

**DESARROLLO DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA
MICROEMPRESA EN POPAYÁN DEDICADA AL MANTENIMIENTO Y
FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL, VALIDADO A TRAVÉS
DE LA FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FILTRO-PRESA PARA LA
EXTRACCIÓN DE SUERO LÁCTEO**

ANDERSON IDROBO GIRONZA



**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
POPAYÁN – CAUCA
2025**

**DESARROLLO DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA
MICROEMPRESA EN POPAYÁN DEDICADA AL MANTENIMIENTO Y
FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL, VALIDADO A TRAVÉS
DE LA FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE FILTRO-PRESA PARA LA
EXTRACCIÓN DE SUERO LÁCTEO**

ANDERSON IDROBO GIRONZA

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

**DIRECTOR:
PhD. JAVIER ANDRES MUÑOZ**

**CODIRECTOR:
MAG. MABEL IRENE FIGUEROA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA COMFACAUCA - UNICOMFACAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
POPAYÁN – CAUCA
2025**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Popayán, 17 de junio del 2025

DEDICATORIA

“A ti, Alba Rocío, porque tu amor de madre ha sido mi refugio inquebrantable y tu fe se convirtió en mi fuerza cuando la mía flaqueaba. Gracias por enseñarme que, incluso en la peor tormenta, podemos seguir caminando con la cabeza en alto. A mi tía Daira, parte fundamental de este logro, gracias por demostrarme con tu ejemplo diario que la disciplina y el esfuerzo constante pueden hacer realidad hasta los sueños más lejanos. Y a ti, Mariana, pequeña luz que ilumina nuestra familia, por recordarme que el amor más puro solo necesita palabras, abrazos sinceros y risas compartidas. A mis hermanos Jhon, Yeison y Cristian, quienes siempre fueron mi inspiración y el motor que me impulsó a sacar lo mejor de mí, para mostrarles el camino como hermano mayor. Esta victoria no es solo mía, es nuestra, porque sin ustedes, ninguna meta en mi vida tendría verdadero sentido.”

AGRADECIMIENTOS

“Ante todo, mi gratitud más profunda a Dios, por ser la luz que guio cada paso hasta alcanzar este sueño. A la universidad, por ser el suelo fértil donde germinaron mis conocimientos, tanto en sus aulas y espacios como en los laboratorios. Al profesor Javier Muñoz, por compartir su sabiduría y humanidad, y por enseñarme que "los materiales, como las personas, encuentran su grandeza en la resistencia y la adaptabilidad". A la profesora Mabel Figueroa, por creer en este proyecto desde su primera chispa y por inspirarme con su espíritu emprendedor. Al profesor Jhon Guerrero, por llevarme más allá de los temas de aula, mostrándome en cada clase que el ingenio se forja en lo real. Al profesor Andrés Solís, por sembrar en mí la curiosidad de escudriñar hasta la esencia de las cosas. Y, aunque ya no estén en la universidad, a todos aquellos profesores que dejaron huella en mi formación, su enseñanza sigue viva en cada logro que hoy celebro.”

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TABLA DE CONTENIDO	6
LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
1 RESUMEN	13
2 ABSTRACT.....	14
3 INTRODUCCIÓN	15
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
5 JUSTIFICACIÓN.....	19
6 OBJETIVOS.....	21
6.1 OBETIVO GENERAL.....	21
6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	21
7 MARCO DE REFERNCIA	22
7.1 MARCO TEÓRICO	22
7.1.1 CAMPO CONCEPTUAL DE INGENIERIA Y AGROINDUSTRIA 22	
7.1.2 CAMPO CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE MERCADO	24
7.1.3 CAMPO CONCEPTUAL DE MODELO DE NEGOCIO	27
8 ANTECEDENTES	29
9 PLAN DE MERCADO	32
9.1 ANÁLISIS DEL MERCADO	32
9.1.1 ENTREVISTA ESTRUCTURADA	33
9.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	36
9.3 ANÁLISIS DEL SECTOR.....	38
9.3.1 COMPETIDORES LOCALES.....	43
9.4 CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA SEGÚN CIIU (CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME)	46
9.5 ANÁLISIS DE LOS PROVEEDORES.....	46
9.6 ESTRATEGIAS DE MERCADO	50
9.6.1 MODELO LEAN CANVAS	50
9.6.2 ESTRATEGIA DE PUBLICIDAD.....	51
9.6.3 MARCA DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS	59

9.7	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE SISTEMAS MECATRÓNICOS DE OCCIDENTE.....	59
9.7.1	DIRECCIÓN GENERAL (CEO):.....	60
9.7.2	DEPARTAMENTO DE MARKETING Y VENTAS	60
9.7.3	DEPARTAMENTO DE INNOVACIÓN Y DISEÑO.....	61
9.7.4	DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	61
9.7.5	DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD Y FINANZAS	61
10	ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD FINANCIERA	63
10.1	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	63
10.2	COSTOS DE FUNCIONAMIENTO	64
10.2.1	INVERSIÓN INICIAL PARA LA CREACIÓN DE SISTEMAS MECATRÓNICOS DE OCCIDENTE.....	64
10.2.2	COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES	66
10.2.3	COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA PRENSA FILTRO	67
10.2.4	PRODUCTO MÍNIMO VIABLE.....	68
10.2.5	TARIFAS	70
10.3	PROYECCIONES ECONÓMICAS.....	73
11	VALIDACIÓN	74
11.1	METODOLOGÍA	74
11.2	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	75
11.3	DISEÑO CONCEPTUAL.....	77
11.3.1	DISEÑO FÍSICO: SISTEMA MECÁNICO.....	79
11.4	DISEÑO DEL SISTEMA MEDIANTE HERRAMIENTAS DISEÑO DE INGENIERÍA CAD.	82
11.4.1	ESTRUCTURA PRINCIPAL.....	82
11.4.2	PRENSA MÓVIL	84
11.4.3	MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO Y SOPORTE DE FILTROS.....	84
11.4.4	RIEL GUÍA.....	86
11.4.5	SISTEMA DE MANIVELA	86
11.4.6	FILTROS	87
11.4.7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	88
11.5	APLICACIÓN DE HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN CAE.....	89
11.5.1	SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN RIEL PRINCIPAL.....	89

11.5.2	SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN SOPORTES DE FILTRO...	92
11.5.3	SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN ESTRUCTURA PRINCIPAL	94
11.6	FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE	98
11.6.1	ESTRUCTURA	99
11.6.2	PRENSA.....	100
11.6.3	RIEL PRINCIPAL	101
11.6.4	MANIVELA Y SISTEMA GUAYAS	102
11.6.5	SISTEMA DE RODAMIENTOS Y BOLSA FILTRO	104
11.7	VALIDACIÓN PROTOTIPO	108
11.8	FICHA TÉCNICA	112
11.8.1	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN	113
12	CONCLUSIONES	118
13	RECOMENDACIONES	120
14	BIBLIOGRAFÍA	121
15	ANEXOS	127

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Empresas entrevistadas.-----	34
Tabla 2 Empresas con actividad económica similar.-----	43
Tabla 3 Lista proveedores.-----	47
Tabla 4 Clientes potenciales, elaboración propia -----	63
Tabla 5 Inversión fija, elaboración propia-----	65
Tabla 6 Costos fijos, elaboración propia -----	66
Tabla 7 Costos variables generales-----	67
Tabla 8 Costos fabricación prensa filtro, elaboración propia. -----	68
Tabla 9 Suministros básicos para realizar un mantenimiento, elaboración propia	68
Tabla 10 Valor hora laboral ordinaria de colaboradores, elaboración propia-----	69
Tabla 11 Servicio 1, elaboración propia-----	70
Tabla 12 Servicio 2, elaboración propia-----	71
Tabla 13 Punto de equilibrio de los servicios, elaboración propia -----	72
Tabla 14 Demanda potencial, elaboración propia -----	73
Tabla 15 Proyección de ingresos por ventas, elaboración propia-----	73
Tabla 16. Ficha técnica prototipo prensa filtro, elaboración propia. -----	112

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Metodología Design Thinking, Tomado de [46].....	33
Figura 2 Actores empresariales entrevistados, elaboración propia.....	34
Figura 3 Crecimiento PIB Colombia - América Latina, tomado de: [47].....	39
Figura 4 Análisis DOFA, elaboración propia.	45
Figura 5 Modelo Lean Cavas, elaboración propia.....	51
Figura 6 Estrategia Go To Market, Adaptado de [63].....	52
Figura 7 Lienzo de propuesta de valor, elaboración propia	54
Figura 8 Perfil de negocio en Google maps, elaboración propia.....	56
Figura 9 Servicios ofrecidos en google, elaboración propia.....	57
Figura 10 Landing page, elaboración propia - https://goo.su/2JQiTU	58
Figura 11 Marca, eslogan y logo empresarial, elaboración propia.....	59
Figura 12 Estructura organizacional, elaboración propia	60
Figura 13 Metodología V- model, adaptado de [74]	75
Figura 14 Proceso de funcionamiento, elaboración propia.	76
Figura 15 Press filter for lactic cheese, tomado de [76]	78
Figura 16 Filter press, tomado de [77]	78
Figura 17 Boceto de la máquina, fuente propia	79
Figura 18 Mecanismo de trinquete, adaptado de [79].....	80
Figura 19 Rodillo de nylon, tomado de [81].....	81
Figura 20 Estructura general, elaboración propia	82
Figura 21 Unión estructural, elaboración propia	83
Figura 22 Soporte para rodamientos del eje, elaboración propia.....	83
Figura 23 Prensa móvil, elaboración propia.....	84
Figura 24 Mecanismo de desplazamiento y soporte de filtros, elaboración propia.....	85
Figura 25 Riel guía, elaboración propia	86
Figura 26 Sistema de manivela, elaboración propia	87
Figura 27 Filtro, elaboración propia	88
Figura 28 Tanque, elaboración propia	89
Figura 29. Ficha técnica acero inoxidable 304, tomado de [83]	91
Figura 30 Limite elástico y esfuerzo máximo, elaboración propia.....	91
Figura 31 Concentración de carga y factor de seguridad riel principal, elaboración propia.....	92
Figura 32 Limite elástico y esfuerzo máximo, elaboración propia.....	93
Figura 33 Factor de seguridad, elaboración propia.....	94
Figura 34 Fragmento de la estructura principal, elaboración propia	95
Figura 35 Tensión axial, flexión y limite elástico, elaboración propia.....	96
Figura 36 Factor de seguridad, elaboración propia.....	97
Figura 37 Diseño final, elaboración propia.....	98
Figura 38 Estructura principal, elaboración propia.....	100
Figura 39 Prensa móvil, elaboración propia.....	101
Figura 40 Riel principal, elaboración propia.....	102
Figura 41 Sistema de manivela, elaboración propia	103

Figura 42 Sistema de trinquete, elaboración propia.....	104
Figura 43 Sistema de rodamientos, elaboración propia.....	105
Figura 44 Bolsa de filtración, elaboración propia	106
Figura 45 Prototipo final, elaboración propia.....	107
Figura 46 Prototipo en planta de producción, elaboración propia.	108
Figura 47 Prueba de funcionamiento de manivela, guayas y rodamientos en el cuarto frio, elaboración propia.....	109
Figura 48 Inicio de la prueba de funcionamiento, elaboración propia	110
Figura 49 Proceso de filtración, evidenciando (A) Caída del yogur por gravedad (B) y (C) Vista lateral y frontal del proceso extracción bajo presión, elaboración propia.	111
Figura 50 Nombre empresario, elaboración propia.....	113
Figura 51 Nivel de satisfacción, elaboración propia.....	114
Figura 52 Cumplimiento de los requerimientos establecidos, elaboración propia.....	114
Figura 53 Practicidad del equipo, elaboración propia	115
Figura 54 Nivel de optimización del proceso, elaboración propia	115
Figura 55 Mantenimiento, elaboración propia	116
Figura 56 Máquina escala real, elaboración propia	117
Figura 57 Fabricación máquina, elaboración propia	117
Figura 58. Pregunta 1, elaboración propia.	127
Figura 59 Pregunta 2, elaboración propia.	127
Figura 60 Pregunta 3, elaboración propia.	128
Figura 61 Pregunta 4, elaboración propia.	128
Figura 62 Pregunta 5, elaboración propia.	129
Figura 63 Pregunta 6, elaboración propia.	129
Figura 64 Pregunta 7, elaboración propia.	129
Figura 65 Pregunta 8, elaboración propia.	130
Figura 66 Pregunta 9, elaboración propia.	130
Figura 67 Pregunta 10, elaboración propia.	131
Figura 68 Pregunta 11, elaboración propia.	131
Figura 69 Pregunta 12, elaboración propia.	131
Figura 70 Pregunta 13, elaboración propia.	132
Figura 71 Pregunta 14, elaboración propia.	132
Figura 72 Pregunta 15, elaboración propia.	132
Figura 73 Pregunta 16, elaboración propia.	133
Figura 74 Pregunta 17, elaboración propia.	133
Figura 75 Pregunta 18, elaboración propia.	133
Figura 76 Pregunta 19, elaboración propia.	134
Figura 77 Pregunta 20, elaboración propia.	134
Figura 78 Pregunta 21, elaboración propia.	134
Figura 79 Pregunta 22, elaboración propia.	135
Figura 80 Pregunta 23, elaboración propia.	135
Figura 81 Pregunta 24, elaboración propia.	135
Figura 82 Pregunta 25, elaboración propia.	136
Figura 83 Pregunta 26, elaboración propia.	136

Figura 84, Vista explosionada elaboración propia	137
Figura 85 Diagrama de flujo del proceso de fabricación, elaboración propia.....	138

1 RESUMEN

La intención fundamental de este estudio fue identificar una necesidad específica del sector agroindustrial de Popayán, específicamente sobre el mantenimiento y fabricación de maquinaria utilizada en los procesos productivos. Para abordar este desafío, se seleccionó un conjunto de empresas que cumplieran con criterios específicos, lo que permitió realizar un análisis especializado de este sector. Se realizaron entrevistas estructuradas a estas empresas para obtener información detallada sobre el tipo de maquinaria utilizada y las principales dificultades técnicas a las que se enfrentan. Donde se evidenciaron problemas recurrentes, como fallos técnicos y falta de apoyo especializado.

Con base en los hallazgos del estudio de campo, se diseñó una estrategia de mercadeo orientada a ingresar al mercado con soluciones que aborden específicamente las problemáticas identificadas. Con el propósito de posicionar localmente el proyecto, se diseñó una campaña publicitaria digital que refuerza la visibilidad en el área mediante la creación de un perfil comercial en Google My Business y una página de destino (Landing page).

A partir de las necesidades previamente identificadas, se realizó un análisis financiero que contempló la estimación de la inversión inicial, los costos fijos y variables, así como proyecciones de ventas fundamentadas en la demanda potencial detectada. Finalmente, se procedió a la fabricación de un prototipo de prensa filtro para la extracción de suero lácteo. Este desarrollo se llevó a cabo conforme a las especificaciones proporcionadas por el cliente, incluyendo la definición de los requerimientos, el diseño asistido por computadora (CAD) y la simulación de esfuerzos para analizar su funcionalidad y resistencia. Subsecuentemente, se llevó a cabo la validación del sistema, obteniendo una mejora en el proceso de extracción de suero lácteo mediante la aplicación de presión controlada en las bolsas de filtración.

2 ABSTRACT

The primary purpose of this study was to identify a specific need in the agroindustrial sector of Popayan, specifically regarding the maintenance and manufacture of machinery used in production processes. Thus, a set of companies that met specific criteria was selected, which allowed for a specialized analysis of this sector. Structured interviews were conducted with these companies to obtain detailed information on the type of machinery used and their main technical difficulties. Where recurring problems were evident, such as technical failures and lack of specialized support.

Based on the findings of the field study, a marketing strategy was designed to enter the market with solutions that specifically address the problems identified. In order to position the project locally, a digital advertising campaign was designed to reinforce visibility in the area by creating a commercial profile on Google My Business and a landing page.

Based on the needs previously identified, a financial analysis was carried out to estimate the initial investment, fixed and variable costs, and sales projections based on the potential demand detected. Finally, a prototype of a filter press for whey extraction was fabricated. This development was carried out according to the specifications provided by the client, including the definition of requirements, computer-aided design (CAD), and stress simulation to analyze its functionality and resistance. Subsequently, the system was validated, improving the whey extraction process through the application of controlled pressure in the filtration bags.

3 INTRODUCCIÓN

La agroindustria es una actividad estratégica en el desarrollo económico, ya que contribuye significativamente a la generación de empleo, al producto interno bruto, al comercio exterior, al desarrollo regional, a la seguridad alimentaria y a la protección del medio ambiente. Su adecuada articulación permite no solo fortalecer las cadenas productivas, sino también propiciar una distribución más equitativa de los beneficios del crecimiento económico [1].

En este contexto, el sector agroindustrial desempeña un papel relevante en la economía regional del departamento del Cauca. Específicamente, el municipio de Popayán que posee un importante potencial agroindustrial gracias a sus alrededores rurales con diversos productores agrícolas, el cual puede ser impulsado mediante la disponibilidad de maquinaria adecuada y servicios especializados en este sector. La creación de una microempresa enfocada en el mantenimiento y fabricación de maquinaria agroindustrial en esta zona, se presenta como una oportunidad para atender las necesidades específicas de las empresas locales.

El presente proyecto tiene como objetivo exponer los aspectos que inciden en la viabilidad económica y el desarrollo del plan de negocios para la implementación del emprendimiento denominado Sistemas Mecatrónicos de Occidente. Esta microempresa busca brindar soluciones industriales especialmente dirigidas a las empresas del sector agroindustrial. Para ello, se examina el estado actual de un grupo específico de empresas pertenecientes a la agroindustria alimentaria en Popayán, con el fin de identificar sus necesidades técnicas insatisfechas localmente.

Como parte central de la búsqueda de información, la aplicación de entrevistas estructuradas se presenta como una metodología confiable para determinar la demanda de este sector. La combinación de preguntas cerradas y abiertas permitió obtener tanto datos cuantificables sobre la frecuencia de ciertas necesidades como una comprensión más profunda de las razones subyacentes a dichas necesidades.

Este método usa un conjunto predefinido de preguntas que abordan temas concretos en relación con las máquinas utilizadas en los procesos productivos, la dependencia de estos equipos, los problemas más frecuentes, las dificultades al buscar soluciones a sus problemáticas, los costos asociados y las expectativas de servicio. Estas preguntas se aplican de manera uniforme a todas las empresas encuestadas, asegurando la consistencia en la recopilación de información.

Para identificar las necesidades más frecuentes del sector agroindustrial, se realiza un análisis de la información obtenida a través de las entrevistas, enfocándose en la frecuencia con la que se mencionan problemas específicos, fallas recurrentes y requerimientos de adquisición de nueva maquinaria a futuro, lo que permite reconocer las falencias más comunes en las operaciones técnicas del sector. A

partir de los resultados, se definieron dos servicios principales: mantenimiento general y mantenimiento correctivo, orientados a cubrir dichas necesidades. Esta información es importante para evaluar la viabilidad económica de la microempresa en Popayán.

Como parte del proceso de validación, se desarrolló un prototipo de prensa filtro, el cual se integra como un servicio de fabricación de maquinaria a la medida ofrecido por la microempresa. Durante esta etapa, se recopiló retroalimentación por medio de una encuesta de satisfacción dirigida al cliente, evaluando aspectos clave como la eficiencia en la extracción, la facilidad de uso y el mantenimiento del prototipo, aplicado a su necesidad específica y que sirva como base para la fabricación de la máquina a escala real.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los cambios más profundos que se han producido en la economía agroalimentaria de los países en desarrollo es la aparición de empresas agroindustriales como parte de procesos más amplios de desarrollo agro empresarial[2], este auge se debe a que la agroindustria representa la integración estratégica de dos actividades dinámicas de la económica, como lo es la agricultura y la industria. Su objetivo principal es transformar de manera rentable las materias primas provenientes del campo.

La agroindustria alimentaria se divide en diferentes sectores productivos involucrados en la transformación de los productos agropecuarios desde su origen en las fincas hasta su presentación como productos de bienes finales en el mercado. Estos sectores comprenden una amplia variedad de actividades, que incluyen la gestión de insumos agrícolas, cultivos, ganadería, actividad pecuaria, avicultura, acuicultura, entre otros sectores relevantes en la cadena productiva agroindustrial[3].

En este contexto, el sector agroindustrial presenta un papel relevante en la economía de los países en el mundo aportando un valor significativo en el porcentaje del producto interno bruto (PIB). Según Sesso Filho, U. A., en un estudio realizado para estimar el producto interno bruto en diferentes países a nivel global, destaco los valores absolutos más altos de PIB agroindustrial en el año 2015 retribuido a países como China (2496.000 millones de dólares), Estados Unidos (1395.000 millones de dólares), India (637.000 millones), Japón (414.000 millones) y en Latinoamérica Brasil (316.000 millones) [4].

En Colombia el sector agroalimentario aporta un 14% del PIB nacional, en concordancia con datos suministrados por el ministerio de agricultura y desarrollo rural[5]. En el año 2023, las actividades agrícolas que más se destacan, se encuentran producciones de arroz, caña panelera, semillas y frutos oleaginosos, ganado, porcino, cacao en grano, frutas y nueces entre otras[6].

El aumento en la tasa de producción exigida tanto por el mercado nacional como internacional, así como la necesidad de alimentar a la creciente población colombiana, representan desafíos significativos. Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), la población de Colombia aumentó de 41,5 millones de habitantes en 2005 a 44,16 millones en 2018 [7]. Lo cual provoca que las empresas nacionales del sector alimentario deban implementar estrategias eficientes, así como también el uso de maquinaria para cumplir con sus cuotas de mercado.

En consecuencia, el sector agroindustrial requiere adoptar tecnologías modernas para mejorar la productividad, sostenibilidad y eficiencia en las etapas de la cadena

agroalimentaria. Por lo cual, existe una brecha muy marcada en el acceso a la innovación tecnológica a nivel nacional. (Colombia ocupa el puesto 63 entre 140 países según el foro mundial 2017-2018) [8].

Las empresas y microempresas necesitan mejorar la eficacia de sus procesos de producción. La implantación de maquinaria es esencial para reducir los tiempos de producción y entrega de productos terminados en el sector agrícola [9], por lo que la ingeniería aplicada desempeña un papel importante en el desarrollo de sistemas destinados a potencializar y aumentar la productividad de las industrias.

La economía del sector agroindustrial en Popayán y sus municipios circundantes está basada principalmente en la producción agrícola y ganadera, la explotación forestal y la actividad pesquera [10]. En el caso específico del municipio de Popayán, el sector agroalimentario abarca una diversidad de actividades tales como, transformación del café, productos lácteos, procesamiento de cereales y chontaduro, fabricación de snack y concentrados. En este contexto, la maquinaria fundamental se integra para facilitar la ejecución ágil de distintos procesos, como la molienda, el tostado, la trilla, la extrusión, la mezcla, el envasado y los sistemas de empaquetado, entre otros. Gran parte de esta maquinaria procede principalmente de proveedores extranjeros, generalmente de países asiáticos, lo que se traduce en elevados costos de transporte y retrasos en el proceso de funcionamiento de la maquinaria debido a la dificultad de capacitación en su manejo.

Lamentablemente, la población payanesa ha mostrado una actitud cautelosa o reservada en lo que respecta a la realización de inversiones. Además, por factores sociales y limitación vial no ha contado con el privilegio de gozar de inversiones de externos. Por ello, el sector agroindustrial ha perdido protagonismo como impulsor de la economía del municipio, este cambio se atribuye, en gran medida, a la eficiencia superior en la producción de bienes por parte de otras regiones, otros fabrican de una manera más eficiente los mismos bienes que se producen localmente. Según la Cámara de Comercio del Cauca en un estudio realizado en el 2023 los sectores que registraron un detrimento de un año a otro fueron: construcción (-1.616 empleos perdidos) e industrias manufactureras (-1.046)[11].

Como consecuencia de la problemática del lento desarrollo de los sistemas de producción en el sector agroindustrial de Popayán, este proyecto propone el desarrollo de un plan de negocio para la creación de una microempresa que apoye y brinde soluciones de soporte al mantenimiento y fabricación de maquinaria de producción en el sector económico mencionado. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo formular un plan de negocios que apoye la creación de una microempresa dedicada al mantenimiento y fabricación de maquinaria del sector agroindustrial en la ciudad de Popayán?

5 JUSTIFICACIÓN

En el contexto del departamento del Cauca, donde las microempresas constituyen aproximadamente el 96.1% del tejido empresarial [12], es importante destacar la relevancia de las empresas emergentes como motor de crecimiento en la generación de empleo en la región, de acuerdo con la cámara de comercio del Cauca el sector manufacturero en la ciudad de Popayán emplea más de 7000 personas en el año 2023 [13].

Identificando una oportunidad concreta, se pretende implementar una iniciativa empresarial orientada a apoyar con soluciones las necesidades técnicas y tecnológicas de las empresas del sector agroindustrial de la ciudad de Popayán. Esta propuesta se centra en la prestación de servicios especializados, específicamente en el mantenimiento y la fabricación de equipos de producción para la mencionada industria.

En esta perspectiva, la evolución tecnológica ha impulsado la tecnificación de los procesos productivos en las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Popayán. Este avance tecnológico abre una ventana de oportunidad para realizar un estudio de mercado apoyado por un plan de negocios que responda a las demandas del sector agroindustrial el cual contribuya al desarrollo productivo de las empresas del municipio.

La propuesta para establecer una microempresa especializada en servicios técnicos y tecnológicos dirigidos al sector agroindustrial en la ciudad de Popayán es un proyecto que busca respaldar, desde la perspectiva de la Ingeniería Mecatrónica, con soluciones tecnológicas locales. Este enfoque se justifica debido a la escasa atención que ha recibido este nicho de mercado en Popayán, una ciudad no industrial, donde la tendencia habitual de las empresas ha sido recurrir a servicios similares fuera del municipio.

Como consecuencia de esta dinámica, se puede inferir que existe un incremento en el tiempo de inactividad de los equipos debido a los desplazamientos necesarios fuera de la ciudad, lo que se traduce en costos adicionales inherentes a todo proceso de mantenimiento o fabricación de los equipos de producción.

Este proyecto busca mitigar dichos inconvenientes al ofrecer soluciones especializadas localmente, optimizando tanto el tiempo de servicio como también los costos asociados en instalación y capacitación.

Para ejecutar este proyecto de emprendimiento, se plantea realizar un plan de negocios para identificar el nicho de mercado en busca de necesidades muy concretas para las que se crearon los servicios, y de esta manera plantear estrategias de diferenciación para resaltar de otras alternativas existentes en el mercado.

En este contexto, se propone desarrollar una propuesta de valor destinada a respaldar las actividades previstas en la prestación de servicios de la microempresa. Además, se pretende desarrollar un sistema contable que sirva de base para la ejecución de actividades, que permitan reducir costos y/o mejorar las inversiones a realizar en la implementación del proyecto. Todo ello con el fin de determinar la factibilidad técnica y financiera de la idea de negocio.

En esta línea, a nivel social, se contribuirá con apoyo tecnológico a las empresas manufactureras agroindustriales del municipio, siendo beneficioso para la conservación y mejora de las máquinas que integran sus procesos de producción. Así como también impulsar la innovación tecnológica para proyectos de sustitución progresiva de actividades productivas manuales a líneas de producción tecnificadas, promoviendo así un aumento en la eficiencia y competitividad en el sector.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de negocios que apoye la creación de una microempresa en Popayán, enfocada en la prestación de servicios de mantenimiento y fabricación de maquinaria para el sector agroindustrial.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un plan de mercado estratégico que permita la comercialización de los servicios de mantenimiento y fabricación de maquinaria, identificando segmento de clientes clave y oportunidad de crecimiento en el sector agroindustrial de Popayán.
- Determinar la viabilidad financiera de la microempresa Sistemas Mecatrónicos de Occidente.
- Validar el plan de negocio mediante el diseño y fabricación de un prototipo con un grado de madurez tecnológica TRL 4 (Technology Readiness Level 4) para una prensa filtro destinada a la extracción de suero lácteo, aplicando herramientas de ingeniería (CAD), (CAM) y procesos de manufactura.

7 MARCO DE REFERENCIA

7.1 MARCO TEÓRICO

7.1.1 CAMPO CONCEPTUAL DE INGENIERÍA Y AGROINDUSTRIA

7.1.1.1 Tecnologías CAD y CAM

El diseño asistido por computadora (CAD) hace referencia al uso de software para diseñar, modificar, analizar y optimizar un proyecto a desarrollar, es una herramienta esencial en muchas industrias, que abarca proyectos como el diseño de paisajes, construcciones estructurales, diseño de edificios, planos arquitectónicos, sistemas mecánicos, entre otros. [14].

De modo similar, la tecnología de manufactura asistida por computadora (CAM) se define como un sistema avanzado que integra el uso de computadores y software especializado para controlar, monitorear y optimizar los procesos de fabricación industrial. Este enfoque tecnológico se caracteriza por su aplicación en entornos de producción continua, donde la automatización y la precisión son fundamentales [15].

7.1.1.2 Prototipo

Un prototipo es un modelo preliminar de un producto, sistema o concepto, diseñado para evaluar y validar ideas conforme a los requerimientos establecidos antes de su producción o implementación definitiva. Los prototipos pueden variar significativamente en su nivel de detalle y fidelidad, desde representaciones rudimentarias y esquemáticas hasta versiones avanzadas y altamente funcionales, muy semejantes al producto final.

La realización de prototipos abarca diversos ámbitos, como la ingeniería, la manufactura, la industria y el desarrollo de productos. Los tipos de prototipos incluyen modelos en papel, en formato digital, versiones funcionales a escala y prototipos de alta fidelidad. La finalidad del desarrollo de prototipos es identificar cualquier deficiencia del producto, lo que permite detectar e introducir cambios para que cumpla las prestaciones previstas. También facilita la realización de pruebas en entornos controlados y relevantes, lo que permite verificar cómo se comporta el sistema en diferentes situaciones, incluidos factores físicos como el movimiento, los cambios de temperatura, la luz y el estrés, entre otros [16].

7.1.1.3 Control industrial

El control industrial hace referencia a las actividades tecnológicas que se desarrollan en una organización en la implementación de sistemas y tecnologías para gestionar, monitorear y automatizar procesos industriales. En esta área del conocimiento se integran diferentes técnicas y herramientas diseñadas para el control de maquinaria en conjunto con instrumentos industriales, aplicados generalmente en sectores como la industria manufacturera, la energía, la agroindustria, entre otros [17].

La función principal de los sistemas de control industrial es la optimización de los procesos de producción, para garantizar que las máquinas y los sistemas que intervienen en una determinada actividad funcionen de manera eficiente, segura y confiable. Estos sistemas desempeñan un papel fundamental en distintos sectores productivos, ya que se pueden implementar para realizar tareas simples, como encender y apagar una máquina, así como también se desarrollan sistemas para coordinar y controlar procesos altamente complejos[18].

7.1.1.4 Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura son técnicas y métodos empleados en la transformación de un material inicial a un producto terminado. Estos procesos incluyen distintas actividades y operaciones que varían según el tipo de producto y la industria a la que pertenezcan.

Los procesos de manufactura se dividen en dos tipos 1. Operaciones de proceso y 2. El ensamble. La operación de proceso lleva un material de trabajo de un estado de acabado a un estado más avanzado, en el que intervienen procesos de mejora como fundición y moldeo, tratamiento térmico, limpieza y tratamiento de superficies, deformación, recubrimiento y procesos de deposición, entre otros.

Por otro lado, una operación de ensamblaje une dos o más componentes para crear una nueva entidad. En las operaciones de ensamblaje se pueden encontrar procesos de unión permanente, en los que se aplican diferentes tipos de soldadura, como soldadura autógena, soldadura fuerte y soldadura blanda. En esta línea, también existen operaciones de ensamble mecánico en las que se aplican métodos de unión permanente y el uso de fijaciones roscadas. [19]

7.1.1.5 Agroindustria

La agricultura, como actividad económica fundamental, se dedica al cultivo de la tierra mediante la siembra, aplicando conocimientos científicos al manejo de los suelos, plantas y animales, con el fin de obtener productos destinados al consumo humano y animal [20]. Algo similar ocurre con la industria, es un sector económico

que integra diversas actividades productivas relacionadas con la transformación de materias primas en bienes elaborados, semielaborados o súper elaborados, utilizando una o varias fuentes de energía para su desarrollo [21].

En este contexto, la agroindustria se ubica en un subsector económico denominado sector secundario, que se encarga de transformar y procesar materias primas provenientes de la agricultura, ganadería, silvicultura, piscicultura, lechería, ganadería, entre otros. En productos de consumo o bienes con valor agregado, utilizando maquinaria y tecnologías apropiadas para su posterior comercialización [22].

7.1.1.6 Maquinaria agroindustrial

La maquinaria agroindustrial comprende un conjunto integral de equipos y sistemas tecnológicos diseñados para optimizar los procesos de producción, transformación, logística y comercialización en el sector agroalimentaria. Esta categoría abarca desde implementos agrícolas especializados hasta sofisticadas líneas de procesamiento industrial que incluye quipos para mecanización agrícola, siembras de precisión y cosechadoras automáticas, sistema de riego tecnificado, maquinaria para el procesamiento post- cosecha, líneas de producción para la transformación de materias primas en productos con valor agregado, tecnologías de trazabilidad, entre otras [23].

7.1.1.7 Mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial es un componente clave para garantizar la operatividad y eficiencia de los equipos y sistemas dentro de planta de producción. Se centra en preservar y restaurar la maquinaria en condiciones óptimas el funcionamiento, minimizando las paradas no programadas o tiempos de inactividad y optimizar la vida útil de los equipos.

Entre las actividades más comunes en este sector se encuentra el mantenimiento correctivo que comprende la actividad realizada para reparar o corregir una falla en el equipo.

Por otro lado, el mantenimiento preventivo se busca anticipar y evitar fallas a través inspecciones periódicas y acciones programadas, para conseguir un mayor grado de confiabilidad en los equipos [24].

7.1.2 CAMPO CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE MERCADO

7.1.2.1 Necesidad

El concepto necesidad hace referencia a una evaluación que pone de manifiesto un desfase en una situación analizada y otra considerada ideal o de referencia [25].

En el contexto de la economía, la existencia de una necesidad surge cuando existe un anhelo, carencia o requerimiento que un individuo tiene y que busca satisfacer para mantener su bienestar. Esta necesidad puede abarcar aspectos tangibles e intangibles, esenciales para la vida cotidiana o para alcanzar metas y aspiraciones personales. Y lo importante es la identificación de la disponibilidad de un medio capaz de satisfacerlo [26].

7.1.2.2 Mercado

En economía, el término mercado se emplea para describir el lugar o contexto donde fluye la oferta y la demanda. De manera más específica, se refiere al grupo de todos los compradores reales y potenciales de un producto o servicio, que tienen una determinada necesidad o un deseo particular que puede ser satisfecho a través de una transacción económica[27].

7.1.2.3 Clientes

Un cliente es una persona, empresa, organización o individuo que realiza una compra de bienes o servicios ofrecidos por otro proveedor o empresa, la palabra cliente también puede ser utilizada como sinónimo de comprador o consumidor. Este individuo puede optar por adquirir un producto o servicio para su beneficio o para que otra persona lo disfrute. En este sentido, puede afirmarse que el cliente representa el principal centro de interés para cualquier empresa y por ende todos los planes de mercadeo deben enfocarse en satisfacer sus necesidades [28].

7.1.2.4 Viabilidad económica

La viabilidad económica hace referencia a la capacidad de un proyecto de inversión o plan de negocios para generar beneficios económicos y mantener su sostenible en el tiempo, este concepto integra diferentes variables que tienen una influencia de manera directa como el precio, los costos, los clientes, el mercado, entre otros. En este contexto para determinar la viabilidad económica es necesario examinar factores relacionados con los costos iniciales, costos operativos, las proyecciones, el retorno de la inversión e indicadores financieros[29].

7.1.2.5 Viabilidad técnica

Este concepto consiste en desarrollar un modelo de trabajo técnico para evaluar la viabilidad y funcionalidad de la ejecución de un proyecto con el fin de determinar la capacidad de las partes interesadas para proporcionar los recursos técnicos,

logísticos y tácticos necesarios para llevar a cabo las actividades requeridas al ejecutar un proyecto[30].

De modo idéntico, la viabilidad técnica también representa el conjunto de estudios y análisis que proporcionan detalles y se concentran en las capacidades técnico-operativas de una organización. En los proyectos, las debilidades en este campo se presentan con la aparición de impactos negativos como, incremento de costos, retrasos en la producción de beneficios, y otras contingencias de diferente magnitud [31].

7.1.2.6 Inversión

La inversión se refiere al acto de destinar recursos, ya sean financieros, materiales o de tiempo con el propósito de que aumente su valor y obtener un beneficio en el futuro, en forma de pago de ingresos o ganancias. En el entorno de las inversiones financieras, se trata de operaciones realizadas en instrumentos como acciones, bonos, letras de cambio, depósitos bancarios y otros vehículos financieros. De acuerdo con lo anterior en todas las inversiones, se incluyen factores que son fundamentales para determinar su idoneidad, como la rentabilidad, el riesgo asumido, plazos y liquides. [32].

7.1.2.7 Balance

El balance es un informe financiero que muestra la situación económica y financiera de una empresa en una fecha determinada. Este documento ofrece una representación detallada del estado financiero de la entidad en ese momento, que comprende su activo, su pasivo y su patrimonio neto. Se elabora periódicamente para ofrecer una descripción detallada de la situación financiera y patrimonial de la empresa en un momento concreto [33].

7.1.2.8 Estado de resultados

El estado de resultados también conocido como estado de pérdidas y ganancias, es un informe financiero que refleja el desempeño económico de una empresa durante un periodo determinado, generalmente trimestral o anual. Este documento proporciona una visión detallada de como los ingresos se convierte en el resultado neto, ofreciendo información clave sobre la rentabilidad y la eficiencia de una empresa.

El estado de resultados desglosa tanto los ingresos como los costos y gastos asociados para determinar la ganancia o pérdida neta del período, contribuyendo así al capital ganado. A diferencia de los estados financieros estáticos, que reflejan información en un momento concreto, el estado de resultados es dinámico, ya que proporciona datos a lo largo de un periodo específico. Esta característica permite una evaluación continua y adecuada de los resultados financieros de una empresa,

lo que facilita la toma de decisiones estratégicas con conocimiento fundamentado [34].

7.1.3 CAMPO CONCEPTUAL DE MODELO DE NEGOCIO

7.1.3.1 Microempresa

Una microempresa se define por un tamaño empresarial, el cual es inferior al de las pequeñas o medianas empresas, esta medida empresarial se determina mediante el rango de los ingresos por actividades ordinarias anuales, tomando en consideración el sector económico al que pertenece. El valor para definir el volumen de la empresa suele determinarse en Unidades de Valor Tributario UVT[35].

7.1.3.2 Segmento de mercado

La segmentación de mercado parte de la premisa de que todos los consumidores o clientes no son iguales. La segmentación es una estrategia comercial, que consiste en dividir o agrupar en pequeños grupos a un conjunto de consumidores o empresas que comparten una serie de características concretas.

La segmentación del mercado proporciona información más precisa para comprender mejor el público al que se pretende llegar y tener una idea concreta de sus intereses, lo que permite la creación de una estrategia de marketing más efectiva[36].

7.1.3.3 Propuesta de valor

La propuesta de valor se presenta como un resumen claro y persuasivo de los beneficios de un producto o servicio dirigido a un grupo específico de clientes, cual que consiste en responder a sus necesidades, abordar los retos a los que se enfrentan en su vida personal o profesional y atender los obstáculos a los que se enfrentan los clientes cuando se les presenta una necesidad, así como proporcionar los resultados deseados por los clientes en términos de beneficios buscados.

En resumen, la esencia de la propuesta de valor reside en la promesa comercial que le cliente espera recibir, la solución específica que ofrece una empresa y las razones por las que un prospecto preferiría adquirir productos o servicios de una empresa concreta, en lugar de optar por cual otra oferta del mercado [37].

7.1.3.4 Estructura de costos

Es un desglose detallado basado en todas las operaciones financieras de una empresa, enfocado en ordenar eficazmente la gestión de los gastos, fundamentado en las prioridades estratégicas y operativas de la empresa, donde se incluyen todos

los costos necesarios para que una compañía funcione y sirva de apoyo a una toma de decisiones financieras eficaz.

Esta estructura comprende los costos fijos que no fluctúan en función de la producción o ventas, los costos variables que están directamente relacionados con la producción, los costos directos que se atribuyen directamente a la producción y costos indirectos que no son directamente proporcionales a la producción. En los que se incurre al momento de producir un bien o un servicio[38].

Este análisis es clave al momento de la fijación de precios, comprender la estructura de costos al momento de desarrollar un producto o servicio, facilita la asignación de valor que permite a la empresa cubrir costos y generar beneficios. En este contexto, un análisis de costos también facilita la identificación de productos o servicios con baja rentabilidad, brindando la oportunidad para ajustarlos o eliminarlos y centrarse en los que aportan mayor rentabilidad[39].

8 ANTECEDENTES

Con el propósito de llevar a cabo la investigación enfocada en la formulación de un plan de negocios para la creación de una microempresa dedicada a la prestación de servicios de mantenimiento y fabricación de maquinaria para el sector agroindustrial de la ciudad de Popayán, es pertinente mencionar algunos trabajos relacionados con estudios de factibilidad en la creación de microempresas. Asimismo, se considerarán estudios de investigación en la implementación de prensas filtro en aplicaciones agroindustriales.

De acuerdo con el estudio económico realizado por la Cámara de Comercio del Cauca en el año 2023, sobre el tejido empresarial del departamento caracterizado por tamaño, tipo y actividad económica, se destaca el sector económico relacionado con agricultura, ganadería, silvicultura y pesca que cuenta con un stock de 545 empresas, y el sector de industrias manufactureras tiene un stock de 2327 empresas, estos datos a nivel departamental [40].

La investigación titulada “Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa desarrolladora de aplicaciones web para MYPIMES en el sector agro-cafetero del departamento del Cauca”, del autor Juan Camilo Medina Sarria, se enfoca en contribuir al desarrollo de las tecnologías de la información aplicadas en el sector agro-cafetero del departamento, como propuesta para medir la compatibilidad de los modelos de negocio implementados en este sector económico, además, la investigación pretende fomentar el crecimiento sostenible a largo plazo y ayudar a maximizar las herramientas de gestión.

En el ámbito de la ingeniería, se aplica la metodología del proceso unificado (UP) en el proyecto, que consta de cuatro fases: Inicio, elaboración, construcción y transición, para la implementación de una plataforma web. En el contexto de la investigación del mercado, se enfatiza en el uso de la metodología de análisis de datos y estudios de caso apoyado en fuentes primarias, como encuestas, y fuentes secundarias, como artículos, estudios de investigación y fuentes bibliográficas. Concluyendo que, el uso de aplicaciones web para este nicho de mercado específico es virgen y a pesar de ello el 98% de los agentes cafeteros está dispuesto a utilizar los servicios de la plataforma web [41].

Con relación a la validación de la propuesta, fundamentada en el desarrollo de un sistema filtro-prensa como apoyo a los procesos del sector lácteo, se identificaron algunos trabajos de interés.

En el artículo de investigación denominado: Adición de un pre-filtro de acero para mejorar el rendimiento del filtro prensa de placas en la filtración de aceite de oliva, se menciona que el filtro prensa son ampliamente utilizados en pequeñas empresas productoras de aceite de oliva debido a su bajo costo y capacidad para preservar

las características sensoriales y químicas del producto durante la filtración. No obstante, presentan limitaciones significativas: baja capacidad operativa, elevada demanda de mano de obra, retención de aceite en las láminas filtrantes (con pérdidas de hasta un 5% del producto) y costes asociados a la reposición y eliminación de los materiales de filtración contaminados.

Esta investigación propone optimizar este sistema mediante la incorporación de un pre-filtro de acero, el cual retiene parcialmente los sólidos en suspensión antes de que el aceite ingrese al filtro prensa. Este desarrollo demostró, un incremento del 180% en la capacidad de procesamiento por lote, gracias a la reducción de la carga de sólidos en el filtro principal; Disminución del aceite retenido en las láminas, minimizando pérdidas del producto; Reducción del 50% en el número de hojas filtrantes requeridas, lo que reduce costes de adquisición y gestión de residuos.

Adicionalmente, se observó que el pre-filtro promueve un ensuciamiento profundo, aprovechando mejor la capacidad de retención del material filtrante. Este avance mejora la eficiencia del proceso y ofrece ventajas económicas y ambientales, alineándose con las demandas de sostenibilidad en la industria alimentaria [42].

De modo similar en el artículo denominado “Un nuevo filtro de prensa en espiral para purificar el zumo de tomate: Una estrategia compuesta central para el diseño experimental y la optimización”, se analizó el impacto conjunto de la presión y la temperatura durante la filtración de zumo de tomate empleando un filtro de prensa de diseño espiral. Este equipo integra la eficiencia de los filtros convencionales y los de tipo espiral, destacándose por su estructura espiral fija y el movimiento del fluido impulsado por presión hidráulica.

Los hallazgos revelaron una disminución notable en la turbidez del jugo, reduciéndose de 1632 NTU a 643 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Los parámetros más eficientes identificados fueron una presión de 6 bares y una temperatura de 45 °C, logrando un índice de deseabilidad de 0,99, lo que refleja un excelente desempeño del método aplicado.

Asimismo, se determinaron valores óptimos para los siguientes parámetros clave:

- Caudal de permeado: $503,15 \times 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.
- Energía consumida: 0,033 kWh.
- Concentración de licopeno: 2,44 mg por 100 g.
- Nivel de vitamina C: 13,40 mg por 100 g.

La investigación confirma la efectividad del diseño del filtro y define condiciones operativas que mejoran la calidad del producto final, reduciendo el consumo energético y manteniendo componentes nutricionales clave [43].

En este mismo contexto, La investigación titulada “Evaluación comparativa de zumos de manzanas de pulpa roja después de la producción con diferentes sistemas de almacenamiento posterior”, evaluó la aplicación del filtro prensa en espiral, para procesar manzanas 'Weirouge' de pulpa roja (cosechas 2019 y 2020) bajo condiciones de oxígeno reducido, con el fin de mejorar la calidad del zumo. En comparación con métodos convencionales (filtro prensa horizontal y decantador), esta técnica generó zumos con un color rojo más intenso y niveles elevados de compuestos sensibles a la oxidación, como ácido ascórbico, antocianinas y (poli)fenoles incoloros.

Un estudio posterior de estabilidad durante 24 semanas, realizado a temperaturas de 4°C, 20°C y 37°C, demostró que los zumos obtenidos con el filtro en espiral mantuvieron su color vibrante y contenido fenólico en todas las condiciones de almacenamiento. Mediante técnicas analíticas avanzadas (UHPLC-DAD-ESI-QTOF-HR-MS/MS y UHPLC-DAD), se confirmó la preservación de antocianinas y poli fenoles durante el procesamiento y almacenamiento.

Los resultados confirmaron que el filtro prensa en espiral es una tecnología eficaz para producir zumos con mayor atractivo visual y retención de nutrientes antioxidantes, superando claramente a los sistemas tradicionales [44].

Los antecedentes señalan que Popayán ofrecen condiciones que podrían ser propicias para la creación de una microempresa dedicada al apoyo tecnológico del sector agroindustrial. Estudios previos han validado modelos de negocio innovadores en sectores similares, mientras que las investigaciones técnicas sobre filtros-prensa, optimizados en capacidad, eficiencia y preservación de nutrientes confirman su aplicabilidad y ventajas en los procesos agroindustriales.

9 PLAN DE MERCADO

El plan de negocios es un instrumento fundamental en la creación de nuevas empresas o en la evaluación de empresas ya establecidas. Su función principal es estructurar la idea de negocio, definir los recursos requeridos, organizar la gestión operativa y analizar el perfil de los clientes potenciales.

Además, permite presentar de forma estructurada la propuesta de negocio, lo que facilita captar el interés de inversores y socios estratégicos. Cabe destacar que, en muchos casos, entidades bancarias y financieras requieren este documento como parte esencial de la documentación para evaluar solicitudes de crédito. En síntesis, el plan de negocios se consolida como un instrumento que abarca desde la planificación inicial hasta la ejecución efectiva de un proyecto empresarial, asegurando coherencia y viabilidad en cada etapa [45].

9.1 ANÁLISIS DEL MERCADO

En el marco de este estudio, se implementaron algunas pautas presentadas en la metodología *Design Thinking* [46] para analizar el mercado objetivo. Es fundamental destacar que, para la segmentación del mercado, se complementó este enfoque con entrevistas estructuradas dirigidas a empresas del sector agroindustrial en Popayán. Mediante un formulario digital de Google Forms, se recopiló información relevante sobre:

- **Actividad comercial:** Tipo de productos que ofrecen.
- **Maquinaria utilizada:** Equipos usados en el área de producción.
- **Retos actuales:** Principales dificultades en producción, mantenimiento y optimización de la eficiencia técnica.

Con el propósito de validar esta propuesta, se hace uso de la metodología *Design Thinking*. Esta es una metodología centrada en resolver desafíos mediante un proceso estructurado en cinco etapas clave, como se muestra en la figura 1.

- Empatizar (comprensión profunda del usuario)
- Definición (del problema)
- Idear (generación creativa de soluciones)
- Prototipado (materialización de ideas)
- Testear (pruebas en contexto real)

Su principal fortaleza radica en su orientación absoluta al usuario, garantizando que productos o servicios desarrollados bajo este enfoque entreguen valor real y

sostenible, al estar diseñados específicamente para satisfacer necesidades concretas.

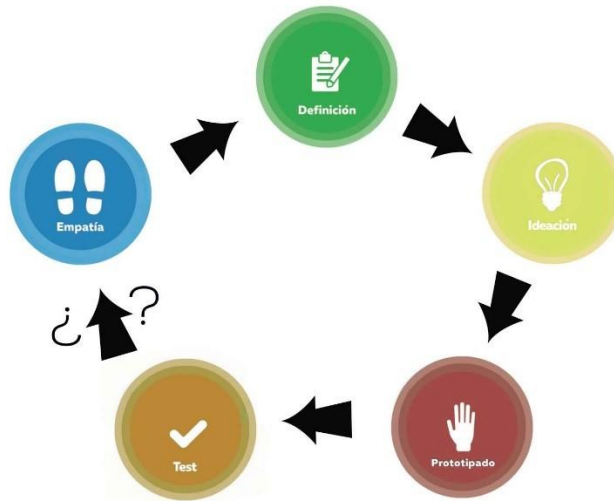


Figura 1 Metodología Design Thinking, Tomado de [46].

Este proceso inicialmente buscó empatizar con las dificultades actuales del sector. Se indagó en la identificación de brechas en el mercado y oportunidades comerciales para ofrecer soluciones específicas, como el mantenimiento especializado y la fabricación de maquinaria adaptada a los requerimientos de las empresas. La investigación se caracterizó por la obtención de datos empíricos centrados en el usuario final, lo que permitió un enfoque más preciso.

9.1.1 ENTREVISTA ESTRUCTURADA

En el contexto del estudio de campo, se seleccionó un conjunto específico de empresas en Popayán. Es importante destacar que el tejido empresarial agroindustrial en la ciudad es relativamente reducido; por esta razón, se conformó el estudio con una muestra de 7 empresas las cuales cumplían con los criterios establecidos para esta investigación. Las características principales consideradas para la selección fueron:

- Pertenencia al sector agroindustrial.
- Accesibilidad geográfica.
- Disponibilidad para participar en la investigación.

Esta muestra permitió recopilar información relevante sobre necesidades técnicas, operativas y de mantenimiento específicas de la industria local. En la tabla 1 se detallan las empresas visitadas.

Tabla 1 Empresas entrevistadas.

Empresa		Productos	Ubicación
Aplanchados Doña chepa		Postres y Panadería	Calle 2 #4-46
Café Buroma		Café	Belle horizonte
Café rico		Café	Calle 6 #9-72
Arepayonesa		Arepas	Carrera 7 # 17n-60
Alimentos Saludables Origen		Productos lácteos	Km 3 vía Popayán – Cali
Fabrica Café la palma		Café	Trans, 9 vía a Santa Rosa
Carantanta del Cauca		Carantanta	Carrera 17 # 60n-199

En la figura 2 se muestra la experiencia de la entrevista estructurada con algunos actores empresariales que participaron en el estudio.



Figura 2 Actores empresariales entrevistados, elaboración propia

A continuación, se presentan las preguntas formuladas a las empresas participantes durante las entrevistas realizadas como parte del estudio de campo. De igual forma en el anexo 1 (Entrevista estructurada), se presentan las respuestas dadas por las empresas visitadas.

Preguntas generales

- ¿Cuál es el nombre de la empresa?
- ¿Productos o servicios que ofrece?

Preguntas sobre el uso de maquinaria

- ¿Qué tipo de maquinaria utiliza en su proceso de producción?
- ¿Con qué frecuencia utiliza esta maquinaria en sus operaciones diarias?
- ¿Qué porcentaje de su producción depende de esta maquinaria?

Preguntas sobre oportunidades de crecimiento (fabricación)

- ¿Tiene planes de adquirir maquinaria nueva para su fábrica en el próximo año? Si es así, ¿qué tipo de maquinaria está evaluando?

¿Qué soluciones tecnológicas considera que podrían implementarse en su maquinaria para mejorar su eficiencia y aumentar la producción?

Al momento de elegir maquinaria, ¿tiene en cuenta alguna marca en particular por su calidad o experiencia previa?

Preguntas sobre mantenimiento

- ¿Realiza mantenimiento preventivo a su maquinaria? En caso afirmativo, ¿A qué máquinas y con qué frecuencia lo hace?

¿Cuenta con un plan de mantenimiento o solo realiza mantenimiento correctivo cuando hay fallas?

¿Cuáles son las principales causas de fallas de sus equipos en los últimos 6 meses?

¿Cuánto tiempo promedio pierde por paradas técnicas o fallas en la maquinaria?

¿Qué tan satisfecho está con los servicios de mantenimiento que ha recibido hasta ahora?

¿Cuáles son las principales dificultades al contratar servicios de mantenimiento para su maquinaria?

Preguntas sobre costos y presupuesto

- ¿Considera que los costos de mantenimiento actuales son elevados?

¿Estaría dispuesto a invertir en materiales de alta calidad para reducir costos de mantenimiento a largo plazo?

¿Cuánto presupuesto destina anualmente al mantenimiento y reparación de su maquinaria?

Preguntas sobre necesidades y expectativas

¿Qué características valora más en un servicio de mantenimiento?

Según su experiencia, ¿ha enfrentado dificultades para encontrar proveedores especializados en el mantenimiento de la maquinaria de su empresa?

¿Qué tan importante es para su empresa contar con un servicio de mantenimiento local en Popayán?

Preguntas sobre importación

¿Ha considerado la posibilidad de adquirir maquinaria importada desde China para su negocio?

¿Cuáles son sus principales preocupaciones al comprar maquinaria importada desde China?

¿qué tan probable es que compre maquinaria importada desde China en los próximos 12 meses?

¿Si tuviera acceso a un proveedor local que ofrezca maquinaria con características similares a las importadas desde China, pero con soporte técnico y repuestos disponibles en la región, a un costo un poco mayor, ¿preferiría esta opción?

9.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El estudio de campo realizado a empresas agroindustriales de Popayán permitió identificar los siguientes aspectos clave en relación con su operación y necesidades técnicas:

En el Anexo 1 se detallan los gráficos de torta que representan visualmente los datos estadísticos obtenidos durante la investigación, permitiendo una interpretación clara y comparativa de los resultados relacionados con las necesidades y características técnicas del sector agroindustrial.

Principales máquinas del área productiva

- Tostadoras
- Molinos
- Hornos
- Mezcladoras

- Dosificadoras.

En este sentido, el estudio reveló que el 90% de la producción en las empresas consultadas depende directamente del funcionamiento de estos equipos, lo que evidencia su importancia en las actividades productivas.

Intención de compra de maquinaria

El 42.9% de las empresas planea adquirir en el corto o mediano plazo algunos de los siguientes equipos:

- Hornos industriales.
- Tostadoras de café.
- Sistemas de medición de tueste de café.
- Cuarto frío.

Soluciones industriales con interés de inversión

Las empresas manifestaron interés en implementar:

- Automatización de tostadoras y empacadoras.
- Puesta a punto de empacadora automática y freidoras.
- Sistemas de control de temperatura.
- Automatización de laminadoras de arepas.
- Diseño de tableros de control para máquinas.

Mantenimiento preventivo

Adicionalmente, el estudio reveló que el 85.7% de las empresas realiza mantenimiento preventivo y el 57.1% cuenta con un plan estructurado de mantenimiento, lo que refleja una gestión parcialmente organizada.

Fallas más recurrentes

- Desgaste de piezas mecánicas (bandas, rodamientos).
- Fallas en el control de temperatura.
- Des calibración de hornos y dosificadoras.

Necesidad principal

Falta de personal especializado en el mantenimiento de hornos industriales y sistemas de control de temperatura, lo que genera dependencia de servicios externos y retrasos operativos.

Inversión en mantenimiento

Las 7 empresas entrevistadas destinan aproximadamente \$22'000.000 (veintidós millones de pesos) al año en mantenimiento de maquinaria.

Disposición a invertir en soluciones locales

El 100% de las empresas están dispuestas a pagar un precio mayor por maquinaria fabricada en Popayán, siempre que se garantice:

- Servicio de mantenimiento especializado.
- Asistencia técnica inmediata.
- Disponibilidad de repuestos de forma eficaz.

De forma general, los resultados del estudio revelan una demanda insatisfecha en el mercado local, particularmente en servicios técnicos especializados para el mantenimiento preventivo y correctivo de hornos industriales y sus sistemas de control de temperatura. Los empresarios consultados destacaron que la principal dificultad radica en la ausencia de proveedores locales de estos servicios en Popayán, lo que les obliga a buscar soluciones en otras ciudades. Esta situación genera tiempos prolongados de espera y costos logísticos adicionales que impactan directamente la eficiencia operativa de sus empresas.

Aunque solo 42.9% de las empresas planea invertir en la implementación de nuevos sistemas de control, automatización y diseño de tableros de control, este dato refleja una tendencia hacia la modernización tecnológica en el sector agroindustrial de Popayán. Este hallazgo destaca la necesidad de integrar servicios de diseño e implementación de soluciones mecatrónicas en la propuesta empresarial, para posicionarse como un aliado estratégico para la transición hacia procesos más eficientes y sostenibles en la agroindustria local.

El estudio reveló que la totalidad de las empresas consultadas están dispuestas a pagar un precio mayor por maquinaria fabricada localmente en Popayán, con la condición de recibir un servicio integral que incluya mantenimiento, asistencia técnica y suministro oportuno de repuestos. Este hallazgo confirma una importante oportunidad de mercado para desarrollar productos con un valor agregado significativo y un soporte técnico especializado.

9.3 ANÁLISIS DEL SECTOR

Analizando el comportamiento de crecimiento de los países en Latinoamérica, según datos proporcionados por el Banco Mundial, los países que registraron un mayor crecimiento económico en 2023 fueron Costa Rica, con un 5.1%, seguido por

Paraguay, que alcanzó un 4.7%, y Nicaragua, con un crecimiento del 4.6%. Estas cifras reflejan un desempeño económico destacado en comparación con otras economías de la región, lo que podría atribuirse a factores como políticas económicas favorables, estabilidad macroeconómica, o un entorno propicio para el comercio y la inversión [47].

En la Figura 3 se presenta de manera gráfica el comportamiento económico de Colombia en comparación con la dinámica económica agregada de América Latina. Donde se permite identificar las similitudes y divergencias en el desempeño económico del país frente a sus países vecinos.



Figura 3 Crecimiento PIB Colombia - América Latina, tomado de: [47]

En este contexto, la evolución del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia en los últimos tres años, ha mostrado una tendencia a la baja. Según datos proporcionados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), cuyo crecimiento económico fue del 10.8% en 2021, un año en el que muchos países experimentaron recuperaciones significativas tras el impacto de la pandemia de COVID-19. Sin embargo, en el año 2022, el crecimiento se desaceleró al 7.3%, y en 2023 cayó drásticamente a solo 0.6%. Esta desaceleración podría reflejar diversos factores, como condiciones económicas globales adversas, o desafíos internos en la economía del país [48].

Considerando el lento crecimiento económico que ha experimentado el país en los últimos años, resulta relevante resaltar el desempeño positivo del sector agropecuario. Según datos de la Unidad de Planificación Agropecuaria (UPRA), durante el año 2023, las exportaciones agropecuarias registraron un crecimiento del 24.7%, alcanzando un valor aproximado de USD 953 millones. Este crecimiento fue impulsado, principalmente, por las exportaciones de productos como el café, el banano y las flores, que consolidaron su posición como los principales referentes del sector [44].

En relación con el volumen de exportaciones, durante septiembre de 2024, Colombia registró la exportación de 509.089 toneladas de productos agropecuarios y agroindustriales, lo que refleja un crecimiento del 23,4 % en comparación con el mismo mes del año 2023. Este incremento se explica, en gran medida, por el mayor volumen exportado de banano, que aumentó en 54.898 toneladas (38 %); de arroz, con un crecimiento de 28.500 toneladas; y de aceite de palma, que registró un aumento de 8.621 toneladas (43,2 %) [49].

En línea con la dinámica económica de Colombia, es importante destacar la interacción de otros sectores económicos que tienen un impacto directo en el desarrollo del sector agrícola y agroindustrial. Un ejemplo clave son los proveedores de maquinaria y equipos, quienes desempeñan un papel fundamental al facilitar los procesos productivos y tecnológicos necesarios para la modernización y eficiencia de estas actividades. Estos proveedores no solo contribuyen a la optimización de las operaciones, sino que también impulsan la competitividad del sector al ofrecer adaptadas a las necesidades específicas del campo y la agroindustria colombiana.

Uno de los actores clave en este entorno es la compañía Rylsa, una empresa colombiana con más de 45 años de experiencia en el mercado. Rylsa se ha consolidado como un proveedor líder de soluciones integrales, ofreciendo maquinaria nueva, usada y en renta para diversos sectores, como la construcción, la minería y la agroindustria. Su amplia trayectoria y especialización le han permitido contribuir significativamente al desarrollo de estos sectores, brindando equipos de alta calidad y servicios adaptados a las necesidades específicas de sus clientes en Colombia [50].

Por otro lado, Casa Toro S.A. es una distinguida empresa colombiana que acumula una trayectoria de más de 79 años en el sector de vehículos y maquinaria de trabajo. Esta compañía destaca por la exclusividad como distribuidor oficial de Maquinaria Agrícola John Deere en todo el territorio nacional colombiano. Su posición en el mercado se refleja en un portafolio de productos especializados, entre los que sobresalen las Cosechadoras y Alzadoras de Caña, equipos fundamentales para la industria azucarera y agrícola del país. Esta alianza estratégica con la reconocida marca estadounidense John Deere ha permitido a Casa Toro S.A. consolidarse como un referente para el sector agroindustrial colombiano, brindando tecnología,

respaldo técnico y soluciones integrales que contribuyen al desarrollo y modernización del campo en Colombia [51].

De modo similar, Packing Production S.A.S es una empresa especializada que ofrece soluciones integrales en sistemas de empaque industrial para diversos sectores productivos. La compañía se distingue por proporcionar alternativas tecnológicas avanzadas para el envasado de productos, implementando líneas completas de empaque y producción adaptadas específicamente para el procesamiento tanto de productos sólidos como líquidos de variadas densidades y características. Un diferencial competitivo de la organización radica en su compromiso con el acompañamiento personalizado durante todo el proceso de implementación, complementado con un sólido soporte técnico que garantiza el funcionamiento óptimo de los equipos [52].

El panorama de distribuidores de maquinaria agroindustrial en Colombia está representado por empresas de notable trayectoria, cada una aportando soluciones especializadas al sector productivo nacional. Estas organizaciones conforman un ecosistema empresarial que impulsa la modernización del campo colombiano mediante tecnologías de vanguardia, servicios técnicos especializados y soluciones adaptadas a las necesidades específicas de la agroindustria local.

Su presencia en el mercado, respaldada por décadas de experiencia y alianzas estratégicas con marcas internacionales de prestigio, garantiza a los productores agrícolas colombianos el acceso a equipamiento de alta calidad que optimiza procesos, incrementa la productividad y fortalece la competitividad del sector. Estos distribuidores especializados constituyen, sin duda, un pilar fundamental para el desarrollo y la transformación tecnológica del sector agroindustrial en Colombia.

En un enfoque similar, la investigación elaborada por José Núñez denominada “Plan de empresas para la creación de AGRICOLA HN empresa de servicios de reparación y mantenimiento especializado de maquinaria y equipo, en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca- sector servicios” ve la necesidad de atender una necesidad particular en empresas productivas del sector cañero. Ofrece mantenimiento y reparaciones para abordar precisamente el inconveniente en paradas inesperadas y tiempos muertos. Enfocado en el clúster azucarero que incluye 14 ingenios de este sector, especializado en la prestación de servicios para cosechadoras y alzadoras de caña de azúcar.

En este estudio se utiliza la metodología cuantitativa para la identificar el segmento de clientes, realizando encuestas a un grupo focal y de esta forma realizar un análisis del consumidor. Se concluye que la propuesta de negocio es aceptada por los consumidores, ya que el 90% de los prospectos estaría dispuesto a participar en el proceso resaltado los beneficios de la prestación de servicios en este sector [53].

Por otro lado, el departamento del Cauca ha experimentado un cambio significativo en su desempeño económico, evidenciado por el comportamiento de la industria manufacturera regional. De acuerdo con el Índice de Producción Industrial Regional (IPIR), publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), este sector logró superar una tendencia negativa de 27 meses consecutivos de contracción. En octubre de 2024, se registró un crecimiento del 0,4 % en comparación con el mismo mes del año anterior, lo que representa un avance relevante frente a la caída del 4,3 % observada en septiembre de 2024. Este crecimiento, aunque moderado, destaca especialmente en el subsector de alimentos, el cual también mostró un incremento del 0,4 %, indicando una recuperación gradual en la actividad industrial del departamento [54].

Análogamente, es pertinente mencionar la investigación titulada “Plan de negocios para el fortalecimiento de la microempresa Kumis Patino Oasis en la ciudad de Popayán”. Este estudio propone el uso de una encuesta para evaluar el potencial del producto en la ciudad, proyectar ventas anuales y determinar el tamaño de la empresa y su capacidad de producción.

Además, se buscó definir las características y el contenido nutricional del producto como parte de su diferenciación en el mercado. Es importante señalar que esta investigación utilizó una metodología de datos cuantitativos y cualitativos a través de encuestas para analizar el entorno comercial y posicionar el producto en el mercado de manera efectiva.

Concluyendo que, existe la posibilidad de posicionar la empresa como productora y comercializadora de kumis en el mercado lácteo del municipio de Popayán. Además, la implementación del plan de negocios podría contribuir al desarrollo local mediante la generación de oportunidades de empleo directo e indirecto [55].

En consecuencia, el análisis del sector agroindustrial es un componente estratégico para el diseño e implementación de un plan de mercado efectivo, especialmente cuando se orienta hacia la identificación de oportunidades de crecimiento para microempresas establecidas en Popayán. Esta investigación proporciona una visión integral del ecosistema productivo regional, permitiendo identificar las condiciones actuales del mercado, las tendencias emergentes en tecnología y consumo, así como las necesidades específicas de los diversos actores dentro de la cadena de valor agroindustrial caucana.

A continuación, se presentan los principales competidores directos que tienen la capacidad de satisfacer las necesidades de los clientes en el sector agroindustrial en Popayán. Estos actores, ya sea a través de la oferta de maquinaria, servicios de mantenimiento o soluciones tecnológicas, representan alternativas para los consumidores y, por lo tanto, son clave para entender la dinámica competitiva del mercado.

9.3.1 COMPETIDORES LOCALES

En la tabla 2, se describe la actividad económica de cuatro empresas ubicadas en la ciudad de Popayán, las cuales operan en un segmento de mercado análogo al que se aborda en el presente estudio.

Tabla 2 Empresas con actividad económica similar.

Sitio web	Actividad económica	Entidad
https://maquinariasmavi-mar.blogspot.com/	Fabricación y venta de equipos del sector agrario	Maquinaria Mavimar
https://todoparacafe.com/store/industrias-ji-sierra	Fabricación y venta de equipos para la industria cafetera	Industria JJ sierra
https://www.readypackers.com/	Fabricación y venta de máquinas empacadoras de alimentos	Readypackers
https://www.facebook.com/people/Mecanizar-Popayan/100009229354342/	Servicio de metalmecánica y estructuras metálicas	Mecanizar

En términos generales, las entidades empresariales mencionadas han desarrollado una oferta de productos y servicios especializados que responden a las demandas específicas del sector agroindustrial de la región de Popayán.

Industrias Mavimar es un actor empresarial en la agroindustria de la región de Popayán y el departamento del Cauca, especializándose en el diseño, fabricación y distribución de maquinaria para el procesamiento primario de productos agrícolas. Con una trayectoria significativa en el mercado regional, esta empresa ha desarrollado una comprensión de los requerimientos técnicos específicos de los productores locales.

El portafolio de Industrias Mavimar se caracteriza por ofrecer soluciones convencionales adaptadas a las condiciones productivas del territorio caucano, destacándose particularmente sus equipos de molienda industrial que permiten la transformación eficiente de diversos productos agrícolas en harinas y derivados de alta calidad.

Sus sistemas de picado integran tecnologías de corte que maximizan el aprovechamiento de materias primas y reducen los tiempos de procesamiento. Como parte complementaria de su oferta, la empresa ha desarrollado trilladoras

específicamente adaptadas a las características particulares de los cultivos regionales, como el café y la quinua, respondiendo eficientemente a las necesidades técnicas de los productores locales.

JJ Sierra, reconocida empresa del sector agroindustrial, ha consolidado su posición en el mercado mediante la especialización en la fabricación de equipos tecnológicos para el procesamiento integral del café. Con una trayectoria destacada en la ingeniería aplicada a la cadena productiva cafetera, esta compañía ha desarrollado soluciones técnicas adaptadas a las necesidades específicas de los productores colombianos, particularmente relevantes para la región caucana, donde el café constituye un producto agrícola estratégico.

Su portafolio de productos abarca maquinaria especializada para cada etapa del beneficio y transformación del grano, incluyendo despulpadoras de diversos calibres y capacidades que garantizan la separación eficiente de la cereza del café, tanques de fermentación y lavado tecnificado con sistemas de recirculación que optimizan el uso del recurso hídrico, secadoras mecánicas que mantienen condiciones controladas para preservar las características organolépticas del producto, y tostadoras industriales con control preciso de temperatura y tiempo que permiten desarrollar perfiles de tuestión específicos según los requerimientos del mercado.

Readypackers se ha posicionado como una empresa innovadora en el sector de soluciones de empaquetado para la industria alimentaria, destacándose por el desarrollo de tecnologías de automatización que responden a las demandas actuales de eficiencia. La compañía ha diseñado sistemas integrados de envasado industrial que incorporan componentes de precisión y software especializado para optimizar los procesos productivos en empresas de diferentes tamaños.

Su portafolio tecnológico incluye líneas completas de empaquetado adaptables a una amplia gama de productos alimenticios, desde snacks y productos deshidratados hasta granos, cereales. Estas soluciones se caracterizan por su versatilidad operativa, permitiendo ajustes personalizados según las características físicas específicas de cada materia prima.

Por último, Mecanizar representa un referente regional en el ámbito de la manufactura metalmecánica, ofreciendo servicios especializados que constituyen un eslabón fundamental en la cadena de suministro para la industria del Cauca. Este taller industrial ha integrado tecnologías avanzadas de fabricación con conocimiento técnico especializado, permitiéndole ofrecer soluciones personalizadas para requerimientos específicos del sector manufacturero.

Su infraestructura tecnológica incluye equipamiento para procesos especiales como el corte por láser CNC, que permite trabajar diversos metales con tolerancias milimétricas, sistemas de mecanizado en torno para la producción de piezas rotacionales, operaciones de fresado, entre otras.

9.3.1.1 Análisis de la competencia

Mediante el modelo de investigación benchmarking [56], se desarrolló un análisis DOFA como se muestra en la figura 4, que permitió obtener una visión más amplia de los actores presentes en el mercado, la competencia y los factores determinantes en la demanda de servicios de mantenimiento y fabricación de maquinaria. Este estudio, además, facilitará la identificación de segmentos de clientes insatisfechos y contribuirá al desarrollo de estrategias comerciales más efectivas, alineadas con las expectativas reales del mercado.

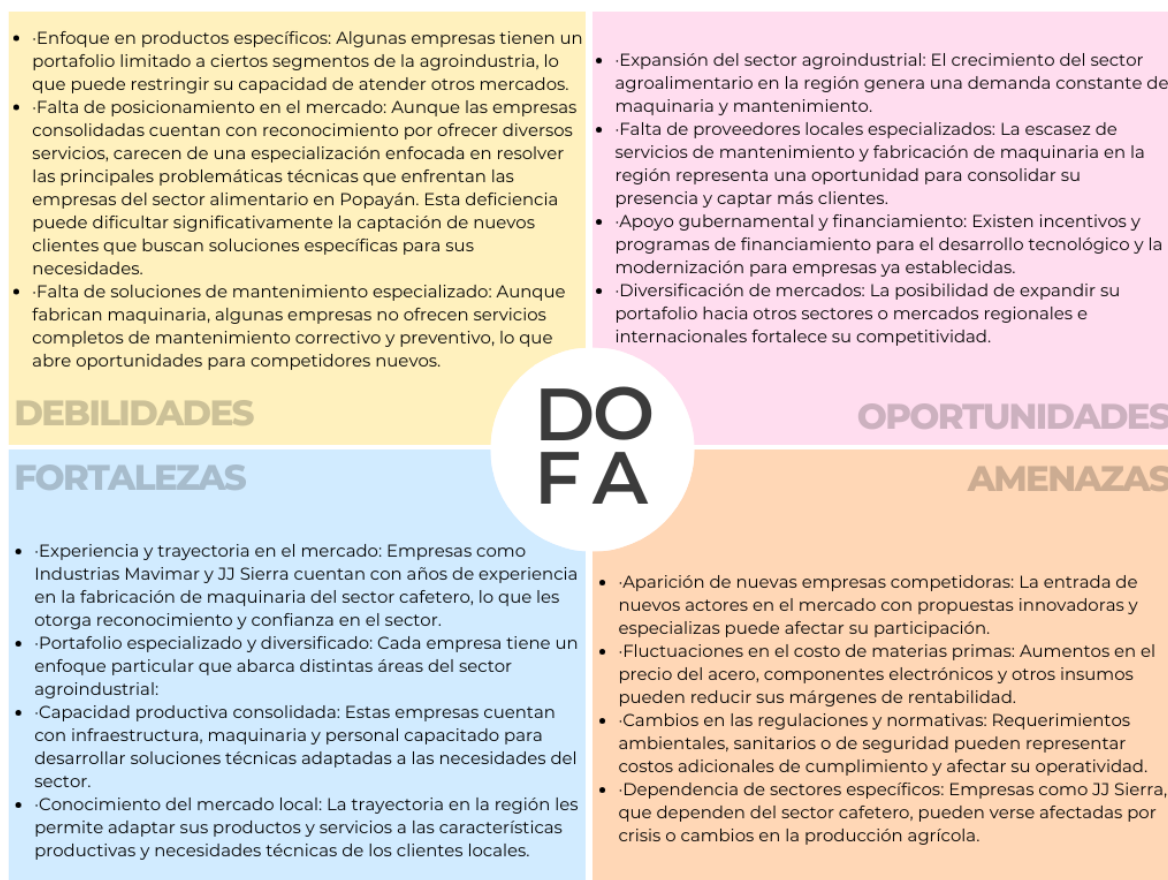


Figura 4 Análisis DOFA, elaboración propia.

9.4 CLASIFICACIÓN DE LA EMPRESA SEGÚN CIIU (CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME)

En el marco del proyecto "Desarrollo de un Plan de Negocios para la Creación de una Microempresa en Popayán Dedicada al Mantenimiento y Fabricación de Maquinaria Agroindustrial", resulta fundamental establecer una adecuada clasificación de la empresa según los parámetros definidos por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Esta categorización estandarizada constituye un elemento esencial para la formalización y posicionamiento legal de la iniciativa empresarial dentro del ordenamiento económico nacional.

La Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) es un sistema estandarizado y metodológicamente estructurado para categorizar las diferentes actividades económicas desarrolladas por las empresas. Este mecanismo de clasificación, adoptado oficialmente en Colombia por entidades regulatorias como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y las Cámaras de Comercio regionales, permite organizar sistemáticamente las actividades productivas mediante códigos específicos que identifican cada tipo de operación económica. [57].

En este contexto, la correcta asignación del código CIIU no solo cumple con un requisito administrativo obligatorio para el registro mercantil ante la Cámara de Comercio correspondiente, sino que también determina el marco normativo, las obligaciones tributarias y los regímenes especiales aplicables a la actividad económica desarrollada. Adicionalmente, esta clasificación facilita el acceso a información sectorial relevante, permite la comparabilidad estadística con empresas similares y posibilita la identificación de oportunidades de negocio en nichos específicos del mercado agroindustrial [58].

Para el caso particular de este proyecto, la microempresa se clasifica bajo códigos CIIU específicos que reflejan su doble enfoque:

- CIIU 3312 mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo [59].
- CIIU 2825 Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco [59].

9.5 ANÁLISIS DE LOS PROVEEDORES

En el desarrollo del plan de negocios, la selección y gestión de proveedores juega un papel estratégico en la sostenibilidad y competitividad del proyecto. Un análisis detallado de los proveedores permite identificar fuentes confiables de insumos, repuestos y materiales importantes para la operación, garantizando calidad, disponibilidad y costos competitivos.

Por esta razón, la identificación de los principales proveedores del sector, considerando su capacidad de suministro, tiempos de entrega y condiciones comerciales. Además, se analiza la estrategia de aprovisionamiento que se implementará en la microempresa, priorizando alianzas estratégicas con empresas nacionales que permitan optimizar costos sin comprometer la calidad de los insumos. A través de este análisis, se busca establecer una red de abastecimiento eficiente.

A continuación, en la tabla 3, se presenta un listado detallado de los principales proveedores de insumos esenciales para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3 Lista proveedores.

Proveedores		
Ubicación	Descripción	Compañía
Cali	Acero inoxidable y corte laser	Imporinox
Cali	Acero y corte en laser	Coldeaceros
Cali	Herramientas y consumibles de soldadura	Ferretería suprema
Cali	Suministros soldadura	ABC distribuciones
Cali	Tornillería	Ferretería Barbosa
Cali	Tornillería	Mundial de tornillos
Cali	Rodamientos	Arsa
Cali	Instrumentación industrial	Mecatrónica de Colombia
Cali	Suministros eléctricos	Eléctricos del valle
Cali	Suministros neumáticos	Soluciones neumáticas
Cali	Resistencias industriales	Resistencia Jácome
Cali	Resistencias industriales especiales	Termo resistencia Dávila
Cali	Plásticos técnicos	Colpolimeros
Popayán	Gases industriales	Sumid
Popayán	Materiales técnicos	Servindustriales

Popayán	Suministros eléctricos	Todo Eléctricos
Popayán	Seguridad industrial	Seinpa
Popayán	Mecanizados	Torno Demetrio
Cali – Popayán	Envíos	J-express

En la lista, se nombran empresas distribuidoras de diferentes tipos de acero, como es el caso de Coldeaceros e Imporinox, ambas especializadas en aceros estructurales y en la prestación de servicios de corte por láser. Esta tecnología resulta fundamental para la fabricación de maquinaria con piezas a la medida, garantizando precisión y eficiencia en el proceso de fabricación.

La selección de estas compañías se basó en criterios mínimos como precios competitivos y tiempos de entrega reducidos. Ambas ofrecen disponibilidad inmediata de acero estructural y materiales cortados en un plazo máximo de dos hasta tres días hábiles, según sea el volumen de piezas a cortar.

Cabe destacar que Imporinox cuenta con una ventaja competitiva que lo posiciona como el proveedor preferente para el suministro de acero inoxidable; su servicio de envío a nivel nacional. Esta condición comercial permite optimizar la estructura de costos logísticos del proyecto, al tiempo que garantiza un abastecimiento oportuno de este material esencial.

De manera similar, en el ámbito de la tornillería, la Ferretería Barbosa y Mundial de Tornillos se destacan por contar con un amplio inventario y ofrecer precios competitivos en productos de tornillería y sus accesorios relacionados. De forma análoga, la compañía ARSA (Almacén Rodamientos S.A.), gracias a su volumen corporativo y su presencia a nivel nacional, proporciona el inventario más completo y los mejores precios en todo lo relacionado con rodamientos.

En la fabricación de maquinaria, resulta fundamental contar con un suministro constante y confiable de materiales consumibles destinados a procesos de soldadura, corte y acabado superficial. Elementos como discos de corte y pulido, electrodos de soldadura, materiales de aporte, puntas de tungsteno, entre otros componentes, son insumos de alto consumo en las operaciones cotidianas de la microempresa.

Considerando esta demanda recurrente, se ha identificado estratégicamente proveedores con un inventario diversificado de estos materiales y que al mismo tiempo ofrezcan servicios de distribución y condiciones comerciales convenientes. Ferretería Suprema destaca como proveedor clave en este segmento, con un amplio catálogo que incluye equipos y herramientas especializadas para metalmecánica y una completa gama de accesorios para procesos de corte y pulido de metales.

De manera complementaria, la empresa ABC Distribuciones se ha seleccionado como proveedor especializado en insumos para soldadura de aceros, destacándose por ofrecer un inventario integral que contempla todas las variantes de consumibles requeridos para los diferentes procesos de unión metálica.

En esta línea, los instrumentos eléctricos, electrónicos y de maniobra representan un componente esencial para el mantenimiento y el diseño de sistemas de control industrial. Por ello, resulta fundamental contar con proveedores especializados en dichos dispositivos para el sector industrial. En el ámbito del control industrial, la compañía Mecatrónica de Colombia destaca por ofrecer un catálogo diverso, así como un servicio de pedidos personalizados para componentes especializados. De manera similar, las empresas Todo Eléctricos y Eléctricos del Valle se especializan en materiales eléctricos para el suministro energético, brindando soluciones integrales que garantizan la eficiencia y seguridad en la distribución de energía.

Como resultado del análisis de proveedores, se evidencia que la mayoría de las empresas se encuentran ubicadas fuera de la ciudad de Popayán. Por esta razón, resulta esencial contar con un servicio logístico que facilite el transporte de insumos entre las ciudades de Cali y Popayán. Para ello, se integró a la cadena de suministro el servicio de J-Express, especializado en encomiendas puerta a puerta con entrega el mismo día. Este servicio representa una ventaja competitiva, ya que permite adquirir repuestos e instrumentos en un plazo menor a 12 horas.

9.6 ESTRATEGIAS DE MERCADO

Con el propósito de abordar la oportunidad de mercado identificada, implementamos principios clave del **Business Model Canvas**, una herramienta estratégica diseñada para analizar la estructura operativa de una empresa y optimizar el desarrollo y entrega de su propuesta de valor. Este instrumento nos proporciona una visión integral de cómo deben organizarse los elementos fundamentales de la organización para generar y capturar valor de manera eficiente.

Su utilidad se extiende tanto a emprendedores que inician nuevos proyectos como a directivos que necesitan ajustar estrategias en empresas ya establecidas, permitiéndoles evaluar si la configuración actual de sus actividades requiere modificaciones para alcanzar nuevos objetivos [60].

9.6.1 MODELO LEAN CANVAS

La figura 5, presenta nuestro modelo de negocio Lean Canvas, una herramienta visual que sintetiza los elementos fundamentales del proyecto. Este esquema permite comprender de forma integral nuestra estrategia para capitalizar la oportunidad identificada en el sector agroindustrial, facilitando una visión clara y estructurada de nuestra propuesta de valor.

MODELO DE NEGOCIO LEAN CANVAS

Sistemas Mecatrónicos de Occidente

PROBLEMA	ACTIVIDADES CLAVES	PROPUESTA DE VALOR	VENTAJA ESPECIAL	SEGMENTOS DE CLIENTES
Escasez de proveedores locales especializados en mantenimiento y fabricación de maquinaria agroindustrial.	Conocer cuáles son los principales daños que sufren estas máquinas.	Comprender la cadena de valor agroindustrial en Popayán resulta esencial para diseñar soluciones técnicas que aborden eficazmente los desafíos recurrentes en las fábricas locales.	Experiencia en maquinaria del sector agroindustrial.	Pymes del sector agroindustrial.
Altos costos operativos y tiempos de inactividad prolongados por desplazamiento de técnicos o de maquinaria.	Implementar unidades móviles de mantenimiento especializado además de un punto físico.	Además, complementar estas soluciones mediante alianzas con proveedores nacionales garantiza el acceso a repuestos de alta calidad y confiabilidad en las soluciones ofrecidas.	Conocimiento especializado en áreas del conocimiento que componen el funcionamiento las máquinas.	PRIMEROS ADOPTANTES
Déficit de personal especializado en operación y mantenimiento de maquinaria agroalimentaria (hornos industriales y máquinas similares)	Encontrar un proveedor clave de repuestos		Confianza, garantía y soporte post venta.	Fabricante de yogur.
	INDICADORES CLAVE		CANALES	Fabricante de concentrados para truchas.
	Número de servicios atendidos por semestre.		Publicidad en redes sociales y plataformas digitales.	Fabricante de snacks.
	Número de máquinas fabricada por año.		Referencias directas por clientes satisfechos.	Fabricantes de Arepas y galletas.
	Número de clientes nuevos por año.		Participación en ferias agroindustriales locales.	
			Visitas técnicas	
			Atención en Oficina	

Figura 5 Modelo Lean Canvas, elaboración propia

9.6.2 ESTRATEGIA DE PUBLICIDAD

En la actualidad, el internet se ha convertido en una herramienta fundamental para las empresas, especialmente en áreas clave del comercio digital. Para adaptarse a este entorno digital, numerosas compañías han implementado sitios web estratégicos, no solo para atraer a clientes potenciales, sino también para construir conexiones comerciales sólidas y ampliar sus oportunidades en el mercado [61].

En el marco del proyecto orientado a la implementación del emprendimiento de servicios de mantenimiento especializado para hornos industriales y otras máquinas del sector agroindustrial en Popayán, se plantea adoptar la estrategia **Go To Market** (Salida al mercado) [62]. Esta estrategia tiene como objetivo alcanzar a los clientes potenciales e identificar la aceptación de la propuesta en el mercado, así como también alinear la oferta con la tendencia actual del emprendimiento digital. Es

importante destacar que, si bien las innovaciones en servicios a través de Internet se han consolidado en este ámbito, su adopción por parte de empresas emergentes puede generar incertidumbre en los clientes.

Es por ello, que las estrategias de lanzamiento al mercado son fundamentales, ya que emiten señales claras que facilitan la toma de decisiones de adopción, asegurando una implementación exitosa y la generación de confianza en el mercado [62]. En la figura 6 se muestran los temas principales que aborda la estrategia citada.



Figura 6 Estrategia Go To Market, Adaptado de [63].

Estas pautas propuestas facilitan la implementación de una estrategia de marketing digital clara y directas, a continuación, se presenta la aplicación del caso específico.

¿Qué vendo?

Nuestra investigación de campo en empresas locales del sector, ha revelado que el principal desafío radica en la ausencia de servicios especializados para el mantenimiento de hornos industriales y otras máquinas del sector agroalimentario.

De esta manera se identificó una necesidad urgente de soluciones técnicas especializadas en el mercado local. De acuerdo con los hallazgos de la investigación, más del 60% de las empresas consultadas señalaron como su principal problemática la ausencia de proveedores locales capacitados para ejecutar

servicios de mantenimiento preventivo y correctivo en estos equipos, lo que genera paradas técnicas prolongadas, sobrecostos operativos y riesgos en la calidad de sus productos.

Ante esta brecha en el mercado, nuestra propuesta empresarial se posiciona como una solución alternativa, enfocada en ofrecer servicios de mantenimiento especializado para hornos industriales. Para ello, el servicio que se plantea comercial se sustenta en tres pilares clave:

- Respuesta ágil: Garantizar atención prioritaria para minimizar tiempos de inactividad.
- Tecnología diagnóstica: Implementar herramientas para identificar fallas con más precisión.
- Personal técnico calificado: Capacitar al personal en el mantenimiento de estos equipos.

Con la prestación de estos servicios, se busca no solo satisfacer una necesidad inmediata, sino también posicionarnos como aliados estratégicos en el apoyo de soluciones industriales para las empresas locales. Por ello, la propuesta empresarial pretende ingresar al mercado ofreciendo este servicio como actividad principal, complementados con otros servicios alternativos que atienden las necesidades técnicas y tecnológicas del sector.

- Actualización tecnológica a máquinas de producción.
- Implementación de sistemas de optimización en líneas de producción.
- Integración IoT en sus procesos actuales.
- Fabricación de maquinaria.

A continuación, en la figura 7 se presenta el lienzo de la propuesta de valor del servicio que se pretende ofrecer.

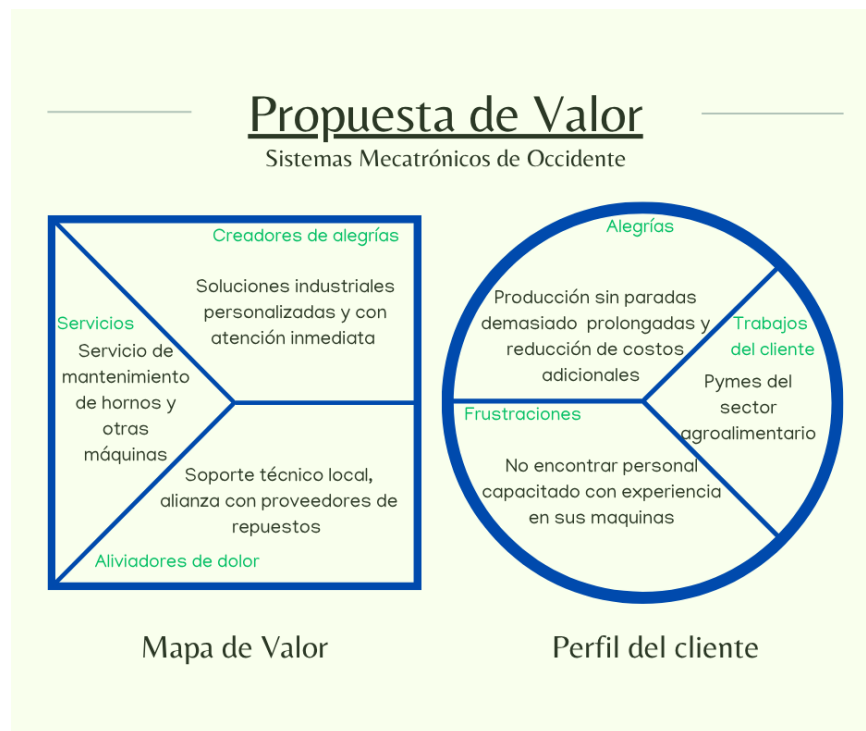


Figura 7 Lienzo de propuesta de valor, elaboración propia

¿Cómo lo vendo?

En este contexto, las personas o empresas que buscan satisfacer una necesidad disponen actualmente de diversas alternativas estratégicas al buscar proveedores de servicios que se alineen con sus necesidades y objetivos. En algunos casos, es común consultar inicialmente a proveedores con los que ya se ha trabajado o que conocen a través de experiencias laborales previas. Esta preferencia se fundamenta en la confianza y en las relaciones comerciales previamente establecidas. Asimismo, la solicitud de referencias a colegas y contactos profesionales constituye una práctica habitual en el ámbito empresarial. Bajo esta idea, resulta pertinente integrar un agente de ventas especializado con el propósito de establecer un contacto más personal y personalizado con los clientes, identificar sus necesidades específicas y comprender sus expectativas respecto al servicio ofrecido.

De modo similar, una forma muy común de encontrar información de proveedores es mediante acciones publicitarias. Las redes sociales y el marketing de contenidos son herramientas efectivas que utilizan actualmente las compañías para promocionar productos y servicios. Estas plataformas permiten a las empresas alcanzar a clientes potenciales y mostrar su propuesta de valor de manera directa.

Esto se complementa con la búsqueda a través de navegadores web como Google. Tener una presencia en línea sólida y optimizada es clave para aparecer en los primeros resultados y atraer a clientes potenciales.

Con el propósito de conectar de manera efectiva con el mercado objetivo, se implementará una estrategia de publicidad dirigida a las empresas del sector agroindustrial en Popayán que dependen de hornos industriales en sus operaciones.

Hoy en día, contar con una presencia en Google es fundamental para cualquier emprendimiento, ya que permite compartir información clave como la ubicación, datos de contacto, enlaces a redes sociales y la dirección de la página web oficial. Esta plataforma facilita que potenciales clientes encuentren y se conecten con el negocio de manera rápida y sencilla. Debido a esto, inicialmente lo primero es tener presencia en google, esto implica proporcionar información de contacto y servicios prestados.

Google Business ofrece una herramienta muy práctica conocida como perfil de negocio, donde podemos incluir información comercial relevante como los datos mencionados anteriormente. En la figura 8 se presenta el diseño del perfil de negocios de Sistemas Mecatrónicos de Occidente soportado por su actividad principal en Google Maps.



Figura 8 Perfil de negocio en Google maps, elaboración propia

Esta herramienta incrementa significativamente la visibilidad en línea, permitiendo que clientes potenciales localicen nuestro emprendimiento de manera sencilla y obtengan indicaciones precisas para llegar a él. Además, un perfil de negocio completo en Google, que incluya información detallada sobre los productos y servicios que ofrecemos, facilita la toma de decisiones de los consumidores y mejora la percepción de profesionalismo y confiabilidad de nuestra propuesta [64].

La posibilidad de añadir trabajos ya realizados como referencia para los clientes, así como actualizar regularmente el catálogo de productos en el perfil de Google, permite a los clientes estar informados sobre las novedades y promociones, fomentando una mayor interacción con el público objetivo. En la figura 9 se puede visualizar el catálogo inicial de productos ofrecidos, mostrados mediante evidencias de trabajos previamente realizados a clientes actuales.

Mantenimiento de hornos industriales - i...

321 6506116



El mirador, Cl. 11 #29-60, Popayán

← Ver todos los productos



Mantenimiento maquinas
agroindustriales

Otros productos en esta categoría



Mantenimiento



Servicios industriales



Mantenimiento industr...

Figura 9 Servicios ofrecidos en google, elaboración propia

Con el propósito de fortalecer la visibilidad del emprendimiento y proporcionar información detallada a clientes potenciales sobre los servicios ofrecidos, es fundamental utilizar herramientas digitales eficaces. Una de estas herramientas es la Landing page o página de aterrizaje.

Debido a la creciente adopción de las redes sociales por parte de las personas, estas se han consolidado como elemento esencial en las estrategias de marketing digital. Para maximizar las tasas de conversión, es crucial que las páginas de aterrizaje aborden eficazmente las necesidades específicas de los visitantes que buscan soluciones. Un enfoque genérico resulta insuficiente, ya que, aunque el producto pueda satisfacer a una amplia audiencia, las prioridades de los consumidores pueden variar [65]. En este contexto, se propone desarrollar una página de aterrizaje que responda directamente a las preocupaciones de las empresas del sector agroindustrial en Popayán, que buscan soluciones a los

inconvenientes encontrados durante el trabajo de campo. Cabe resaltar que una de las ventajas importantes de una Landing page es que su diseño puntual permite destacar fácilmente del resto del contenido en las redes sociales.

A continuación, en la figura 10 se presenta la Landing page realizada.



Figura 10 Landing page, elaboración propia - <https://goo.su/2JQiTU>

Basados en la premisa del enfoque concreto de una Landing page, se presentó una interfaz que aborda las necesidades de los clientes potenciales. En esta, el usuario puede acceder a información detallada sobre los servicios ofrecidos y conocer las experiencias de clientes satisfechos a través del botón "Conócenos - Aquí". Para establecer contacto directo con el asesor, el usuario puede ingresar al chat de WhatsApp mediante el botón que muestra el enlace y el número telefónico.

¿A quién se lo vendo?

La estrategia de publicidad se dirige específicamente a las pequeñas y medianas empresas (Pymes) del sector agroalimentario en Popayán, cuyas actividades de producción involucren el uso de hornos industriales para la fabricación de sus productos. Esta propuesta busca abordar las problemáticas identificadas en el estudio de campo, con el objetivo de atender las necesidades de estos clientes potenciales.

- Fabricantes de Snacks
- Fabricantes de Arepas y Galletería
- Fabricantes café tostado y molido

9.6.3 MARCA DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS

La propuesta empresarial Sistemas Mecatrónicos de Occidente se centra inicialmente en la prestación de servicios industriales dirigidos a empresas del sector agroalimentario. En el futuro, contempla también la fabricación de maquinaria bajo la marca 'Senderita', cuyo diseño minimalista busca facilitar su recordación en el mercado. Este concepto se complementa con el eslogan 'Máquinas que cosechan resultados', que refuerza el compromiso de la empresa de brindar soluciones prácticas y productivas a sus clientes.



Figura 11 Marca, eslogan y logo empresarial, elaboración propia

9.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE SISTEMAS MECATRÓNICOS DE OCCIDENTE

En la figura 12 se plasma la estructura organizacional de sistemas mecatrónicos de occidente.



Figura 12 Estructura organizacional, elaboración propia

9.7.1 DIRECCIÓN GENERAL (CEO):

Los CEO o gerentes generales desempeñan el rol de cabeza de organización o representación geográfica, al ser la autoridad formal responsable de una organización, este debe responder al mercado local, no solamente al entender las necesidades de los clientes locales, sino también al satisfacer requerimientos de estos mismos.

Su función principal está enfocada a garantizar el crecimiento, sostenibilidad y competitividad de la empresa, para ello los CEO deben implementar tres roles claves: 1) Interpretador de oportunidades y riesgos locales, 2) Constructor de recursos y capacidades locales, 3) Contribuidor y participante activo de la estrategia global [66].

9.7.2 DEPARTAMENTO DE MARKETING Y VENTAS

El objetivo principal de este departamento es atraer nuevos clientes, fortaleciendo la relación con los actuales, logrando así un aumento de las ventas, esto mediante estrategias de promoción y comercialización [66].

9.7.2.1 Agente especializado

Un agente de ventas especializado es un profesional dedicado a la comercialización de productos o servicios en un sector específico, que posee conocimientos profundos sobre las características y aplicaciones de las soluciones que ofrece. Su función principal consiste en asesorar a clientes potenciales, identificar sus necesidades específicas y proporcionar alternativas personalizadas que generen valor y satisfacción. Además de realizar las tareas habituales de un agente comercial, como negociar y gestionar relaciones con clientes, el especialista se distingue por su capacidad para ofrecer asesoramiento técnico detallado y personalizado, lo que facilita decisiones de compra más informadas y efectivas [67].

9.7.2.2 Atención al cliente

La función principal de este departamento se enfoca en brindar un servicio eficiente y de calidad, brindando asesoría tanto en la venta como en la posventa. Su objetivo es lograr resolver las inquietudes de los clientes y mejorar su experiencia garantizando satisfacción y confianza en la empresa[66]. “Su principal meta es, por tanto, la de facilitar la comunicación entre las empresas u organizaciones y su público” [68].

9.7.3 DEPARTAMENTO DE INNOVACIÓN Y DISEÑO

La función principal del departamento de I+D se enfoca en la creación y diseño de nuevas ideas y soluciones a las ya existentes, enfocadas en las necesidades del cliente, todo esto con el propósito de impulsar el crecimiento y la competitividad de la empresa.

9.7.4 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

La función principal de este departamento consiste en coordinar e implementar todos los procesos necesarios para transformar una idea en un producto o máquina, asegurando que cumpla con las necesidades y requisitos del cliente. Asimismo, se encarga de la fabricación eficiente de productos terminados, optimizando recursos y garantizando altos estándares de calidad. Esto permite cumplir con los objetivos establecidos en tiempo y forma, maximizando la productividad y reduciendo desperdicios. [69].

9.7.5 DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD Y FINANZAS

La función principal es “administrar los fondos para la asignación de activos y pasivos, además de lograr el cumplimiento de objetivos planteados para la obtención de una rentabilidad económica estable en una organización”.

Desempeña un papel fundamental en la toma de decisiones, proporcionando información clave respecto a los presupuestos y análisis de la rentabilidad de la empresa, lo que permite la evaluación de posibles inversiones, mitigar riesgos, permitiendo así un correcto manejo de recursos y crecimiento de la empresa [70].

10 ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD FINANCIERA

En el análisis de la viabilidad de un proyecto empresarial emergente desde una perspectiva financiera, se destaca la importancia de la evaluación financiera debido a los numerosos desafíos que pueden enfrentar los nuevos emprendimientos para lograr rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Basándose en fundamentos teóricos, se presenta un análisis que utiliza datos financieros aplicados a contextos relevantes del proyecto. El objetivo principal consiste en identificar los factores determinantes que otorgan viabilidad a un proyecto empresarial, mediante una estrategia fundamentada en el análisis financiero de sus estados contables [71].

En el contexto de este proyecto para la prestación de servicios de mantenimiento para hornos industriales y otros equipos del sector agroindustrial en Popayán, se evaluarán los costos, proyecciones de ingresos e indicadores financieros clave, con el objetivo de determinar la sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo del emprendimiento.

10.1 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

La estimación de la demanda es un tema clave para evaluar la viabilidad financiera de cualquier proyecto empresarial, ya que permite cuantificar el potencial real del mercado y proyectar ingresos sostenibles. A continuación, en la tabla 4, se presentan algunas empresas del sector agroalimentario en Popayán, seleccionadas debido a su presencia formal tanto física como en internet. Estas organizaciones representan clientes potenciales para esta propuesta de investigación, por lo que se tomará esta muestra para realizar el estudio de viabilidad financiera. Este análisis permitirá realizar proyecciones de ventas y determinar los costos de implementación de la microempresa, además, de conocer el punto de equilibrio económico.

En este contexto, es pertinente señalar que el grupo de empresas presentado en la Tabla 4 corresponde a compañías cuya operación actual fue verificada y de las cuales se dispone de información precisa. Esto se debe a que forman parte de un censo proporcionado por el INVIMA, el cual incluye más de 40 establecimientos; sin embargo, no todos cuentan con datos claros o actualizados [72].

Tabla 4 Clientes potenciales, elaboración propia

Empresa	Actividad económica
Lácteos Colombia	Industria láctea

Alimentos saludables origen	Industria láctea
Aplanchados doña Chepa	Aplanchados y tortas
Café alcazar	Beneficio del café
Café Rico	Beneficio del café
Arepayonesa	Arepas
Productos comuneros	Snacks
Mama lombriz	snacks y pastelería
Arepas Doña Martha	Arepas
Cacao Hunters	Beneficio del cacao
Maxipan	Panadería y pastelería
Fabrica Café la palma	Beneficio del café
Carantanta del cauca	Snacks
Caficauca	Beneficio del café
Cafénorte	Beneficio del café

10.2 COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

La gestión de los costos nos permite asegurar la sostenibilidad financiera de Sistemas Mecatrónicos de Occidente, ya que en ellos se engloban todos los gastos necesarios para mantener la operación del negocio. Estos costos incluyen desde los suministros de mantenimiento y el consumo energético, hasta los salarios del personal técnico, el transporte de repuestos, entre otros.

Analizarlos en detalle permite optimizar recursos e identificar oportunidades para reducir gastos innecesarios y mejorar la eficiencia operativa. Una gestión estratégica de estos costos garantiza que la microempresa mantenga precios accesibles sin comprometer la calidad de sus servicios, fortaleciendo así su posición en el mercado.

10.2.1 INVERSIÓN INICIAL PARA LA CREACIÓN DE SISTEMAS MECATRÓNICOS DE OCCIDENTE

La inversión inicial representa el capital mínimo necesario para apoyar la operatividad y competitividad de Sistemas Mecatrónicos de Occidente en el mercado agroindustrial de Popayán. Como se detalla en la Tabla 5, estos recursos están destinados a tres componentes clave: la adquisición de equipos especializados (como equipos de soldadura, herramientas de medición y análisis), la compra de herramientas (como taladros, pulidoras y herramientas de mano), y la adquisición mínima de equipos de oficina.

Tabla 5 Inversión fija, elaboración propia

INVERSION INICIAL EN MAQUINARIA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y EQUIPOS DE OFICINA				
N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Taladros	3	\$ 430.000,00	\$ 1.290.000,00
2	Pulidora	2	\$ 126.900,00	\$ 253.800,00
3	Soldador MMA y TIG HF	2	\$ 1.420.000,00	\$ 2.840.000,00
4	Cautín	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
5	Tronzadora	1	\$ 799.000,00	\$ 799.000,00
6	Sopladora	1	\$ 82.490,00	\$ 82.490,00
7	Juego de ratchet pequeño	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
8	Juegos atornilladores dieléctricos	1	\$ 66.900,00	\$ 66.900,00
9	Juego de llaves varias	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
10	Prensa de banco	1	\$ 79.000,00	\$ 79.000,00
11	Herramientas de mano generales alicate, pinza, corta frio, martillo	1	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
12	Pinza amperimétrica y osciloscopio	1	\$ 354.000,00	\$ 354.000,00
TOTAL MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 6.605.190,00
N.º	EQUIPOS DE OFICINA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Computador	1	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00
2	Impresora	1	\$ 719.000,00	\$ 719.000,00
3	Escritorio	1	\$ 239.000,00	\$ 239.000,00

4	Silla de escritorio	1	\$ 169.000,00	\$ 169.000,00
5	Dotaciones	2	\$ 180.000,00	\$ 360.000,00
TOTAL EQUIPOS DE OFICINA				\$ 4.487.000,00
TOTAL INVERSIONES FIJAS				\$ 11.092.190,00

10.2.2 COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES

Los costos fijos y variables son valores espaciales para estructurar el modelo financiero de la microempresa. Los costos fijos son gastos que permanecen constantes independientemente del nivel de producción o ventas, como el alquiler del taller, salarios del personal permanente, servicios públicos, entre otros. Por otro lado, los costos variables fluctúan en proporción directa a la actividad operativa, incluyendo materiales consumibles como los repuestos, insumos de soldadura, gastos de transporte para servicios, entre otros.

En la tabla 6 se presentan los costos fijos necesarios de Sistemas Mecatrónicos de Occidente.

Tabla 6 Costos fijos, elaboración propia

COSTOS FIJOS				
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Suministro papelería	1	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
2	Marketing	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
3	Servicios contables	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
4	Servicios públicos	12	\$ 100.000,00	\$ 1.200.000,00
5	Telefonía y datos móviles	12	\$ 18.500,00	\$ 222.000,00
6	Administrador	12	\$ 2.000.000,00	\$ 24.000.000,00
7	Técnico electricista industrial	12	\$ 1.600.000,00	\$ 19.200.000,00

8	Gestor de herramientas Web	12	\$ 38.000,00	\$ 456.000,00
9	Prestaciones sociales	12	\$ 445.500,00	\$ 5.346.000,00
TOTAL COSTOS FIJOS				\$ 51.174.000,00

En la tabla 7 se muestran los costos variables generales de Sistemas Mecatrónicos de Occidente.

Tabla 7 Costos variables generales

COSTOS VARIABLES GENERALES				
N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Suministros para soldadura	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
3	Suministro mant. limpieza	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
4	Suministros mant. lubricantes	1	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
5	Suministro mant. tableros de control	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
6	Suministros herramientas	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
7	Envíos Cali- Popayán	1	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
TOTAL COSTOS VARIABLES GENERALES				\$ 320.000,00

10.2.3 COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA PRENSA FILTRO

A continuación, se presenta la tabla 8 que corresponde a los costos de fabricación, representados únicamente en los materiales y actividades necesarios para fabricar la prensa filtro a escala real, basada en el prototipo usado como validación técnica del presente modelo de negocio. Es importante resaltar que, aunque la fabricación de esta máquina genera flujo de caja, se trata de un equipo muy específico que se fabricó a medida, por lo tanto, su demanda en el mercado es escasa. Por esta razón, el análisis financiero se realizará a través de los resultados de la investigación, los cuales indicaron que la demanda potencial está dirigida a la prestación de servicios.

Tabla 8 Costos fabricación prensa filtro, elaboración propia.

COSTOS DE FABRICACION PRENSA FILTRO				
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Acero inox	1	\$ 8.944.748,00	\$ 8.944.748,00
2	Suministro soldadura	1	\$ 1.036.200,00	\$ 1.036.200,00
3	Tornillería	1	\$ 314.834,00	\$ 314.834,00
4	Rodamientos	1	\$ 265.787,00	\$ 265.787,00
5	Mecanizados	1	\$ 771.122,00	\$ 771.122,00
6	Bolsas filtración	1	\$ 4.000.000,00	\$ 4.000.000,00
7	Poleas y guaya	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
8	Motobomba	1	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
TOTAL COSTOS				\$ 16.432.691,00

10.2.4 PRODUCTO MÍNIMO VIABLE

Con el objetivo de ofrecer un servicio alineado con las necesidades identificadas, se propone diseñar dos servicios iniciales para la puesta en marcha:

- Mantenimiento full general
- Mantenimiento correctivo

A continuación, en la Tabla 9 se detallan los insumos básicos necesarios para realizar un mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, que sirven como base para establecer la materia prima variable requerida para la ejecución de los servicios. La estimación de estos insumos se ha establecido por experiencia propia.

Tabla 9 Suministros básicos para realizar un mantenimiento, elaboración propia

SUMINISTROS BÁSICOS PARA SERVICIOS DE MANTENIMIENTO				
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Suministro mant. limpieza	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
2	Suministros mant. lubricantes	1	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
3	Suministro mant. tableros de control	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00

TOTAL		\$ 70.000,00
--------------	--	-------------------------

Con base en la experiencia de mantenimientos ya realizados, se ha determinado que los insumos que se encuentran en la Tabla 8 son suficientes para realizar 4 actividades de mantenimiento general (preventivo). Por esta razón, en la Ecuación 1, se observa el costo de insumos equivalente a un servicio de mantenimiento general. De manera similar, también se calcula el equivalente a los insumos requeridos para un mantenimiento correctivo, pero en este caso se establece que el valor de los insumos totales alcanza para 2 actividades de mantenimiento correctivo, como se puede evidenciar en la Ecuación 1 y 2.

Ecuación 1 Costo de suministros por mantenimiento general, elaboración propia

$$\text{costo suministros para} \\ \text{matenimiento full general} = \frac{\text{Suministros basicos}}{4} = \frac{\$70.000}{4} = \$17.500$$

Ecuación 2 Costos suministros por mantenimiento correctivo, elaboración propia

$$\text{costo suministros para} \\ \text{matenimiento correctivo} = \frac{\text{Suministros basicos}}{2} = \frac{\$70.000}{2} = \$35.000$$

En este contexto, ahora es pertinente determinar los costos relacionados con la mano de obra. Según el ministerio de trabajo las horas laborales legales al mes para julio del 2025 equivalen a 190.52 horas [73]. Con este dato y los salarios propuestos para la ejecución del proyecto se muestra el costo unitario de la hora laboral en la tabla 10.

Ecuación 3 Valor hora ordinaria laboral, elaboración propia

$$\text{Valor hora} = \frac{\text{Salario mensual}}{190.52 \text{ horas al mes}}$$

Tabla 10 Valor hora laboral ordinaria de colaboradores, elaboración propia

VALOR HORA COLAVORADORES				
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Administrador	1	\$ 10.497,59	\$ 10.497,59

2	Técnico	1	\$ 8.398,07	\$ 8.398,07
---	---------	---	-------------	-------------

Teniendo en cuenta que se trabajan 8 horas al día, se determina el valor del día laboral básico para cada colaborador, como se observa en la ecuación 4.

Ecuación 4 Costo día laboral, elaboración propia

$$\text{Administrador} = 8 * \$10.498 = \$83.980$$

$$\text{Técnico} = 8 * \$8.398 = \$67.185$$

10.2.5 TARIFAS

En la tabla 11 y tabla 12 se presentan los costos y precio de venta de cada servicio ofrecido.

Tabla 11 Servicio 1, elaboración propia

SERVICIO 1: Mantenimiento general					
N°	MATERIA PRIMA E INSUMOS	UNIDA D	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Suministros básicos	unidad	1	\$ 17.500,00	\$ 17.500,00
2	Uso herramienta	unidad	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
3	Transporte	unidad	1	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
4	Tornillería	varios	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
10	TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS				\$ 52.500,00
	MANO DE OBRA	UNIDA D	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Técnico electricista	Día	1	\$ 67.185,00	\$ 67.185,00
2	Administrador	Día	1	\$ 83.980,00	\$ 83.980,00
	TOTAL MANO DE OBRA				\$ 151.165,00
TOTAL COSTOS PRODUCTO O SERVICIO 1					\$ 203.665,00
FIJACIÓN DE PRECIO					

	Margen de contribución deseado (Utilidad)	%	1	60%
	Precio del servicio	Pesos	1	\$ 509.162,50
	Impuestos (4*1000)	Pesos	1	\$ 2.036,65
	Precio final del servicio	Pesos	1	\$ 511.199,15

Tabla 12 Servicio 2, elaboración propia

SERVICIO 2: Mantenimiento correctivo					
N°	MATERIA PRIMA E INSUMOS	UNIDA D	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Suministros básicos	unidad	1	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00
2	Uso herramienta	unidad	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
3	Transporte	unidad	2	\$ 10.000,00	\$ 20.000,00
4	Tornillería	varios	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
10	TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS				\$ 80.000,00
	MANO DE OBRA	UNIDA D	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Técnico electricista	Día	1	\$ 67.185,00	\$ 67.185,00
2	Administrador	Día	1	\$ 83.980,00	\$ 83.980,00
	TOTAL MANO DE OBRA				\$ 151.165,00
TOTAL COSTOS PRODUCTO O SERVICIO 1					\$ 231.165,00
FIJACIÓN DE PRECIO					
1	Margen de contribución deseado (Utilidad)	%	1	65%	
2	Precio del servicio	Pesos	1	\$ 660.471,43	
3	Impuestos (4*1000)	Pesos	1	\$ 2.641,89	
4	Precio final del servicio	Pesos	1	\$ 663.113,31	

En el caso del servicio de mantenimiento correctivo, este precio conforma la base. A partir de dicho monto, se sumarán los costos correspondientes a actividades especiales requeridas, como rebobinado de motores, mecanizado de piezas, cableado de tableros de control, fabricación de estructuras, entre otras actividades.

10.2.5.1 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es un indicador financiero clave que determina el volumen mínimo de ventas necesario para cubrir los costos totales de la empresa. En este caso, se estima en términos de ventas anuales, representando el momento en el que los ingresos igualan a los gastos, sin generar pérdidas ni ganancias. Para este proyecto, el punto de equilibrio basado en las ventas mínimas que se deben realizar se puede observar en la Tabla 13.

Tabla 13 Punto de equilibrio de los servicios, elaboración propia

Que= Costos Fijo / (Precio unitario -costo variable unitario)				
QeServicio 1*=	166	85,70%	143	\$ 72.899.904,75
QeServicio 2**=	118	14,30%	17	\$ 11.234.179,71
			Total	\$ 84.134.084,46

*Mantenimiento preventivo

** Mantenimiento correctivo

Para alcanzar el punto de equilibrio en un año, es necesario realizar un mínimo de 166 mantenimientos preventivos o 118 mantenimientos correctivos. De acuerdo con el estudio de campo realizado, la demanda de servicios se distribuye aproximadamente en un 85,7% de mantenimientos preventivos y un 14,3% de mantenimientos correctivos. En consecuencia, considerando esta distribución porcentual, se estima que el punto de equilibrio podría alcanzarse mediante la ejecución de 143 mantenimientos preventivos y 17 mantenimientos correctivos.

10.3 PROYECCIONES ECONÓMICAS

El análisis financiero es el eje central para evaluar la viabilidad y sostenibilidad de Sistemas Mecatrónicos de Occidente, permitiendo medir la demanda, liquidez y estabilidad económica del proyecto. Este análisis integra las variables presentadas a continuación:

- A = Descripción de servicio
- B = Mercado potencial (empresas)
- C = Nivel de aceptación
- D = Demandantes
- E = Numero de máquinas promedio por empresa
- F = Consumo aparente
- G = Frecuencia de mantenimientos anuales por empresa
- H = Demanda potencial del servicio
- I = Porcentaje de participación en el mercado
- J = Estimación de la demanda

En la tabla 14, se describe la demanda potencial basada en las 15 empresas locales propuestas, Se aplica como nivel de aceptación el porcentaje resultante de la investigación de campo (85.7% y 14.3%), lo cual permite realizar las proyecciones correspondientes. También se estima que en promedio cada empresa cuenta con alrededor de 8 máquinas.

Tabla 14 Demanda potencial, elaboración propia

DEMANDA POTENCIAL										
Variables										
N°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	General	15	85,7%	12,9	8	102,8	3	309	44%	135,7
2	Correctivo	15	14,3%	4	8	32,0	2	64	43%	27,5

Este primer resultado nos indica que la demanda potencial en número de servicios es de 136 mantenimientos generales y 28 mantenimientos correctivos al año.

Tabla 15 Proyección de ingresos por ventas, elaboración propia

PROYECCIÓN DE INGRESOS POR VENTAS ANUALES							
N°	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	DEMANDA ESTIMADA	VALOR UNITARIO	PROYECCIONES DE INGRESOS BRUTOS	COSTO VARIABLE PROMEDIO POR	COSTO VARIABLE PROMEDIO ANUAL	INGRESOS TOTALES

					SERVICIO		
1	General	135,7	\$ 511.199	\$ 69.394.671	\$ 17.500	\$ 2.375.604	\$ 67.019.067
2	Correctivo	27,5	\$ 663.113	\$ 18.248.878	\$ 35.000	\$ 963.200	\$ 17.285.678
			Total	\$ 87.643.549	Total	\$ 3.338.804	\$ 84.304.745

Con base en los resultados obtenidos en la tabla 14, se presentan las proyecciones de ingresos por ventas de los servicios necesarios para alcanzar el punto de equilibrio. Esto representa lo mínimo que se debe vender anualmente a dichas empresas para contar con los recursos necesarios para llevar a cabo esta propuesta empresarial, como se muestra en la tabla 15: \$84.304.745. Este valor ya considera la deducción de los costos variables de consumibles necesarios para cada servicio.

11 VALIDACIÓN

11.1 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del prototipo se implementan algunas directrices principales de la metodología en “V” VDI 2206[74], representada esquemáticamente en la figura 13. Este proceso consta de siete etapas. En la etapa inicial, se procede a la definición de los requerimientos funcionales, los cuales se alinean con la aplicación de la prensa-filtro, es decir, describe las características estructurales, mecánicas y de operación que se deben integrar en el prototipo para el funcionamiento deseado. La segunda fase comprende la elaboración de un bosquejo general del prototipo, haciendo un acercamiento a la arquitectura preliminar y definiendo sus geometrías y partes.

En la tercera fase del proceso, se procede a la elaboración de un diseño detallado mediante la implementación de herramientas de ingeniería, específicamente software de Diseño Asistido por Computadora (CAD) e Ingeniería Asistida por Computadora (CAE). Estas herramientas se utilizan para desarrollar los planos técnicos de cada componente individual y la simulación de esfuerzos en los pares verticales que soportan la carga de trabajo. Seguido en la cuarta fase, se lleva a cabo la fabricación del prototipo utilizando herramientas de Manufactura Asistida por Computadora (CAM), y utilizando los procesos de manufactura siguiendo las especificaciones técnicas.

La quinta fase, corresponde a la integración, en la cual se ensamblan y ajustan todos los componentes físicos y mecánicos del prototipo, asegurando su correcto acoplamiento entre sus partes. Durante la sexta fase, se procede a realizar pruebas operativas con el fin validar el funcionamiento del prototipo en un ambiente controlado, evaluando su desempeño en la extracción de suero lácteo.

En la etapa final, se lleva a cabo la verificación y validación, comprobando los resultados obtenidos con los requerimientos inicialmente establecidos. Adicionalmente, se efectúan las modificaciones pertinentes en el prototipo, en caso de ser necesario. Este procedimiento tiene como objetivo garantizar la óptima funcionalidad y el cumplimiento de las especificaciones previstas.

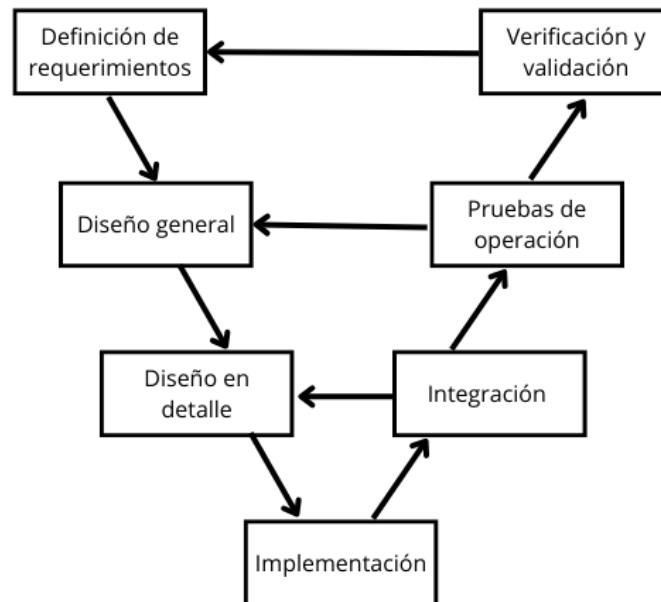


Figura 13 Metodología V- model, adaptado de [74]

11.2 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

La fase de Definición de Requisitos es fundamental en el desarrollo del prototipo, ya que permite establecer las especificaciones técnicas y funcionales que guiarán el diseño y la fabricación del sistema. En esta fase se identifican y documentan las necesidades del cliente, así como los parámetros de funcionamiento que debe cumplir el prototipo. Esta fase garantiza que el proyecto se ajuste a las expectativas operativas y las garantías de calidad exigidas. Como mencionado previamente, el

objetivo de esta sección es validar el modelo de negocio mediante la implementación de un sistema de prensa filtro para la industria láctea.

Específicamente, el método de extracción del suero por filtración es una técnica habitual en la industria láctea para separar el suero del resto de componentes de la leche, como proteínas y grasas. Esta técnica se utiliza para elaborar productos como el queso y el yogur.

El proceso de elaboración de yogur griego, a diferencia de otras variedades de yogur, consiste básicamente en separar sólidos de líquidos. En este caso particular, una vez se ha pasteurizado la leche y el cultivo bacteriano ha fermentado la mezcla, se procede a colocar el yogur en el tamiz de filtración y dejar escurrir el suero hasta alcanzar la consistencia deseada. En la figura 14 se resumen las etapas principales del proceso de filtración en la prensa filtro.



Figura 14 Proceso de funcionamiento, elaboración propia.

En este contexto, se solicita por medio de la empresa Alimentos Saludables Origen S.A.S, el diseño y la fabricación de un equipo especializado para la separación del suero lácteo del yogur, con una capacidad de procesamiento de 1000 kilos que se distribuyen en 19 filtros. Así, Sistemas Mecatrónicos de Occidente, como primer punto de partida en el diseño, definió la selección del material, optando por acero inoxidable AISI 304, el cual cumple con las normas de calidad alimentaria[75].

Esta especificación garantiza no sólo la resistencia estructural y química del equipo, sino también su conformidad con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) establecidas en la industria alimentaria. Además, este material asegura la integridad del producto, evitando la contaminación y facilitando los procesos de limpieza y desinfección, esenciales en la producción de alimentos.

En respuesta a las especificaciones presentadas, se propone la fabricación de un prototipo a escala reducida [1:3]. Dicho modelo incorporará una estructura principal compuesta de acero al carbono. La elección del acero al carbono como material constituyente responde a una doble finalidad: por un lado, la optimización de los costos asociados al proceso de fabricación y, por otro, la validación funcional del concepto propuesto.

La estructura diseñada para soportar el sistema de filtración a presión estará compuesta por soportes horizontales, sobre los que se colocarán las bolsas filtrantes que contendrán el producto lácteo durante el proceso de extracción de suero. Dado que la fabricación de este tipo de filtro, junto con la selección del textil, representa un costo significativo, se pretende validar el prototipo utilizando uno de los diecinueve filtros que conformarán la máquina real.

El prototipo utilizará un mecanismo de prensa móvil, accionado manualmente mediante una manivela, que ejercerá presión sobre las bolsas filtrantes, optimizando así la extracción del suero. Un aspecto destacado de la estructura es que será proyectada para permitir un desmontaje rápido y sencillo de las bolsas, lo que facilitará la limpieza después de cada ciclo de extracción.

El suero extraído se dirigirá a un recipiente de recogida situado en la parte inferior de la máquina, garantizando un proceso higiénico y eficaz en todas las fases.

11.3 DISEÑO CONCEPTUAL

De acuerdo con los parámetros especificados, se lleva a cabo una investigación en fuentes digitales para identificar equipos de separación de lacto suero análogo al prototipo propuesto. El objetivo principal de este proceso es fundamentar el diseño en sistemas previamente validados y optimizados en la industria.

La figura 15 ilustra una propuesta de diseño de un sistema de filtro prensa presentada por la empresa extranjera *Avedemil*. Esta versión del filtro prensa presenta una solución tecnológica que utiliza aplicaciones mecánicas y neumáticas para procesos de separación sólido-líquido en aplicaciones industriales [76].



Figura 15 Press filter for lactic cheese, tomado de [76]

En un contexto similar, la empresa belga Ante Ethiopia ha formulado una propuesta de diseño para una prensa de filtración accionada manualmente figura 16, cuyos parámetros son comparables a los especificados en la presente propuesta. Dicho diseño contempla una estructura principal que soporta las bolsas de filtración desde una base central, mientras que el material filtrado se recoge en un recipiente ubicado en la parte inferior de la máquina. Para su funcionamiento, la prensa incorpora un sistema de manivela, poleas y guayas que facilitan la transmisión del movimiento [77].

Por consiguiente, se propone adoptar este dispositivo como diseño de referencia.



Figura 16 Filter press, tomado de [77]

A partir del análisis de referencias digitales sobre filtros prensa para la extracción de lacto suero, se ha conceptualizado un diseño preliminar del prototipo que cumpla los requisitos funcionales y operativos previamente definidos. Esta conceptualización se ha plasmado en un boceto inicial, que se presenta en la figura 17.

El boceto propuesto integra las características identificadas durante la fase de investigación, sirviendo de base para el desarrollo técnico de la máquina.

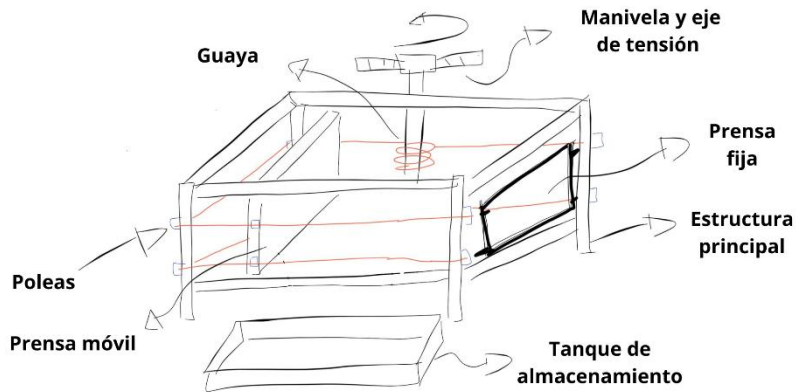


Figura 17 Boceto de la máquina, fuente propia

De forma general, el sistema consta de una estructura principal rectangular que da soporte a todo el conjunto, en la cual se instalan los soportes de las bolsas de filtración. Además, cuenta con dos placas denominadas prensa fija y prensa móvil, las cuales se encargan de ejercer presión sobre las bolsas de filtración. Adicionalmente, la manivela con el sistema de guayas conforma el mecanismo para aplicar la tensión manualmente y, finalmente, el producto procesado se deposita en un tanque de almacenamiento.

Es importante señalar que este diseño preliminar constituye el punto de partida para el desarrollo de la máquina.

11.3.1 DISEÑO FÍSICO: SISTEMA MECÁNICO

Para el movimiento del prototipo, se diseña un sistema mecánico compuesto por un eje principal que incorpora una manivela. A través de esta, el operario genera la tensión necesaria para activar la prensa. La fuerza aplicada al girar la manivela se transmite al sistema mediante un mecanismo de guayas y poleas, encargados de transmitir el movimiento. Este sistema acciona la prensa móvil, que comprime las bolsas filtrantes que contienen el yogur. El desplazamiento controlado de la prensa permite comprimir las bolsas de manera uniforme, acelerando así el proceso de extracción del suero. Este diseño no solo garantiza un funcionamiento eficaz, sino que también optimiza el rendimiento del proceso de filtración. A seguir se describen algunos conceptos asociados a los subsistemas que generan el movimiento del prototipo.

11.3.1.1 Sistema de eje con manivela para aplicar la fuerza

El subsistema de manivela es un componente esencial dentro del sistema mecánico encargado de generar movimiento en el prototipo. Este elemento, utilizado habitualmente en los mecanismos de transmisión manual, actúa como una palanca cuyo objetivo es reducir el esfuerzo percibido por el operario al aplicar tensión sobre el eje.

Este efecto se logra mediante la relación entre la fuerza aplicada y la longitud de la manivela, a mayor longitud (d) de la palanca mayor es el par generado (T), permitiendo al operario realizar el trabajo de forma más eficiente y con menor fatiga. Este principio de funcionamiento es fundamental en sistemas donde se requiere una transmisión controlada y precisa de la fuerza [78], tal como el proceso de filtración solido-liquido.

11.3.1.2 Sistema de bloqueo de manivela

Este componente integrado al sistema mecánico del prototipo aborda un desafío crítico durante la extracción del suero, una vez que, al aumentar la fuerza de compresión en la prensa móvil, existe una tendencia de la manivela a retroceder, lo que provoca una pérdida de la presión aplicada comprometiendo la eficiencia del proceso.

Para solucionar este problema, se implementa un sistema de bloqueo de tipo trinquete. Este mecanismo permite que, una vez alcanzada la compresión deseada, el operario accione manualmente el trinquete sobre el eje, bloqueando el movimiento inverso. Esto garantiza que la presión aplicada se mantenga constante en las bolsas filtrantes, optimizando la extracción del suero y reduciendo la necesidad de intervenciones repetidas por parte del operario. Su geometría, detallada en la Figura 18, maximiza la resistencia al retroceso sin añadir complejidad operativa, alineándose con los requisitos de eficacia y simplicidad del prototipo.

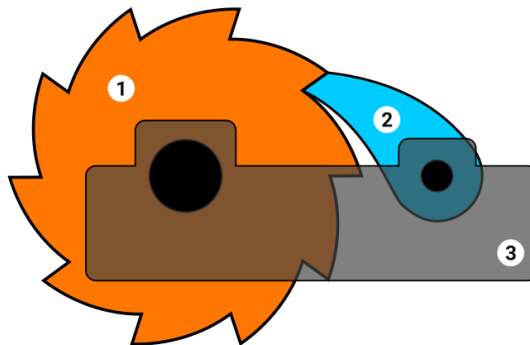


Figura 18 Mecanismo de trinquete, adaptado de [79]

11.3.1.3 Sistema de transmisión de movimiento por poleas y guayas

Este sistema emplea poleas y guayas para transferir el movimiento rotacional de la manivela al desplazamiento lineal de la prensa móvil. Las guayas, distribuidas en zonas externas e internas de la máquina, transmiten la fuerza aplicada por el operario, permitiendo un control suave y preciso. Al girar la manivela, el movimiento se convierte en tracción, impulsando la prensa en dos direcciones: avance (compresión de las bolsas para extraer suero) y retroceso (liberación), aplicando el principio del trinquete para evitar retrocesos no deseados. El sistema bidireccional mejora la funcionalidad, reduce el esfuerzo, además, asegura una aplicación estable de fuerza, mientras que las poleas y cables de alta resistencia garantizan durabilidad.

11.3.1.4 Sistema de desplazamiento por bujes

La fuerza de rozamiento, inherente a sistemas mecánicos como el prototipo desarrollado, surge de las irregularidades superficiales entre componentes en contacto [80]. Este fenómeno adquiere relevancia crítica en el mecanismo de arrastre de las telas filtrantes, donde los soportes horizontales deben deslizarse suavemente a lo largo de un carril guía durante el tensado de la guaya mediante la manivela. Un rozamiento excesivo en esta sección no solo incrementaría el esfuerzo operativo, sino que generaría limaduras metálicas por desgaste, comprometiendo la inocuidad del producto lácteo.

Para mitigar los efectos de la fricción en el mecanismo de arrastre, se implementó un sistema de bujes, figura 19, diseñados para cumplir una doble función: guiar con precisión el desplazamiento de los soportes horizontales a lo largo del carril y reducir la resistencia al movimiento mediante un funcionamiento similar al de rodamientos de baja fricción. Esta solución minimiza el contacto directo entre superficies metálicas, disminuyendo significativamente la generación de limaduras de hierro que podrían contaminar el producto lácteo.



Figura 19 Rodillo de nylon, tomado de [81]

11.4 DISEÑO DEL SISTEMA MEDIANTE HERRAMIENTAS DISEÑO DE INGENIERÍA CAD.

De acuerdo con las pautas establecidas en la metodología aplicada para el desarrollo del prototipo, una vez definidos los requerimientos del sistema y planteada una propuesta general para abordar el proyecto, el siguiente paso es iniciar el diseño digital de los componentes y mecanismos que conforman el filtro prensa. Este proceso se lleva a cabo utilizando el software SolidWorks para el modelado CAD, lo que permitirá una representación precisa y detallada de las piezas y su interacción dentro del sistema.

11.4.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL

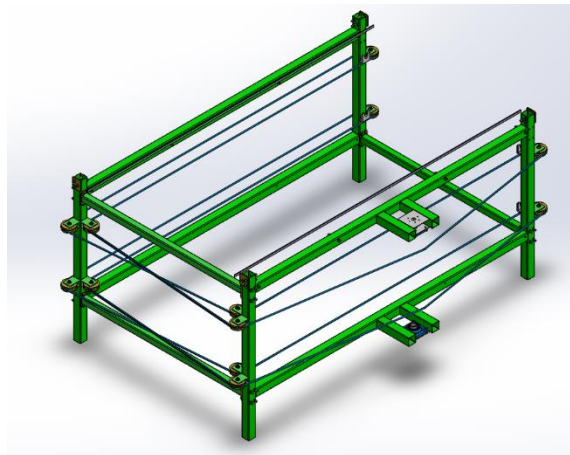


Figura 20 Estructura general, elaboración propia

La figura 20 muestra la estructura principal o chasis del prototipo, que se ha diseñado utilizando perfiles tubulares cuadrados de 25,4 mm (1 pulgada), como medida aproximada a la escala requerida. Se opta por este material debido a su disponibilidad en el mercado y facilidad de adquisición. Esta estructura consta de cuatro paralelas verticales que determinan la altura total del equipo, proporcionando una base estable para el adecuado funcionamiento del sistema.

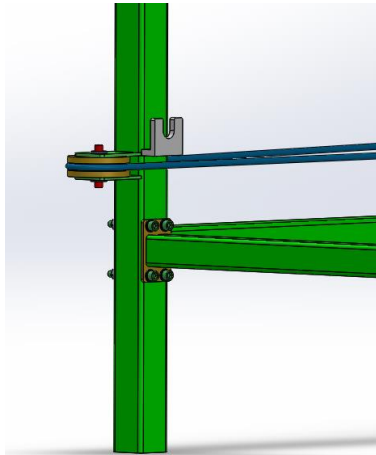


Figura 21 Unión estructural, elaboración propia

Tal y como se ha mencionado anteriormente, uno de los criterios clave establecidos en términos de practicidad y facilidad de mantenimiento es que la estructura principal sea desmontable. Los soportes horizontales se fijan a los verticales mediante tornillos, lo que permite garantizar tanto la resistencia estructural como la posibilidad de desmontarlos fácilmente. Esta característica puede verse en la figura 21.

En este contexto, la estructura dispone también de una base guía en la que se instalan los rodamientos encargados de centrar y proporcionar un movimiento fluido a la manivela tensora. En la figura 22 se observa dicha sección que sobresale, la cual se ha diseñado con las dimensiones adecuadas para instalar el rodamiento que se utilizará en el sistema.

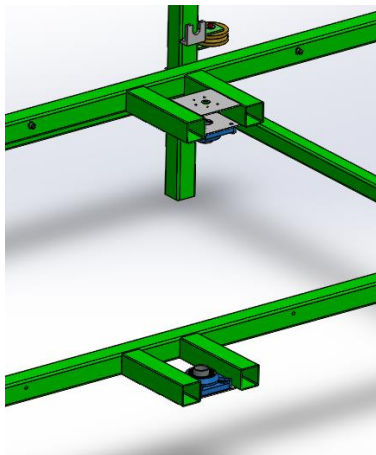


Figura 22 Soporte para rodamientos del eje, elaboración propia

11.4.2 PRENSA MÓVIL

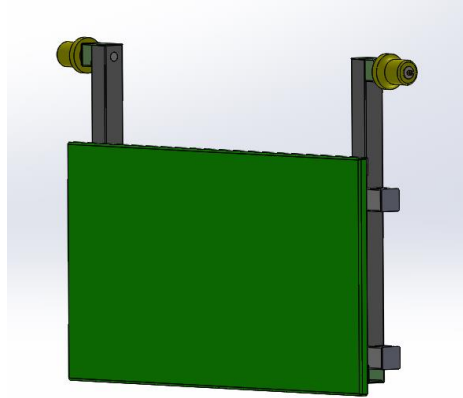


Figura 23 Prensa móvil, elaboración propia

Siguiendo el diseño conceptual del mecanismo de compresión, se ha desarrollado una estructura que utiliza perfiles tubulares cuadrados de 25,4 mm (1 pulgada) como elementos de soporte como se puede observar en la figura 23. Como complemento, se ha implementado un perfil angular metálico de dimensiones equivalentes para configurar la zona de contacto y aplicación de fuerzas. Sobre este último se ha dispuesto una placa acrílica de 5 mm de espesor, cuyas propiedades mecánicas son adecuadas para la magnitud de fuerza aplicada en el prototipo, asegurando la estabilidad durante el proceso de compresión.

Al tratarse de un sistema móvil, se ha contemplado la integración de componentes que permitan su adecuado desplazamiento. En consecuencia, se han diseñado bujes superiores para soportar el mecanismo, que han sido fabricados mediante tecnología de fabricación aditiva, concretamente impresión 3D.

11.4.3 MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO Y SOPORTE DE FILTROS

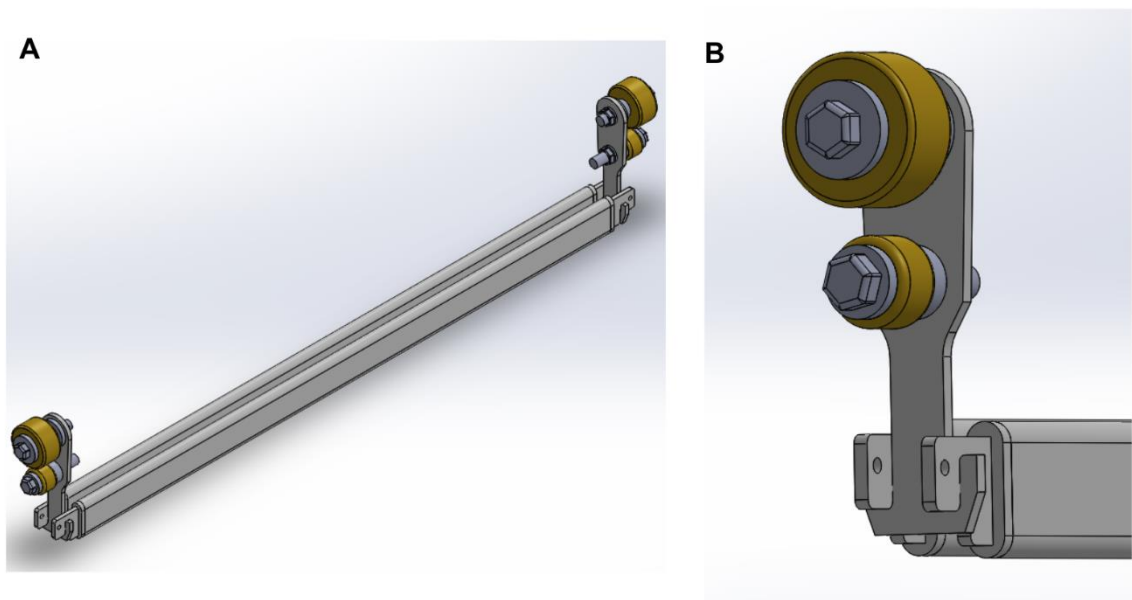


Figura 24 Mecanismo de desplazamiento y soporte de filtros, elaboración propia

La figura 24-A, muestra el mecanismo de desplazamiento y soporte de las bolsas filtrantes, componentes clave para garantizar la funcionalidad y eficiencia del sistema de filtración. El objetivo principal es desarrollar un conjunto de mecanismos que faciliten el desplazamiento suave de los soportes de los filtros a lo largo del equipo, optimizando así el proceso de compresión y extracción del suero.

Así, se ha propuesto una solución que facilita el desplazamiento de los filtros mediante la implementación de un sistema de guías y bujes. Este diseño incorpora una estructura base que permite una fijación sencilla y segura de los soportes de los filtros. Adicionalmente, el sistema está compuesto por bujes que garantizan un desplazamiento suave con bajo coeficiente de fricción, asegurando que soportan adecuadamente las cargas aplicadas durante el proceso de prensado. Además, el diseño ha sido desarrollado para facilitar las tareas de mantenimiento, siguiendo el principio de accesibilidad y simplicidad en estas actividades.

De igual forma se tiene la integración de rodamientos para garantizar un movimiento suave y uniforme. Los rodamientos son esenciales para minimizar la fricción entre las piezas móviles y las guías por las que se desplazan las bolsas filtrantes, permitiendo un buen desplazamiento durante el proceso de prensado.

La figura 24-B muestra el sistema de rodamientos, compuesto por un buje superior cuya función principal es soportar la carga correspondiente a la bolsa filtrante y desplazarse suavemente por la guía a medida que se aplica tensión a la prensa. El buje inferior, de menor diámetro, ha sido diseñado para ejercer una contrafuerza

sobre el carril guía. Esto asegura que el sistema de rodamientos permanezca fijo y alineado con el riel, evitando cualquier desviación o pérdida de linealidad en el mecanismo de desplazamiento.

11.4.4 RIEL GUÍA

El riel guía de la figura 25, ha sido específicamente diseñado para facilitar el desplazamiento eficiente de los rodamientos que soportan las bolsas de filtración, asegurando un movimiento controlado durante el proceso de extracción del suero. Este riel tiene una geometría acorde al requerimiento de fácil desmonte que permite un acoplamiento preciso del sistema de rodamientos, proporcionando estabilidad y linealidad en el desplazamiento.

El diseño del riel se ha realizado teniendo en cuenta la necesidad de desmontaje rápido y sencillo de los soportes de las bolsas de filtración, con el fin de facilitar su mantenimiento después de cada ciclo de operación. Para ello, se ha implementado una sección de perfil abierto, que permite un desmontaje sencillo de los componentes sin afectar a la alineación ni a la rigidez estructural del sistema. Y de esta manera facilitar su limpieza o inspección, optimizando la operatividad y la higiene del equipo.

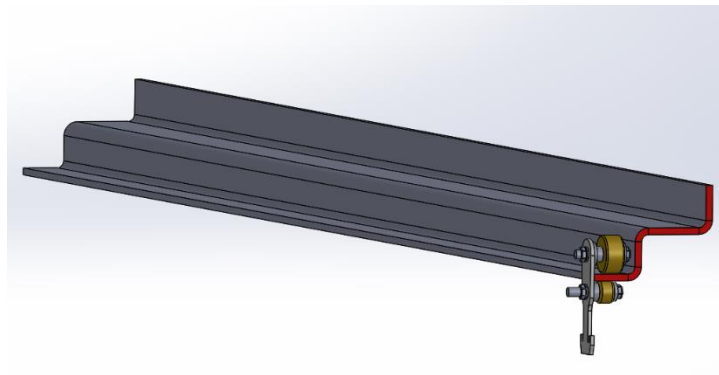


Figura 25 Riel guía, elaboración propia

11.4.5 SISTEMA DE MANIVELA

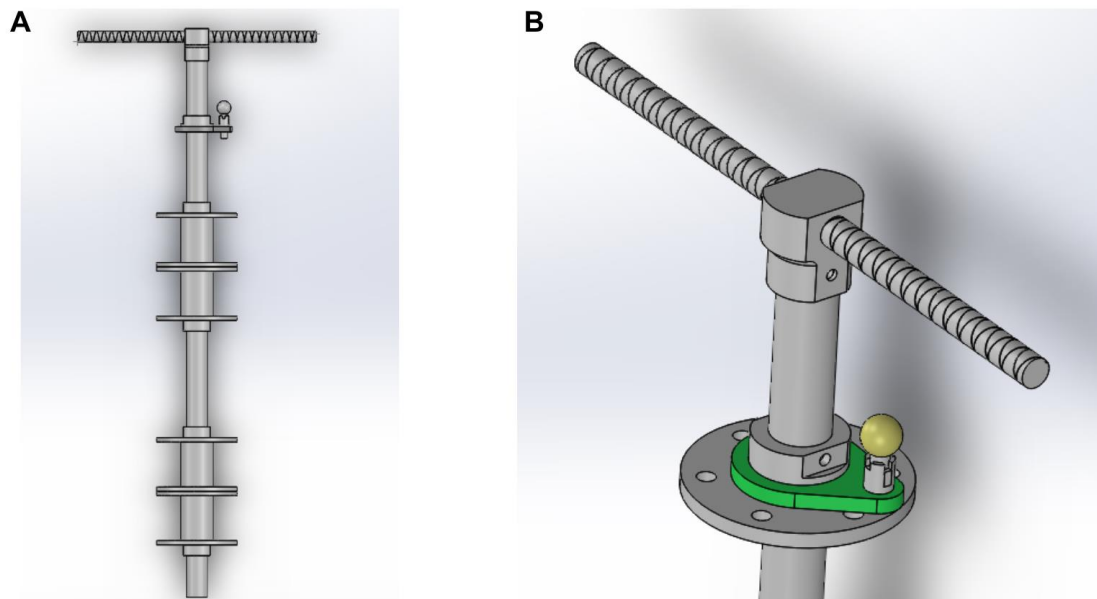


Figura 26 Sistema de manivela, elaboración propia

El sistema de manivela que se muestra en la figura 26, se realizó con el fin de permitir al operario aplicar la tensión necesaria en el mecanismo del filtro prensa. Esta manivela está acoplada a un eje principal, que permite enrollar una guaya al girar la manivela. A medida que se tensa el cable, se arruman las bolsas de filtración y se produce la presión necesaria para el proceso de extracción.

Para asegurar que el equipo mantenga la presión aplicada durante la operación, se ha incorporado un sistema anti retroceso como se observa en la figura 16B. Este mecanismo de bloqueo evita que la manivela retroceda una vez alcanzada la tensión deseada, garantizando que no se pierda la presión en la prensa durante el ciclo de filtrado. El sistema anti retroceso funciona de manera manual, activada por el operario cuando se alcanza la presión adecuada, lo que permite mejorar la seguridad y eficiencia del equipo.

11.4.6 FILTROS

La tela utilizada en el prototipo de filtro prensa desempeña un papel fundamental en el proceso de separación del lacto suero. Tras un estudio realizado en el mercado, especialmente en filtros utilizados para extraer lacto suero, se seleccionó el filtro monofilamento número 100 [82]. Esta malla de monofilamento se caracteriza por su estructura fina, que permite una filtración eficiente, reteniendo los sólidos al tiempo que permite el paso del lacto suero.

La malla de monofilamento número 100 se ha identificado como la más adecuada para este tipo de aplicación debido a su capacidad para retener sólidos al tiempo que permite el paso eficiente del suero, según describe el fabricante. Este tamaño de malla ofrece la combinación ideal de porosidad y resistencia, garantizando un drenaje adecuado del suero sin comprometer la integridad del producto lácteo ni la eficacia del proceso de extracción.

Además, la tela filtrante está diseñada para soportar las tensiones mecánicas a las que se ve sometida durante el proceso de prensado, lo que contribuye a una mayor durabilidad y a un rendimiento sostenido del sistema. Esta elección es clave para mantener la calidad del proceso y garantizar un producto final que cumpla las normas exigidas por la empresa. En la figura 26 se puede evidenciar el filtro con las dimensiones especificadas en la referencia [81]

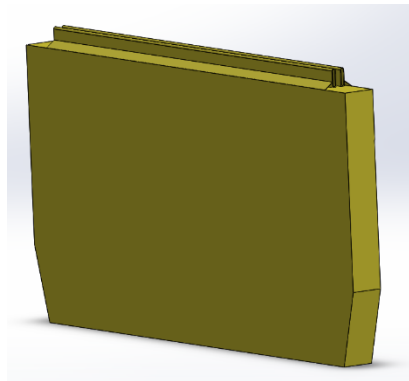


Figura 27 Filtro, elaboración propia

11.4.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Finalmente, el depósito de recolección que se muestra en la figura 28, se sitúa en la parte inferior del prototipo de filtro prensa, se ha diseñado específicamente para capturar de forma eficiente el suero filtrado a lo largo de toda la máquina, que se escurre de las bolsas de filtración durante el proceso de extracción. Este depósito está directamente alineado con la zona de filtración de la prensa, lo que permite que el suero fluya por gravedad hacia el tanque, evitando así derrames y asegurando una recogida óptima del suero durante el ciclo de funcionamiento.

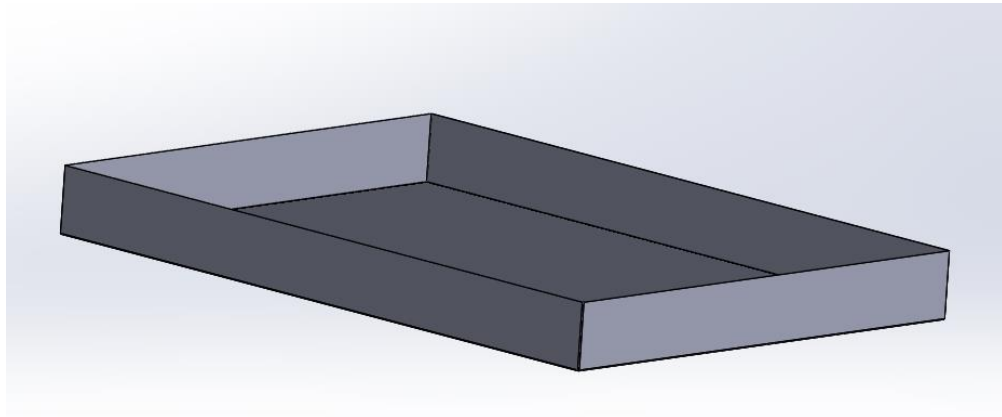


Figura 28 Tanque, elaboración propia

11.5 APLICACIÓN DE HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN CAE

Siguiendo con las directrices de la metodología VDI 2206, la etapa de simulación juega un papel importante en la validación y optimización del diseño antes de su fabricación. Esta etapa permite analizar y predecir el comportamiento de los componentes bajo diferentes condiciones de funcionamiento y estrés, para asegurar que cumplen los requisitos técnicos establecidos en las fases anteriores. En el desarrollo del prototipo del filtro prensa se utilizarán herramientas de ingeniería asistida por ordenador (CAE) del programa SolidWorks. Este programa facilita la simulación de esfuerzos y deformaciones en los componentes principales de la máquina, aplicando cargas estáticas. El análisis de tensiones mediante el método de los elementos finitos (MEF) permitirá identificar los puntos críticos de la pieza a analizar, garantizando la integridad estructural y optimizando la resistencia de los materiales utilizados.

Cabe destacar que la simulación de los componentes estructurales del filtro prensa se realizará a escala real de la máquina, ya que es fundamental replicar las condiciones y dimensiones exactas en el prototipo. Al trabajar a escala real, se garantizará que los resultados del análisis reflejen el comportamiento real de la máquina bajo cargas operativas típicas.

11.5.1 SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN RIEL PRINCIPAL

El análisis de esfuerzos mediante el método de elementos finitos (MEF) se aplicó al Riel Principal para evaluar su comportamiento estructural bajo cargas estáticas durante la operación del filtro prensa. Este componente, clave para el

desplazamiento de los soportes de las bolsas filtrantes, fue simulado en acero inoxidable AISI 304 con un espesor de placa de 8 mm. El estudio garantiza que el diseño cumpla con los requisitos de resistencia mecánica y rigidez, evitando deformaciones que afecten el rendimiento del sistema.

Mediante el software SolidWorks, se aplican cargas que simulan la presión ejercida por el peso de las bolsas de filtración, simulando las fuerzas distribuidas a lo largo del riel durante el tiempo de extracción del suero. Con base en informaciones dadas por el empresario cada bolsa tiene un peso de 50Kg, dando un total de 950Kg considerando que se ubican 19 bolsas en el riel. De esta forma, para efectos de la simulación se aplicó una carga total de 1000Kgf.

Es importante destacar que la máquina nunca estará sometida a la carga de 1000kg pues las bolsas de filtración se llenan una a una, pero una vez llenado el primer filtro, el suero comienza a escurrir inmediatamente, disminuyendo la carga aplicada instantáneamente.

La Figura 29 presenta la distribución de tensiones de Von Mises obtenida en el análisis del Riel Principal. Los resultados revelan que las máximas concentraciones de tensión se localizan en los extremos del componente (zonas en color verde claro), con un valor máximo registrado de 196.8 MPa, cercano al límite elástico teórico del material (206.8 MPa). Estas tensiones, aunque elevadas, se mantienen por debajo del umbral de fluencia del acero AISI 304, lo que garantiza que no se producirá deformación plástica durante la operación.

Por otro lado, las regiones centrales del riel muestran tensiones mínimas (≈ 1.2 MPa), indicando una distribución eficiente de cargas y confirmando que el diseño evita sobreesfuerzos en áreas no críticas. Esta configuración asegura la integridad estructural del riel bajo las condiciones estáticas simuladas, validando su aptitud para soportar los requerimientos operativos del filtro prensa.

A partir de la tensión máxima y el límite elástico del material proporcionados por el fabricante del acero, presentados en la figura 29, se calcula el factor de seguridad considerando las condiciones de temperatura existentes en el cuarto frío, como se expresa en la Ecuación 5.

Acero Grado Inoxidable

Referencia:
Maxdur 304 - 304 L

Propiedades mecánicas a temperaturas sub-cero para AISI 304 y 304L

Temperatura °C	-196	-140	-100	-50	-20	0	20
Resistencia a la tracción (MPa)	1.609	1.368	1.281	1.101	976	885	616
Límite elástico (Mpa)	231	246	222	236	240	242	255
% Elongación	38	41	42	50	55	64	70
Dureza	168	160	168	194	194	204	217

Figura 29. Ficha técnica acero inoxidable 304, tomado de [83]

Ecuación 5 Factor de seguridad riel principal, elaboración propia

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{limite elastico a } 0^{\circ}\text{C}}{\text{Esfuerzo maximo de diseño}} = \frac{242}{196.787} = 1.22$$

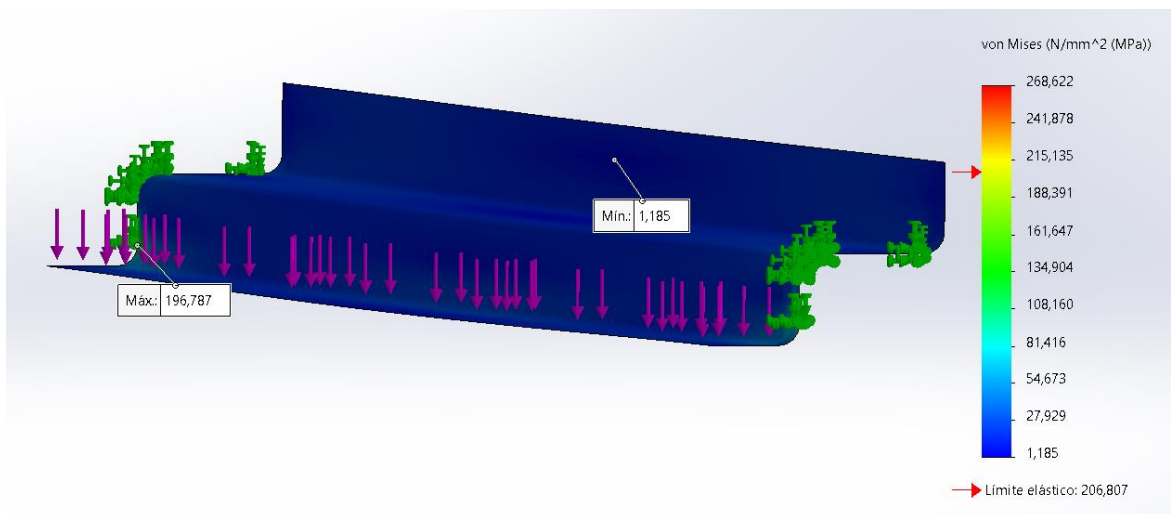


Figura 30 Limite elástico y esfuerzo máximo, elaboración propia

Por otro lado, la figura 30, muestra la distribución del factor de calidad del riel. Los resultados revelan un factor de seguridad mínimo de 1,1, valor aceptable que indica que el diseño opera en el límite teórico de resistencia del material (acero AISI 304), sin superar su capacidad de carga. Este factor se localiza específicamente en las zonas de máxima concentración de tensiones previamente identificadas (extremos del riel), mientras que el resto del componente presenta márgenes de seguridad superiores, asegurando un comportamiento óptimo a través de la pieza.

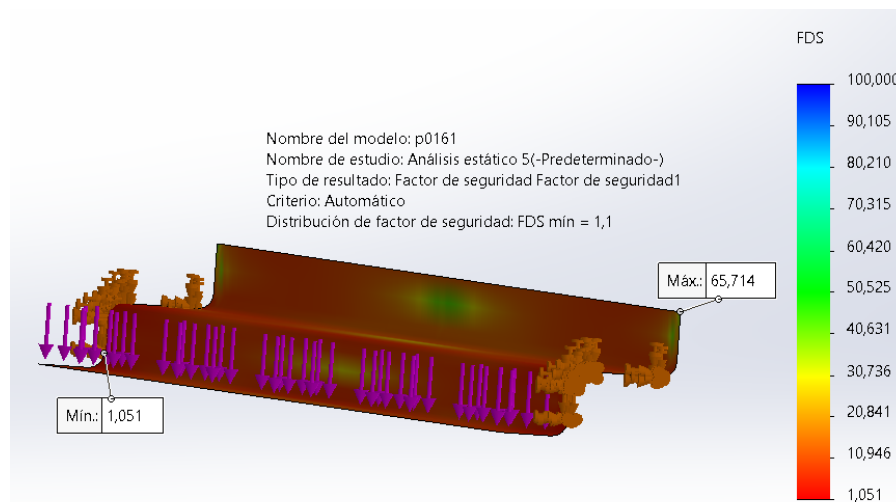


Figura 31 Concentración de carga y factor de seguridad riel principal, elaboración propia

11.5.2 SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN SOPORTES DE FILTRO

En este apartado se presenta el análisis de esfuerzos realizado sobre el soporte del filtro, utilizando una carga estática de 30 kg para simular las condiciones de operación a las que estará sometido. El material seleccionado para este componente es acero inoxidable AISI 304, con un espesor de 5 mm.

El objetivo de este análisis es evaluar el comportamiento del soporte en condiciones de carga, para demostrar que su diseño estructural puede soportar las presiones generadas durante el proceso de filtración. El software SolidWorks, utilizando el mismo método de elementos finitos (MEF), permitió simular las cargas estáticas y analizar la distribución de esfuerzos a lo largo del soporte, además, de la distribución de tensiones de Von Mises obtenida en el análisis del Riel Principal, como se muestra en la Figura 31.

Los resultados obtenidos de la simulación muestran una distribución homogénea de las presiones a las que está sometido el soporte de tela de filtración, lo que indica que el diseño es adecuado para soportar las tensiones sin riesgo de fallo estructural. Esta distribución uniforme minimiza el riesgo de puntos críticos de fallo, permitiendo la durabilidad del soporte en las condiciones de carga previstas.

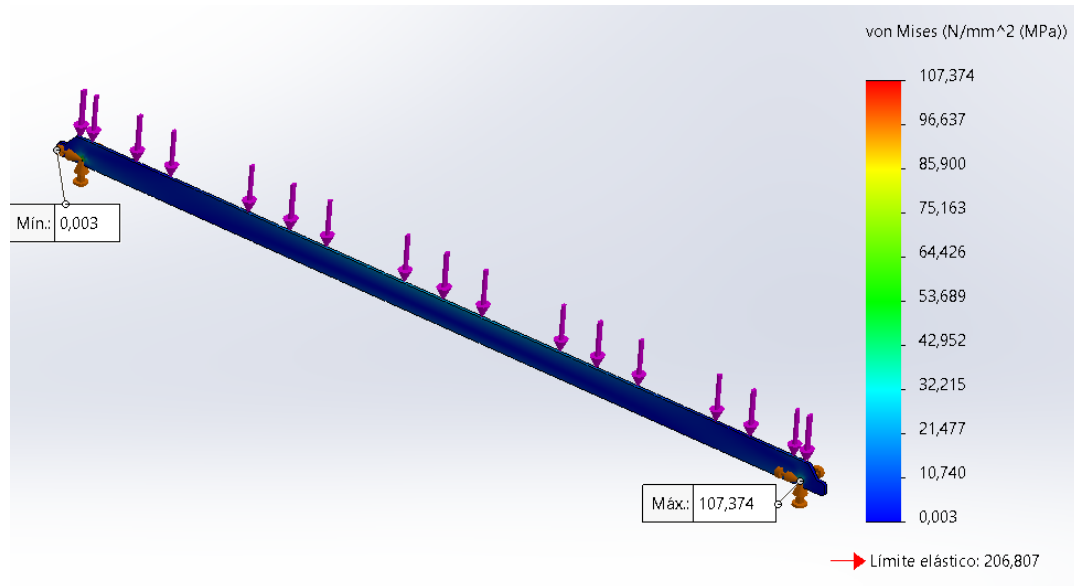


Figura 32 Límite elástico y esfuerzo máximo, elaboración propia

De acuerdo con las simulaciones realizadas, se ha verificado que el diseño estructural del soporte de la tela de filtración resulta adecuado para las condiciones de operación previstas. Los resultados obtenidos indican un factor de seguridad teórico de 1,9 y de 2,25 (calculado en la Ecuación 6), considerando la influencia de la temperatura en el ambiente del cuarto frío. Estos valores confirman que el componente posee capacidad suficiente para resistir las cargas aplicadas, sin riesgo de fallo estructural bajo condiciones normales de funcionamiento. La figura 32 muestra la aplicación de las cargas y el resultado obtenido para el factor de seguridad teórico.

Ecuación 6 Cálculo del factor de seguridad para el soporte de las telas de filtración

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{límite elastico a } 0^{\circ}\text{C}}{\text{Esfuerzo maximo de diseño}} = \frac{242}{107,374} = 2.25$$

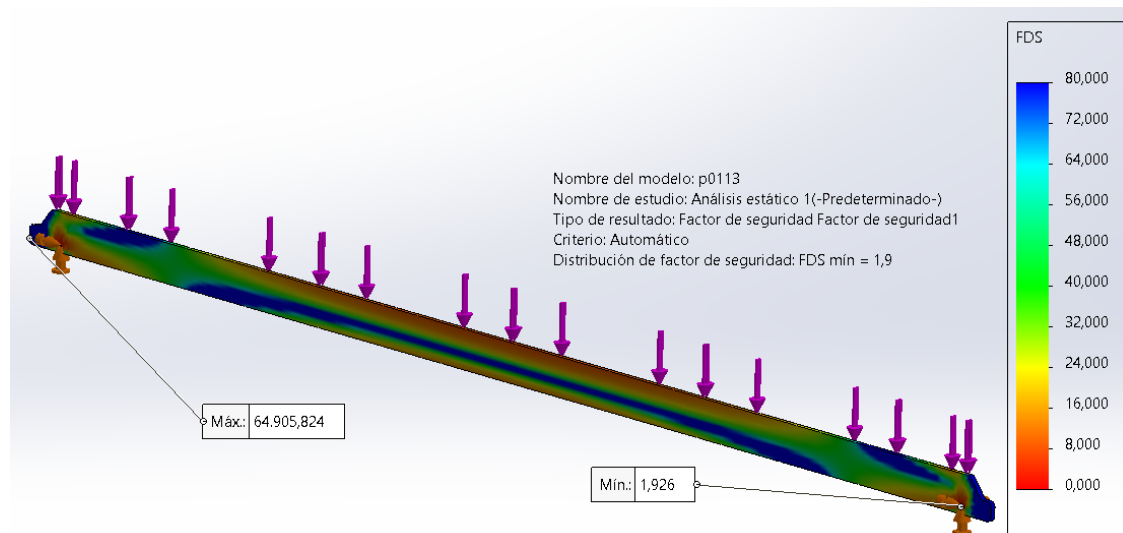


Figura 33 Factor de seguridad, elaboración propia

11.5.3 SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN ESTRUCTURA PRINCIPAL

En esta fase del proyecto, se llevó a cabo el análisis de la capacidad de carga de la estructura principal o chasis de la máquina del filtro prensa. La estructura está formada por tubos cuadrados de 2 mm de espesor fabricados en acero inoxidable AISI 304. El objetivo de este análisis es garantizar que la estructura soporte con seguridad las cargas a las que estará sometida durante su operación. Para simplificar el estudio y dado que ambos lados de la estructura experimentarán las mismas condiciones de carga, se decidió realizar la simulación en un solo lado de la estructura, tal como se muestra en la figura 33.

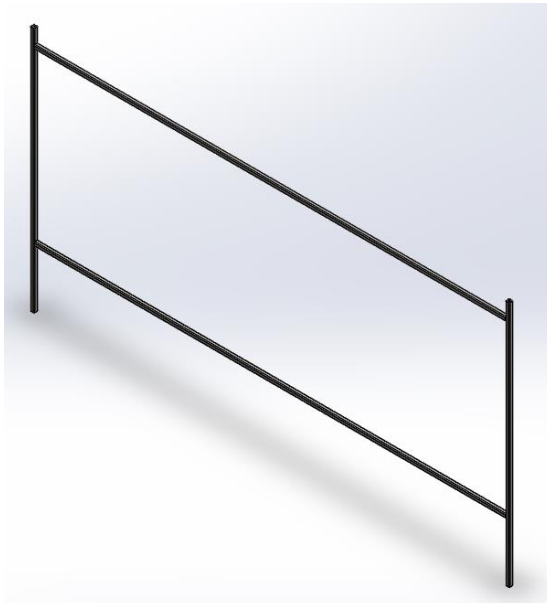


Figura 34 Fragmento de la estructura principal, elaboración propia

La simulación realizada utiliza una carga estática de 500 kg, distribuida sobre los dos soportes verticales, que representan los puntos de apoyo del riel principal donde están instalados los rodamientos encargados de sujetar las bolsas de filtración. Este análisis pretende verificar la integridad estructural en condiciones reales de funcionamiento y garantizar que el chasis pueda mantener su resistencia sin sufrir deformaciones o fallos estructurales durante el proceso de filtración. En este contexto, el comportamiento del sistema puede asimilarse al de una viga simplemente apoyada, es decir, una estructura que descansa sobre dos apoyos, permitiendo cierto grado de desplazamiento horizontal, y donde la carga aplicada se distribuye equitativamente entre ambos puntos de apoyo.

Esta analogía permite comprender de manera más precisa la distribución de esfuerzos y las reacciones generadas en los soportes durante la operación del equipo. Los resultados de esta simulación se ilustran en la figura 34, donde se observan las distribuciones de esfuerzos en los parales principales y el comportamiento del material bajo carga.

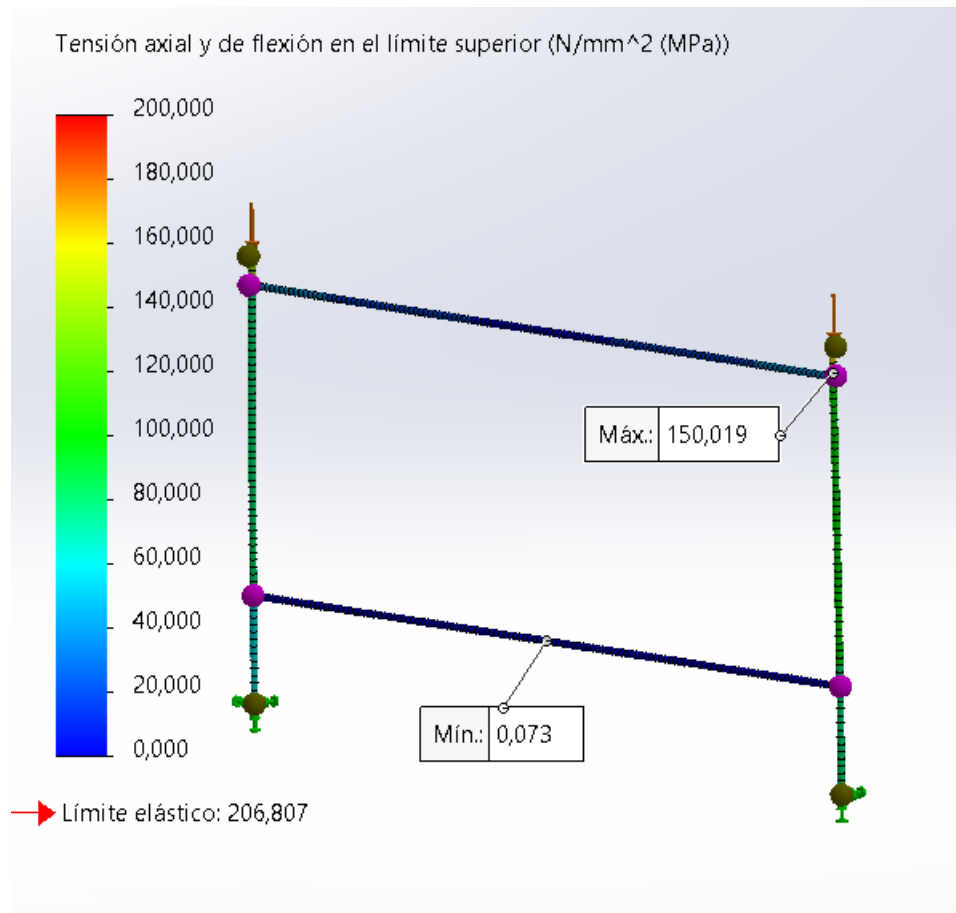


Figura 35 Tensión axial, flexión y limite elástico, elaboración propia

Como se muestra en la figura de distribución de cargas, la simulación revela que las fuerzas generadas por la carga estática de 500 kg se concentran mayoritariamente en la parte superior de los tubos cuadrados verticales que constituyen los apoyos principales de la estructura. Esta concentración de fuerzas en la parte superior es algo esperable, ya que es en esta zona donde se apoya el riel principal y, por tanto, donde se transmite la mayor parte de la carga.

A medida que las cargas se distribuyen hacia la base de los tubos, se observa una disminución de la magnitud de las tensiones, lo que es indicativo de una correcta transferencia de las fuerzas a lo largo de la estructura. Este comportamiento garantiza que el diseño del chasis, con sus 2 mm de espesor y material AISI 304, es adecuado para soportar las condiciones de funcionamiento sin comprometer la estabilidad y resistencia del sistema. La figura anterior ilustra la distribución gradual de fuerzas.

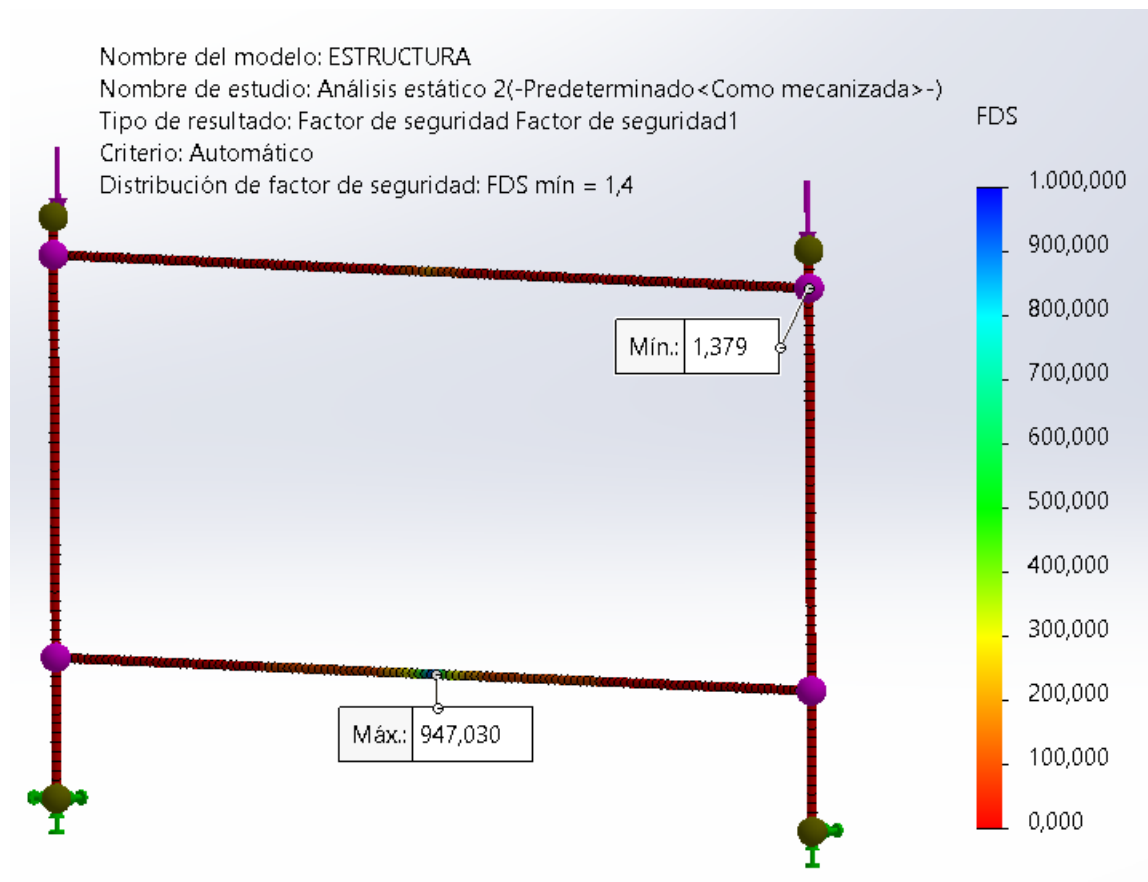


Figura 36 Factor de seguridad, elaboración propia

Por otro lado, los resultados obtenidos en la simulación de cargas sobre la estructura principal indican un factor de seguridad teórico (1,4), lo que indica que el diseño del chasis es óptimo y supera los requisitos mínimos de resistencia estructural (figura 35). Este factor de seguridad significa que la estructura puede soportar cargas significativamente superiores a las aplicadas en condiciones normales de funcionamiento, lo que proporciona un adecuado margen de fiabilidad y seguridad.

De igual manera, en la ecuación 7 se determina el factor de seguridad considerando el límite elástico del material a la temperatura del cuarto frío.

Ecuación 7. límite elástico fragmento estructura principal, elaboración propia

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{límite elastico a } 0^{\circ}\text{C}}{\text{Esfuerzo maximo de diseño}} = \frac{242}{150.01} = 1.61$$

Finalmente, se ha completado el diseño integral del filtro prensa como se observa en la figura 36, con todos sus componentes y ensambles debidamente detallados. Cada una de las piezas se ha diseñado bajo los criterios de funcionalidad, resistencia y eficiencia, asegurando que el sistema completo está listo para pasar a la fase de fabricación. Este diseño final garantiza que la máquina cumple con los requisitos técnicos establecidos, optimizando tanto el proceso de filtración del suero como su mantenimiento y funcionalidad.

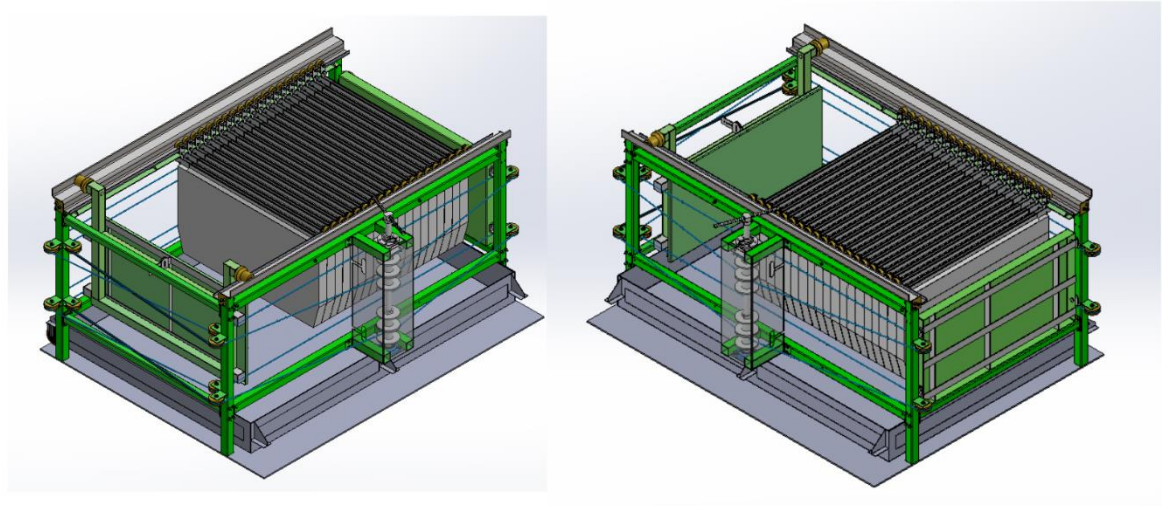


Figura 37 Diseño final, elaboración propia

En el Anexo 2 se presenta el plano explosionado del ensamble del diseño, el cual permite visualizar la disposición y relación entre los principales sistemas que conforman la máquina.

11.6 FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE

La fase de fabricación de prototipos es un paso clave en el desarrollo del proyecto, ya que permite materializar el diseño previamente validado en las simulaciones. Durante este proceso, los modelos CAD se traducen en piezas físicas mediante fabricación asistida por ordenador (CAM) y técnicas convencionales de manufactura.

La fabricación consiste en transformar materias primas como el acero, el acrílico y el PLA en los componentes estructurales y mecánicos del prototipo mediante procesos de corte, soldadura, impresión, perforación y ensamblaje. En esta etapa se asegura que se cumplen de manera precisa las especificaciones técnicas y dimensionales del diseño, asegurando la integridad, funcional y la operatividad del sistema de extracción de suero.

11.6.1 ESTRUCTURA

La fase de fabricación del prototipo de filtro prensa comienza con la construcción de la estructura principal, que conforma un elemento clave para garantizar la estabilidad y el soporte de los demás elementos. El proceso comienza con el corte del tubo cuadrado de acero al carbono. El material se corta a medida, utilizando las dimensiones especificadas previamente en los planos CAD generados durante la fase de diseño.

En el Anexo 3 se puede evidenciar el diagrama de flujo que soporta el proceso de fabricación de la máquina, el cual describe de forma secuencial y estructurada cada una de las etapas involucradas, desde el inicio del ensamblaje hasta la entrega del prototipo.

Una vez cortados los tubos, se taladran los agujeros necesarios en los puntos previstos en el diseño de la estructura, los cuales permitirán el acople de otros componentes, como travesaños y soportes. Estos orificios deben estar alineados con precisión, por lo que se utilizan herramientas de medición y posicionamiento para garantizar que cada uno coincida con su contraparte.

A continuación, se ensambla la estructura. Para garantizar que cada pieza esté firmemente unida y que el conjunto tenga la rigidez necesaria, se utiliza el proceso de soldadura con electrodo revestido. Esta soldadura se realiza en las uniones de los tubos, especialmente en los puntos de unión estructural, como en los parales principales donde se instalarán los rieles de soporte de las bolsas filtrantes. En la figura 37 se puede observar el montaje de la estructura principal.



Figura 38 Estructura principal, elaboración propia

11.6.2 PRENSA

En la fase de fabricación de la prensa, se siguen los parámetros especificados en el diseño técnico. Primero, se corta el tubo cuadrado de acero al carbono según las dimensiones establecidas en los planos CAD, garantizando la precisión necesaria para el correcto montaje. A continuación, se fabrica el marco rectangular que constituye el elemento estructural principal de la prensa mediante un ángulo estructural de 12,7 milímetros (1/2 pulgada).

Este perfil estructural presenta características mecánicas ideales para la construcción de marcos estructurales, ya que ofrece una notable resistencia a la deformación manteniendo, al mismo tiempo, una favorable relación masa-resistencia. Una vez cortado el ángulo estructural, los elementos se unen mediante soldadura, garantizando así uniones homogéneas en cada intersección del perímetro rectangular que define la estructura de la prensa.

Como base de contacto de la prensa, se incorpora un panel transparente de polimetilmetacrilato (acrílico) de 5 mm de espesor, cortado mediante tecnología CNC láser, para cubrir la zona de contacto con las bolsas de filtración. El uso de acrílico permite la visualización directa del proceso de filtración, facilitando la observación del mismo, sin comprometer la integridad estructural del equipo. La

pieza acrílica se fija al marco estructural angular mediante tornillos, como se observa en la figura 38.

Por último, los rodamientos que permiten el desplazamiento de la prensa a lo largo del riel guía se fabrican mediante impresión 3D. Esta tecnología de manufactura aditiva se elige por su capacidad para reproducir componentes con tolerancias milimétricas, lo que facilita la adaptación al carril de desplazamiento. Para la impresión se utiliza ácido poliláctico (PLA), un material polimérico idóneo para este tipo de aplicaciones por su resistencia mecánica adecuada.



Figura 39 Prensa móvil, elaboración propia

11.6.3 RIEL PRINCIPAL

El acero es un material fundamental en la industria manufacturera, específicamente en la fabricación de estructuras y componentes mecánicos. Su procesamiento requiere maquinaria especializada que permite moldear y transformar el metal según las especificaciones técnicas requeridas. Para este proyecto en particular, siguiendo los planos desarrollados mediante diseño (CAD), es necesario fabricar dos rieles que servirán como guías para los rodamientos que sostienen las bolsas de filtración.

Cabe recordar que, el prototipo se desarrolló a escala reducida de 1:3 respecto al diseño original, por lo que todas las dimensiones deben ajustarse proporcionalmente. Las especificaciones indican que los rieles requieren una platina

de acero inoxidable con un espesor de 1 milímetro. Sin embargo, debido a que este calibre no está disponible comercialmente en la ciudad, se ha optado por utilizar una lámina calibre 18 (equivalente a 1.2 milímetros de espesor) como alternativa viable.

De lo anterior, una vez obtenidas las dos piezas de acero inoxidable, se procedió a su conformado mediante doblado. Para esta operación se utilizó una dobladora de banco, herramienta especialmente diseñada para trabajos de precisión en láminas de metal. Posteriormente, se realizó la fijación mediante soldadura a la pieza de anclaje, la cual cumplía la función de asegurar el riel a la estructura principal. El resultado final de la instalación del riel en la estructura se puede apreciar en la figura 39.



Figura 40 Riel principal, elaboración propia

11.6.4 MANIVELA Y SISTEMA GUAYAS



Figura 41 Sistema de manivela, elaboración propia

El diseño y fabricación del mecanismo de manivela y cables de acero (guayas) para el prototipo de filtro prensa se basa en dos aspectos principales: ergonomía y funcionalidad. Este componente es clave, ya que permite al operario aplicar y transmitir la fuerza necesaria para comprimir eficazmente las bolsas de filtración donde se extrae el suero. Puede observarse en la figura 40.

El proceso de fabricación de la manivela se inició con la selección del material principal: un eje roscado de acero galvanizado de 12.7 milímetros de diámetro (media pulgada). Este material se eligió específicamente por su resistencia a la fuerza moderada de torsión generada durante su funcionamiento. Posteriormente, siguiendo las especificaciones del diseño (CAD), se procedió a cortar el eje a las dimensiones requeridas. Finalmente, se instaló la sección destinada al carrete, cuyo propósito era proporcionar un punto de conexión con el sistema de guayas. Su fijación se complementa con chumaceras categoría UCF, las cuales se aseguran mediante cuatro tornillos, proporcionando así un anclaje firme y confiable al conjunto mecánico.

Para garantizar la ergonomía y la comodidad del operador, se incorporó una empuñadura circular fabricada en acrílico transparente de 10 milímetros de espesor, la cual se unió al eje principal mediante un sistema de rosca. Esta configuración no

solo facilitó el agarre, sino que también optimizó el control y la eficiencia en la aplicación de fuerza durante su uso.

En cuanto al mecanismo de transmisión de fuerza, se implementó un sistema de cables compuesto por una guaya de acero trenzado con recubrimiento plástico. Esta selección de material y diseño garantizó la transferencia efectiva de la fuerza desde la manivela hasta la prensa móvil y a lo largo de toda su longitud. El revestimiento plástico cumplió la función de proteger el componente contra la humedad, lo que evita la corrosión y prolonga su vida útil. Para asegurar un funcionamiento óptimo, la guaya se enrolló de manera uniforme alrededor del eje central mediante un carrete.

El sistema de tensión mediante guayas incorpora un mecanismo de seguridad anti-retroceso, cuya función principal es mantener la tensión constante durante todo el proceso de prensado de las bolsas de filtración. Este mecanismo está compuesto por dos elementos fundamentales: una base perforada que se encuentra fija alrededor del eje principal, y un gatillo de retención que se acopla precisamente en estas perforaciones, como se muestra en la figura 41. Cuando el operador gira la manivela para aplicar presión, el gatillo se inserta en uno de los orificios del disco, actuando como un freno que impide que el eje gire en sentido contrario. De esta manera, se garantiza que la presión ejercida sobre las bolsas se mantenga estable y uniforme, lo que resulta esencial para lograr un proceso de filtración eficiente.

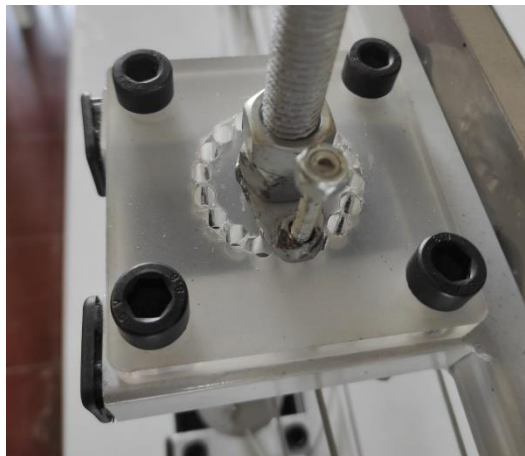


Figura 42 Sistema de trinquete, elaboración propia

11.6.5 SISTEMA DE RODAMIENTOS Y BOLSA FILTRO

Los rodamientos son un componente fundamental en el funcionamiento de la prensa filtro. Este sistema mecánico permite que la bolsa de filtración se desplace de forma suave y controlada sobre el carril principal del equipo, minimizando la fricción

durante su movimiento. Su sencillo diseño está pensado para soportar las condiciones de cargas estáticas durante su funcionamiento. Al mismo tiempo, su construcción permite que el travesaño se deslice con precisión sobre el carril y se desmonte fácilmente. Además, distribuye uniformemente el peso de la bolsa que contiene el producto lácteo, permitiendo un movimiento uniforme y suave durante todo el proceso de filtración.

En el proceso de fabricación de los rodamientos se ha seleccionado el acetal como material base, una decisión basada en sus buenas propiedades como plástico técnico. Este polímero destaca por su notable resistencia mecánica, durabilidad y amplia disponibilidad en el mercado industrial, características que lo convierten en una elección óptima para esta aplicación. Una vez adquirido el material, se transforma mediante un proceso de mecanizado con un torno industrial, herramienta que permite dar forma al material según las especificaciones técnicas establecidas en el diseño. Esta técnica de fabricación se utiliza específicamente para fabricar dos componentes de este sistema: los bujes y los separadores. Como se observa en la figura 42.



Figura 43 Sistema de rodamientos, elaboración propia

A continuación, se fabrica la base diseñada específicamente para alojar los rodamientos. Esta parte estructural se fabrica utilizando una platina de acero al carbono con un espesor de 1/16 de pulgada (equivalente a 1,59 milímetros), que cumple los parámetros establecidos en el diseño. Para conseguir la geometría exacta de esta base, se emplea el método de corte por láser, una tecnología avanzada especializada en el corte de materiales metálicos. Esta técnica se selecciona por su notable capacidad para realizar cortes de alta precisión,

consiguiendo acabados muy limpios y tolerancias milimétricas, lo que garantiza la exactitud dimensional necesaria para el correcto funcionamiento del conjunto mecánico.

En la etapa final del montaje del sistema de rodamientos, se utilizan tornillos galvanizados de cabeza hexagonal que incorporan una característica especial, un cuello liso. Esta sección lisa es importante, ya que permite que los bujes giren libremente alrededor del tornillo sin ninguna restricción, facilitando así el movimiento suave del conjunto a lo largo del riel principal. Para garantizar la seguridad y estabilidad de todo el sistema, cada componente (bujes, platina y tornillos) está asegurado mediante tuercas de seguridad, que evitan que las piezas se aflojen durante el funcionamiento del mecanismo.



Figura 44 Bolsa de filtración, elaboración propia

En el proceso de fabricación del sistema de filtración de suero, la bolsa de filtración se ha diseñado para soportar la presión ejercida durante el funcionamiento y garantizar una filtración eficaz del suero. Esta bolsa se ha fabricado utilizando una malla de monofilamento del número 100, un material textil alimentario de alta calidad, ampliamente reconocido en la industria láctea por su durabilidad y capacidad para soportar procesos de filtración en entornos industriales [82].

El tamiz de monofilamento ofrece una estructura uniforme y precisa del tamaño de los poros, lo que permite el paso del suero y la retención de sólidos, optimizando así el rendimiento del proceso. Para mejorar la resistencia y garantizar un factor de seguridad adecuado, se han aplicado refuerzos adicionales en las zonas sometidas

a mayor tensión, concretamente en las costuras y en los puntos de apoyo, donde la bolsa estará sometida a una presión constante durante el proceso de filtración. Estos refuerzos, realizados con doble costura y material de soporte, tienen como objetivo prolongar la vida útil de la bolsa y evitar posibles roturas o deformaciones causadas por la tensión mecánica a la que estará sometida. En figura 43 se puede observar la bolsa de filtración.

Finalmente, se integraron todos los componentes del prototipo y se realizaron pruebas parciales de funcionamiento a cada módulo. El prototipo final puede visualizarse en la figura 44.



Figura 45 Prototipo final, elaboración propia

11.7 VALIDACIÓN PROTOTIPO



Figura 46 Prototipo en planta de producción, elaboración propia.

La fase de validación es un proceso importante para confirmar que el prototipo de filtro prensa cumple las especificaciones técnicas y funcionales establecidas durante las fases previas de diseño y fabricación.

En esta fase se evalúa el rendimiento del equipo mediante ensayos controlados que simulan las condiciones reales de trabajo, para analizar temas fundamentales como:

- La integridad estructural y la resistencia mecánica del equipo.
- La eficiencia del proceso de extracción del lacto suero.
- La funcionalidad del sistema de desplazamiento de la bolsa filtrante.
- La operatividad del mecanismo de manivela.

Los resultados de esta evaluación permitieron identificar áreas de optimización y efectuar los ajustes necesarios para garantizar que el prototipo cumpliera con los parámetros de calidad requeridos y estuviera listo para su implementación en el área de producción.



Figura 47 Prueba de funcionamiento de manivela, guayas y rodamientos en el cuarto frío, elaboración propia

Inicialmente, el prototipo de filtro prensa se instaló en el cuarto frío de la planta de producción como se muestra en la figura 45, un espacio diseñado para garantizar las condiciones óptimas de conservación de los productos lácteos y donde llevará acabo la filtración del suero. Debido a su tamaño, el equipo ingresó totalmente ensamblado; sin embargo, cabe resaltar que el prototipo fue diseñado como desmontable con el propósito de cumplir con las especificaciones técnicas y de diseño establecidas en las etapas previas.

Este montaje inicial permitió que el prototipo estuviera listo para realizar los ajustes necesarios para su integración operativa. Durante esta fase, se verificó la correcta fijación de la estructura, la alineación de los componentes mecánicos y la operatividad de los sistemas de desplazamiento y tensión, con el fin de asegurar que el equipo estuviera preparado para las pruebas programadas y se adaptara al entorno de trabajo definido.

Una vez que se inspeccionó el prototipo (figura 46) y se comprobó que todos los componentes cumplieron con los protocolos operativos establecidos, se procedió a la instalación del tamiz de monofilamento de filtración. Esto nos permitió evaluar su rendimiento para confirmar si era óptimo para el proceso en cuestión.

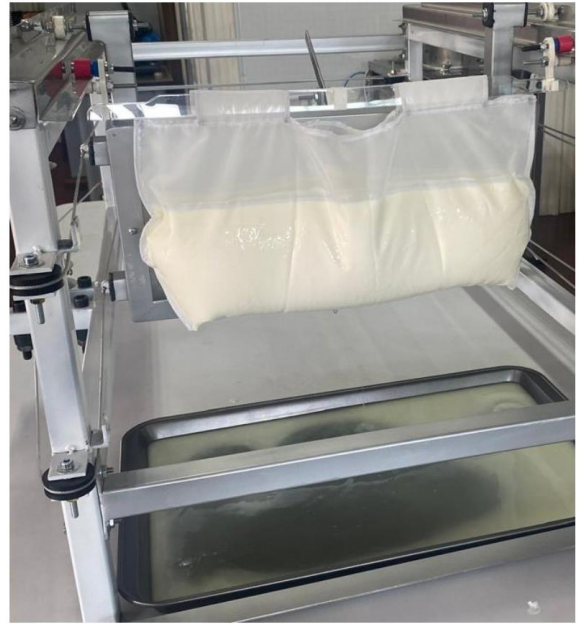


Figura 48 Inicio de la prueba de funcionamiento, elaboración propia

Al mismo tiempo, se preparó el yogur que se utilizó como muestra para la prueba funcional del prototipo. Este procedimiento incluyó una manipulación cuidadosa del producto bajo condiciones controladas, con el fin de garantizar que su consistencia y volumen fueran adecuados para la operación, conforme a los parámetros establecidos por la empresa.

Una vez todo estuvo listo, comenzó el proceso experimental. El yogur se vierte uniformemente dentro del filtro, asegurando una distribución homogénea, como se muestra en la figura 47.

Como se ha mencionado anteriormente, el proceso de extracción de suero es una operación que requiere presión controlada para garantizar resultados óptimos. En la etapa inicial, se aplicó el yogur a la bolsa de filtración y se permitió que el suero escurriera de forma natural por gravedad como se observa en la figura 48A, lo que constituyó una etapa necesaria para observar el comportamiento del sistema sin aplicar presión mecánica. Este flujo inicial estableció una línea base que permitió evaluar el rendimiento de la bolsa de filtración y la eficacia de la estructura para mantener la integridad del producto durante el proceso.

Una vez se detuvo el flujo natural de suero, se activa el mecanismo de extracción mecánica del prototipo. En el cual se aplicó presión de forma intermitente, según lo previsto, con el fin de acelerar el proceso. Esto se puede evidenciar en las figuras 48 B y C.

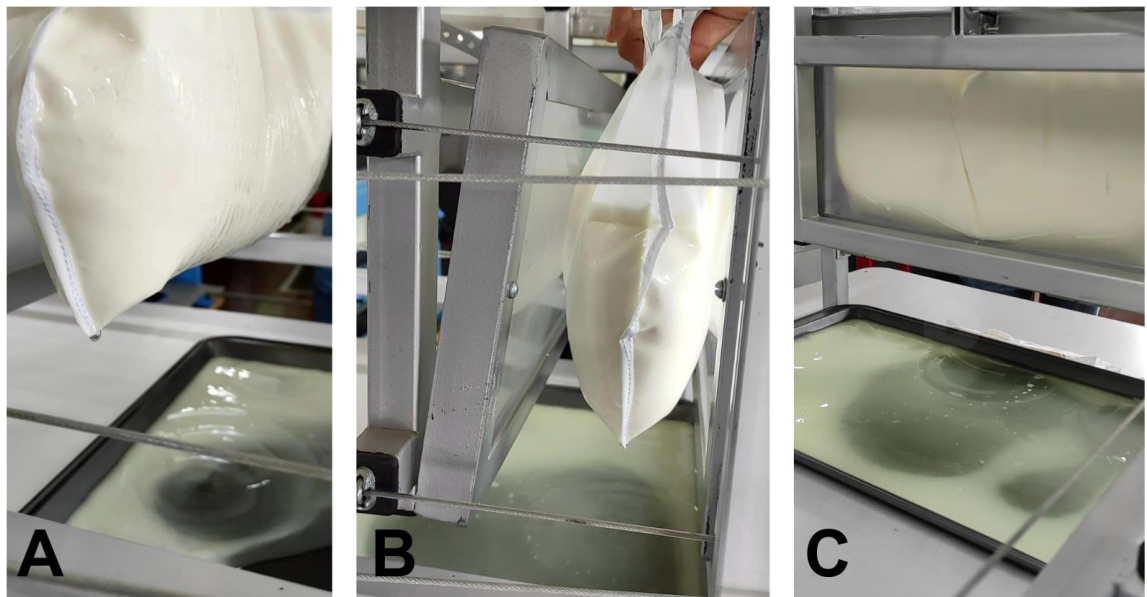


Figura 49 Proceso de filtración, evidenciando (A) Caída del yogur por gravedad (B) y (C) Vista lateral y frontal del proceso extracción bajo presión, elaboración propia.

Una vez realizada la validación funcional del prototipo se procedió a realizar una encuesta de satisfacción por parte del representante de la empresa Alimentos Saludables Origen S.A.S.

11.8 FICHA TÉCNICA

A continuación, se presenta la Tabla 16, la cual contiene la ficha técnica del prototipo de prensa filtro. En ella se sintetizan las especificaciones más relevantes relacionadas con el diseño, los materiales y la funcionalidad del dispositivo.

Tabla 16. Ficha técnica prototipo prensa filtro, elaboración propia.

Ítem	Descripción
Nombre del equipo	Prensa Filtro para Procesamiento de Yogur (Prototipo TRL 4)
Aplicación principal	Extracción de suero lácteo a partir de yogur mediante filtración y presión
Tipo de operación	Manual, mediante sistema de manivela con mecanismo anti-retroceso
Ubicación de operación	Cuarto frío o zona de procesamiento alimentario
Capacidad de procesamiento	Hasta 10 kg de producto por ciclo (escala 1:3)
Nivel de madurez tecnológica	TRL 4 – Validación en laboratorio y en condiciones reales de operación

Componente	Material / Especificación Técnica
Estructura principal	Acero al carbono– Tubo cuadrado, espesor 2 mm
Riel de desplazamiento	Lámina acero inoxidable calibre 18 (1.2 mm), doblado y soldado
Componentes de filtración	Tamiz de monofilamento n.º 100 (grado alimenticio)
Mecanismo de presión	Guaya de acero revestido con manivela y sistema de bloqueo mecánico

Sistema / Elemento	Descripción
Soporte de bolsas de filtración	Desmontable, con sistema de rodamientos y riel guía
Mecanismo de presión progresiva	Aplicación de presión intermitente para maximizar extracción de suero
Tanque recolector	Contenedor inferior para recolección suero filtrado
Facilidad de desmontaje	Diseño orientado al mantenimiento rápido y limpieza integral (inocuidad)

11.8.1 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

A seguir se presenta el modelo de la encuesta de satisfacción realizada a través de Google Forms.

Empresa: Alimentos Saludables Origen S.A.S

Producto evaluado: Prensa Filtro

Objetivo: Conocer su experiencia con la máquina fabricada.

Con el propósito de conocer su experiencia y grado de satisfacción con el prototipo de la máquina prensa filtro adquirida, le solicitamos amablemente que complete la siguiente encuesta. Su opinión es fundamental para el mejoramiento continuo de nuestro servicio. Agradecemos de antemano su colaboración.

- **Satisfacción General**

¿Cuál es su nivel de satisfacción general con la máquina prensa filtro?

- **Cumplimiento de Requerimientos**

¿La máquina cumple con las especificaciones técnicas y operativas establecidas en la documentación?

- **Instalación y Puesta en Marcha**

¿Cómo evaluaría la facilidad de instalación y puesta en marcha del equipo?

- **Eficiencia en la Extracción**

¿Qué tan eficaz considera el proceso de extracción de suero lácteo realizado por la máquina?

- **Mantenimiento y Desmonte**

¿Está satisfecho con la facilidad de desmonte para el mantenimiento del equipo?

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta.

11.8.1.1 Resultados encuesta de satisfacción

Nombre

1 respuesta

Juan Pablo Cárdenas

Figura 50 Nombre empresario, elaboración propia

¿Cuál es su nivel de satisfacción general con la máquina prensa filtro?

1 respuesta

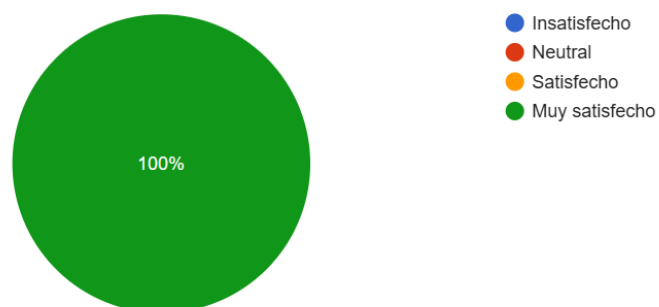


Figura 51 Nivel de satisfacción, elaboración propia

¿La máquina cumple con las especificaciones técnicas y operativas requeridas?

1 respuesta

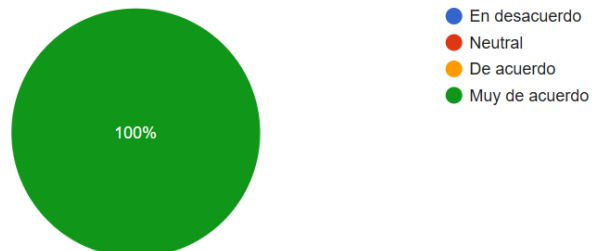


Figura 52 Cumplimiento de los requerimientos establecidos, elaboración propia

¿Cómo evaluaría la facilidad de instalación y puesta en marcha del equipo?

1 respuesta

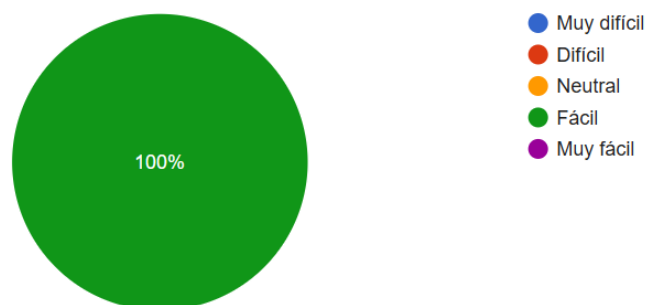


Figura 53 Practicidad del equipo, elaboración propia

¿Qué tan eficaz considera el proceso de extracción de suero lácteo realizado por la máquina?

1 respuesta



Figura 54 Nivel de optimización del proceso, elaboración propia

¿Está satisfecho con la facilidad del desmonte de las pizas para facilitar el mantenimiento del equipo?

1 respuesta

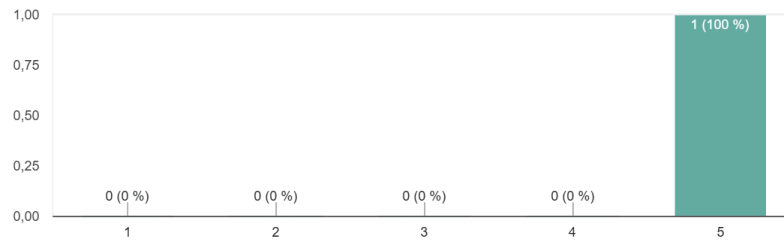


Figura 55 Mantenimiento, elaboración propia

La encuesta de satisfacción realizada por Alimentos Saludables Origen S.A.S sobre la prensa filtro refleja una evaluación integral del producto. Los resultados indican un nivel general de satisfacción positivo, respaldado por el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en la documentación. El usuario destacó la facilidad de instalación y puesta en marcha del equipo, así como su eficacia en la extracción de suero lácteo, optimizando procesos clave en la elaboración del yogur griego.

Sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con el sistema de rodamientos guía de los soportes para las bolsas de filtración. Debido al entorno en el que opera el equipo y con el propósito de evitar la contaminación cruzada del producto, se reemplazó el sistema original por ejes sólidos fabricados en acero inoxidable 304.

La retroalimentación recopilada muestra la importancia de priorizar ajustes en diseño y accesibilidad para fortalecer la experiencia del usuario, asegurando así el mejoramiento continuo del servicio y del producto.

Finalmente, se resalta que, gracias a la propuesta de valor presentada y a la relación de confianza establecida con el cliente, se logró concretar la fabricación de la prensa filtro a escala industrial, utilizando materiales certificados para la industria alimentaria. En las Figuras 55 y 56 se muestra la fabricación de la prensa filtro con capacidad para procesar hasta 1000 kg, diseñada con el objetivo de optimizar la productividad de la empresa Alimentos Saludables Origen S.A.S.



Figura 56 Máquina escala real, elaboración propia



Figura 57 Fabricación máquina, elaboración propia

12 CONCLUSIONES

Tras el desarrollo integral del plan de negocios y la validación práctica mediante el prototipo de filtro-prensa, se puede concluir que:

La metodología empleada para la elaboración del plan de negocio permitió identificar las fortalezas y debilidades del entorno, así como las oportunidades de diferenciación en las cuales la microempresa Sistemas Mecatrónicos de Occidente puede enfocar sus estrategias comerciales. Mientras otras empresas del sector ofrecen servicios universales y de otros segmentos, esta propuesta empresarial se puede destacar por su enfoque en comprender la cadena de valor agroindustrial de Popayán, lo que permite diseñar soluciones técnicas que abordan de manera efectiva problemas recurrentes y significativos de las empresas locales.

A partir de los hallazgos en el estudio de mercado, se determinó que la fabricación de la maquina prensa filtro es muy específica y no representa una demanda significativa en el contexto actual de Popayán, debido a su nicho reducido y alto grado de especialización. Ante este escenario, la propuesta empresarial de Sistemas Mecatrónicos de Occidente se reorienta hacia la prestación de servicios de mantenimiento técnico, priorizando la atención de necesidades urgentes y recurrentes en el sector agroindustrial, como la reparación de hornos, calibración de equipos y solución de fallas en sistemas de control. Este enfoque se alinea con las demandas reales del mercado local, donde el 85.7% de las empresas requiere mantenimiento preventivo. Con esta estrategia, se puede proyectar un flujo de ingresos más estable y sostenible, al mismo tiempo que se fortalece la relación con los clientes mediante un soporte continuo y la identificación de otras necesidades por satisfacer. La adaptación a esta realidad comercial se realiza con el propósito de ingresar a este mercado ofreciendo un servicio que responde a una problemática concreta.

En el estudio de viabilidad financiera se evidenció que, para alcanzar la rentabilidad y cubrir los recursos mínimos necesarios que permitan lograr el punto de equilibrio proyectado, se requiere una participación de mercado del 44% dentro del segmento analizado en Popayán, porcentaje que resulta ambicioso dado el reducido número de empresas agroalimentarias en la ciudad. Este hallazgo sugiere que, bajo las condiciones actuales, la propuesta empresarial enfrenta limitaciones de escalabilidad, ya que el mercado local no ofrece un volumen suficiente de clientes para sostener operaciones económicamente viables a mediano plazo.

Ante este escenario, se concluye que la estrategia debe superar el radio específico de Popayán, ampliando el alcance a municipios aledaños y zonas rurales con presencia de actividades agroindustriales. Esta expansión no solo diversificaría la base de clientes, sino que también incrementaría el mercado potencial, apoyando el cumplimiento de las metas financieras. Adicionalmente, se recomienda integrar ajustes operativos, como la optimización de costos logísticos y alianzas con

proveedores regionales, para alcanzar la sostenibilidad del modelo. En síntesis, el éxito de la propuesta dependerá de su capacidad para adaptarse a un contexto más amplio, combinando cobertura territorial con eficiencia organizacional.

En relación a la validación de los servicios a través de la fabricación de un prototipo funcional, los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto confirmaron una aceptación adecuada por parte de la empresa Alimentos Saludables Origen S.A.S. En este sentido, se evidencio que el filtro prensa incrementó significativamente el volumen de suero extraído en comparación con el método de extracción natural por gravedad utilizado actualmente por la empresa. Este rendimiento se alineó con los objetivos de diseño iniciales y validó el concepto de extracción de suero por presión como una solución viable para optimizar dicho proceso.

A raíz de esta validación realizada, es pertinente destacar que, con el objetivo de optimizar la fabricación de la máquina a escala real, simplificar su diseño y evitar focos de contaminación cruzada que comprometan la inocuidad del producto, se sustituyeron los rodamientos del soporte de la bolsa de filtración por ejes sólidos de acero inoxidable 304. Esta decisión se fundamenta en referencias técnicas que han demostrado un funcionamiento efectivo en aplicaciones similares.

13 RECOMENDACIONES

El estudio de campo permitió identificar que una de las principales dificultades del sector agroalimentario en Popayán, radica en la falta de soporte técnico especializado y mantenimiento de hornos industriales, equipos fundamentales en las operaciones productivas de panaderías y comercios afines. En este contexto, es pertinente diseñar una campaña específica dirigida a la empresa Maxipan con el propósito de validar esta recomendación con dicha compañía, considerando que dentro de sus funciones principales de producción se encuentra el uso diario de hornos industriales. Ante este panorama, se recomienda profundizar en estudios de viabilidad técnica y financiera enfocados en estos establecimientos, con el objetivo de identificar patrones comunes en sus necesidades operativas y fallas recurrentes.

Asimismo, se sugiere explorar la posibilidad de ampliar el alcance del servicio hacia municipios cercanos como Piendamó, Timbio, El Tambo, Morales entre otros. Donde las condiciones del sector agroalimentario sean similares, aprovechando la escasa oferta técnica en esas zonas. Esta estrategia permitiría no solo diversificar la demanda potencial, sino también adaptar la propuesta de valor a un público más amplio que comparte necesidades comunes en cuanto al mantenimiento y optimización de equipos industriales.

14 BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Feni, E. Marwan, E. Efrita, N. Kesumawati, y R. Efendi, «Analysis of the Role of Agribusiness in the Indonesian Economy», *Int. J. Soc. Sci. Res. Rev.*, vol. 7, n.º 4, Art. n.º 4, abr. 2024, doi: 10.47814/ijssrr.v7i4.2014.
- [2] C. A. Da Silva y FAO, Eds., *Agroindustrias para el desarrollo: resultado del Foro Mundial sobre Agroindustrias*. Rome: FAO, 2013.
- [3] D. A. B. Nuñez, «Empresas agroindustriales dinamizan la competitividad empresarial en Colombia».
- [4] U. A. Sesso Filho, L. T. Borges, P. Pompermayer Sesso, P. R. A. Brene, y E. G. Z. Esteves, «Mensuração do complexo agroindustrial no mundo: comparativo entre países», *Rev. Econ. E Sociol. Rural*, vol. 60, p. e235345, jul. 2021, doi: 10.1590/1806-9479.2021.235345.
- [5] «nota-de-inversión-presentación-hih-colombia-8_09_2023_español_v2-compressed.pdf». Accedido: 28 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.fao.org/docs/handinhandlibraries/countries/colombia/nota-de-inversi%C3%B3n-presentaci%C3%B3n-hih-colombia-8_09_2023_espa%C3%B1ol_v2-compressed.pdf?sfvrsn=306ef6ec_1
- [6] «La agricultura fue fundamental para el crecimiento del PIB durante el 2023». Accedido: 28 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/La-agricultura-fue-fundamental-para-el-crecimiento-del-PIB-durante-el-2023.aspx>
- [7] «DANE - ¿Cuántos somos?» Accedido: 28 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- [8] M. E. Arias Robles, «Sistemas Regionales de Innovación de la Industria Agroalimentaria de Colombia», PhD Thesis, Universidad Politécnica de Madrid, 2019. doi: 10.20868/UPM.thesis.57430.
- [9] J. Chaves Palacios, «Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial», *Technological development in the first Industrial Revolution*, 2004, Accedido: 28 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/10305>
- [10] «Economía del Cauca: Economía Departamento del Cauca Colombia», *todacolombia.com*. Accedido: 12 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/cauca/economia.html>
- [11] «Cámara de comercio del Cauca». Accedido: 7 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cccauca.org.co/informacion-economica/programa/analisis-sectores>
- [12] A. F. M. Otoyá, «ESTUDIOS ECONÓMICOS DE LAS ZONAS DEPARTAMENTO DEL CAUCA».
- [13] «Cámara de comercio del Cauca». Accedido: 19 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cccauca.org.co/informacion-economica/programa/analisis-sectores>

- [14] «CAD Design Software | Computer-Aided Design | Autodesk». Accedido: 20 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/latam/solutions/cad-design>
- [15] G. J. Paramo, «Aplicación de los sistemas CAD CAM CNC en la manufactura moderna», 1998.
- [16] Ingeniería, «¿Qué es un Prototipo? - Paso a Paso para el diseño de nuevos productos», Prototipo 0. Accedido: 21 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://prototip0.com/disenio-de-prototipos/>
- [17] Reptil.mx, «Control Industrial», Industrias GSL. Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/control_industrial
- [18] «Tipos de sistemas de control industrial - AM SOLUCIONES». Accedido: 27 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.amsoluciones.com/tipos-de-sistemas-de-control-industrial/>
- [19] M. P. Groover, *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Pearson Educación, 1997.
- [20] «13382_3.pdf». Accedido: 16 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/13382_3.pdf
- [21] «Industria», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 21 de febrero de 2024. Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Industria&oldid=158335172>
- [22] G. Calero, «Concepto de Agroindustria: qué es y para qué sirve», Calero Group. Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.calero-group.com/concepto-de-agroindustria/>
- [23] R. Yunusov, A. Imomnazarov, N. Sattarov, D. Akbarov, y A. Abduganiev, «Simulation of linear asynchronous electric drive of slow-speed mechanisms of agricultural complex», *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1142, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1142/1/012019.
- [24] R. Z. Daza, «DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA LAS ÁREAS DE ENSAMBLE Y REVISIÓN EN LA INDUSTRIA ICOLLANTAS BAJO EL ENTORNO AS400.».
- [25] S. Moreno Cámara, P. Á. Palomino Moral, A. Frías Osuna, y R. del Pino Casado, «En torno al concepto de necesidad», *Index Enferm.*, vol. 24, n.º 4, pp. 236-239, dic. 2015, doi: 10.4321/S1132-12962015000300010.
- [26] «economia-politica-necesidades-bienes.pdf». Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/2188/1/economia-politica-necesidades-bienes.pdf>
- [27] «DEFINICIÓN DE MERCADO - Promonegocios.net». Accedido: 21 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.promonegocios.net/mercadotecnia/mercado-definicion-concepto.html>

- [28] M. Quiroa, «Cliente: Qué es y cuál es su importancia», Economipedia. Accedido: 22 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/cliente.html>
- [29] M. Torán y M. Benito, «Viabilidad económica», jun. 2017, Accedido: 22 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/83505>
- [30] «Estudio de viabilidad técnica: cómo lograrlo paso a paso». Accedido: 22 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.vqingenieria.com/estudio-de-viabilidad-tecnica>
- [31] F. S. Sobrero, «Análisis de Viabilidad: La cenicienta en los Proyectos de Inversión».
- [32] BBVA, «¿Qué son las inversiones financieras y qué tipos existen?», BBVA NOTICIAS. Accedido: 22 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/que-son-las-inversiones-financieras-y-que-tipos-existen/>
- [33] BBVA, «¿Qué es el balance general o de situación de una empresa?», BBVA NOTICIAS. Accedido: 15 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/que-es-el-balance-general-o-de-situacion-de-una-empresa/>
- [34] «Contabilidad_Financiera1_Unidad_3.pdf». Accedido: 16 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Contabilidad_Financiera1_Unidad_3.pdf
- [35] «Definición Tamaño Empresarial Micro, Pequeña, Mediana o Grande | Mi Pymes». Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mipymes.gov.co/temas-de-interes/definicion-tamano-empresarial-micro-pequena-median>
- [36] BBVA, «BBVA ESPAÑA». Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.es/finanzas-vistazo/ef/empresas/segmentacion-de-mercado.html>
- [37] «M3_propuesta-de-valor.pdf». Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24844w/M3_propuesta-de-valor.pdf
- [38] O. A. Alfredo y R. Guillermo, «Estructuración de costos: conceptos y metodología», *Pact Usa*, 2006.
- [39] «La Estructura de Costos». Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/la-estructura-de-costos-jes%C3%BAs-rodolfo-a2w2e>
- [40] A. F. M. Otoyá, «ESTUDIOS ECONÓMICOS DE LAS ZONAS DEPARTAMENTO DEL CAUCA».
- [41] J. C. Medina Sierra, «Estudio de factibilidad para la creación de una empresa desarrolladora de aplicaciones web para Mypimes en el sector agro-cafetero del departamento del Cauca», 2013, Accedido: 28 de febrero de 2024. [En línea].

- Disponible en:
<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/8704>
- [42] L. Guerrini, P. Masella, M. Migliorini, C. Cherubini, y A. Parenti, «Addition of a steel pre-filter to improve plate filter-press performance in olive oil filtration», *J. Food Eng.*, vol. 157, pp. 84-87, jul. 2015, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2015.02.025.
 - [43] B. Alaei, R. A. Chayjan, y M. A. Zolfigol, «A new spiral press filter to purify tomato juice: A central composite strategy for experimental design and optimization», *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, vol. 91, p. 103522, ene. 2024, doi: 10.1016/j.ifset.2023.103522.
 - [44] A. Wagner *et al.*, «Comparative Evaluation of Juices from Red-Fleshed Apples after Production with Different Dejuicing Systems and Subsequent Storage», *Molecules*, vol. 27, n.º 8, Art. n.º 8, ene. 2022, doi: 10.3390/molecules27082459.
 - [45] D. Galai, L. Hillel, y D. Wiener, «What is a Business Plan», pp. 3-6, 2016, doi: 10.1142/9789814651523_0001.
 - [46] «Descubre la metodología Design Thinking de forma clara y sencilla», Design Thinking España. Accedido: 13 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://xn--designthinkingespaa-d4b.com/>
 - [47] «World Bank Open Data», World Bank Open Data. Accedido: 11 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://data.worldbank.org>
 - [48] «cp-PIB-IVtrim2023.pdf». Accedido: 11 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PIB/cp-PIB-IVtrim2023.pdf>
 - [49] «Las exportaciones del sector agropecuario crecieron 24,7 % respecto a 2023 en septiembre». Accedido: 18 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Las-exportaciones-del-sector-agropecuario-crecieron-24,7--respecto-a-2023-en-septiembre.aspx>
 - [50] «Alquiler de maquinaria pesada | Maquinaria pesada en Colombia», RYLSA. Accedido: 19 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://rylsa.com.co/>
 - [51] «Página de inicio | CasaToro S.A». Accedido: 19 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.casatoromaquinaria.com.co/>
 - [52] admin, «ppsas.com – Quienes Somos». Accedido: 9 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ppsas.com/quienes-somos/>
 - [53] J. D. N. Gómez, «PLAN DE EMPRESAS PARA LA CREACIÓN DE “AGRÍCOLA HN” EMPRESA DE SERVICIOS DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO DE MAQUINARIA y EQUIPO, EN LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA – SECTOR DE SERVICIOS».
 - [54] «Boletín IMAE Cauca Sept- Oct 2024.pdf». Accedido: 19 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://cccauca.org.co/camara-web/_lib/file/doc/micrositios/anexos_vigencia/2/Bolet%C3%ADn%20IMAE%20Cauca%20Sept-%20Oct%202024.pdf
 - [55] Y. A. Muñoz Palta y L. N. López Hoyos, «Plan de negocio para el fortalecimiento de la microempresa Kumis Patiano el Oasis en la ciudad de Popayán», feb. 2019, Accedido: 28 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unicomfacauca.edu.co/xmlui/handle/3000/71>

- [56] M. Lucertini, F. Nicolò, y D. Telmon, «Integration of benchmarking and benchmarking of integration», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 38, n.º 1, pp. 59-71, mar. 1995, doi: 10.1016/0925-5273(95)99064-C.
- [57] «Cámara de Comercio de Bogotá». Accedido: 28 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/>
- [58] C. de C. de Bogotá, «Cámara de Comercio de Bogotá». Accedido: 9 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/servicios/crea-tu-empresa/constituye-tu-empresa/consulta-de-actividad-economica>
- [59] «Adenda_10_Inclusion_Codigos_CIIU.pdf». Accedido: 28 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://cintel.co/wp-content/uploads/2022/04/Adenda_10_Inclusion_Codigos_CIIU.pdf
- [60] É. M. Gava, «Concepção e análise de modelos de negócios por meio do Business Model Canvas», jun. 2014, Accedido: 20 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/2457>
- [61] A. Barua, Ravindran ,Sury, y A. B. and Whinston, «Efficient Selection of Suppliers over the Internet», *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 13, n.º 4, pp. 117-137, mar. 1997, doi: 10.1080/07421222.1997.11518145.
- [62] S. Kuester, E. Konya-Baumbach, y M. C. Schuhmacher, «Get the show on the road: Go-to-market strategies for e-innovations of start-ups», *J. Bus. Res.*, vol. 83, pp. 65-81, feb. 2018, doi: 10.1016/j.jbusres.2017.09.037.
- [63] Canal CEIPA TV, *Estrategias de Go to Market*, (24 de julio de 2019). Accedido: 25 de marzo de 2025. [En línea Video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=KfauUpAg438>
- [64] «Perfil de Negocio de Google: Muestra a tu empresa en Google». Accedido: 22 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.google.com/intl/ALL_co/business/
- [65] Y. M. Çetinkaya, E. Külâh, İ. H. Toroslu, y H. Davulcu, «Targeted marketing on social media: utilizing text analysis to create personalized landing pages», *Soc. Netw. Anal. Min.*, vol. 14, n.º 1, p. 77, abr. 2024, doi: 10.1007/s13278-024-01213-0.
- [66] F. Troilo, *Ser CEO: Competencias para un desempeño efectivo*. Editorial Temas, 2021.
- [67] «Qué es una agente de ventas y qué habilidades tiene», Zendesk. Accedido: 29 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-agente-de-ventas/>
- [68] L. S. SERGIO, *Atención al cliente, consumidor y usuario*. Ediciones Paraninfo, S.A., 2020.
- [69] B. Ramírez, «El Departamento de Producción, ese gran desconocido», *Espac. Diseño*, n.º 284-285, pp. 15-21, 2020.
- [70] R. M. H. Gamarra y D. X. F. Moncayo, «La importancia de un departamento de tesorería en las empresas comerciales», *E-IDEA J. Bus. Sci.*, vol. 4, n.º 14, Art. n.º 14, ene. 2022, doi: 10.53734/eidea.vol4.id186.
- [71] P. González Huerta, «La viabilidad financiera en el emprendimiento», 2015, Accedido: 31 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/5865>

- [72] «Censo Plantas Alimentos y Beneficio Animal - Cauca 2018 | PDF | Leche | Productos lácteos», Scribd. Accedido: 4 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/477482089/censo-plantas-alimentos-y-beneficio-animal-cauca-2018>
- [73] S. S. Rodríguez, «Así quedó la jornada laboral en Colombia 2025: Horario de trabajo y cómo calcular valor de la hora», W Radio. Accedido: 1 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.wradio.com.co/2025/02/17/asi-quedo-la-jornada-laboral-en-colombia-2025-horario-de-trabajo-y-como-calcular-valor-de-la-hora/>
- [74] «Metodología Basada en La Norma VDI 2206 | PDF | Diseño | Electrónica», Scribd. Accedido: 4 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/620197062/Metodologia-basada-en-la-Norma-VDI-2206>
- [75] H. Agrawal, P. Sharma, P. Tiwari, R. V. Taiwade, y R. Dayal, «Evaluation of Self-Healing Behaviour of AISI 304 Stainless Steel», *Trans. Indian Inst. Met.*, vol. 68, pp. 501-511, 2015, doi: 10.1007/s12666-014-0467-7.
- [76] «Press filter with cheesecloth bags for lactic cheese - 500 to 10 000L». Accedido: 22 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.avedemil.com/en/press-filter>
- [77] «Fresh/soft cheese», Ante BV: Specialist in milk processing equipment. Accedido: 9 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://antebv.nl/machines/processing-systems-for-fresh-and-soft-cheese/>
- [78] C. Gianino, «An MBL Experiment to Analyze the Torque on a Rigid Body», *Phys. Teach.*, vol. 47, pp. 224-225, 2009, doi: 10.1119/1.3098207.
- [79] C. Martínez, «Los pros y los contras del destornillador de carraca», Tecnitool. Accedido: 22 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://tecnitool.es/destornillador-de-carraca/>
- [80] L. Kassenov, B. H. Zhanbusinova, y S. S. Sagintayev, «CAN THE FRICTION FORCE BE THE DRIVING FORCE?», *Bull. Ser. Phys. Math. Sci.*, 2020, doi: 10.51889/2020-3.1728-7901.15.
- [81] «Rodillo nylon», URQUIZA. Accedido: 23 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.suministrosurquiza.com/rodillo-nylon>
- [82] «Bolsa de filtrado para queso o yogurt griego – Kéfir Medellín». Accedido: 15 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.muscarialab.com/producto/bolsa-de-filtrado/>
- [83] «AISI 304», Cia. General de Aceros S.A. Accedido: 17 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.cga.com.co/producto/aisi-304/>

15 ANEXOS

ANEXO 1. Entrevista estructurada.

¿Cuál es el nombre de la empresa?

7 respuestas

FABRICA DE CAFE LA PALMA SAS

Pasabocas del cauca

Aplasnchados doña chepa

Cafe rico

Arepayonesa

Alimentos saludables odrigen

Burona

Figura 58. Pregunta 1, elaboración propia.

¿Productos o servicios que ofrece?

7 respuestas

CAFE MOLIDO O TOSTADO

Carantanta

Aplasnchados, ponqué, pan de novia, calados de noche bueno, pavo relleno

Cafe tostao y bebidas en cafe

Arepas

Yogur griego

Cafe especial

Figura 59 Pregunta 2, elaboración propia.

Uso de maquinaria

¿Qué tipo de maquinaria utiliza en su proceso de producción?

Ejemplo: Hornos, Mezcladoras, molinos, empacadoras, dosificadoras.

7 respuestas

TOSTADORA, MOLINO, EMPACADORES, TRILLADORAS

Molinos, hornos, laminadoras, freidores, amasadora, secadores

Hornos, mezcladora

Tostadora molino trilladora, elevador sinfin, dosificador, selladora, máquina expredos

Horno, mezcladora, molino industrial, marmita

Marmita, cuarto frio, dosificadora, caldera

Monitor de separación por vibración, trilladora, tostadora, molinos

Figura 60 Pregunta 3, elaboración propia.

¿Con qué frecuencia utiliza esta maquinaria en sus operaciones diarias?
(horas al día)

7 respuestas

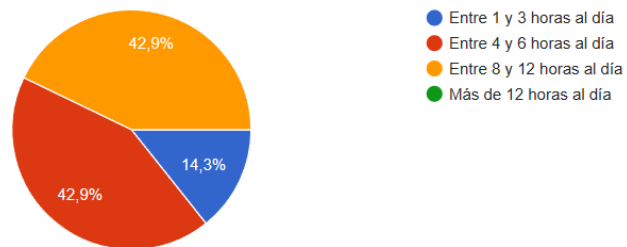


Figura 61 Pregunta 4, elaboración propia.

¿Qué porcentaje de su producción depende de esta maquinaria?

7 respuestas



Figura 62 Pregunta 5, elaboración propia.

¿Tiene previsto adquirir nueva maquinaria para su fábrica durante el presente año o el próximo?

7 respuestas

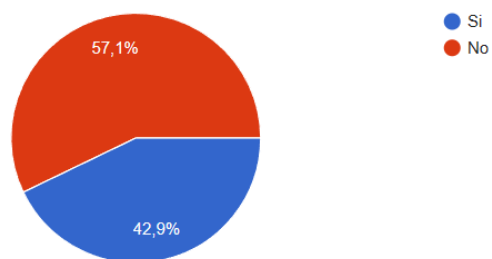


Figura 63 Pregunta 6, elaboración propia.

Cual quiere comprar

¿Qué máquina está evaluando adquirir?

3 respuestas

Horno industrial, cuarto frio
Medir de tueste, tostadora cafe especiales
Tostadora de cafe

Figura 64 Pregunta 7, elaboración propia.

¿Qué soluciones tecnológicas considera que podrían implementarse en su maquinaria para mejorar su eficiencia y aumentar la producción?
Ejemplo: (automatización, sensores de control, sistemas de monitoreo desde el celular)

7 respuestas

automatización en la tostadora y empacadora
Empacadora automatizada, freidora
No
Control de temperatura para tostadora con memoria para curva de tueste
Automatizado, laminadora de arepa linea de producción
Tablero de control
Sistema de control de temperatura

Figura 65 Pregunta 8, elaboración propia.

Al momento de elegir maquinaria, ¿tiene en cuenta alguna marca en particular por su calidad o experiencia previa?

7 respuestas

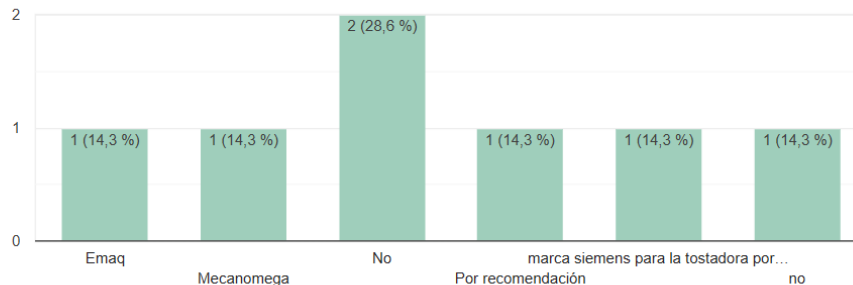


Figura 66 Pregunta 9, elaboración propia.

¿Realiza mantenimiento preventivo a su maquinaria?

7 respuestas

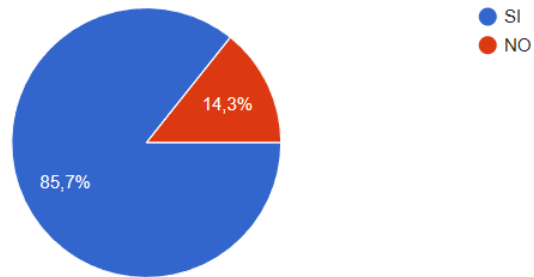


Figura 67 Pregunta 10, elaboración propia.

¿Cuenta con un plan de mantenimiento o solo realiza mantenimiento correctivo cuando hay fallas?

7 respuestas

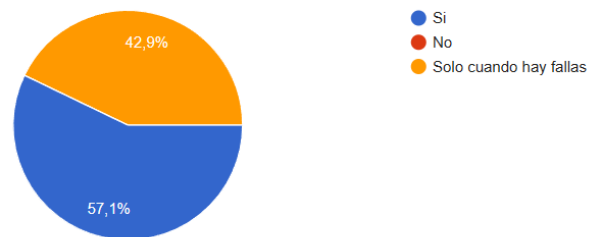


Figura 68 Pregunta 11, elaboración propia.

¿Cuáles son las principales causas de fallas de sus equipos en los últimos 6 meses?

7 respuestas

desgaste de accesorios de las maquinas
Manijas, quemadores, control de temperatura, discos de molinos
Configuración de los hornos
Desgaste de partes mecánicas,
Cambio de bandas, chumaceras
Calibración de dosificadora
Descalificación de molino

Figura 69 Pregunta 12, elaboración propia.

¿Cuánto tiempo promedio pierde por paradas técnicas o fallas en la maquinaria?

7 respuestas

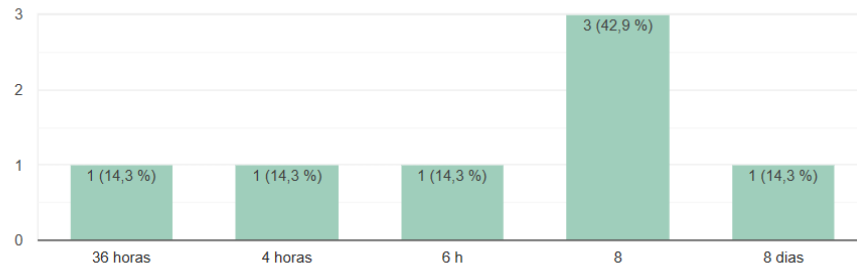


Figura 70 Pregunta 13, elaboración propia.

¿Qué tan satisfecho está con los servicios de mantenimiento que ha recibido hasta ahora?

7 respuestas

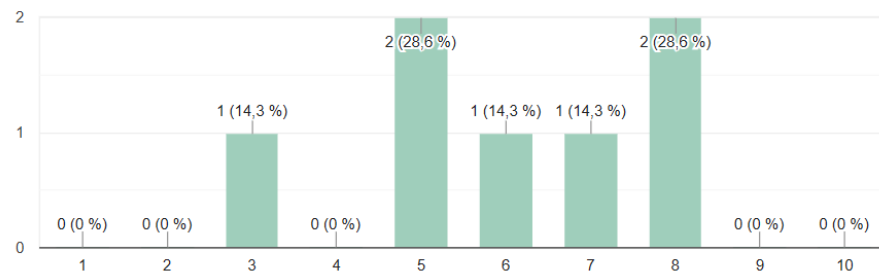


Figura 71 Pregunta 14, elaboración propia.

¿Cuáles son las principales dificultades al contratar servicios de mantenimiento para su maquinaria?

7 respuestas



Figura 72 Pregunta 15, elaboración propia.

¿Considera que los costos de mantenimiento actuales son elevados?

7 respuestas

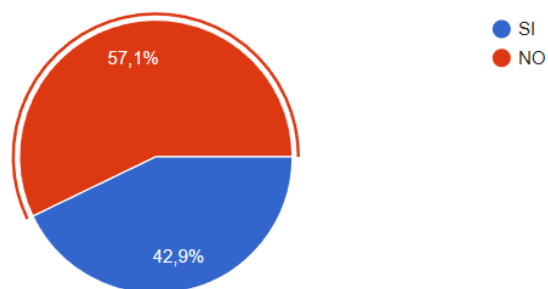


Figura 73 Pregunta 16, elaboración propia.

¿Estaría dispuesto a invertir en materiales de alta calidad para reducir costos de mantenimiento a largo plazo?

Ejemplos: Acero grado alimenticio, sensores, lubricantes, piezas mecánicas, componentes eléctricos y electrónicos

7 respuestas

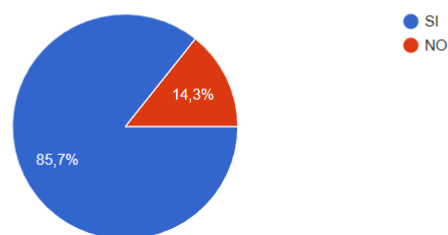


Figura 74 Pregunta 17, elaboración propia.

¿Cuánto presupuesto destina anualmente al mantenimiento y reparación de su maquinaria?

7 respuestas

n-a
5'900.000
5'000.000
600.000
6'000.000
3'500.000
1'000.000

Figura 75 Pregunta 18, elaboración propia.

¿Qué características valora más en un servicio de mantenimiento?

7 respuestas

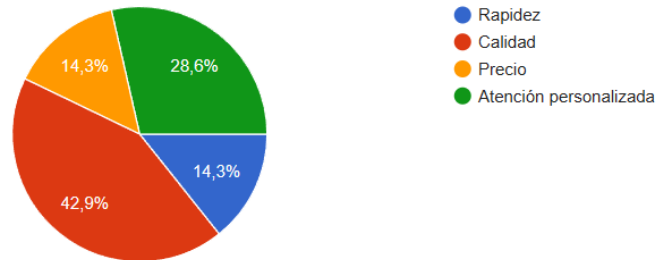


Figura 76 Pregunta 19, elaboración propia.

Según su experiencia, ¿ha enfrentado dificultades para encontrar proveedores especializados en el mantenimiento de la maquinaria de su empresa?

7 respuestas

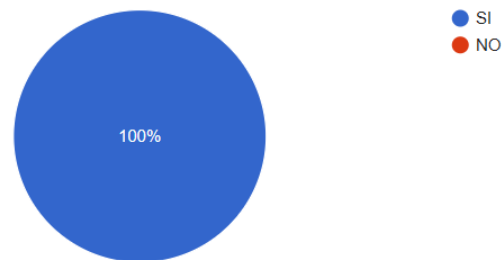


Figura 77 Pregunta 20, elaboración propia.

En caso afirmativo, ¿Cuáles han sido esas dificultades?

7 respuestas

en popayan no hay personal certificado para dicho proceso

No hay personal capacitada

Personal especializado

El mantenimiento especializado

Que tenga idea de las cosas, que lo escuchen mejor a necesidades

No hay un lugar con esta especialidad

No hay personal capacitado

Figura 78 Pregunta 21, elaboración propia.

¿Qué tan importante es para su empresa contar con un servicio de mantenimiento local en Popayán?

7 respuestas

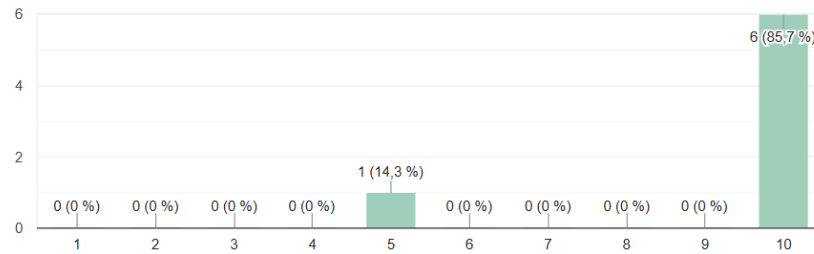


Figura 79 Pregunta 22, elaboración propia.

¿Ha considerado la posibilidad de adquirir maquinaria importada desde China para su negocio?

7 respuestas



Figura 80 Pregunta 23, elaboración propia.

¿Cuáles son sus principales preocupaciones al comprar maquinaria importada desde China?

7 respuestas

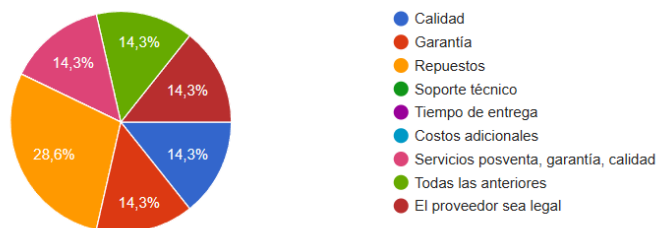


Figura 81 Pregunta 24, elaboración propia.

En una escala del 1 al 10, ¿Qué tan probable es que compre maquinaria importada desde China en los próximos 12 meses?

7 respuestas

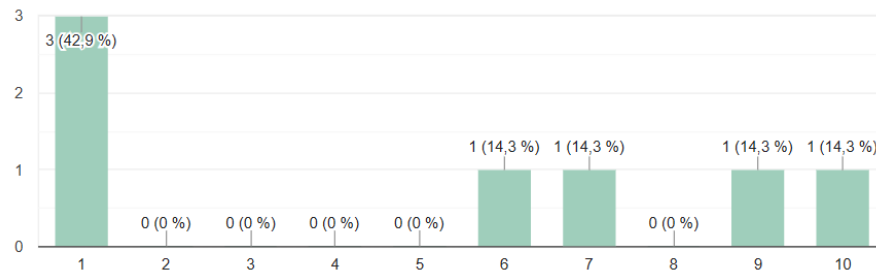


Figura 82 Pregunta 25, elaboración propia.

¿Si tuviera acceso a un proveedor local que ofrezca maquinaria con características similares a las importadas desde China, pero con soporte técnico y repuestos disponibles en la región, a un costo un poco mayor, ¿preferiría esta opción?

7 respuestas

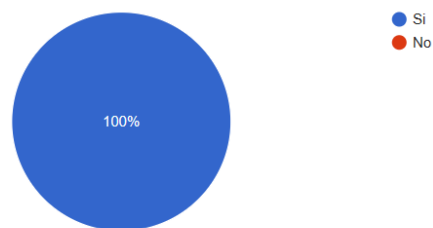


Figura 83 Pregunta 26, elaboración propia.

ANEXO 2. Plano explosionado.

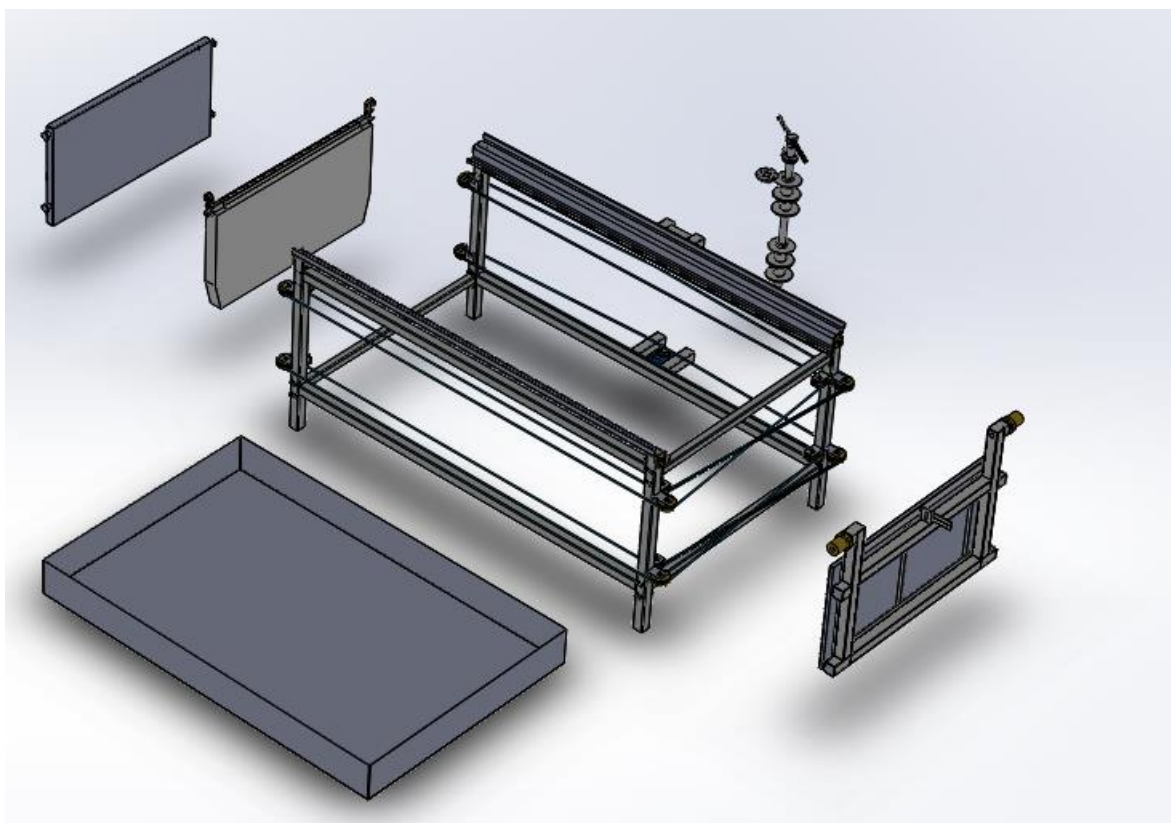


Figura 84, Vista explosionada elaboración propia

ANEXO 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación.

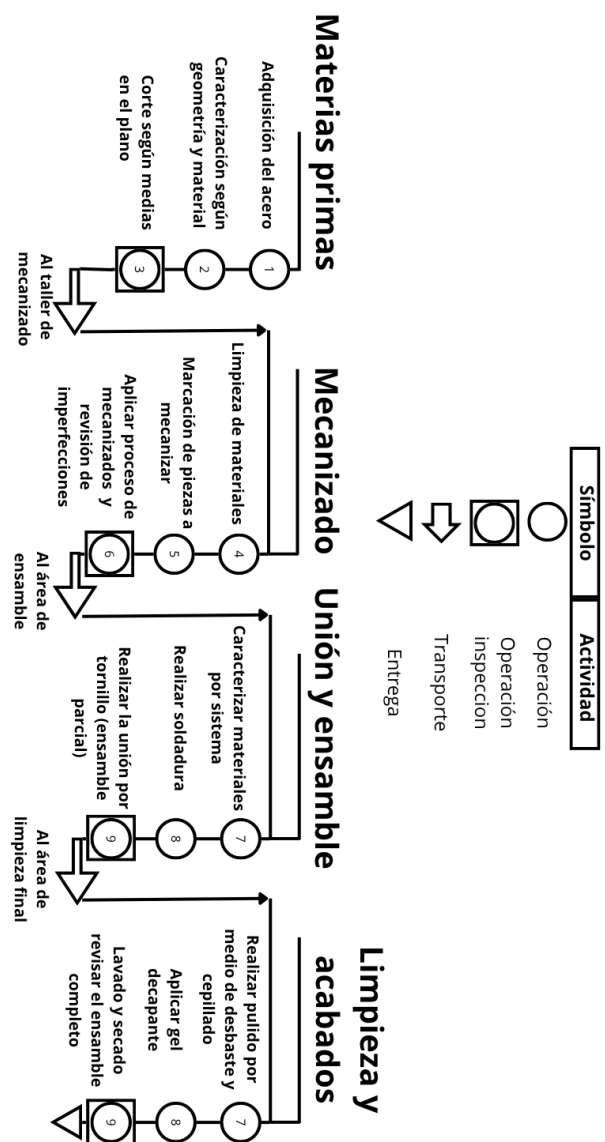


Figura 85 Diagrama de flujo del proceso de fabricación, elaboración propia