

**DISEÑO DE UNA CÁMARA DE VACÍO PARA LA DETECCIÓN VISUAL
DE FUGAS EN LOS PRODUCTOS PARA LA EMPRESA MUII S.A.S**

Estudiante(s):

Miguel Ángel Fonseca Uscategui (9838)

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Mecatrónica

Bogotá, 12 de Agosto de 2023

**DISEÑO DE UNA CÁMARA DE VACÍO PARA LA DETECCIÓN VISUAL
DE FUGAS EN LOS PRODUCTOS PARA LA EMPRESA MUII S.A.S**

**Estudiante(s):
Miguel Ángel Fonseca Uscategui (9838)**

**Director Metodológico
Camilo Sarmiento Fautoque**

**Proyecto de Grado Presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecatrónico**

**Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Mecatrónica
Bogotá, 12 de Agosto de 2023**

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

Miguel Ángel Fonseca Uscategui ID: 9838

Trabajo de Grado Sobre el Diseño de una Cámara de Vacío para la Detección Visual de Fugas en los Productos para la Empresa Muji S.A.S.

Proyecto de Grado Presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Mecatrónico.

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá 12 de Agosto de 2023

AGRADECIMIENTO

Se hace un agradecimiento y reconocimiento por el trabajo en conjunto con Kevin Johnson Caro Aldana, el cual se trabajó en compañía por un mismo objetivo, pero por diferentes circunstancias de tiempo, se realizaron trabajos en diferentes modalidades y según cada modalidad, cambiaron los objetivos y su respectivo alcance según lo permitía el tipo de modalidad, con el fin de realizar y cumplir con un requisito indispensable para poder obtener uno de los grandes logros para nosotros, como para nuestras familias y amigos de ser profesionales en una carrera que nos apasiona, como lo es nuestra vocación de INGENIERÍA MECATRÓNICA, y a Kevin Caro, se agradece por ser el pionero en la idea del proyecto y permitirme ser parte de este gran proyecto, donde nos permitió demostrar todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, y nos ayudó a ver los grandes resultados que se pueden obtener cuando se realiza un trabajo en equipo aprovechando las fortalezas de cada integrante.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. JUSTIFICACIÓN	18
5. MARCO REFERENCIAL	20
5.1 ESTADO DEL ARTE.	20
5.2 MARCO TEÓRICO.....	23
5.2.1 Primera Bomba de Vacío.....	23
5.2.2 Bopp.	24
5.2.3 Sistema de Venturi.	24
5.2.4 Pruebas de calidad.....	25
5.2.5 Detección visual de fugas.....	26
5.2.6 Sistema de vacío.....	26
5.2.7 Cámara de vacío.	26
5.2.8 Sistema HACCP.	27
5.3 MARCO LEGAL.	28
5.4 MARCO GEOGRÁFICO.....	30
5.5 MARCO HISTÓRICO.....	31
6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.	33
6.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
6.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.	34
6.3.1 Fase 1. Caracterizar el estado actual del sellado y la hermeticidad del.....	34
Empaque en los productos de la empresa Muji S.A.S.	34
6.3.2 Fase 2. Diseñar una cámara de vacío que cumplan con la necesidad de	35
Detectar fugas en los empaques de Muji S.A.S.	35
6.3.3 Fase 3. Analizar la funcionalidad de la cámara de vacío por medio de	36
pruebas de hermeticidad realizada a los productos empacados de Muji S.A.S....	36

7. RESULTADOS DE PRUEBAS	38
7.1 CARACTERIZAR EL ESTADO ACTUAL DEL SELLADO Y LA HERMETICIDAD DEL EMPAQUE EN LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA MUII S.A.S.	38
7.1.1 Análisis de estudio de prueba y ensayo a los empaques de Muui S.A.S.	38
7.2 PRUEBAS REALIZADAS A LOS EMPAQUES.....	41
8. DISEÑO	48
8.1 DISEÑAR UNA CÁMARA DE VACÍO QUE CUMPLAN CON LA NECESIDAD DE DETECTAR FUGAS EN LOS EMPAQUES DE MUII S.A.S.	48
8.2 SISTEMA PARA GENERACIÓN DE VACÍO.	51
8.3 CÁMARA DE VACÍO	53
8.4 Circuito para generación de vacío.	56
8.5 CIRCUITO DE CONTROL.	68
8.6 CIRCUITO ELÉCTRICO	69
8.7 ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL.....	74
8.8 Estructura de la Maquina.....	75
8.9 FABRICACIÓN CÁMARA DE ACRÍLICO.	96
8.10 FABRICACIÓN ESTRUCTURA CÁMARA DE VACÍO.	98
8.11 MONTAJE CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO.	100
8.12 ENSAMBLE COMPLETO CÁMARA DE VACÍO.	102
8.13 ANALIZAR LA FUNCIONALIDAD DE LA CÁMARA DE VACÍO POR MEDIO DE PRUEBAS DE HERMETICIDAD REALIZADA A LOS PRODUCTOS EMPACADOS DE MUII S.A.S.....	104
9. RECURSOS NECESARIOS	108
9.1 RECURSO DE TIEMPO	108
9.2 RECURSO HUMANO.	108
9.3 RECURSOS TÉCNICOS	109
9.4 RECURSOS MATERIALES.....	109
9.5 RECURSOS DE FINANCIACIÓN.	110
9.6 Proyección De Costeo.	110
10. CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES.....	117
Referencias Bibliográficas	118
ANEXOS	123

LISTA DE TABLA

Tabla 1. Resultados Empaque Trufas Truffus 80 g.....	42
Tabla 2. Resultados empaque Trufas MUII 80 g.....	43
Tabla 3. Resultados empaque Alfajor 70gr.....	43
Tabla 4. Resultados empaque Alfajor Chocolate 70 gr	44
Tabla 5. Resultados empaque Brownie Alpina Finesse 44 Gr	44
Tabla 6. Resultados Empaque Mini Brownies 60 gr	45
Tabla 7. Resultados empaque mis carnes parrilla	45
Tabla 8. Resultados empaque trufas de brownie Golosito 40 gr	46
Tabla 9. Evaluación de la matriz de decisión.	50
Tabla 10. Matriz de Decisión.	51
Tabla 11. Especificaciones técnicas bomba de vacío Gaby II.....	53
Tabla 12. Presiones de trabajo cámara de vacío.....	69
Tabla 13. Datos del Material.....	75
Tabla 14. Datos Técnicos del Material.....	76
Tabla 15. Rubro de tiempo y personal.....	109
Tabla 16. Rubro de Recursos virtuales.....	110
Tabla 17. Proyección de costeo desarrollo cámara de vacío	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración de la esfera de Otto Von Guericke	24
Figura 2. Principio del efecto Venturi	26
Figura 3. Ubicación Empresa Muui S.A.S	31
Figura 4. Método Cualitativo	34
Figura 5. Diagrama entras y salidas máquina para detección de fugas	36
Figura 6. Cinco pasos del diseño y construcción de una máquina	37
Figura 7. Cámara de vacío Proysolin	42
Figura 8. Selle transversal y horizontal.....	42
Figura 9. Empaque sometido al vacío	46
Figura 10. Resultados prueba de fugas en cada empaque	53
Figura 11. Bombas de Vacío Gaby II	53
Figura 12. Generador de vacío Venturi	54
Figura 13. Generador de vacío modelo VN-10-H-T3-PI4-VI4-RO1	54
Figura 14. Tabla selección de acrílico	55
Figura 15. Criterio selección de acrílico	55
Figura 16. Tabla selección de proveedores	56
Figura 17. Criterio selección de proveedores.....	56
Figura 18. Circuito neumático generación de vacío	58
Figura 19. Paso 1 Circuito neumático generación de vacío.	59

Figura 20. Paso 2 Circuito neumático generación de vacío.	60
Figura 21. Paso 3 Circuito neumático generación de vacío	61
Figura 22. Paso 4 Circuito neumático generación de vacío	62
Figura 23. Paso 5 Circuito neumático generación de vacío	63
Figura 24. Presión de Entrada 110 PSI	64
Figura 25. Presión de Entrada 90 PSI	65
Figura 26. Presión de Entrada 70 PSI	66
Figura 27. Presión de Entrada 50 PSI	67
Figura 28. Presión de Entrada 30 PSI	68
Figura 29. Circuito eléctrico de control.	70
Figura 30. Paso 1 Circuito eléctrico de control	71
Figura 31. Paso 2 Circuito eléctrico de control	72
Figura 32. Paso 3 Circuito eléctrico de control	73
Figura 33. Paso 4 Circuito eléctrico de control	74
Figura 34. Base cámara acrílico	77
Figura 35. Lateral derecho cámara acrílico	78
Figura 36. Lateral derecho cámara acrílico	79
Figura 37. Cara frontal cámara acrílico	80
Figura 38. Cara trasera cámara acrílico	81
Figura 39. Cara superior cámara acrílico	82
Figura 40. Base soporte empaques	83
Figura 41. Manija tapa	84
Figura 42. Cámara acrílico	85

Figura 43. Paral estructural	86
Figura 44. Lateral #1 estructura	87
Figura 45. Lateral #2 estructura	88
Figura 46. Cara derecha estructura	89
Figura 47. Cara izquierda estructura	90
Figura 48. Cara posterior estructura	91
Figura 49. Montaje estructural	92
Figura 50. Cara frontal estructural	93
Figura 51. Mandos de control	94
Figura 52. Tablero mandos de control	95
Figura 53. Cámara de vacío	96
Figura 54. Cámara de acrílico Diacríticos S.A.S. cerrada	97
Figura 55. Cámara de acrílico Diacríticos S.A.S. abierta	98
Figura 56. Cámara de acrílico Diacríticos S.A.S. lateral	98
Figura 57. Montaje estructural cámara de vacío	99
Figura 58. Montaje tablero de mandos	100
Figura 59. Ensamble tablero de mandos a estructura	100
Figura 60. Ensamble estructura con sistema neumático	100
Figura 61. Circuito neumático	102
Figura 62. Circuito neumático ensamblando	102
Figura 63. Circuito electro-neumático ensamblando	102
Figura 64. Circuito electro-neumático ensamblando	103
Figura 65. Acople neumático a cámara de acrílico	103

Figura 66. diseño 3D de la cámara de vacío por Soliword	103
Figura 67. ensamble final de la cámara de vacío	104
Figura 68. Ficha técnica de la cámara de vacío	104
Figura 69. valvulas y switches de control	104
Figura 70. prueba #1 de la cámara de vacío	106
Figura 71. prueba #2 de la cámara de vacío	107
Figura 72. prueba #3 de la cámara de vacío	108

RESUMEN

Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar una cámara de vacío para detección visual de fugas en empaques tipo BOPP metalizados termo-sellable, en la empresa de productos alimenticios de pastelería Muui S.A.S, ubicada en la ciudad de Cajicá, encargada de producir y comercializar diversos productos de pastelería como brownie, trufas, alfajor, bizcochuelos, entre otros.

La metodología de investigación para la fabricación de la cámara de vacío es tipo mixta y ante la necesidad de mejorar calidad del empaque e inocuidad de los productos, la empresa realiza pruebas en el laboratorio Monplast, como resultado se aprecia fugas en empaques de los productos fabricados.

La fabricación de una cámara de vacío inicio con una matriz de decisión para establecer correctamente los materiales principales en la fabricación de la máquina. Los diseños de circuitos eléctrico, electro neumático y el montaje 3D de la cámara de vacío se realizaron en softwares como SolidWorks, FluidSim y Cade Simu, las herramientas de simulación permiten comprobar el funcionamiento y el cumplimiento del requerimiento para garantizar el correcto ensamble de los sistemas al momento de hacer detección visual de fugas en los productos de la empresa Muui S.A.S y satisfacer los requerimientos de MUUI.

Palabras clave: fugas, termo-sellados, empaques tipo BOPP, calidad, control.

ABSTRACT

The purpose of this project is to design and implement a vacuum chamber for visual detection of leaks in heat-sealable metallic BOPP packages in the Alimenticios Muñi S.A.S pastry products company, located in the city of Cajicá, in charge of producing and marketing various products. of pastries such as brownies, truffles, alfajor, biscuits, among others.

The research methodology for the manufacture of the vacuum chamber is a mixed type and, given the need to improve the quality of the packaging and the safety of the products, the company carries out tests in the Monplast laboratory, as a result, leaks are observed in the packaging of the products.

The manufacture of a vacuum chamber began with a decision matrix to correctly establish the main materials in the manufacture of the machine. The designs of electrical and electropneumatic circuits and the 3D assembly of the vacuum chamber were carried out thanks to the SolidWorks, FluidSim and Cade Simu software, simulation tools allow verifying the operation and compliance with the requirement to guarantee the correct assembly of the systems when time to make visual detection of leaks in the products of the company Muñi S.A.S

Keywords: leaks, heat-sealed, BOPP-type packaging, quality, control.

1. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria ha tenido una tendencia de crecimiento y nuevos horizontes en el mercado, como los mercados extranjeros, frente al post-Covid, las empresas han tenido que innovar para recuperar su economía, competitividad y ante todo la calidad de sus productos, para sobresalir en el sector alimenticio.

Muii S.A.S actualmente es uno de los proveedores de productos de pastelería para Tiendas D1, donde comercializa al mercado nacional trufas de chocolate marca propia truffus y alfajor argentino marca propia 1942, con envíos aproximados semanales de 3.000 cajas x 24 paquetes a todo el país, dando como resultado una producción a grandes volúmenes donde los costos de operación y fabricación cumplen un papel fundamental para lograr que el negocio sea rentable sin dejar a un lado los altos estándares de calidad que exigen grandes cadenas.

Aun así, la empresa tiene una no conformidad en el sellado de los empaques y por esto nace la necesidad de desarrollar e implementar una cámara de vacío para la detección de fugas en empaques flexibles de productos alimenticios, Esto permite detectar cualquier falla en el empaquetado o imperfectos de sellado, permitiendo corregir la falla en tiempo real, de esta manera se disminuye tiempos en la verificación del empaque, teniendo un avance tecnológico y reduciendo procesos manuales los cuales evitan pérdida de tiempo y menor margen de error.

Esta implementación en el sistema de gestión en la empresa Muii S.A.S, genera una alta demanda de los productos que ofrece en el mercado y para las grandes cadenas, donde se abrirá camino a nuevos clientes nacionales e internacionales.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Colombia las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de alimentos, está regida por la Resolución 2674/2013 en el artículo 5, este informa que la BPM son un principio básico para mantener la higiene en la producción y distribución de un producto alimenticio que están bajo los reglamentos obligatorios del INVIMA, donde se expresan las condiciones mínimas que debe cumplir el personal operativo y la planta de distribución en materia de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano (Parra, 2022).

Por lo anterior, la manufactura de los productos alimenticios con la calidad y control es de gran responsabilidad social y ética, para que estos tengan un valor agregado ante la competencia en el mercado, así los productos de la compañía Muui S.A.S brindaran confianza y seguridad a los clientes.

La importancia de un sellado hermético en un tipo de empaque BOPP flexible metalizado, se genera a través de un proceso donde el tiempo, la temperatura y la presión son claves, estos deben ser adecuados según el material termoplástico a tratar, cuando esta cadena falla el producto no se mantiene fresco e inocuo, reduciendo su vida útil, contaminándose y generando el crecimiento de microorganismos dañinos para la salud del consumidor (Bermudez, 2020).

La empresa Muui S.A.S en su crecimiento exponencial en sus ventas ha logrado adquirir nuevos clientes como Alpina y su principal cliente KOBA, para los que se Distribuyen productos a nivel nacional. Por lo tanto, cuenta con su departamento de calidad encargado de velar por el cumplimiento de BPM en planta y garantizar que se entregue un producto que cumpla con altos estándares de calidad establecidos.

Por esta razón, se requiere que cada día los productos entregados a los clientes cumplan con todos los estándares de calidad requeridos, pero la empresa tiene la necesidad de ir adquirir nuevos equipos técnicos, al carecer de mecanismos para evidenciar algún tipo de fuga en los selles longitudinal y vertical del producto empacado, lo anterior se ejecuta sin un control de cuanta fuerza se aplica al empaque, si es muy poca el resultado no es confiable y si es excesiva, la resistencia mecánica del material colapsa.

En el mes de noviembre del 2020 se realizó un informe que tiene por nombre “Pruebas Resistencias Mecánica, sellado y fugas Empaque Truffus, Muui, Alpina Finesse” (Ver Anexo 1). Resultado de diversas pruebas realizadas a los empaques en el laboratorio de Monplast, la cual es una empresa líder en proveer material de empaque a grandes fabricantes de productos alimenticios. Se colocó a prueba la resistencia mecánica del selle, termo sellado y fugas a los diferentes empaques que utiliza la compañía Muui S.A.S, en donde se relaciona los resultados de calidad y las pruebas a las que se sometieron los empaques, se realiza la recomendación y surge la necesidad de tener una cámara de vacío para la detección visual de fugas de una manera óptima y confiable (Caro, 2020).

En resultado a las pruebas realizadas anterior mente, se solicita una cotización de este equipo con el proveedor nacional Proysolin S.A. Referencia del equipo CV PYSI, en donde se observa que adquirir este equipo tiene un costo elevado, por lo que se propone diseñar, desarrollar e Implementar una cámara de vacío para detección visual de fugas con el apoyo de la compañía Muui S.A.S.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Teniendo en cuenta lo anterior, para el desarrollo de esta investigación se ha propuesto la siguiente pregunta problematizadora ¿Cómo detectar las fugas en los empaques de los productos alimenticios de la empresa Muui S.A.S?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una cámara de vacío para la detección visual de fugas en los productos para la empresa Muui S.A.S.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Caracterizar el estado actual del sellado y la hermeticidad del empaque en los productos de la empresa Muui S.A.S.
- Diseñar una cámara de vacío que cumplan con la necesidad de detectar fugas en los empaques de Muui S.A.S.
- Analizar la funcionalidad de la cámara de vacío por medio de pruebas de hermeticidad realizada a los productos empacados de Muui S.A.S.

4. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento exponencial de las tiendas con formato Hard Discount en Colombia como tiendas D1 y Ara, se enfocan en ventas masivas de productos de marca propia, que sean de bajo costo y alta calidad, replicando este modelo en todas sus tiendas a nivel nacional, por lo cual estas cadenas buscan empresas nacionales que cubran esta necesidad de productos en todas sus líneas de mercado (Martínez y Ricaurte, 2019).

Por lo anterior, las microempresas locales pueden ofrecer alta variedad de productos, generando así mayor reconocimiento en el mercado, dicho esto las compañías nacionales están actualizando su maquinaria y procesos para ofrecer a las grandes cadenas, productos con un alto nivel de calidad y cumplimiento de entregas, (Dini y Stumpo, 2020).

El siguiente proyecto centra su atención en una necesidad específica que presenta la empresa Muui S.A.S, compañía dedicada a la elaboración de productos de panadería y pastelería, ubicada en el municipio de Cajicá, Cundinamarca, la cual evidencia un punto de control crítico en el proceso de empaque de los productos terminados, detectando fuga en el sellado de empaque, generando pérdidas económicas por reproceso, perdida en vida útil del producto, mano de obra, gastos energéticos, pérdida de materia prima, tiempo de producción, entre otros.

En el 2009, la Universidad de Lincoln, realizó un estudio que tiene por nombre “Integridad de los sellos y su impacto en el desperdicio de alimentos” este tuvo como conclusión que los productos ofertados en el mercado presentan al menos un 8% de fallas en su empaquetado y aproximadamente el 1% de los productos muestran empaques mal sellados en el proceso de producción , lo cual genera reclamos, perdida del mercado, desconfianza y baja credibilidad en la calidad del producto ante el público (Moreira, 2019).

El programa de Ingeniería Mecatrónica de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia basados en unos de sus pilares de desarrollo regional y rural de la institución, apoya e impulsa el progreso productivo y tecnológico de pequeñas y medianas empresas de la región sabana centro de Bogotá, brindando solución a las necesidades de pequeños productores que se encuentran en desventaja frente a grandes compañías que cuentan con la solvencia económica para la importación de equipos de alta calidad y rendimientos requeridos para la industria de alimentos.

Por lo anterior, como estudiantes se busca dar soluciones de alta calidad, menor costo y menor tiempo de fabricación. Apoyando el crecimiento productivo de la región. Como se muestra en la presente investigación que busca desarrollar una cámara de vacío para la detección visual de fugas en empaques flexibles, la cual cuenta con estándares de alta calidad y su elaboración es un bajo costo comparado con los de mercados nacionales, la implementación de la cámara de vacío para detectar fugas de manera visual en los empaques de los productos de la empresa Muii SAS, esto impactará positivamente en la competitividad del mercado nacional, así mismo va a cubrir la necesidad de generar una alta confiabilidad, aportando al crecimiento de la compañía y al programa de gestión de calidad integrada.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 ESTADO DEL ARTE.

Implementar un equipo para mejorar el proceso industrial en cualquier compañía implica costos y tiempo de investigación para la ejecución de la misma, por lo tanto, para el desarrollo del siguiente proyecto se toma como referentes algunos trabajos investigativos en relación desde el año 2017 hasta el año 2020.

Inicialmente para el año 2017 en Bogotá, se llevó a cabo un proyecto como propuesta de mejora en el sistema productivo de la empresa de Productos Alimenticios Chicharrones Chirros S.A.S, la investigación fue de carácter cuantitativo, al reconocer que la empresa está en desventaja en el mercado al contar con un proceso productivo obsoleto (Garcias, 2019).

La empresa como método de evaluación en el área de producción utilizó las herramientas de diagrama de Pert/cpm, Ishikawa, Pareto, un curso grama analítico y encuestas. Lo anterior arrojó falencias en el proceso de empaque, ya que la producción es amplia y los operarios que empacan no dan abasto, por esto se recomendó la compra de una máquina de empaque automática bajo supervisión de un trabajador, con esta inversión se proyectó una mejora en la calidad de empackado, procesamiento en la planta de producción y mayor rapidez en las entregas (Croom, Simon, 2010).

Para el siguiente año 2018, en Bucaramanga, un grupo de docentes de las unidades tecnológicas de Santander realizaron como proyecto, el desarrollo de un sistema aplicado a la seguridad residencial para detección de fugas de gas con maniobra automática de cierre y supervisión remota, la investigación tuvo un enfoque de

carácter cualitativo y con un método de investigación descriptivo, de la cual realizaron 3 pruebas para verificar el sistema (Rubio; 2019).

Las pruebas tuvieron resultado positivo validando el prototipo y diseño con éxito. Inicialmente se hace un análisis de las características del gas natural de la ciudad de Bucaramanga, aquí se establece el criterio de selección para el sensor de gas natural, donde se desglosan los demás elementos que sean compatibles entre sí (Rubio; 2019).

La implementación de la App redujo el costo del prototipo en un 70%, ayudando notablemente el funcionamiento y alcance del mismo sistema, ya que la sim900 no tiene buen alcance con frecuencias débiles en lugares profundos y existen interferencia de otras señales (Rubio; 2019).

En el mismo año en lima – Perú, unos estudiantes realizaron un estudio de mercado para la instalación de una planta productora de espárragos en aceite de oliva con sellado al vacío, por medio de esta técnica al vacío los espárragos no pierden sus beneficios, o se dañan por mala manipulación y conservan mejor los nutrientes (Villegas, 2019).

Después de realizar el estudio y logran evidenciar la gran acogida de sus productos en el mercado, los espárragos siendo sellados al vacío mantenían un sabor más fresco que otras técnicas de conservación de la competencia (Villegas, 2019).

Para el siguiente año en Heredia Costa Rica 2019, se llevó a cabo una investigación de carácter cualitativo y cuantitativo de un modelo de sistema de gestión integrado para una empresa productora de empaques plásticos basado en las normas INTE-ISO 9001:2015 e INTE-ISO 22000:2005, este estudio se realizó sobre la situación actual de una empresa productora de empaques plásticos en el cual se propone el

enfoque de procesos, con base en la norma mencionada anteriormente. Para su desarrollo, se ejecutó mediante 3 fases (Alvarado, 2019).

En la primera fase se llevó a cabo 5 visitas para hacer el diagnóstico del sistema de gestión y el cumplimiento de la anterior norma, se realizaron encuestas y estas arrojaron que el 80% de la problemática son causas comunes (misión, visión, organigrama, valores corporativos, descripción de puestos y funciones). En la segunda fase se diseñó la documentación para actualizar el sistema de gestión de los requisitos dados en la norma y para la fase final se identificó, junto a la alta dirección los costos de calidad, que hoy por hoy se manifiestan en el desarrollo de la organización, además el análisis financiero evidencio la perdida de altos costos de no calidad en el proceso productivo (Alvarado, 2019).

En esta investigación se recomienda la actualización del sistema de gestión integrado, esté con la norma ISO 9001:2015, para mejorar el funcionamiento del sistema actual y la calidad de los productos (Alvarado, 2019).

Ya finalizando la revisión de investigaciones relacionadas con el proyecto en Santiago de Cali 2020, se llevó a cabo el desarrollo de una metodología para mejorar el sellado de películas plásticas en la empresa Ferplasticos, se tuvo en Cuenta una investigación de tipo documental sobre el proceso de sellado, se analizó por el método espina de pescado las variables implicadas y se evidenció la influencia de los materiales y técnicas de análisis térmico y mecánico (Bermudez, 2020).

Seguidamente se realizaron pruebas de filtración, tensión e impacto para conocer el control y calidad del proceso, en cuanto a los materiales el empaque debe ser flexible para permitan cubrir las necesidades de buena resistencia, que sea reciclable y de bajo costo, Aunque la empresa presentó problema de materiales como la mezcla de materia prima y el descalibre de la película plástica (Bermudez, 2020).

La mordaza es la principal causante de no tener un sellado fuerte para mantener los productos en buenas condiciones, la temperatura y presión son factores significativos para el sellado, al no tener control sobre estas variables, los trabajadores pierden en promedio de 1 a 2 horas para manipular la máquina de sellado, trayendo perdida en la producción e incumplimiento en pedidos (Bermudez, 2020).

5.2 MARCO TEÓRICO.

5.2.1 Primera Bomba de Vacío.

La bomba de vacío nace en 1654 cuando el científico y político alemán Otto Von Guericke, cuando se encontraba en una plaza pública realizando un experimento, que constaba en tomar 2 esferas metálicas huecas haciendo que se acoplen formando la esfera completa y saco el aire con una misma máquina de su propia invención. Para demostrar la fuerza de la esfera ató dos caballos que empujaban en dirección contraria y a pesar del esfuerzo no logró separarse. Esto se dio por la presión del aire de la teoría de Torricelli (Von Guericke, 2022).

Figura 1. *Ilustración de la esfera de Otto Von Guericke.*



Fuente: Von Guericke, 2022.

Se demuestra que, cuando un recipiente se encuentra vaciado de aire, ninguna fuerza puede separar las uniones. Es debido a que la presión supera la fuerza de los caballos, aunque con el experimento demuestra la existencia del vacío, hasta 1661 construye su propio modelo de manómetro y barómetro de agua, donde se

registra las oscilaciones de la presión atmosférica y realizar predicciones atmosféricas (Von Guericke, 2022).

5.2.2 Bopp.

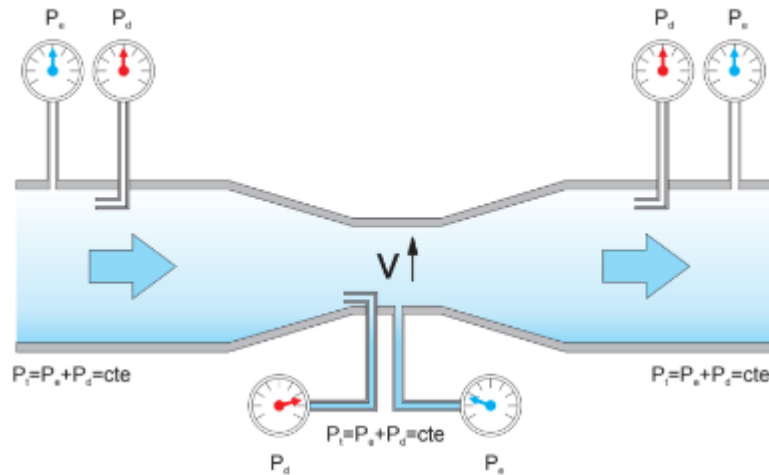
También conocido como polipropileno biorientado, cuenta con un revestimiento plástico versátil y económico que permite mayor protección de humedad en los empaques. Este ha venido mejorando desde los años 70 con la reducción de costos utilizando máquinas, inicialmente eran de 4 metros y actualmente son el doble, favoreciendo en la producción por kilogramo (Alvin f, 2019).

Algunos beneficios que tiene este film son la fácil impresión, flexibilidad, permeabilidad, diferentes temperaturas de sellado, entre otros, se puede resaltar que este material puede reciclarse de manera artesanal aprovechando estos residuos, además cuando se baja el espesor la contaminación es menos en el ambiente (Alvin f, 2019).

5.2.3 Sistema de Venturi.

Este fenómeno físico es conocido gracias al físico italiano Giovanni Venturi en 1797 quien se valió del principio de Bernoulli y de la continuidad de masas, este efecto trata del cambio de presión que tiene un líquido al pasar por una tubería cerrada mientras cambia su área este proceso trata el fluido en movimiento en una tubería (Khobir, 2021).

Figura 2. Principio del efecto Venturi.



Fuente: (Lopez, 2022).

El efecto Venturi funciona inicialmente con el principio de continuidad de masas, donde se indica que, si un fluido pasa por un conducto de diferente área, su velocidad aumenta y para calcular la presión utiliza la ecuación de Bernoulli (Khobir, 2021).

5.2.4 Pruebas de calidad.

Las pruebas de calidad se realizan desde el principio de la humanidad, para tener una ventaja frente a otras competencias, por eso busca la mejora de un producto o proceso, según Cubillo y Rozo desde 1920 la calidad fue transformada desde el control, seguido por la inspección, calidad general y hoy en día lo que llamamos mejora continua en el sistema de calidad NTC ISO. En la actualidad el concepto de calidad es más complejo y amplio con estándares según el producto y la organización (Saha, Dhritiman, 2021).

5.2.5 Detección visual de fugas.

El control de calidad de un producto, está influenciado por el cumplimiento de unas especificaciones técnicas dadas por el fabricante o alguna norma que regule los criterios de seguridad alimentaria. Entre los métodos para detectar fugas en un producto, el más simple y básico es el método de inmersión, pero aun así muy eficaz que consta de mantener bajo el agua un producto y el personal de manera visual comprueba si el empaque esta hermético o si aparecen burbujas de aire (wittgas, 2021).

Con esta técnica se debe tener en cuenta su imperfecto, ya que el producto al estar expuesto a la prueba ya no puede lanzarse en venta y como se necesita un trabajador para evidenciar la fuga, es necesario un alto rendimiento porque influye en el resultado (wittgas, 2021).

5.2.6 Sistema de vacío.

Es un diseño de ingeniería basado en ciertas variables que pueden ser controlables para arrojar un resultado confiable y eficaz de una necesidad a evaluar. Estas variables normalmente son la presión y el caudal, los mecanismos que la conforman son cámara de vacío, bomba de vacío, válvula de regulación, vacuómetros, mangueras, válvulas de paso, sellos y vacuostatos. (papadakis, Emmanouil, 2020).

5.2.7 Cámara de vacío.

Su objetivo es poder evaluar y determinar la calidad de un producto u objeto, sometiéndolo a una condición aparentemente externa y controlada. La principal condición específica para construir una cámara de vacío es su capacidad de resistencia a la fuerza ejercida sobre ella por la presión atmosférica. (papadakis, Emmanouil, 2020).

5.2.8 Sistema HACCP.

Su abreviatura traduce el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, o también llamado sistema para detectar fallas, modos y efectos en los productos alimenticios que perjudiquen la seguridad del consumir desde la producción. Esta herramienta permite evidenciar, evaluar y tener un control de los peligros vinculados a los alimentos, de esta manera puede contribuir a la calidad e inocuidad de estos e minimizar los riesgos en la cadena alimentaria (Rosak- Szyrocka, Joanna, 2020).

5.3 MARCO LEGAL.

La empresa Muui S.A.S, se ha catalogado desde sus inicios por su rápido crecimiento y por su permanencia y reconocimiento de la calidad en el mercado, en sus distintos productos, esto se debe a la implementación de distintos puntos y parámetros de calidad, como lo son las normas ISO, lo cual da pauta para ofrecer resultados en todos los procesos, que sean satisfactorios y cumplan con el resultado principal de proporcionar al consumidor productos de calidad y seguros para su consumo, medida necesaria para que la compañía pueda seguir con su crecimiento y con el cumplimiento de su visión.

A partir de Decreto 3075 de 1997 emitido por el Ministerio de Salud y Protección Social dictan la legislación para los alimentos, los procesos de fabricación, procesamiento, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización estará bajo la normatividad de las BPM en el título II, para el control de calidad en todas las áreas nombradas anteriormente, se relaciona en el artículo 22, en el procedimiento para minimizar los riesgos en alimentos en mal estado que ponga en riesgo la salud del consumidor, sumando al proceso de calidad la norma dicta que todo alimento en venta al consumidor debe estar bajo el registro sanitario de manera obligatoria expedida en el mismo decreto en el artículo 41.

Para aprovechar los beneficios que ofrece el sistema de gestión de calidad SGC, la norma técnica Colombia NTC 9004 del 2009 suministra ayuda para la aplicación de la gestión de calidad y poder extraer de manera profunda las ayudas y/o beneficio del SGC para que la empresa consiga y mantenga el éxito logrado.

Aunque esta norma no es certificable, si indica que se debe llegar documentación de todo el proceso para reflejar las políticas estratégicas, objetivos, visión, misión y principios, además, tienen en cuenta las tecnologías como fuente importante para la mejora de los procesos dentro de la empresa.

Para regular la calidad del aire comprimido de la cámara de sellado se necesita la NTC ISO 8573 del 2010 esta norma permite clasificar la pureza del aire dividida en 6 categorías según el tipo y la concentración de contaminantes.

Además de la calidad, también se debe tener presente la inocuidad de los productos alimenticios, estos requerimientos están bajo la certificación en la ISO/TS 22002-4 del 2013, la cual establece que las empresas de empaquetado de alimentos deben implementar los prerrequisitos para preparar los controles de calidad e impedir complicaciones en los empaques, esto para que las empresas continúen con la mejora del sistema de gestión.

Teniendo en cuenta lo anterior, la norma ISO 9001 del 2015 ayuda a las empresas a mejorar sus productos para obtener mayor aceptabilidad con sus clientes, por medio de la implementación del sistema de gestión de calidad con ayuda de una guía, además que esta norma es aplicable a cualquier tipo de organización.

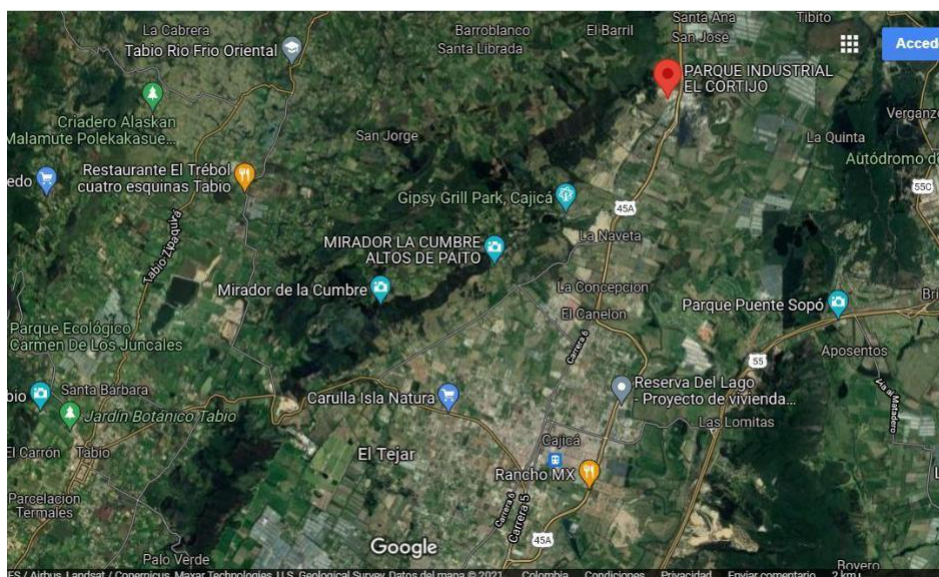
El sistema debe ser debidamente diligencia y documentado, junto con políticas y objetivos tanto de la norma como de la empresa. Sugiere que el proceso sea Entrelazado desde la gerencia hasta los trabajadores, para que haya una mejor comunicación en todo el proceso de calidad.

En el 2018 se actualiza la ISO 22000, los sistemas de gestión alimentaria se fortalecen por el análisis de peligro y control de los puntos críticos HACCP, con este sistema se evalúan las materias primas de calidad y los procesos de producción reduciendo índices de contaminación del producto.

5.4 MARCO GEOGRÁFICO.

La empresa Muui S.A.S es una empresa colombiana, se encuentra situada en el departamento de Cundinamarca, en el municipio de Cajicá, su dirección postal es Km 6 vía Cajicá-Zipacquirá en el departamento de Cundinamarca, parque industrial el cortijo bodega 5. Está constituida como una sociedad por acciones simplificada, la compañía se dedica a la elaboración de productos de panadería como trufas de chocolate, alfajor argentino, brownie, planchas de bizcochuelo, entre otros productos (Muui SAS,sf).

Figura 3. Ubicación Empresa Muui S.A.S



Fuente: Google Maps.

En los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial, con los contratos obtenidos de las empresas de cadena, la producción de Muui S.A.S ha venido implementando mejoras en su proceso de producción, donde estos productos llegan al consumidor con precios bajos y buena calidad, impactando positivamente a la comunidad cercana y brindando empleo a mujeres cabeza de familia, de la totalidad de trabajadores este grupo de mujeres conforman el 85% del personal de la

empresa, ayudando a su crecimiento económico y profesional, además capacita al personal, dándoles nuevos conocimientos y mejorando su desempeño laboral (Muui SAS, sf).

5.5 MARCO HISTÓRICO.

Fundada y consolidada como empresa el 15 de marzo de 2012 en la ciudad de Bogotá, por sus dos gerentes y propietarios Nicolás Roa y Alejandra Paredes, Inicialmente surgió como una idea de emprendimiento en la Universidad de los Andes, posteriormente creció a un nivel local en algunos barrios de la ciudad de Bogotá. Siguiendo a este crecimiento se dará a conocer el tipo de máquinas que utilizaron desde sus inicios hasta la actualizada (Muui SAS, 2021).

➤ Selladora de bolsas plásticas manual.

La empresa contaba con una selladora manual, su producción era muy reducida, sus principales clientes eran amigos y vecinos, además no tenía control técnico de sellado y empaque del producto terminado, solamente la revisión visual, entonces la producción y empaque se realizaba bajo los estándares de calidad basados en las BPM (Muui SAS, 2021).

Continuó con un crecimiento acelerado, logrando aumentar sus ventas por lo cual la demanda de producción subió.

➤ Selladora de bolsas con banda continua industrial horizontal.

Al aumentar sus ventas y clientes, nace como necesidad mejorar algunos procesos, la empresa adquiere maquinaria para transformación de materias primas (batidoras, marmitas, laminadoras), hornos industriales de cocción y una empacadora horizontal. Dando como resultado un aumento en la producción y se crea el departamento de calidad, el cual se encargó del control de BPM (Muui SAS, 2021).

Con esta maquinaria garantizaba un sellado más seguro, presentable y fechaba el empaque, como lo indica la normatividad para este proceso con productos aptos para el consumo alimenticio, pero igual era una máquina manual donde la cantidad de producto empaquetado dependía de la agilidad del operario para acomodar el producto en cada bolsa y pasarla por la selladora.

Con la llegada de la cadena de tiendas D1 y el crecimiento de la empresa Muji S.A.S. logra firmar contrato para abastecer tiendas D1 a nivel nacional con sus productos, aumentando la producción.

➤ Máquina automática de envasado horizontal de alta producción.

Al seguir ganando reconocimiento la empresa en el mercado, los clientes fueron creciendo al igual que la demanda de producto requerido, con esto se vio obligada a adquirir una máquina que cumpliera los requisitos necesarios para los productos que se producían y la cantidad de producto empaquetado con los requerimientos de los clientes, luego al llegar una máquina automática de empaquetado horizontal de alta producción, que utiliza una sola bobina de film para la realización de la envuelta mediante tres soldaduras, dos transversales y una longitudinal. Esta máquina es la que actualmente está realizando el proceso de sellado con una capacidad máxima de 110 empaques por minuto (Muji SAS, 2021).

Actualmente Muji S.A.S. emplea a 86 personas. En los últimos 2 años ha adquirido nuevos clientes líderes en el mercado como lo son lácteos Alpina, Tiendas D1, Tiendas Miniso. Por lo cual tienen la necesidad de tecnificar el control de calidad, dejando registro físico con datos cuantitativos concretos para evaluación y realizar trazabilidad. Dando confiabilidad a sus procesos y entregando productos de excelente calidad a sus clientes (Muji SAS, 2021).

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La metodología relacionada con el siguiente proyecto es tipo mixta al combinar la investigación cualitativa y cuantitativa, la primera se enfoca en los fenómenos a profundidad para la construcción y el funcionamiento de una cámara de vacío. La segunda por ser descriptiva, miden dichos fenómenos, se analizan costos y se determinan variables cuantitativas dependiendo de los recursos y el tiempo (Taherdoost, Hamed, 2021).

Hablar de un enfoque cualitativo permite identificar los procesos y actividades ejecutadas por cada área, además de poder observar sus resultados en tiempo real, a medida que se recolecta la información se va estableciendo parámetros de mejora.

Figura 4. Método Cualitativo



Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de la metodología es asegurar el correcto desarrollo del proyecto, garantizando que el mismo esté listo, a conformidad con lo propuesto y en las fechas propuestas, para lo cual se hace el desarrollo funcional y detallado.

6.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación tiene por finalidad la fabricación de una cámara de vacío y se considera un estudio de carácter cuasi-experimental, al tener por objetivo detectar fugas en los empaques de los productos elaborados por la empresa Muui S.A.S. la estrategia es tener variables físicas controlables para poder evidenciar la hermeticidad, observar y localizar las fugas en empaques de una manera inmediata. El método experimental buscara el desarrollo completo de la máquina, desde el diseño básico, el diseño de ingeniería de detalle hasta llegar a la fabricación (Taherdoost, Hamed, 2021).

6.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.

La metodología y el análisis se realizan mediante unas fases, permitiendo el paso a paso para lograr el objetivo general de este proyecto y con la información necesaria. En este sentido las fases que guiaron el proceso son:

6.3.1 Fase 1. Caracterizar el estado actual del sellado y la hermeticidad del Empaque en los productos de la empresa Muui S.A.S.

Con el fin de contar con la información necesaria para los requerimientos de la cámara de vacío, se analizó un estudio realizado en Bogotá el 3 de noviembre del Año 2020 por la empresa Monplast, este llevo a prueba y ensayo los 3 tipos de empaque de la empresa Muui S.A.S a procesos de calidad, hermeticidad, resistencia mecánica y temperatura de selle, este estudio se encuentra en el Anexo 1, además se observaron de forma general las cámaras de vacío que existen en el mercado, con el propósito de tener una visión de las características principales para el diseño de la cámara de vacío. Teniendo esta información y su respectivo análisis se logró establecer la lista de actividades para el desarrollo.

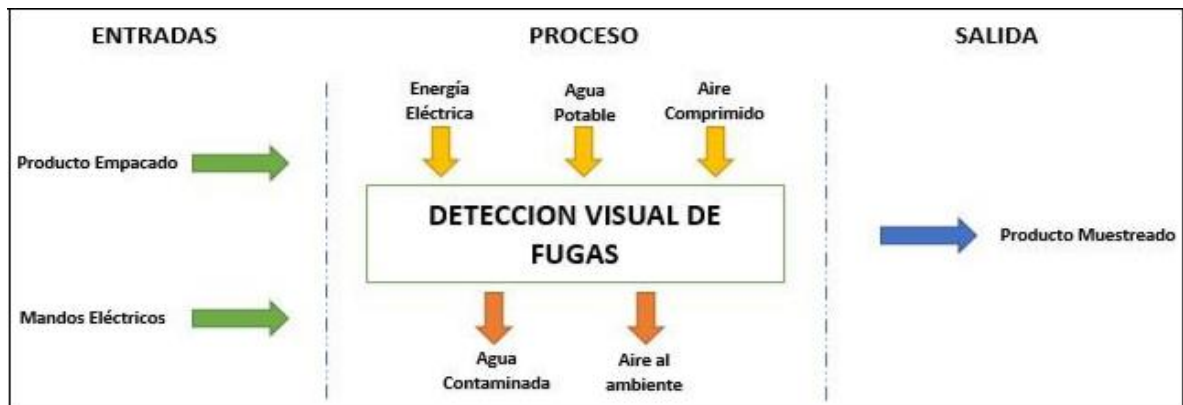
6.3.2 Fase 2. Diseñar una cámara de vacío que cumplan con la necesidad de Detectar fugas en los empaques de Muji S.A.S.

A partir de la información obtenida en el análisis nombrado anteriormente, se elaboró el diseño de la cámara de vacío que constó de:

- Diseño funcional.

Se presenta de manera general en el diagrama de proceso el cual se observa en la figura 5.

Figura 5. Diagrama de entradas y salidas máquina para detección de fugas.



Fuente: Elaboración propia.

En el anterior diagrama se hace referencia al bosquejo general del sistema planteado, el cual a su vez se descompone en varios subsistemas, se encuentra desarrollado en su totalidad en el capítulo de diseño funcional.

- Diseño detallado.

El diseño detallado se muestra a partir de la figura 6, como se secciona el desarrollo del proyecto en 5 etapas principales, las cuales a su vez derivan ítems específicos que deben ser desarrollados secuencialmente, dando cumplimiento de las pautas en el diseño y construcción de una máquina.

Figura 6. Cinco pasos del diseño y construcción de una máquina.



Fuente: Elaboración propia.

➤ Selección de componentes.

La selección de componentes se basó en el diseño detallado del proyecto. De acuerdo con las necesidades de cada subsistema y la caracterización de cada elemento, engranando cada subsistema para lograr un equipo enteramente funcional y de alta calidad.

6.3.3 Fase 3. Analizar la funcionalidad de la cámara de vacío por medio de pruebas de hermeticidad realizada a los productos empacados de Muui S.A.S.

Para analizar la funcionalidad de la cámara de vacío, se realiza pruebas de hermeticidad a los empaques de la empresa Muui S.A.S por medio de la inspección visual que es la manera como se opera este de tipo de cámara.

Teniendo en cuenta que la cámara de vacío fue elaboración propia, las pruebas a los empaques de la empresa Muji S.A.S. estuvieron a cargo de los autores del proyecto y bajo supervisión del jefe de calidad de dicha empresa, por lo tanto, se obtuvieron resultados que posteriormente fueron analizados.

7. RESULTADOS DE PRUEBAS

7.1 CARACTERIZAR EL ESTADO ACTUAL DEL SELLADO Y LA HERMETICIDAD DEL EMPAQUE EN LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA MUII S.A.S.

7.1.1 Análisis de estudio de prueba y ensayo a los empaques de Muui S.A.S.

Con el propósito de encontrar información sobre la calidad del sellado en los productos de Muui S.A.S, se realizó una serie de pruebas a los empaques y al momento de hacer dichas pruebas se logró evidenciar las fugas en los empaques. Como se mencionó anteriormente, para el mes de noviembre del 2020 Monplast S.A.S. facilitó el laboratorio de calidad y el encargado realizó el acompañamiento, para realizar pruebas de resistencia mecánica, sellado y fugas a empaque trufus, Muui, alpina finesse, donde se hicieron las diversas pruebas en la empresa Monplast S.A.S., empresa líder en proveer material de empaque a grandes fabricantes de productos alimenticios, ubicada en la ciudad de Funza, en el parque industrial Celta Trade Park- Bodega 72. Autopista Bogotá / Medellín- Km 7.1 Costado sur.

La empresa Muui SAS, con la finalidad de realizar control de calidad interno a sus productos empacados y enviados a cadena de distribución nacional, tomó la decisión e iniciativa de realizar un muestreo al azar para hacer pruebas de sellado y hermeticidad en los productos. Con el fin de encontrar fugas en el sellado horizontal y vertical de los empaques ver figura 8.

En compañía del jefe de calidad de Monplast SAS, se recibe capacitación y acompañamiento, para el uso del equipo de ensayo verificando la hermeticidad de Los empaques y fugas en los mismos, la cámara de vacío utilizada para las pruebas fue Proysolin ver Figura 7, modelo CV PYSI.

Figura 7. Cámara de vacío Proysolin.



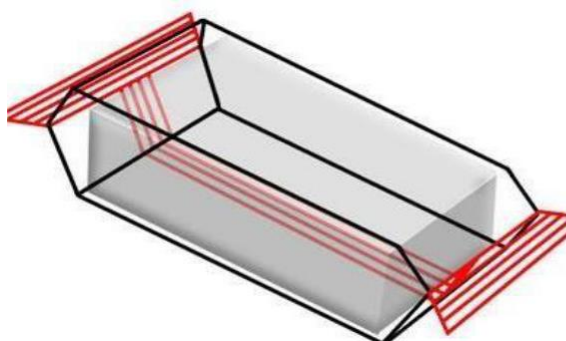
Fuente: Elaboración propia.

Ejecución de Pruebas.

- Selección de muestra (empaque) revisar en la cámara de vacío.
- Garantizar que la cámara de vacío esté conectada a suministro de energía eléctrica, 120 VAC.
- Garantizar que la cámara de vacío tenga suministro de aire comprimido a alta presión, y en regulador de presión, ajustar una presión de trabajo de 6 Bar.
- Garantizar que la cámara de vacío este llena de agua limpia y potable a un 90%, garantizando que los empaques sometidos a prueba van a quedar inmersos.
- Ingresar empaque seleccionado para prueba de fugas, en la cámara de vacío como se muestra en la figura 9, garantizando que quede inmerso en el agua en su totalidad.
- Cerrar la tapa de la cámara de vacío, asegurar las abrazaderas de presión, garantizando un selle hermético en la cámara de vacío.

- Garantizar que el selector de alivio de presión este desactivado (Off). Validando que la válvula de alivio de presión de la cámara de vacío este cerrado.
- Activar el selector de generación de vacío en el tablero de mandos (On).
- Validar que la presión indicada en el vacuómetro de la parte superior sea de ± 400 mmhg y este estable.
- Realizar inspección visual de posibles fugas en el empaque, en el selle transversal como horizontal, una vez que el vacío se genera el empaque se infla y en caso de presentar fugas se reflejara un burbujeo saliendo del empaque sometido a prueba.
- Pasados 30 segundos de testeo del empaque sometido a vacío, se debe desactivar el selector de generación de vacío (Off) y posteriormente activar el selector de activación de la válvula de alivio de presión de la cámara de vacío (On), evidenciando que la presión de la cámara descienda hasta 0 mmhg.
- Abrir cámara de vacío, soltando las abrazaderas de presión, retirar el empaque sometido a pruebas.
- Registrar resultados obtenidos de la prueba.
- Repetir el procedimiento 15 veces por cada referencia seleccionada para prueba de hermeticidad y presencia de fugas.

Figura 8. Selle transversal y horizontal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Empaque sometido al vacío



Fuente: Elaboración propia.

7.2 PRUEBAS REALIZADAS A LOS EMPAQUES.

Las siguientes tablas y figuras son los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio de calidad de Monplast S.A.S

Tabla 1. Resultados Empaque Trufas Truffus 80 g.

Número de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga	
	si	no	selle transversal	selle vertical
1		x		
2	x		x	
3		x		
4	x			x
5	x			x
6		x		
7		x		
8	x			x
9		x		
10		x		
11	x			x
12	x			x
13		x		
14		x		
15		x		

Trufas Truffus 80 g



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Resultados empaque Trufas MUII 80 g.

Número de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		
	si	no	selle transversal	selle vertical	
1	x			X	Empaque Trufas MUII 80 g 
2	x			X	
3		x			
4	x			X	
5		x			
6	x			X	
7		x			
8	x			X	
9		x			
10		x			
11	x			X	
12	x		x		
13		x			
14		x			
15		x			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Resultados empaque Alfajor 70gr.

Numero de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		Empaque
	si	no	selle transversal	selle vertical	
1		x			Alfajor Blanco 70gr 
2		x			
3		x			
4	x			X	
5		x			
6	x			X	
7		x			
8	x			X	
9		x			
10		x			
11		x			
12		x			
13		x			
14	x		x		
15		x			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Resultados empaque Alfajor Chocolate 70 gr.

Numero de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		Empaque Alfajor Chocolate 70 gr
	si	no	selle transversal	selle vertical	
1	x			x	
2	x			x	
3		x			
4		x			
5		x			
6		x			
7		x			
8	x			x	
9		x			
10		x			
11	x			x	
12	x		x		
13		x			
14		x			
15		x			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Resultados empaque Brownie Alpina Finesse 44 gr.

Numero de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		Empaque Alpina Finesse Brownie
	si	no	selle transversal	selle vertical	
1	x			x	
2	x			x	
3		x			
4	x			x	
5		x			
6	x			x	
7		x			
8	x			x	
9		x			
10		x			
11	x			x	
12		x			
13		x			
14		x			
15		x			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Resultados Empaque Mini Brownies 60 gr

Número de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		Empaque Mini Brownies 60 gr
	si	no	selle transversal	selle vertical	
1		x			
2	x			x	
3		x			
4		x			
5	x			x	
6		x			
7		x			
8		x			
9		x			
10		x			
11		x			
12	x			x	
13		x			
14		x			
15		x			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Resultados empaque mis carnes parrilla.

Número de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		Empaque mis carnes parrilla
	si	No	selle transversal	selle vertical	
1	x			x	
2	x			x	
3		X			
4	x			x	
5	x			x	
6	x			x	
7		X			
8	x			x	
9		X			
10		X			
11	x			x	
12	x			x	
13		x			
14		x			
15		x			

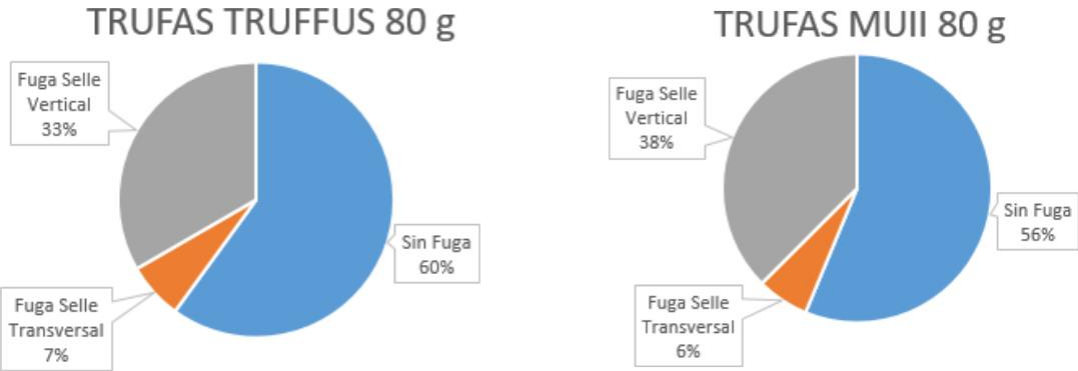
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Resultados empaque trufas de brownie Golosito 40 gr.

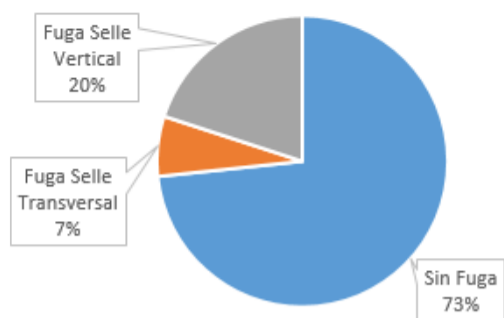
Número de muestra	Presenta fugas		Lugar de la fuga		Empaque trufas de brownie golosito 40 gr
	si	no	selle transversal	selle vertical	
1	X			X	
2	X			X	
3	X			X	
4		X			
5	X			X	
6		X			
7		X			
8	X			X	
9		X			
10		X			
11	X			X	
12	X		X		
13		X			
14		X			
15		X			

Fuente: Elaboración propia.

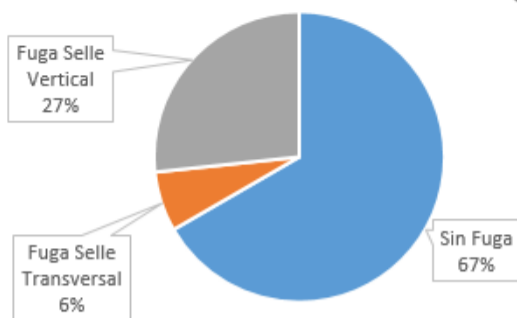
Figura 10. Resultados prueba de fugas en cada empaque.



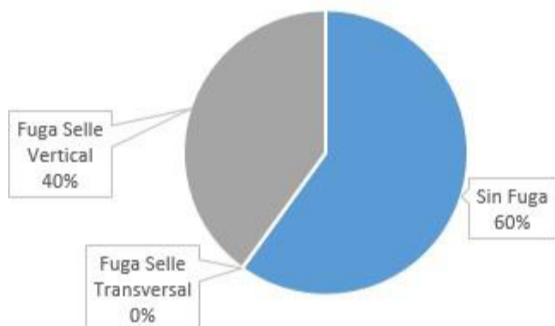
ALFAJOR BLANCO 70 g



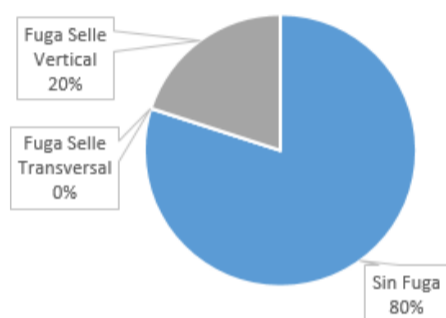
ALFAJOR CHOCOLATE 70 g



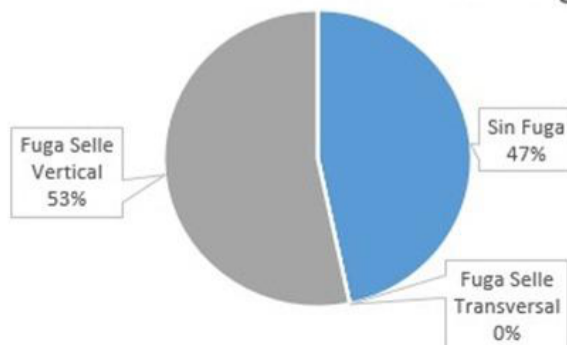
BROWNIE ALPINA FINESSE 44 g



MINI BROWNIES 60 g



TRUFAS MISS CARNES 40 g



Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizadas las pruebas de calidad a los productos de Muji S.A.S. Se obtuvo como resultado que la mayoría de fugas se presentaron en los empaques de selle vertical, principalmente los productos brownie alpina finesse, mini brownies y trufas miss carnes. En cambio, las fugas presentadas en el selle transversal esta entre el 6 y 7%.

,

8. DISEÑO

8.1 DISEÑAR UNA CÁMARA DE VACÍO QUE CUMPLAN CON LA NECESIDAD DE DETECTAR FUGAS EN LOS EMPAQUES DE MUII S.A.S.

Después de ejecutar las pruebas antes mostradas a diferentes referencias de productos fabricados por la compañía Muui S.A.S. En un laboratorio externo antes mencionado, el cual cuenta con los equipos y personal calificado para detectar fallas en los empaques. Se procedió a generar la propuesta inicial del diseño y desarrollo de la cámara de vacío, basados en las necesidades del patrocinador del proyecto y guiados por la estructura física de la cámara de vacío vista y probada en la empresa Monplast S.A.S. Se generó unos pasos para el desarrollo del equipo el cual está estructurado de la siguiente manera:

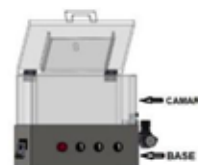
- Sistema para generación de vacío.
- Cámara de vacío.
- Circuito para generación de vacío.
- Circuito control.
- Estructura de la maquina en general.
- Ensamble general.

Los parámetros antes mencionados se generaron a partir de los conocimientos obtenidos en la facultad de ingeniería ajustados a las necesidades y presupuesto del patrocinador. Apoyados en simulación y diseño 3D del montaje electro Neumático, tanto como del montaje mecánico, llegando a un ensamble compacto, moderno y funcional.

La matriz de decisión tendrá un rango de 1 a 3, descritas de la siguiente manera:

Tabla 9. Evaluación de la matriz de decisión.

Escala de evaluación	
Criterio	Valor
No aplica	1
Regular	2
Aplica	3



Fuente: Autores.

La Siguiete matriz de decisión presenta componentes de diseño de una cámara de vacío para la detección visual de fugas en los productos para la empresa Muui S.A.S.

Esta matriz de decisión se realiza como herramienta para evaluar los componentes de la cámara de vacío y escoger entre las diferentes alternativas la opción más adecuada para el cumplimiento de las necesidades del cliente.

Tabla 10. Matriz de Decisión.

Componente del Equipo	Material	Precio Acorde al Presupuesto	Material Apto al Contacto con Alimentos	Material Fácil de Conseguir	Visibilidad (Camara)	Durabilidad	Capacidad Requerimiento cliente	total
CAMARA	Cámara de acrílico de 20 mm	3	3	2	3	3	3	17
	Cámara de acrílico de 15 mm	3	3	2	3	2	3	16
	Cámara de vidrio de 20 mm	2	2	3	3	2	3	15
	Cámara de vidrio de 15 mm	3	2	3	3	2	3	16
	Racor recto rosca g1/4" abertura 8 MM Pc802	3	3	3		3	3	15
	Racor recto rosca g1/4" abertura 10 mm Pc802	3	3	3		3	2	14
BASE	Estructura cámara de vacío en perfil L de 3/4" Acero Inoxidable	3	3	3		3	3	15
	Estructura cámara de vacío en perfil L de 3/4" Aluminio	1	3	3		3	3	13
	Lamina de acero 25*35 cm calibre	3	3	3		2	3	14
	Lamina de aluminio calibre #18	1	3	3		3	3	13
COMPONENTES NEUMATICOS	Regulador de filtro de aire comprimido Bfc3000	1	3	3		3	3	13
	Generador de vacío SCV15 SNS	3	3	2		3	3	14
	Generador de vacío SCV20 SNS	2	3	2		3	3	13
CALIFICACIÓN: 1: NO CUMPLE EL REQUERIMIENTO 2: CUMPLE EL REQUERIMIENTO NO A CABALIDAD 3: CUMPLE EL REQUERIMIENTO								

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta las recomendaciones del cliente se tuvieron en cuenta aspectos de evaluación que brindaron satisfacer el objetivo principal del proyecto, con los materiales que conformen el equipo. Aspectos clave como: la capacidad requerida de la máquina, el presupuesto disponible, facilidad de conseguir los materiales en el comercio local, obteniendo como resultado los componentes principales con mayor puntaje en la matriz de decisión.

8.2 SISTEMA PARA GENERACIÓN DE VACÍO.

El vacío es el estado de un gas sometido a una presión menor a la atmosférica, se observó este fenómeno en equipos de laboratorio, tanques de proceso cerrado, procesos de picking y envasado. Para la generación de vacío a nivel industrial existen 2 métodos principales los cuales son:

➤ Bombas de vacío:

Una bomba de vacío es un dispositivo eléctrico que se encarga de extraer aire de la atmosfera o gases de un tanque o de una línea de proceso, para crear un vacío parcial o completo en el sistema. El aire es aspirado por una disminución gradual de la presión en el espacio confinado. Las moléculas gaseosas aspiradas son evacuadas al aire ambiente o a otro depósito.

Se utilizan en diversos sectores industriales, en laboratorios, aire acondicionado, circuitos de refrigeración, industria médica, el envasado de alimentos y la industria química.

- Bombas de vacío de paletas.
- Bombas de vacío de membrana.
- Bombas de vacío de anillo líquido.
- Bombas de vacío scroll.
- Bombas de vacío turbo moleculares.

La bomba eléctrica de vacío propuesta para el sistema de generación es una bomba de vacío gaby II, con una capacidad de generar 381 mmhg, alimentación a 110 VAC/60 HZ, con control On/Off , con protección magneto térmica en caso de daños, sistema de conexión con racor roscado de ¼ NPT.

➤

➤ **Figura 11. Bombas de Vacío Gaby II.**



Fuente: (Boustens, 2018).

Tabla 11. Especificaciones técnicas bomba de vacío Gaby II

Modelo	Desplazamiento		Vacío Maximo umHg - mbar	Motor			Dimensiones			Peso		Conexiones
	l/min - cfm			HP	R.P.M.		cm - in					
	50 Hz	60 Hz			50 Hz	60 Hz	Ancho	Altura	Largo	Kg	Lbs	
Gaby II 1A	58 - 2.0	71 - 2.5	15 - (0.020)	1/3	1425	1725	11.0 - 4.3	23.0 - 9.1	27.0 - 10.6	7.4	16.4	1/4"MFL - 1/2"ACME
Gaby II 2A	130 - 4.6	155 - 5.5	16 - (0.020)	1/2	1425	1725	12.0 - 4.7	24.0 - 9.4	32.0 - 12.6	9.4	18.7	1/4"MFL - 1/2"ACME
Gaby II 3A	170 - 6.0	212 - 7.5	17 - (0.020)	1/2	1425	1725	14.0 - 5.5	24.0 - 9.4	35.0 - 13.8	14.6	32.2	1/4"MFL - 1/2"ACME

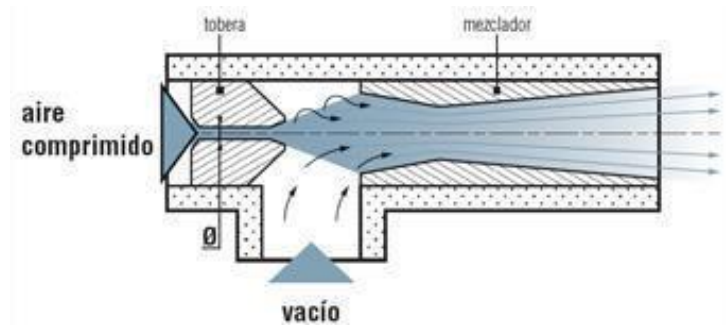
Fuente: (Boustens, 2018)

➤ **Sistemas Venturi.**

El efecto Venturi es un fenómeno que ayuda al sistema electro neumático de la cámara de vacío, para el aprovechamiento del fluido en movimiento (aire) dentro de la cabina en donde se disminuye la presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección de menor área, para llegar a producir grandes diferencias de presión y logra generar un vacío, aprovechable para las pruebas de

inspección visual a las fugas que puedan presentar los empaques de los productos de la empresa Muji S.A.S (Coval, sf).

Figura 12. Generador de vacío Venturi.



Fuente: (Coval, sf).

Figura 13. Generador de vacío modelo VN-10-H-T3-PI4-VI4-RO1.



Fuente: (Festo, sf).

8.3 CÁMARA DE VACÍO.

Debido a que la inspección se realizó de manera visual por un operador, fue necesario que el material de la cámara de vacío sea translúcido, que soporte la presión a la cual se va a someter en cada ensayo, por lo cual se escoge el acrílico como material de fabricación, quien financió el proyecto da indicaciones específicas, el equipo debe tener la capacidad de muestrear 2 empaques a la vez, así mismo que pueda proyectarse a ensayar productos de dimensiones más

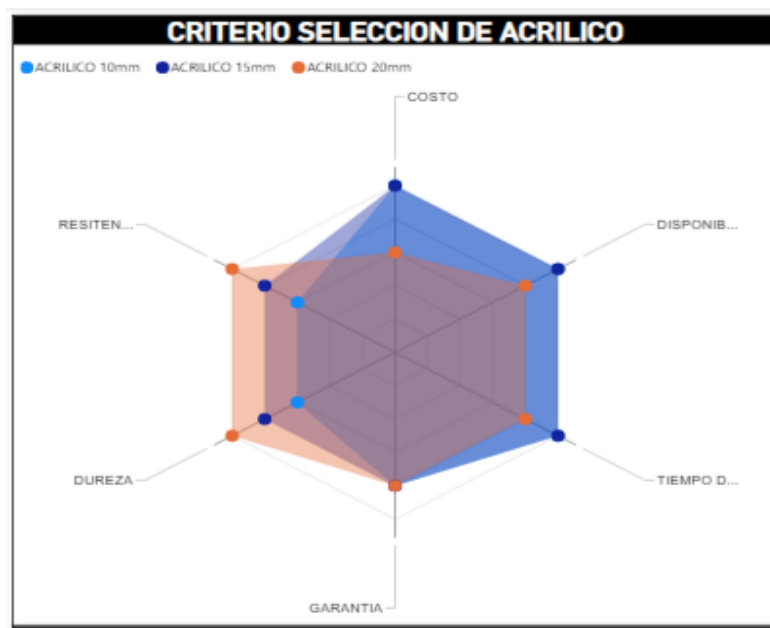
grandes conocidos en el mercado como presentación Doy-Pack o empaque familiar.

Figura 14. Tabla selección de acrílico.

CRITERIO SELECCIÓN DE ACRILICO						
CRITERIO SELECCIÓN DE ACRILICO	ACRILICO	10 mm	ACRILICO	15 mm	ACRILICO	20 mm
COSTO	5	✓	5	✓	3	✗
DISPONIBILIDAD	5	✓	5	✓	4	✗
DUREZA	3	✗	4	✗	5	✓
GARANTIA	4	✗	4	✗	4	✗
RESISTENCIA MECANICA	3	✗	4	✗	5	✓
TIEMPO DE ENTREGA	5	✓	5	✓	4	✗
Total		25		27		25

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Criterio selección de acrílico.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Tabla selección de proveedores.

CRITERIO SELECCIÓN DE PROVEEDORES								
CRITERIO	CRISTACRYL		DIACRILICOS		SURTIACRILICOS		ACRILICOS WEYPA	
COSTO	4	x	5	✓	3	x	3	x
DISPONIBILIDAD	5	✓	5	✓	4	x	4	x
GARANTIA	4	x	4	x	4	x	4	x
MECANIZADO	3	x	4	x	4	x	3	x
TIEMPO DE ENTREGA	4	x	4	x	3	x	3	x
Total	20		22		18		17	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Criterio selección de proveedores.



Fuente: Elaboración propia.

8.4 Circuito para generación de vacío.

Un sistema venturi presenta muchas ventajas frente a un sistema eléctrico para la generación de vacío y como en el presente proyecto se requería manejar un alto caudal, un eyector de vacío es la mejor opción en cuanto a costos, eficiencia y mantenimiento para el desarrollo el circuito de generación de vacío. Para el sistema de generación de vacío se utilizó los siguientes componentes para realizar la respectiva simulación del sistema completo, validando que supla las necesidades requeridas por el equipo de ensayos.

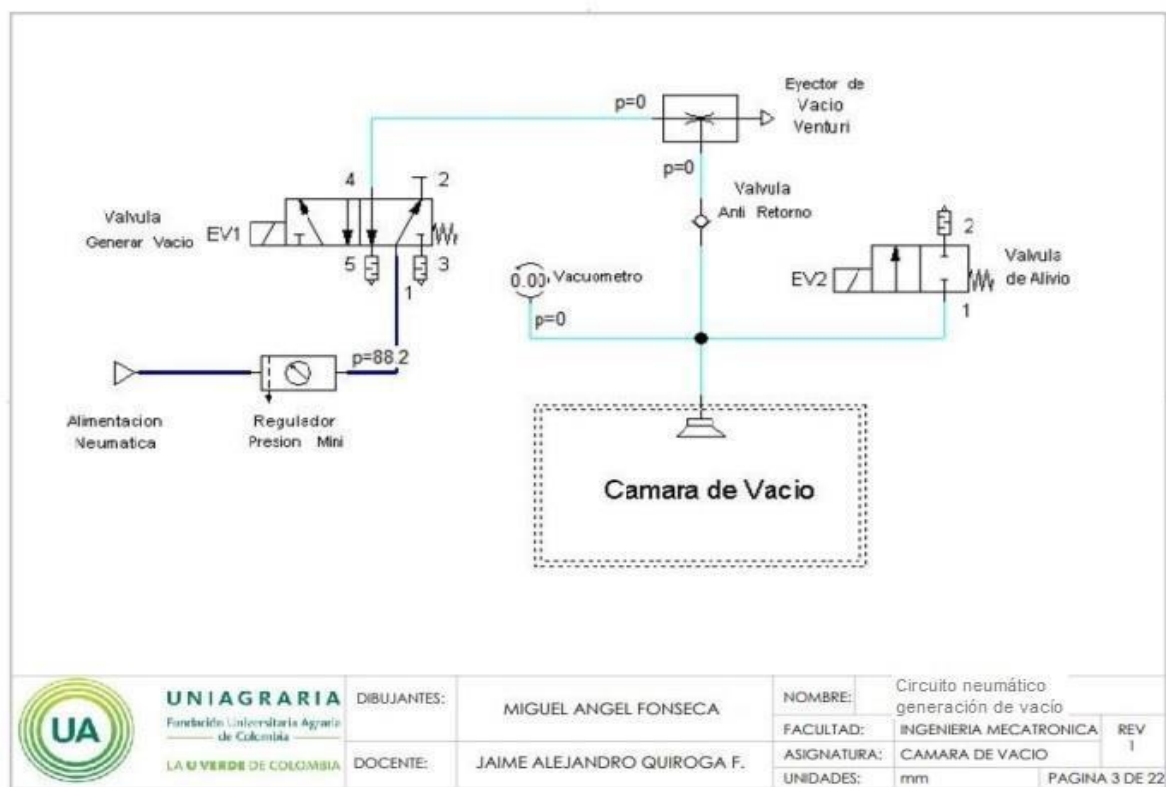
- Regulador de presión.
- Electro válvula 5/2.
- Generador de vacío.
- Vacuometro.
- Válvula anti retorno (Cheque).
- Electro válvula 2/2.

Teniendo como base fundamental del sistema funcional se plantea el siguiente circuito neumático, diseñado en el software FluidSim versión 4.2, para sistema operativo Windows 64 bit.

- Simulación circuito para generación de vacío.

Estando diseñado y probado el circuito para la generación de vacío en el software antes mencionado, se procedió a realizar la respectiva simulación del sistema electro neumático para verificar presiones del sistema y estabilidad del mismo.

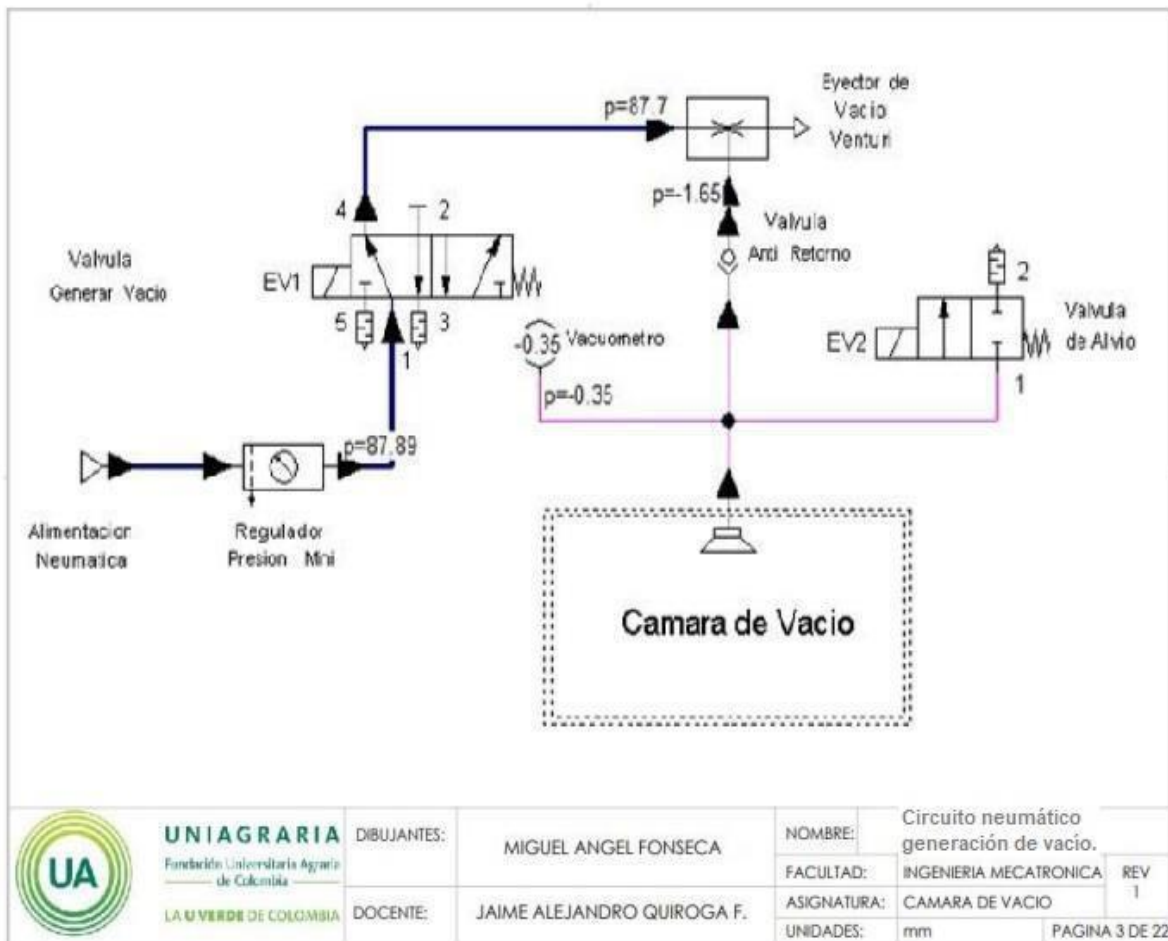
Figura 19. Paso 1 Circuito neumático generación de vacío.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 1: Sistema en estado cero, solo con alimentación neumática con una presión de entrada regulada en 90 PSI y según simulación con una presión de trabajo de 88.2 PSI.

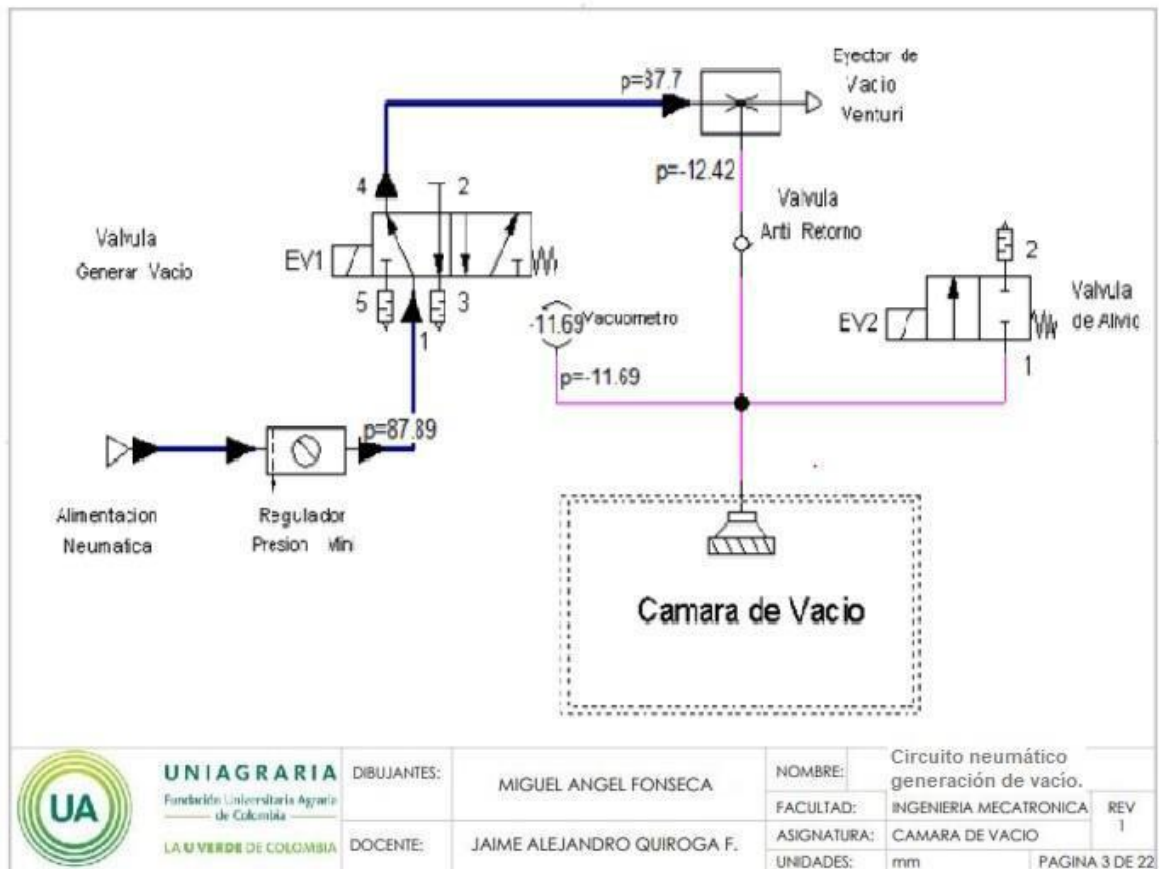
Figura 20. Paso 2 Circuito neumático generación de vacío.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Se activa el solenoide EV1 la cual activa y cambia la posición de la válvula 5/2 con retorno por muelle, dando paso al aire comprimido al eyector de vacío, permitiendo que se genere un vacío en la cámara de acrílico.

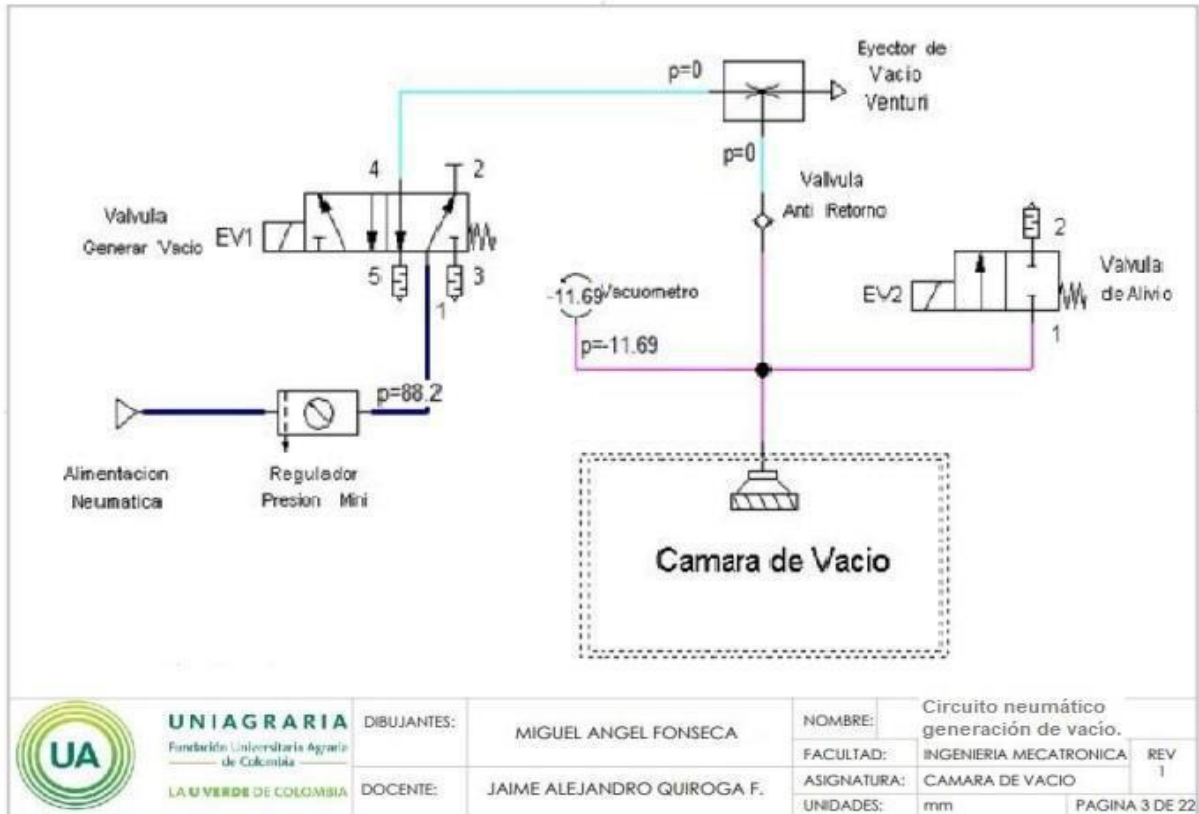
Figura 21. Paso 3 Circuito neumático generación de vacío.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Al llegar a una presión de -11.69 PSI en la cámara de acrílico se procedió a desactivar la EV1, como se observa en la simulación la válvula anti retorno se bloquea, lo cual permitió encapsular el vacío en la cámara, manteniendo la presión de -11.69 que corresponde a -604 mmhg.

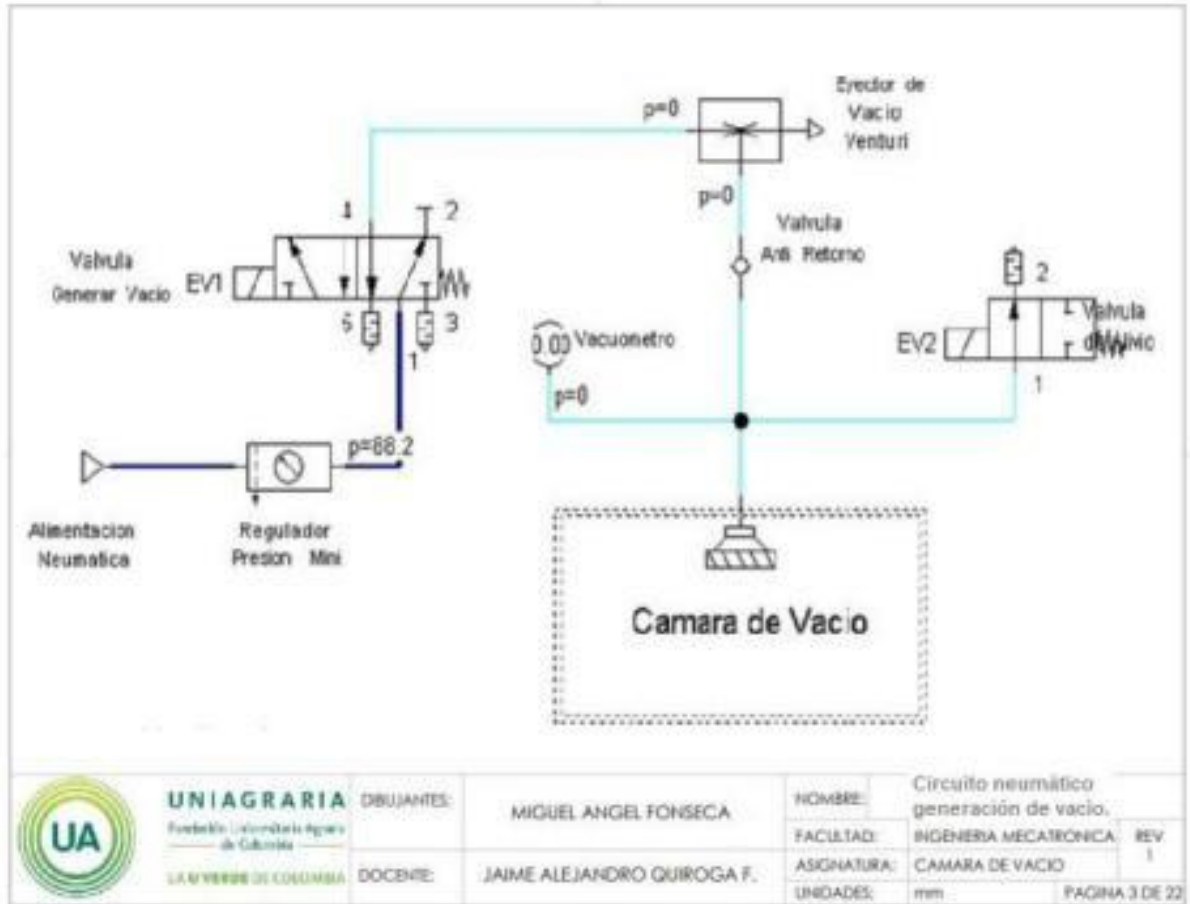
Figura 22. Paso 4 Circuito neumático generación de vacío.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Se activó el solenoide EV2, el cual activa y cambia la posición de la válvula 2/2 con retorno por muelle, permitiendo un alivio del vacío en la cama de acrílico hasta llegar a una presión cero mmhg.

Figura 23. Paso 5 Circuito neumático generación de vacío.

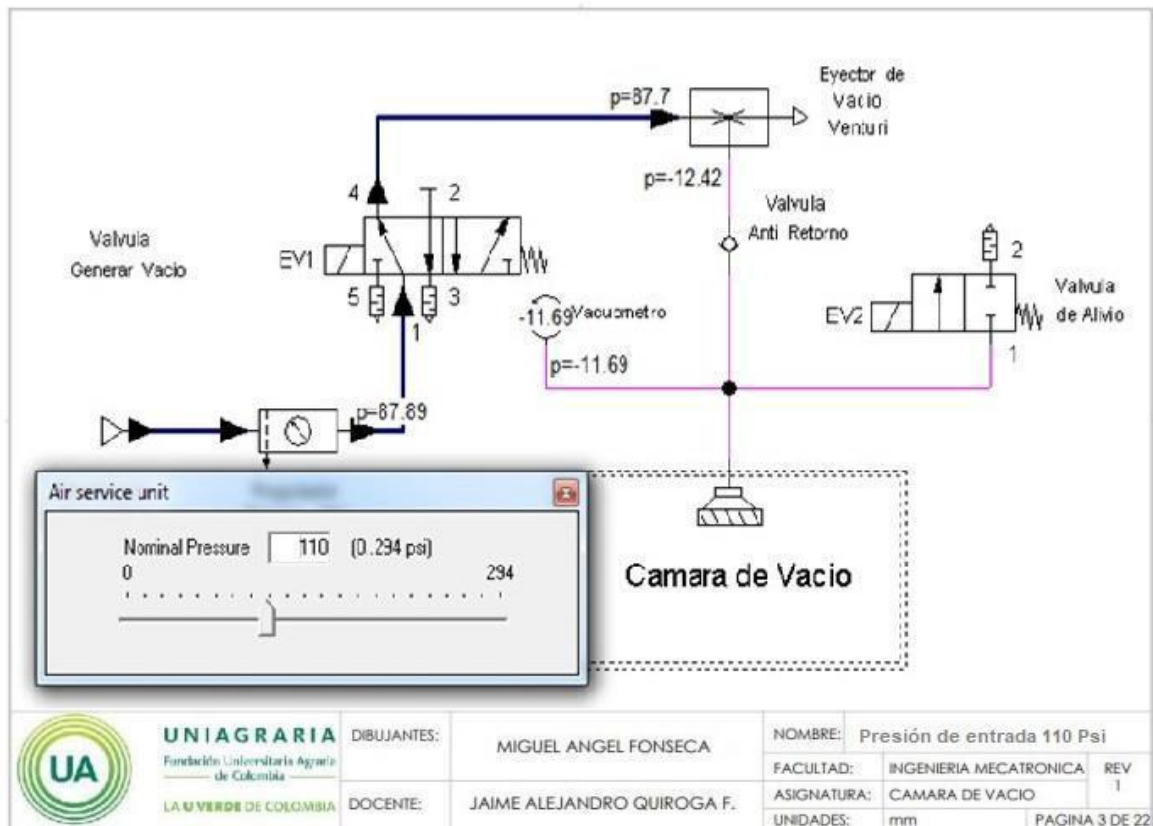


Fuente: Elaboración propia.

Paso 5: Se desactivó el solenoide EV2, para volver a dejar el sistema con estado cero, listo para iniciar una nueva secuencia.

- Simulación de presiones de trabajo.

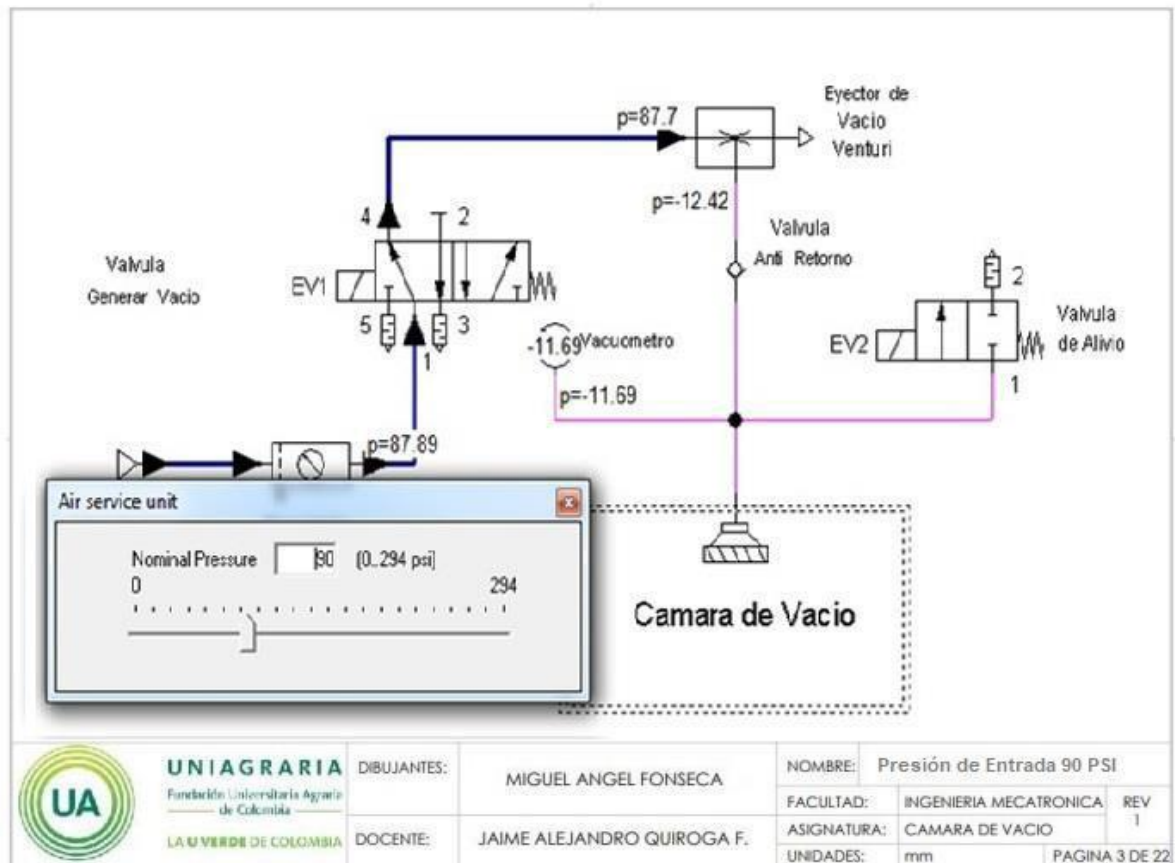
Figura 24. Presión de Entrada 110 PSI.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 1: Cerrar Baker principal (-F) y garantizar que el paro de emergencia (-S1) no este activado.

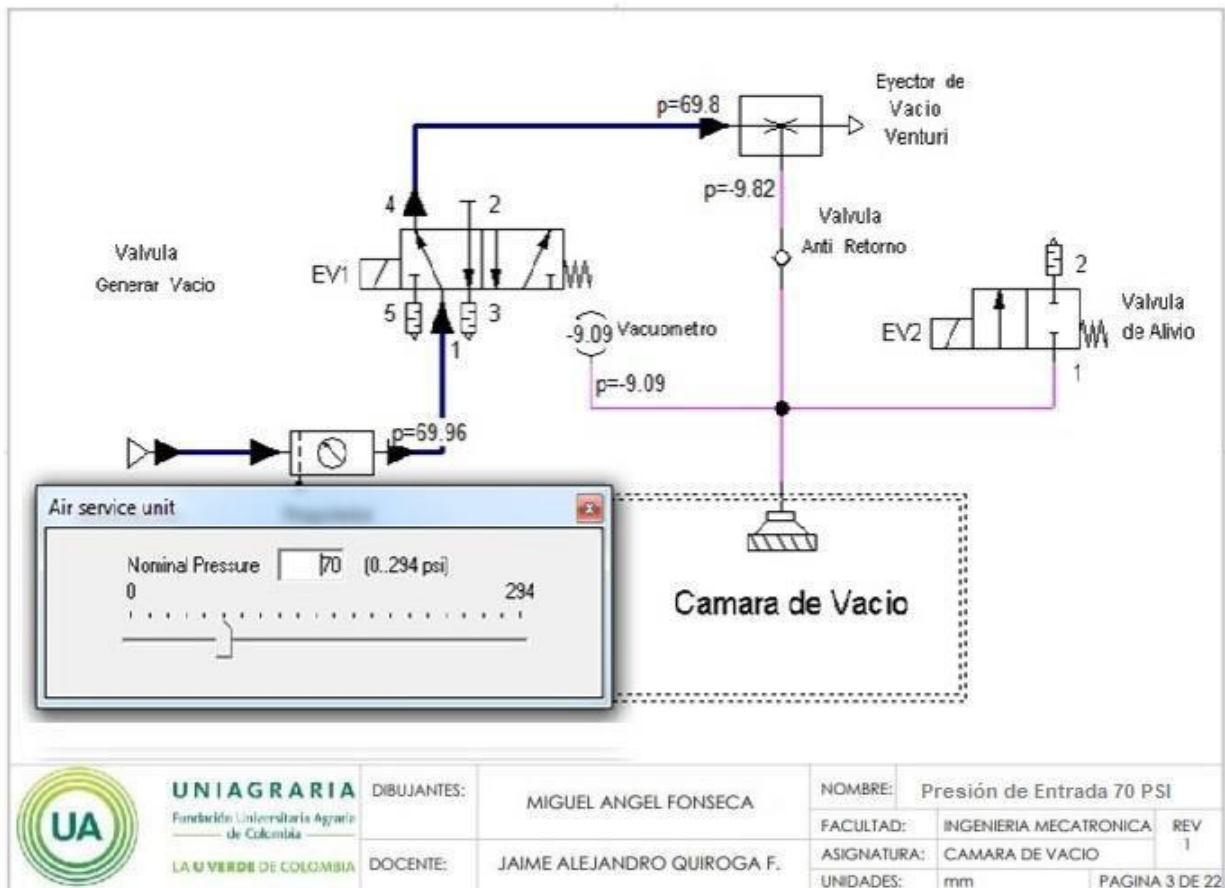
Figura 25. Presión de Entrada 90 PSI.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Se activó el selector de energizar equipo (-S2).

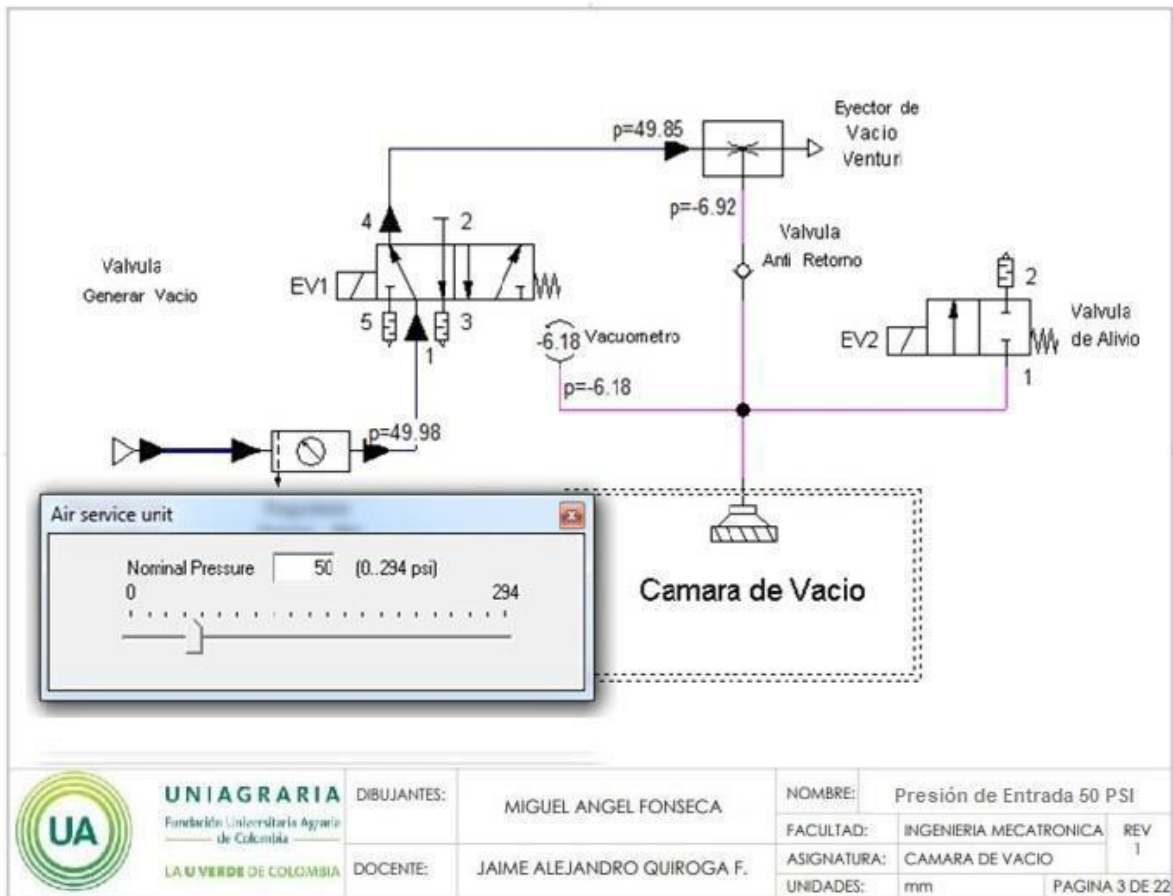
Figura 26. Presión de Entrada 70 PSI.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Se activó el selector de generar vacío (-S3), el cual permite el paso de energiza a través de un contacto N.C. del relé (-K2), evitando que ambas electro válvulas estén activadas a la vez, lo cual no permite generar vacío correctamente. Se activó el relé (-K1) el cual cierra un contacto auxiliar N.O. permitiendo activar el solenoide de la electroválvula (-EV1).

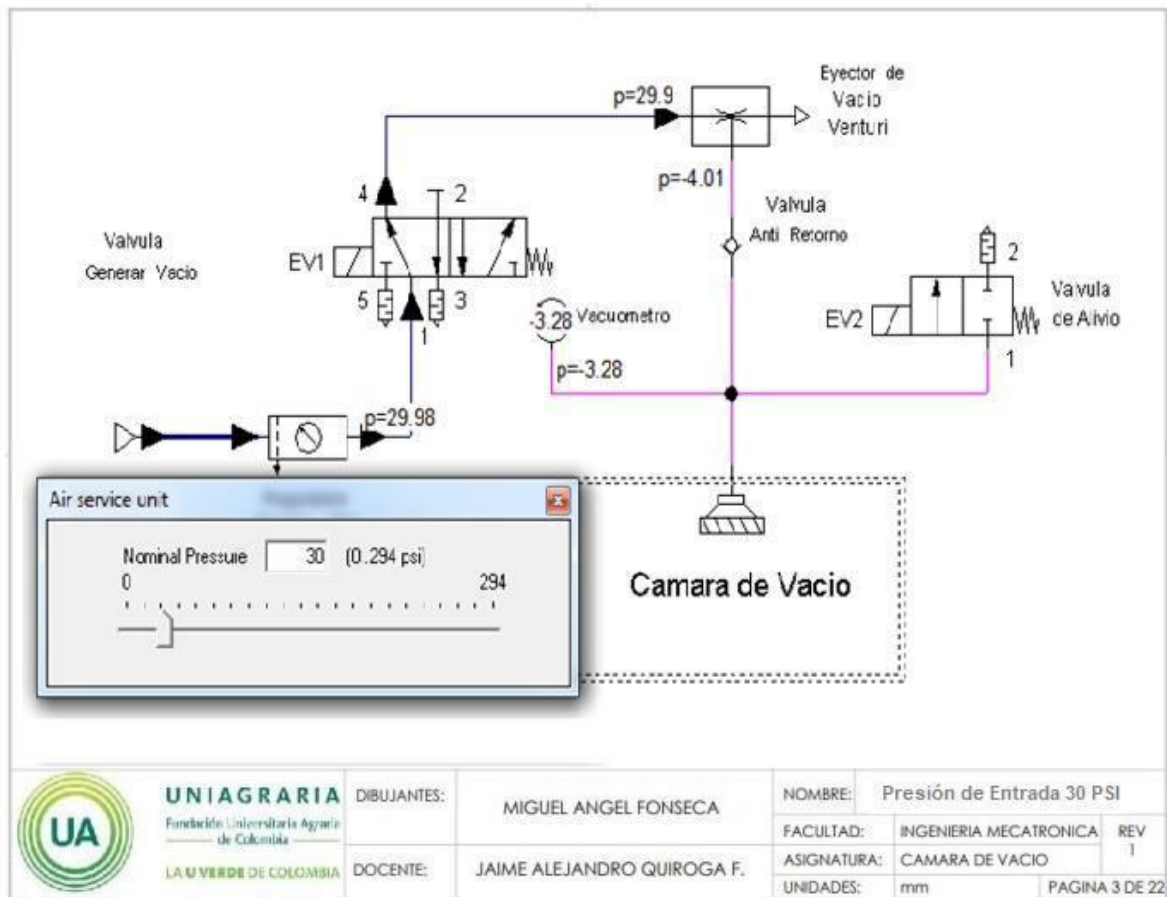
Figura 27. Presión de Entrada 50 PSI.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Se desactivó el selector de generar vacío (-S3), después se activó el selector de aliviar vacío (-S4) el cual permitió el paso de energía a través de un contacto N.C. del relé (-K1), evitando que ambas electro válvulas estén activadas a la vez. Se activó el relé (-K2) el cual cierra un contacto auxiliar N.O. permitiendo activar el solenoide de la electroválvula (-EV2).

Figura 28. Presión de Entrada 30 PSI.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 5: Se desactivó el selector de aliviar vacío (-S4), y el circuito queda en estado cero, para una nueva secuencia.

Tabla 12. Presiones de trabajo cámara de vacío.

Presión de entrada (PSI)	Presión en simulación (PSI)	Presión venturi (PSI)	Presión cámara de vacío (PSI)	Presión cámara devacío (mmhg)
110	87.89	-12.42	-11.69	-604.54
90	87.89	-12.42	-11.69	-604.54
70	69.96	-9.82	-9.09	-470.08
50	49.98	-6.98	-6.18	-319.5
30	29.98	-4.01	-3.28	-169.62

Fuente: Elaboración propia.

Las presiones antes mostradas se dan como base de las condiciones de operación y rango de presión de la misma, los cuales pueden ser modificados ajustando el regulador de presión en la entrada de aire a la máquina, lo anterior con la finalidad de ajustar parámetros de muestreo y ensayo dependiendo la calidad y propiedades mecánicas del empaque que se va a someter a ensayo.

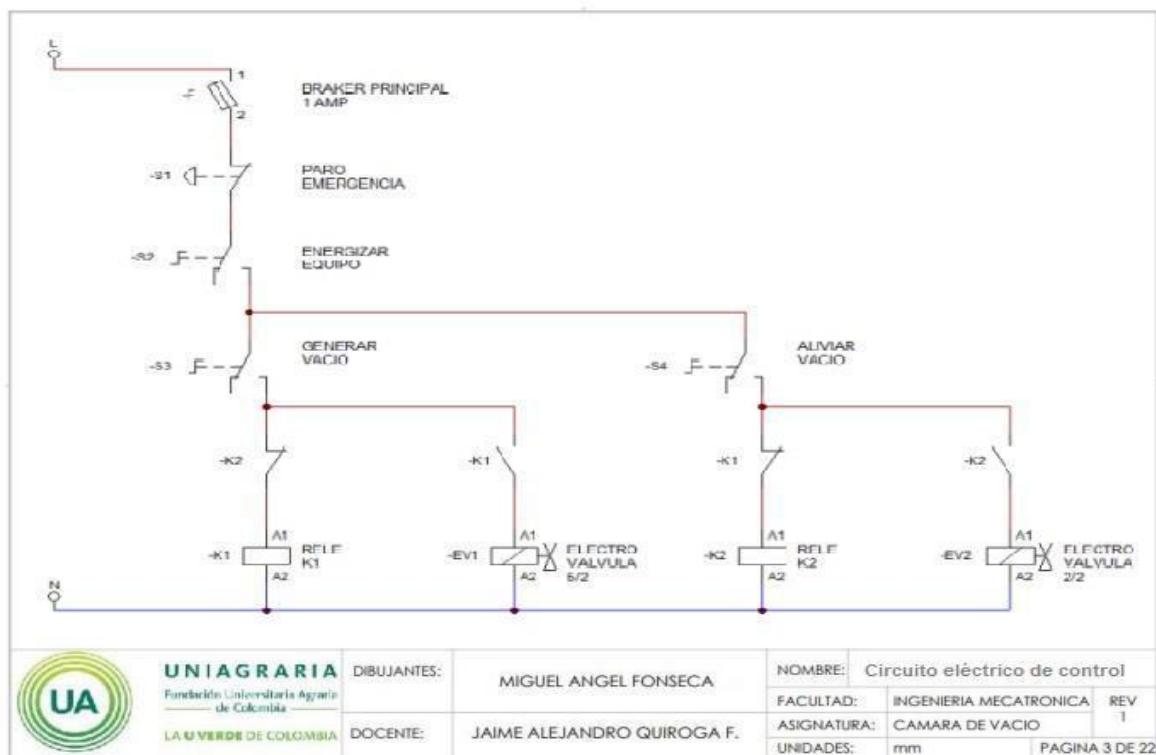
8.5 CIRCUITO DE CONTROL.

Posteriormente de tener un circuito neumático funcional, eficiente y que cumple los requerimientos del equipo, se hizo necesario diseñar un sistema eléctrico seguro, práctico y funcional que esté en la capacidad de activar los elementos electro neumáticos en conjunto con unos mandos de control de acceso al operador del equipo.

8.6 CIRCUITO ELÉCTRICO

El diseño del circuito eléctrico debió cumplir con la necesidad de activar cada una de las electroválvulas del sistema neumático, se implementa un circuito AC, para evitar la implementación de una fuente DC, lo cual implica un sobre costo. El control del equipo fue cableado, de acuerdo a los requerimientos del patrocinador del proyecto, no requiere sistema de control automático de presión en la cámara de vacío, por lo cual el control es netamente manual comandado desde un operador del equipo guiado por las presiones indicadas en el vacuómetro, para lo cual se propusieron los siguientes materiales y se realiza la respectiva simulación para la funcionalidad del circuito.

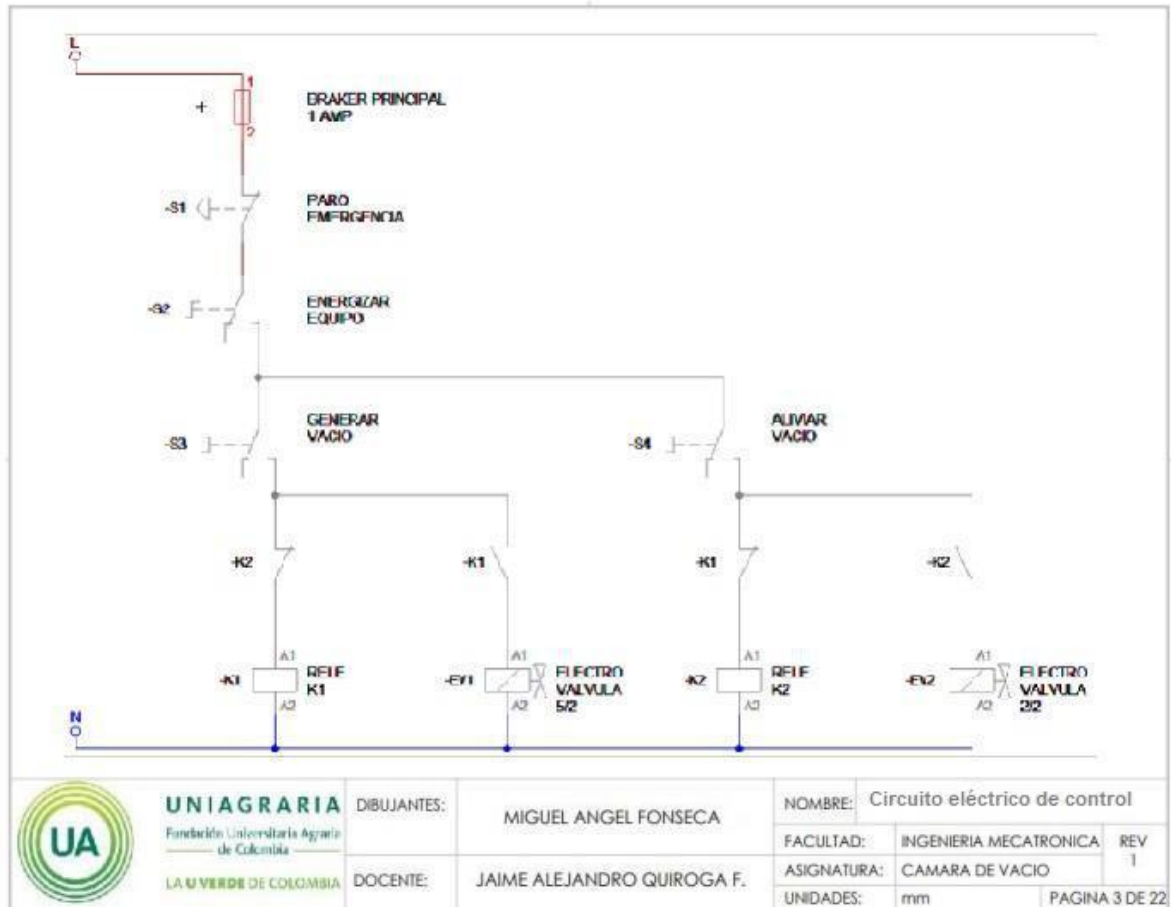
Figura 29. Circuito eléctrico de control.



Fuente: Elaboración propia.

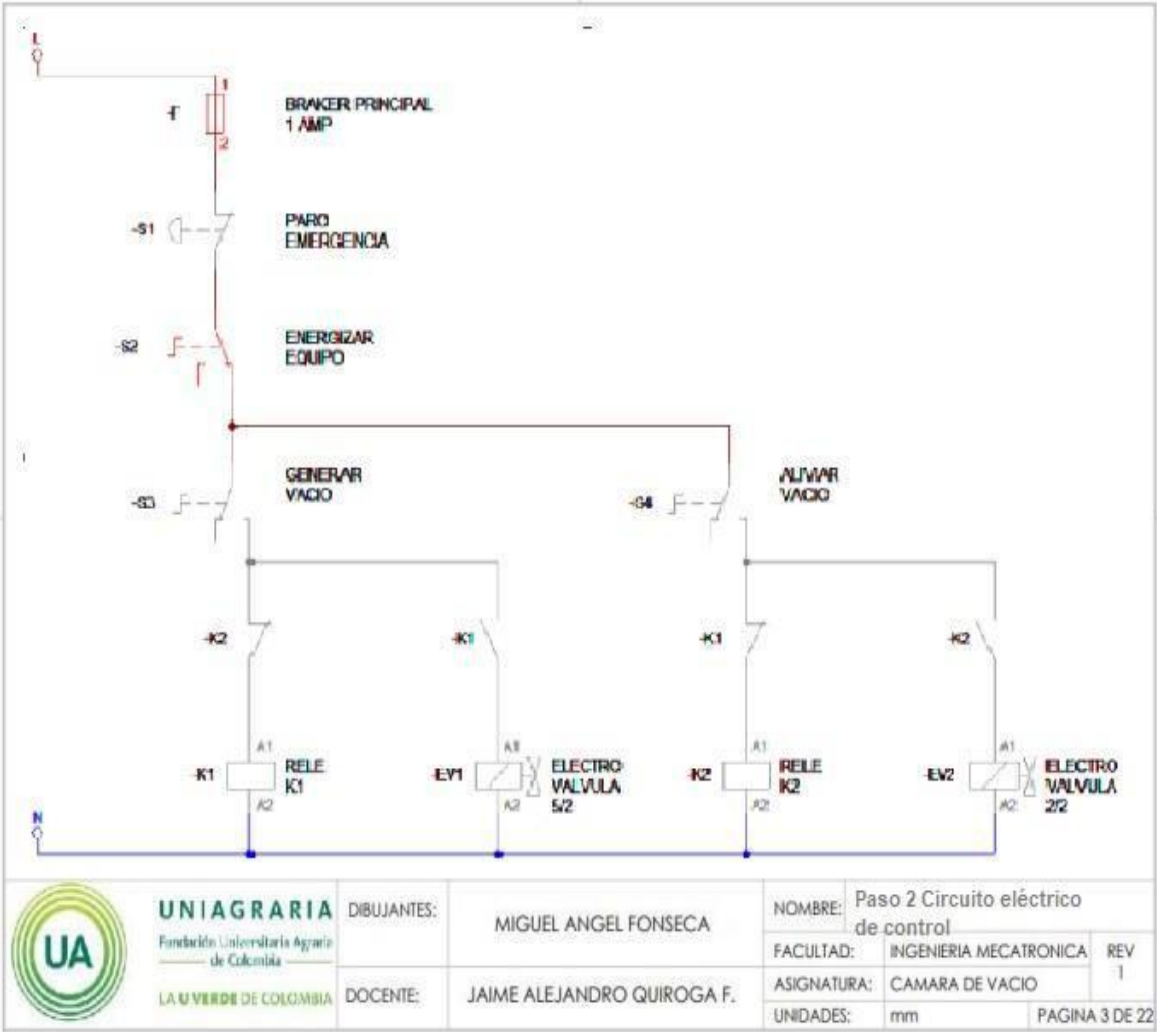
- Simulación circuito de control.

Figura 30. Paso 1 Circuito eléctrico de control.



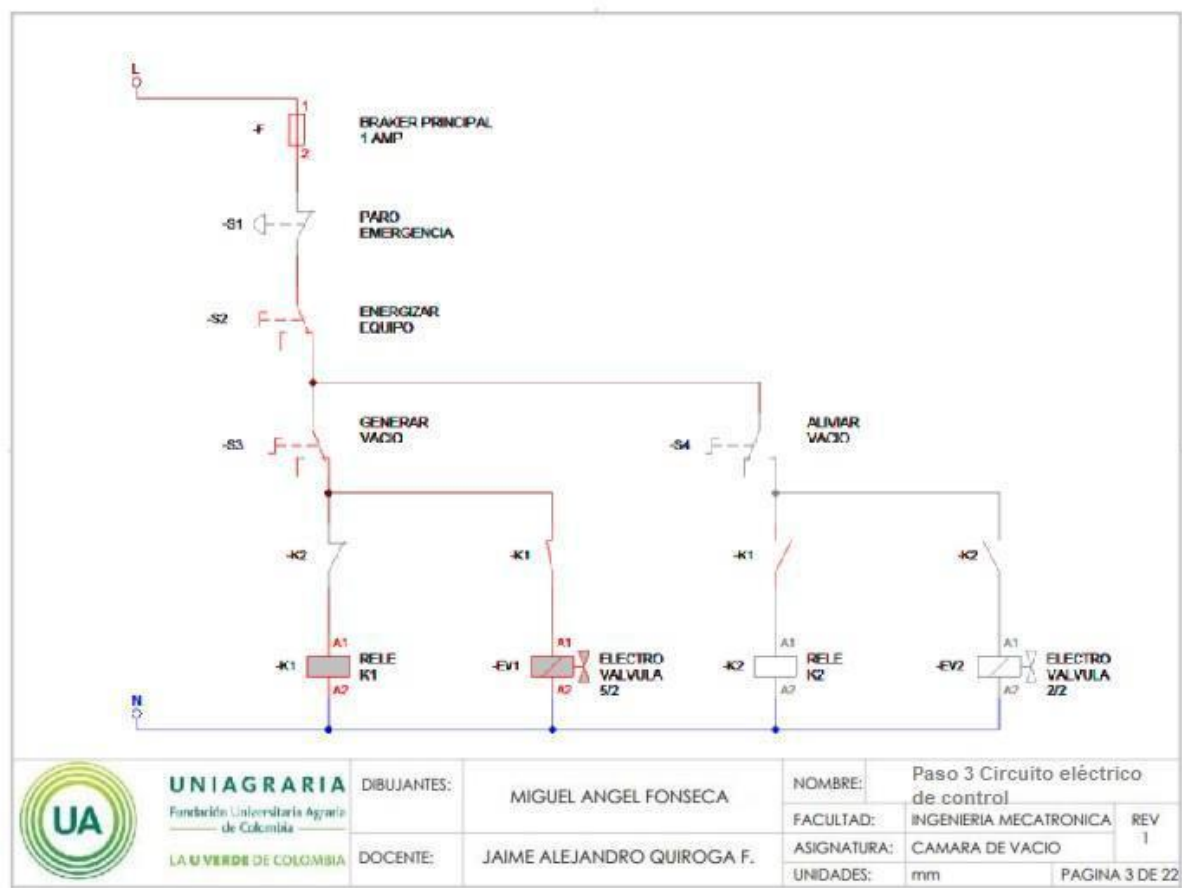
Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Paso 2 Circuito eléctrico de control.



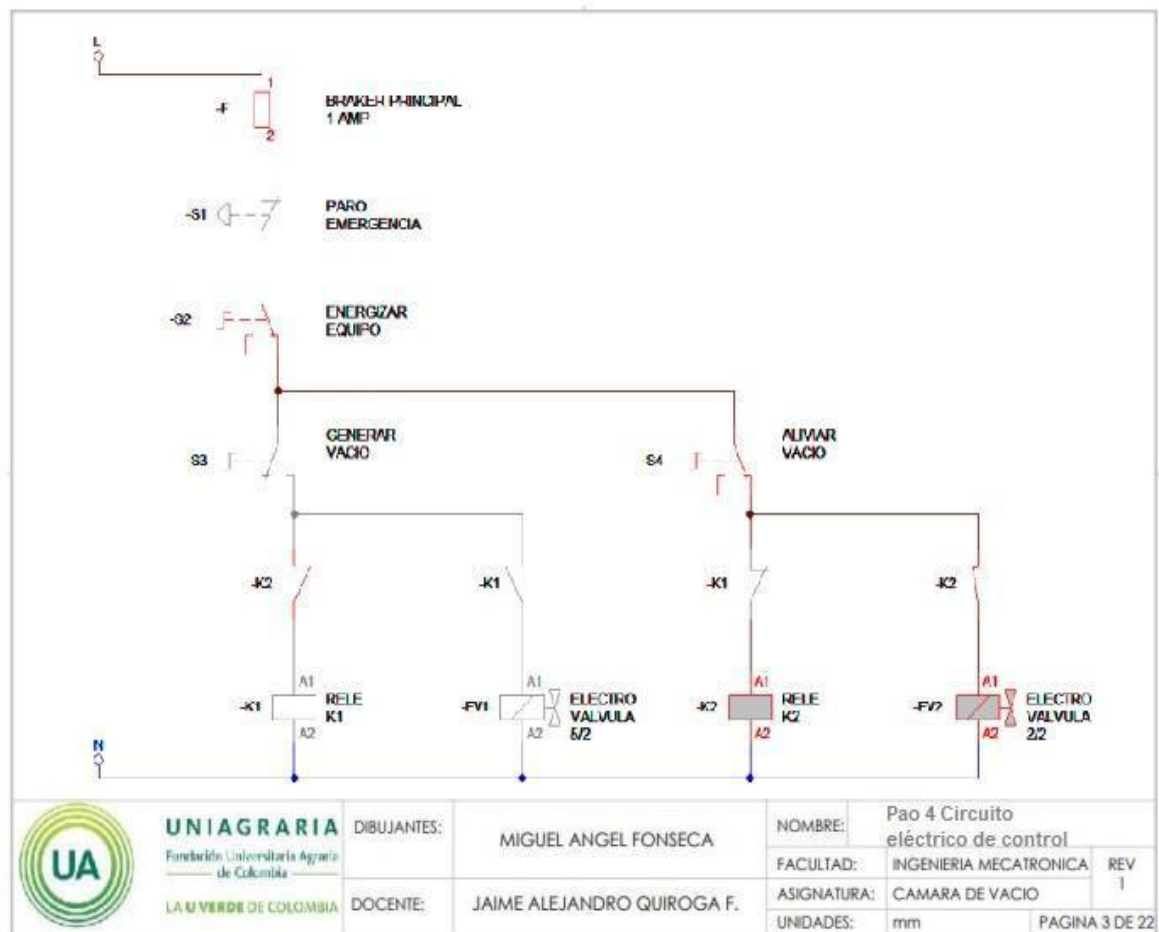
Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Paso 3 Circuito eléctrico de control.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Paso 4 Circuito eléctrico de control.



Fuente: Elaboración propia.

8.7 ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL.

El material seleccionado fue el polímero termoplástico (Polimetilmetacrilato) PMMA, porque tiene las características necesarias para la cámara de vacío, como su rigidez, transparencia, durabilidad, bajo peso y difusión de luz. Este tipo de material tiene un agente que ayuda a proteger la pigmentación del empaque cuando reciba luz a través de él (Morales, sf).

Teniendo en cuenta los requerimientos del patrocinador del equipo, en conjunto con los requerimientos de resistencia mecánica y maleabilidad del material, se realizó un diseño 3D, del conjunto de piezas junto con el ensamble de lo que se requiere como cámara de vacío.

Tabla 13. Datos del Material.

Composición Química	MDL (%)	LÍMITE (%)	Método de Prueba
Ftalatos	0.005	0.1	EN14372:2004/GC-MS
Composición Química	MDL (mg/kg)	LÍMITE (mg/kg)	Método de Prueba
Cadmio	2	100	IEC62321-5-2013/ICP-OES
Plomo	2	100	IEC62321-5-2013/ICP-OES
Mercurio	2	100	IEC62321-5-2013/ICP-OES
Suma de bifenilos polibromados	5		IEC62321-5-2015/GC-MS
Polibromodifenil Éteres- PBDE	5		IEC62321-5-2015/GC-MS

Fuente: Diacrílicos.

Tabla 14. Datos Técnicos del Material.

Propiedad		Valor	Método de Prueba
Temperatura de deformación de carga		72°C	GB/T 1634.1-2004
			GB/T 1634.2-2004 Método A
Resistencia al impacto		15Kj/m2	GB/T 1843-2008
Fuerza de Rockwell		98.4L	GB/T 3398.2-2008
Ensayo de tracción	Fuerza de Tensión	56.2MPa	
	Tensión nominal en el descanso	17%	GB/T 1040.1-2006
			GB/T 1040.2-2006
Transmitancia		93,30%	GB/T 2410-2008 Método A
Temperatura de ablandamiento Vicat		80,3°C	GB/ T 1633-2000 Método B50
Gravedad específica		1,2g/cm3	
Módulo de elasticidad a la tracción		3100MPa	GB/T 134-2008

Fuente: Diacrilicos.

8.8 Estructura de la Maquina.

La fabricación de la estructura fue en acero inoxidable 304 grado alimenticio, adicionalmente debió tener la capacidad de soportar el peso de la cámara de acrílico, el peso del agua en su interior, y servir como punto de fijación estructural para accesorios y diferentes componentes. Teniendo un diseño simple, funcional, práctico, seguro y que brinde estabilidad operativa al equipo de ensayo estando en un lugar fijo, además los accesorios debían cumplir con estándares de calidad e inocuidad.

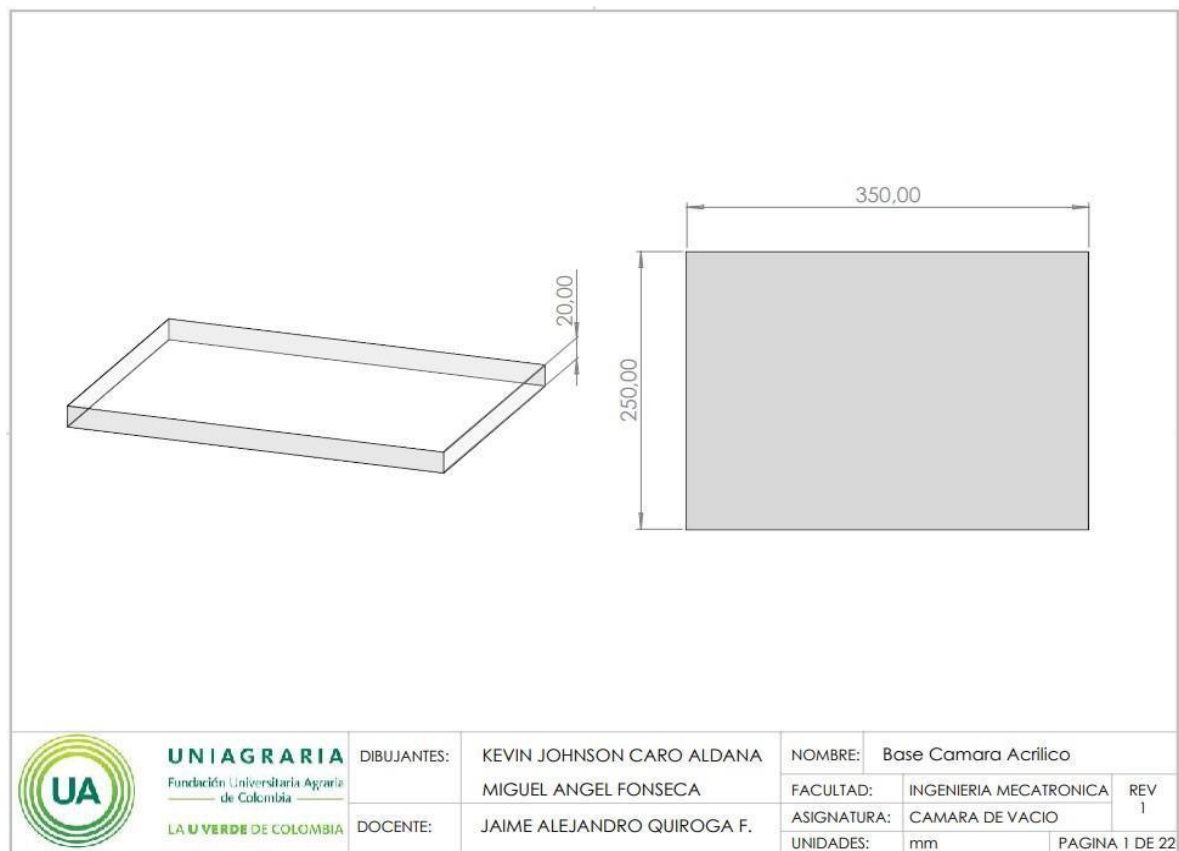
➤ Especificaciones de Material.

El acero inoxidable 304 tiene una alta resistencia a la corrosión, durabilidad, fácil desinfectar y se consigue a un valor considerable. Su composición química es de 18% de cromo y 8% de níquel. No obstante, este gran material tiene una debilidad siendo este susceptible a la corrosión por soluciones de cloruro desde 25ppm (Sun, Y. T., X. Kong, and Z. B. Wang, 2022)

➤ Diseño 3D de la Base en la Cámara De Vacío.

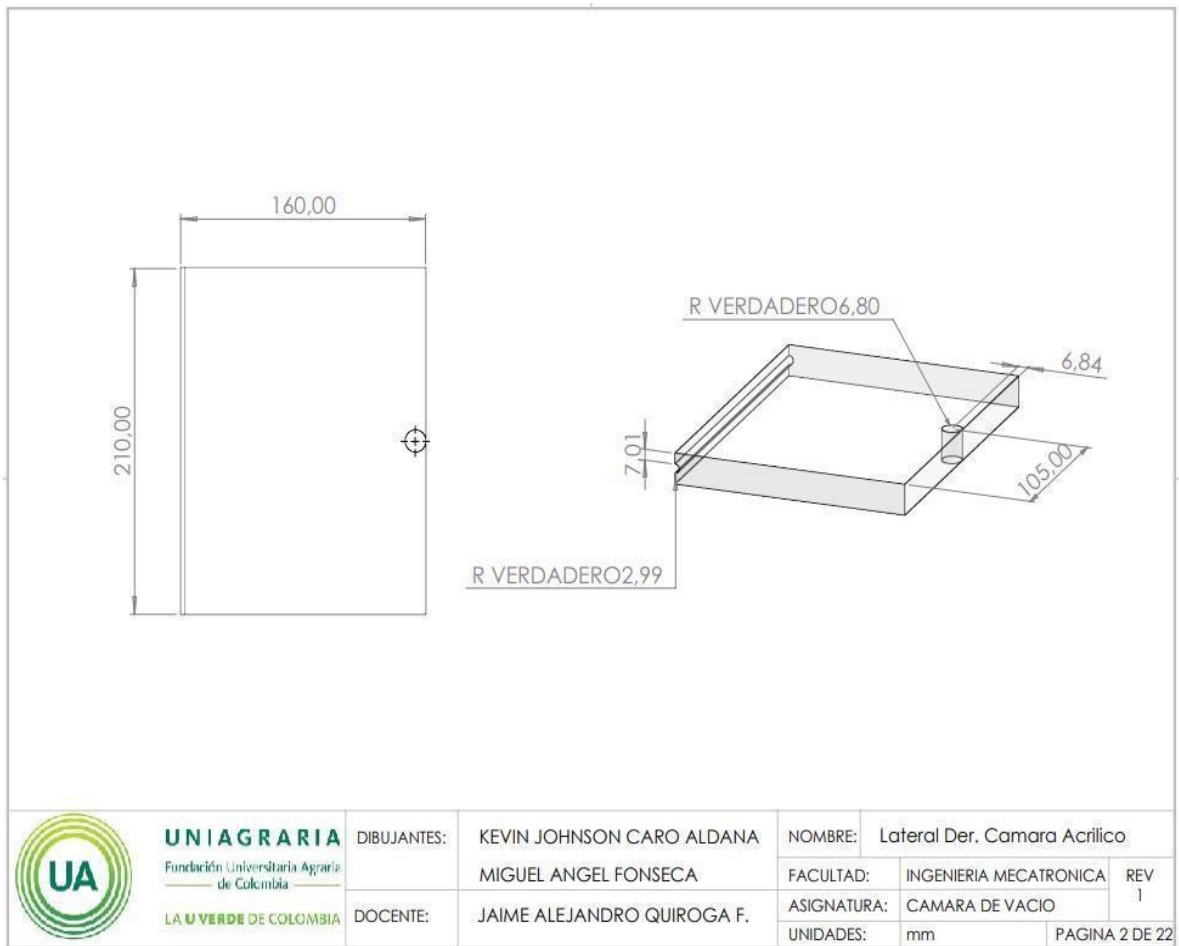
El diseño 3D de la cámara de vacío fue realizado por el software Cade Simu.

Figura 34. Base cámara acrílica.



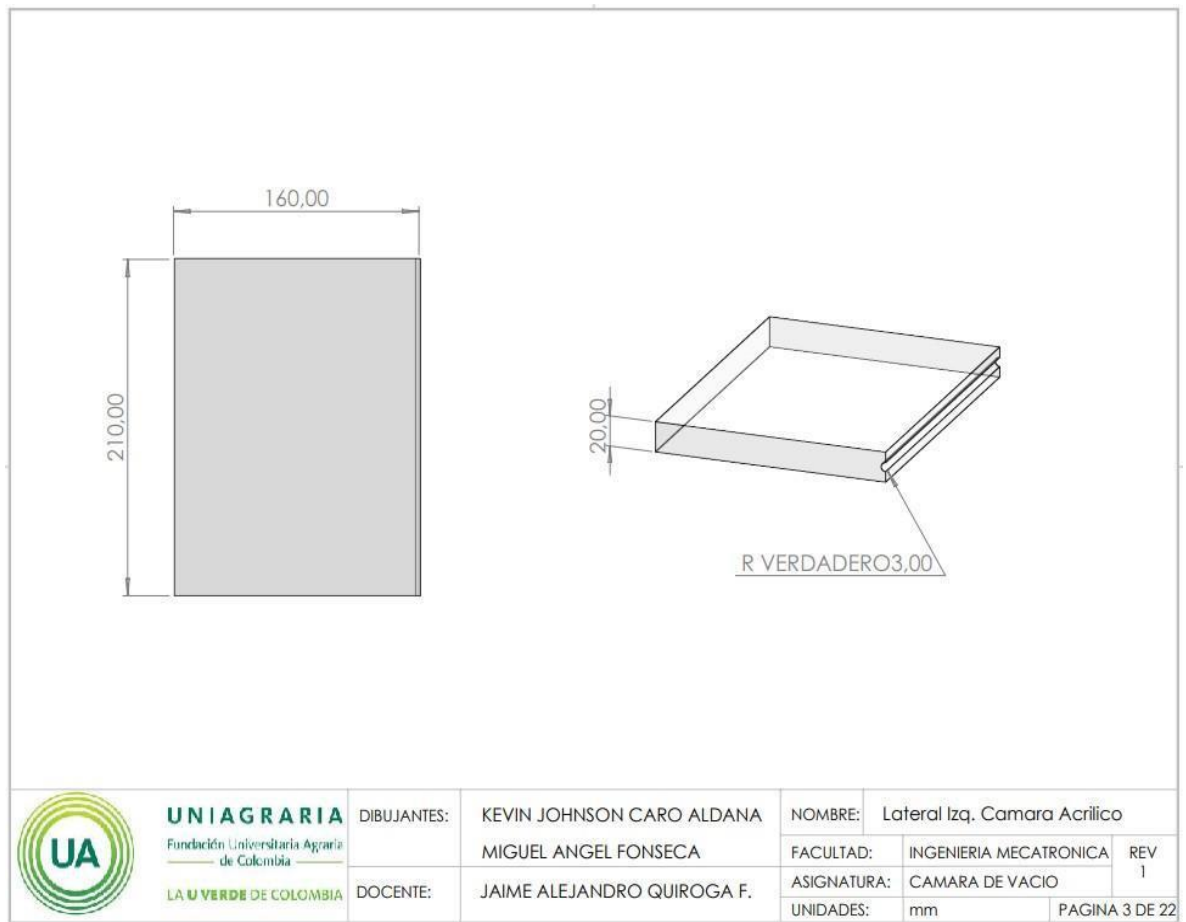
Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Lateral derecho cámara acrílico.



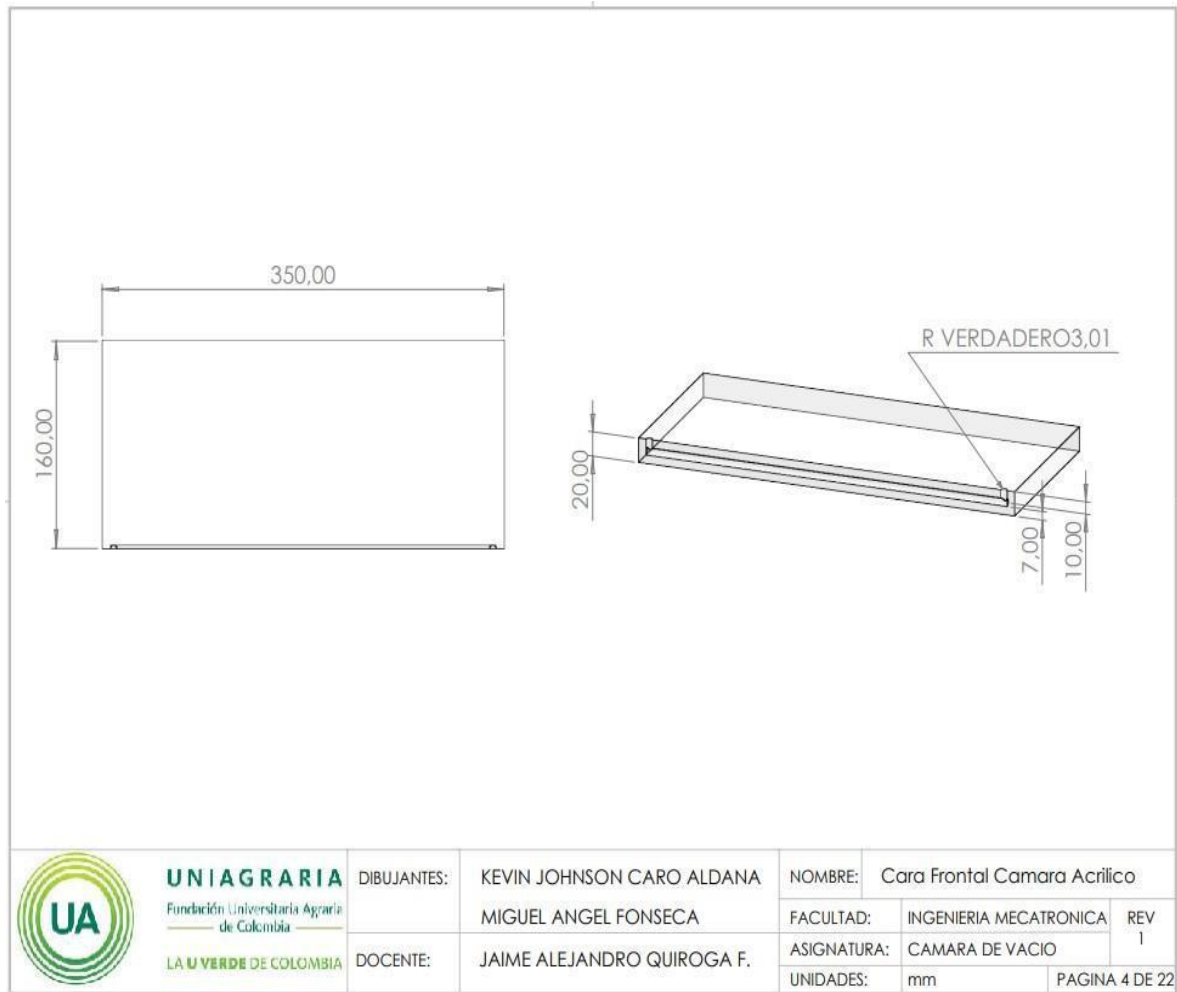
Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Lateral derecho cámara acrílico.



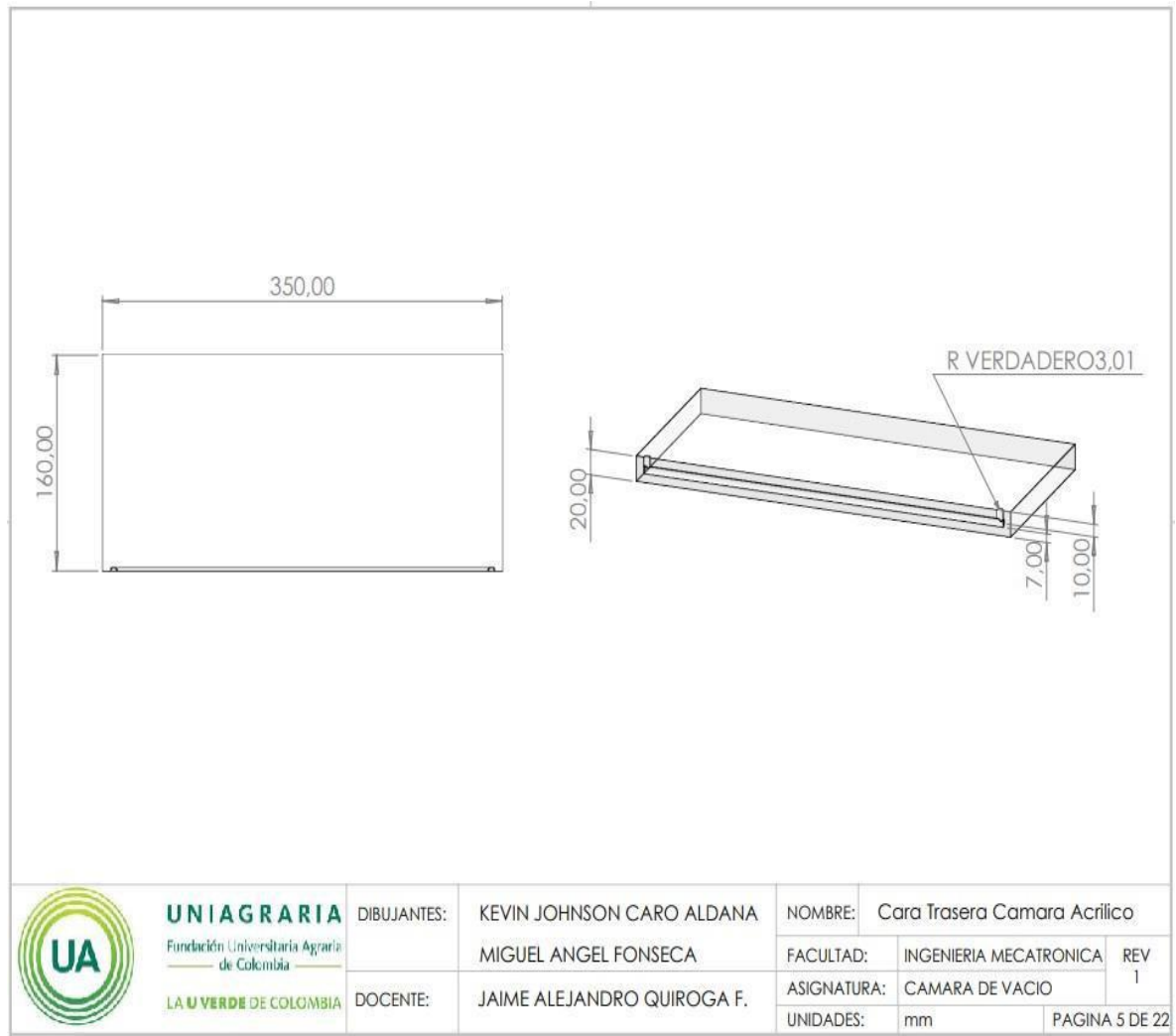
Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. Cara frontal cámara acrílico.



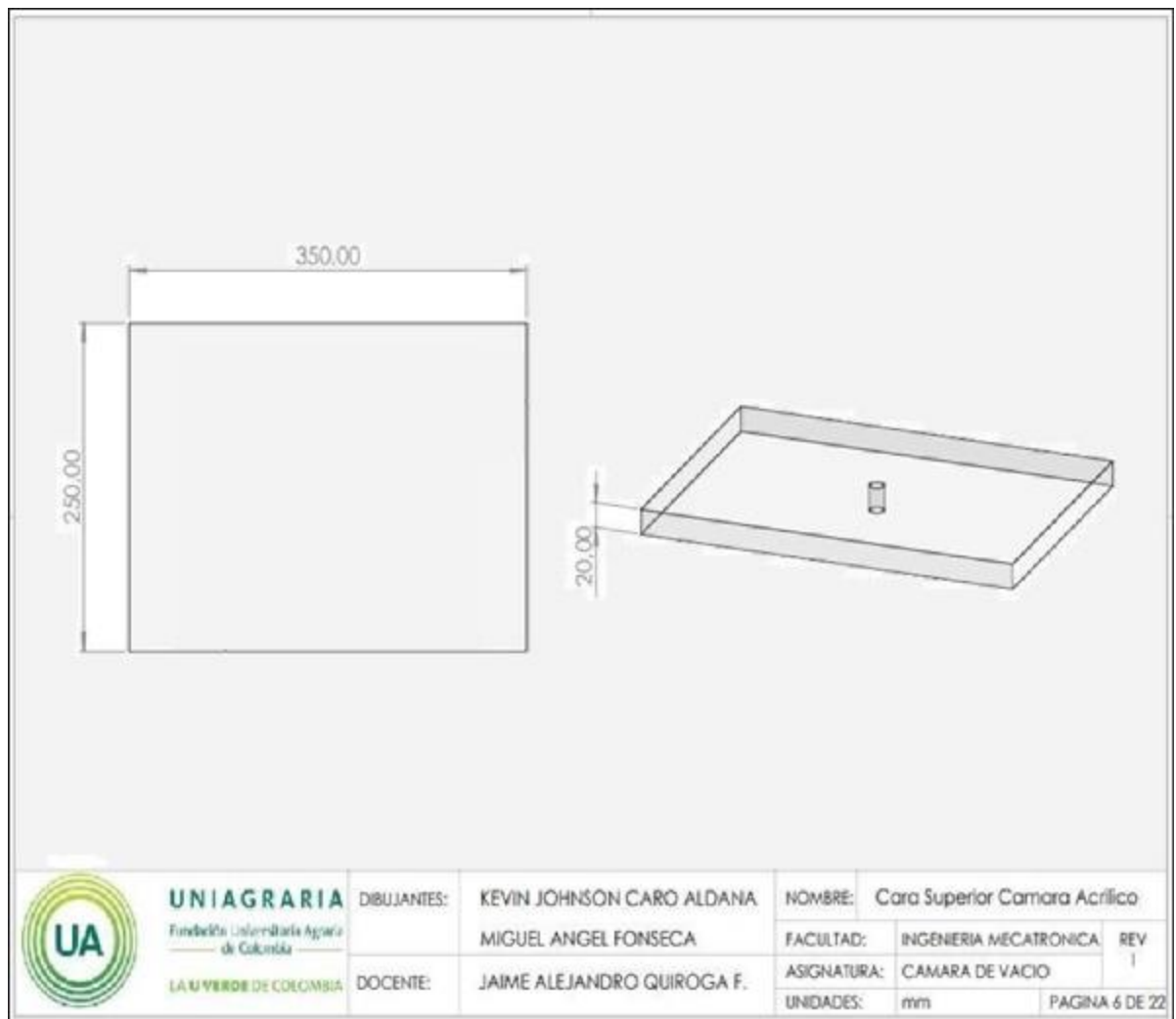
Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. Cara trasera cámara acrílico.



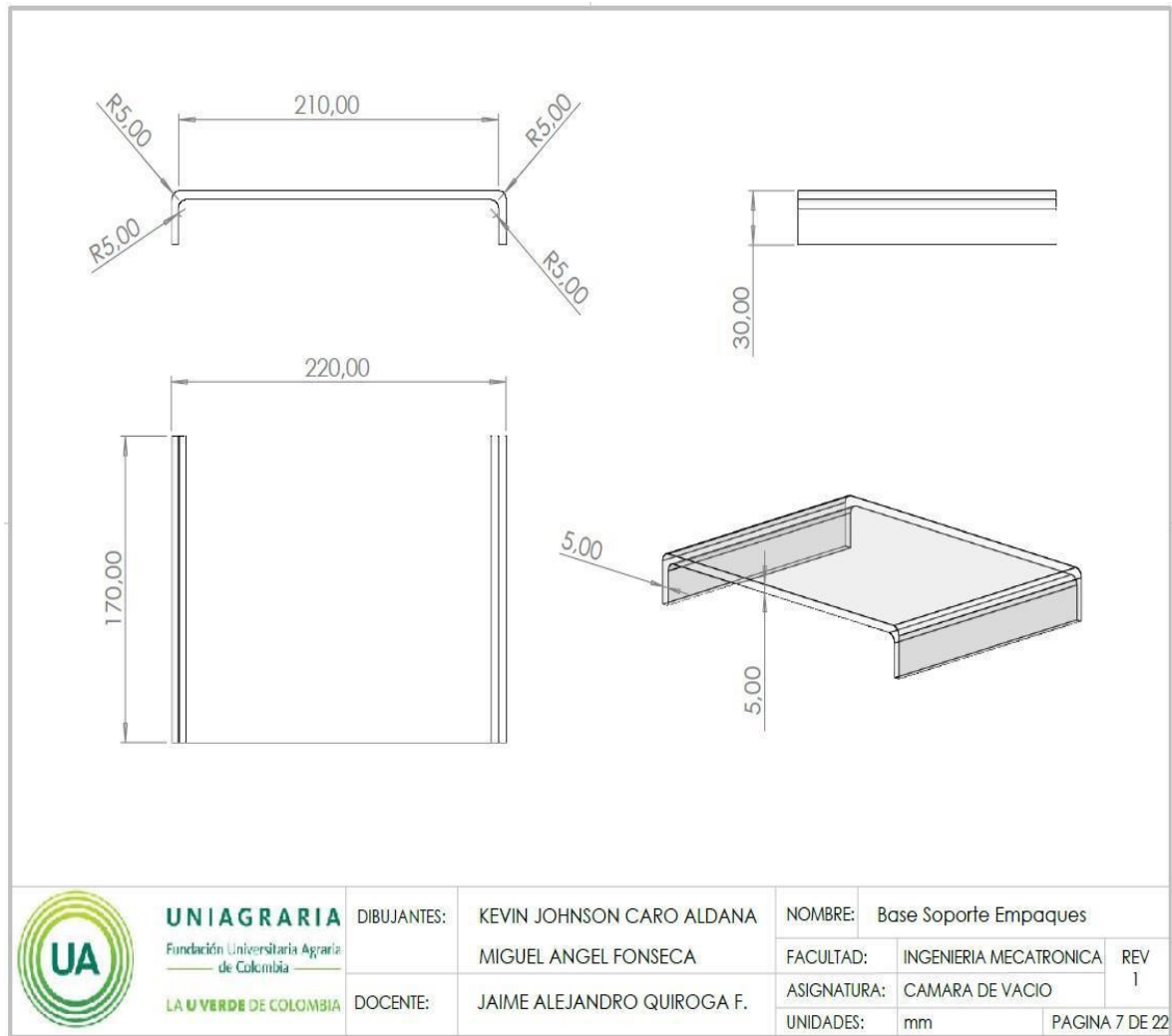
Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Cara superior cámara acrílico.



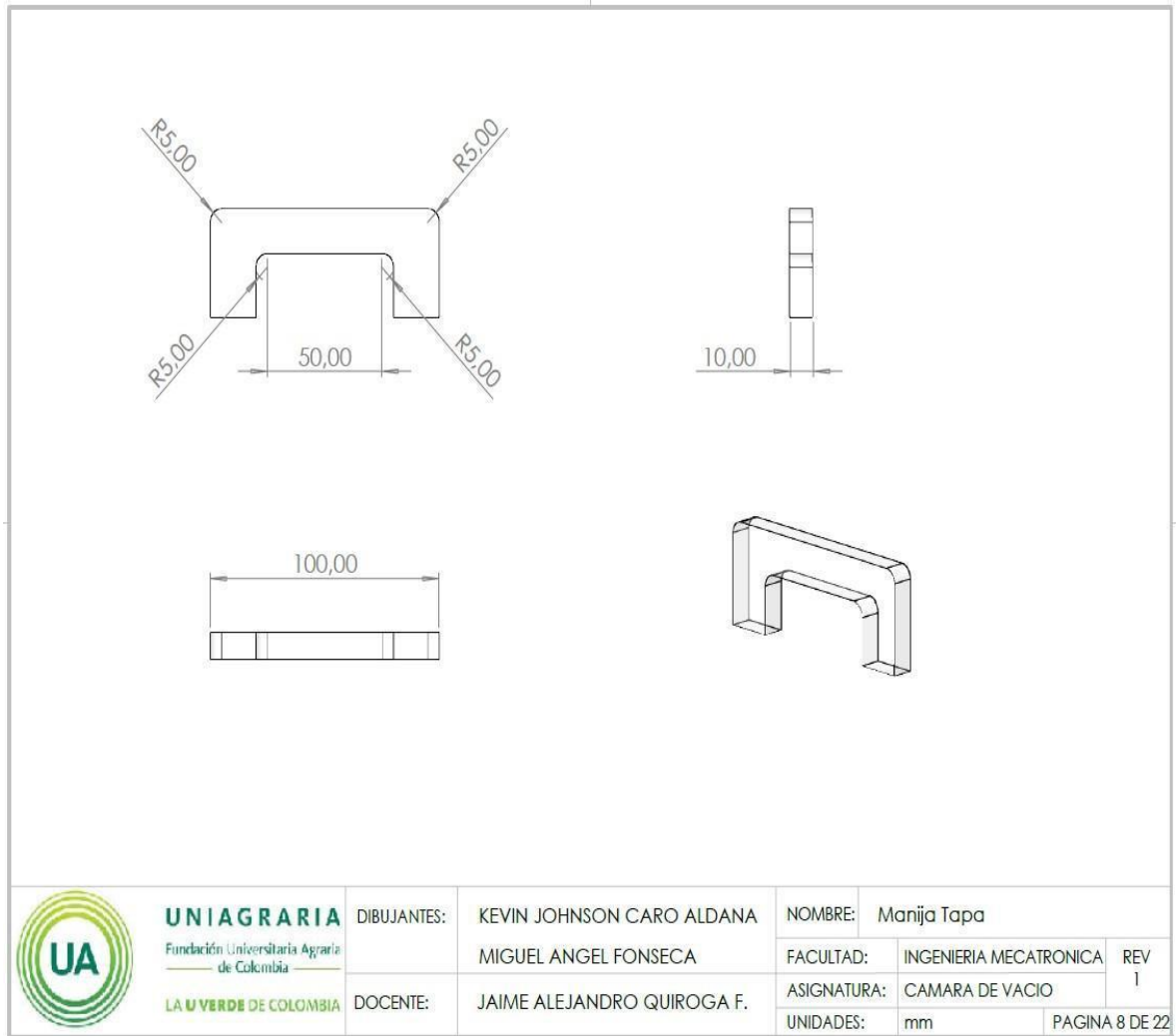
Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Base soporte empaques.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Manija tapa.



Fuente: Elaboración propia.

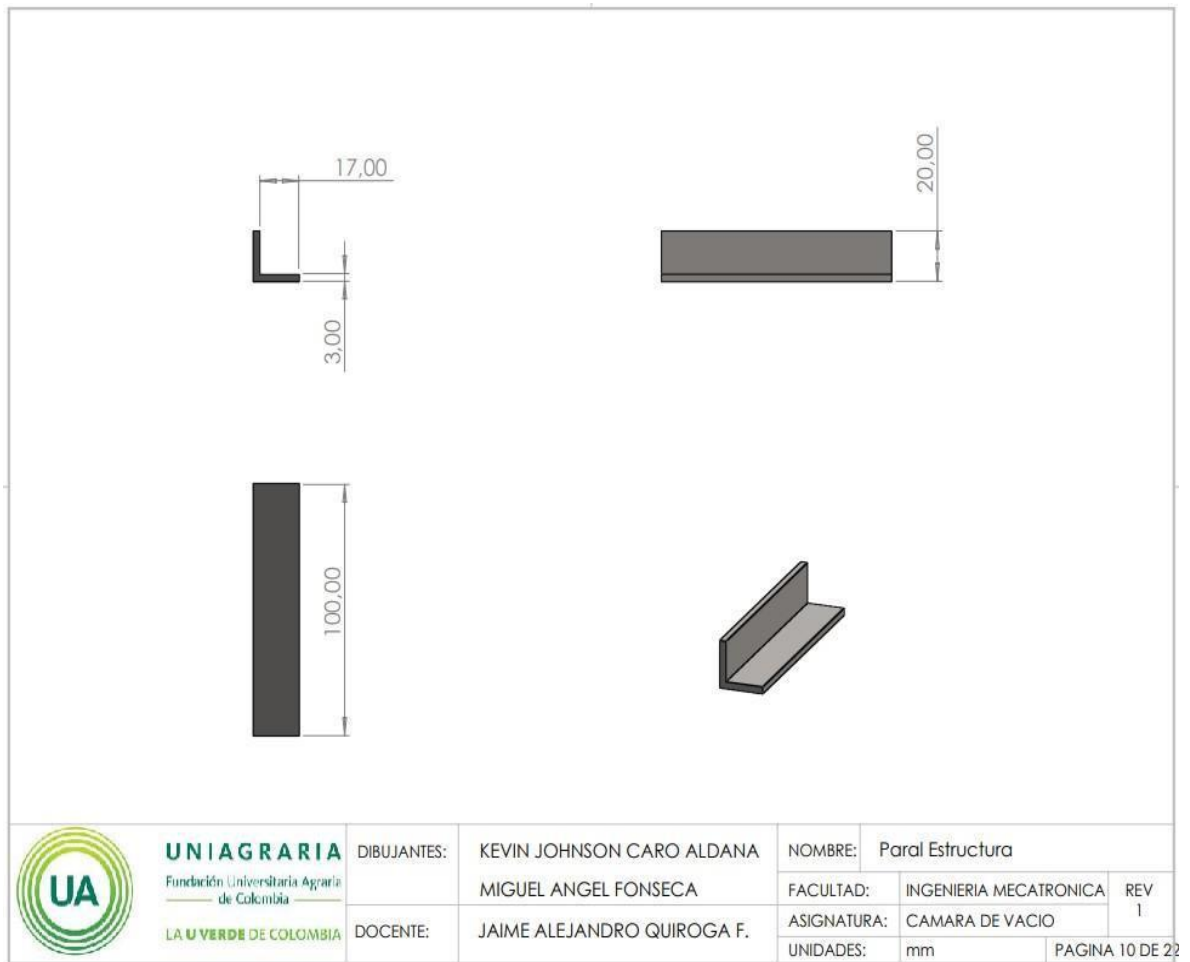
Figura 42. Cámara acrílico.



Fuente: Elaboración propia.

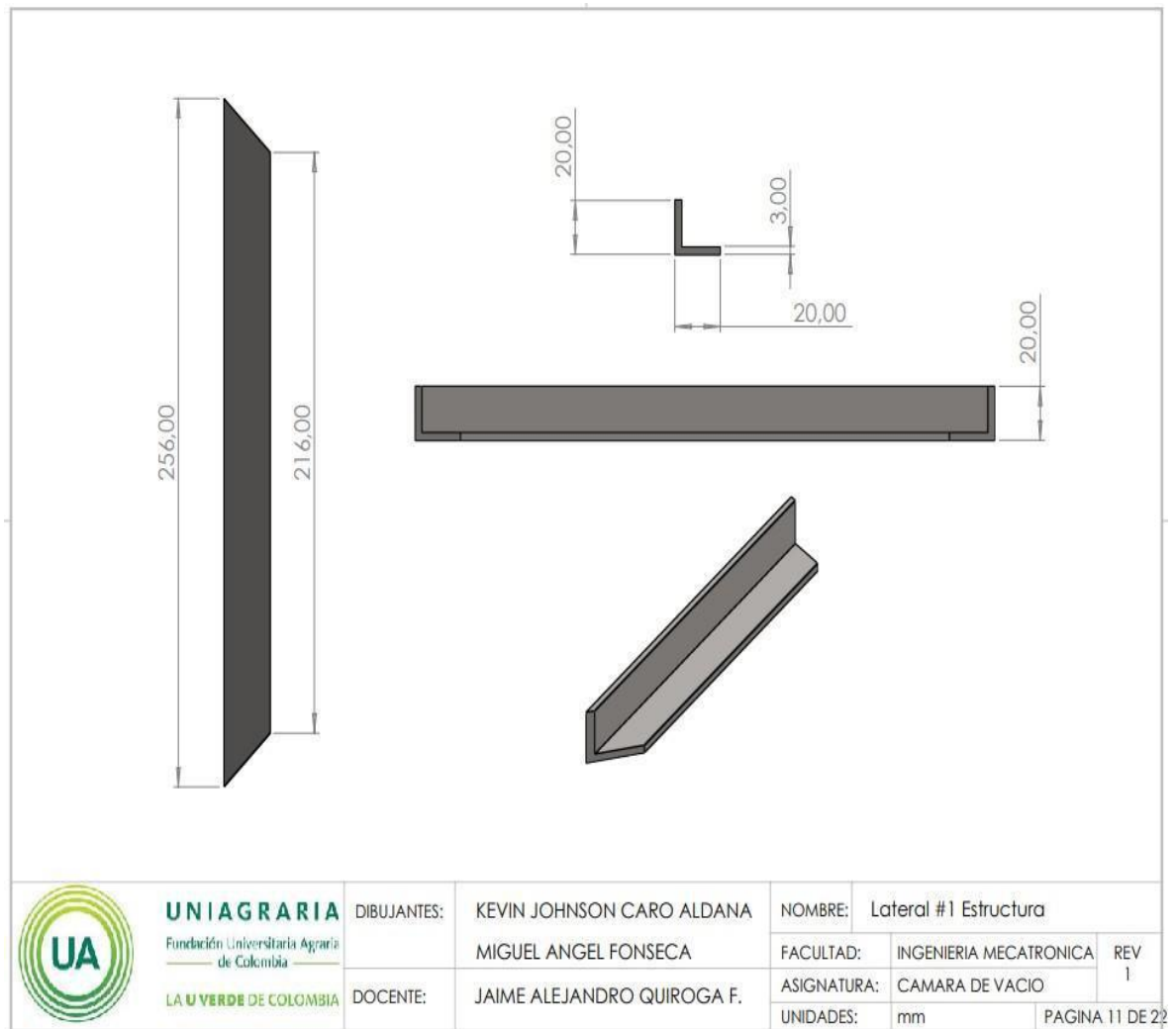
- Diseño 3D Estructura Cámara De Vacío.

Figura 43. *Paral estructural.*



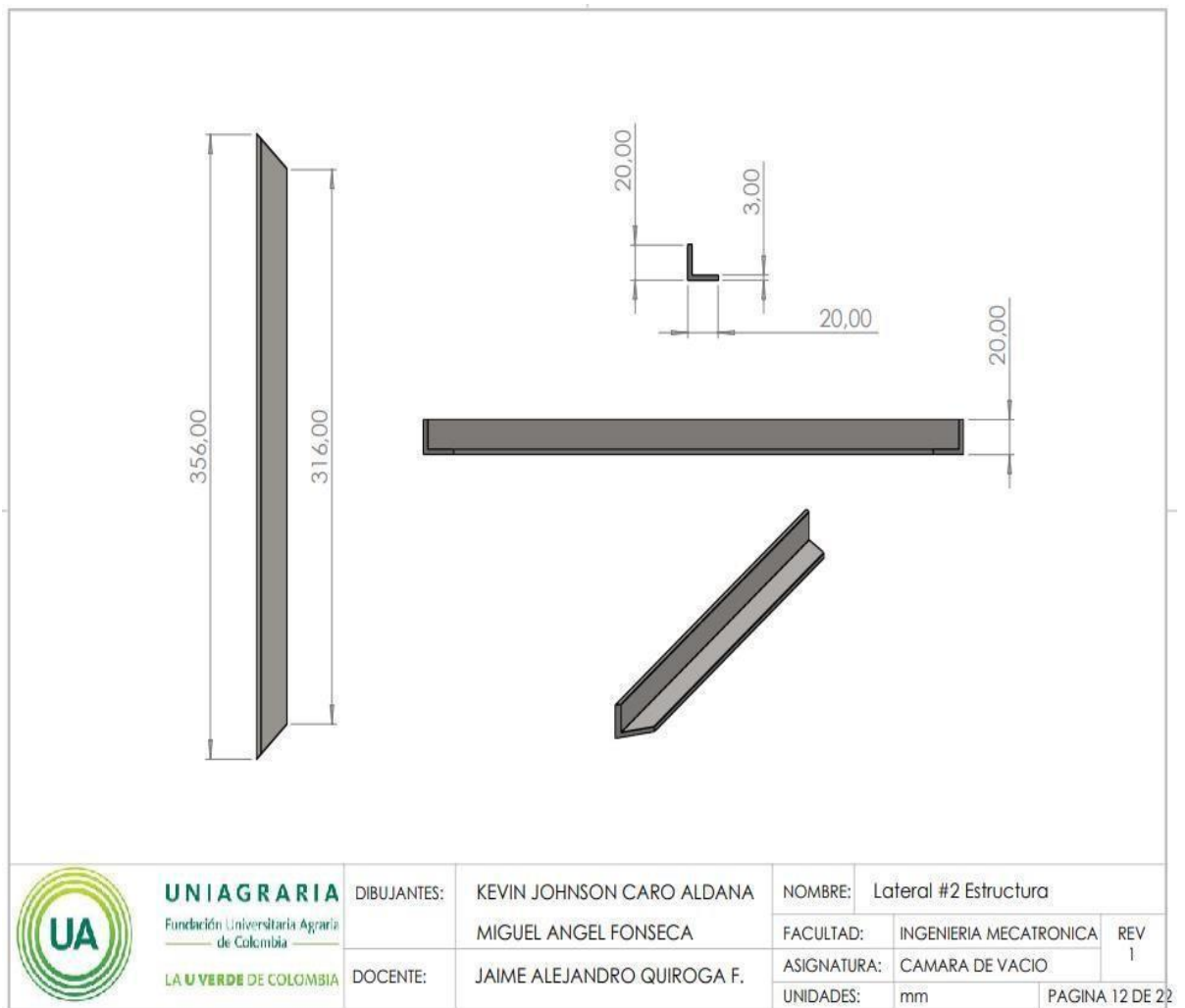
Fuente: Elaboración propia.

Figura 44. Lateral #1 estructura.



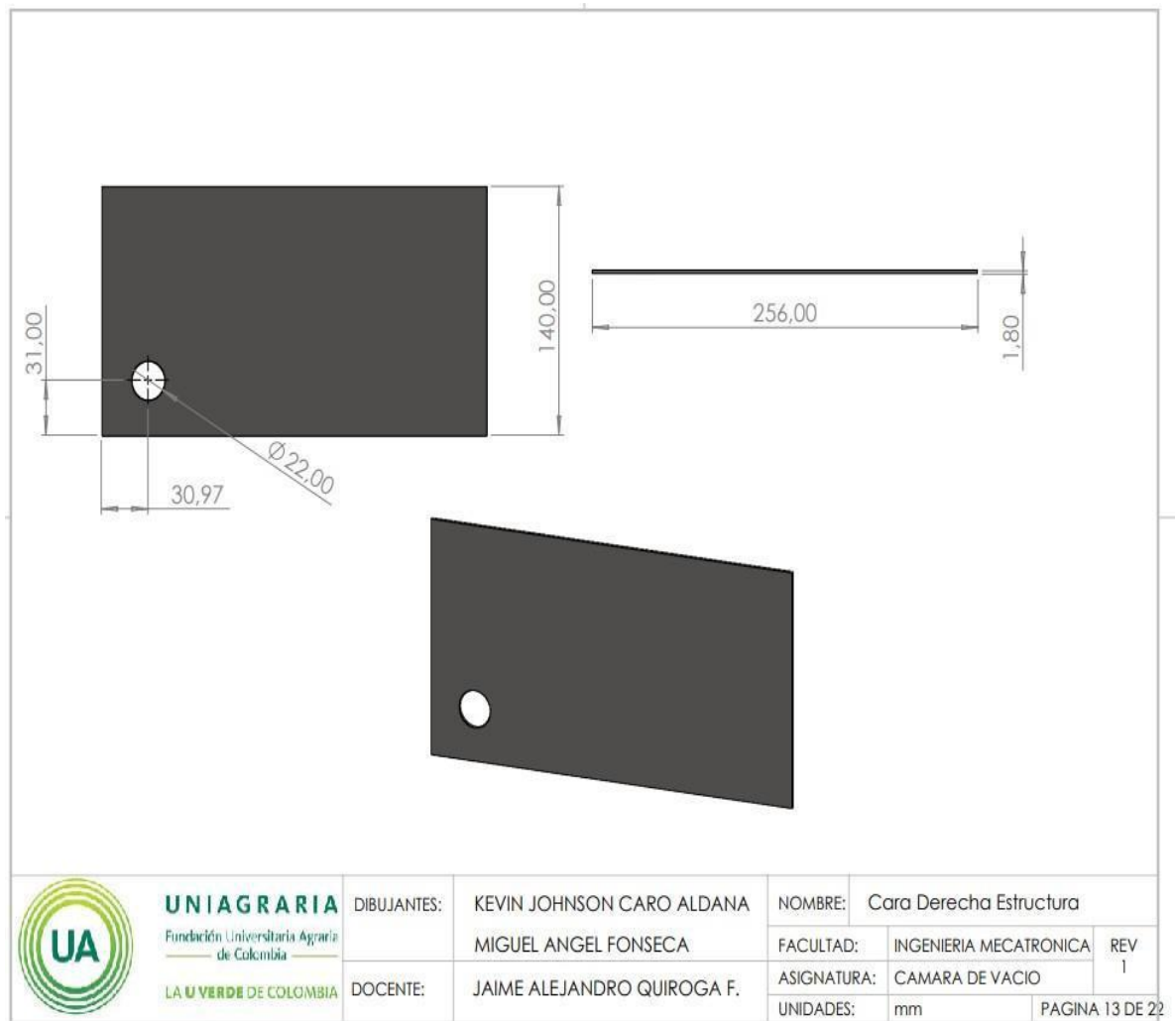
Fuente: Elaboración propia.

Figura 45. Lateral #2 estructura.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 46. Cara derecha estructura.



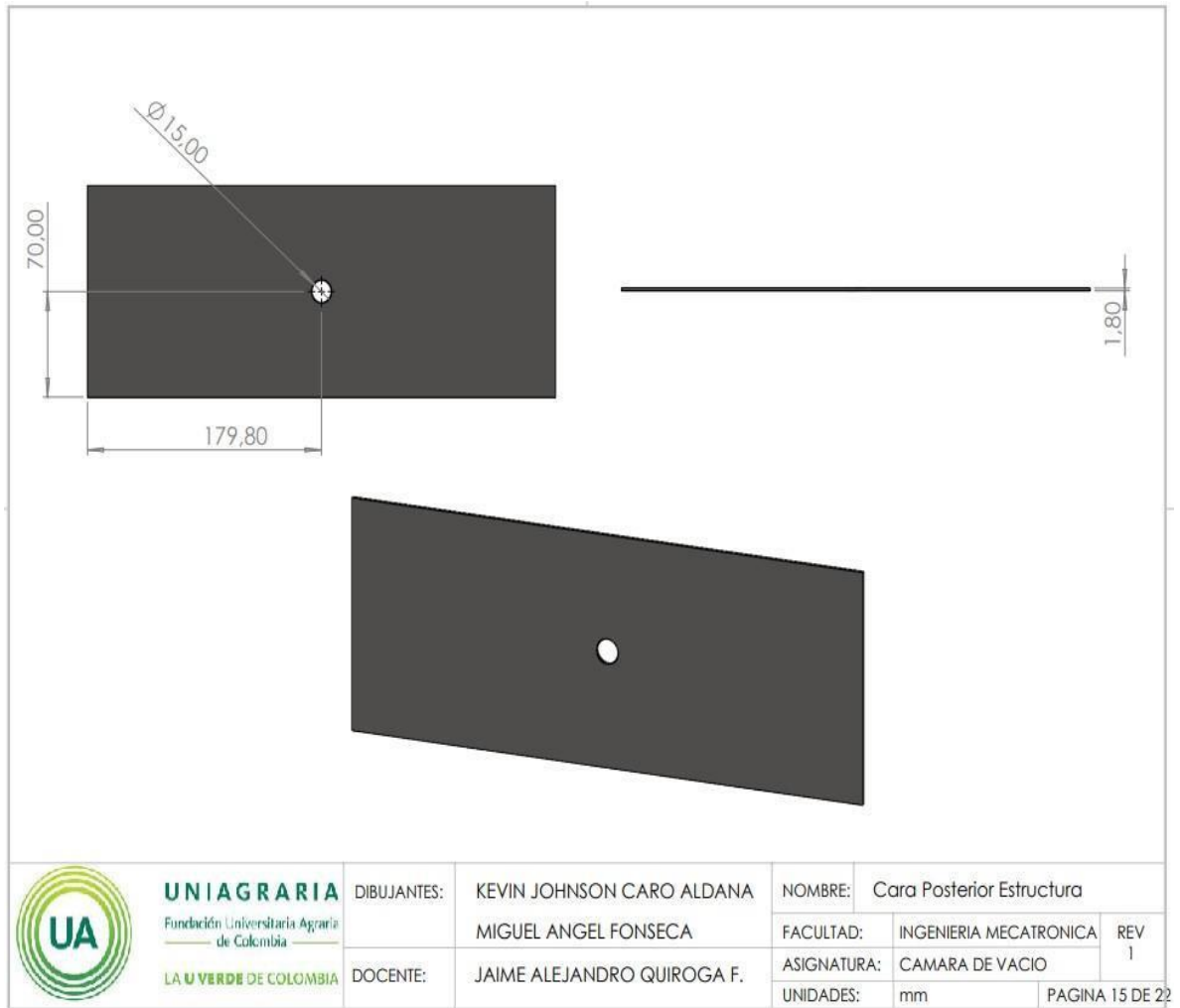
Fuente: Elaboración propia.

Figura 47. Cara izquierda estructura.



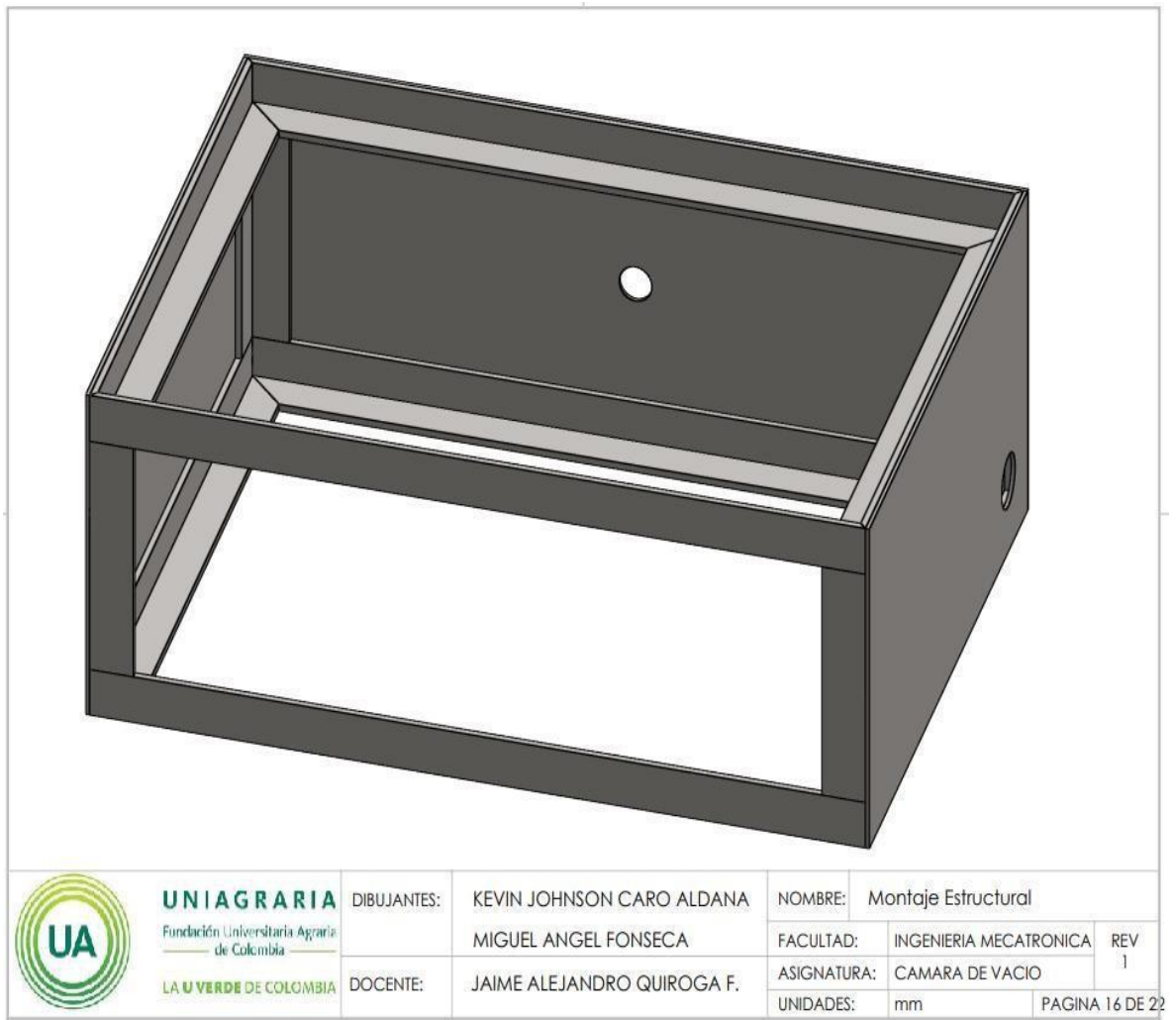
Fuente: Elaboración propia.

Figura 48. Cara posterior estructura.



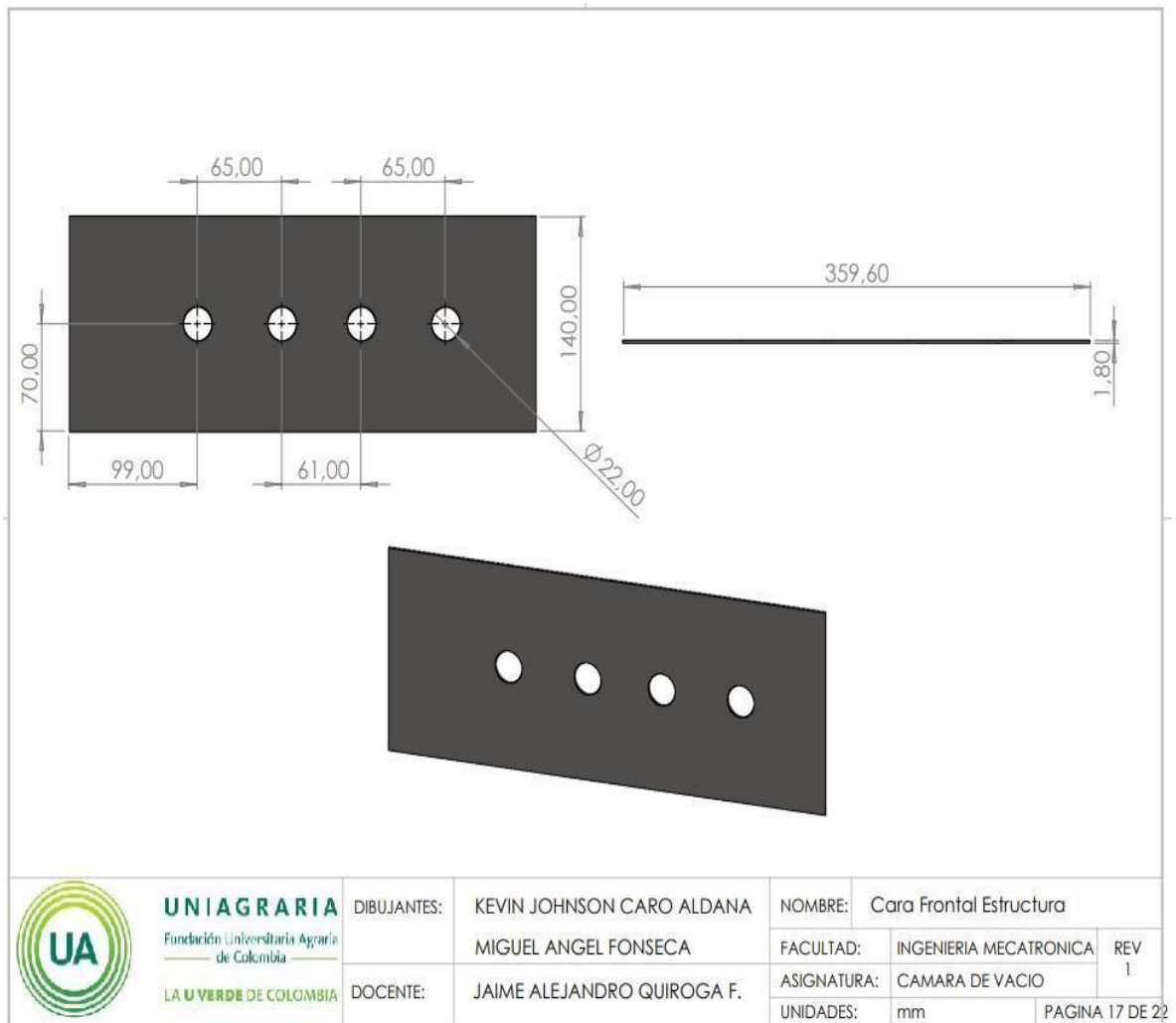
Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. Montaje estructural.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 50. Cara frontal estructural



Fuente: Elaboración propia.

Figura 51. Mandos de control.



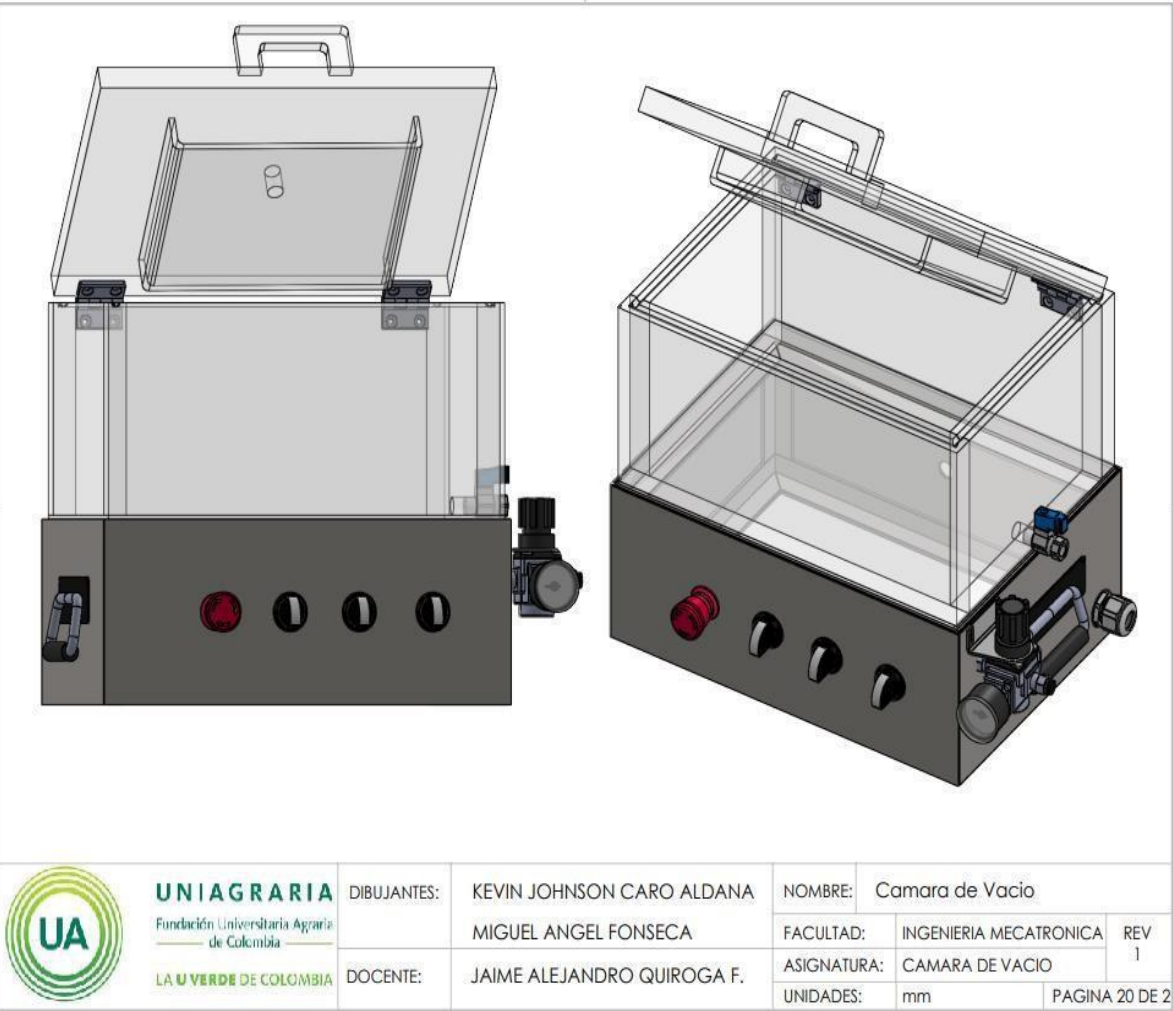
Fuente: Elaboración propia.

Figura 52. Tablero mandos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53. Cámara de vacío.



Fuente: Elaboración propia.

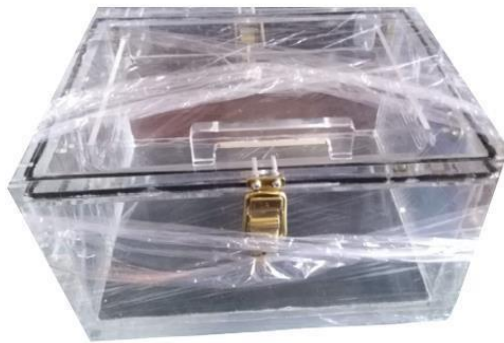
8.9 FABRICACIÓN CÁMARA DE ACRÍLICO.

Para la fabricación se entregó los planos diseñados de la cámara de acrílico al proveedor de servicios Diacrílicos S.A.S. Ubicados en la ciudad de Bogotá, se aclara las indicaciones específicas:

- Lamina de 20mm de espesor en acrílico de alta densidad.
- Dos perforaciones relacionadas en el plano sean de ¼ NPT roscadas.
- El acanalado para el empaque de diámetro 6 mm de la tapa tanto en la base como en la parte superior.
- El ensamble de la cámara de acrílico aparte de ser fijada con soldadura para acrílico, además se adicionen tornillos de sujeción para garantizar hermeticidad.
- Reforzar el selle de la tapa superior, adicionando 8 manijas tipo Clamp distribuidas en la periferia de la tapa.
- Una pareja de pistones neumáticos para amortiguar la apertura y cierre de la tapa.

El tiempo de fabricación fue de 15 días calendario, se realizó con un abono del 50% del costo total de fabricación, el costo de fabricación y ensamble no incluyó accesorios por lo cual el ingeniero comercial de Diacrílico S.A.S. indica donde comprar lo requerido para el ensamble. Se entrega material requerido y se procede a ensamble, dando como resultado el siguiente producto.

Figura 54. Cámara de acrílico Diacrílicos S.A.S. cerrada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55. Cámara de acrílico Diacríticos S.A.S. abierta.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56. Cámara de acrílico Diacríticos S.A.S. lateral.



Fuente: Elaboración propia.

8.10 FABRICACIÓN ESTRUCTURA CÁMARA DE VACÍO.

Se entregó los planos diseñados de la estructura de la cámara de vacío al proveedor de servicios Tornos y Mecanizados C.N.C. Ubicados en la ciudad de Zipaquirá, con indicaciones concretas para los materiales, estos deben ser acero inoxidable 304, el calibre de la lámina es #18 y el perfil estructural es en “L” de medida $\frac{3}{4}$, el ensamble se debe hacer bajo los planos previstos y la fijación se hace con soldadura a excepción de la cara frontal la cual se realizó con tornillería Allen de 6 mm en acero inoxidable, ya que corresponde al tablero de mandos y debe ser una pieza desmontable para revisiones, mantenimiento y cambio de piezas.

Así mismo, se obtuvo manijas retráctiles que fueron instaladas en los costados laterales para desplazamiento de la cámara de vacío. También se solicitó perforaciones de 6mm, en diversos perfiles para la sujeción del regulador de presión y de lámina donde se realizó el montaje de circuito electro neumático.

Figura 57. Montaje estructural cámara de vacío.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 58. Montaje tablero de mandos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 59. *Ensamble tablero de mandos a estructura.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60. *Ensamble estructura con sistema neumático.*



Fuente: Elaboración propia.

8.11 MONTAJE CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO.

Finalmente, se realizó el montaje mecánico de toda la estructura de la cámara de vacío en conjunto con la cámara de acrílico, se procedió a instalar accesorios del sistema neumático y se realizó el montaje eléctrico del sistema, siguiendo el plano neumático y eléctrico antes propuesto. Se implementó una manguera Festo 8mm, todos los accesorios instalados son compatibles con esta medida de manguera (8 mm) y con una toma de proceso de ¼ NPT. Lo cual permitió un manejo óptimo de caudales y control de presión del sistema, para lo cual se realizó el ensamble completo de los siguientes componentes.

- 1 electro válvula 5/2.
- 1 electro válvula 2/2.
- 1 válvula anti retorno.
- 1 eyector de vacío.
- 1 vacuo metro.
- 1 regulador de presión.
- 2 metros de manguera 8 mm.
- 10 racores acero inox rectos ¼ x 8mm.
- 2 racores acero inox curvos ¼ x 8 mm.
- 4 silenciadores de bronce de ¼ NPT.
- 2 Tee acero inox ¼ NPT.
- 2 Niples acero inox ¼ x 1".
- 1 rollo de cinta teflón.
- 1 tubo de teflón liquido.
- 3 metros de cable mono polar negro 16 AWG.
- 1 metro de cable mono polar blanco 16 AWG.
- 1 metro de cable mono polar verde 16 AWG.
- 10 borneras de control.
- 2 borneras de tierra.
- 1 bornera porta fusible.
- 1 cable de poder de 3 m.

- 1 paro de emergencia.
- 3 selectores de 2 posiciones con contacto N.O.

Figura 61. Circuito neumático.



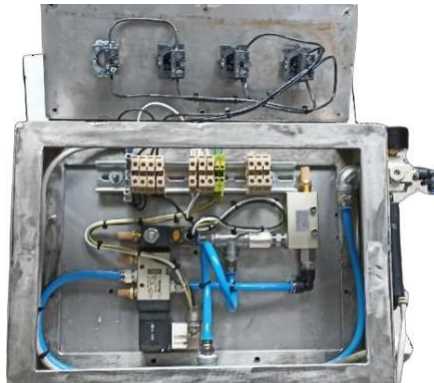
Fuente: Elaboración propia.

Figura 62. Circuito neumático ensamblando.



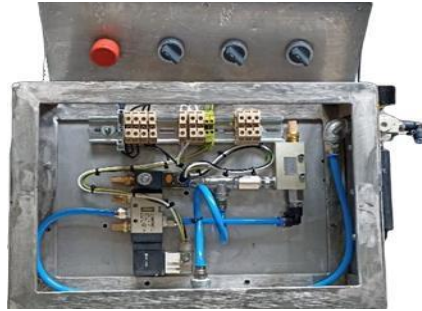
Fuente: Elaboración propia.

Figura 63. Circuito electro-neumático ensamblando.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 64. Circuito electro-neumático ensamblando.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 65. Acople neumático a cámara de acrílico.



Fuente: Elaboración propia.

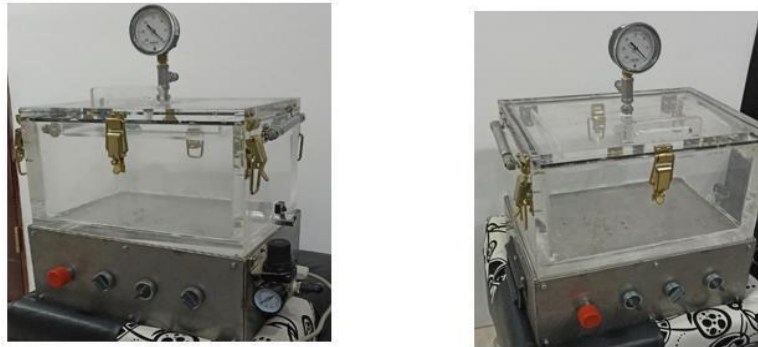
8.12 ENSAMBLE COMPLETO CÁMARA DE VACÍO.

Figura 66. Diseño 3D de la cámara de vacío por Soliword.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 67. *Ensamble final de la cámara de vacío.*



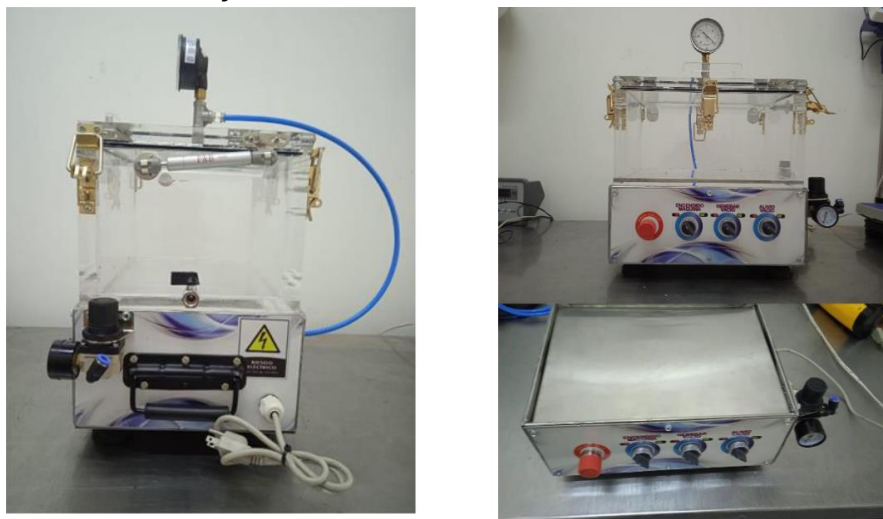
Fuente: Elaboración propia.

Figura 68. *Ficha técnica de la cámara de vacío.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 69. *valvulas y switches de control.*



Fuente: Elaboración propia.

8.13 ANALIZAR LA FUNCIONALIDAD DE LA CÁMARA DE VACÍO POR MEDIO DE PRUEBAS DE HERMETICIDAD REALIZADA A LOS PRODUCTOS EMPACADOS DE MUII S.A.S.

Una vez terminada la cámara de vacío se realizaron pruebas para verificar el funcionamiento sobre la calidad del sellado en los productos de Muui S.A.S, las pruebas se realizaron bajo la supervisión de los autores de dicho proyecto por ser elaboración propia dentro de la empresa Muui S.A.S, en compañía del jefe de calidad de dicha empresa y la capacitación dada por la empresa Monplast S.A.S. en la prueba del año 2020.

Se realizó acuerdo con Muui S.A.S para realizar tres pruebas siendo la tercera prueba la entrega final, para ver el funcionamiento del equipo y analizar si tenía que realizar ajustes en los requerimientos. Los productos a los cuales se le realizaron pruebas de hermeticidad fueron: brownie, trufas, y alfajor, al ser unos productos de línea.

Para la primera prueba se realizó con 11 paquetes de producto no conforme, esto significa que el producto no va a ser comercializado o para consumo humano, en esta primera prueba se evidenció fallas en el selle de la tapa, lo cual no permitía que se realizara el respectivo vacío, para determinar que era el empaque, en las pruebas se realizaba presión sobre la tapa, hasta que la válvula Venturi, lograba realizar su funcionamiento, se podía observar en los empaques algunas fallas como fugas por los bordes, esquinas, ciertos dobles en el área de sellado, afectando el área interna del producto, estos resultados se tuvieron en cuenta para hacer las modificaciones en el empaque de la tapa de la cámara de vacío.

Figura 70. Prueba #1 de la cámara de vacío.

Prueba #1. Máquina de vacío.

 PLANILLA DE INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO								AREA CALIDAD VERSION 003 25/08/2021
# PRUEBAS	FECHA	PRODUCTO	LOTE	TIPO DE PRUEBA	HORA DE PRUEBA	RESPONSABLE	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	6-10-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	9:10	Angie Lopez	FUGA	FUGA EN ESA SUPERF. DER.
2	6-10-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	9:25	Angie Lopez	N/A	
3	6-10-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	9:29	Angie Lopez	FUGA	SELLO DEBIL SE DESGANO
4	6-10-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	9:45	Angie Lopez	N/A	EMPAQUE SIN AIRE
5	6-10-21	ALFAJOR B	Prueba	Hermeticidad	9:49	Angie Lopez	N/A	NO SE VIO FUGA
6	6-10-21	ALFAJOR B	Prueba	Hermeticidad	10:15	Angie Lopez	FUGA	EMPAQUE SE ESTALLO
7	6-10-21	ALFAJOR B	Prueba	Hermeticidad	10:19	Angie Lopez	FUGA	FUGA POR PLEGUE
8	6-10-21	TRUFA CORAZON	Prueba	Hermeticidad	10:23	Angie Lopez	N/A	MÁQUINA NO FUNCIONA
9	6-10-21	TRUFA CORAZON	Prueba	Hermeticidad	10:25	Angie Lopez	N/A	MÁQUINA NO FUNCIONA
10	6-10-21	ALFAJOR N	Prueba	Hermeticidad	10:25	Angie Lopez	N/A	MÁQUINA FALLÓ A MITAD
11	6-10-21	ALFAJOR N	Prueba	Hermeticidad	10:30	Angie Lopez	FUGA	FUGA COSTADO SUPERIOR IZQ
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
FIRMA RESPONSABLE:		Angie Lopez						
OBSERVACIONES: NO REALIZO BUEN SELLO LA MÁQUINA, SE LE TENIA QUE HACER PRESIÓN SOBRE LA TAPA PARA QUE FUNCIONARA. El producto utilizado, era producto no conforme, para las pruebas.								

Fuente: Elaboración propia.

En la segunda prueba se realizó el cambio del empaque de la tapa, se implementaron dos empaques de caucho, se revisaron 14 productos de los cuales 12 salieron con no conformidad. La hermeticidad de la cámara era muy buena, se identificó dificultad en sellar la tapa, por tener un empaque muy duro en el momento de cerrar la tapa, en estas pruebas se evidenciaron fugas en partes similares a la anterior prueba, lo cual permitió identificar que la máquina de empaque estaba teniendo problemas en el selle, también se identificó que en cambio de producto el laminado utilizado es de diferentes micras, a esto se debe los sellos débiles.

Figura 71. Prueba #2 de la cámara de vacío.

Prueba #2 Máquina de vacío

PLANILLA DE INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO							AREA CALIDAD VERSION 003 25/08/2021	
# PRUEBAS	FECHA	PRODUCTO	LOTE	TIPO DE PRUEBA	HORA DE PRUEBA	RESPONSABLE	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	3-02-22	Alfajor B	LAB2501022	Hermeticidad	4:05 PM	Angie Lopez	FUGA	burbujas al inicio
2	3-02-22	Alfajor B	LAB2501022	Hermeticidad	4:15 PM	Angie Lopez	FUGA	burbujas en esquina superior
3	3-02-22	Alfajor B	LAB1401022	Hermeticidad	4:19 PM	Angie Lopez	FUGA	burbujas esquina inf. Der.
4	3-02-22	Alfajor B	LAB0501022	Hermeticidad	4:19 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
5	3-02-22	Alfajor N	LAN2301022	Hermeticidad	4:20 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
6	3-02-22	Alfajor N	LAN2301022	Hermeticidad	4:25 PM	Angie Lopez	FUGA	FUGA doble
7	3-02-22	Alfajor N	LAN0501022	Hermeticidad	4:36 PM	Angie Lopez	FUGA	FUGA esquina
8	3-02-22	Alfajor N	LAN0501022	Hermeticidad	4:37 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
9	3-02-22	TRUFUS 809	LTO3022022	Hermeticidad	4:40 PM	Angie Lopez	FUGA	FUGA doble
10	3-02-22	TRUFUS 809	LTO3022022	Hermeticidad	4:40 PM	Angie Lopez	FUGA	FUGA esquina
11	3-02-22	TRUFUS 809	L729022022	Hermeticidad	4:42 PM	Angie Lopez	FUGA	Sello contaminado
12	3-02-22	TRUFUS 809	L729022022	Hermeticidad	4:43 PM	Angie Lopez	FUGA	Sello doble
13	3-02-22	Mr. Carnes	LMC0879022	Hermeticidad	4:51 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
14	3-02-22	Mr. Carnes	LMC1511022	Hermeticidad	4:51 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
15	3-02-22	Mr. Carnes	LMC1511022	Hermeticidad	4:55 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
16	3-02-22	Mr. Carnes	LMC1511022	Hermeticidad	4:55 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
17	3-02-22	Corazones	LTC1612022	Hermeticidad	4:59 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
18	3-02-22	Corazones	LTC1612022	Hermeticidad	4:59 PM	Angie Lopez	N/A	SIN FUGA
19								
20								
FIRMA RESPONSABLE:								
OBSERVACIONES: Cambiar empaque de tapa queda suave el cierre y queda funcionando bien.								

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la tercera prueba se analizaron 18 empaques de diferentes referencias de los lotes conformes, se reemplazó el caucho inferior del empaque de la tapa por el mismo material pero con textura blanda, donde se evidenció mejoría en la hermeticidad y en la facilidad de realizar el selle de la tapa, por tal motivo se evidenció en las pruebas de la cámara de vacío, falla en el empaque de La máquina y se analizó que las mordazas presentaban golpes, como consecuencia se presentaba una falla en el mismo lugar del sellado para todas las referencias, las cuchillas estaban torcidas las cuales provocaban fuga en las esquinas.

Figura 72. Prueba #3 de la cámara de vacío.

Prueba #2 Máquina de vacío

muji

PLANILLA DE INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO

AREA CALIDAD
VERSION 003 25/08/2021

# PRUEBAS	FECHA	PRODUCTO	LOTE	TIPO DE PRUEBA	HORA DE PRUEBA	RESPONSABLE	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	12-11-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	2:15 P.M	Ange Lopez	FUGA	Se escuchan pequeñas burbujas
2	12-11-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	2:18 P.M	Ange Lopez	N/A	
3	12-11-21	TRUFUS 909	Prueba	Hermeticidad	2:22 P.M	Ange Lopez	N/A	Sin Aire
4	12-11-21	Alfajor B	Prueba	Hermeticidad	2:30 P.M	Ange Lopez	FUGA	Selle superior fuga por dobles
5	12-11-21	Alfajor B	Prueba	Hermeticidad	2:30 P.M	Ange Lopez	FUGA	Selle superior fuga esquina
6	12-11-21	Alfajor B	Prueba	Hermeticidad	2:35 P.M	Ange Lopez	N/A	Sin Fuga
7	12-11-21	Alfajor N	Prueba	Hermeticidad	2:35 P.M	Ange Lopez	FUGA	Producto en selle negro contaminado
8	12-11-21	Alfajor N	Prueba	Hermeticidad	2:45 P.M	Ange Lopez	FUGA	Sello delo se abrió
9	12-11-21	Alfajor N	Prueba	Hermeticidad	2:49 P.M	Ange Lopez	FUGA	Wuburas en principio
10	12-11-21	Corazones	Prueba	Hermeticidad	3:00 P.M	Ange Lopez	N/A	Sin Fuga
11	12-11-21	Corazones	Prueba	Hermeticidad	3:10 P.M	Ange Lopez	N/A	Sin Fuga
12	12-11-21	Corazones	Prueba	Hermeticidad	3:12 P.M	Ange Lopez	N/A	Sin Fuga
13	12-11-21	TRUFUS 909	LT12112105	Hermeticidad	3:15 P.M	Ange Lopez	FUGA	Fuga esquina
14	12-11-21	TRUFUS 909	LT12112105	Hermeticidad	3:20 P.M	Ange Lopez	FUGA	Fuga esquina
15								
16								
17								
18								
19								
20								

FIRMA RESPONSABLE: Ange Lopez

OBSERVACIONES: La máquina funciona bien, pero sellar la tapa es muy dura.

Fuente: Elaboración propia.

9. RECURSOS NECESARIOS

9.1 RECURSO DE TIEMPO

Para el desarrollo del proyecto se requirió 1 semestre académico, con una duración total de ejecución de 16 semanas.

Tabla 15. Rubro de tiempo y personal.

Cantidad	Rubro	Detalle	unidad	Valor	Valor Total
2		Estudiante Investigador	20h/semana	Obliga	Obliga
1		Director	6h/semana	Obliga	Obliga
0	Personal	Asesores Externos	N/A	0	0

Fuente: Elaboración propia.

9.2 RECURSO HUMANO.

Un docente de tiempo completo de la facultad de ingeniería, asignado como tutor de proyecto de grado, brindando una asesoría de 6 horas semanales.

El desarrollo del proyecto se lleva a cabo con dos estudiantes del programa de ingeniería mecatrónica de últimos semestres del pegado.

Las pruebas se realizaron por parte de los estudiantes y se contó con la asesoría y supervisión del ingeniero jefe de producción y la analista de calidad de la compañía.

9.3 RECURSOS TÉCNICOS

- Entorno de diseño y modelado CAD 3D.
- Entorno de diseño y simulación de circuitos Electroneumáticos.
- Instrumentos de Medición de variables eléctricas, multímetro.
- Instrumentos de medición de longitudes, espesores, profundidades, pie de rey.

9.4 RECURSOS MATERIALES.

- Manual de operación de Software SolidWorks.
- Manual de operación de Software FluidSim.
- Manual de Operación de Software Cade Simu.
- Manual de Generador de Vacío SCV 20 SNS.
- Documentación Técnica sistemas electroneumáticos.
- Normas de seguridad alimentaria e inocuidad en la compañía.
- Norma ASTM D3078.
- Suministro alimentación eléctrica 110 VAC.
- Suministro de aire comprimido, presión mínima 7 BAR.

Tabla 16. Rubro de Recursos virtuales.

Cantidad	Rubro	Detalle	unidad	Valor	Valor Total
0	Software	Compra	N/A	0	0
0	Software	Alquiler	N/A	0	0
1	Software	Uso	Cade Simu 2020	Software Libre	0
1	Software	Uso	FluidSim 4.1	Obliga	Obliga
1	Software	Uso	SolidWorks 2018	Obliga	Obliga

Fuente: Elaboración propia.

9.5 RECURSOS DE FINANCIACIÓN.

La financiación para el desarrollo de la cámara de vacío estuvo dada por parte de la compañía, donde se incluyen gastos por compra de elementos neumáticos, estructura, dispositivos de mando eléctrico, cámara de acrílico, tornillería y demás elementos necesarios para la fabricación del equipo, se estimó un monto alrededor de \$3.000.000 moneda cte.

9.6 Proyección De Costeo.

En la siguiente tabla se describen los materiales y costos de cada uno de ellos además de las cantidades requeridas para la elaboración de la cámara de vacío para detección visual de fugas en empaques de productos alimenticios en la empresa Muji S.A.S.

Tabla 17. Proyección de costeo desarrollo cámara de vacío.

Cantidad	Rubro	Detalle	Unidad	Valor	Valor Total
1	Materiales e Insumos	Compra	Generador de vacío SCV 15 SNS	\$ 41.000	\$ 41.000
1	Materiales e Insumos	Compra	Regulador de filtro de aire comprimido bfc3000 neumática	\$ 120.000	\$ 120.000
1	Materiales e Insumos	Compra	4v310-10 110acv válvula neumática solenoid pt Airtac	\$ 54.000	\$ 54.000
1	Materiales e Insumos	Compra	2v025-08 110vac válvula neumática	\$ 44.000	\$ 44.000
4	Insumos Materiales e	Compra	racor 3/8" en l abertura 8mmairtac	\$ 3.200	\$ 12.800
10	Materiales e Insumos	Compra	Racor recto rosca g1/4" abertura 8mm pc802	\$ 3.000	\$ 30.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Conector rápido t 8mm pe	\$ 2.500	\$ 7.500
1	Insumos Materiales e	Compra	Válvula cheque neumático cv 1/4"	\$ 11.500	\$ 11.500
1	Materiales e Insumos	Compra	Breaker dz47- 60 10a 2p	\$ 31.300	\$ 31.300
3	Materiales e Insumos	Compra	Manguera 8mm x metro	\$ 5.000	\$ 15.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Interruptor or key zb2be101c 2 salidas	\$ 17.000	\$ 51.000
1	Materiales e Insumos	Compra	Interruptor o parada de emergencia sla7	\$ 11.000	\$ 11.000

1	Materiales e Insumos	Compra	Riel din 1 metro	\$ 8.900	\$ 8.900
2	Materiales e Insumos	Compra	Cable de tierra trenzado de cobre 28cm	\$ 1.000	\$ 2.000
10	Materiales e Insumos	Compra	Bloque de borne UK 2.5 b	\$ 1.700	\$ 17.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Base para relé pyf11a	\$ 7.100	\$ 21.300
1	Materiales e Insumos	Compra	Vacuómetro, conexión vertical -30 a 0 psi de 1/4 NPT	\$ 35.000	\$ 35.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Relé 11 pines my3n- j bobina 110 VAC	\$ 8.500	\$ 25.500
2	Materiales e Insumos	Compra	bisagra de acero inoxidable 900 n	\$ 25.000	\$ 50.000
2	Materiales e Insumos	Compra	Manija Tipo Clamp	\$ 15.000	\$ 30.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Servicio de mecanizado rosca 1/4" NPT	\$ 6.000	\$ 18.000
1	Materiales e Insumos	Compra	válvula mini de bola acero inox 1/4"	\$ 15.000	\$ 15.000
6	Materiales e Insumos	Compra	Filtro neumático de cobre 1/4	\$ 4.200	\$ 25.200

2	Materiales e Insumos	Compra	Cable rencauchutado 3x12 AWG x m	\$ 3.500	\$ 7.000
6	Materiales e Insumos	Compra	Servicio perforado orificios 22 mm en lamina acero inox	\$ 6.000	\$ 36.000
40	Materiales e Insumos	Compra	Terminal eléctrica tubular roja	\$ 250	\$ 10.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Codo acero inox 1/4"	\$ 4.000	\$ 12.000
2	Materiales e Insumos	Compra	Prensa estopa 1/2 pulgada (13.5mm)	\$ 3.000	\$ 6.000
3	Materiales e Insumos	Compra	Niple acero inox 1/4" x 1"	\$ 4.500	\$ 13.500
1	Materiales e Insumos	Compra	Paquetex100 de amarres plásticos negros t4	\$ 16.000	\$ 16.000
1	Materiales e Insumos	Compra	Cámara de acrílico de 20 mm, 6 caras para vacío	\$ 1.550.000	\$ 1.550.000
10	Materiales e Insumos	Compra	Ganchos adhesivos para amarres	\$ 1.000	\$ 10.000
1	Materiales e Insumos	Compra	Estructura cámara de vacío en perfil I de 3/4"	\$ 25.000	\$ 25.000
1	Materiales e Insumos	Compra	Cinta aislante negra	\$ 3.500	\$ 3.500
2	Materiales e Insumos	Compra	Rollo cinta teflón blanca	\$ 3.000	\$ 6.000

1	Materiales e Insumos	Compra	Servicio ranurado cámara de vacío para empaque	\$ 80.000	\$ 80.000
2	Materiales e Insumos	Compra	Lamina de acero 25*35 cm calibre #18	\$ 40.000	\$ 80.000
2	Materiales e Insumos	Compra	Empaquetadura cámara de vacío 5 mm* 2 m	\$ 25.000	\$ 50.000
4	Materiales e Insumos	Compra	Cable monopolar negro calibre #14 x metro	\$ 3.500	\$ 14.000
1	Materiales e Insumos	Compra	Teflón líquido Loctite	\$ 55.000	\$ 55.000
2	Materiales e Insumos	Compra	Cable monopolar verde calibre #14 x metro	\$ 3.000	\$ 6.000
50	Materiales e Insumos	Compra	Tornillo Bristol hacer inox m4x10	\$ 800	\$ 40.000
2	Materiales e Insumos	Compra	Cable monopolar azul calibre #14 x metro	\$ 2.500	\$ 5.000
50	Materiales e Insumos	Compra	Tuerca acero inox tornillo m4	\$ 200	\$ 10.000
10	Transportes	Gasolina + Peaje + Parqueadero	Zipaquirá - Bogotá / Bogotá – Zipaquirá	\$ 20.000	\$ 200.000
	Manuales, libros,	Uso	documentación libre.	\$ 0	\$ 0
2	Cd y Portada	Compra		\$ 15.000	\$ 30.000
1	Imprevistos	Compra		\$ 100.000	\$ 100.000
	Total, costos de fabricación				\$3'065.000

Fuente: Elaboración propia.

10. CONCLUSIONES

Al realizar el diagnóstico de la problemática que tenía la empresa Muui S.A.S con sus productos por presentar fallas en los empaques, se determina adquirir una cámara de vacío que permita la inspección visual de estos, como primera medida se hace un estudio de mercado para conocer el costo de la máquina, el cual arrojó un costo elevado para adquirirla y se crea la posibilidad de fabricar la cámara de vacío, mediante una matriz de decisión, la cual permitió evaluar los componentes principales de la máquina. Al realizar la cotización de los materiales se evidencia el bajo costo y asequibilidad de estos, estableciendo que la fabricación tendría un valor inferior al del mercado nacional o internacional.

Los diseños como: circuito eléctrico, electroneumático y el montaje 3D de la cámara de vacío se realizaron gracias a los softwares SolidWorks, FluidSim Y Cade Simu, herramientas de simulación que permiten comprobar el funcionamiento y el cumplimiento del requerimiento para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas.

Finalmente, se espera que el presente proyecto pueda ser una base para futuras investigaciones e implementación de nuevas tecnologías en la industria alimentaria, que ayuden a la calidad de empaques y conservación de los productos, evitando el desperdicio de alimentos.

En el anexo 2. Se observa la cantidad de muestreos realizados durante el mes de julio de los diferentes productos que actualmente Muui está fabricando, y está utilizando el equipo para realizar sus respectivos procesos de control y calidad establecidos para garantizar un producto al llegar al cliente de buena calidad e inocuidad, lo cual ha caracterizado a la empresa por sus excelentes productos.

AL identificar el micraje de cada empaque utilizado por Muji, se identifican dos grosores de 30 micras y 45 micras, esto demuestra la necesidad de parametrizar las líneas de empaque de acuerdo a estos dos grosores, debido a que el papel BOPP flexible metalizado para garantizar un producto inocuo es indispensable tener en cuenta parámetros como, temperatura tiempos y presiones de sellado según su micraje, garantizando esta parametrización se evitan reprocesos de empaque por afectación del producto final empaque de igual manera se garantizan que los productos que llegan al consumidor final sean productos de calidad y aptos para el consumo humano

RECOMENDACIONES

Una vez concluido el presente proyecto, se sugiere algunas recomendaciones con base a los resultados y las conclusiones del presente estudio:

Realizar el manual de procedimiento operacional y mantenimiento para la cámara de vacío con todas sus especificaciones.

Una vez cumpla con el ciclo de vida el caucho inferior (cabina) y superior (tapa) de la cámara de vacío, se deben hacer el reemplazo del material para evitar mal funcionamiento de la máquina.

Mantenimiento preventivo en dos ciclos, iniciar por una limpieza externa para evitar acumulación de polvo en interruptores, acrílico y realizar lubricación en el sistema hidráulico. El segundo ciclo consta de un control y seguimiento a las partes internas, para evitar la filtración de agua principalmente.

Cambio o reemplazo total del empaque de teflón cada 3 meses, según el desgaste y daño que presente la tapa y la parte inferior de la cabina.

Evitar golpes y caídas de la cámara de vacío, también establecerla en una superficie totalmente plana.

Al incorporar un nuevo empaque verificar su grosor para identificar que los parámetros de sellado correspondan con el papel termo flexible, y garantizar un buen sellado tanto en la parte hermética como en el aspecto estético del empaque del producto alimenticio lo cual genera confianza y reconocimiento en la calidad de sus productos.

Referencias Bibliográficas

Croom, Simon. "Introduction to research methodology in operations management." *Researching operations management*. Routledge, 2010. 56-97.

Von Guericke, Otto. "Experimenta nova". *Ámsterdam, Holanda* (2022).

Bopp, Alvin F. "The evolution of food preservation and packaging." *Chemistry's Role in Food Production and Sustainability: Past and Present*. American Chemical Society, 2019. 211-228.

Khobir, Muhamad Latiful, Syafriadiman Syafriadiman, and Henni Syawal. "THE EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF Ventury Air System (VAS) ON MAINTENANCE OF STAR POMFRET FISH (*Trachinotus blochii*)."
Berkala Perikanan Terubuk 49.3 (2021): 1215-1226.

Saha, Dhritiman, and Annamalai Manickavasagan. "Machine learning techniques for analysis of hyperspectral images to determine quality of food products: A review." *Current Research in Food Science* 4 (2021): 28-44.

Papadakis, Emmanouil, et al. "On the use of vacuum technology for applied robotic systems." *2020 6th International Conference on Mechatronics and Robotics Engineering (ICMRE)*. IEEE, 2020.

Rosak-Szyrocka, Joanna, and Ali Abdulhassan Abbase. "Quality management and safety of food in HACCP system aspect." *Production Engineering Archives* 26.2 (2020): 50-53.

Taherdoost, Hamed. "Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic and Business Research Projects." *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)* 10.1 (2021): 10-38.

Sun, Y. T., X. Kong, and Z. B. Wang. "Superior mechanical properties and deformation mechanisms of a 304 stainless steel plate with gradient nanostructure." *International Journal of Plasticity* 155 (2022): 103336.

Nagaro Mago, Francisco, and Franco Fernando Abello Tejada. "Estudio de mercado y localización para la instalación de una planta productora de ensalada de espárragos en aceite de oliva sellado al vacío."

Villegas, Bustamante, and Marianela del Milagro. "Mejora del proceso de conserva de espárrago verde en la empresa Alpes Chiclayo SAC, para aumentar la productividad." (2019).

Alvarado Cordero, Enzo. "Modelo de sistema de gestión integrado para una empresa productora de empaques plásticos basado en las Normas INTE-ISO 9001: 2015 e INTE-ISO 22000: 2005." (2019).

Armas Vásquez, Jhon Sebastián, and Santiago José Caviedes Pasquel. *Diseño y construcción de un prototipo de cámara de presiones bajas para el estudio experimental de reducción de porosidades en las etapas de colado y solidificación de aleaciones de aluminio para el Laboratorio de Fundición de la FIM-EPN*. BS thesis. Quito, 2013., 2013.

Bermúdez Valencia, Andrés Mauricio. "Metodología para el mejoramiento del sellado de películas plásticas en la empresa Ferplasticos." (2021).

Boustens. "*Bombas de Vacío para Laboratorio y Aire Acondicionado | Gaby II*" (2018).

Caro, K. "*Pruebas Resistencias Mecánica, sellado y fugas a empaques trufus, muji, alpina finesse.*" (2020).

Betancourt Daza, Paula Camila, and Hasbleidy Fawcet Alfonso Umbarila. "Diseño de una máquina lavadora y secadora para reciclaje de plástico sede Tecnología Mecánica UD."

Cubillos Rodríguez, María Constanza, and Diego Rozo Rodriguez. "El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad." *Revista de la Universidad de la Salle* 2009.48 (2009): 80-99.

Fernández, Paula, et al. "Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales." *Anales de Psicología/Annals of Psychology* 30.2 (2014): 756-771.

Festo. (sf). Generador de vacío.

Cuasapaz, Querembás, and Mónica Elizabeth. "Elaboración de un Manual de Buenas Prácticas de Higiene y Manipulación de Alimentos para las picanterías de la parroquia de Julio Andrade cantón Tulcán." UPEC, 2022.

Dini, Marco, Giovanni Stumpo, and Unión Europea. *Mipymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento*. Cepal, 2020.

Martínez, Laura, and Martín Ricaurte. "El efecto que ha traído sobre los consumidores la entrada de los hard discounters en Bogotá frente a los principales canales de retail entre las calles 106 y 140 entre la carrera 7 y autopista norte." (2019).

Garcia Díaz, Esthefani Belinda, and Sheida Stephanie Quispe Kana. "Los costos en la elaboración de chicharrones y los precios de venta en Antonios–Restaurant, distrito de Saylla, Cusco, periodo 2018." (2019).

Parra Vega, Rafael, and Gabriel Enrique Galarcio Lopez. "Criterios de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en Empresa Molinera de Arroz." (2020).

Trutié-Carrero, Eduardo, et al. "Detección y localización de fuga de fondo en tuberías plásticas de agua bajo un ambiente ruidoso." *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones* 40.3 (2019): 1-15.

MOREIRA AREQUIPA, ARTURO FABRICIO. *IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA PARA MEJORAR EL PROCESO DE ENVASADO*,

PESADO Y SELLADO EN EL EMPAQUETADO DE CHIFLES, EN LA EMPRESA MR. CHIFLE DE LA CIUDAD DE PORTOVIEJO. BS thesis. JIPIJAPA-UNESUM, 2019.

Muii SAS. (2021). Información obtenida por los autores durante su labor en la empresa.

Amortegui-López, Miguel Angel, Diego Alfonso Fajardo-de La Cruz, and David Julian González-Manrique. "Programa de onboarding para la adaptabilidad laboral y herramientas para el desarrollo de competencias transversales." (2021).

Contento Rubio, Manuel Ricardo. "Estadística con aplicaciones en R." (2019).

ANEXOS

Anexo 1. Estudio realizado a la empresa Muui en el año 2020

1

Pruebas Resistencias Mecánica, sellado y fugas a Empaque Trufus, Muui, Alpina Finesse

Kevin Johnson Caro Aldana
Muui S.A.S.

PROPIEDADES

Resumen— El presente informe tiene como finalidad exponer las pruebas realizadas en la empresa monplast el día 03 de noviembre del presente año, en el laboratorio de calidad, con apoyo de personalidad calificado de la misma entidad, sometiendo los empaques manejados por la empresa muui S.A.S. a diferentes máquinas de ensayos, dando así un diagnóstico de la calidad de selle, hermeticidad, resistencia mecánica y temperatura de selle de los empaques que se mencionaron.

Propiedades mecánicas: Resistencia a roturas, ralladuras, golpes y perforaciones.

Propiedades químicas: Resistente al agua, al vapor de agua, al aceite, grasas, a algunos ácidos y alcalinos, así como disolventes.

Propiedades ópticas: Su superficie es brillante y tiene un alto grado de transparencia.

Reciclabilidad: Es un material fácilmente reciclable ya que únicamente debe ser triturado para regresar al proceso productivo.

ASPECTOS TEORICOS

BOPP

El polipropileno biorientado, más conocido como BOPP, se ha convertido en el film más requerido por la industria de envases flexibles y está ganando terreno al plástico rígido dada su versatilidad, economía y sustentabilidad.

Es una película de polipropileno con un revestimiento que permite que sea termosellado. Su característica principal es la barrera de protección que ofrece para evitar la entrada o salida de humedad. Por lo que sus aplicaciones se orientan principalmente al mercado masivo de galletas, snacks, chocolates, alfajores, caramelos y también etiquetas.

USOS

Tienen una gran variedad de aplicaciones que incluye la elaboración de materiales de empaque para alimentos, algunos productos farmacéuticos, fabricación de tejidos, equipo de laboratorio, películas transparentes, componentes automotrices, recipientes para productos químicos, etc.

APLICACIONES

Gracias a sus características el BOPP puede ser utilizado en procesos de:

- Pasteurización,
- Esterilización por autoclave,
- Llenado en caliente hasta 120°C, Y reciclado.

Por otro lado, es un material considerado por la FDA como inocuo, no transmite olores ni sabores.

Está constituido por moléculas sencillas sensibles a la luz UV y por ello se estima que en un periodo de 15 años puede reintegrarse a la naturaleza.

Una característica importante es que sirve de base para impresión, lo cual permite el ahorro de material adicional para etiquetar o imprimir.



Empaque Bopp

LAMINADO TRUFUS D1



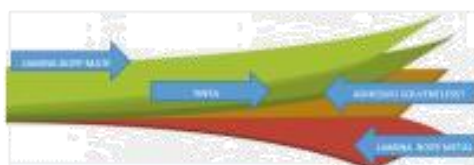
PROPIEDADES BÁSICAS

ATRIBUTO	UNIDAD	STD	MAX	MIN
BOPP MATE	g/m ²	18	19,8	16,2
TINTA	g/m ²	2	2,2	1,8
ADHESIVO	g/m ²	2	2,2	1,8
BOPP MET	g/m ²	18,00	19,80	16,20
GRAMAJE TOTAL	g/m ²	40	44	36
ANCHO (LÁMINA)	mm	235	237	233
LARGO (LÁMINA)	mm	132	134	130

PROPIEDADES ESPECIALES

ATRIBUTO	UNIDAD	STD	MAX	MIN
TEMPERATURA SELLE	°C	140,0	155	125
PRESIÓN	PSI	80,0	100,0	40,0
TIEMPO DE CONTACTO	Seg	1,0	1,5	0,5
RENDIMIENTO X Kg	Unds x Kg	403	443	363

LAMINADO TRUFAS MUII



SUSTRATOS	GRAMAJE	MICRAS
BOPP MATE	17.9	20
MOPP METAL	22.5	25
TINTA	2.0	N/A
ADHESIVO	2.5	N/A
TOTAL	45	45

LAMINADO BROWNIE ALPINA

MATERIAL	CAUDAL (micras)	GRAMAJE (g/m ²)
BOPP TERMOSELLABLE	15.0	15.5
Tinta	5.0	2.0
Adhesivo	5.0	2.2
BOPP METALIZADO	15.0	15.5
Nominal	32	34.2
Mínimo	29	28.1
Máximo	36	34.3

ASPECTOS EXPERIMENTALES

PRUEBA DE FUGAS

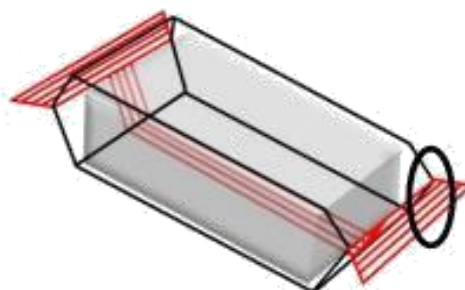
La primera prueba que se realizó a los tres empaques antes mencionados, cada uno con su respectivo producto terminado en su interior, fue una prueba hidrostática aplicando una presión de -400 mm Hg, en una cámara sellada de acrílico en presencia de agua, para lograr identificar fugas en el selle vertical y horizontal del empaque durante 1 minuto.



Camara de vacío Proysolia modelo CV PYSI

RESULTADOS

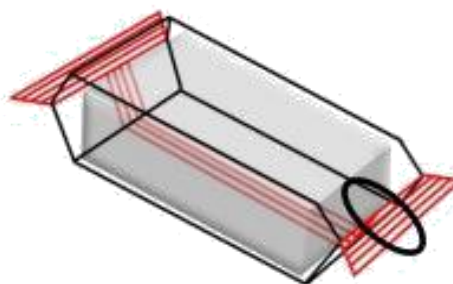
TRUFUS DI



Se evidencia que la presión de la cámara de vacío mantiene los -400 mmHg durante más de 1 minuto y el empaque muestra una fuga muy leve en el selle horizontal, lo cual se puede ajustar dando mas temperatura a las mordazas de sellado.

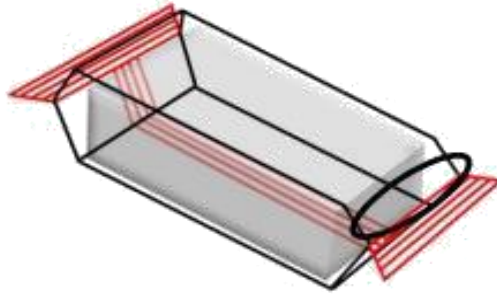


TRUFAS MUII



Se evidencia que la presión de la cámara de vacío mantiene los -400 mmHg durante más de 1 minuto y el empaque muestra una fuga en la junta entre el selle horizontal y vertical lo cual se puede ocasionar por mucha presión en el sellado de la mordaza. Se recomienda recalibrar distancia de mordazas para no dañar la integridad del empaque.

BROWNIE ALPINA



Se evidencia que la presión de la cámara de vacío no se mantiene, no logra llegar a los -300 mmHg, antes de llegar a la presión recomendada para la prueba el material colapsa por debajo del selle horizontal, por lo cual no alcanza a realizarse la prueba de fugas, lo anterior se debe al bajo calibre y gramaje de este empaque. Se recomienda reevaluar las especificaciones del material de empaque con el proveedor de este.

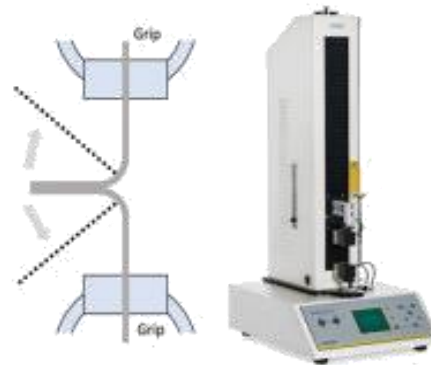


PRUEBA DE RESISTENCIA SELLE

Esta prueba se realiza en una maquina universal de ensayos de resistencia mecánica, la cual en este caso lo que hace es una

prueba de ruptura y elongación, donde se toma una mitad del empaque y en cada uno de los extremos se sujeta con unos ganchos, simulando la función de apertura del empaque, para lo cual el empaque debe soportar una fuerza mínima de 4 KN, verificando de esta manera que el empaque está sellado correctamente, sin embargo el jefe de calidad del laboratorio manifiesta que para el tipo de empaque que se va a probar, la fuerza debe ser de 6 N preferiblemente.

La prueba se realiza a una velocidad de 300 mm/min, limpiando por completo el material de empaque con alcohol evitando así deslizamiento del mismo, dando como resultado datos erróneos.



Máquina de ensayos universales Param XLM



Montaje material de empaque para pruebas



Tablero de control Máquina de ensayos

RESULTADO DE TEST BREAK AND ELONGATION			
	FRUFAS MUII	TRUFUS D1	BROWNIE ALPINA
FUERZA (N)	14,5	15,3	5,4
Tiempo (Seg)	2	2,2	1,2

Resultados a empaques

Anexo 2. Cantidad de pruebas realizadas en la cámara de vacío, durante el mes de julio del año 2023.

	JULIO			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
SEGUIMIENTO MUESTREO SELLADO (CAMARA DE VACIO)	CANT. MUESTREO SELLADO	CANT. MUESTREO SELLADO	CANT. MUESTREO SELLADO	CANT. MUESTREO SELLADO
ALFAJOR BLANCO 70 G	110	116	121	127
ALFAJOR NEGRO 70 g	126	136	150	130
BROWNIE ALPINA FINESSE 44 g	33	32	37	40
TRUFFUS	127	134	122	129
SOBRECOPA	864	734	870	824

Fuente. Muji sas. Área de calidad.