acuerdos de largo plazo con proveedores para asegurar la estabilidad en el suministro y la calidad de los materiales, lo que es esencial para mantener la continuidad y eficiencia en la producción.

b. Clientes Finales

- **Sectores minero e industrial:** Los clientes principales son empresas de los sectores minero e industrial que utilizan los filtros prensa en sus operaciones de filtración. Entre estos se encuentran Quimpac SA, Orica Mining Services, Cia Minera Poderosa, entre otras empresas de distintos tamaños, nacionales e internacionales.

- **Satisfacción del cliente:** La satisfacción del cliente final depende de la calidad del producto y del servicio postventa, lo que asegura la repetición de negocios y la fidelización de los clientes.

Por otro lado, la cadena interna de Filtración S.A.C. comprende las actividades primarias y de apoyo que permiten transformar los insumos en productos terminados, en este caso, filtros prensa personalizados; estas actividades incluyen desde el abastecimiento de materiales hasta el ensamblaje final, y su correcta alineación es esencial para cumplir con los tiempos de entrega y niveles de calidad esperados (Porter, 1985). (Ver Figura 8)

Figura 8: Cadena de valor interna de Filtración SAC



Nota: Datos extraídos de entrevista con el gerente general. Elaboración propia.

2.5 Procesos en la cadena de suministro de Filtración SAC

En esta sección, se detallarán los procesos esenciales que forman parte de la cadena de suministro y producción en la empresa. Primero, se abordará el proceso de compra, el cual abarca desde la identificación de necesidades hasta la ejecución final de la adquisición. Luego, continúa el proceso de importación, que incluye la selección de proveedores internacionales, la negociación de términos, y los procedimientos logísticos y aduaneros necesarios para traer los productos a nuestro país. Finalmente, se describe el proceso de fabricación, donde se transforma la materia prima en productos terminados,

destacando cada etapa de producción y control de calidad. Cada uno de estos procesos es fundamental para asegurar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, y juntos forman la columna vertebral de nuestras operaciones comerciales.

Tabla 10: Cadena de suministro de Filtración SAC

Eslabón	Descripción
Producción de insumos para filtros prensa	La mayoría de los insumos, como las planchas de acero inoxidable, se fabrican en el extranjero con maquinaria de alta precisión y bajo estrictos controles de calidad, garantizando su durabilidad. Tras la fabricación, se embalan y preparan para exportación según normativas internacionales.
Transporte de los insumos hacia el punto de comercialización	Los insumos importados se transportan principalmente por vía marítima al puerto del Callao, donde son desaduanados según normativas locales.
Puntos de comercialización de insumos para filtros prensa	La comercialización local se hace a través de proveedores nacionales, quienes venden insumos en dólares o soles. Tras acordar precios, se firman contratos de suministro, se gestionan órdenes de compra y se programan pagos. Los proveedores entregan los insumos según los plazos y requisitos de calidad acordados.
Adquisición de insumos para filtros prensa	Filtración compra insumos de proveedores locales o mediante importación directa. El proceso incluye: especificación técnica del insumo, aprobación del gerente, emisión de la orden de compra, cálculo de costos, y realización del pago (transferencia o en físico). En el caso de importaciones, se gestionan los trámites aduaneros. Los plazos de pago varían: el 50% a 15-30 días y las importaciones, generalmente, requieren pago anticipado.
Almacenamiento y control de inventarios	a) Almacenamiento: Los insumos se almacenan en tres áreas según su tipo: telas filtrantes, insumos hidráulicos-eléctricos, e insumos menores. b) Control: El control se basa en la observación y estimación de necesidades. Los encargados de producción informan sobre la escasez y gestionan las reposiciones, que varían en tiempos entre insumos locales e importados.
Producción de filtro prensa	Corte de planchas: Se cortan las planchas de acero. Procesos Mecanizados: Se tornean, fresan y taladran componentes. Soldadura: Se ensamblan las planchas mediante soldadura. Arenado y pintado: Se preparan y pintan las piezas. Ensamble: Se ensamblan todas las partes, incluidos componentes eléctricos. Colocación de placas: Se instalan las placas filtrantes. Pruebas FAT: Se realizan pruebas para verificar calidad y funcionamiento.
Transporte del filtro prensa producido hacia almacén del cliente en Lima	Filtración SAC no maneja la logística de transporte, ya que el cliente envía su propio transporte para recoger los filtros. Solo en ocasiones se ocupa de la distribución. Los filtros se entregan en el almacén del cliente en Lima, quien se encarga de recibir el producto.
Filtro prensa producido y almacenado en el local del cliente	El cliente mantiene el filtro prensa en su almacén por un periodo determinado por él mismo. El cliente transporta el filtro prensa hacia sus instalaciones. Estas generalmente son en provincia, pues suelen pertenecer al sector minería en provincia

Tabla 10: Cadena de suministro de Filtración SAC (Continuación)

Eslabón	Descripción
Instalación del filtro prensa producido en el local del cliente	La instalación la hace el cliente final con las indicaciones previas que se les dieron
Pruebas finales del filtro prensa instalado y conformidad del cliente	Las pruebas finales se llevan a cabo en el local del cliente, donde el gerente general verifica la instalación del filtro. Luego, se coordina la visita del mecánico o electricista para la puesta en marcha, un proceso que toma de 2 a 3 días. Finalmente, se firma un acta de conformidad por el responsable de la planta y el gerente general.
Cliente comienza a operar el filtro prensa	Una vez conforme, el cliente puede iniciar sus operaciones

Nota: Datos extraídos de entrevista con el gerente general. Elaboración propia.

Para apreciar el proceso de cada eslabón de la cadena de suministro de un filtro prensa con mejor detalle, así como cuáles son las personas involucradas, el flujo de dinero y de información (Ver Anexo E). A continuación se presentarán algunos eslabones relevantes para el análisis del almacenamiento y control de inventarios de la empresa.

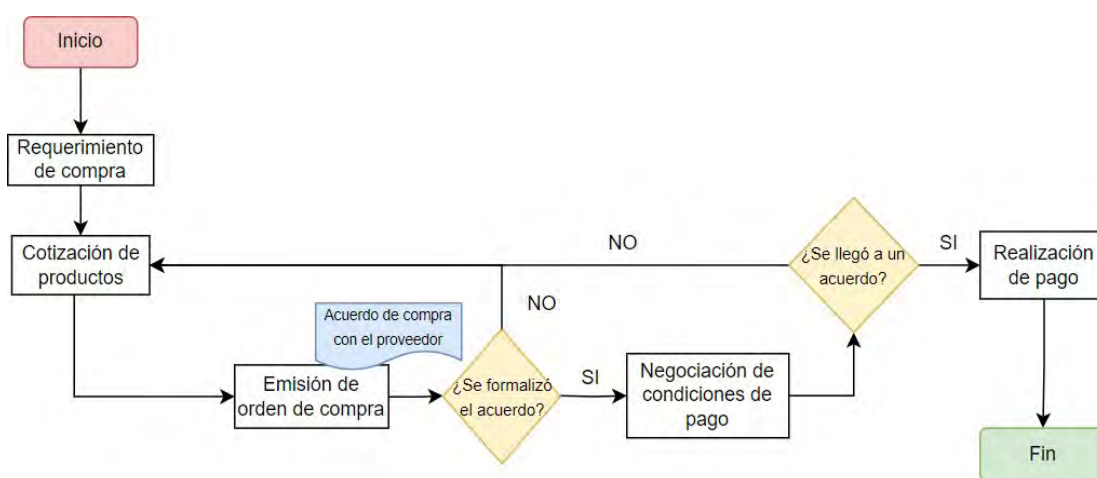
2.5.1 Proceso de adquisición de insumos para filtros prensa

La adquisición de insumos es un eslabón crítico en la cadena de suministro de Filtración SAC, ya que los insumos necesarios para la fabricación de filtros prensa provienen de dos fuentes principales: empresas comercializadoras locales y la importación directa desde fabricantes o comercializadores internacionales. Este proceso implica una serie de etapas que garantizan que la empresa obtenga los materiales requeridos en tiempo y forma, alineados con las especificaciones técnicas necesarias para la producción. El procedimiento de adquisición comienza con el requerimiento técnico, en el cual el equipo de producción identifica la necesidad de un insumo específico. A partir de esta identificación, se genera una especificación técnica que detalla las características y cantidades requeridas.

Una vez establecido el requerimiento, se procede a la comunicación del mismo. Un miembro del área de producción o del departamento de telas se encarga de transmitir la necesidad al gerente general o a la secretaria, considerando factores como la urgencia del pedido, el tamaño y la importancia del insumo. Con la aprobación del gerente, se emite una orden de compra formal que incluye todos los detalles relevantes, como el insumo solicitado, el proveedor elegido y las condiciones de pago.

En esta fase, el gerente general también toma una decisión sobre la compra, evaluando si se realizará de forma directa o a través de intermediarios, dependiendo de la localización del proveedor y si se trata de insumos locales o importados. Adicionalmente, se decide quién será la persona encargada de realizar la compra en el caso de insumos locales.

Figura 9: Flujograma del proceso de compra de materiales a los proveedores



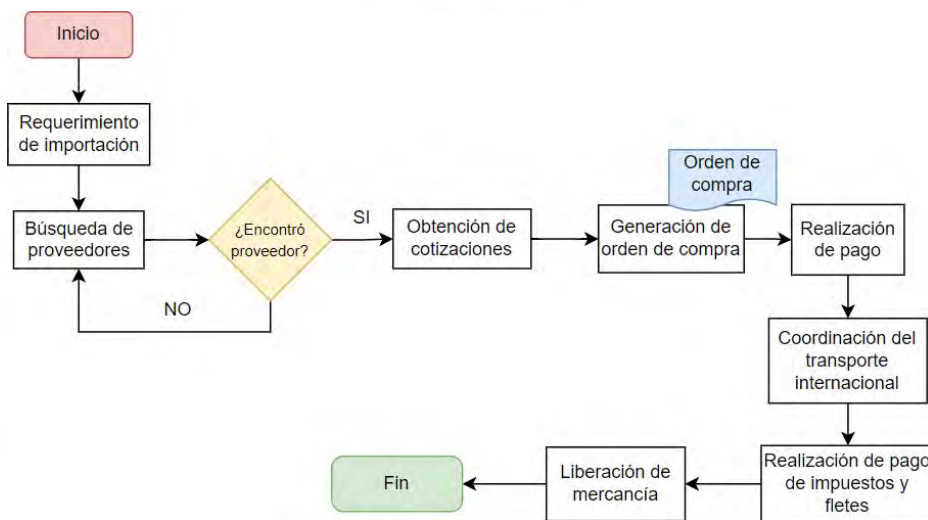
Nota. Elaboración propia basada en entrevistas con el gerente de Filtración SAC.

Para los insumos importados, el proceso de importación se inicia desde el requerimiento del producto específico. Se procede a buscar un proveedor adecuado, realizar cotizaciones y comparar precios y características. Si el proveedor seleccionado es uno con el cual ya se ha trabajado y existe una confianza establecida, se genera la orden de compra de manera más directa. En términos de pagos, normalmente se trabaja con un adelanto del 50% al inicio y el restante 50% antes de que la mercancía sea despachada hacia Perú.

Una vez que la mercancía está lista, se coordina con una empresa de transporte para iniciar el proceso de importación, ya sea por vía aérea o marítima. Al llegar la mercancía a Perú, se inicia el proceso de desaduanaje, que incluye el pago de impuestos y fletes. Solo después de completar este proceso, la mercancía es recibida, finalizando así la importación.

Una vez aprobado el presupuesto, se procede a la transferencia de dinero. Si se requiere que un operario de producción realice la compra física, este operario se encargará de llevar a cabo el pago en el lugar. Finalmente, es relevante mencionar los plazos de pago que se establecen con los proveedores. Aproximadamente el 50% de ellos ofrecen plazos que varían de 15 a 30 días; sin embargo, en el caso de importaciones, los pagos suelen realizarse al contado o por adelantado, lo que requiere una planificación financiera adecuada por parte de la empresa.

Figura 10: Flujograma del proceso de importación de materiales



Nota. Elaboración propia basada en entrevistas con el gerente de Filtración SAC.

En resumen, la adquisición de insumos en Filtración SAC es un proceso estructurado que implica una serie de pasos coordinados, desde la identificación de necesidades hasta la gestión de pagos y trámites de importación. Esta organización es clave para asegurar que la producción de filtros prensa se realice de manera eficiente y cumpliendo con los estándares de calidad establecidos.

2.6 Cadena productiva de un filtro prensa

A continuación, se mostrará a mayor detalle la cadena productiva de la empresa en la cual se muestra cuáles son los procesos y actividades para el desarrollo de los filtros prensa, así como el tiempo aproximado de fabricación (Ver Anexo I).

El proceso de producción de un filtro prensa se inicia con la adquisición de materia prima, específicamente las planchas de acero necesarias para la construcción de la estructura del filtro. A partir de aquí, se llevan a cabo varios procesos de transformación clave. Primero, se realiza el corte de planchas, seguido de procesos mecanizados que incluyen torneado, fresado y taladrado de componentes como ejes, barras y tubos, actividades esenciales para preparar los elementos que se ensamblarán posteriormente.

Una vez que las planchas han sido cortadas, se procede a la soldadura para formar la estructura metálica del filtro. Posteriormente, el equipo resultante se somete a un tratamiento superficial que abarca arenado y pintado, donde las piezas son preparadas y luego recubiertas con pintura epóxica para proteger y embellecer la estructura.

Con el equipo pintado, se avanza a la integración de componentes auxiliares, fabricando y ensamblando la unidad hidráulica y los sistemas eléctricos necesarios para el funcionamiento del filtro prensa. Esta integración es crucial para asegurar que todos los sistemas operen de manera conjunta y eficiente. En la etapa de pre ensamble y ensamble final, se ensamblan todas las partes del filtro, incluidos los componentes eléctricos y tableros. Luego, se colocan las telas filtrantes dentro del filtro de prensa, completando así el equipo (Ver Anexo M).

Finalmente, se realizan pruebas FAT (Factory Acceptance Testing) para verificar la calidad y operatividad del filtro, asegurando que cumpla con las especificaciones técnicas. Una vez superadas estas pruebas, el equipo está listo para ser entregado al cliente. El proceso también incluye la puesta en marcha del equipo en el sitio del cliente, garantizando que se cumplan todas las condiciones técnicas necesarias para su correcto funcionamiento (Ver Anexo G).

2.7 Cadena de suministro

La cadena de suministro de un filtro prensa en Filtración SAC engloba todas las etapas necesarias para transformar materias primas en filtros prensa terminados, desde la adquisición de aceros y componentes hasta su distribución a sectores como la minería o la industria química. Este proceso incluye la adquisición de insumos clave como aceros y componentes mecánicos, su almacenamiento y manejo en los almacenes de la empresa, la producción y ensamblaje de los filtros prensa, y la distribución hacia los sectores industriales que los utilizan, como minería y química. Como señalan Ballou (2004) y Christopher (2016), una cadena de suministro eficiente permite cumplir con las expectativas

del cliente en términos de tiempo, calidad y costo. Identificar y optimizar los puntos clave de esta cadena, desde los proveedores hasta la distribución final, representa una oportunidad para que Filtración SAC fortalezca su posición competitiva en el mercado industrial (Ver Anexo E).

2.8 Sistema logístico utilizado en la empresa (Make to order)

Según la entrevista realizada, el enfoque que se utiliza actualmente en la empresa es el denominado *Make to Order*. Por un lado, "*Make to Order*", también conocido por sus siglas como MTO, es un enfoque de fabricación donde los productos se producen específicamente para satisfacer los pedidos o necesidades individuales de los clientes (Altendorfer, 2014). Es decir, en lugar de mantener el inventario en stock, los productos se fabrican después de recibir un pedido confirmado. En la misma línea, se debe mencionar que este enfoque suele ser fundamental para las micro y pequeñas empresas debido a su capacidad para personalizar productos según las necesidades de los clientes, lo que conduce a una mayor satisfacción y lealtad del mismo.

Además, al minimizar el inventario en stock se reducen los costos asociados con el almacenamiento y la obsolescencia, al tiempo que se maximiza la eficiencia de los recursos y reduce el desperdicio al producir solo cuando hay demanda (Altendorfer, 2014). Para que este enfoque pueda funcionar correctamente, se necesita una coordinación estrecha con los proveedores para poder garantizar un suministro oportuno de materias primas y componentes, así como una planificación de la capacidad que permita una producción más rápida y eficiente en respuesta a la demanda del cliente (*MTO– Lean Manufacturing Japan*, n.d.).

Como puede observarse, gran parte de la evidencia empírica de este capítulo ha sido generada a través de un proceso de recolección primaria, validado en campo y reconstruido en base a criterios metodológicos sólidos (Ver Tabla 11). Esta forma de trabajo permitió suplir las limitaciones de la empresa en cuanto a documentación y registros, y dio lugar a insumos clave para el análisis posterior. Tal como señala Hernández Sampieri et al. (2014), cuando se investiga en entornos reales, la rigurosidad no depende únicamente de la fuente documental, sino del proceso de validación, contraste y análisis crítico aplicado sobre los datos.

Tabla 11. Validación metodológica de los datos utilizados en el diseño del estudio

Tipo de dato	Fuente original	Validación utilizada	Limitaciones
Layout de planta (3 pisos)	Observación directa + entrevistas	Validado con operarios de producción	No a escala técnica; representación funcional
Flujogramas (compra, importación)	Entrevistas al área administrativa	Aprobado por jefe de logística	No documentado previamente por la empresa
Cadena de suministro (Anexo E)	Visitas a planta y entrevistas	Verificado con jefe de almacén	Algunas etapas de distribución no contaban con trazabilidad

Nota. Elaboración propia.



CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL

En este capítulo se desarrolla el diagnóstico institucional siguiendo la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Aunque la tesis se enmarca dentro del enfoque Lean Manufacturing, se ha optado por utilizar la metodología DMAIC debido a su estructura clara y ordenada, lo que permite un análisis sistemático de la situación actual de la empresa Filtración SAC.

En esta sección se abordarán las primeras tres fases:

- Definir: Identificación del problema principal y su impacto en la organización.
- Medir: Cuantificación del problema a través de datos relevantes.
- Analizar: Determinación de las causas raíz del problema identificado.

1. Definir

La fase de Definir tiene como objetivo establecer claramente el problema a resolver dentro de la organización. Para ello, se han recopilado datos sobre la empresa, su producción y sus clientes más representativos.

1.1 Identificación de productos clave

A través del análisis de las ventas de la empresa en el período 2020-2024, se identificó que el producto más vendido es el filtro prensa y todas las actividades relacionadas con su venta, representando aproximadamente un 70% de los ingresos. La información se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12: Porcentajes de ventas de Filtración SAC (2020-2024) por productos y servicios

Año	Ventas de insumos	Servicios de alquiler de filtros o filtración	Servicios reparación y mantenimiento	Ventas telas	Ventas FP
2020	18,05%	4,32%	6,06%	33,65%	37,92%
2021	19,3%	0,44%	6,06%	10,13%	64,02%
2022	9,81%	3,05%	4,93%	11,14%	71,06%
2023	8,06%	2,54%	2,67%	13,66%	73,07%
2024	5,10%	0,58%	5,16%	19,42%	69,75%

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó un desglose específico de los filtros prensa y sus actividades relacionadas, lo que permitió identificar que los filtros prensa de placas de 800 mm son los de mayor rentabilidad. Esta información se resume en la Tabla 13.

Tabla 13: Porcentajes de ventas de filtros prensa y actividades relacionadas (2020-2024)

Año	Venta de insumos relacionados a los FP	Servicios relacionados a la venta de FP	Filtros prensa (mm)						
			FP 300	FP 470	FP 635	FP 800	FP 1000	FP 1200	FP lodos 1000
2020	12,02%	7,30%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	0,0%	16,3%
2021	6,28%	10,81%	0,0%	2,1%	0,0%	28,2%	2,3%	12,0%	2,4%
2022	0,50%	3,34%	6,9%	1,8%	0,0%	29,6%	25,7%	0,0%	0,0%
2023	31,64%	3,44%	0,0%	3,9%	5,2%	26,7%	0,0%	0,0%	0,0%
2024	3,30%	9,73%	0,0%	5,0%	0,0%	28,5%	0,0%	22,8%	0,0%

Nota. Elaboración propia.

Dado que estos filtros representan el mayor impacto en la empresa, se ha decidido centrar el análisis en la producción y entrega de los filtros prensa de 800 mm.

1.2 Identificación de clientes clave y sus necesidades

El análisis de la base de datos de clientes de Filtración SAC permitió clasificar a los principales consumidores en el sector de minería, que es el sector que le genera más ventas a la empresa, y el que tiene mayor demanda. También se identificaron clientes de otros sectores industriales con demandas esporádicas.

A continuación, se presenta la Tabla 14, que muestra las ventas más significativas entre los años 2020 y 2024, desglosadas por cliente y sector al que pertenecen.

Tabla 14: Segmentación de clientes

CLIENTE	INDUSTRIA	% DE VENTAS
QUIMPAC SA	Minería	18,4756%
SHAHUINDO SAC	Minería	6,0673%
ORION MINING SAC	Minería	5,2515%
ORICA MINING	Minería	4,8103%
QUIMPAC ECUADOR	Minería	3,4049%
MINERA LAS LOMAS DORADAS	Minería	3,3304%
COSEMIN PI SAC	Minería	3,1316%
GAT PERU SAC	Fertilizantes	2,7940%
BCP	Banca y finanzas	2,7901%
ARIS INDUSTRIAL SA	Química industrial	2,7493%
CHR HANSEN SA	Química industrial	2,5826%
Otros clientes	Otras industrias	44,6125%

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 14 permite apreciar lo siguiente:

Sector Minero (50,2% de las ventas): Este sector representa la mayor fuente de ingresos para la empresa. Es por ello que clientes como QUIMPAC SA y SHAHUINDO SAC realizan compras recurrentes debido a la alta demanda de filtros prensa para procesos de separación sólido-líquido.

Sector Químico Industrial (5,33%): Clientes como ARIS INDUSTRIAL SA y CHR HANSEN SA requieren filtros prensa para aplicaciones específicas dentro de sus procesos químicos.

Otros sectores (44,6%): Este grupo incluye industrias variadas con demandas puntuales y esporádicas. Su impacto en las ventas es menor, pero representan una oportunidad de expansión en mercados diversificados.

El análisis muestra que el sector minero es el segmento más importante para la empresa representando la mitad de las ventas totales. En el análisis de VOC (Tabla 13) se identificaron los CTQ's para los clientes de minería, priorizando de acuerdo a las necesidades del cliente y evaluamos los targets del VOC como los requerimientos.

Tabla 15: Análisis del VOC

Tipo	Necesidad del Cliente	CTQs	Indicador	Especificación del cliente (metas)	Nivel actual
Tiempo	Entregar filtros en tiempo	Tiempo de entrega	Tiempo promedio de entrega	≤ 2 meses	2 meses y 13 días
Calidad	Filtrar eficientemente, que no tenga problemas mecánicos	Calidad del filtro	% de filtros defectuosos	≤ 2% de defectos por 100 filtros	5 % de defectos por 100 filtros
Rendimiento	Durabilidad y eficiencia del filtro	Durabilidad	Tiempo de vida útil del filtro	≥ 20 años	≥ 20 años
Soporte Postventa	Asistencia en el uso del filtro	Respuesta en caso de fallas o dudas	Tiempo de respuesta del servicio postventa	≤ 48 horas	≤ 48 horas

Nota. Elaboración propia.

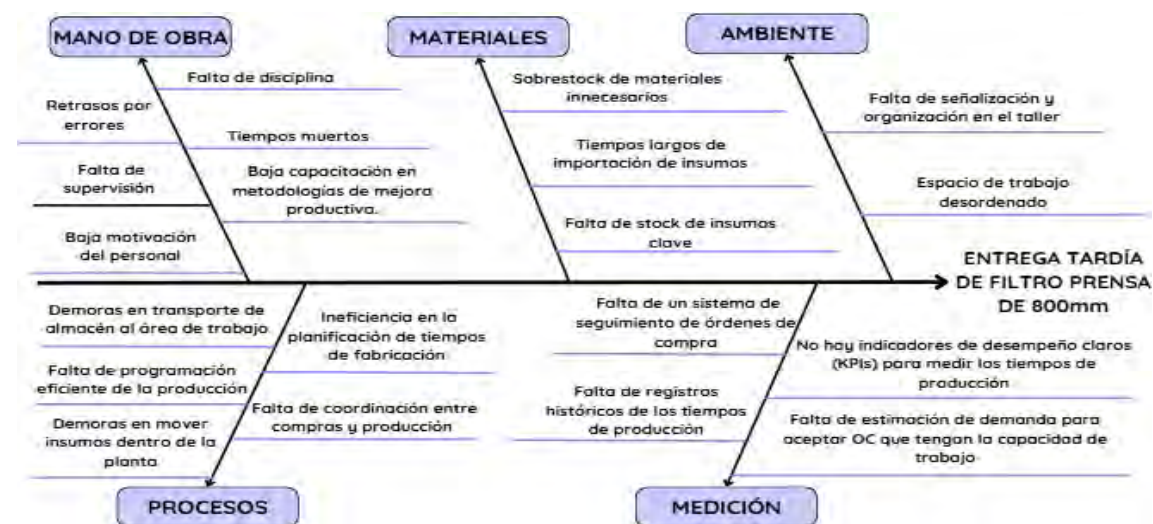
Como se puede ver en la Tabla 15, los atributos que los clientes valoran más son el tiempo de entrega, la calidad del filtro, su rendimiento y el soporte postventa. Este último resulta crucial, ya que brinda asistencia en caso de requerir especificaciones adicionales o en situaciones donde se presenten problemas con el producto. Por otro lado, la calidad es fundamental para garantizar una filtración eficiente en procesos industriales, especialmente en sectores como la minería. El filtro debe ser capaz de resistir condiciones extremas de presión y temperatura sin comprometer su rendimiento (Ver Anexo N). Por esta razón, es esencial que el filtro no presente defectos mecánicos ni fallos en los sellos, ya que cualquier imperfección podría afectar su eficiencia y generar pérdidas económicas para el cliente.

1.3 Planteamiento del problema

El problema identificado en la empresa es el retraso en la entrega de los filtros prensa de 800 mm, lo que afecta la satisfacción del cliente y la rentabilidad del negocio. En base a ello, se establece el siguiente objetivo del proyecto: Reducir el tiempo de entrega de los filtros prensa de 800 mm en Filtración SAC.

Se utilizó la herramienta Ishikawa para determinar las posibles causas del retraso en la entrega de los filtros prensa de 800 mm. Se analizaron factores relacionados con mano de obra, materiales, ambiente, procesos y mediciones.

Figura 11: Ishikawa de posibles causas del problema de entrega tardía de filtros prensa de 800 mm



Nota. Elaboración propia.

Además, se elaboró una tabla con las causas identificadas, donde se incluyeron columnas de frecuencia e impacto, permitiendo priorizar las más relevantes.

Tabla 16: Causas del problema

Causas	Frecuencia	Impacto	Resultado
Retraso por errores	1	4	4
Falta de supervisión	4	4	16
Baja motivación del personal	4	3	12
Falta de disciplina (uso del celular)	4	3	12
Tiempos muertos por falta de materiales o coordinación	5	4	20
Baja capacitación en metodologías de mejora productiva	5	2	10
Sobre Stock de materiales innecesarios	4	2	8
Tiempos largos de importación de insumos	2	5	10
Falta de stock de insumos clave	5	5	25

Tabla 16: Causas del problema (Continuación)

Causas	Frecuencia	Impacto	Resultado
Falta de señalización y organización en el talles	3	4	12
Espacio de trabajo desordenado	4	3	12
Demoras en transporte de almacén en el área de trabajo	2	2	4
Demoras en mover insumos dentro de la planta	4	4	16
Ineficiencia en la planificación de tiempos de fabricación	3	4	12
Falta de coordinación entre compras y producción	3	3	9
FALta de un sistema de seguimiento de ordenes de compra	5	3	15
Falta de registros históricos de los tiempos de producción	5	3	15
No hay indicadores (KPIs) para medir los tiempos de producción	5	3	15
Falta de estimación de demanda para aceptar OC que tengan capacidad de trabajar	5	4	20

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se aplicó el diagrama de Pareto (ver Anexo O) para consolidar los principales problemas en tres causas clave:

1. Falta de control en la producción
2. Carencia de insumos en el momento requerido
3. Desorganización en el espacio de trabajo

2. Medir

La fase de Medir permite cuantificar el problema identificado y evaluar su impacto en la organización. Se realizó un análisis detallado de los tiempos de producción, dividiendo el proceso en etapas específicas. Inicialmente, se midieron los tiempos por procesos, y posteriormente, por recomendación de un asesor, se desglosaron también los tiempos por persona, lo que permitió identificar posibles cuellos de botella y variaciones en la eficiencia del personal. Los datos obtenidos fueron representados en un cronograma, que se adjunta en el anexo G.

2.1 Lead time del proceso productivo

Tras realizar una visita al taller (Ver Anexo K) donde se llevan a cabo las actividades de producción y entrevistar a los operarios, se observó que existían períodos en los que los trabajadores no estaban involucrados en actividades productivas. Durante estos momentos, se identificaron conductas como conversaciones con otros empleados o la realización de tareas que no generan valor.

A partir de esta observación de campo, se constató que los tiempos efectivos de fabricación del producto, en este caso el filtro prensa, podrían reducirse significativamente. Además, se identificó que, además de los periodos improductivos, otro factor que incide en la prolongación del tiempo de fabricación es la falta de materiales. Esta carencia ocasiona demoras, ya que los operarios deben esperar a que se adquieran los insumos necesarios para continuar con el trabajo.

En la siguiente tabla se presentan los procesos involucrados en la fabricación de un filtro prensa, junto con los tiempos en horas que requiere cada uno de ellos (Lead Time). Cabe destacar que una jornada laboral estándar comprende 8 horas. Asimismo, es importante mencionar que muchos de estos procesos se llevan a cabo de manera simultánea, por lo que consideró el tiempo mayor de la actividad que se realiza de manera simultánea con otras. Para un análisis más detallado de los tiempos totales, se puede consultar el Anexo G, donde se presenta un cronograma en formato Gantt que muestra el tiempo de fabricación de un filtro prensa.

Tabla 17: Tiempo real que tarda en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm en días y horas

Procesos	Tiempo Real Días	Tiempo Real Considerando La Simultaneidad	
		Días	Horas
Confección de planos, validación de dimensiones	16	16	128
Importación de tubos y barras (en stock)	depende		
Compra de materiales locales	depende		
Habilitado de elementos para la placa cabeza	5	5	40
Habilitado de piezas para el manifold (placa cabeza)	5		
Habilitado de piezas para la placa cola	5		
Habilitado de piezas para las barras laterales	5		
Habilitado base para la bomba hidráulica	2		
Habilitado de la base del bloque hidráulico	2		

Tabla 17: Tiempo real que tarda en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm en días y horas (Continuación)

Procesos	Tiempo Real Días	Tiempo Real Considerando La Simultaneidad			
Habilitado base para la bomba hidráulica	2				
Habilitado de la base del bloque hidráulico	2				
Fabricar estructura - soldadura y armado de la plaza cabeza	5	5	40		
Fabricar estructura - soldadura y armado (placa de cola)	5				
Habilitado de piezas para la placa móvil	5				
Habilitado de piezas para el carrito separador	4				
Arenado y pintado base (tercerizado) para la placa cabeza	5				
Arenado y pintado base (tercerizado) para la placa de cola	5	5	40		
Fabricar estructura - soldadura y armado de la placa móvil	5				
Fabricar estructura - corte y soldadura de las barras laterales	5				
Mecanizado de tubos y barras y elementos del cilindro hidráulico	5				
Fabricación de carrito separador	5				
Fabricación de manifold para la placa cabeza	5	5	40		
Arenado y pintado base (tercerizado) de la placa móvil	5				
Arenado y pintado base (tercerizado) para las barras laterales	5				
Fabricación del cilindro hidráulico - soldadura	5				
Montaje de válvulas automáticas a la placa cabeza	4				
Revestido con acero inoxidable de la placa móvil	5	5	40		
Revestido con acero inoxidable de las barras laterales	5				
Fabricación de carrito separador	5				
Armado general de la estructura de las barras laterales	3				
Fabricación del cajón aceite para la unidad hidráulica	2				
Fabricación del bloque hidráulico	5	14	112		
Fabricación de carril en acero inoxidable para el carrito separador	4				
Armado general del filtro prensa	3				
Montaje del cajón de aceite, bloque y motores eléctricos en la unidad hidráulica	7				
Pintado general de la estructura del filtro prensa	4				
Montaje de carrito separador en filtro prensa	4				
Armado de tableros eléctricos + programas para el sistema eléctrico	5				
Ensamblaje de la unidad hidráulica	2				
Montaje de tableros eléctricos en filtro prensa y automatización	2			2	16
Conexión de cables para el sistema eléctrico	5			5	40
Pruebas en vacío - unidad hidráulica + separador de placas	4	4	32		
Montaje de placas filtrantes en filtro prensa	1	1	8		
Prueba de <u>válvulas</u> , PLC y sistema automático	2	2	16		
Prueba de prensado	1	1	8		
Desmontaje de filtro prensa	1	1	8		

Tabla 17: Tiempo real que tarda en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm en días y horas (Continuación)

Procesos	Tiempo Real Días	Tiempo Real Considerando La Simultaneidad	
Despacho de equipo a la empresa	1	1	8
Montaje del filtro	1	1	8
TOTAL LEAD TIME:		73	584

Nota. Elaboración propia. *1 día laboral = 8 horas

Como se muestra en la Tabla 17, el *Lead Time*, que corresponde al tiempo total necesario para completar todo el proceso de fabricación del producto, es de 584 horas. Esto equivale a 2 meses y 13 días (73 días).

3. Analizar

La fase de Analizar tiene como objetivo determinar las causas raíz del problema a partir de los datos recopilados y analizar los tiempos reales de fabricación.

3.1 Análisis de causas raíz con los 5 Porqués

Se aplicó la herramienta de los 5 Porqués a las tres causas principales identificadas:

a. *Falta de control en la producción*

- P1: ¿Por qué hay carencia de control en la producción?
- R1: Porque no se hace un seguimiento adecuado de los tiempos y procesos de fabricación
- P2: ¿Por qué no se hace un seguimiento adecuado?
- R2: Porque no existen indicadores de desempeño ni registros históricos confiables
- P3: ¿Por qué no existen indicadores ni registros confiables?
- R3: Porque no hay un sistema formal de monitoreo y control de producción
- P4: ¿Por qué no hay un sistema formal de monitoreo?
- R4: Porque la empresa no ha implementado herramientas de control o software de gestión
- P5: ¿Por qué no ha implementado herramientas de control?
- R5: Porque no ha identificado la necesidad o no ha destinado presupuesto para ello

b. Carencia de insumos en el momento requerido

- P1: ¿Por qué hay carencia de insumos cuando se necesitan?
- R1: Porque no hay suficiente stock disponible en el momento adecuado
- P2: ¿Por qué no hay suficiente stock disponible?
- R2: Porque no se realiza una planificación eficiente de compras y almacenamiento
- P3: ¿Por qué no se realiza una planificación eficiente?
- R3: Porque no hay una previsión basada en demanda real ni en un sistema de gestión de inventarios
- P4: ¿Por qué no hay una previsión basada en la demanda real?
- R4: Porque los pedidos de insumos se hacen de manera reactiva en lugar de proactiva
- P5: ¿Por qué los pedidos se hacen de manera reactiva?
- R5: Porque no se cuenta con un modelo de pronóstico de demanda ni coordinación entre producción y compras

c. Desorganización en el espacio de trabajo

- P1: ¿Por qué hay desorganización en el espacio de trabajo?
- R1: Porque no hay un orden establecido para herramientas, materiales y productos en proceso
- P2: ¿Por qué no hay un orden establecido?
- R2: Porque no existen normas claras de organización ni señalización adecuada
- P3: ¿Por qué no existen normas claras de organización?
- R3: Porque no se han definido ni implementado estándares de trabajo como 5S o Layout eficiente
- P4: ¿Por qué no se han definido estos estándares?
- R4: Porque no se ha identificado la desorganización como un problema crítico que afecta la producción
- P5: ¿Por qué no se ha identificado como problema crítico?
- R5: Porque no se han medido los impactos de la desorganización en tiempos de producción y calidad.

3.2. Análisis del Touch time del proceso productivo

Tabla 18: Tiempo ideal que tardaría en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm (en días y horas) si se excluyen actividades que no generan valor

Procesos	Tiempo Ideal Días	Tiempo Real Considerando La Simultaneidad	
		Días	Horas
Confección de planos, validación de dimensiones	10	11	88
Importación de tubos y barras (stock)	depende		
Compra de materiales locales	2		
Habilitado de elementos para la placa cabeza	1	6	48
Habilitado de piezas para el manifold para la placa cabeza	2		
Fabricar estructura – soldadura y armado de la placa cabeza	3		
Fabricar estructura – soldadura y armado de la placa cola	3		
Habilitado de piezas para las barras laterales	1		
Habilitado base para la bomba hidráulica	2		
Habilitado de piezas para la placa cola	1		
Habilitado de piezas para la placa móvil	1		
Habilitado de la base del bloque hidráulico	2		
Habilitado de piezas para el carrito separador	2		
Arenado y pintado base (tercerizado) de la placa cabeza	1		
Arenado y pintado base (tercerizado) de la placa cola	1		
Fabricar estructura – soldadura y armado de la placa móvil	2		
Fabricar estructura – corte y soldadura de las barras laterales	3		
Mecanizado de tubos y barras y elementos del cilindro hidráulico	3		
Fabricación de manifold para la placa cabeza	2		
Arenado y pintado base (tercerizado) de la placa móvil	1		
Montaje de válvulas automáticas en la placa cabeza	1/8	1	8
Revestido con acero inoxidable de la placa móvil	1		
Arenado y pintado base (tercerizado) de las barras laterales	5		
Revestido con acero inoxidable de las barras laterales	2	4	32
Fabricación del cilindro hidráulico - soldadura	2		
Fabricación de carrito separador	4		
Armado general de la estructura de las barras laterales	1		
Fabricación del cajón aceite para la unidad hidráulica	1		
Armado general del filtro	4/8		
Pintado general de la estructura del filtro	1	4	32
Fabricación del bloque hidráulico	2		
Montaje del cajón de aceite, bloque y motores eléctricos para la unidad hidráulica	4		
Fabricación de carril en acero inoxidable para el carrito separador	2		

Tabla 18: Tiempo ideal que tardaría en fabricarse un filtro prensa de placas de 800 mm (en días y horas) si se excluyen actividades que no generan valor (Continuación)

Procesos	Tiempo Ideal Días	Tiempo Real Considerando La Simultaneidad	
		Días	Horas
Montaje de carrito separador en filtro prensa	2		
Armado de tableros eléctricos + programas para el sistema eléctrico	2		
Ensamblaje de la unidad hidráulica	1	1	8
Montaje de tableros eléctricos en filtro prensa, automatización	1	1	8
Conexionado de cables para el sistema eléctrico	3	3	24
Pruebas en vacío - unidad hidráulica + separador de placas	1	1	8
Montaje de placas filtrantes en filtro prensa	1	2	16
Prueba de válvulas, PLC y sistema automático	2		
Prueba de prensado	1	1	8
Desmontaje de filtro prensa	1	1	8
Despacho de equipo a la empresa	1	1	8
Montaje del filtro	1	1	8
TOTAL TOUCH TIME:		38	304

Nota. Elaboración propia. *1 día laboral = 8 horas

Por otro lado, el *Touch Time*, que representa el tiempo activo y directo de trabajo sobre el producto, asciende a 304 horas, lo que corresponde a 1 mes y 8 días (38 días). Esto significa que hay 280 horas durante las cuales no se está generando valor agregado al producto.

3.3 Impacto económico de la demora

Para evaluar el impacto económico de los retrasos en la fabricación de los filtros prensa. Se realizó un análisis del impacto económico asociado al tiempo muerto de producción, tomando como referencia el caso de los filtros prensa de 800 mm. Para este cálculo se consideraron dos fuentes principales de información.

3.3.1. Tiempo muerto de producción

Se elaboró una tabla (ver Anexo P), Tiempos muertos de producción en días por procesos y operarios, que registra las actividades de cada proceso, el personal responsable y los días adicionales empleados respecto al cronograma ideal. Para esto, solo se consideran los procesos que tienen tiempos muertos. No se consideran aquellos procesos que son tercerizados.

3.3.2. Costos laborales de los operarios

Se construyó una segunda tabla (ver Anexo Q), Sueldos y beneficios sociales de operarios del área de producción de filtros prensa de Filtración SAC, en la cual se consignaron los sueldos mensuales de cada trabajador, así como los beneficios sociales asociados (vacaciones, gratificaciones, bonificación extraordinaria, CTS, salud, SCTR, seguro y seguro vida ley). A partir de ello se obtuvo el costo real mensual por operario, que refleja el gasto total de la empresa por cada trabajador.

Con esta información se elaboró la Tabla 19, en la cual se relaciona el tiempo muerto de producción con el costo real mensual por trabajador. El cálculo se efectuó dividiendo el costo mensual entre 30 días, para obtener un costo diario por operario, y multiplicándose por los días de retraso registrados en cada proceso.

El resultado final muestra que, para un ciclo de fabricación de un filtro prensa (aproximadamente 2 meses y 13 días, en promedio), las demoras generan un monto total de pérdida económica significativo de S/. 11,720, atribuible únicamente al gasto laboral improductivo. Este análisis evidencia que los retrasos en el proceso no solo afectan el cumplimiento de plazos de entrega y la satisfacción del cliente, sino que además representan un costo económico tangible para la empresa, que se acumula en cada proyecto y reduce la rentabilidad global.

Tabla 19: Impacto económico de la demora por hora

Personal	Sueldo Mensual (incluye %afp)	Carga	Costo real mensual	Costo real diario	Tiempo muerto de producción (días)	Pérdida
Dibujante	S/ 2500	709.03	S/ 3209.03	S/ 106.97	6	S/ 641.8
Operario 1	S/ 3000	873.33	S/ 3873.33	S/ 129.11	13	S/ 1678.4
Operario 2	S/ 3000	873.33	S/ 3873.33	S/ 129.11	16	S/ 2065.8
Operario 3	S/ 2200	623.94	S/ 2823.94	S/ 94.13	10	S/ 941.3
Operario 4	S/ 2200	640.44	S/ 2840.44	S/ 94.68	13	S/ 1230.9
Operario 5	S/ 4200	1222.67	S/ 5422.67	S/ 180.76	8	S/ 1446.0
Operario 6	S/ 3000	873.33	S/ 3873.33	S/ 129.11	6	S/ 774.7
Operario 7	S/ 3000	873.33	S/ 3873.33	S/ 129.11	14	S/ 1807.6
Operario 8	S/ 2650	751.57	S/ 3401.57	S/ 113.39	10	S/ 1133.9
PÉRDIDA TOTAL:						S/ 11720.3

Nota. Elaboración propia.

3.4 Análisis de desperdicios (modelo 7+1)

Se realizó un recuento de la frecuencia con la que se observó cada tipo de desperdicio, según el modelo de los 7 desperdicios, más el octavo relacionado con el intelecto, durante el proceso de fabricación de un filtro prensa de placas de 800 mm. Los resultados muestran que el desperdicio más frecuente está asociado con el movimiento innecesario de las personas, representando el 40% del total de los desperdicios observados. Estos se dan cuando un empleado se traslada repetidamente o se inclina varias veces para levantar o transportar objetos pesados. Otro desperdicio relevante es el de las esperas o demoras innecesarias, que constituyen el 27% del total y están relacionadas tanto con el movimiento ineficiente de los operarios como con la falta de insumos necesarios para continuar con la producción.

Además, el desperdicio de transporte innecesario, que representa un 17%, también se observó con frecuencia, ya que muchos insumos se encuentran dispersos o ubicados a gran distancia dentro del taller. Este problema genera una pérdida de tiempo y esfuerzo, incrementando a su vez las demoras y los tiempos de espera, lo que afecta negativamente la eficiencia del proceso productivo. Cabe destacar que las etapas del proceso productivo en las que se observaron esa mayor cantidad de desperdicios fueron las de la fabricación de la placa cabeza, la fabricación de la unidad hidráulica, y la fabricación de las barras laterales (Ver Anexo L). De manera detallada, esta contabilización de las veces que ocurrieron los desperdicios se puede apreciar en el Anexo F. A continuación, se presenta la Tabla 20 con las causas de cada desperdicio y posibles soluciones.

Tabla 20: Causas y soluciones de los desperdicios en el proceso de producción de un filtro prensa

Categoría del desperdicio	Descripción	Causa raíz (principal)	Solución propuesta
Sobre Producción	No se encontraron desperdicios	-	-
Espera o demora innecesaria	Tiempo en días que los empleados pierden esperando la disponibilidad de materiales o insumos.	No se compran anticipadamente los insumos. Supervisión ineficiente del tiempo de trabajo.	Contratar a un supervisor encargado de monitorear y asegurar el cumplimiento eficiente de las tareas asignadas al personal de producción.
Transporte innecesario	Transporte innecesario de insumos que genera pérdida de tiempo y esfuerzo.	Algunos insumos se encuentran en ubicaciones alejadas o dispersas dentro del taller.	Reorganizar el almacenamiento de insumos en ubicaciones estratégicas y cercanas a cada área de producción
Sobre Procesamiento	Reprocesos que se realizan debido a errores identificados durante las etapas del proceso productivo	Capacitación inadecuada e ineficiencia en tiempos de entrega	Implementar procedimientos estándar (SOP) y controles de calidad en puntos críticos del proceso.
Inventario (WIP)	Sobrante de inventario que no genera valor, ocupa espacio en el taller y dificulta el orden del área de trabajo.	Falta de eficiencia en el control de inventarios y sincronización inadecuada entre procesos	Optimizar el control de inventarios con un sistema Just In Time (JIT) para evitar acumulación y liberar espacio útil.
Defectos	Defectos durante el proceso	Asignación inadecuada de tareas a algunos operarios y procesos no estandarizados.	Capacitar al personal periódicamente y aplicar controles de calidad en cada etapa de fabricación.
Movimiento innecesario de personas	Movimientos innecesarios complicados empleados o maquinaria	La falta de orden y una distribución ineficiente en la planta y de un sistema que permita levantar fácilmente objetos pesados	Aplicar la metodología de las 5S para mantener el orden, limpieza y organización. Reorganizar la distribución del taller para reducir desplazamientos innecesarios.
Intelecto	Cuando no se utiliza todo el potencial humano que la empresa tiene a su disposición	El empleado que ha propuesto proyectos para mejorar el taller tiene sobrecarga de tareas	Optimizar los tiempos de entrega de un filtro prensa

Nota. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 20, se han identificado diversas causas y posibles soluciones específicas. En primer lugar, el movimiento innecesario de las personas, que representa el 40% de los desperdicios, se debe a la falta de una organización eficiente del espacio de trabajo. La falta de orden y una distribución ineficiente en la planta generan obstáculos por la presencia de objetos dispersos, lo que dificulta el desplazamiento. Además, algunos objetos pesados retrasan el trabajo al requerir más tiempo para ser levantados o transportados. La solución propuesta es reorganizar el taller de manera que las herramientas y materiales estén ubicados en zonas de fácil acceso para los operarios, lo que reducirá los desplazamientos y optimizará el tiempo de trabajo.

En cuanto a las esperas o demoras innecesarias, que constituyen el 27% de los desperdicios, su origen se encuentra tanto en el movimiento ineficiente de los operarios como en la falta de insumos necesarios para continuar con la producción. Además, durante estos períodos, los trabajadores no avanzan en su trabajo y, en su lugar, tienden a conversar, usar sus teléfonos móviles o realizar actividades que no contribuyen al proceso productivo. Para resolver este problema, se recomienda mejorar la planificación y gestión de inventarios, garantizando que los materiales estén disponibles en el momento justo, lo que evitará paradas innecesarias en la producción.

Finalmente, el desperdicio de transporte innecesario, que representa el 17%, se origina por la dispersión de los insumos dentro del taller, lo que obliga a los operarios a realizar desplazamientos largos y poco eficientes. La solución sería reorganizar la disposición de los materiales, colocándolos en lugares estratégicos que minimicen los tiempos de transporte y mejoren el flujo de trabajo; con la implementación de estas mejoras, se espera reducir significativamente los desperdicios identificados, mejorando así la eficiencia general del proceso de fabricación.

CAPÍTULO 5: DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo se presentará el diseño de una propuesta de mejora enfocada en optimizar los procesos dentro del contexto de la empresa Filtración SAC, particularmente en el sector metalmecánico. Para ello, se abordarán diversas metodologías y estrategias que permitirán mejorar la eficiencia y competitividad de la organización. En primer lugar, se propondrá la generación de orden según las 5S, una metodología que busca la organización y estandarización del espacio de trabajo para mejorar la productividad y reducir el desperdicio.

En segundo lugar, se desarrollará una propuesta para la implementación de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP), el cual permitirá optimizar la gestión de insumos y asegurar la disponibilidad de materiales en cada etapa del proceso productivo. Este sistema se basará en el análisis de datos históricos de compras y producción, estableciendo una planificación estructurada que reduzca retrasos y costos asociados a la adquisición de materiales.

La propuesta del MRP incluirá la identificación de los insumos críticos, la estimación de tiempos de reposición y la integración con los tiempos de producción. Asimismo, se definirán estrategias para la automatización del registro de compras, la generación de alertas de reabastecimiento y la programación eficiente de pedidos a proveedores, alineando la disponibilidad de insumos con la demanda esperada.

1. Generación de orden según las 5S

Con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa en Filtración SAC, se propone la implementación de la herramienta 5S, un enfoque estructurado que permite optimizar la organización del espacio de trabajo, reducir desperdicios y mejorar la productividad. La siguiente tabla describe cómo cada una de las 5S puede contribuir a solucionar los problemas identificados en el diagnóstico institucional, enfocándose en la mejora de la disposición de los materiales, la reorganización de las áreas de trabajo y el establecimiento de hábitos de orden y limpieza. Estas acciones permitirán optimizar el proceso de fabricación de los filtros prensa y reducir tiempos improductivos.

A continuación, se describen las soluciones propuestas, basadas tanto en la herramienta 5S como en las recomendaciones previas para abordar los desperdicios:

1.1 Clasificación (Seiri)

Los desperdicios relacionados con las demoras innecesarias y el transporte excesivo surgen por la falta de planificación y organización adecuada en el espacio de trabajo. Para mejorar esto, es clave reorganizar el taller, eliminando materiales innecesarios y asignando áreas específicas para los insumos de uso frecuente. Esta reestructuración asegura que los materiales puedan ser fácilmente accesibles cuando se necesiten, reduciendo tiempos de espera y desplazamientos innecesarios. Además, mantener el orden en el lugar de trabajo facilita que los operarios encuentren rápidamente las herramientas y materiales, mejorando la eficiencia del proceso productivo.

En este paso se puede empezar clasificando los materiales de la siguiente forma:

1.1.1. **Materiales necesarios** (imprescindibles para la fabricación del filtro prensa)

- Planchas de acero inoxidable
- Plancha de acero al carbono
- Tuberías de acero al carbono e inoxidable
- Accesorios de acero al carbono e inoxidable
- Motores y componentes eléctricos
- Componentes para soldadura
- Placas de polipropileno
- Telas filtrantes
- Bombas hidráulicas y accesorios
 - Presostatos
 - Tubos hidráulicos
 - Válvulas automáticas
- Rodamientos

1.1.2. Materiales ocasionales (se usan en algunos casos, pero no siempre en cada fabricación de filtro prensa)

a. *Elementos para estructuras auxiliares*

- Canales
- Visores de nivel

b. Equipos de protección y seguridad

- Guantes de cuero y jebe
- Mascarillas y filtros 3M

c. Elementos de ensamblaje y mantenimiento

- Bridas slip-on de acero inoxidable
- Uniones universales PP y accesorios de tuberías de polipropileno

d. Materiales innecesarios (ocupan espacio sin ser usados o no aportan valor actual al proceso)

- Herramientas en desuso (en el primer piso, ocupando 70% del almacén)
- Materiales de acero inoxidable acumulados sin uso en el taller (obstruyendo el paso de los operarios)
- Documentos antiguos sin revisar en el almacén del segundo piso, donde deben guardarse materiales de valor
- Residuos de fabricación no clasificados (posibles descartes de planchas o tubos no utilizados en proyectos anteriores)

Se recomienda clasificar y digitalizar documentos para liberar espacio en el segundo piso.

1.2. Organización (Seiton)

Los defectos y los reprocesos innecesarios en la producción son problemas que pueden atribuirse a la falta de estandarización y la acumulación de suciedad o desorden en el área de trabajo. Además, establecer controles de calidad en puntos críticos del proceso es una medida que complementa estas soluciones, contribuyendo a una producción más fluida y sin retrabajos. El objetivo de esta etapa es asignar un lugar específico para cada material y garantizar un acceso rápido y seguro.

1.2.1. Diseño de almacenamiento eficiente

- Implementación de racks y estanterías modulares, optimizando el espacio vertical.
- Asignación de ubicaciones fijas para cada tipo de insumo, evitando acumulaciones desordenadas.

- Uso de señalización clara (etiquetas con códigos QR o barras) para identificar cada área.

a. Organización por categorías y rotación

- Insumos de alta rotación (placas filtrantes, telas filtrantes, válvulas) deben estar en zonas de acceso rápido.
- Materiales de media y baja rotación (equipos eléctricos, conexiones específicas) se almacenan en áreas secundarias.
- Herramientas de uso frecuente en estaciones de trabajo específicas para cada operario.

b. Estandarización del sistema de almacenamiento

- Implementación de contenedores con etiquetas para piezas pequeñas como pernos y accesorios.
- Uso de un código de colores para diferenciar tipos de insumos y niveles de prioridad.
- Definir una zona de recepción y despacho para evitar congestión en el almacén.

1.3 Seiso (Limpieza)

Se debe implementar un sistema de limpieza diaria, junto con la creación de procedimientos estándar (SOP), lo que permitiría no solo mantener el orden en el taller, sino también asegurar que los operarios sigan un flujo de trabajo organizado y controlado, minimizando errores y fallos. El objetivo es garantizar un entorno de trabajo limpio y libre de residuos, lo que contribuye a la seguridad y eficiencia operativa.

1.3.1. Definición de rutinas de limpieza

- Asignación de responsables diarios para la limpieza del área de almacenamiento y producción.
- Implementación de un cronograma de limpieza semanal para inspección de estanterías y equipos.
- Uso de listas de verificación para garantizar que cada zona sea limpiada correctamente.

1.3.2. Manejo de residuos y materiales dañados

- Creación de un protocolo para desechar materiales obsoletos o deteriorados de manera responsable.
- Separación de residuos reciclables (metales, plásticos) y desechos generales.
- Uso de contenedores adecuados para evitar acumulación de polvo o grasa en los insumos.

1.3.3. Mantenimiento preventivo de herramientas y equipos

- Revisión periódica de herramientas para evitar fallas por acumulación de suciedad.
- Limpieza de filtros y equipos eléctricos para prolongar su vida útil.
- Implementación de un sistema de reporte rápido en caso de detectar anomalías en los equipos.

Se recomienda reubicar materiales eléctricos e hidráulicos mal ubicados en el segundo piso hacia el primero, depurar herramientas antiguas y materiales de acero inoxidable innecesarios en el primer piso, y optimizar el espacio del tercer piso (área de telas) para almacenamiento de materiales de uso frecuente.

1.4. Disciplina y cultura de mejora continua (Shitsuke)

Es esencial que se mantenga la disciplina en el cumplimiento de las normas de trabajo y la cultura de mejora continua para evitar los movimientos innecesarios de personas y las demoras causadas por la falta de organización. Por esto, la capacitación periódica y las auditorías continuas refuerzan la importancia de seguir los procedimientos establecidos, asegurando que los operarios se adhieran a las mejores prácticas de trabajo. De esta manera, la empresa puede mantener un nivel de eficiencia constante y evitar la repetición de errores o el incumplimiento de las normativas que afectan la producción.

2. Propuesta de MRP para la gestión de insumos

Debido a que la empresa enfrenta dificultades en la planificación de insumos necesarios para la producción de filtros prensa de 800 mm, es recomendable implementar un sistema MRP para la planificación de requerimientos de insumos. Entre los principales problemas detectados se encuentran:

- Falta de planificación eficiente en la adquisición de materiales.
- Tiempos muertos en producción debido a la falta de insumos en el momento necesario.
- Dependencia de compras urgentes, lo que incrementa costos y genera demoras en la producción.
- Ausencia de un sistema estructurado para prever las necesidades de insumos con base en la demanda.

El MRP (Sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales) es una herramienta que sirve para poder planificar y que permite calcular la cantidad exacta de materiales necesarios y el momento adecuado para su compra. Esta herramienta se basa en la demanda de producción. En la misma línea, su implementación es de importancia, pues conlleva a la optimización del inventario, lo que reduciría los costos asociados a compras urgentes y almacenamientos innecesarios.

2.1 Justificación de su implementación

Luego de implementar los pasos de la metodología 5S, el MRP puede complementar, ya que, mientras que las 5S optimizan el orden y la eficiencia dentro del área de producción, el MRP mejora la planificación de insumos. Al trabajar estas dos en conjunto, ambas herramientas pueden reducir significativamente los tiempos de producción y entrega, mejorando la productividad general de la empresa. Por otro lado, se esperan mejoras como:

- Mejor coordinación con proveedores, puesto que evita que se realicen compras de última hora y reduce tiempos de espera en producción.
- Optimización de inventarios al mantener un stock mínimo necesario para evitar desperdicios y costos de almacenamiento. Se minimizan los pedidos innecesarios y se mejora la eficiencia en el uso de materiales.
- Mejor cumplimiento de los tiempos de entrega, ya que los pedidos de insumos se ajustan a los cronogramas de producción.
- Mejor control sobre los procesos de producción, pues con una planificación detallada se pueden reducir las interrupciones en la línea de producción.

2.2. Análisis de datos y estimación de demanda

Se estimó que, aproximadamente, la empresa recibe pedidos cada 6 meses. Esta información se recopiló de las órdenes de compra de filtros prensa de 800 mm que la empresa recibe (ver Tabla 21).

Tabla 21: Cantidad órdenes recibidas de filtros

Fecha de OC	Cantidad solicitada	Empresa
Dic-20	1	Empresa 1
Dic-20	1	Empresa 2
Ene-21	1	Empresa 3
Mar-21	1	Empresa 4
Ene-22	2	Empresa 5
Jun-22	1	Empresa 6
Ene-23	1	Empresa 7
Ene-23	1	Empresa 8
Jul-23	1	Empresa 9
Set-24	1	Empresa 10
Oct-24	1	Empresa 11

Nota. Elaboración propia.

Se recopilaron datos de las compras relacionadas a la fabricación de un filtro prensa de 800 mm (de acuerdo a una orden de compra para exportación), lo que permite utilizarlo como referencia para futuras planificaciones. Se organizaron los datos de manera resumida en una tabla, donde se observan categorías que agrupan distintos insumos utilizados, el nivel de criticidad de los insumos, el tiempo aproximado de entrega (en el caso de insumos locales suele ser el mismo día, y de importaciones en una semana), y finalmente la frecuencia de su uso.

Tabla 22: Frecuencia de uso de materiales

Categoría	Criticidad	Tiempo de Entrega	Frecuencia de Uso
Conexiones y accesorios	Alta	Mismo día o pocos días	Uso frecuente
Materiales estructurales	Alta	Mismo día o pocos días	Uso muy frecuente
Componentes hidráulicos	Alta	Mismo día o pocos días	Uso frecuente
Motores y automatización	Alta	1 semana	Uso ocasional
Acabados y recubrimientos	Media	Mismo día o pocos días	Uso moderado
Sujeción y fijaciones	Media	Mismo día o pocos días	Uso muy frecuente
Servicios y logística	Baja	Mismo día o pocos días	Uso ocasional

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 22 se puede apreciar que las estructuras metálicas y los elementos de fijación se usan constantemente en la fabricación de los filtros, mientras que los motores y sensores pueden depender del nivel de automatización requerido.

Por otro lado, se evaluó la dependencia de ciertos proveedores, y se identificó que se depende en gran medida de los proveedores de planchas y otros materiales de acero inoxidable, y componentes hidráulicos y eléctricos, que son los insumos de mayor precio y altamente relevantes para empezar a fabricar el filtro y para el proceso.

2.3. Fases de implementación del MRP

2.3.1. Fase 1- Creación de la lista de materiales

La metodología 5S permite clasificar los materiales de la empresa, con ello se puede identificar de manera más sencilla aquellos insumos que se requieren para fabricar un filtro prensa de 800 mm.

2.3.2. Fase 2 - Tiempos de reposición

A continuación, se deben asignar tiempos estimados de reposición a cada insumo. Para este caso se obtuvo información de entrevistas a los encargados de las compras en la empresa y la revisión de documentos de compras (Ver Tabla 23).

Tabla 23: Tiempos estimados de reposición por categoría de insumos

Categoría	Tiempo de Reposición
Conexiones y accesorios	1-3 días
Materiales estructurales	3-7 días
Componentes hidráulicos	5-7 días
Motores y automatización	7 días
Acabados y recubrimientos	1-3 días
Sujeción y fijaciones	1-3 días
Servicios y logística	Variable

Nota. Elaboración propia.

2.3.3. Fase 3 - Planificación de compras y producción

Los pedidos deben integrarse con los tiempos ideales de producción (Touch Time), que son de 1 mes y 8 días de fabricación. Por lo que es importante evaluar qué insumos se utilizan para cada proceso, identificar en cuánto tiempo el proveedor entrega el insumo, y de esa forma realizar el pedido. También se debe tomar en cuenta cuáles son aquellos cuyo tiempo de reposición es más frecuente, para poder mantener un stock necesario. Asimismo, se debe tomar en cuenta que los materiales altamente críticos estén disponibles antes de iniciar la fabricación.

Por otro lado, se debe coordinar la producción de manera que el filtro prensa esté terminado 2 días antes de su despacho al cliente y de realizar el montaje, que es el tiempo que dura esos procesos.

2.3.4. Fase 4 - Implementación de una herramienta de Gestión MRP

Se recomienda a la empresa utilizar un software ERP para automatizar:

- Registro de compras y tiempos de entrega.
- Cálculo de necesidades futuras según la demanda esperada.
- Alertas de reabastecimiento para insumos críticos.

Para ello, se recomienda realizar una prueba piloto con un pedido de filtro prensa para evaluar la eficiencia del MRP. Es importante capacitar al personal en el uso de la

herramienta de gestión MRP y evaluar la integración con un software ERP si el volumen de producción aumenta en el futuro.

Por otro lado, durante el diagnóstico se identificaron limitaciones adicionales en el proceso productivo, que no fueron abordadas en profundidad en esta propuesta, pero que tienen un impacto directo en la eficiencia operativa. En particular, se evidenció la ausencia de indicadores formales que permitan monitorear el desempeño del proceso, así como una falta de visibilidad sobre los tiempos reales de producción, lo cual limita la capacidad de supervisión y de mejora continua. Asimismo, los largos tiempos de importación de insumos críticos, afectan la planificación y el cumplimiento de plazos con los clientes. Aunque estas problemáticas no fueron tratadas cuantitativamente en el presente estudio, se consideran relevantes y se abordarán como recomendaciones complementarias.



CAPÍTULO 6: HALLAZGOS

El análisis de los procesos productivos ha permitido identificar múltiples factores que afectan la eficiencia en la fabricación de filtros prensa de 800 mm. A través de la metodología DMAIC, se han detectado ineficiencias operativas, desperdicios en el flujo de trabajo, problemas en la gestión de almacenamiento e inventarios, y una falta de sincronización entre áreas clave como compras, producción y logística. Estos hallazgos han sido sustentados con datos obtenidos de la observación directa, encuestas a trabajadores y análisis de tiempos en cada etapa del proceso productivo, lo que permite validar la magnitud del impacto de cada problema identificado. A continuación, se detallan los principales hallazgos identificados en cada una de las etapas del análisis.

1. Fase Definir

La primera etapa del ciclo DMAIC se centró en comprender a profundidad el problema central que enfrenta la empresa, definiendo claramente el alcance del estudio, el producto prioritario a evaluar, y los objetivos concretos de mejora. En el caso de Filtración SAC, la problemática se sitúa en el proceso de producción de filtros prensa de 800 mm, un producto estratégico para la empresa debido a su alta demanda y su peso en la facturación anual, representando un volumen relevante en comparación con otros modelos fabricados a pedido.

Se estableció como criterio de enfoque trabajar exclusivamente con este modelo de filtro, ya que representa una proporción importante de la producción y presenta una mayor frecuencia de observaciones por parte de los clientes en cuanto a tiempos de entrega. Por tanto, cualquier mejora aplicada sobre este proceso tendría un impacto considerable y medible en el desempeño general de la empresa.

Durante esta fase, se definieron dos objetivos principales:

- Identificar las causas que provocan retrasos en la producción de los filtros prensa de 800 mm
- Proponer medidas de mejora ajustadas al contexto de una producción a pedido, sin estandarización completa

La definición del problema se basó en una recopilación inicial de evidencia, incluyendo:

- Observación directa del proceso de fabricación
- Entrevistas semi-estructuradas a trabajadores de producción, ensamblaje y logística
- Análisis documental de tiempos de entrega históricos y reclamos de clientes

Los datos cualitativos obtenidos reflejaron un patrón común: la mayoría de los trabajadores reconocieron que el proceso productivo carecía de planificación estructurada, que los materiales no estaban disponibles a tiempo y que el orden en el almacén dificultaba cumplir con los plazos establecidos.

Adicionalmente, se identificó una falta de coordinación interáreas. Las tareas no seguían un flujo continuo, y existía poca visibilidad del avance real de cada pedido. Estas condiciones generaban retrabajos, tiempos muertos y pérdidas de productividad. Actualmente, los operarios deben invertir minutos valiosos en la búsqueda de herramientas y piezas esenciales para la fabricación de los filtros, lo que no solo retrasa la producción, sino que también genera una asignación ineficiente de los recursos. Según los datos obtenidos, se estima que al menos el 30% del tiempo total de fabricación se ve afectado por estas ineficiencias en la gestión de almacenes.

Otro hallazgo importante en esta fase fue la inexistencia de indicadores formales o cuadros de mando que permitan a los encargados de producción hacer seguimiento al desempeño real del proceso, lo que dificulta tener una visión objetiva del problema.

En conclusión, aunque la empresa trabaja en un entorno de fabricación a pedido y altamente variable, los problemas encontrados no se deben a la naturaleza personalizada del producto, sino a una ausencia de gestión operativa básica y herramientas de monitoreo. Esta primera fase permitió establecer un marco claro para analizar las siguientes etapas con mayor rigurosidad.

2. Fase Medir

La segunda etapa tuvo como objetivo fundamental cuantificar el desempeño actual del proceso de producción del filtro prensa de 800 mm en la empresa, estableciendo una línea base sobre la cual sería posible evaluar el impacto de las futuras mejoras.

2.1 Medición de tiempos de producción

Uno de los primeros aspectos medidos fue el lead time total de producción, es decir, el tiempo transcurrido desde que se confirma el pedido del cliente hasta que el producto está completamente fabricado y listo para entrega. El análisis realizado sobre registros históricos reveló que el tiempo promedio para la fabricación de un filtro prensa de 800 mm es de 73 días laborales, mientras que el plazo máximo de entrega comprometido con el cliente es de 60 días laborales. Esta brecha de 13 días excedentes evidencia un incumplimiento sistemático que afecta directamente la confianza del cliente, la imagen corporativa y la eficiencia operativa. Se revisaron más de 20 órdenes de producción registradas en el último semestre, y en el 65% de los casos se detectaron retrasos en la entrega.

2.2 Análisis del touch time vs. tiempo improductivo

Para poder entender mejor el proceso, se realizó una descomposición de las actividades en cada etapa de producción, permitiendo distinguir entre tiempo de valor agregado (touch time) y tiempo improductivo (non-value-added time). A través de una combinación de observación directa, revisión de cronogramas de producción y entrevistas con operarios, se estableció que, en promedio:

- El 52% del tiempo total corresponde a trabajo efectivo sobre el producto
- El 48% restante se pierde en actividades que no generan valor, tales como esperas por materiales o insumos, búsqueda de herramientas, reprocesos por errores previos, coordinaciones manuales entre áreas

Este resultado es especialmente crítico, ya que significa que casi la mitad del proceso está ocupada en tareas que podrían eliminarse, reducirse o rediseñarse con una mejor gestión.

2.3. Medición de pérdidas por desorganización de almacenes

Uno de los hallazgos más contundentes en esta etapa fue la pérdida de tiempo atribuida a la falta de organización en los almacenes. A través de visitas de campo y cronometraje informal de actividades, se estimó que hasta el 30% del tiempo total de producción puede verse afectado por la búsqueda de materiales, insumos y herramientas.

Los trabajadores deben recorrer entre uno y tres ambientes distintos, en diferentes pisos, para conseguir los componentes necesarios para ensamblar los filtros. Esto no solo

reduce la eficiencia, sino que también genera fatiga innecesaria, retrabajo por pérdidas de piezas, y frustración en los operarios.

En una de las observaciones más representativas, se evidenció que el ensamblador principal dedicó casi 1 hora al día solo a localizar herramientas específicas. Este tiempo se multiplica al considerar todas las órdenes activas en simultáneo y a varios operarios.

2.4. Medición de la disponibilidad de insumos

También se detectaron frecuentes rupturas de stock en insumos críticos para el proceso, como válvulas, marcos metálicos, pernos especiales y componentes hidráulicos. Estas rupturas generaban esperas prolongadas en el proceso de producción, obligando a detener la fabricación o a adelantar otras tareas que no siempre eran prioritarias.

Según el gerente general y las entrevistas al área de almacén, entre el 40% y el 50% de los pedidos presentaron al menos un día de paralización por falta de algún componente.

Este problema se agrava por la inexistencia de un sistema de inventarios confiable. En la práctica, el personal desconoce la ubicación exacta y el stock real disponible, lo cual retrasa las decisiones de compra y planificación.

2.5. Medición de la planificación de tareas y carga de trabajo

Durante esta fase también se midió el impacto de la falta de secuenciación lógica de las órdenes de producción. Actualmente, no se ha evidenciado un criterio formal para poder priorizar pedidos según urgencia, disponibilidad de insumos o capacidad de recursos humanos y técnicos. Esto se tradujo en desbalances significativos entre áreas: mientras algunos operarios tenían sobrecarga de trabajo, otros permanecían en espera de instrucciones o sin actividad asignada.

En una semana observada, se identificaron al menos 3 turnos consecutivos con subutilización de personal en el área de ensamblaje y sobrecarga en el área de soldadura. Este desbalance operativo, medido mediante registros de horas trabajadas y actividades asignadas, genera pérdida de eficiencia, agotamiento del personal y retrabajos por descoordinación.

En conclusión, esta fase permitió obtener una visión clara y precisa del desempeño operativo actual. Los datos recolectados muestran que existe una ineficiencia generalizada en la forma en que se trabaja, con pérdidas de tiempo y recursos que ocurren de manera continua.

3. Fase Analizar

La fase “Analizar” tuvo como objetivo identificar las causas raíz de los problemas encontrados en la etapa de medición, con el propósito de entender por qué ocurren las ineficiencias, retrasos y pérdidas dentro del proceso productivo de filtros prensa de 800 mm. A diferencia de otras fases, esta etapa no solo se basa en datos cuantitativos, sino también en herramientas de análisis estructurado que permiten comprender la lógica interna del proceso y sus principales puntos críticos.

Para ello se aplicaron herramientas clave de lean manufacturing como el análisis de Pareto, el diagrama de Ishikawa (causa-efecto) y el modelo de los 7+1 desperdicios, adaptados a las condiciones reales de una producción no estandarizada.

3.1 Análisis de Pareto

El análisis de Pareto permitió priorizar las causas que generan mayores retrasos e ineficiencias en la producción. Aplicando el principio 80/20, se identificó que el 80% de los problemas en la entrega de los filtros prensa se deben a solo tres causas principales:

- Falta de control sobre el proceso productivo
- Carencia de insumos en el momento requerido
- Desorganización del espacio de trabajo

Estos tres factores fueron señalados por operarios, supervisores y confirmados mediante la observación directa y el análisis de tiempos. Esta visualización permitió enfocar los esfuerzos de mejora en los puntos con mayor impacto.

3.2. Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)

Para profundizar en las causas raíz, se utilizó un diagrama de Ishikawa agrupando los factores en estas categorías: Mano de obra, procesos, materiales, medioambiente y medición. Los hallazgos más relevantes fueron:

- En procesos, se evidenció la ausencia de un flujo de trabajo estandarizado o planificado, lo que obliga a tomar decisiones improvisadas sobre el avance de los pedidos.
- En materiales, la falta de stock actualizado y de control de inventarios genera interrupciones constantes.
- En medición, no existen indicadores de producción formales, lo que impide saber si se está mejorando o empeorando con el tiempo.
- En mano de obra, el desconocimiento del estado de los pedidos lleva a una ejecución ineficiente de tareas.

3.3. Análisis de desperdicios (Modelo 7+1 Lean)

A través de la visita por la planta y entrevistas, se evaluaron los ocho tipos de desperdicios identificados por lean manufacturing. Los más relevantes en la empresa fueron:

- Movimiento innecesario: Representa el 40% del tiempo improductivo. Los operarios recorren distancias largas entre pisos para buscar herramientas o materiales, lo que genera fatiga y riesgo de accidentes.
- Esperas: 27% del tiempo improductivo. Los trabajadores se detienen por falta de insumos, decisiones de supervisión o problemas logísticos.
- Transporte innecesario: 17% del tiempo improductivo.
- La distribución del taller obliga a trasladar piezas sin orden lógico, lo que incrementa los tiempos y daña componentes.
- Inventario excesivo: Acumulación de materiales no clasificados, lo que genera desorden y dificulta el acceso a lo realmente necesario.
- Procesos ineficientes: No existe un flujo continuo ni una lógica de secuenciación para priorizar pedidos.
- Sobreproducción y retrabajo: Aunque no son frecuentes por la naturaleza personalizada, sí se identificaron reprocesos por falta de coordinación entre áreas.

3.4. Falta de planificación y secuenciación

Uno de los hallazgos más relevantes fue la falta de una planificación de producción. Actualmente, los pedidos se trabajan conforme van llegando, sin un sistema de prioridad por tiempos de entrega, carga de trabajo o disponibilidad de materiales.

Esto genera situaciones como:

- Operarios sin tareas asignadas durante horas, esperando insumos
- Los trabajadores avanzan con la producción de otros productos mientras esperan
- Falta de visibilidad sobre el avance real de cada pedido

3.5. Diagnóstico visual y cultural

También se identificó que no existe una cultura de retroalimentación ni comunicación efectiva entre áreas. Los trabajadores no tienen visibilidad sobre el estado de los pedidos ni sobre la disponibilidad real de materiales. Esto genera frustración, errores por falta de información, y descoordinación en tareas que deberían ser secuenciales.

En conclusión, esta fase permitió comprender que los problemas no son consecuencias de su modelo de producción personalizada, sino del desorden interno, la falta de planificación, el desconocimiento del proceso completo y la ausencia de métricas. Estas causas raíz no solo afectan los tiempos de entrega, sino también la eficiencia, la calidad y la motivación del equipo de trabajo. Estas representan oportunidades claras de mejora y son abordables sin necesidad de grandes inversiones, pero sí requieren compromiso y estructura.

4. Fase Mejorar

La fase “Mejorar” se orientó a diseñar e implementar propuestas concretas de solución para abordar las causas raíz identificadas previamente, con el objetivo de reducir los tiempos improductivos, optimizar el uso de recursos y mejorar la organización del proceso de producción, sin necesidad de estandarizar productos en un entorno donde cada filtro prensa es único.

En este contexto, las mejoras propuestas se centran en la optimización de los procesos de soporte y gestión, manteniendo la flexibilidad requerida por la fabricación a pedido. Se optó por el uso de herramientas Lean altamente adaptables como 5S y controles visuales, complementadas con entrenamiento al personal e implementación de indicadores operativos clave (KPIs).

4.1. Implementación de 5S en almacenes y áreas de trabajo

Uno de los ejes centrales de la propuesta es la aplicación de la metodología 5S, dado que muchos de los retrasos y pérdidas identificados tienen origen en la desorganización física de los espacios de trabajo.

Las acciones planteadas fueron:

- Seiri (Clasificar): Separar herramientas, piezas e insumos esenciales de aquellos innecesarios. Se detectó un uso excesivo del espacio por insumos duplicados u obsoletos.
- Seiton (Ordenar): Ubicar cada herramienta en un lugar específico mediante señalización visual y códigos de color. Esto permitirá que cualquier operario encuentre un elemento sin depender de otro.
- Seiso (Limpiar): Implementar rutinas de limpieza semanal para evitar acumulación de polvo, grasa o material sobrante.
- Shitsuke (Disciplina): Asignar responsables por zona, incentivando la continuidad del sistema a través de reuniones breves diarias.

La implementación de 5S no pretende estandarizar la producción, sino el entorno que la soporta, logrando así una mayor agilidad y control sin limitar la personalización.

4.2. Diseño de controles visuales

Otra herramienta propuesta fue el uso de controles visuales para facilitar el acceso a la información clave en tiempo real. Se propuso lo siguiente:

- Uso de etiquetado con códigos de color para clasificar piezas y herramientas por proyecto o tipo de filtro
- Definir una zona de recepción y despacho para evitar congestión en el almacén
- Implementación de contenedores con etiquetas para piezas pequeñas como pernos y accesorios

4.3. Capacitación al personal y mejora en comunicación

Se propuso implementar capacitaciones breves por módulo, enfocadas en:

- Técnicas de trabajo eficiente (5S, organización)
- Uso de herramientas visuales y registros
- Comunicación interárea efectiva

4.4. Incorporación de KPIs operativos básicos

Finalmente, se planteó iniciar un sistema simple de indicadores clave de desempeño (KPIs), adecuados a la realidad de la empresa, como:

- Porcentaje de cumplimiento de entregas
- Número de paradas por falta de insumos
- Tiempo promedio de preparación entre pedidos

Estos indicadores permitirán monitorear el impacto de las mejoras y orientar acciones futuras, fomentando una cultura de mejora continua sin complejizar innecesariamente la operación.

Las propuestas planteadas en esta fase fueron diseñadas para atacar las causas raíz de los problemas sin comprometer la flexibilidad del proceso. Todas las herramientas seleccionadas (5S, controles visuales, KPIs) están adaptadas a contextos de producción a pedido y han demostrado su eficacia en entornos similares (según Liker, 2004; George et al., 2005). La clave de esta fase fue demostrar que se puede mejorar la eficiencia y organización sin imponer rigidez, algo fundamental para Filtración SAC y su tipo de producto.

5. Fase Controlar

La fase “Controlar” tiene como propósito asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas en el tiempo, a través de mecanismos de monitoreo, estandarización y retroalimentación continua. Sin embargo, es importante precisar que en el caso de la presente investigación, esta etapa no pudo ser aplicada de forma práctica, ya que el alcance del trabajo se centró en el diagnóstico y diseño de la propuesta de mejora, sin llegar a la implementación real dentro de la empresa.

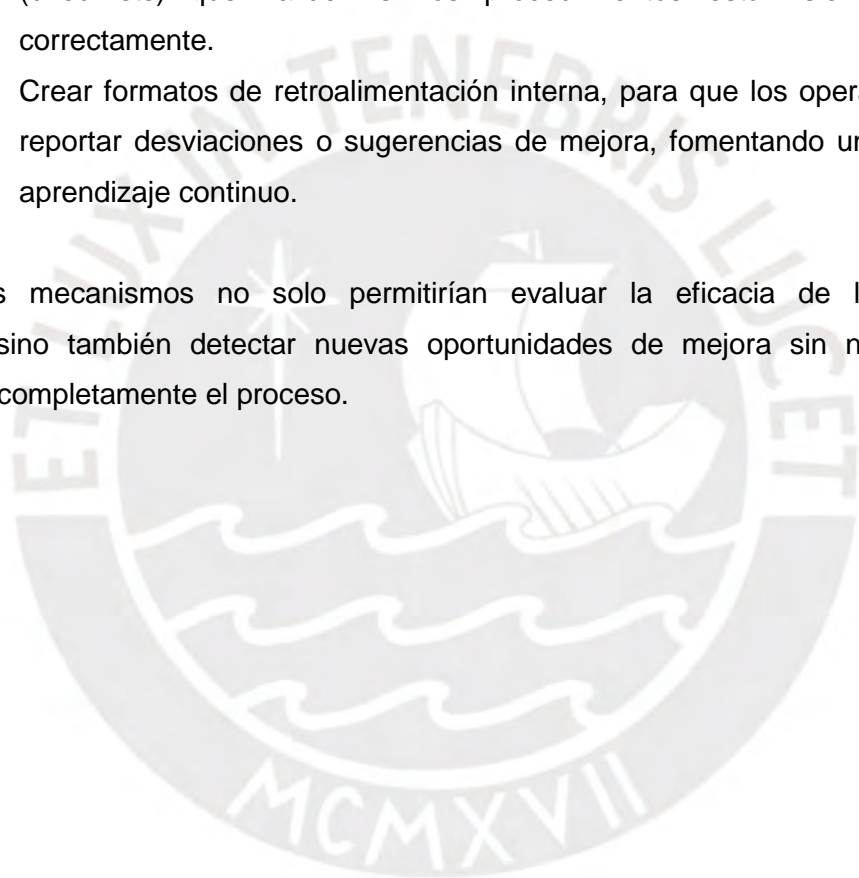
Esto se debe, principalmente, a limitaciones de tiempo, recursos, y al enfoque metodológico de la tesis, el cual prioriza el análisis técnico y el planteamiento estratégico, más no la ejecución operativa.

5.1. Propuesta de mecanismos de control

Aunque no se implementó esta fase, se diseñaron herramientas que podrían activarse posteriormente para garantizar la continuidad de las mejoras sugeridas. Las principales propuestas son:

- Definir responsables por área para supervisar el cumplimiento del sistema 5S, incluyendo la limpieza, el orden y la señalización de herramientas e insumos.
- Establecer rutinas de monitoreo semanal, mediante listas de verificación (checklists) que validen si los procedimientos están siendo seguidos correctamente.
- Crear formatos de retroalimentación interna, para que los operarios puedan reportar desviaciones o sugerencias de mejora, fomentando una cultura de aprendizaje continuo.

Estos mecanismos no solo permitirían evaluar la eficacia de las acciones correctivas, sino también detectar nuevas oportunidades de mejora sin necesidad de estandarizar completamente el proceso.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

A lo largo de esta investigación, se ha evidenciado que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing dentro de la gestión de almacenamiento e inventarios en Filtración SAC puede generar mejoras significativas en la eficiencia operativa. La falta de un sistema estructurado de almacenamiento y la ausencia de un control de inventarios adecuado han sido factores determinantes en la generación de desperdicios, tiempos improductivos y costos innecesarios. La implementación de metodologías como 5S y el MRP permitirá reducir estos problemas y optimizar el flujo de trabajo dentro de la empresa.

(OE1) La aplicación de lean en la gestión de almacenamiento e inventarios puede reducir tiempos de búsqueda, mejorar la trazabilidad y optimizar el uso del espacio, aspectos críticos en la empresa debido a la falta de organización en sus almacenes. Además, el uso del enfoque DMAIC ha permitido estructurar las mejoras de manera ordenada, facilitando la identificación de problemas en la gestión de materiales y asegurando que las soluciones implementadas sean sostenibles a largo plazo. Asimismo, se ha identificado que el diseño actual del almacén presenta deficiencias en cuanto a su distribución y organización. El almacenamiento sin criterios de clasificación provoca movimientos innecesarios y una disposición ineficiente del espacio, lo que se traduce en sobrecargas laborales para los operarios y retrasos en la producción.

El análisis de desperdicios en la empresa ha permitido identificar que los principales factores que impactan negativamente en la producción son los tiempos de espera, los movimientos innecesarios y el exceso de transporte interno. Estos tres desperdicios representan más del 80% de las ineficiencias dentro del proceso, lo que evidencia la necesidad de una reestructuración en la logística interna. Aplicar herramientas como 5S contribuirá a minimizar estas pérdidas al mejorar la accesibilidad y disponibilidad de materiales en cada estación de trabajo.

(OE2) Se ha identificado que los almacenes carecen de un sistema de control de inventarios, lo que genera desorden, pérdidas de insumos y dificultades en la localización de materiales, impactando la eficiencia de la producción. Además, la identificación de desperdicios clave en los procesos productivos, tales como movimientos innecesarios, tiempos de espera por falta de materiales y sobreproducción en ciertas etapas, afecta los tiempos de entrega y eleva los costos operativos.

En términos de planificación y control de la producción, se ha determinado que la ausencia de un sistema de priorización de órdenes ha generado un desbalance en la carga de trabajo y tiempos de producción prolongados. La implementación de herramientas como Kanban facilitará la asignación eficiente de recursos y mejorará la secuenciación de pedidos, reduciendo el lead time total de fabricación. Esto permitirá que la empresa pueda cumplir con los plazos de entrega establecidos sin necesidad de recurrir a horas extras o sobrecarga laboral.

Otro aspecto relevante identificado en la investigación es la ausencia de indicadores de desempeño clave (KPIs) en el proceso productivo, lo cual limita la capacidad de monitoreo y mejora continua. Kaplan y Norton (1996) destacan que los indicadores permiten alinear las operaciones con la estrategia empresarial y evaluar el progreso en tiempo real. Por tanto, implementar métricas como tiempos de producción, nivel de inventarios y porcentaje de desperdicio, permitiría a Filtración SAC tomar decisiones basadas en evidencia y no en percepción.

El impacto económico de estas deficiencias también ha sido un hallazgo clave en la investigación. Se ha determinado que la falta de organización en los almacenes genera costos adicionales tanto por desperdicio de materiales como por tiempos de inactividad. La empresa incurre en pérdidas económicas significativas debido a la falta de eficiencia en la gestión de recursos. La implementación de un sistema Lean contribuirá a reducir estos costos al eliminar desperdicios y mejorar la productividad general.

(OG y OE3) Se cuenta con una propuesta de mejora enfocada en reducir los tiempos de búsqueda de materiales, minimizar errores en el almacenamiento y optimizar la distribución del espacio, utilizando principios de lean manufacturing. Se concluyó que, con la implementación de estas mejoras, Filtración SAC podría reducir costos operativos, aumentar la eficiencia de producción y minimizar el impacto de problemas logísticos en el proceso productivo.

2. Recomendaciones

1. Implementar un sistema de inventarios basado en tecnología que permita la trazabilidad en tiempo real de los materiales almacenados. Esto optimizaría la gestión del espacio y reduciría los tiempos de búsqueda.

2. Capacitar al personal en herramientas lean manufacturing, asegurando que comprendan la importancia de la organización y eliminación de desperdicios dentro del almacén y los procesos productivos.
3. Aplicar la metodología 5S de manera progresiva, comenzando por la clasificación y eliminación de materiales innecesarios, seguido de una reorganización estructurada del espacio de almacenamiento.
4. Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar continuamente la efectividad de la gestión de inventarios y los tiempos de producción, asegurando la mejora continua del proceso.
5. Monitorear periódicamente el impacto de las mejoras implementadas, utilizando herramientas como Pareto para identificar las principales causas de ineficiencia y ajustando estrategias según sea necesario.
6. Desarrollar un sistema de control visual y señalización en los almacenes, facilitando la identificación rápida de materiales y optimizando los flujos de trabajo dentro de la empresa.

Ahora, considerando que Filtración SAC opera bajo un modelo de producción personalizada, en el que cada filtro prensa es fabricado de acuerdo con especificaciones únicas del cliente, resulta necesario adaptar los mecanismos de gestión y mejora continua al entorno real de la empresa. En este tipo de procesos, la estandarización tradicional no es viable, pero sí lo es la mejora de etapas comunes como la planificación, almacenamiento, ensamblaje o supervisión operativa.

En ese sentido, se recomienda la implementación progresiva de indicadores clave de rendimiento (KPIs) adaptados al contexto de producción variable, como el tiempo promedio de fabricación por tipo de filtro, la tasa de cumplimiento de entregas y el porcentaje de interrupciones por falta de materiales. Este tipo de métricas son compatibles con procesos a pedido, siempre que se enfoquen en etapas transversales y repetitivas del proceso (Slack et al., 2020). Según George et al. (2005), los KPIs bien definidos permiten monitorear tendencias en la eficiencia operativa, incluso en entornos de baja estandarización. Además, Parmenter (2015) indica que los indicadores deben estar alineados con los objetivos estratégicos y operacionales, y deben permitir acciones correctivas sin necesidad de automatizar toda la línea de producción.

Asimismo, se recomienda revisar la estrategia de abastecimiento de insumos, particularmente en lo que respecta a compras internacionales. Una gestión flexible de compras permite minimizar el impacto de variaciones en el lead time mediante la

planificación colaborativa con proveedores, la clasificación de insumos según criticidad y la creación de acuerdos marco o contratos abiertos (Chopra & Meindl, 2019). Christopher (2016) enfatiza que en cadenas de suministro sujetas a alta incertidumbre, como las de producción por pedido, la clave está en la agilidad para responder a los cambios y no necesariamente en la velocidad promedio.

Las recomendaciones planteadas representan oportunidades importantes para optimizar la gestión operativa. Sin embargo, dado que estas propuestas se basan en un análisis preliminar y no en una experiencia experta directa, es necesario considerar posibles riesgos o limitaciones en su aplicación, tales como dificultades en la definición adecuada de indicadores, la dependencia de proveedores externos y la adaptación del personal a nuevos procesos. Por ello, se sugiere que la empresa complemente estas iniciativas con asesoría especializada y mecanismos de seguimiento que permitan identificar y mitigar oportunamente cualquier desafío durante su implementación.



REFERENCIAS

- Alandete, V., Barahona, M., Cantillo, E., García, Y., & Velilla, A. (23 de julio de 2012). *Análisis descriptivo de sectores metalmeccánicos*. ACADEMIA. https://www.academia.edu/3458167/An%C3%A1lisis_descriptivo_de_sectores_metal_m
- Alturki, I., & Alfares, H. (2019). *Optimum Inventory Control and Warehouse Selection with a Time-Dependent Selling Price*. https://www.researchgate.net/publication/332377397_Optimum_Inventory_Control_and_Warehouse_Selection_with_a_Time-Dependent_Selling_Price. ISSN 978-1-7281-0145
- Aranda, C., & Ramos, M. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión del proceso productivo para incrementar la rentabilidad en una PYME de confecciones aplicando herramientas lean* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652736/Aranda_YC.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. (2024, 17 de junio). *ATLAS.TI | the #1 software for qualitative data analysis*. ATLAS.ti. <https://atlasti.com/>
- Axsäter, S. (2015). *Inventory control* (3ª ed.). Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15729-0>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro* (5ª ed.). México: Prentice-Hall, Pearson Educación.
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). *Buscador de series estadísticas: PBI de manufactura en distintos años*. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/buscador>
- Bessant, J., & Caffyn, S. (1997). High involvement innovation through continuous improvement. *International Journal of Technology Management*, 14(1), 7-28. <https://doi.org/10.1504/IJTM.1997.001308>
- Bowersox, D. (2002). *Supply Chain Logistics Management* (1ª ed.). <https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/259-Supply-Chain-Logis>

[tics-Management-Donald-J.-Bowersox-David-J.-Closs-M.-Bixby-Cooper-Edisi-1-2002.pdf](#)

- Bustos, C. E., & Chacón, G. (2017). *El MRP en la gestión de inventarios*. Mérida. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545875010>
- Cannon, A. R. (2008). Inventory Improvement and Financial Performance. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 581-593.
- Carrillo-Landazabal, M. S., Severiche-Sierra, C. A., & Peralta-Ordosgoitia, J. T. (2022). Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial-sector metalmeccánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3148-3163.
- Celis, R. (2013). *Grado de influencia de los determinantes de la productividad en el sector metalmeccánica para el Perú 2007-2011* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/281>
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2000). *Administración de producción y operaciones: Manufacturas y servicios* (8ª ed.). Santafé de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Cuatrecasas, L. (2010). *TPM en un entorno Lean management: Estrategia competitiva*. Barcelona: Profit.
- Davis, R. A. (2013). *Demand-Driven Inventory Optimization and Replenishment: Creating a More Efficient Supply Chain*. Hoboken: Wiley.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge: MIT Press. <https://www.amazon.com/Out-Crisis-W-Edward-Deming/dp/0911374236>
- Dyckman, T. R., Magee, R. P., Pfeiffer, G. M., Hartgraves, A. L., & Morse, W. J. (2015). *Financial & Managerial Accounting for Decision Makers*. Westmont: Cambridge Business.
- Drouet, K. (2015). *Análisis de control de inventario de la microempresa TUBEC* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14283/1/UPS-GT001904.pdf>

- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin: Springer.
<https://www.springer.com/gp/book/9783642331813>
- El Peruano. (2023). *Micro y Pequeñas Empresas en el Perú: Un Sector Vital para la Economía*.
<https://www.elperuano.com.pe/economia/micro-y-pequenas-empresas-en-el-peru-un-sector-vital-para-la-economia/>
- Engelhardt, L. M. (2014). Inventories, Business Cycles, and Variable Capital Utilization. *Studies In Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 18(3), 291–308.
- Enrique, J. (2013). *Importancia del Sector Metalmeccánico en la Economía Peruana*. Revista de Economía y Negocios, 15(2), 45-58.
- ESAN. (2021). *Panorama del Sector Metalmeccánico y la Oferta Exportadora del Sector B2B*.
<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/panorama-del-sector-metalmeccanico-y-la-oferta-exportadora-del-sector-b2b>
- Evangelista, V. C. G., & Enrique, C. R. L. (2021). Modelo para mejorar la eficiencia en el proceso de producción de una MYPE peruana del sector metalmeccánico mediante el uso de herramientas Lean.
- Davis, R., & Smith, J. (2018). Applying 5S principles to inventory management: A case study. *Journal of Supply Chain Management*, 25(2), 112-125.
<https://doi.org/10.1016/j.jscm.2018.03.004>
- Flick, U. (2015). *Introducción a la investigación cualitativa* (5.ª ed.). Morata.
- Fogarty, D. W., Blackstone Jr., J. H., & Hoffmann, T. R. (1994). *Administración de la producción e inventarios* (2ª ed.). México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., CECSA.
- Frazelle, E. (2015). *Inventory Strategy: Maximizing Financial, Service and Operations Performance with Inventory Strategy*. New York: McGraw.
- Garrido, I., & Cejas, M. (2017). *Gestión de inventarios como factor estratégico en la administración de empresas*. Maracaibo.
<https://www.redalyc.org/pdf/782/78252811007.pdf>
- Geunes, J. (2012). *Demand Flexibility in Supply Chain Planning*. New York: Springer.

- George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Quality and Speed*. McGraw-Hill.
- GEPROM. (2024). *Sistema MES en la industria metalmecánica: Transformación digital en el sector metalmecánico: Desafíos y soluciones con un sistema MES*. [https://www.geprom.com/transformacion-digital-en-el-sector-metalmecanico-desafios-y-soluciones-con-un-sistema-mes/#Desafios en la Fabrica Metalmecanica](https://www.geprom.com/transformacion-digital-en-el-sector-metalmecanico-desafios-y-soluciones-con-un-sistema-mes/#Desafios%20en%20la%20Fabrica%20Metalmecanica)
- González, A., Martínez, A., Figueredo, F. E. J., Jiménez, O., & Osorio, E. d. I. C. (2022). *La gestión de inventarios, una herramienta eficaz en la toma de decisiones*. *Diario Académico*, 226-227.
- Gonzales, I., & Leon, P. (2020). *Implementación de la metodología Lean Logistics para reducir la demora en el proceso de ensamblaje de una PyMe del sector automotriz, en la región San Martín*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/669947/Gonzales_MI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. Great Barrington: North River Press. <https://www.amazon.com/Goal-Process-Ongoing-Improvement/dp/0884270610>
- Gutiérrez, E. V., & Vidal, C. J. (2008). *Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura*. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, 43, 134-149.
- Heizer, J. (2002). *Operations Management*. Prentice Hall.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Holguín, C., & Julio, R. (2017). *Importancia de la Gestión de Inventarios en la Cadena de Suministro*. *Revista de Logística*, 3(2), 80-90.
- Hugos, M. H. (2018). *Essentials of Supply Chain Management* (4ª ed.). Hoboken: Wiley.
- Jorfi, S., & Razak, A. (2016). *Lean manufacturing and inventory management: A Case Study*. *Journal of Operations and Logistics*, 4(2), 22-34.

- Kannan, D., & Venkatesh, R. (2013). *Impact of Lean Practices on Inventory Management: A Case Study of a Manufacturing Organization*. *International Journal of Engineering and Technology*, 5(1), 124-134.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- López, A., & García, R. (2019). *La optimización de inventarios en empresas industriales: Un enfoque desde la cadena de suministro*. *Revista de Ingeniería Industrial*, 6(3), 12-19.
- López, J. (2014). *La importancia de la gestión de inventarios en la competitividad de las empresas*. *Revista de Administración y Negocios*, 1(1), 9-18.
- López, R., & Hernández, G. (2015). *Mejoras en la eficiencia del control de inventarios en una pequeña empresa del sector metalmeccánico*. *Estudios de Investigación*, 13(4), 100-108.
- Machek, O., & Klimov, J. (2015). *Inventory Management in Manufacturing Companies*. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 7(9), 35-45.
- Mendoza, A., & Franco, G. (2015). *Propuesta de un sistema de inventarios para MiPymes de abarrotes* [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio Institucional BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/5616f353-ca60-4209-be79-721bfe41f259/full>
- Montoya, G. (2015). *La gestión de inventarios como factor estratégico en la competitividad de las MIPYMES en el sector metalmeccánico*. https://www.researchgate.net/publication/315063307_La_gestion_de_inventarios_como_factor_estrategico_en_la_competitividad_de_las_MIPYMES_en_el_sector_metalmeccanico
- Morales, G. (2015). *Propuesta de un sistema de inventarios para MiPymes de abarrotes* [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio Institucional BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/5616f353-ca60-4209-be79-721bfe41f259/full>
- Moya, R., & Castillo, C. (2018). *Mejora de la gestión de inventarios en una empresa del sector metalmeccánico con la implementación de la metodología Just in Time*. *Revista*

Latinoamericana de Investigación en Logística, 12(3), 55-66.
<https://doi.org/10.1016/j.latinlog.2018.04.001>

Munch L., & Sandoval, P. (2015). *Técnicas y procedimientos para la mejora continua y calidad total*. Editorial Trillas.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.

Olivier, R., & Peña, F. (2017). *El control de inventarios como estrategia para mejorar la competitividad de las pymes*. *Revista de Innovación Empresarial*, 5(2), 33-47.

Otaolauruchi, E. (2024). *Sistema de gestión del inventario en un almacén de piezas de repuesto: Análisis de la demanda y determinación del stock de seguridad* [Tesis de grado, Universidad de Sevilla]. Repositorio IDUS.
<https://idus.us.es/handle/11441/159505>

Pérez, F. J. (2018). *Optimización de la gestión de inventarios en el sector metalmeccánico: Un caso práctico*. *Revista de Investigación de Negocios y Gestión*, 11(3), 43-52.

Porter, M. E. (1996). *What is strategy?* *Harvard Business Review*, 74(6), 61–78.

Ríos, M. C. (2016). *La gestión de inventarios como una estrategia en la mejora de la competitividad empresarial*. *Revista de Investigación en Gestión y Producción*, 7(4), 99-107.

Rodríguez, J. A. (2014). *Optimización de la gestión de inventarios mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing en una empresa metalmeccánica*. *Revista de Gestión Empresarial*, 3(1), 15-30.

Sánchez, J. (2012). *Análisis de la eficiencia de la gestión de inventarios en la industria metalmeccánica*. *Revista de Ciencias de la Gestión*, 4(1), 20-32.

Serrano, F., & Martínez, J. (2020). *La mejora de la eficiencia en la gestión de inventarios en las MIPYMES del sector metalmeccánico mediante la implementación de técnicas Lean*. *Revista de Investigación en Administración*, 15(1), 23-37.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2020). *Operations Management* (9th ed.). Pearson.

- Sobel, R., & David, W. (2019). *The Lean Management System: A New Approach to Manufacturing Efficiency*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72859-9>
- Urbina Pardo, D. A. (2024). *Propuesta de mejora en la gestión de inventarios en una empresa metalmeccánica mediante uso de herramientas de planificación y control* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/27045>
- Vargas, L. F. (2017). *Control de inventarios y su impacto en la competitividad de las empresas metalmeccánicas en Perú*. *Revista Peruana de Investigación Industrial*, 8(2), 45-53.
- Vásquez, E. R. (2014). *Análisis de los costos asociados a la gestión de inventarios en una empresa metalmeccánica: Un estudio de caso*. *Revista de Administración de Empresas*, 10(1), 65-78.
- Zhang, X., & Zhao, Y. (2016). *Inventory Control in the Manufacturing Industry: A Study of Best Practices*. *Journal of Supply Chain Management*, 22(4), 132-145.
- Zhang, H., & Li, Q. (2017). *Optimal Inventory Management Strategies for the Metal Manufacturing Industry: Case Study*. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 10(2), 92-102.

ANEXOS

ANEXO A. Análisis bibliométrico

Figura A1. Análisis bibliométrico

Ballou, Ronald H.

Weatherhead School of Management, Cleveland, United States 7005423932 Connect to ORCID

Is this you? Connect to Mendeley account View more

1,333 Citations by 1,281 documents 25 Documents 16 h-index View h-graph View all metrics >

Set alert Save to list Edit profile More

Document & citation trends



Analyze author output Citation overview

Most contributed Topics 2019–2023

This author has no topics at the moment. To learn why, or more about topics in general, learn more about Topics >

View all Topics

Fuente: Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro* (5ª ed.). México: Prentice-Hall, Pearson Educación.

Figura A2. Análisis bibliométrico

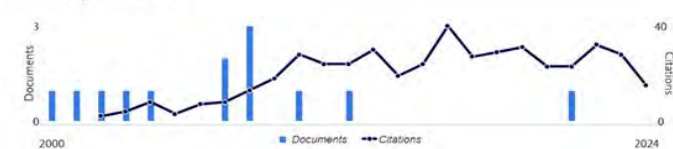
Cannon, Alan R.

College of Business, Arlington, United States 7006057588 Connect to ORCID View more

460 Citations by 454 documents 13 Documents 9 h-index View h-graph View all metrics >

Set alert Save to list Edit profile More

Document & citation trends



Analyze author output Citation overview

Most contributed Topics 2019–2023

Lean Production; Case Study; Industry
1 document

View all Topics

Fuente: Cannon, A. R. (2008). Inventory Improvement and Financial Performance. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 581-593.

ANEXO B: Guía de entrevista - introducción a la empresa

Buenos días/tardes, mi nombre es [Nombre] y somos estudiantes de la facultad de Gestión y alta dirección de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Estamos realizando esta entrevista como parte de una investigación para nuestro proyecto profesional, que se enfoca en analizar la gestión de almacenamiento y control de inventarios. Nuestro objetivo es entender mejor cómo funciona la gestión de inventarios, de almacenamiento y control de inventarios en Filtración SAC y explorar posibles áreas de mejora para optimizar estos procesos.

Datos Generales:

- Trayectoria en Filtración SAC: ¿Podría compartir brevemente su experiencia y rol en Filtración SAC?

Situación Actual de la Empresa

1. Descripción de la Empresa:
 - ¿En qué consiste una empresa de metalmecánica como Filtración SAC?
2. Procesos Logísticos Actuales:
 - ¿Cómo funcionan actualmente los procesos logísticos en Filtración SAC?
 - ¿Cuáles son los principales desafíos o problemas en términos de eficiencia operativa y gestión logística?
3. Gestión de Almacenamiento y Control de Inventario:
 - ¿Cómo se gestionan actualmente el almacenamiento, la distribución y el control de inventario en la empresa?
 - ¿Han considerado alguna herramienta o método para mejorar la gestión de inventarios de componentes pequeños?

Identificación de Oportunidades de Mejora

- ¿Qué áreas específicas de los procesos logísticos considera que podrían mejorarse en Filtración SAC?
- ¿Ha identificado la empresa oportunidades de mejora internamente?

Experiencia con Herramientas y Metodologías de Mejora de Procesos:

- ¿Han considerado implementar alguna herramienta o software para gestionar mejor las compras y los stocks?
- ¿Tienen conocimiento de alguna metodología formal para la mejora de procesos logísticos?

Cultura Organizacional y Aprendizaje:

- ¿Qué actividades implementa la empresa para que los empleados aprendan y compartan conocimientos sobre los procesos logísticos y de inventario?
- ¿Cómo se aborda el proceso de aprendizaje y mejora continua en Filtración SAC?

Visión y Objetivos a Largo Plazo:

- ¿Cuál es la visión de la empresa en términos de mejora de los procesos logísticos y eficiencia operativa?
- ¿Tienen objetivos a largo plazo establecidos para la gestión logística y de inventarios?

ANEXO C: Guía de entrevista - cadena de suministro

Mi nombre es [Nombre] y somos estudiantes de la Facultad de Gestión y Alta Dirección de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Queremos entender mejor cómo se gestiona la cadena de suministro de la empresa y explorar posibles áreas de mejora para optimizar estos procesos. Agradeceríamos mucho su colaboración para obtener información sobre la adquisición de materiales, la coordinación entre proveedores y la logística de distribución.

1. ¿De dónde obtienen sus insumos necesarios para fabricar los filtros prensa?
 - ¿Quiénes son sus proveedores principales?
 - ¿Cómo seleccionan a sus proveedores?
2. ¿Qué tipo de acuerdos o contratos tienen con estos proveedores?
 - ¿Compran las materias primas de manera regular o solo cuando las necesitan?
 - ¿Cuentan con algún proveedor exclusivo o trabajan con varios para cada tipo de material?
3. ¿Cómo es el proceso de producción de los FP desde que llegan las materias primas?
 - ¿Cuáles son los pasos clave en la fabricación?
 - ¿Qué áreas o equipos están involucrados en este proceso?
 - ¿Cómo se coordina la producción entre el Jefe de planta y el área de almacén?
4. ¿Cómo se manejan los inventarios de materias primas y productos terminados?
 - ¿Dónde se almacenan los materiales antes de usarlos en la producción?
 - ¿Cómo se controla la cantidad de stock disponible en el almacén?
5. Una vez que los FP están listos, ¿cómo se distribuyen a los clientes?
 - ¿Tenemos un sistema propio de transporte o contratamos a empresas externas para la distribución?
 - ¿Cuáles son los destinos más comunes para nuestros productos?
6. ¿Cómo se gestionan los pedidos de los clientes?
 - ¿Cómo se recibe y procesa las órdenes de compra?
 - ¿Cuál es el tiempo promedio que tarda un pedido en ser completado y entregado?
7. ¿Quiénes son sus principales clientes?
 - ¿Venden directamente a empresas, distribuidores, o ambos?
 - ¿Cómo se comunican con ellos para asegurarse de que sus necesidades se cumplan?
8. ¿Qué tipo de feedback o retroalimentación reciben de sus clientes sobre los productos?
9. ¿Cómo se maneja la comunicación y el flujo de información entre las diferentes áreas de la empresa?
 - ¿Cómo se coordinan las órdenes de compra, la producción, y la distribución?
10. ¿Cómo se gestionan los pagos a los proveedores y los cobros a los clientes?
 - ¿Existen plazos específicos para pagar a los proveedores o recibir pagos de los clientes?

ANEXO D: Guía de entrevista - cadena productiva

Mi nombre es [Nombre] y somos estudiantes de la Facultad de Gestión y Alta Dirección de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Nuestro objetivo es comprender cómo se gestiona la cadena productiva de la empresa y explorar posibles áreas de mejora para optimizar estos procesos. Agradeceríamos mucho su colaboración para obtener información sobre las etapas de producción, desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto final.

1. ¿Cuántas personas están involucradas en el proceso de producción?
2. ¿Qué tipo de habilidades o formación necesitan los operarios de producción?
3. ¿Cómo se distribuyen las responsabilidades entre las personas involucradas en la producción? → Jefe de planta y el área de almacén?
4. ¿Cuáles son las materias primas e insumos clave que utilizan en la fabricación de los FP?
5. ¿Qué porcentaje de los insumos son importados y cuáles son comprados localmente?
6. ¿Cómo seleccionan a sus proveedores y cómo gestionan la relación con ellos?
7. ¿Tienen algún sistema automatizado para gestionar inventarios o es un proceso manual?
8. ¿Qué problemas comunes enfrentan con los insumos, como sobrestock o escasez?
9. ¿Cuáles son las etapas del proceso de fabricación de un filtro prensa?
10. ¿Qué máquinas o equipos utilizan en la producción? ¿Cuáles son las máquinas o tecnologías más importantes?
11. ¿Cuánto tiempo en promedio se necesita para fabricar un FP completo desde la llegada de los insumos? ¿Existen variaciones según el tipo de filtro que se produzca?
12. ¿Existen cuellos de botella o puntos críticos en la cadena productiva?
13. ¿Hay algún mantenimiento programado o frecuente para estos equipos? ¿Qué tipo de control de calidad aplican durante el proceso productivo?
14. ¿Se inspeccionan los productos en diferentes fases del proceso o solo al final?
15. ¿Qué pasa cuando un producto no cumple con los estándares de calidad?
16. ¿Cómo gestionan el almacenamiento de las materias primas y los productos terminados?
17. ¿Hay procedimientos específicos para asegurar que los insumos se mantengan en buen estado?
18. ¿Tienen suficiente capacidad de almacenamiento o enfrentan limitaciones?
19. ¿Cómo se coordinan las distintas áreas (almacenamiento, producción) dentro de la fábrica?
20. ¿Qué métodos utilizan para gestionar el flujo de trabajo entre cada etapa del proceso?
21. ¿Cómo gestionan el mantenimiento de la maquinaria utilizada en la producción?
22. ¿Qué tipo de problemas o averías ocurren con mayor frecuencia?
23. ¿Qué tipo de desperdicios o ineficiencias se generan durante la producción de los FP?
24. ¿Cómo gestionan los residuos o el material sobrante?
25. ¿Cómo es el proceso de control de calidad del producto terminado antes de enviarlo al cliente?
26. ¿Qué parámetros evalúan para asegurar que los FP cumplan con los estándares de calidad?
27. ¿Cómo se maneja la devolución o re-trabajo de productos defectuosos?

ANEXO E: Cadena de suministro

Tabla E1. Cadena de suministro

Esta tabla detalla todos los eslabones involucrados en el proceso, proporcionando una visión integral de las etapas y actividades que componen la gestión de la cadena de suministro en la empresa.

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Producción de insumos para filtros prensa	La mayoría de los insumos utilizados en la fabricación de los filtros prensa se producen en fábricas especializadas en el extranjero. Los insumos clave, como las planchas de acero inoxidable, son fabricados bajo estrictos controles de calidad industrial, garantizando la resistencia y durabilidad necesarias de los filtros. Estos procesos de producción implican el uso de maquinaria de alta precisión (como prensas, cortadoras y laminadoras de metales) que permiten dar forma a los componentes de acuerdo a las exactas las especificaciones requeridas. Una vez completada la fabricación, los productos son embalados y preparados para su exportación, siguiendo normativas internacionales de comercio y transporte de mercancías.	Principalmente, empresas de Alemania, España e Italia y China para componentes importantes, así como también empresas nacionales.	Fabricados en el extranjero (procedencia principal): - Planchas de acero al carbono y acero inoxidable (China) - Tuberías y accesorios de acero al carbono y de acero inoxidable (China) - Componentes eléctricos (China y otros) - Placas de polipropileno (Alemania) - Telas filtrantes (España) - Bombas hidráulicas (Italia) - Tubos hidráulicos (España) - Presostatos (Italia) Fabricados en el Perú: - Motores - Cables eléctricos (componente eléctrico) - Componentes para soldadura	-	-
Transporte de los insumos hacia el punto de comercialización	El transporte de los insumos importados se realiza principalmente por vía marítima. El transporte logístico traslada los insumos al puerto del Callao, donde los insumos son desaduanados de acuerdo a normativas locales.	- Empresas de transporte logístico	-	-	-

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)								
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales		Dinero	Información		
Puntos de comercialización de insumos para filtros prensa	<p>La comercialización local se realiza principalmente vía proveedores nacionales, quienes ofrecen materiales como planchas de acero inoxidable. La valorización de las ventas se realizan tanto en dólares americanos como en soles. Una vez acordados los precios, se establecen contratos de suministro, y se gestiona la compra a través de órdenes de compra y pagos programados.</p> <p>El proveedor entrega los insumo en los plazos acordados, cumpliendo con los requisitos de calidad y cantidad estipulados en los contratos.</p>	Proveedores nacionales (Lima):	Discovery	Planchas de acero inoxidable			<p>- Catálogo de modelos y precios, especificaciones técnicas, condiciones de financiamiento</p> <p>- Tarifas de cada insumo</p>	
			Aceros Arequipa	Plancha de acero al carbono (medida)				
				Platina de acero al carbono				
			Fiorella Representaciones SAC	Tuberías de acero al carbono				
				Tuberías de acero inoxidable				
				Accesorios de acero inoxidable (brida, codo y reducción)				
				Accesorios de acero al carbono (canales y ángulos)				
				Válvula de plástico				
			Motorex	Motores trifásicos				
				Reductor				
			Fri del Perú	Presostato				
			Gramsa	Componentes eléctricos	Componentes para automatización de un tablero eléctrico			
					Llaves térmicas			
					Tubos de plástico para forrar cables			
Interruptor técnico								
bornera y tope								
ISA industrial								
Inreva Group								
Grupo Miraya								

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)							
Eslabón	Proceso	Personas o empresas		Materiales	Dinero	Información	
			Proveedores de Las Malvinas	Componentes para soldadura (tungsteno, aporte) Herramientas (llave para taladro, escuadra)			
			Digascom	Argón			
		Proveedores internacionales	Lensa	Placas de polipropileno			
			PPL				
			Satin Virotech	Telas filtrantes			
			Gasatex				
			Italia	Bombas hidráulicas			
			Cicrosa	Tubos hidráulicos			

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Adquisición de insumos para filtros prensa	<p>Filtración compra insumos que provienen de: (1) Empresas comercializadoras locales (2) Importación directa desde los fabricantes o comercializadores internacionales El procedimiento de adquisición de insumos es el siguiente: (a) Requerimiento técnico: El equipo de producción identifica la necesidad de un insumo y genera una especificación técnica que describe las características y cantidades necesarias. (b) Comunicación del requerimiento: Un personal del área de producción o telas comunica el requerimiento al gerente general o a la secretaria, evaluando la urgencia del pedido, el tamaño, y la importancia. (c) Generación de orden de compra: Una vez que el gerente aprobó que se realice la compra, se emite una orden de compra formal con los detalles del insumo, proveedor y condiciones de pago. Suele realizarla la secretaria (d) Decisión sobre la compra: El gerente general define si la compra se hará directamente o a través de intermediarios, dependiendo de si es local o una importación. Además se decide quién va a comprar (si son insumos locales</p>	<p>-Gerente general (a) (c) (d) (e) (f) -Técnico electrónico (b) (f) - Técnicos mecánicos (b) (f) (cfr. supra) - Operario del Área de telas (b) (f) - Secretaria (c)</p>		<p>Monto de acuerdo a condiciones de venta pactadas</p>	<p>El contacto con el proveedor se realiza vía correo electrónico para compras al extranjero o nacionales. Algunas compras locales se realizan por vía Whatsapp El proveedor da: - Condiciones técnicas - Tarifas de cada insumo</p>

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Adquisición de insumos para filtros prensa	<p>(e) Presupuesto y costos: Se calcula el costo total, incluyendo transporte, seguros y posibles aranceles, además del precio del insumo.</p> <p>(f) Transferencia de dinero (o pago en físico): Tras la aprobación del presupuesto, se realiza la transferencia. Si se manda a un operario de producción, este realiza la compra en físico. Proveedores locales suelen tener plazos de pago, mientras que las importaciones requieren pagos anticipados.</p> <p>(g) Importación y trámites: Para insumos importados, se gestiona el transporte y se coordinan los trámites aduaneros, asegurando el cumplimiento de normativas.</p> <p>(h) Plazos de pago: El 50% de los proveedores otorgan plazos de 15 a 30 días, pero las importaciones suelen pagarse al contado o por adelantado.</p>	<p>-Gerente general (a) (c) (d) (e) (f)</p> <p>-Técnico electrónico (b) (f)</p> <p>- Técnicos mecánicos (b) (f)</p> <p>- Operario del Área de telas (b) (f)</p> <p>- Secretaria (c)</p>	(cfr. supra)	Monto de acuerdo a condiciones de venta pactadas	<p>El contacto con el proveedor se realiza vía correo electrónico para compras al extranjero o nacionales.</p> <p>Algunas compras locales se realizan por vía Whatsapp</p> <p>El proveedor da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones técnicas - Tarifas de cada insumo

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Almacenamiento y control de inventarios	<p>a) Almacenamiento: Los insumos adquiridos se almacenan en tres ubicaciones distintas, dependiendo de su tipo, esto es, telas filtrantes, insumos para la parte hidráulica-eléctrica del filtro, e insumos menores.</p> <p>b) Control: El control se realiza de acuerdo a observación o estimación de requerimientos del responsable, sin contar necesariamente con una herramienta de registro. Los encargados de producción informan sobre la escasez de materiales y la necesidad de reposición. Las reposiciones se realizan a medida que se van agotando los insumos, con una clara diferencia entre los tiempos de reposición de productos locales e importados.</p>	<p>- Responsable: operario del área de telas</p> <p>- Personal autorizado a ingresar: gerente general, 1 operario de telas, 10 operarios de producción</p>	<p>ALMACÉN (1ER PISO):</p> <p>-Válvulas de segunda para hacer pruebas</p> <p>-Codos inox, acero, galvanizado</p> <p>-Pernos, Tuberías de PBC, de acero inox, de acero normal.</p> <p>-Conexiones hidráulicas, Motores eléctricos viejos</p>	*Valorización del inventario	<p>Los insumos adquiridos son registrados en una hoja de cálculo (formato excel) por Secretaría</p> <p>El flujo de información es manual y basado en la experiencia. Los encargados de producción verifican el stock y comunican faltantes al gerente, quien planifica las importaciones según la necesidad y los tiempos de reposición.</p>
		<p>- Responsable: no hay</p> <p>-Personal autorizado a ingresar: gerente general, 10 operarios del área de producción de filtro prensa</p>	<p>TALLER (1ER PISO):</p> <p>-Placas filtrantes: Algunas se almacenan en stock, otras se importan bajo pedido debido a la variedad de tamaños.</p> <p>-Cilindro de aceite</p> <p>-Tuberías de acero y de acero inox</p> <p>-Planchas de acero y planchas de acero inox</p> <p>-Balones de oxígeno, Balones de gas (argón)</p>	*Valorización del inventario	
		<p>- Responsable: no hay</p> <p>-Personal autorizado a ingresar: Gerente general, técnico mecánico, técnico eléctrico-hidráulico</p>	<p>ALMACÉN LABORATORIO (2DO PISO):</p> <p>-Componentes eléctricos-hidráulicos:</p> <p>-Bombas hidráulicas</p> <p>-Conectores hidraulicos</p> <p>-Conexiones inoxidable (codos, niples, TE's, bushing, reductores), pernos, valvulas, valvulas hidraulicas. Contactor electrico, pulsador electrico, Transformador electrico.</p>	*Valorización del inventario	
		<p>- Responsable: operario del área de telas</p> <p>-Personal autorizado: gerente general, 2 operarios del área de telas, y eventualmente algún operario de producción, cuando se requiera</p>	<p>ÁREA DE TELAS (3ER PISO):</p> <p>- Telas filtrantes: Rollos de tela filtrante almacenados en el tercer piso.</p>	*Valorización del inventario	

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Producción de filtro prensa (placa 1200x1200 mm)	<p><i>Principales etapas:</i></p> <p>Corte de Planchas: se cortan las planchas de acero que formarán la estructura del filtro.</p> <p>Procesos Mecanizados: Torneado, fresado y taladrado de componentes como ejes, barras y tubos, que ocurren en paralelo a las etapas de corte y soldadura.</p> <p>Soldadura: Las planchas cortadas se sueldan para ensamblar la estructura metálica.</p>	<p>Gerente General: Supervisa y revisa los planos antes de iniciar la producción.</p> <p>Jefe de Taller: Coordina las actividades de fabricación en el taller.</p> <p>Torneros y Soldadores: Ejecutan los procesos mecanizados y de soldadura.</p> <p>Técnico en Electrónica: Responsable de la automatización del filtro y del ensamblaje de tableros eléctricos.</p>	(cfr. supra)	Gastos variables vinculados a la producción: energía eléctrica, agua.	Los planos y especificaciones técnicas del filtro (según el modelo) son compartidos entre el gerente general, el jefe de taller y los operadores de maquinaria. Las pruebas FAT generan informes de calidad que se documentan para asegurar que los productos cumplan con los estándares.
	<p>Arenado y pintado: Después de la soldadura y mecanizado, las piezas se someten a un proceso de arenado para preparar el metal, seguido de pintura epóxica.</p> <p>Preensamble y Ensamble Final: Se ensamblan todas las partes del filtro, incluyendo los componentes eléctricos y tableros.</p> <p>Colocación de Placas Filtrantes: Las placas filtrantes se colocan dentro del filtro de prensa para completar el equipo.</p> <p>Pruebas FAT: Se realizan pruebas funcionales para verificar la calidad y operatividad del filtro, asegurando que cumpla con las especificaciones técnicas.</p>				

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Transporte del filtro prensa producido hacia almacén del cliente en Lima	Filtración no se encarga necesariamente de la logística de transporte. El cliente generalmente envía su propio transporte para recoger los filtros. En pocas ocasiones Filtración SAC se encarga de la logística de distribución. Los filtros se entregan en el almacén del cliente en Lima, donde el cliente se encarga de recibir el producto.	Principalmente los clientes, que proporcionan el transporte para recoger los filtros. En algunos casos, empresas de transporte contratadas por Filtración SAC. (**mencionar quienes específicamente)		En la mayoría de casos Filtración SAC no asume costos de transporte, por lo que el cliente cubre los costos de logística al enviar su transporte. En caso de que el cliente asuma la gestión del transporte, el cliente contrata su seguro. En caso de que Filtración gestione el transporte, suele contratar seguros de transporte.	Comunicación entre Filtración SAC y el cliente para coordinar la entrega del producto.
Filtro prensa producido y almacenado en el local del cliente	El cliente mantiene el filtro prensa en su almacén por un periodo determinado por él mismo. El cliente transporta el filtro prensa hacia sus instalaciones. Estas generalmente son en provincia, pues suelen pertenecer al sector minería en provincia	Cliente y personas involucradas en su gestión de transporte	Filtros prensa terminado	-	-
Instalación del filtro prensa producido en el local del cliente	La instalación la hace el cliente final con las indicaciones previas que se les dieron Demora de instalación en caso de filtro placa 1200x1200mm: 3 semanas	Cliente (minería, industria alimentaria, eléctrica, y otras)		-	El cliente llama en ocasiones al gerente para consultar dudas sobre la instalación del filtro prensa. Gerente general transmite sus conocimientos sobre la instalación del filtro prensa mediante llamadas

Tabla E1 (continuación)

CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE 1 FILTRO PRENSA (placa 1200 x 1200 mm)					
Eslabón	Proceso	Personas o empresas	Materiales	Dinero	Información
Pruebas finales del filtro prensa instalado y conformidad del cliente	<p>Las pruebas finales se realizan en el local del cliente</p> <p>El gerente general va a verificar que el filtro se haya instalado según las recomendaciones.</p> <p>Después se organiza que vaya el mecánico o el electricista a arrancarlo.</p> <p>Este proceso demora 2 o 3 días (la puesta en marcha).</p> <p>Finalmente, se firma un acta de conformidad (normalmente la persona responsable de la planta y el gerente general)</p>	<p>- Filtracion SAC: Gerente General, técnico electricista, técnicos mecánicos</p> <p>- Cliente final: personal responsable de la planta</p>		<p>El transporte puede ser por tierra (el gerente o algún empleado manejando), o por avión.</p> <p>Costos del traslado y estadía hacia las instalaciones del cliente en provincia son asumidos por Filtracion SAC.</p>	<p>El cliente da su conformidad para recepción y operación de filtros prensa</p>
Cliente comienza a operar el filtro prensa	-	Cliente final		-	-

Fuente: Elaboración propia (2025).

ANEXO F: Contabilización de desperdicios en el proceso de fabricación de filtro prensa de 800mm

Tabla F.1 Contabilización de desperdicios en el proceso de fabricación de filtro prensa de 800mm

Fases del proceso de producción			CANTIDAD DE VECES QUE SE OBSERVA EL DESPERDICIO							TOTAL	% Etapas		
			Sobre Producción	Espera o demora innecesaria	Transporte innecesario	Sobre Procesos	Inventario (WIP)	Defectos	Movimiento innecesario de personas				Intelecto
Diseño y compra	1	Confección de planos, validación de dimensiones	-	4	-	-	-	3	-	-	7	1,4%	7,1%
	2	Importación de tubos y barras	-	-	-	-	3	-	-	-	3	0,6%	
	3	Compra de materiales locales	-	5	-	5	-	5	10	-	25	5,1%	
Fabricación de placa cabeza	4	Habilitado de elementos para la placa cabeza	-	8	6	2	2	2	10	-	30	6,1%	17,3%
	5	Habilitado de piezas para el manifold	-	3	3	-	-	-	12	-	18	3,7%	
	6	Fabricar estructura - soldadura y armado	-	2	2	1	-	2	7	-	14	2,9%	
	7	Arenado y pintado base (tercerizado)	-	4	-	-	-	-	-	-	4	0,8%	
	8	Fabricación de manifold	-	3	1	1	1	1	3	-	10	2,0%	

Tabla F1 (continuación)

Fases del proceso de producción			CANTIDAD DE VECES QUE SE OBSERVA EL DESPERDICIO							TOTAL	% Etapas		
			Sobre Producción	Espera o demora innecesaria	Transporte innecesario	Sobre Procesos	Inventario (WIP)	Defectos	Movimiento innecesario de personas				Intelecto
	9	Montaje de válvulas automáticas	-	3	1	1	-	1	3	-	9	1,8%	
Fabricación de placa cola	10	Habilitado de piezas para la placa cola	-	8	-	1	1	1	-	-	11	2,2%	5,5%
	11	Fabricar estructura -soldadura y armado	-	2	3	1	-	1	5	-	12	2,4%	
	12	Arenado y pintado base (tercerizado)	-	4	-	-	-	-	-	-	4	0,8%	
Fabricación de placa móvil	13	Habilitado de piezas para la placa móvil	-	4	3	-	1	-	5	-	13	2,6%	8,4%
	14	Fabricar estructura -soldadura y armado	-	3	3	1	-	1	6	-	14	2,9%	
	15	Arenado y pintado base (tercerizado)	-	4	-	-	-	-	-	-	4	0,8%	
	16	Revestido con acero inoxidable	-	2	1	1	1	1	4	-	10	2,0%	

Tabla F1 (continuación)

Fases del proceso de producción			CANTIDAD DE VECES QUE SE OBSERVA EL DESPERDICIO							TOTAL	% Etapas		
			Sobre Producción	Espera o demora innecesaria	Transporte innecesario	Sobre Procesos	Inventario (WIP)	Defectos	Movimiento innecesario de personas				Intelecto
Barras laterales	17	Habilitado de piezas para las barras laterales	-	8	2	1	1	1	6	-	19	3,9%	13,8%
	18	Fabricar estructura - corte y soldadura	-	2	2	1	-	1	4	-	10	2,0%	
	19	Arenado y pintado base (tercerizado)	-	4	-	-	-	-	-	-	4	0,8%	
	20	Revestido con acero inoxidable	-	3	1	1	1	1	3	-	10	2,0%	
	21	Armado general de la estructura	-	2	6	1	-	1	15	-	25	5,1%	
Montaje de estructura del filtro	22	Armado general del filtro	-	2	12	-	-	-	20	-	34	6,9%	8,1%
	23	Pintado general de la estructura	-	3	-	1	1	-	1	-	6	1,2%	

Tabla F1 (continuación)

Fases del proceso de producción			CANTIDAD DE VECES QUE SE OBSERVA EL DESPERDICIO							TOTAL	% Etapas		
			Sobre Producción	Espera o demora innecesaria	Transporte innecesario	Sobre Procesos	Inventario (WIP)	Defectos	Movimiento innecesario de personas				Intelecto
Unidad hidráulica	24	Habilitado base para la bomba hidráulica	-	4	2	-	2	-	7	2	17	3,5%	20,6 %
	25	Habilitado de la base del bloque hidráulico	-	-	2	-	-	-	3	2	7	1,4%	
	26	Mecanizado de tubos y barras y elementos del cilindro h.	-	2	2	-	-	-	4	-	8	1,6%	
	27	Fabricación del C.H. - soldadura	-	3	4	-	-	-	6	-	13	2,6%	
	28	Fabricación del cajón aceite	-	1	1	1	-	1	4	-	8	1,6%	
	29	Fabricación del bloque hidráulico	-	3	-	-	-	-	1	-	4	0,8%	
	30	Montaje del cajón de aceite, bloque y motores eléctricos	-	3	5	1	-	1	10	-	20	4,1%	
	31	Ensamblaje de la unidad hidráulica	-	2	6	1	3	-	12	-	24	4,9%	

Tabla F1 (continuación)

Fases del proceso de producción			CANTIDAD DE VECES QUE SE OBSERVA EL DESPERDICIO							TOTAL	% Etapas		
			Sobre Producción	Espera o demora innecesaria	Transporte innecesario	Sobre Procesos	Inventario (WIP)	Defectos	Movimiento innecesario de personas				Intelecto
Separador de placas	32	Habilitado de piezas para el carrito	-	2	-	2	2	2	2	-	10	2,0%	10,4 %
	33	Fabricación de carrito separador	-	6	6	1	-	1	8	-	22	4,5%	
	34	Fabricación de carril en acero inoxidable	-	2	4	-	-	-	6	-	12	2,4%	
	35	Montaje de carrito separador en filtro prensa	-	2	-	1	-	1	3	-	7	1,4%	
Automatización y sistema eléctrico	36	Armado de tableros eléctricos + programas	-	3	-	-	1	-	-	-	4	0,8%	4,7%
	37	Montaje de tableros en filtro prensa, automatización	-	1	2	-	-	-	4	1	8	1,6%	
	38	Conexión de cables	-	2	-	-	2	-	2	-	6	1,2%	
	39	Pruebas en vacío - unidad hidr + separador de placas	-	3	-	-	-	-	2	-	5	1,0%	

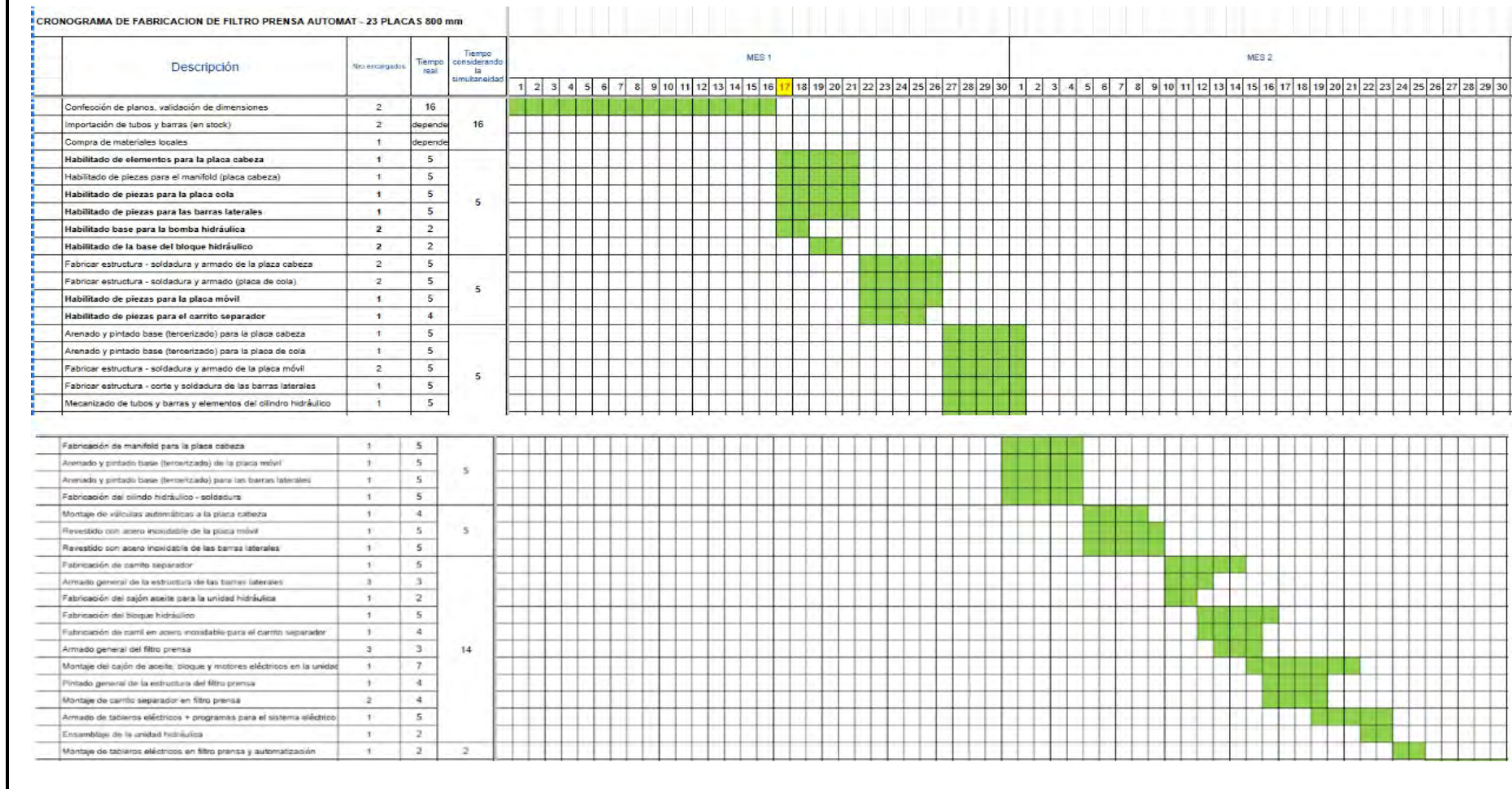
Tabla F1 (continuación)

Fases del proceso de producción			CANTIDAD DE VECES QUE SE OBSERVA EL DESPERDICIO							TOTAL	% Etapas		
			Sobre Producción	Espera o demora innecesaria	Transporte innecesario	Sobre Procesos	Inventario (WIP)	Defectos	Movimiento innecesario de personas				Intelecto
Prueba final del filtro prensa	41	Montaje de placas filtrantes en filtro prensa	-	-	1	1	-	1	3	-	6	1,2%	2,4%
	42	Prueba de válvulas, PLC y sistema automático	-	-	-	1	-	1	-	-	2	0,4%	
	43	Prueba de prensado	-	-	-	1	-	1	2	-	4	0,8%	
Despacho de filtro prensa	44	Desmontaje de filtro prensa	-	-	-	-	-	-	3	-	3	0,6%	1,6%
	45	Despacho de equipo a la empresa	-	-	1	1	-	1	2	-	5	1,0%	
	46	Montaje del filtro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0%	
			-	122	82	30	22	32	198	5	491		100%
			0%	25%	17%	6%	4%	7%	40%	1%	100%		

Fuente: Elaboración propia (2025)

ANEXO G: Cronograma de fabricación de un filtro prensa

Figura G1. Cronograma de fabricación de un filtro prensa



ANEXO H: Fabricación del filtro prensa

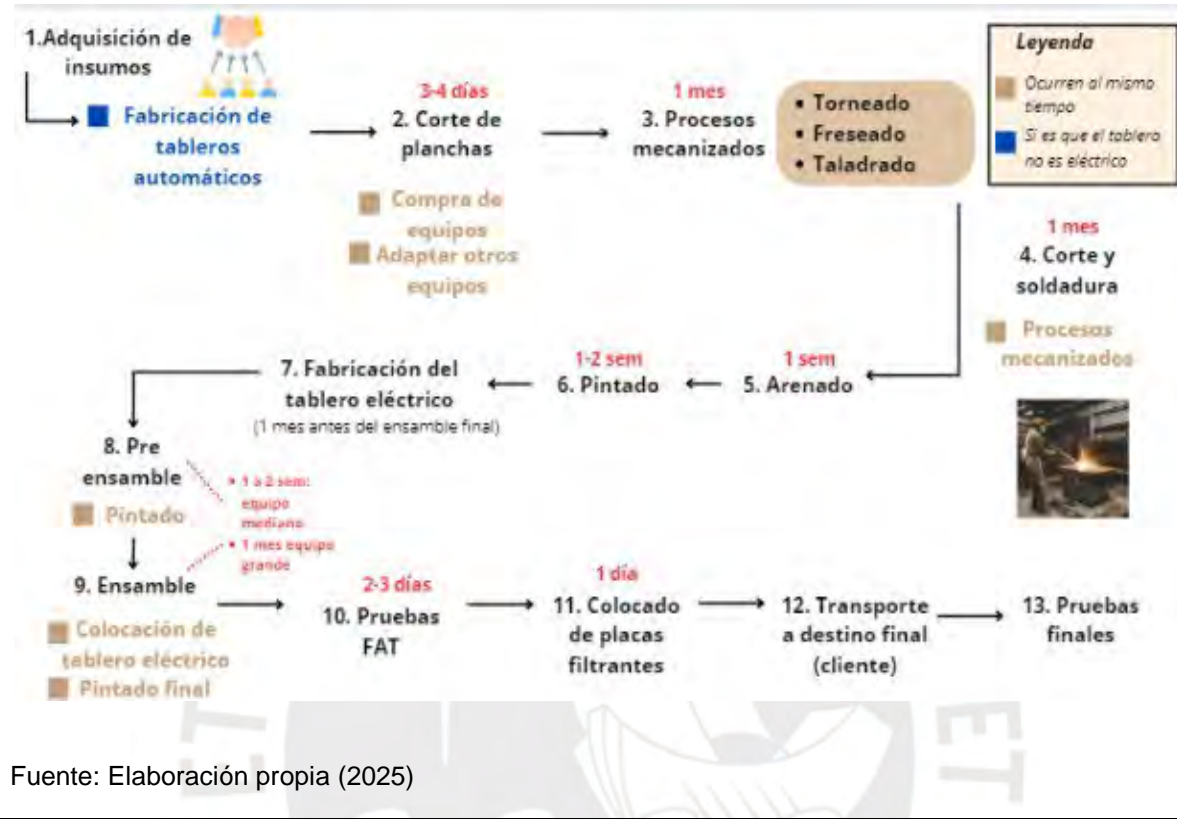
Figura H.1 Fabricación del filtro prensa



Fuente: Fotografía tomada por el gerente general, 2024.

ANEXO I: Cadena productiva

Figura I.1 Cadena productiva



Fuente: Elaboración propia (2025)

ANEXO J: Almacén de Filtración SAC

Figura J1. Almacén de Filtración SAC



Fuente: Fotografía tomada por las autoras, 2024.

ANEXO K: Taller de Filtración SAC

Figura K.1 Taller de Filtración SAC



Fuente: Fotografía tomada por las autoras, 2024.

ANEXO L: Fabricación de unidad hidráulica

Figura L.1 Fabricación de unidad hidráulica



Fuente: Fotografía tomada por las autoras, 2024.

ANEXO M: Montaje de filtro prensa

Figura M.1 Montaje de filtro prensa



Fuente: Fotografía tomada por las autoras, 2024.

ANEXO N: Colocado de filtro prensa en una planta de carmín de cochinilla

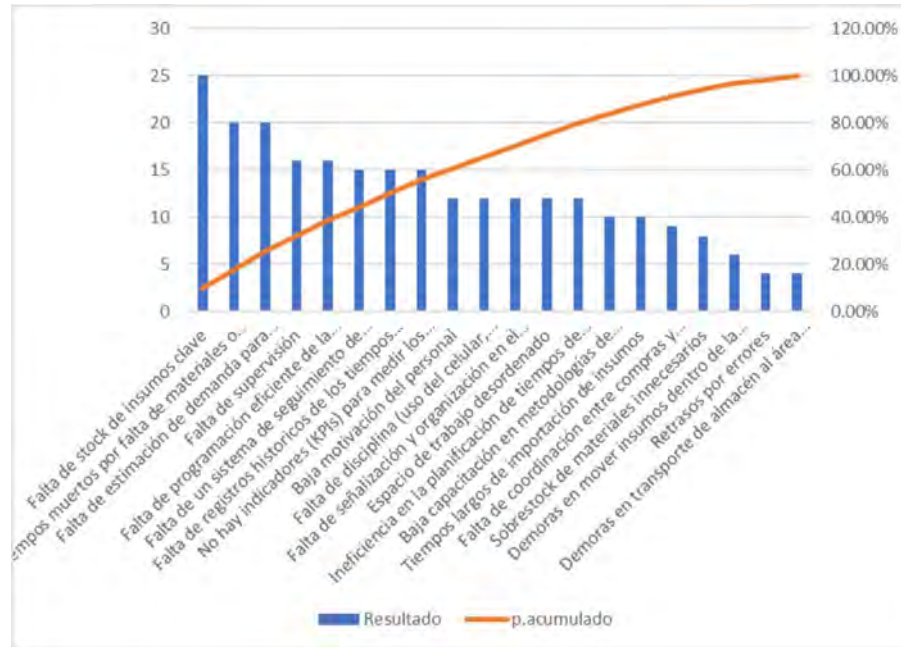
Figura N.1 Colocado de filtro prensa en una planta de carmín de cochinilla



Fuente: Fotografía tomada por el gerente general, 2024.

ANEXO O: Diagrama de pareto

Figura O.1 Diagrama de pareto



Fuente: Elaboración propia (2025).

ANEXO P: Tiempo muerto de producción (días) por procesos y operarios en el proceso de fabricación de un filtro prensa de 800mm

Tabla P.1 Tiempo muerto de producción (días) por procesos y operarios en el proceso de fabricación de un filtro prensa de 800mm

Procesos	Personal	Tiempo muerto
Confección de planos, validación de dimensiones	Dibujante	6
Habilitado de elementos para la placa cabeza	Operario 1	4
Habilitado de piezas para el manifold (placa cabeza)	Operario 2	4
Habilitado de piezas para la placa cola	Operario 3	4
Habilitado de piezas para las barras laterales	Operario 4	4
Fabricar estructura - soldadura y armado de la plaza cabeza	Operario 5	2
	Operario 4	2
Fabricar estructura - soldadura y armado (placa de cola)	Operario 7	2
	Operario 3	2
Habilitado de piezas para la placa móvil	Operario 1	4
Habilitado de piezas para el carrito separador	Operario 2	2
Fabricar estructura - soldadura y armado de la placa móvil	Operario 5	3
Fabricar estructura - corte y soldadura de las barras laterales	Operario 7	2
Mecanizado de tubos y barras y elementos del cilindro hidráulico	Operario 1	2
Fabricación de carrito separador	Operario 2	1
Fabricación de manifold para la placa cabeza	Operario 2	3
Fabricación del cilindro hidráulico - soldadura	Operario 5	3
Montaje de válvulas automáticas a la placa cabeza	Operario 6	3
Revestido con acero inoxidable de la placa móvil	Operario 2	4
Revestido con acero inoxidable de las barras laterales	Operario 7	3
Armado general de la estructura de las barras laterales	Operario 7	2
	Operario 3	2
	Operario 4	2
Fabricación del cajón aceite para la unidad hidráulica	Operario 7	1
Fabricación del bloque hidráulico	Operario 1	3
Fabricación de carril en acero inoxidable para el carrito separador	Operario 7	2
	Operario 7	2
	Operario 4	2
Armado general del filtro prensa	Operario 3	2
	Operario 4	2
	Operario 3	2
Montaje del cajón de aceite, bloque y motores eléctricos en la unidad hidráulica	Operario 8	3
Pintado general de la estructura del filtro prensa	Operario 4	3
Montaje de carrito separador en filtro prensa	Operario 2	2
Ensamblaje de la unidad hidráulica	Operario 8	1
Montaje de tableros eléctricos en filtro prensa y automatización	Operario 8	1
Conexión de cables para el sistema eléctrico	Operario 8	2
Pruebas en vacío-unidad hidráulica+separador de placas	Operario 8	3
	Operario 6	3

ANEXO Q: Pérdida económica por sueldos y beneficios sociales en el proceso de fabricación de un filtro prensa de 800mm

Tabla Q.1 Pérdida económica por sueldos y beneficios sociales en el proceso de fabricación de un filtro prensa de 800mm

Personal	Sueldo Mensual (incluye %afp)	Carga							Costo Mensual por operario
		Vacaciones	Gratificación	Bonificación Extraordinaria	CTS	ESSALUD	SCTR	Seguro Vida Ley	
Dibujante	2500	104.17	208.33	0.00	121.53	225.00	25.00	25.00	3209.03
Operario 1	3000	125.00	250.00	22.50	145.83	270.00	30.00	30.00	3873.33
Operario 2	3000	125.00	250.00	22.50	145.83	270.00	30.00	30.00	3873.33
Operario 3	2200	91.67	183.33	0.00	106.94	198.00	22.00	22.00	2823.94
Operario 4	2200	91.67	183.33	16.50	106.94	198.00	22.00	22.00	2840.44
Operario 5	4200	175.00	350.00	31.50	204.17	378.00	42.00	42.00	5422.67
Operario 6	3000	125.00	250.00	22.50	145.83	270.00	30.00	30.00	3873.33
Operario 7	3000	125.00	250.00	22.50	145.83	270.00	30.00	30.00	3873.33
Operario 8	2650	110.42	220.83	0.00	128.82	238.50	26.50	26.50	3401.57