

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENVASADORA PARA
SALSA DE TOMATE Y DIFERENTES ADEREZOS EN
PRESENTACIÓN DE 4 kg, PARA LA EMPRESA RIKOKOM
ALIMENTOS S.A.”**

AUTOR: Alexander Andrés Molina Molina

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENVASADORA PARA SALSA DE TOMATE Y DIFERENTES ADEREZOS EN PRESENTACIÓN DE 4 kg, PARA LA EMPRESA RIKOKOM ALIMENTOS S.A.”**, desarrollado por el **Sr. Alexander Andrés Molina Molina** portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1723048425, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, septiembre 2022



Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Alexander Andrés Molina Molina**, con C.I. 1723048425, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENVASADORA PARA SALSA DE TOMATE Y DIFERENTES ADEREZOS EN PRESENTACIÓN DE 4 kg, PARA LA EMPRESA RIKOKOM ALIMENTOS S.A.”**, así, como también los análisis, ideas, conclusiones, gráficos, fotografías, recomendaciones y propuestas son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



Alexander Andrés Molina Molina

C.I. 1723048425

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, septiembre 2022



Alexander Andrés Molina Molina

C.I. 1723048425

AUTOR

APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante **Alexander Andrés Molina Molina** de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el Tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENVASADORA PARA SALSA DE TOMATE Y DIFERENTES ADEREZOS EN PRESENTACIÓN DE 4 kg, PARA LA EMPRESA RIKOKOM ALIMENTOS S.A.”**.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Diego Fernando Nuñez Nuñez, MSc.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Francisco Agustín Peña Jordán, MSc.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado a mis padres, Byron y Mélida quienes han dedicado su esfuerzo y largas noches de sueño, para formarme como profesional, mis padres me han sabido guiar sabiamente para ser una persona trabajadora, honesta y responsable, me han brindado su apoyo incondicional en todo este proceso de transformación.

A mis tíos Segundo y Adriana, a mis hermanos Fabian, Víctor y Julissa y a mi Novia Mónica, quienes me han brindado su apoyo incondicional y su experiencia como herramienta fundamental para seguir adelante con el proyecto de vida planteado el cual fue culminar con la Carrera Universitaria, y porque no, ahora seguir y persistir por una meta más grande.

A mis amigos, con quienes hemos compartido momentos, historias, experiencias y hasta un aula de clase donde hemos aprendido a crear, transformar, analizar, mejorar, y diseñar elementos, piezas y procesos; y ahora muy pronto todos seremos colegas.

Gracias a todos y cada uno por su apoyo y amistad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme estar con vida y poder disfrutar de todos las personas y cosas que me rodean, por dejarme compartir todas las experiencias y logros que he tenido a lo largo de mi vida.

A mis padres que me dieron la vida, un hogar y el estudio para poder formarme como persona, y ahora estoy a un paso de formarme, como profesional y cumplir con el sueño de mis padres y la meta tan anhelada culminar con la carrera.

A mi tutor, Ing. Mg. Jorge López, por darme la apertura para desarrollar este proyecto, por su paciencia, dedicación y el empeño que mostro para culminar con este objetivo planteado.

Un agradecimiento especial al Ing. Danilo Minga quien me abrió las puertas de la empresa en la cual se desarrolló el proyecto, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias en el taller, la puesta en marcha de grandes proyectos; alimentó mis ganas de aprender y ser un mejor profesional cada día.

También quiero agradecer a los Ingenieros y docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica, por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi formación como como persona y profesional.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1.ANTECEDENTES	1
1.1. TEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. MARCO TEÓRICO	4
1.4.1. SISTEMAS DE ENVASADO	4
1.4.2. TÉCNICAS DE ENVASADO	5
1.4.3. TIPOS DE MAQUINAS PARA ENVASADO	8
1.4.4. NEUMÁTICA	15
1.4.5. COMPRESOR DE AIRE	16
1.4.6. CILINDROS NEUMÁTICOS.....	17
1.4.7. ELECTROVÁLVULAS.....	19
1.4.8. VÁLVULA DE LLENADO.....	19
1.4.9. MANGUERAS NEUMÁTICAS.....	20
1.4.10. CONECTORES NEUMÁTICOS.....	21
1.4.11. ACERO INOXIDABLE.....	21
1.4.12. UNIDAD DE MANETNIMIENTO	22
1.4.13. SIMBOLOGIA DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS.....	24
1.4.14. DISEÑO MECÁNICO	24

1.4.15.	MATERIALES DE USO PARA EL GRADO ALIMENTICIO	25
1.4.16.	TRANSPORTE DE FLUIDOS	25
1.4.17.	BPM.....	26
1.4.18.	SOLDADURA TIG	26
1.4.19.	DENSIDAD DE LOS PRODUCTOS	29
1.4.20.	COMPRESOR DE TORNILLO.....	30
1.5.	OBJETIVOS	33
1.5.1.	OBJETIVO GENERAL	33
1.5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
CAPÍTULO II.....		35
2.METODOLOGÍA.....		35
2.1.	RECURSOS HUMANOS	35
2.1.1.	RECURSOS INSTITUCIONALES	35
2.1.2.	MATERIALES A SER EMPLEADOS.....	35
2.1.3.	CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO AMORTIGUADO ..	35
2.1.4.	REGULADORES DE CAUDAL TIPO CODO 1/4 Y 1/8 M8.....	36
2.1.5.	ACTUADOR NEUMATICO DE 4 PSI.....	37
2.1.6.	VÁLVULA DE 3 VÍAS DOS POSICIONES	37
2.1.7.	ELECTROVÁLVULA 24 v DC MONOESTABLE 5/2	38
2.1.8.	GABINETE METALICO.....	38
2.1.9.	RELÉ ENCAPSULADO 11 PINES 24V DC + BASE.....	39
2.1.10.	BREAKER PARA RIEL DIN 2 x 6 AMPERIOS.....	40
2.1.11.	FUENTE DE PODER 110 - 240 V ENTRADA, SALIDA 24 V DC A 2 AMPERIOS.....	40
2.1.12.	VÁLVULA DOSIFICADORA O DE LLENADO	41
2.1.13.	SENSOR MAGNETICO 24 V DC FESTO	42
2.1.14.	PULSADORES MARCHA Y PARO	43
2.1.15.	CANALETAS RANURADAS PARA GABINETE.....	43
2.1.16.	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	44
2.1.17.	RUEDAS 2 PULGADAS CON FRENO	45
2.1.18.	ABRAZADERA SANITARIA TRICLAMP O ABRAZADERA DE CIERRE RAPIDO.....	45
2.2.	MÉTODOS	46
2.2.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
2.2.1.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	48
2.2.2.	PROGRAMAS	49

2.3.	ESTUDIO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO	50
2.3.4.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	58
2.4.	ANÁLISIS DE LA MEJOR ALTERNATIVA	61
2.5.	CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ENVASADO ACORDE A CADA CRITERIO PLANTEADO.....	62
2.5.1.	APRECIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE CADA SISTEMA PLANTEADO.....	62
2.5.2.	EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO63	
2.5.3.	EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE FACTIBILIDAD	64
2.5.4.	EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE COSTO	65
2.5.5.	EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS	65
2.5.6.	EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	66
2.6.	SELECCIÓN DE LA SOLUCION PARA EL SISTEMA DE ENVASADO A EMPLEARSE	67
	CAPITULO III	67
3.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	67
3.1.	DISEÑO MECÁNICO	67
3.1.1.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL.....	67
3.1.2.	DISEÑO DEL CILINDRO DE LLENADO	74
3.1.3.	DISEÑO DEL ÉMBOLO PARA EL CILINDRO DE LLENADO	81
3.1.4.	DISEÑO DEL ESPARRAGO PARA LA UNIÓN DEL ÉMBOLO CON EL CILINDRO NEUMÁTICO	84
3.2.	CÁLCULO DE SOLDADURA PARA LAS BASES DEL CILINDRO NEUMÁTICO.....	86
3.2.1.	ANÁLISIS DE LA SOLDADURA DE LA BASE DEL CILINDRO NEUMATICO MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO	87
3.3.	ANÁLISIS DE FLUIDO DE LA MERMELADA QUE ATRAVIEZA EL SISTEMA DE DOSIFICADO.....	95
3.4.	DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO	99
3.4.1.	SELECCIÓN DEL ACTUADOR NEUMÁTICO	101
3.4.2.	SELECCIÓN DE ACCESORIOS DE MONTAJE.....	102
3.4.3.	CÁLCULO DEL CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO DEL CILINDRO.....	103
3.5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	104
3.6.	PRESUPUESTO	105

3.6.1.	COSTOS DIRECTOS	105
3.6.2.	COSTOS INDIRECTOS	106
3.6.3.	COSTOS VARIOS	107
3.6.4.	COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE ENVASADO PARA SALSAS Y ADEREZOS	107
3.7.	EVALUACIÓN DE FUNCIONAMIENTO	108
3.8.	MANUAL DE MANTENIMIENTO	108
CAPITULO IV		110
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
4.1.	CONCLUSIONES	110
4.2.	RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA		113
NORMAS Y CÓDIGOS		117
5.ANEXOS		118
5.1.	ANEXO A (Tablas usadas para el desarrollo del proyecto).....	118
5.2.	ANEXO B (Construcción).....	124
5.3.	ANEXO C (Planos)	133

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS CAPÍTULO I

Figura 1.1: Principales Proveedores para US (en términos de valor) [2].	2
Figura 1.2: Envasadora Semiautomática [7].	4
Figura 1.3: Envasado Tradicional [8].	5
Figura 1.4: Envasadora al vacío [11].	7
Figura 1.5: Esquema de una cámara de atmosfera controlada [13].	7
Figura 1.6: Esquema de envasado en atmosfera modificada [15].	8
Figura 1.7: Envasadora Lineal por nivel [18].	9
Figura 1.8: Envasadora lineal por volumen [19].	10
Figura 1.9: Envasadora de baja capacidad por nivel [17].	12
Figura 1.10: Envasadora de baja capacidad por volumen semiautomática [7].	13
Figura 1.11: Envasadora rotativa por nivel [20].	14
Figura 1.12: Envasadora rotativa por volumen para envase tipo doy pack [21].	15
Figura 1.13: Esquema de los tipos de compresores [24].	17
Figura 1.14: Partes de un cilindro neumático simple [26].	18
Figura 1.15: Partes de un cilindro neumático de doble efecto [26].	18
Figura 1.16: Electroválvula y sus partes normalmente cerradas de dos vías [28].	19
Figura 1.17: Válvula de llenado [28].	20
Figura 1.18: Mangueras neumáticas [29].	21
Figura 1.19: Racores o conectores neumáticos [30].	21
Figura 1.20: Unidad de Mantenimiento [33].	23
Figura 1.21: Soldadura TIG [39].	27
Figura 1.22: Influencia del afilado del electrodo de tungsteno [39].	28
Figura 1.23: Compresor de tornillo lubricado y sus partes [24].	31
Figura 1.24: compresor de tornillo exento [24].	31

FIGURAS CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Cilindro Neumático de Doble Efecto Amortiguado [35].	36
Figura 2.2: Regulador de flujo de aire Neumático [36].	36
Figura 2.3: Actuador Neumático [37].	37
Figura 2.4: Válvula de 3 vías 2 posiciones con actuador neumático [37].	38
Figura 2.5: Electroválvula y sus partes normalmente cerradas de dos vías. [28].	38
Figura 2.6: Gabinete Metálico [40].	39
Figura 2.7: Relé encapsulado 11 pines [41].	39
Figura 2.8: Disyuntor o Breaker [42].	40
Figura 2.9: Fuente de poder de 110 – 240 v a 24 v DC [43].	41
Figura 2.10: Válvula dosificadora o de llenado [28].	42
Figura 2.11: Sensores Magnéticos [44].	42
Figura 2.12: Pulsadores de marcha y Paro [17].	43
Figura 2.13: Esquema con los tipos de canaletas [45].	44
Figura 2.14: Unidad de Mantenimiento [6].	45
Figura 2.15: Ruedas de goma [46].	45
Figura 2.16: Abrazadera Sanitaria Triclamp [47].	46

FIGURAS CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Esquema de los elementos que soporta la viga.....	69
Figura 3.2: Esquema de distribución de las cargas en la viga y sus apoyos.	70
Figura 3.3: Fuerzas resultantes en los apoyos de la viga.	70
Figura 3.4: Gráfico de deformación de la estructura.....	71
Figura 3.5: Diagrama de fuerza cortante.	71
Figura 3.6: Diagrama de momentos para la estructura.....	72
Figura 3.7: Calculo de la sección de modulo para la estructura diseñada.....	73
Figura 3.8: Mallado de la pieza a analizarse.	79
Figura 3.9: Resultado del análisis por esfuerzos de Von-Mises.	80
Figura 3.10: Resultado del análisis de deformación máxima de la pieza.	80
Figura 3.11: Mallado para el análisis del Émbolo de llenado.	82
Figura 3.12: Aplicación de condiciones de frontera.	83
Figura 3.13: Resultado de la deformación total del vástago.	83
Figura 3.14: Mallado del esparrago.....	84
Figura 3.15: Aplicación de cargas y apoyos para el esparrago.	85
Figura 3.16: Resultado del análisis de deformación máxima para el esparrago.	85
Figura 3.17: Resultado del análisis de esfuerzos de Von-Mises para el esparrago.....	86
Figura 3.18: Croquizado y extrusión de la base para el cilindro neumático.	87
Figura 3.19: Mallado del elemento a ser simulado para análisis de soldadura.	88
Figura 3.20: Conexión por soldadura con un tamaño de 1,4 mm.	89
Figura 3.21: Aplicación de cargas y apoyos en la pieza para el análisis de soldadura.	89
Figura 3.22: Análisis del elemento soldado por esfuerzos de Von-Mises.	90
Figura 3.23: Resultado de la simulación por deformación en la pieza.	91
Figura 3.24: Resultado de la simulación por deformación en el área de la soldadura. .	91
Figura 3.25: Trazado de comprobación de soldadura.	92
Figura 3.26: Adición de solapas laterales a la base.....	93
Figura 3.27: Adición de soldadura en las cartelas.....	93
Figura 3.28: Aplicación de carga y apoyos en las juntas de las cartelas de la base.	94
Figura 3.29: Resultados del análisis por deformación en la base.....	94
Figura 3.30: Geometría para ser procesada.	95
Figura 3.31: Reparación del elemento a ser evaluado.....	96
Figura 3.32: Volumen del elemento a ser analizado.	96
Figura 3.33: Mallado del volumen del fluido.....	97
Figura 3.34: Condiciones iniciales del fluido.....	97
Figura 3.35: Resolución del análisis.	98
Figura 3.36: Representación de la velocidad de la mermelada.	98
Figura 3.37: Representación de la presión de la mermelada.....	99
Figura 3.38: Diagrama del sistema de envasado con un cilindro neumático.	100
Figura 3.39: Diagrama del embolo y vástago del cilindro neumático.	100
Figura 3.40: Datos técnicos del cilindro neumático.....	102
Figura 3.41: Accesorios de Montaje.	103
Figura 3.42: Diagrama de flujo.	104
Figura 3.43: Esquema del sistema eléctrico.	105

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS CAPITULO 2

Fotografía 2.1: Recepción materia prima.	51
Fotografía 2.2: Pesaje de materia prima para elaborar mermelada.....	51
Fotografía 2.3: Homogeneizadora y marmitas eléctricas.....	52
Fotografía 2.4: Molino Coloidal	53
Fotografía 2.5: Tanque de almacenamiento Cap. 2000 litros.	53
Fotografía 2.6: Llenado de producto.....	54
Fotografía 2.7: Tapado del producto.....	54

FOTOGRAFÍAS DE ANEXOS

Fotografía 5.1: Reducción de sección.	124
Fotografía 5.2: Cilindro de llenado con Ferrul de 6".....	124
Fotografía 5.3: Embolo y base del cilindro de llenado.	125
Fotografía 5.4: Unión base del cilindro neumático con la estructura principal.	125
Fotografía 5.5: Esparrago.....	126
Fotografía 5.6: Embolo de duralón.	126
Fotografía 5.7: Estructura Principal	127
Fotografía 5.8: Gel decapante Genox.	127
Fotografía 5.9: Ensamblaje del embolo.	128
Fotografía 5.10: Ensamblaje Cilindro de llenado.	128
Fotografía 5.11: Ensamblaje Cilindro de llenado y embolo.....	129
Fotografía 5.12: Ensamblaje Cilindro neumático base.	129
Fotografía 5.13: Ensamble de rotula y Horquilla.....	130
Fotografía 5.14: Ensamble esparrago, cilindro de llenado y embolo.....	130
Fotografía 5.15: construcción estructura tablero eléctrico.....	131
Fotografía 5.16: Tablero Eléctrico	131
Fotografía 5.17: Ensamblaje final completo.	132

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS CAPÍTULO I

Tabla 1.1: Simbología de elementos neumáticos [34].	24
Tabla 1.2: Características de la soldadura TIG con diferente tipo de corriente [40].	29
Tabla 1.3: Propiedades de alimentos comunes [42].	30
Tabla 1.4: Tabla de comparación de los compresores de tornillo, scroll y pistón [43].	32

TABLAS CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Tiempo de envasado para las diferentes salsas y aderezos.	55
Tabla 2.2: Promedio de envases por minuto.	56
Tabla 2.3: Sistema de Envasado tradicional.	58
Tabla 2.4: Sistema de Envasado por Volumen.	59
Tabla 2.5: Sistema de Envasado Rotativo tamaño de letra	60
Tabla 2.6: Tabla de valorización para los criterios que se analizaran.	61
Tabla 2.7: Ponderación de los criterios para la selección del sistema de envasado.	62
Tabla 2.8: Análisis de producción y eficiencia.	63
Tabla 2.9: Ponderación para cada solución por el criterio de Capacidad y eficiencia.	63
Tabla 2.10: Ponderación para cada solución por el Criterio de Mantenimiento.	63
Tabla 2.11: Ponderación para cada solución por el criterio de factibilidad.	64
Tabla 2.12: Ponderación para cada solución por el criterio de costos.	65
Tabla 2.13: Ponderación para cada solución por el criterio de disponibilidad de materias primas.	66
Tabla 2.14: Ponderación para cada solución por el criterio de energía.	66
Tabla 2.15: Análisis para los criterios de solución.	67

TABLAS CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Propiedades Mecánicas del Acero Inoxidable AISI 304 Fuente: [60]	72
Tabla 3.2: Parámetros y condiciones de Diseño para el recipiente.	77
Tabla 3.3: Espesores del recipiente.	79
Tabla 3.4: Tabla de costos directos.	106
Tabla 3.5: Tabla de costos Indirectos	107
Tabla 3.6: Tabla de Costos Varios.	107
Tabla 3.7: Tabla de costo total.	107
Tabla 3.8: Prueba de funcionamiento, tiempos con el uso del equipo	108

TABLAS DE ANEXOS

Tabla 5.1: Tabla de conversión de unidades.	118
Tabla 5.2: Tabla de tamaño de ferrules existentes en el mercado.	118
Tabla 5.3: Tabla de diferentes tamaños de abrazaderas Triclamp.	119
Tabla 5.4: Tabla de propiedades de Materiales de Ingeniería	119
Tabla 5.5: Propiedades de algunos plásticos de ingeniería.	120
Tabla 5.6: Tabla del tamaño mínimo de soldadura por filete.	120

Tabla 5.7: Propiedades de materiales.....	121
Tabla 5.8: Selección de actuadores según diámetro y carrera.....	121
Tabla 5.9: Tabla de selección de Accesorios	122

RESUMEN

Debido a que la empresa Rikokom Alimentos S.A necesitaba mejorar el proceso de envasado para salsas y aderezos en presentación de 4 kg, se planteó realizar el diseño y construcción de una envasadora para dichos alimentos, el proyecto técnico se llevó a cabo en su totalidad, y con los requerimientos planteados por la empresa.

Toda la información que se recopiló de las diferentes fuentes, además de los estudios que se realizaron en campo, lograron determinar la factibilidad del sistema de envasado a implementarse, además se logró obtener parámetros básicos de funcionamiento para el equipo.

La estructura y los distintos elementos que componen el sistema de envasado que se diseñaron e implementaron, fueron hechos con materiales seleccionados, como lo es el acero inoxidable AISI 304, un material usado con mayor frecuencia en la industria alimenticia para evitar la corrosión y daños al equipo.

Se realizaron comparaciones entre los diferentes métodos de envasado, teniendo como objetivo principal la selección de uno de ellos, para este proceso se realizó un análisis de selección el cual nos encamino por la mejor opción y la que se llevó a cabo.

Para finalizar se realizaron los cálculos y criterios respectivos de diseño para los diferentes elementos que componen el sistema, también se realizó cortes y procesos de torneado para las diferentes piezas que se realizaron y utilizaron en el ensamble final del equipo, además, se realizaron los planos respectivos, y un manual de mantenimiento para evitar daños o fallos prematuros del equipo.

Palabras clave: Envasadora, ASME SECCIÓN VIII, División 1, Cilindro Neumático, Ferrul, Émbolo, electroválvula.

ABSTRACT

Since the company Rikokom Alimentos S.A. needed to improve the packaging process for sauces and dressings in 4 kg presentation, it was proposed to design and build a packaging machine for these foods, the technical project was carried out in its entirety, and with the requirements set by the company.

All the information gathered from different sources, in addition to the studies conducted in the field, were able to determine the feasibility of the packaging system to be implemented, in addition to obtaining basic operating parameters for the equipment.

The structure and the different elements that make up the packaging system that were designed and implemented were made with selected materials, such as AISI 304 stainless steel, a material most frequently used to prevent corrosion and damage to the equipment.

Comparisons were made between the different packaging methods, having as main objective the selection of one of them, for this process a selection analysis was made which led us to the best option and the one that was carried out.

Finally, the calculations and respective design criteria for the different elements that make up the system were carried out, as well as the cutting and turning processes for the different pieces that were made and used in the final assembly of the equipment. In addition, the respective drawings and a maintenance manual were made to avoid damages or premature failures of the equipment.

Key words: Packing machine, ASME SECTION VIII, Division 1, Pneumatic Cylinder, Ferrul, Piston, solenoid valve.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

1.1. TEMA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENVASADORA PARA SALSA DE TOMATE Y DIFERENTES ADEREZOS EN PRESENTACIÓN DE 4 kg, PARA LA EMPRESA RIKOKOM ALIMENTOS S.A.”

1.2. ANTECEDENTES

Las salsas y aderezos industrializados son alimentos muy populares, al momento de ser utilizados para diversos ámbitos gastronómicos y culinarios, además permiten agregarles sabor, textura y color para acompañar los platos principales, entre otros usos se pueden consumir como deliciosos aderezos en reuniones [1].

Dichas salsas son muy populares, puesto que uno de los factores principales es que en la mayoría de los casos estas salsas ya vienen preparadas y listas para consumir, cabe recalcar que el sabor es delicioso y único, otro de los factores que inciden en el consumo de estas, es que no se necesita añadir algún condimento o sazón extra para que el sabor sea exquisito además de mencionar estos aspectos importantes, debemos señalar que podemos realizar preparaciones más complejas de manera más rápida, lo que reduce el tiempo que el consumidor emplea en la cocina [1].

Como es de esperarse las salsas y aderezos gourmet, son principalmente empleados como un acompañamiento en las ensaladas, rellenos, y como aderezos complementarios en varios alimentos, sabores deliciosos y únicos, de estos aspectos nace la importancia y la alta demanda en la dieta del consumidor final [2].

Generalidades del mercado estadounidense, es un país con un alto consumo de este tipo de alimentos gracias a que son elaboradas a base de ingredientes orgánicos, tener una variada combinación de sabores. Además, se sabe que Estados Unidos abarca el 9,6% del total importado a nivel mundial, esto lo convierte en uno de los principales importadores de salsas y aderezos a nivel mundial, según la Comisión de Comercio Internacional de los Estados Unidos (USITC) nos demuestra datos estadísticos en el periodo de enero – junio 2016 las importaciones en este país incrementaron un 7,18% en comparación al

mismo periodo del año anterior. Canadá, México e Italia son los principales proveedores de salsas y aderezos, además, según la (USITC) El Ecuador abarca apenas el 0,05% del total de importaciones de salsas y aderezos para los Estados Unidos, en el 2016 Ecuador exporto USD 253 miles de dólares demostrando un crecimiento del 73% frente al año pasado, se puede apreciar un pastel con el porcentaje de importaciones de salsas y aderezos para Estados Unidos en el año 2016 en la figura 1.1 [2].

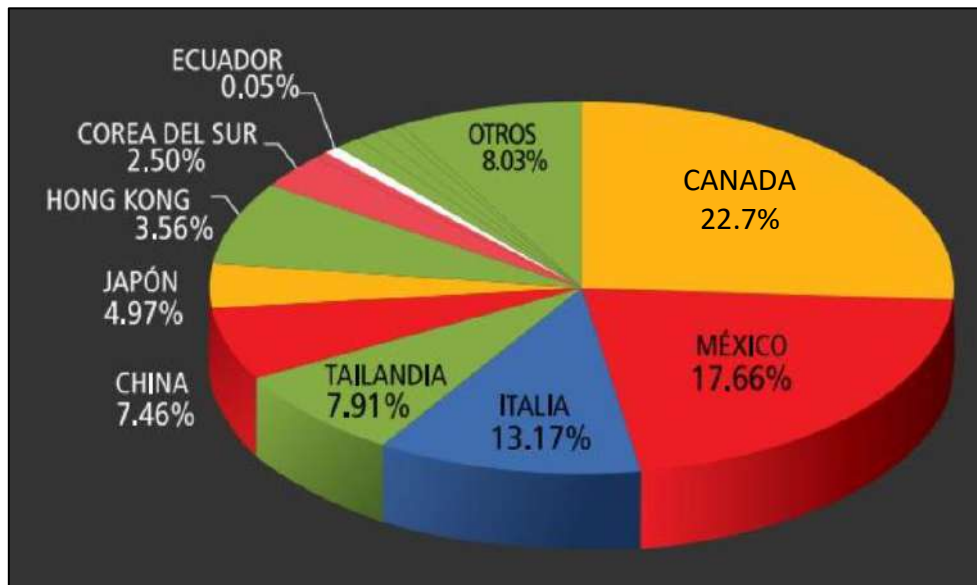


Figura 1.1: Principales Proveedores para US (en términos de valor) [2].

1.3. JUSTIFICACIÓN

Rikokom Alimentos S.A. es una empresa dedicada a la preparación de mermeladas, salsas y aderezos cumpliendo con altos niveles de calidad, gracias a la tecnología de punta que aplica en sus procesos de producción, hoy en día la empresa cuenta con 10 líneas de producción y posee la certificación de las **BPM** (Buenas Prácticas de Manufactura) [3].

Realizar el presente proyecto pretende mejorar, e incrementar la capacidad productiva de la empresa Rikokom Alimentos S.A. Además, de contribuir con el desarrollo de nuevos conocimientos en el área de diseño, automatización industrial y neumática, con el fin de aprovechar los conocimientos, que se irán adquiriendo sobre la problemática planteada, como objeto de estudio y logrando así llenar vacíos y mejorando técnicas que posee el investigador, para dar soluciones a la problemática planteada que sean beneficiosos para la empresa.

El proyecto propuesto es de suma importancia para la empresa ya que contribuirá con la mejora continua, de procesos y agilizará la producción de manera eficaz y segura, con el cumplimiento de su visión y misión como empresa.

El proyecto que se plantea es factible de realizar ya que se hizo un estudio previo a la implementación de este proyecto con la finalidad, de que la empresa en la que se realizara el proyecto pueda proveer de los recursos económicos, tecnológicos y materiales necesarios que se usaran para el desarrollo del presente proyecto, cabe recalcar que el investigador posee el tiempo necesario para ejecutar el proyecto de una manera adecuada además cuenta con una especializada asesoría por parte de la universidad y de la empresa en la que se realizara el proyecto, otro de los aspectos fundamentales que se tomará en cuenta es el objeto que establece la ARCSA (Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados), la cual establece requisitos y condiciones que se deben cumplir en procesos de fabricación, producción, elaboración, preparación, envasado, empaquetado transporte y distribución con la finalidad de salvaguardar la salud de la población, garantizando el suministro de productos saludables e inermes [4].

En la actualidad en el país se impulsa, que se consuman alimentos que son hechos aquí, esto propone una alternativa adecuada para fomentar el empleo y desarrollar nuevas destrezas y habilidades que tendrán como efecto una mejoría en la economía del país [5].

Con la investigación del siguiente proyecto, que se pretende llevar a cabo, se determinó que, dentro del sector industrial ecuatoriano, hay empresas y fabricas que se dedican al envasado y producción de salsas y aderezos, algunas de estas fábricas tienen una baja confiabilidad en sus procesos, según Atiencia [5], llegando a tener problemas con el producto final.

Los operadores encargados del envasado en la empresa Rikokom. Alimentos S.A. de salsa y aderezos encuentran que el proceso de envasado de salsas y aderezos en presentación de 4kg es muy lento y poco confiable ya que se necesita de una gran cantidad de personal e instrumentos para que el envasado se realice.

Además, en ciertas ocasiones la cantidad que se coloca en los envases no es la misma a pesar de que se tiene un proceso ya establecido para el llenado, pero hay condiciones que no se puede controlar en dicho envasado, por lo cual la dosificación del producto no es relativamente igual en todos los casos, según lo indicado por el jefe de mantenimiento de la empresa Rikokom.

Por este motivo se pretende realizar un estudio e implementar un sistema de envasado de salsas y aderezos para la presentación de 4kg para la empresa Rikokom Alimentos S.A. de tal manera que el envasado se ajuste a las necesidades de la empresa y además sea amigable con el operador, logrando incrementar la producción y facilitando el trabajo.

1.4. MARCO TEÓRICO

1.4.1. SISTEMAS DE ENVASADO

El envasado es un método o técnica el cual consiste en la conservación de los alimentos durante un periodo de tiempo, todo esto es posible gracias a procesos en los cuales el producto suele estar sometido a temperaturas altas, procesos de desinfección y sanitización de manera controlada, para ser sellados en recipientes, bolsas herméticas, latas o tarros que protejan el producto además de anunciarlos para su posterior almacenamiento, distribución, venta y consumo [5].

Los sistemas y máquinas de envasado, tienen como función primordial la combinación del producto y el envase; una de las principales razones para usar un sistema y máquina de envasado es la conservación en si del producto para garantizar que el producto este en buenas condiciones y apto para el consumo humano, cumpliendo así lo que establece la ARCSA en productos de uso alimenticio. Además, de poseer una buena presentación del producto, como se puede apreciar se muestra una envasadora semiautomática en la figura 1.2 [6].



Figura 1.2: Envasadora Semiautomática [7].

1.4.2. TÉCNICAS DE ENVASADO

Existen varias técnicas de envasado, se distinguen cuatro tipos de envasado que se detallaran a continuación; estas técnicas de envasado varían en función del producto a ser envasado y del envase que se usara para combinar el producto y el envase, logrando así controlar que el producto este en óptimas condiciones y listos para la distribución y su posterior consumo [8].

1.4.2.1. ENVASADO TRADICIONAL

Como objetivo principal de este tipo de envasado es la preservación del producto de agentes exteriores, además, este tipo de envasado suele ser de forma automática o manual. Evitando siempre contaminaciones cruzadas con otros alimentos o el ambiente y manipulación por parte del consumidor y el sistema de transporte de productos mediante una barrera física que en este caso es el envase a ser usado [8].

Se llama envasado tradicional porque usa una envoltura simple para envasar el producto, esta envoltura suele estar hecha de material plástico, pueden ser polietilenos de baja densidad, extensible, autoadhesivo, papel, cartón, aluminio, polipropileno expandido, mixta, entre otros, todo depende del producto a ser envasado [9].

El envasado tradicional tiene una protección mínima ya que solo posee una barrera frente a cuerpos extraños (insectos, restos de suciedad y manipulación) pero no frente a bacterias que puedan dañar al producto y minimizar la vida útil del producto; en la figura 1.3 se puede visualizar varios alimentos envasados de una forma tradicional con empaques y recipientes sencillos [9] .



Figura 1.3: Envasado Tradicional [8].

1.4.2.2. ENVASADO AL VACÍO

Este tipo de envasado consiste, en el método de eliminación del aire que rodea al producto con la finalidad de eliminar el oxígeno que existe entre el envase y el producto y así logrando minimizar la proliferación de microorganismos aeróbicos, los cuales se encargan de reducir el tiempo de vida del producto además de degenerar los principales vitaminas y beneficios que aporte el producto al consumidor. [10]

Se debe tener en cuenta varios factores que se necesitan para que el envasado al vacío sea correcto, entre los cuales se pueden encontrar, envase o empaque que se pueda cerrar de forma estanca es decir que se selle completamente y que no tenga comunicación con otros agentes, una bomba de vacío, tratamiento térmico del producto a 90°C durante diez minutos o que sea equivalente, dependiendo el producto a ser envasado por este método, el pH del producto debe ser de 5 o menos, nivel mínimo de sal del 3,5% (en fase acuosa), combinación de varios factores y adición de determinados aditivos al producto [9].

Para el envasado al vacío hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones de seguridad para los productos que fueron envasados por este método [9].

- Realizar el envasado del producto en condiciones higiénico-sanitarias adecuadas que cumplan con un proceso de calidad [9].
- Completar el sistema de envasado al vacío de productos perecederos, estos sistemas adicionales pueden ser la refrigeración o congelación de los mismos para que el producto no pierda sus principales propiedades [9].
- Para alimentos cocinados si el tratamiento térmico no fue el correcto, se deberá mantener en refrigeración o congelación para aumentar la durabilidad del producto [9].

En la figura 1.4 se muestra una imagen de una envasadora al vacío y además nos muestra la presentación final del producto después de haber pasado por este proceso.



Figura 1.4: Envasadora al vacío [11].

1.4.2.3. ENVASADO DE ATMÓSFERAS CONTROLADAS (EAC)

En esta técnica de envasado, el alimento se halla rodeado de una atmosfera previamente seleccionada, la composición de esta atmosfera principalmente es a base de nitrógeno y dióxido de carbono, esta composición gaseosa se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuo, para así lograr proteger al producto del oxígeno hasta terminar con el envasado, esto se realiza para que el producto dentro del envase y la atmosfera que lo protege permanezcan inalterados hasta el final de la vida útil del producto, en la figura 1.5 se puede apreciar el esquema de funcionamiento de envasado por atmosferas controladas [12].

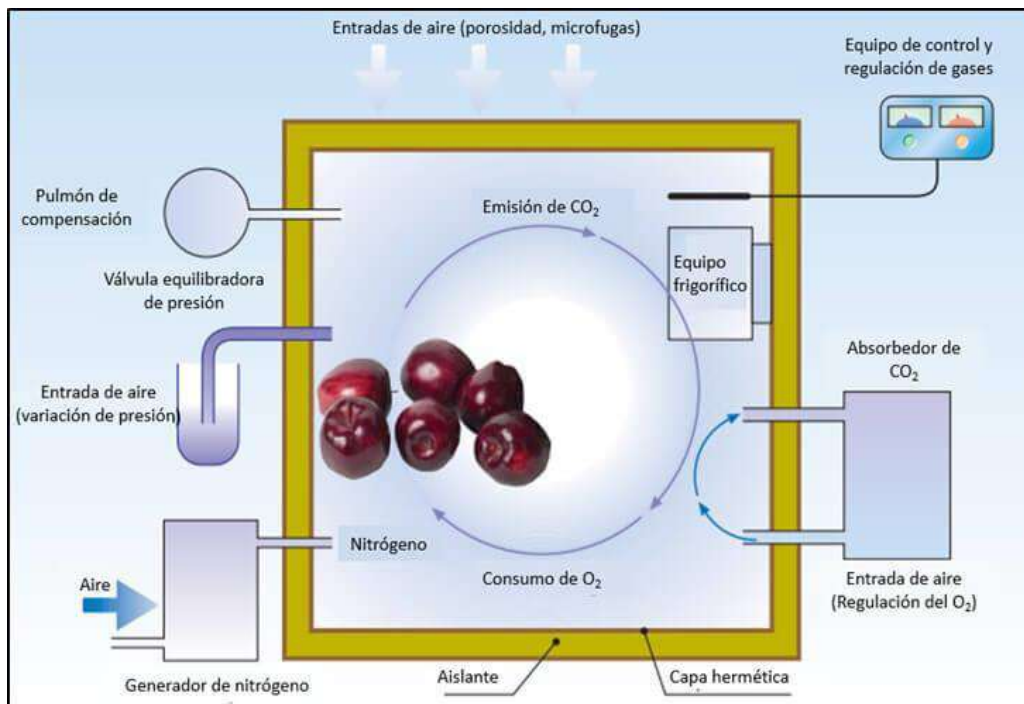


Figura 1.5: Esquema de una cámara de atmosfera controlada [13].

1.4.2.4. ENVASADO DE ATMOSFERAS MODIFICADAS (EAM)

Es una técnica de envasado de alimentos que se realiza principalmente al vacío, pero la diferencia primordial de este método es que una vez que el producto haya sido envasado al vacío, el envase o empaque permita inyectar gases adecuados que cambian la atmósfera en el interior del envase o empaque según las necesidades del producto [14].

Es una técnica común en envases termoformados, además impide el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro. El envasado por atmósferas modificadas (EAM) se diferencia del envasado por atmósferas controladas (EAC) en el grado de control de la atmósfera por una parte en el (EAC) las concentraciones del gas son más precisas y poseen un sistema de control más exacto y son empleados principalmente para la conservación de productos hortícolas y frutícolas por periodos largos de tiempo; en la figura 1.6 se puede apreciar el esquema de funcionamiento de un envasado en atmósfera modificada [13].

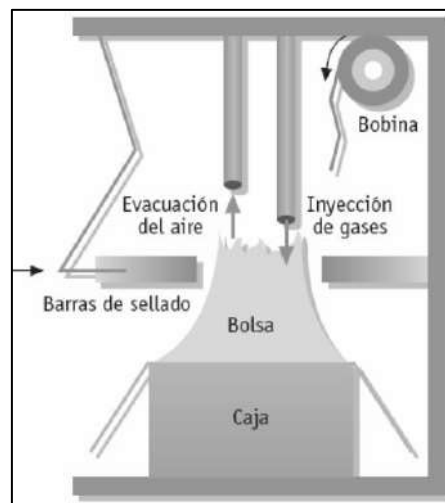


Figura 1.6: Esquema de envasado en atmósfera modificada [15].

1.4.3. TIPOS DE MAQUINAS PARA ENVASADO

Uno de los aspectos más importantes al momento de seleccionar una máquina de envasado según [16] es la tecnología que se debe utilizar por esta razón los tipos de envasadora se clasifican de la siguiente manera:

1.4.3.1. ENVASADORAS LINEALES

Las envasadoras lineales son máquinas que logran velocidades de producción moderadas, practicas, no requieren accesorios para realizar cambios al formato de presentación, además operan de forma automática consiguiendo así brindar un proceso confiable y eficiente. Se usan especialmente en plantas embotelladoras de mediana producción, se clasifican en dos subgrupos dependiendo la técnica que se usara para el envasado del líquido [17].

➤ ENVASADORA LINEAL POR NIVEL

Las envasadoras lineales por nivel usan un sistema de boquillas que penetran y sellan el envase. La espuma y el exceso de producto que son generados a partir del primer envasado se recirculan en el reservorio, esto ayuda a tener un producto constante y un nivel adecuado en los envases. Logrando así conseguir un llenado rápido y sin derrames [17].

Una de las características principales que posee esta envasadora, tiene un sistema de transporte, el cual es realizado mediante el uso de una banda transportadora, en el cual las botellas son desplazadas y colocadas bajo las boquillas de llenado todo esto mediante la aplicación de sensores; se puede apreciar en la figura 1.7 la distribución lineal de este tipo de envasadoras y por el cual lleva su nombre [17].



Figura 1.7: Envasadora Lineal por nivel [18].

➤ ENVASADORA LINEAL POR VOLUMEN

Para el envasado del producto esta máquina usa un pistón de carrera controlada, el pistón se encarga de succionar el producto, posteriormente el producto es dosificado en una precámara, las cuales están diseñadas con las medidas adecuadas, con las cuales se van a envasar en los recipientes por medio de la utilización de boquillas; aquí se pueden envasar productos de alta y media viscosidad [17].

Ventaja de esta envasadora:

- El envasado del producto se lo puede realizar en diferentes tipos de envases y la boquilla necesariamente no debe realizar un sellado con el envase, por esta razón los envases a usarse pueden tener varias formas y ser de diferente tipo y material. Se suelen envasar principalmente mayonesa, salsas, pintura, cremas entre otros, en la figura 1.8 se muestra una imagen del proceso que realiza una envasadora lineal por volumen [17].



Figura 1.8: Envasadora lineal por volumen [19].

1.4.3.2. ENVASADORAS DE BAJA CAPACIDAD

Se las conoce como envasadoras de baja capacidad ya que su producción por hora es reducida puesto que posee un control manual, además este tipo de envasadoras son usadas en microempresas que tengan pequeños lotes de producción y que buscan mejorar su proceso con la utilización de equipos sencillos, pero realmente económicos [17].

Ventajas que presentan este tipo de envasadoras

- La limpieza del equipo resulta ser practico y sencillo.
- Económicas ya que no poseen un desarrollo tecnológico avanzado.

- Confiables, son máquinas de manipulación sencilla y amigable con el operario.

Desventajas que presentan este tipo de envasadoras

- La producción dependerá principalmente de las capacidades y destrezas que el operador tenga al momento de realizar un lote de producción.

En este tipo de envasadoras se destacan dos modelos entre los cuales se encuentran:

➤ **ENVASADORA DE BAJA CAPACIDAD POR NIVEL**

Son equipos principalmente que llenan el producto siempre hasta un mismo nivel del envase [16], según Dario Atiencia [6] este tipo de envasadoras poseen en su parte inferior una pequeña bomba, la cual posee la capacidad de presurizar mangueras con líquido para cuando llegue el momento de abrir las válvulas se realice el llenado del líquido en el envase de manera rápida. Los envases son colocados en la parte inferior de las boquillas estas se abren de manera manual, una vez abiertas las válvulas, el líquido será introducido en el recipiente previamente seleccionado, al finalizar la operación el operador a cargo realizara el proceso de colocación de tapas sobre el envase y realizara el enroscado con utilización de un turbo neumático el cual realizara el proceso de tapado del producto, cabe recalcar que el número de válvulas que se usaran en este tipo de envasadoras estarán acorde a la cantidad de botellas por hora que se desee envasar [6].

Principales productos que se pueden envasar en este tipo de envasadora:

- Bebidas; aguas y jugos.
- Salsas líquidas que no sean tan viscosas.
- Agentes de limpieza, detergentes y limpiadores ligeros y en fase líquida.
- Productos Industriales pueden ser solventes, tintas entre otros, siempre y cuando tengan una baja viscosidad.

En la figura 1.9 se logra apreciar una envasadora de baja capacidad por nivel para el envasado de botellas con un fluido líquido.



Figura 1.9: Envasadora de baja capacidad por nivel [17].

➤ ENVASADORA DE BAJA CAPACIDAD POR VOLUMEN

Esta envasadora por su diseño se enfoca principalmente a pequeñas producciones de líquidos con viscosidades altas, bajas o medianas que no sean espumosos. El principio de funcionamiento está dado por un pistón volumétrico con una carrera controlada, donde el pistón succiona del tanque de almacenamiento principal, una cantidad determinada de producto, después lo inyecta al envase y mide la cantidad del producto dosificado [17].

Principales productos que se suelen envasar:

- Jarabes.
- Aceites comestibles.
- Miel.
- Shampoo.
- Cremas.
- Yogurt.

Desventaja que posee este tipo de envasadora

- La producción se verá afectada, principalmente por el tiempo en que se demore la evacuación del producto, que se encuentra alojado en la cámara de alimentación, previamente succionado por el pistón; en la figura 1.10 se puede apreciar la envasadora de este tipo.



Figura 1.10: Envasadora de baja capacidad por volumen semiautomática [7].

1.4.3.3. ENVASADORAS ROTATIVAS

Son envasadoras de envasado rotativo, están hechas para producción en grandes lotes, alcanzan altas velocidades de llenado, dependiendo el número de boquillas instaladas en este equipo de envasado.

Son máquinas que operan a altas frecuencias no se detienen al momento de envasar como las de tipo lineal, en este tipo de envasado, el envase entra vacío por un lado y cuando termina de dar la vuelta, el envase termina lleno de producto.

Actualmente se han desarrollado diferentes tecnologías de envasadoras rotativas, para los diferentes tipos de productos que se encuentran en el ámbito industrial; ya que estos productos poseen diferentes características por lo que estas envasadoras se clasifican en:

➤ ENVASADORA ROTATIVA POR NIVEL

Las envasadoras rotativas por nivel poseen una técnica continua de llenado, esto implica que no existan tiempos muertos, además por ser máquinas que no paran y están continuamente sometidas a movimientos rápidos, estas envasadoras poseen un sistema de protecciones, por lo cual se forma un gabinete cerrado logrando obtener una mayor seguridad para los operarios y supervisores de este tipo de máquinas [17].

Hoy en día este modelo rotativo por nivel disminuye en gran magnitud el espacio que se ocupa para una línea de producción, beneficiando primordialmente al empresario y

además se puede de distribuir de mejor manera el espacio que ocupara esta máquina para poder tener varias máquinas en un área más pequeña [17].

Como desventaja principal el costo de mantenimiento de este tipo de máquinas es más elevado, ya que poseen diferentes tecnologías de aspectos mecánicos, eléctricos y neumáticos que se emplean para el funcionamiento de la máquina, si se llegara a haber algún percance el tiempo de mantenimiento es relativamente alto además si se necesitan cambios de elementos, estos serían costosos, en la figura 1.11 se puede apreciar el uso de varis elementos mecánicos, neumáticos y eléctricos que componen este tipo de envasadoras [17].



Figura 1.11: Envasadora rotativa por nivel [20].

➤ ENVASADORA ROTATIVA POR VOLUMEN

Diseñadas para envasar productos con baja, mediana y alta viscosidad, gracias a la utilización de flujómetros que pueden ser electrónicos, magnéticos y masicos dependiendo las características del producto y envase o empaque a ser usado para el envasado [17].

La velocidad de rotación está estrechamente ligada acorde al producto y la frecuencia de operación que desee el cliente, esta última se podrá controlar en la pantalla que posee el equipo, en la figura 1.12 se puede apreciar una envasadora rotativa por volumen más conocidas como envasadoras Doypack [17].



Figura 1.12: Envasadora rotativa por volumen para envase tipo doypack [21].

1.4.4. NEUMÁTICA

Actualmente la neumática, es una ciencia que se dedica al estudio y aplicación del aire comprimido, para poner en marcha sistemas mecánicos a partir de estos principios. Hoy en día el uso de la neumática, es fundamental para el desarrollo tecnológico y de producción de una empresa [22].

VENTAJAS

- Bajo costo de sus componentes.
- Facilidad de diseño e implementación.
- El aire es de fácil captación y abundante en la tierra.
- No posee propiedades explosivas.
- El uso de aire comprimido no daña los componentes en un circuito por efectos del golpe de ariete.
- Energía limpia.
- Cambios instantáneos de dirección.
- Los actuadores trabajan con velocidades regulables [22].

DESVANTAJAS

- No se puede tener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire.
- Posibles fugas que repercuten en el rendimiento.
- Requiere preparación.

- La presión máxima de trabajo es de 7 bares.
- Se necesita de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado en un proceso.
- Al realizar circuitos extensos existe una alta posibilidad que exista pérdidas considerables, por fugas o en los mismos accesorios a usarse [17].

1.4.5. COMPRESOR DE AIRE

Según Guillermo Ollarves [23] un compresor de aire es una máquina diseñada, para aspirar el aire que se encuentra en el ambiente; gracias a la implementación de un motor que se encarga del movimiento de pistones, los cuales a su vez comprimen el aire y lo almacenan en un recipiente, que normalmente están hechos para soportar las presiones internas que existe después de haber almacenado dicho aire.

El aire comprimido se le puede usar para potenciar y dar movimiento a ciertos elementos y herramientas neumáticas, como cilindros neumáticos, válvulas, llenar de aire a los neumáticos de coches, bicicletas, motos, para limpiar o rociar pintura, en general se puede usar para varias cosas siempre y cuando se emplee como energía el uso de aire comprimido [23].

Ahora bien, como ya sabemos el uso que se le puede dar, también debemos entender los elementos que se emplean para el funcionamiento del compresor, y la técnica que emplea, para realizar este proceso de compresión del aire que encontramos en la atmósfera terrestre; por lo general el compresor se compone de válvulas de admisión y escape, embolo y biela-manivela. [23].

Admisión: El funcionamiento del motor, hace que el árbol gire en sentido de las manecillas del reloj, esto a su vez hace que la biela descienda junto con el embolo y la válvula de admisión permite el ingreso del aire 10° desde el punto muerto superior hasta el punto muerto inferior [17].

Escape: Una vez la biela este en el punto muerto inferior, la válvula de admisión se cierra, después de ascender el embolo se comprime el aire. Bajo los efectos de la presión, se abre y circula el aire comprimido hacia el área de consumo [17].

Hoy en día existen diferentes tipos de compresores, estos se diferencian principalmente por el caudal, la relación de compresión, estos se muestran en la figura 1.13 [17].

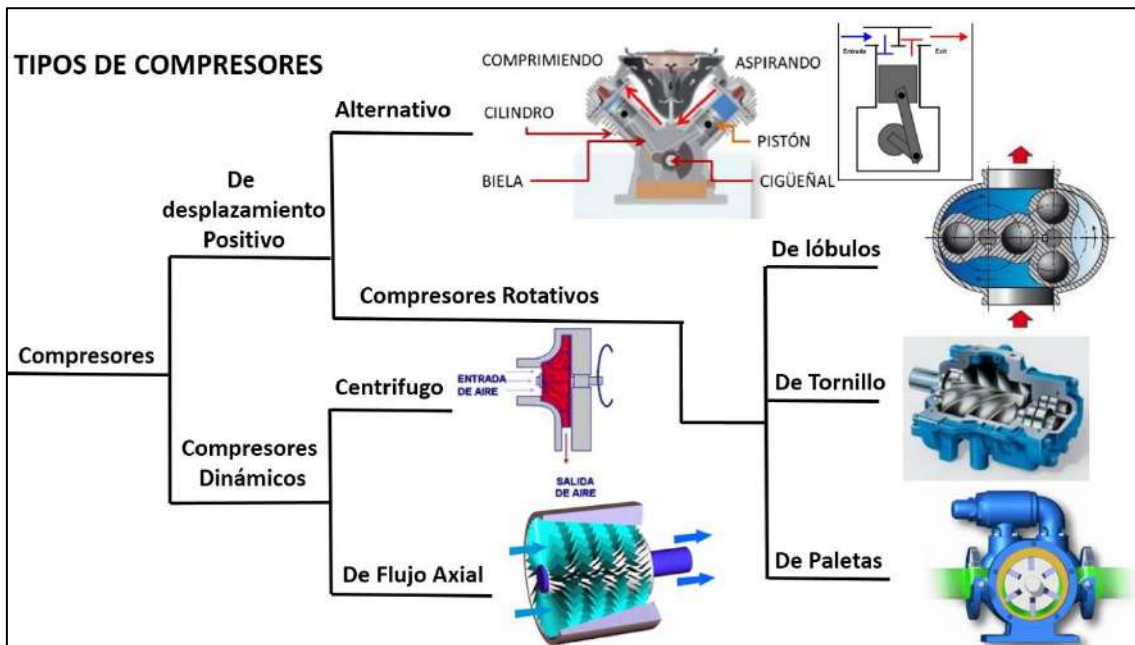


Figura 1.13: Esquema de los tipos de compresores [24].

1.4.6. CILINDROS NEUMÁTICOS

Los cilindros neumáticos, son elementos que transforman la energía del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas de presión. Como objetivo principal del cilindro es generar un trabajo a partir de su movimiento rectilíneo o de avance, este trabajo se logra al acoplar un embolo o vástago rígido al cilindro, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento o simplemente sujetarlo [25].

La fuerza de empuje que es dada por el cilindro o mecanismo es directamente proporcional a la presión del aire y la superficie del pistón que se usara, a continuación, se muestra la ecuación (1.1) [25].

$$F = P \cdot A \quad \text{Ec. (1.1)}$$

Donde: F es la fuerza / P es la presión manométrica / A es el área del embolo o pistón.

Existen diferentes tipos de cilindros entre los más importantes encontramos:

CILINDRO NEUMÁTICO DE SIMPLE EFECTO

Como bien su nombre lo indica el cilindro de simple efecto, tiene como particularidad fundamental, que uno de sus movimientos esta dado por el uso de aire comprimido,

mientras que el otro se da gracias al uso de un resorte que incorpora este cilindro neumático, este resorte puede ser colocado entre la tapa delantera y el pistón (cilindro con resorte delantero), o a su vez entre el pistón y su tapa trasera (cilindro con resorte trasero); el trabajo que realiza solo puede ser aprovechable en uno de los dos sentidos, además cabe recalcar que la fuerza total ejercida sería la resta de la fuerza que realizaría el cilindro menos la fuerza de oposición que ejerce el resorte incorporado, en la figura 1.14 se puede apreciar las partes que conforman un cilindro neumático de simple efecto [25].

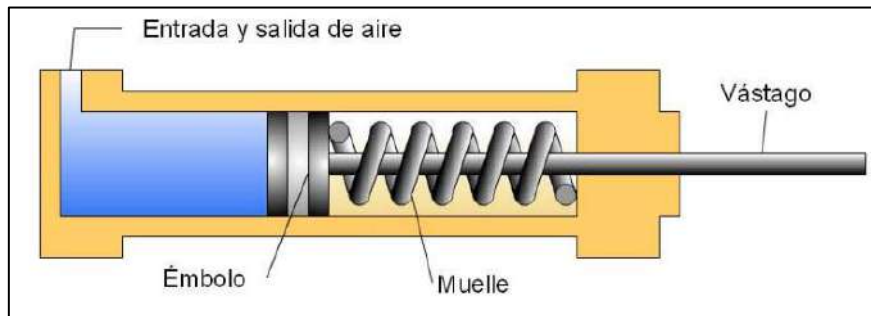


Figura 1.14: Partes de un cilindro neumático simple [26].

CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO

Estos dispositivos, realizan el trabajo tanto en la carrera de avance como la carrera de retroceso del vástago del cilindro, gracias a la acción del uso de aire comprimido. Los componentes de este cilindro son básicamente los mismos que los de simple efecto solo existe pequeñas variaciones en la construcción de estos [26].

La diferencia más notable entre el cilindro de simple efecto y este es que en lugar de tener un orificio para la entrada del aire comprimido, este posee dos entradas para que el trabajo del vástago se haga en ambos lados, se puede apreciar estas entradas de aire en la figura 1.15 que muestra un esquema básico de un cilindro neumático de doble efecto [26].

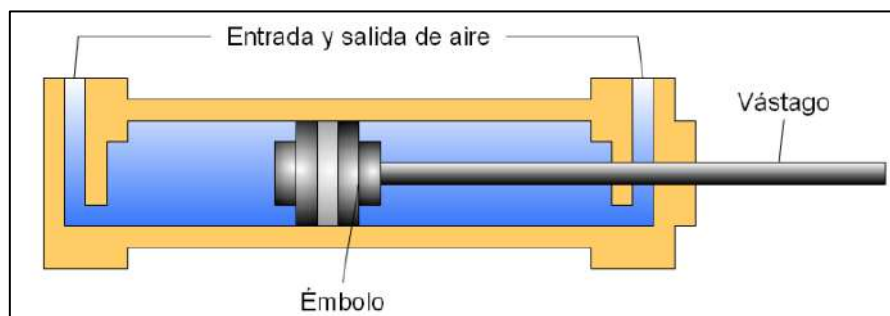


Figura 1.15: Partes de un cilindro neumático de doble efecto [26].

1.4.7. ELECTROVÁLVULAS

Las electroválvulas se definen, como dispositivos electromecánicos que se utilizan principalmente para el control de caudal de un fluido. Este funcionamiento se logra a partir del funcionamiento de un electroimán, los electroimanes se accionan cuando la señal que ordena el mando proviene del elemento eléctrico, como pulsadores, temporizadores, presostatos, programadores eléctricos o finales de carrera, en la figura 1.16 se ve un esquema básico de una electroválvula y las partes que la constituyen [27].

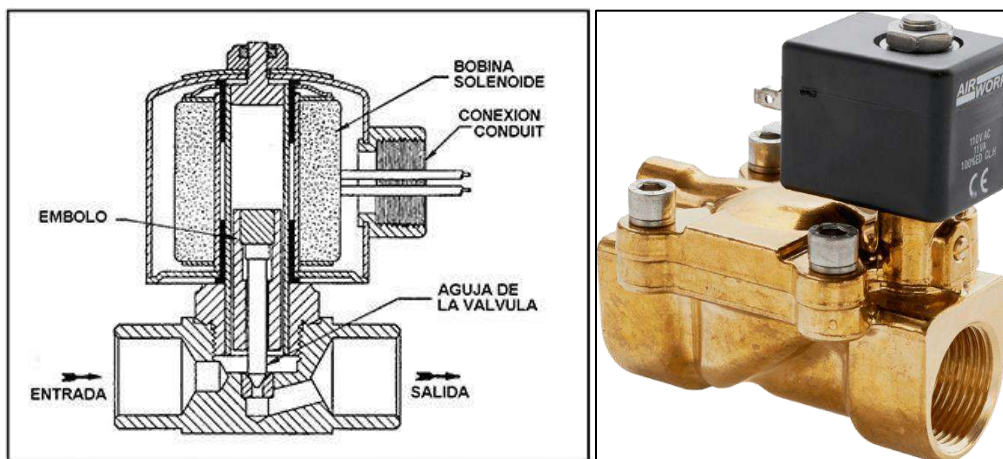


Figura 1.16: Electroválvula y sus partes normalmente cerradas de dos vías [28].

1.4.8. VÁLVULA DE LLENADO

Dispositivos que limitan o impiden que fluya un líquido, esta situación controlada por la válvula de llenado, cambiará al ser accionado por algún tipo de señal, ya sea de orden mecánico, neumático o eléctrico una vez la señal sea recibida este dispositivo se abrirá y dará paso al movimiento del líquido [17].

En el mercado existente, se puede encontrar diferentes tipos de válvulas de llenado, estas a su vez se pueden clasificar o encontrar, acorde a la forma de la válvula, operación que realiza, según el producto que va a manejar; las válvulas más utilizadas en el sector industrial se dividen en dos grandes grupos: Válvulas accionadas por presión y válvulas accionadas por gravedad, en la figura 1.17 se puede visualizar una válvula, que es accionada por la acción de presión de aire comprimido [17].



Figura 1.17: Válvula de llenado [28].

1.4.9. MANGUERAS NEUMÁTICAS

Mangueras neumáticas conocidas también como, tubing neumático o en inglés pneumatic tubing, es un medio de transporte por el cual circula aire comprimido, en el sistema neumático, esta manguera está diseñada para alimentar los diferentes elementos neumáticos del sistema. Estos elementos son de importancia a la hora de transportar el aire comprimido es por eso que están hechas de diferentes materiales y diámetros [29].

El diámetro de este elemento está asociado con la cantidad de caudal o flujo de aire que circulara por él, en otras palabras, a mayor caudal o flujo mayor diámetro se debería escoger; es de suma importancia también saber elegir el tipo de manguera neumática, ya que de esto dependerá el funcionamiento del sistema neumático, para que todos los accesorios trabajen de manera adecuada [29].

Los materiales de los que está hecho este tipo de mangueras entre los más usados es el poliuretano, también se las realiza en nylon, teflón y polietileno; pero por sus características, propiedades, costos y beneficios que brindan a la manguera se usa como principal materia prima el poliuretano, en la figura 1.18 se puede visualizar colores y diferentes tamaños del diámetro que existen [29].



Figura 1.18: Mangueras neumáticas [29].

1.4.10. CONECTORES NEUMÁTICOS

También llamados racores neumáticos según Juan Salinas [17] son conectores, que se utilizan para el acoplamiento de mangueras o accesorios con cualquier componente neumático, a usarse en un sistema neumático. Estos dispositivos reducen el tiempo de ensamblaje, de un sistema neumático entre un 70% y 80% de eficacia, ya que estos conectores son de fácil uso y, además, no se necesitan de herramientas especiales para lograr la conexión entre las mangueras y componentes neumáticos, para realizar modificaciones a las instalaciones, reduciendo el tiempo de mantenimiento y trabajo a continuación en la figura 1.19 se puede apreciar los diferentes tipos de conectores que existen [17].



Figura 1.19: Racores o conectores neumáticos [30].

1.4.11. ACERO INOXIDABLE

Como bien se sabe los aceros inoxidable son aleaciones que tienen principalmente hierro en su composición química y un mínimo porcentaje de cromo que es del 10,5%. Las

características del acero inoxidable se obtienen gracias a la formación, de una película adherente e invisible de óxido de cromo [6].

Generalmente existen cuatro familias básicas de aceros inoxidables: martensíticos, ferríticos, austeníticos, dúplex y endurecidos por precipitación (PH) [31].

Los aceros Austeníticos son aceros inoxidables más usados en la industria alimentaria gracias a sus propiedades; estructuralmente posee entre 16 y 24 por ciento de níquel y hasta un 35 por ciento de cromo; pero el acero inoxidable austenítico 304 es mayormente usado ya que contiene un 18% de cromo y un 8% de níquel. Estos porcentajes de los elementos aleados aportan principalmente a la corrosión de los ácidos más oxidantes, hacen que sea fácil la desinfección y por lo tanto son ideales para aplicaciones de cocina y el sector alimenticio [31].

1.4.12. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Como bien se mencionó antes, el compresor aspira aire que se encuentra en la atmósfera adyacente a él; este aire aspirado por el compresor suele poseer ciertas características, como humedad, polvos, entre otras partículas que se encuentran en el ambiente [17].

La estabilidad y seguridad del funcionamiento de una instalación neumática, dependerá en gran magnitud del buen acondicionamiento y regulación de los contaminantes del aire que se encuentran presentes [17].

La unidad de mantenimiento regulará el deterioro en las instalaciones neumáticas y en todos sus componentes, ya que por la existencia de humedad, polvo y partículas que se encuentran en el ambiente tienden a dañar y deteriorar los ejes, superficies de los elementos usados, vástagos, juntas, reduciendo la vida útil de estos [17].

Otro aspecto que debemos tener en cuenta, el desconectar y conectar un compresor, o elementos neumáticos al sistema, generan oscilaciones en la presión que circula por el sistema, esto provoca a su vez, que los elementos y sistemas funcionen de manera inestable. Para lograr evitar y mejorar el buen funcionamiento de los componentes, es recomendable la adición de un sistema de Unidad de Mantenimiento [17].

La unidad de mantenimiento posee ciertos elementos tales como:

- **FILTRO REGULADOR LUBRICADOR**

Según [33], un FRL (Filtro Regulador Lubricador), es un equipo que está diseñado para eliminar partículas de polvo en el aire comprimido, al mismo tiempo también funciona como condensador de agua en fase líquida, de las partículas húmedas que se encuentran en el aire comprimido [33].

- **REGULADOR DE PRESIÓN**

El funcionamiento principal de este equipo, regula la presión de aire comprimido, lo que permite reducir la presión de entrada de aire; con valores requeridos por las máquinas y equipos que son utilizados en los distintos procesos de industrialización [33].

- **LUBRICADOR DE AIRE COMPRIMIDO**

Es un elemento importante en la unidad de mantenimiento ya que, gracias a este elemento, se puede inyectar en la corriente de aire, una cantidad adecuada de aceite; que será destinado en la lubricación de una herramienta o equipos neumáticos instalados en un sistema neumático; este elemento por lo general suele estar acoplado a los FLR y los reguladores de presión [33].

En la figura 1.20 se muestran los elementos y partes que conforman una unidad de mantenimiento de un sistema neumático.

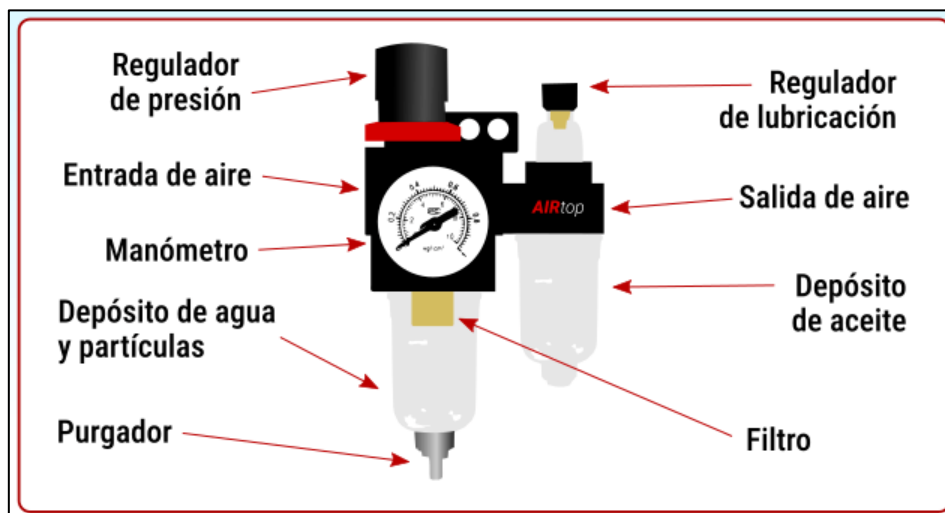


Figura 1.20: Unidad de Mantenimiento [33].

1.4.13. SIMBOLOGIA DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS

Tabla 1.1: Simbología de elementos neumáticos [34].

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Válvula de dos vías, cerrada posición normal		Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por fuerza externa
	Válvula de dos vías, abierta posición normal		Cilindro de doble efecto, vástago simple
	Válvula de 3 vías, cerrada posición normal		Cilindro de doble efecto vástago simple anti giro
	Válvula de 3 vías, abierta posición normal		Cilindro de simple efecto, vástago simple, carrera por resorte, carrera por retroceso por aire
	Unidad de mantenimiento		Cilindro de doble efecto con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago simple
	Combinación de filtro, regulador y lubricador		Combinación de filtro y regulador
	Presostato neumático		Cilindro de doble efecto, montaje muñón trasero, vástago simple

1.4.14. DISEÑO MECÁNICO

El diseño mecánico ha tenido gran relevancia en el avance tecnológico a nivel mundial ya que gracias a este se pueden desarrollar ciertos componentes, sistemas, maquinas, herramientas, electrodomésticos, puentes, edificaciones, automóviles y naves espaciales. Todo esto se debe a los conocimientos de ingeniería mecánica y, además, se puede predecir los comportamientos de los distintos sistemas, máquinas y elementos diseñados, para que el comportamiento de dicho elemento sea el que se requiere [35].

El diseño es la creación de un dispositivo, sistema o elemento, el cual satisface necesidades por parte de la población, además estos elementos o dispositivos, son completamente nuevos, o consiste en la modificación de dichos elementos, que ya están en uso, pero requieren de un rediseño o modificación para que cumpla su trabajo de manera eficaz [35].

1.4.15. MATERIALES DE USO PARA EL GRADO ALIMENTICIO

Estos materiales son aquellos destinados a entrar en contacto de manera directa o indirecta con los alimentos, estos pueden ser papel, vidrio, metales, plásticos, tintas de imprenta, madera, envases, embalajes, utensilios de cocina, contenedores entre otros. Todos estos materiales que son destinados a estar en contacto con los alimentos no deben transferir sus componentes a los alimentos en cantidades que puedan, representar un peligro para la salud humana, provocar una modificación a la composición de los alimentos y provocar una alteración de las características organolépticas de los alimentos [36].

Existen diferentes interacciones entre los alimentos y los materiales en contacto con ellos. Los alimentos se encuentran en contacto con diferentes materiales de acuerdo a las distintas fases [36]:

Producción: se define como la fabricación o elaboración de un producto mediante diferentes procesos hasta conseguir el elemento o producto deseado, aquí el producto estará en contacto con máquinas, equipos, instalaciones, sistemas de envasado y diferentes envases [36].

Preparación: en la preparación de alimentos, estos estarán en constante contacto con utensilios, artículos para su elaboración [36].

Consumo: los alimentos estarán en contacto con platos, cubiertos, tupers, vasos, entre otros envases que serán de utilidad para que el alimento pueda ser consumido [36].

Almacenamiento: los alimentos que serán almacenados o envasados estarán en contacto con latas, envases, contenedores, papel o cartón [36].

1.4.16. TRANSPORTE DE FLUIDOS

Un fluido se define como una sustancia, cuyas moléculas que lo conforman dicho fluido presentan la propiedad de tener una facilidad para la movilidad y desplazarse libremente,

esto se debe a la poca cohesión que existen entre moléculas. Los gases y los líquidos son definidos y englobados como fluido [37].

La ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos se denomina mecánica de fluidos. Esta rama de la física además de estudiar el movimiento, estudia las fuerzas que provocan los líquidos y los gases [37].

Transportar un fluido es importante al momento de realizarlo de manera industrial, trabajar con fluidos es mucho más fácil y económico que producir con sustancias en forma sólida, por lo tanto, en la industria se requiere e intenta trabajar con fluidos únicamente se manipulan sólidos cuando no existe otra opción [37].

1.4.17. BPM

Los principios básicos de las BPM son prácticas de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano [38].

Unos de los objetivos principales de las buenas prácticas de manufactura, es garantizar que los productos fabricados estén bajo condiciones sanitarias adecuadas, para minimizar los riesgos inherentes a la producción [38].

La aplicación de las buenas prácticas de manufactura se usa en fábricas, establecimientos donde los alimentos son procesados, envasados, almacenados, están en constante transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional e internacional [38].

1.4.18. SOLDADURA TIG

La soldadura TIG es un proceso de soldadura con electrodo refractario bajo una atmósfera controlada por un gas. Esta técnica puede utilizarse con o sin material de aporte [39].

El gas que se usa para controlar la atmósfera en el área de suelda es generalmente argón, ya que este gas es ideal para este proceso y, además, aísla el material fundido de la atmósfera exterior evitando la contaminación. El arco eléctrico se forma entre el electrodo de tungsteno, que no es consumible y la pieza, otra de las funciones importantes del gas, es el proceso de proteger al electrodo para evitar una posible oxidación por lo cual el electrodo no sufrirá ningún tipo de daño, en la figura 1.21 se muestra como la suelda se

produce y las partes que componen la boquilla para el proceso de soldadura TIG pueda ser ejecutado [39].

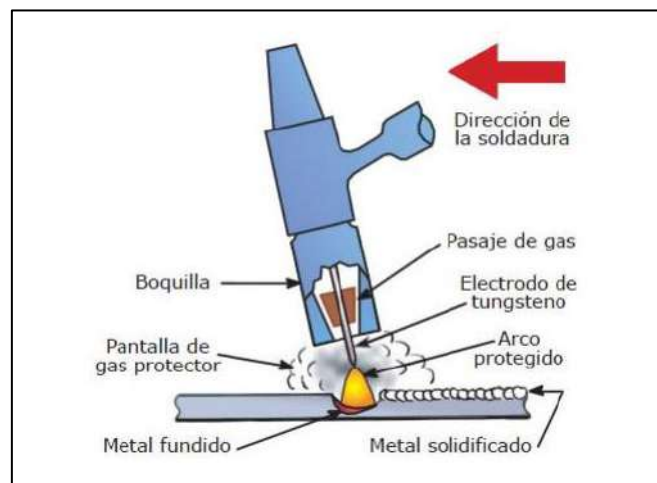


Figura 1.21: Soldadura TIG [39].

Parámetros que caracterizan a la soldadura TIG

- **Fuente de calor:** esto se realiza por medio del arco eléctrico.
- **Tipo de electrodo:** electrodo de tungsteno no consumible.
- **Tipo de protección:** la protección es gracias a la utilización de un gas inerte, estos pueden ser helio, argón, argón-helio, argón-hidrogeno
- **Material de aporte:** se realiza mediante la utilización de una varilla, esta varilla suele tener en su gran mayoría la misma composición química del material base a soldarse.
- **Proceso:** suele ser principalmente manual, pero también se lo puede industrializar en procesos automáticos y semiautomáticos.
- **Aplicación:** se puede soldar la mayoría de metales [39].

Debemos tener en cuenta un aspecto importante en este proceso, la punta del electrodo juega un papel trascendental al proceso de soldadura, puesto que no se desgasta ya que se necesita de una alta temperatura para poder fundirse, pero el material base y de aporte suelen adherirse a él, esto provoca que se dañe la punta del electrodo y se deba afilar de nuevo, el afilado del electrodo brindara una calidad de la soldadura, en la figura 1.22 se ve con más detalle la influencia del filo de la varilla de tungsteno [39].

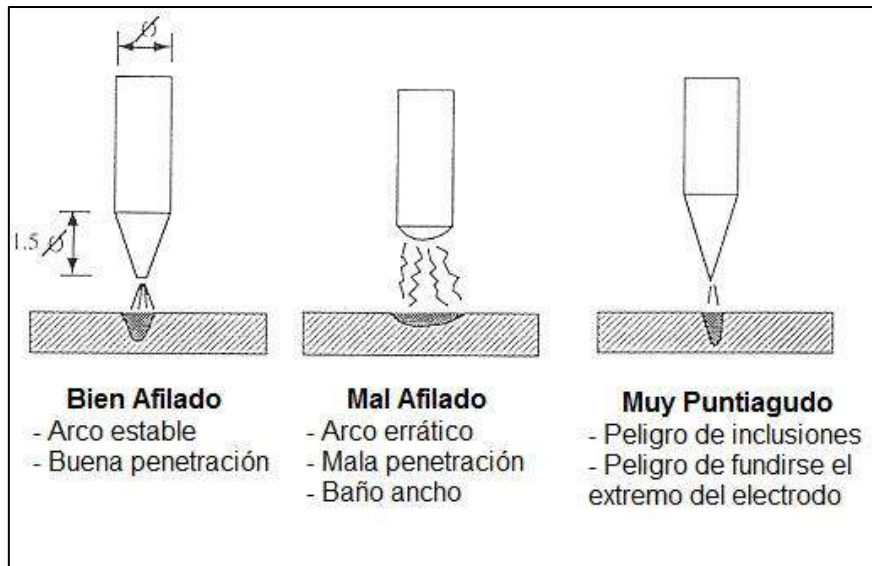


Figura 1.22: Influencia del afilado del electrodo de tungsteno [39].

VENTAJAS DEL PROCESO DE SOLDADURA TIG

- Se usa para unir la mayoría de metales.
- El arco que se produce con este método es estable.
- Este proceso en esencia manual, ya que se debe tener cierta habilidad para soldar, hoy en día se ha logrado automatizar para fabricaciones en serie.
- Es un proceso que controla varios aspectos y gracias a ello no produce escoria.
- Realiza soldaduras lisas y regulares.
- Se puede o no usar material de aporte, esto dependerá primordialmente en función de la aplicación.
- Se puede realizar soldaduras en todo tipo de uniones, y posiciones.
- Este proceso se puede utilizar tanto con corriente continua como con corriente alterna [40].

A continuación, se muestran las características de la soldadura TIG con las dos alternativas de corriente en la tabla 1.2 [40].

Tabla 1.2: Características de la soldadura TIG con diferente tipo de corriente [40].

Tipo de corriente	Corriente continua		Corriente alterna
Polaridad	Directa	Inversa	
Flujo de electrones e iones			
Aspecto de la penetración			
Acción decapante	No	Sí	Sí. Una vez durante el semiciclo positivo.
Balace calórico (aproximado)	70% en la pieza 30% en el electrodo	30% en la pieza 70% en el electrodo	50% en la pieza 50% en el electrodo
Penetración	Profunda y estrecha	Ancha y menos profunda	Media
Comportamiento del electrodo	Excelente Ej. 400 A; 3,2 mm	Pobre Ej. 30 A; 3,2 mm	Buena Ej. 225 A; 3,2 mm

1.4.19. DENSIDAD DE LOS PRODUCTOS

La densidad es una magnitud, que se usa frecuentemente en la química y física, esta magnitud se refiere a la cantidad de masa presente en un cuerpo o sustancia por unidad de volumen. Suele representarse mediante el símbolo ρ [41].

Un aspecto que se debe tener en cuenta, es que la densidad varía en mayor o menor cantidad, debido a que la presión y la temperatura, realizan cambios en la unión que existe entre partículas de los distintos elementos, por tal motivo los gases, tienen poca cohesión entre sus partículas esto a su vez provoca que la densidad sea menor que los líquidos, y de igual manera los líquidos son menos densos que los sólidos [41].

Un claro ejemplo de la diferencia de densidad entre dos cuerpos que tienen el mismo tamaño y proporciones, pueden presentar diferentes densidades, y esto se mide a través de la densidad media, que esta a su vez es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa este en el espacio, la densidad se puede calcular con la ecuación (1.2) [41].

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Ec. (1.2)}$$

Donde:

m: es la masa del elemento o sustancia, esta se puede en unidades internacionales o en unidades de medidas equivalentes.

v: es el volumen ocupado por la sustancia o elemento, así mismo este se debe encontrar en el mismo sistema de unidades que la masa [41].

Tabla 1.3: Propiedades de alimentos comunes [42].

Alimento	Contenido de agua, % (masa)	Temperatura, T , °F	Densidad, ρ , lbm/ft ³	Conductividad térmica, k , Btu/h · ft · °F	Difusividad térmica, α , ft ² /S	Calor específico, c_p , Btu/lbm · R
Frutas/Vegetales						
Manzana, jugo de	87	68	62.4	0.323	1.51×10^{-6}	0.922
Manzanas	85	32-86	52.4	0.242	1.47×10^{-6}	0.910
Manzanas secas	41.6	73	53.4	0.127	1.03×10^{-6}	0.650
Chabacanos secos	43.6	73	82.4	0.217	1.22×10^{-6}	0.662
Plátanos frescos	76	41	61.2	0.278	1.51×10^{-6}	0.856
Brócoli	—	21	35.0	0.223	—	—
Cerezas frescas	92	32-86	65.5	0.315	1.42×10^{-6}	0.952
Higos	40.4	73	77.5	0.179	1.03×10^{-6}	0.642
Toronja, jugo de	89	68	62.4	0.328	1.51×10^{-6}	0.934
Duraznos	36-90	2-32	59.9	0.304	1.51×10^{-6}	0.934
Ciruelas	—	3	38.1	0.143	—	—
Papas	32-158	0-70	65.7	0.288	1.40×10^{-6}	0.868
Pasas	32	73	86.2	0.217	1.18×10^{-6}	0.592
Carnes						
Res, bistec de	67	43	59.3	0.235	1.40×10^{-6}	0.802
Res, carne magra de	74	37	68.0	0.272	1.40×10^{-6}	0.844
Res, carne grasosa de	0	95	50.5	0.110	—	—
Res, hígado de	72	95	—	0.259	—	0.832
Gatos, alimento para	39.7	73	71.2	0.188	1.18×10^{-6}	0.638
Pollo, pechuga de	75	32	65.5	0.275	1.40×10^{-6}	0.850
Perros, alimento para	30.6	73	77.4	0.184	1.18×10^{-6}	0.584
Bacalao	81	37	73.7	0.309	1.29×10^{-6}	0.886
Salmón	67	37	—	0.307	—	0.802
Jamón	71.8	72	64.3	0.277	1.51×10^{-6}	0.831
Cordero	72	72	64.3	0.263	1.40×10^{-6}	0.832
Puerco, carne magra	72	39	64.3	0.263	1.40×10^{-6}	0.832
Pavo, pechuga de	74	37	65.5	0.287	1.40×10^{-6}	0.844
Termera	75	72	66.2	0.272	1.40×10^{-6}	0.850
Otros						
Mantequilla	16	39	—	0.114	—	0.496
Chocolate, pastel de	31.9	73	21.2	0.061	1.29×10^{-6}	0.591
Margarina	16	40	62.4	0.135	1.18×10^{-6}	0.496
Leche descremada	91	72	—	0.327	—	0.946
Leche entera	88	82	—	0.335	—	0.928
Olivo, aceite de	0	90	56.8	0.097	—	—
Cacahuete, aceite de	0	39	57.4	0.097	—	—
Agua	100	0	62.4	0.329	1.51×10^{-6}	1.000
	100	30	59.6	0.357	1.61×10^{-6}	1.000
Pastel blanco	32.3	73	28.1	0.047	1.08×10^{-6}	0.594

1.4.20. COMPRESOR DE TORNILLO

Es un compresor de desplazamiento positivo, el desplazamiento hace que el aire circule a través de las cámaras que se crean con el giro simultaneo y en sentido contrario, de dos

tornillos, uno macho y otro hembra, esto a su vez aumenta la presión según se va reduciendo el volumen en las cámaras que se mencionó con anterioridad [24].

El aire se desplaza linealmente, desde el lado donde se aspira hasta el lado de presión, donde se encuentra la salida [24].

Hay dos tipos de compresores de tornillo, el uno es lubricado y el otro es exento, se pueden apreciar las partes que componen estos compresores en la figura 1.23 y 1.24 respectivamente; la diferencia que existe entre los dos es que, en el compresor de tornillo lubricado, existe la necesidad de inyectar aceite en los rotores para lubricar, sellar y refrigerar el conjunto de rotores. En cambio, en el compresor de tornillo exento los rotores trabajan en seco, suministrando el aire sin contaminarlo por el aceite de lubricación [24].

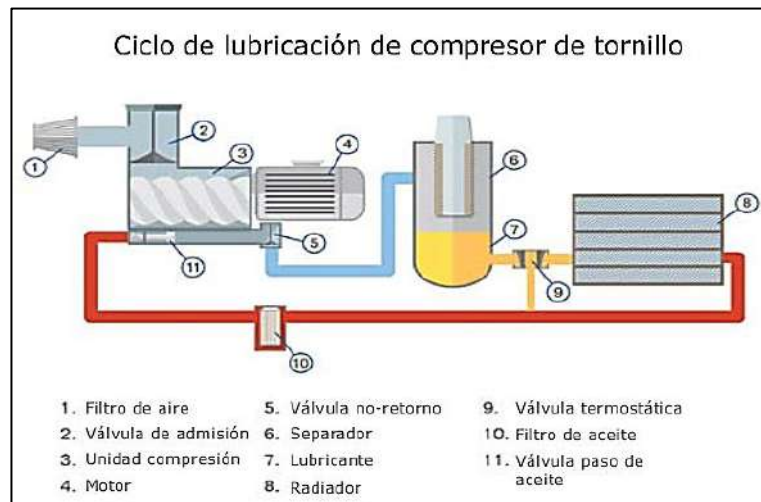


Figura 1.23: Compresor de tornillo lubricado y sus partes [24].

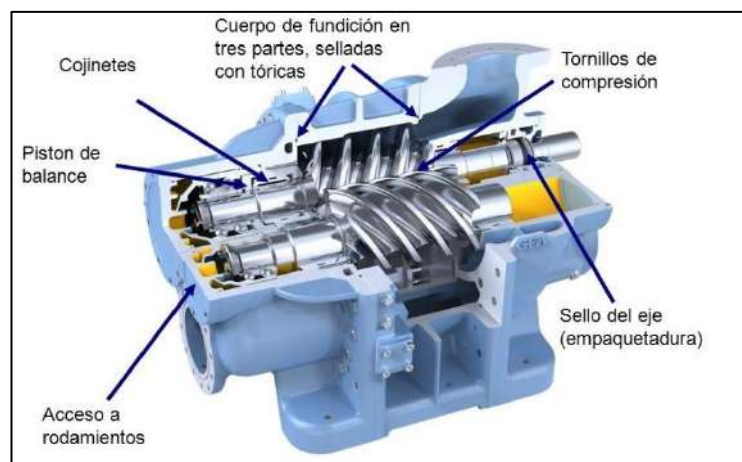


Figura 1.24: compresor de tornillo exento [24].

A continuación, se muestra la tabla 1.4 con la comparación de un compresor de tornillo con un compresor de pistón y Scroll.

Tabla 1.4: Tabla de comparación de los compresores de tornillo, scroll y pistón [43].

COMPRESOR DE TORNILLO	COMPRESOR DE PISTON	COMPRESOR TIPO SCROLL
Funciona continuamente sin interrupciones	Bajo costo de Inversión	Silenciosos
Posee una alta eficiencia, aproximadamente del 96%	Baja potencia	De tamaño compacto
Menores costos de producción de aire comprimido	Fácil mantenimiento	Diseño simple
Diferentes modos de funcionamiento, se los puede configurar acorde a las necesidades.	Es ruidoso	No usan aceite
Monitoreo y control remoto	El aire comprimido no se encuentra bien filtrado	Requiere poco mantenimiento
Alta confiabilidad	Fácil de transportar	Capacidad de salida de aire baja
Operación sencilla	Funcionamiento sencillo	Relativamente caro
Larga vida útil	Baja eficiencia, alrededor del 65% - 70%	Temperatura de aire comprimido alta
Bajo nivel de ruido en comparación con los de pistón.	Altos costos de producción de aire comprimido	
Alto costo de mantenimiento		
Diseño más complejo		
Alto costo de inversión		

Para la selección del compresor debemos tomar en cuenta aspectos importantes, entre los cuales tenemos, la potencia, eficiencia, portabilidad y el uso que le vamos a dar este equipo.

Como primer aspecto, el compresor se utilizará de manera industrial, esto nos da una pauta previa de selección, lo cual nos sugiere e indica que necesitamos, un compresor de alta potencia como de eficiencia.

Otro aspecto que mencionamos será la potencia que se necesita según [43] la potencia de los compresores se encuentran entre 1 y 300 HP, dependiendo el tipo de compresor por lo que necesitamos un compresor de uso industrial, y estos equipos con potencias altas normalmente son compresores de tornillo, esto ya nos indica que la selección optima seria de un compresor de tornillo por su potencia y capacidad, puesto que se usaremos

herramientas y dispositivos neumáticos para el envasado y que están constantemente activos.

También se seleccionará el compresor por la eficiencia, según [44] un compresor tiene una eficiencia aproximada del 96 % esto nos indica que es un equipo de alta calidad y además abastecerá de manera correcta la demanda de las distintas áreas de envasado que se encuentran en la empresa y además del nuevo equipo que se va a implementar mediante este proyecto.

Finalmente, como último aspecto y menos importante será la portabilidad del compresor, como bien sabemos un compresor de tornillo, posee grandes dimensiones ya que se necesita de una gran cantidad de aire comprimido y además necesitamos de una eficiencia alta, por esta razón estos dispositivos son de gran tamaño, pero si se los posiciona en un lugar estratégico, donde se pueda realizar la distribución correcta del aire comprimido, no será un obstáculo la portabilidad del compresor.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una envasadora para salsa de tomate y diferentes aderezos en presentación de 4 kg, mediante la aplicación de softwares de diseño para la empresa RIKOCOM alimentos S.A.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Consultar y entender el funcionamiento de una envasadora de salsas y aderezos y las partes que componen dicha envasadora mediante fuentes bibliográficas y fichas técnicas.

En este objetivo nos basaremos en la investigación, análisis crítico y análisis teórico-práctico para verificar y constatar el funcionamiento de una envasadora con la finalidad de escoger la mejor técnica y equipo para poder plantear y diseñar un sistema de envasado acorde a las necesidades de la empresa.

- Definir parámetros óptimos para el funcionamiento y diseño de la envasadora de salsas y aderezos según los requerimientos de la empresa.

Después de haber analizado y escogido un sistema para el envasado, se comenzará a realizar la definición de los parámetros óptimos de funcionamiento que se necesitaran para el diseño y puesta en marcha del equipo a realizarse, con la finalidad de cumplir con los requerimientos y necesidades de la empresa.

- Diseñar las partes, piezas y elementos que se usarán para construir la envasadora de salsas y aderezos de 4 kg, usando la aplicación de softwares de diseño.

El diseño de las piezas para la envasadora constara de planos, medidas y materiales a ser usados, los mismos serán realizados con Softwares de diseño CAD.

- Construir las piezas y partes que componen la envasadora para capacidad de 4 kg en los talleres de la empresa Rikokom Alimentos S.A.

Una vez hecho los planos realizaremos la construcción de las piezas que sean necesarias para cumplir con el objetivo, mediante la utilización de los materiales establecidos en el diseño y el montaje del sistema neumático, además se emplearan herramientas y equipos que se disponga en la empresa y se compraran los elementos y piezas que se necesiten.

- Evaluar el funcionamiento de la envasadora, mediante la aplicación de pruebas que se realizaran en la empresa.

Al haber finalizado las fases anteriores de investigación, definición de parámetros, cálculos, diseño, construcción y montaje del sistema neumático y mecánico de la envasadora; se deben realizar pruebas de funcionamiento para establecer los parámetros de llenado, tiempo de carga y vaciado, para concluir con los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. RECURSOS HUMANOS

- Tutor: Ing. Mg. Jorge López
- Ejecutor del proyecto: Alexander Andrés Molina
- Jefe de mantenimiento de Rikokom S.A: Danilo Minga

2.1.1. RECURSOS INSTITUCIONALES

- Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 3mm
- Suelda para proceso TIG
- Amoladora
- Taladro
- Entenalla
- Esmeril
- Herramientas de mano
- Flexómetro de 5m
- Pie de rey de 150 mm
- Pernos
- Arandelas
- Tuercas

2.1.2. MATERIALES A SER EMPLEADOS

2.1.3. CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO AMORTIGUADO

Se va a emplear este dispositivo ya que son capaces de producir trabajo útil en ambos sentidos del cilindro neumático, al disponer de dos tomas de aire para el ingreso de aire comprimido, el trabajo que realizan es de avance y retroceso; además estos cilindros poseen un sistema de amortiguación reguladora mediante un tornillo; al añadir este sistema, mejora y suaviza el trabajo de los pistones y vástagos aumentando la vida útil de estos dispositivos y reduciendo en gran medida las vibraciones y golpes a causa del trabajo que realizan los pistones y vástagos, en la figura 2.1 se puede apreciar las partes que constituyen un cilindro neumático de doble efecto amortiguado.

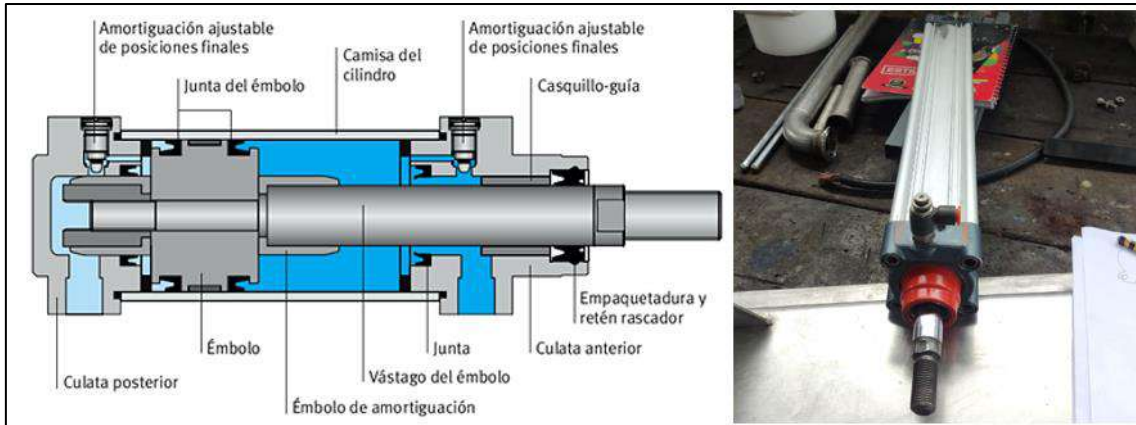


Figura 2.1: Cilindro Neumático de Doble Efecto Amortiguado [35].

2.1.4. REGULADORES DE CAUDAL TIPO CODO 1/4 Y 1/8 M8

Son dispositivos reguladores de flujo neumático, son utilizados para controlar el paso del caudal de aire comprimido a las cámaras de los diferentes actuadores neumáticos, con la finalidad de poder mejorar la velocidad de movimiento del cilindro neumático, por tanto mejorara el rendimiento del cilindro neumático en el sistema a ser empleado; la cantidad de aire que pasa por el regulador se verá controlada mediante una perilla regulable o ajustable según se requiera [36].

Entre las características más comunes que se pueden encontrar, son reguladores de flujo unidireccional y bidireccional, se pueden montar en línea o en panel, por lo general el cuerpo está hecho en aluminio, acero inoxidable, son de varios tamaños y poseen diferentes formas, especificaciones según el flujo, rangos de presiones y temperaturas a las que trabajan estos dispositivos a continuación, en la figura 2.2 se aprecian diferentes tamaños de los reguladores de caudal de acuerdo al tamaño de manguera que se usará [36].



Figura 2.2: Regulador de flujo de aire Neumático [36].

2.1.5. ACTUADOR NEUMATICO DE 4 PSI

Los actuadores neumáticos se pueden clasificar según el tipo de trabajo realizado, pueden ser lineales o rotativos. Los actuadores rotativos son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación dependiendo del móvil de giro, estos pueden tener un ángulo limitado o no [37].

- **ACTUADORES DE GIRO LIMITADO:** proporcionan movimiento de giro sin llegar a producir una vuelta completa existen de simple y doble efecto para ángulos de 90° y 180°; hasta un valor máximo de 300° [37].
- **ACTUADORES DE GIRO ILIMITADO (MOTORES NEUAMTICOS):** Proporcionan un movimiento rotatorio constante. Se caracterizan principalmente por dar un elevado número de revoluciones por minuto [37].

En la figura 2.3 se visualiza una válvula neumática, conocida como actuador neumático este cumple la función de apertura el paso o cerrarlo para que un líquido fluya o no.



Figura 2.3: Actuador Neumático [37].

2.1.6. VÁLVULA DE 3 VÍAS DOS POSICIONES

Son utilizadas principalmente para manejar cilindros neumáticos de doble efecto. Gracias a sus 3 vías, el flujo de aire puede ir en dos direcciones de manera independiente y realizar el escape en la posición cerrada, como se puede apreciar en la figura 2.4 se muestra una válvula de 3 vías dos posiciones que funciona con aire comprimido esta se bloqueará en una vía y permitirá que líquido pasa por las dos vías restantes [38].



Figura 2.4: Válvula de 3 vías 2 posiciones con actuador neumático [37].

2.1.7. ELECTROVÁLVULA 24 v DC MONOESTABLE 5/2

Son dispositivos electromecánicos diseñados para para controlar que el flujo de aire comprimido que circule o no por el sistema neumático en el que se está empleando, generalmente tienen dos posiciones abierto y cerrado. Las electroválvulas se mueven gracias a la acción de una bobina solenoide que es activada mediante la percepción de señales, estas son eléctricas, por tanto, al recibir un pulso eléctrico este se accionará y permitirá el paso de aire comprimido al sistema en la figura 2.5 se aprecia una fotografía de la electroválvula que emplearemos al sistema [39].



Figura 2.5: Electroválvula y sus partes normalmente cerradas de dos vías. [28].

2.1.8. GABINETE METALICO

Generalmente un gabinete es un tablero eléctrico en el cual se concentran los dispositivos de control, protección, medida, maniobra, distribución y señalización, permite que una

instalación eléctrica funcione adecuadamente y este organizada; otro aspecto fundamental, aísla a los dispositivos que se encuentran dentro de este gabinete del medio que lo rodea y de la manipulación directa e indirectamente de los dispositivos [40].

Las características y medidas de los gabinetes dependerán del diseño del circuito y de los dispositivos electrónicos y eléctricos a usarse en él, en la figura 2.6 se visualiza un ejemplo de un gabinete metálico [40].

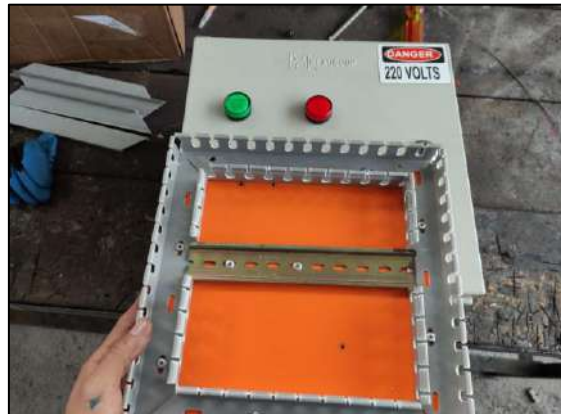


Figura 2.6: Gabinete Metálico [40].

2.1.9. RELÉ ENCAPSULADO 11 PINES 24V DC + BASE

Se pueden definir como interruptores eléctricos, como bien se sabe un interruptor hace la función de permitir el paso de la corriente cuando está cerrado o interrumpirla cuando está abierto, la diferencia principal es que, el relé es accionado de manera eléctrica mas no manual ya que poseen bobinas que funcionan como electroimanes, estos a su vez se encargan de cerrar o abrir los contactos abiertos del relé, para así lograr que la corriente y energía circule por el sistema y por los pines que deseemos, en la figura 2.7 se puede ver un relé encapsulado de 11 pines [41].



Figura 2.7: Relé encapsulado 11 pines [41].

2.1.10. BREAKER PARA RIEL DIN 2 x 6 AMPERIOS

Breaker o disyuntor, dispositivos que funcionan como un interruptor, estos dispositivos son automáticos y cortan el paso de la corriente eléctrica al cumplirse ciertas condiciones, tales como altibajos de la tensión eléctrica [42].

Una de las características principales y que lo diferencian de un fusible, es que el dispositivo se puede volver a activar o reconectar en el circuito; siempre y cuando se hayan resuelto las causas que activaron el sistema de salto del mecanismo del dispositivo [42].

Debemos tener en cuenta ciertos aspectos y características al momento de adquirir un dispositivo de estos, como la tensión de trabajo, la intensidad nominal, poder de corte, poder de cierre y el número de polos, en la figura 2.8 se pueden ver los distintos tipos de disyuntores [42].



Figura 2.8: Disyuntor o Breaker [42].

2.1.11. FUENTE DE PODER 110 - 240 V ENTRADA, SALIDA 24 V DC A 2 AMPERIOS

Según [43] una fuente de energía o fuente de poder, cuya función principal es transformar la energía de entrada en otra de salida, que se ajusta a las necesidades de funcionamiento de dispositivos electrónicos. Las características de una fuente de poder están acorde a la capacidad de la misma [43].

Entre estas se encuentran:

- **VOLTAJE:** esta referenciado al rango de voltaje que es capaz de proveer una fuente, debemos tener en cuenta la capacidad de voltaje de nuestra fuente y la capacidad que se requiere para un sistema, que diseñemos o que se use sin exceder el mismo [43].
- **CORRIENTE:** al igual que el voltaje la corriente se refiere al rango que esta fuente nos puede brindar y no debemos sobrepasar estos rangos, ya que estaríamos dañando y acortando la vida útil de nuestra fuente de energía [43].
- **POTENCIA:** este ítem nos muestra la combinación máxima entre voltaje y corriente que nuestra fuente es capaz de brindar [43].

En la figura 2.9 se visualiza una fuente de poder de 110- 240 v AC que transforma el voltaje a 24 v DC



Figura 2.9: Fuente de poder de 110 – 240 v a 24 v DC [43].

2.1.12. VÁLVULA DOSIFICADORA O DE LLENADO

Elemento neumático o mecánico que limita o impide el movimiento de un líquido, esta situación será controlada por la válvula de llenado, y cambiará al ser accionado por algún tipo de señal, estas pueden ser mecánicas, neumáticas o eléctricas una vez la señal sea recibida por el dispositivo se abrirá y dará paso al movimiento del líquido, en la figura 2.10 se puede visualizar una válvula, que es accionada por la acción de presión de aire comprimido [17].



Figura 2.10: Válvula dosificadora o de llenado [28].

2.1.13. SENSOR MAGNETICO 24 V DC FESTO

Dispositivos magnéticos, diseñados para detectar campos magnéticos, fuerzas de atracción o de repulsión, de elementos por medio de imanes o energía; la detección de estas fuerzas o campos son producidas por una fina lamina de pequeños imanes incrustados en la capsula de este dispositivo en la figura 2.11 se visualizan los diferentes tipos de sensores magnéticos que se usan en el área industrial [44].



Figura 2.11: Sensores Magnéticos [44].

2.1.14. PULSADORES MARCHA Y PARO

Son dispositivos usados para realizar varias funciones, estos botones son de diferentes formas, tamaños y se encuentran en todo tipo de dispositivos, pero de manera general en aparatos eléctricos, y electrónicos [17].

Los pulsadores o botones por lo general son activables al ser pulsados con un dedo. Permiten el paso de la corriente mientras son accionados, cuando se vuelve a presionar o solo se deja presionar vuelven a su posición inicial y bloquean el paso de la corriente, estos se encuentran en diferentes presentaciones y colores, como se aprecia en la figura 2.12 [17].



Figura 2.12: Pulsadores de marcha y Paro [17].

2.1.15. CANALETAS RANURADAS PARA GABINETE

Son tubos de dos piezas de plástico o metálicos que al ser posicionados de forma correcta proporcionan al cable una mayor protección en contra de interferencias electromagnéticas originadas por los distintos dispositivos electrónicos, también ayudan a la organización y protección de los cables a desgaste, esto a su vez es fundamental en el uso para mejorar la presentación de un tablero eléctrico, es por eso que existen varios tipos entre los cuales se encuentran [45]:

- **Canaletas tipo escalera:** son flexibles, de fácil instalación, se fabrican en diferentes medidas, son hechas en acero galvanizado con espesor de 1,5 mm y 2mm de espesor, se usan principalmente en conas techadas [45].
- **Canaletas tipo cerrada:** se usan para instalaciones eléctricas, comunicación o data, se emplean normalmente en instalaciones a la vista o en techo falso.

- **Canaletas ranuradas:** son usadas normalmente para ser fijadas en paredes, chasis, paneles verticales y horizontales [45].
- **Canaleta salva cable:** son diseñados para la protección y decoración del paso de cables de telefonía, electricidad, megafonía, computadores. Suelen ser colocados en el suelo de oficinas [45].

En la figura 2.13 se logra ver una pequeña clasificación de los tipos de canaletas.

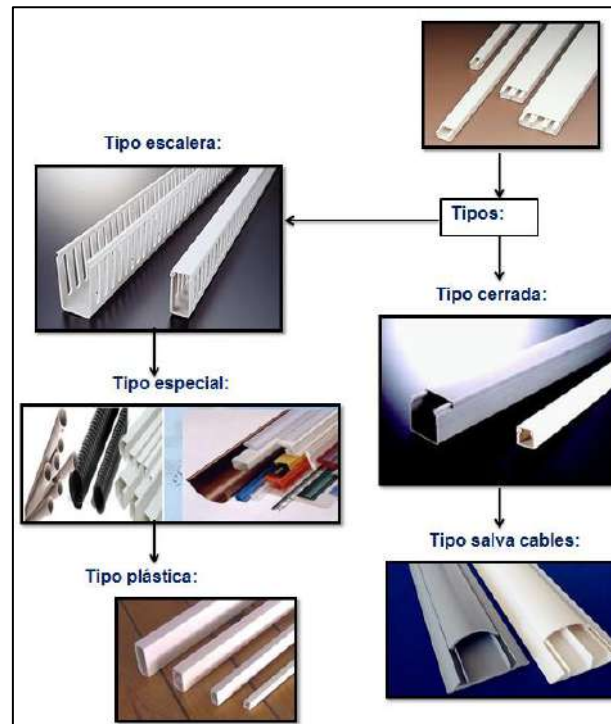


Figura 2.13: Esquema con los tipos de canaletas [45].

2.1.16. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Es la unidad encargada de filtrar, regular y lubricar el sistema de aire comprimido, logrando así retener partículas sólidas, gotas de humedad que están presentes en el aire, regular la presión y lubricar el aire comprimido ya que ciertos dispositivos neumáticos usan lubricación y esta se logra mediante la lubricación del aire además esta nos permitirá regular el paso del caudal de aire comprimido, para así controlar que el aire que circula por el sistema sea adecuado y no dañe los equipos [6].

La unidad de mantenimiento que se empleara trabaja con un manómetro que tiene dos escalas una en psi y otra en bares, en la figura 2.14 se muestra una fotografía del elemento a usarse.



Figura 2.14: Unidad de Mantenimiento [6].

2.1.17. RUEDAS 2 PULGADAS CON FRENO

Son ruedas hechas de goma para auto la estructura y el sistema de bloqueo son hechos en acero, son diseñadas para diferentes cargas, suelen tener una placa rígida o giratoria la capacidad de carga, dependerá del material del que están hechas las ruedas como se puede apreciar en la figura 2.15 [46].



Figura 2.15: Ruedas de goma [46].

2.1.18. ABRAZADERA SANITARIA TRICLAMP O ABRAZADERA DE CIERRE RAPIDO

Son abrazaderas sanitarias hechas de acero inoxidable, su función principal sellar ferrules sanitarios o juntas en líneas de tubería tipo sanitario y válvulas, evitando cualquier tipo

de fuga, están hechos de acero 304 que por sus características estas, son usadas en la industria de alimenticia, farmacéutica o química [47].

Son usadas con mucha frecuencia gracias a su facilidad de montaje puesto que se puede montar y desmontar en un tiempo corto, por lo cual facilita enormemente el montaje y desmontaje de accesorios, los cuales estén sujetos a este tipo de abrazaderas, sellan rápido y de forma segura, son de aspecto sanitario, soporta altas presiones, en la figura 2.16 se aprecian las abrazaderas en sus diferentes tamaños para los distintos tamaños de ferrules [47].



Figura 2.16: Abrazadera Sanitaria Triclamp [47].

2.2. MÉTODOS

La metodología que se usará en el presente proyecto tendrá varias fases, dichas fases no serán independientes una de la otra ya que es de suma importancia y relevancia ejecutar todos los pasos para continuar con la siguiente fase, logrando así realizar el proyecto y concluirlo de la mejor manera. Las actividades que se han realizado en las diferentes fases se detallan a continuación:

- **INVESTIGACION PRELIMINAR**

En esta fase se realizará la investigación bibliográfica, de fuentes confiables como el repositorio de la universidad, fichas técnicas y artículos de sitios web que son imprescindibles para lograr esta fase, de tal manera que se pueda comprender el correcto funcionamiento de, partes, accesorios y elementos que son necesarios y

adecuados para el funcionamiento de una envasadora y además ajustarnos a las necesidades de la empresa usando los elementos otorgados por la empresa.

- **MODELOS DE ESTUDIO**

En la empresa Rikokom Alimentos S.A. posee una gran cantidad de máquinas y elementos que son usados para envasar salsas, aderezos y zumos en presentaciones doy pack y botella con capacidad de hasta 500g y 2 litros respectivamente, es por esta razón, que se tendrá en cuenta los modelos que existen en la planta para realizar un estudio de las diferentes máquinas para así determinar los elementos a usarse en el presente proyecto.

- **SELECCIÓN DE PARTES ACCESORIOS Y ELEMENTOS A USARSE**

Los elementos a usarse serán otorgados por la empresa, principalmente el área de mantenimiento, además se tendrá la colaboración del jefe de mantenimiento Ing. Danilo Minga, para establecer parámetros de diseño y funcionamiento que requerirá la máquina de envasado a realizarse, los accesorios se seleccionaran de acuerdo al estudio, diseño y cálculos previos, además de tener en cuenta las necesidades de la empresa.

- **ESTUDIOS PRELIMINARES**

Una vez se hayan seleccionado los elementos a usarse se realizará, el estudio de los softwares para diseño, de los elementos mecánicos que sean necesarios para el ensamblaje de la envasadora, además, se realizaran pequeñas simulaciones, logrando entender el funcionamiento de los diferentes softwares.

- **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ELEMENTOS MECANICOS**

Una vez se haya realizado el anterior paso se realizará el diseño con el uso de softwares CAD, ANSYS para dibujar analizar y realizar simulaciones de las distintas piezas, con la finalidad de construir estos elementos y que sean hechos de la mejor manera para que puedan ensamblarse adecuadamente y no tener averías a futuro.

2.2.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1.1. MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- **BIBLIOGRÁFICA**

Este proyecto es de modalidad bibliográfica ya que existe la utilización de diferentes libros de Ingeniería Mecánica, revistas, fichas técnicas, documentos de sitios web, normas, folletos y fuentes, que aportaran y permitirán ampliar los conocimientos del ejecutor del proyecto, generando amplios criterios para poder obtener un método de envasado y poder aplicarlo en la elaboración del proyecto que se está llevando a cabo, cumpliendo con las necesidades, requerimientos e instrumentos que requerirá la empresa.

- **DE CAMPO**

Al ser un proyecto técnico que se elaborara en la empresa Rikokom Alimentos S.A. se recolectara la información necesario in situ, sobre los sistemas de envasado, piezas, accesorios y elementos usados para un sistema de envasado, para salsas y aderezos, además, de la recolección de datos que nos brindara el jefe de mantenimiento Ing. Danilo Minga con la finalidad de adquirir los conocimientos y datos necesarios para el desarrollo del presente proyecto.

- **EXPERIMENTAL**

El desarrollo del proyecto también tendrá una metodología experimental, puesto que después de ensamblar y haber conformado la máquina de envasado, se realizará un análisis experimental, para regular y lograr obtener los parámetros óptimos de funcionamiento, permitiéndonos desarrollar y obtener las mejores condiciones de uso y operabilidad del equipo que se planteó como tema principal del proyecto.

2.2.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del proyecto se utilizarán los diferentes tipos de investigación que se detallarán a continuación:

- **EXPLORATORIA**

Como es de esperarse la investigación, que se desarrollara para realizar el proyecto tendrá un enfoque de tipo exploratorio, sabemos que investigar nos enseñara, las alternativas acerca de métodos de envasado que se utilizan en el sector industrial, además estos métodos, están estrechamente ligadas al tipo de producto a envasarse y las cantidades que

deseemos envasar del producto; todo esta investigación brindará las herramientas adecuadas que permitirán el correcto desarrollo del trabajo de tesis planteado.

- **DESCRIPTIVA**

Se deberá detallar el paso a paso del desarrollo que tendrá el proyecto, para cumplir con los objetivos propuestos, los problemas que se suscitarán y las soluciones que se darán a estos, durante el estudio del sistema de envasado que se aplicará, para cumplir con las exigencias de la empresa.

- **EXPLICATIVA**

Se logrará explicar los aspectos fundamentales, que serán analizados sobre los tipos de envasado de salsa y aderezos, para poder compartir el conocimiento y esperar que los mismos sean comprendidos por las personas interesadas en conocer acerca del método y del tema que se desarrollará.

2.2.2. PROGRAMAS

En este proyecto se usarán softwares de diseño, ensamblaje, electrónico: SolidWorks, AutoCAD, ANSYS, ANSYS-FLUENT versión 22.1 estudiantil, fluidSIM versión 4.5 y Cade SIMU 4.0

AutoCAD

Es un programa de diseño, que permite la creación y edición profesional de geometrías en 2D y modelos 3D con sólidos, superficies y objetos. Este software es uno de los más conocidos a nivel mundial, ya que posee una gran variedad de posibilidades de edición, esta es una de las razones de ser un programa utilizado por arquitectos e ingenieros y diseñadores industriales [54].

SOLIDWORKS

Software CAD (usado para el diseño asistido por computadora) se utiliza para modelar piezas, elementos y ensamblajes tanto 2D como 3D, además este software tiene la capacidad de generar planos con la información necesaria para la fabricación de piezas, también se puede realizar un análisis de los elementos diseñados [54].

ANSYS

Es un conjunto de programas, para diseño, análisis y simulación de elementos, piezas y sistemas mediante el uso de elementos finitos, en este software se incluye fases de preparación, ejecución y post proceso, el programa realiza un análisis de piezas sometidas a fenómenos físicos que se aplican en ingeniería y diseño mecánico, además este software es capaz de resolver problemas físicos sometidos a esfuerzos térmicos, fluidos, vibración y aplicaciones específicas [54].

ANSYS-FLUENT

Es una herramienta de ANSYS, que nos da la capacidad de realizar simulaciones para modelar fluidos, reacciones químicas, transferencia de calor, y además proporciona soluciones complejas, agilizando el trabajo.

FluidSIM

Es un software pensado para crear, realizar simulaciones, instrucción y estudio de sistemas electroneumáticos, electrohidráulicos y de circuitos digitales.

Cade SIMU

Es un software electrotécnico que nos permite crear diagramas de mandos eléctricos, mediante este software es posible crear casi todo tipo de circuitos eléctricos y simular el funcionamiento de cada uno de los componentes, además, se puede visualizarlos en 3D.

2.3. ESTUDIO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO

Para realizar y desarrollar el proyecto nos basaremos en tres aspectos fundamentales, que nos brindaran las pautas adecuadas, para cumplir con el tema de titulación y los objetivos planteados en este proyecto, estos aspectos nos guiaran y ayudaran a desarrollar destrezas para dar la solución adecuada, a continuación, se detalla el desarrollo de cómo se fue realizando el proceso para la implementación de un sistema de envasado para la empresa Rikokom Alimentos S.A.

2.3.1. ESTUDIO DEL PROCESO DE ENVASADO

Una industria de alimentos posee un conjunto de actividades, enfocadas al procesamiento, tratamiento, conservación, transformación, envasado y distribución de productos alimenticios, con un enfoque basado en las buenas prácticas de manufactura.

A continuación, se detallará el proceso de preparación de salsas y aderezos realizado en la empresa Rikokom Alimentos S.A.

Primer paso: Se receipta la pasta de tomate, pulpa o huevo batido, tomando en cuenta que se procesaran estos con la finalidad de obtener los diferentes productos que se realizan en la empresa, como se muestra en la fotografía 2.1.



Fotografía 2.1: Recepción materia prima.

Segundo paso: Se realiza el pesado y se proporciona en las cantidades adecuadas para cada proceso ya sea para la elaboración de salsa de tomate, mayonesa o mermeladas, en la fotografía 2.2 se muestra el pesaje de materia prima para elaborar mermelada.



Fotografía 2.2: Pesaje de materia prima para elaborar mermelada

Tercer paso: Se realiza el proceso de batido en una homogeneizadora para el caso de la mayonesa, para la salsa de tomate se realiza la cocción de la pasta y se le adhiere diferentes sazones hasta conseguir la salsa de tomate este paso se puede apreciar en la fotografía 2.3, en el caso de las mermeladas se realiza la cocción de la pulpa de fruta en las marmitas con la finalidad de obtener un aspecto más viscoso y además se le agrega la azúcar en cantidades adecuadas. La temperatura de cocción para mermeladas y la salsa de tomate se encuentra entre 80°C y 100° C.



Fotografía 2.3: Homogeneizadora y marmitas eléctricas.

Cuarto paso: En este paso los productos pasan por un molino coloidal, con la finalidad de darle la consistencia adecuada a cada producto y además al pasar por el molino, los diferentes productos, estos se homogenizan formando una misma consistencia de producto final, para poder ser transportados adecuadamente a los tanques de almacenamiento, estos tanques tienen capacidad para albergar 2000 litros de producto aproximadamente, el molino coloidal se puede apreciar en la fotografía 2.4.



Fotografía 2.4: Molino Coloidal

Quinto paso: Una vez los productos se hayan almacenado en los tanques de almacenamiento que se muestran en la fotografía 2.5, se procederá a envasar en los distintos recipientes, puesto que cada producto se almacena en diferente recipiente, por lo tanto, la cantidad no será la misma, cabe recalcar que el personal encargado del proceso preselecciona los recipientes a usarse acorde a la producción, por lo que se deben preparar los recipientes y llevarlos al área de envasado.



Fotografía 2.5: Tanque de almacenamiento Cap. 2000 litros.

Sexto paso: Se realiza el envasado de los diferentes productos que se procesan en la empresa, para esto se requiere del uso de una balanza que ayuda a medir la cantidad adeudada con la que se va a envasar los distintos productos, también se utiliza un

cucharon para sacar el exceso de producto del recipiente que lo contiene se puede apreciar este paso en la fotografía 2.6.



Fotografía 2.6: Llenado de producto

Séptimo paso: Como paso final se tapan los productos manualmente, con la ayuda de un martillo de goma en el caso de baldes en presentación de 5 KG o sellándolos en forma de rosca dependiendo de la presentación del envase, se puede visualizar el proceso en la fotografía 2.7.



Fotografía 2.7: Tapado del producto.

A continuación, procedemos a realizar un análisis de tiempos de envasado de los distintos productos que se realizan en la empresa.

2.3.2. TOMA DE TIEMPOS PARA EL PROCESO DE ENVASADO UTILIZADO EN LA EMPRESA

En este apartado se realizó una toma de tiempos, para la selección del proceso de envasado, estos datos que fueron tomados en la empresa Rikokom Alimentos S.A. con la finalidad de determinar el tiempo de llenado y pesado de los productos a envasarse. Debemos tener en cuenta que se envasara diferentes salsas y aderezos en diferentes porciones, estos datos se detallaran en la tabla 2.1 de este capítulo con la finalidad de analizarlos y tener datos bases para el estudio del proceso.

Tabla 2.1: Tiempo de envasado para las diferentes salsas y aderezos.

FICHA DE OBSERVACION DE CAMPO					
ENVASADO MANUAL					
INVESTIGADOR: Alexander Andrés Molina					
Lugar: Empresa Rikokom S.A. Parroquia Amaguaña, Cantón Quito, Calle Fermín Cevallos					
Salsa de tomate 3.8 KG			Aderezo de tomate 3.8 KG	Aderezo de mayonesa 4KG	Mermeladas 5KG
No	Tarro	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Tiempo (s)
1	1	22	18	25	65
2	1	13	22	20	68
3	1	25	20	15	76
4	1	20	25	18	53
5	1	18	18	16	58
6	1	24	17	25	62
7	1	15	20	30	54
8	1	19	25	27	56
9	1	27	15	22	55
10	1	30	35	19	60
TOTAL	10	213	215	217	607

Al realizar el análisis de tiempos de envasado de las diferentes salsas y aderezos se puede determinar un tiempo promedio de envasado y producción por unidad de producto estos datos se muestran en la tabla 2.2, con los cuales nos guiaremos para obtener parámetros y datos para poder seleccionar un sistema de envasado que se ajusten a las necesidades de la empresa, logrando dar la solución más acertada para el sistema de envasado.

Para realizar el cálculo del envasado de productos por minuto, se aplicó una regla de tres simple, una operación muy sencilla que se detalla a continuación, este proceso se repite para todos los productos.

Para realizar el envasado de 10 unidades de salsa de tomate se emplea alrededor de 3,55 minutos, ¿cuántos envases se producen en un minuto?

$$\begin{array}{l} 3,55 \text{ min} \rightarrow 10 \text{ u} \\ 1 \text{ min} \rightarrow x \end{array}$$

$$x = \frac{1 \text{ min} \times 10 \text{ u}}{3,55 \text{ min}}$$

$$x = 2,81 \text{ unidades en un minuto.}$$

Tabla 2.2: Promedio de envases por minuto.

ENVASADO MANUAL							
Salsa de tomate 3.8 KG		Aderezo de tomate 3.8 KG		Aderezo de mayonesa 4KG		Mermeladas 5KG	
Tiempo de Producción de 10 unidades	Producción en unidades por min	Tiempo de Producción de 10 unidades	Producción en unidades por min	Tiempo de Producción de 10 unidades	Producción en unidades por min	Tiempo de Producción de 10 unidades	Producción en unidades por min
3,55 min.	2,81 u.	3,58 min.	2,79 u.	3,61 min.	2,77 u.	10,11 min.	1 u.

2.3.3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ENVASADO

Para realizar la selección del sistema de envasado adecuado nos guiaremos, con los datos que fueron tomados en la empresa y de los requerimientos por parte del personal; estos datos aportaran información adecuada y fundamental para la elaboración del proyecto.

También se usará la información que se consultó e investigo, mediante fuentes bibliográficas, libros y tesis que se encuentran en el repositorio de la Universidad.

En la industria existen diferentes métodos de envasado de productos, todos estos están ligados a la mejora continua de este proceso, tomando en cuenta el producto a ser

envasado, al haber diferentes métodos de envasado, también existen diferentes envasadoras, cada una de estas envasadoras están adecuadas a los productos a envasarse y también a la capacidad que se debe envasar.

Existen envasadoras lineales, este tipo de envasadoras alcanzan velocidades de producción moderadas, son prácticas, este tipo de envasadoras funcionan de forma automática consiguiendo un proceso eficiente y sin pausas, se usan principalmente en empresas dedicadas al envasado en mediana producción.

Otro tipo de envasadoras, son las de baja capacidad, se usan en empresas pequeñas, además son de control manual y son económicas.

Las envasadoras por volumen se enfocan a producciones para fluidos con altas, bajas y medianas viscosidades, siempre y cuando estas sustancias no sean espumosas, el funcionamiento principal de este tipo de envasadoras; se encuentra dado por un pistón volumétrico con la carrera controlada de este, este pistón es capaz de succionar el producto del tanque o tolva principal, cierta cantidad del producto, después lo inyecta al envase con la cantidad adecuada.

También tenemos las envasadoras rotativas son aquellas que están hechas para producción en grandes lotes, alcanzan altas velocidades de llenado, esto dependerá de la cantidad de boquillas de llenado que instalaran en el equipo.

Debido a todas estas observaciones y datos que se realizaron y analizaron, acorde a los tipos de envasadoras, sus ventajas y desventajas nos ayudaran a plantear tres posibles soluciones que a continuación se detallaran.

Solución A: SISTEMA DE ENVASADO TRADICIONAL

Solución B: SISTEMA DE ENVASADO POR VOLUMEN

Solución C: SISTEMA DE ENVASADO ROTATIVO

Teniendo en cuenta lo planteado por Dario Atiencia [6] se tomaron varios datos como referencia principal para realizar el siguiente análisis que se detallará en cada sistema de envasado que se investigó en la empresa Rikokom Alimentos S.A. para escoger la solución adecuada.

2.3.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

2.3.4.1. SISTEMA DE ENVASADO TRADICIONAL

A continuación, en la tabla 2.3 se encuentra especificado las características del sistema de envasado tradicional.

Tabla 2.3: Sistema de Envasado tradicional.

SISTEMA DE ENVASADO TRADICIONAL	
Características Técnicas	
SISTEMA	Neumático - Manual
MATERIALES	Acero inoxidable 304, 316L
PRESIÓN DE AIRE	0,4 - 0,6 MPA
CONTROL	Semiautomático
VELOCIDAD DE LLENADO	1-4 envases/minuto
PRECISION DE LLENADO	± 2%
RANGO DE VOLUMEN DE LLENADO	100 - 1000 ml
ALIMENTACION	Tanque de almacenamiento

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Poco espacio para implementación. • Se puede envasar diferentes volúmenes de llenado. • Facilidad de mantenimiento. • Poco consumo de energía. • Se requiere de poca inversión.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere al menos de 4 obreros para el proceso. • La eficiencia es relativamente baja. • Baja precisión de envasado.

2.3.4.2. SISTEMA DE ENVASADO POR VOLUMEN

A continuación, en la tabla 2.4 se encuentra especificado las características del sistema de envasado por volumen.

Tabla 2.4: Sistema de Envasado por Volumen.

SISTEMA DE ENVASADO POR VOLUMEN	
Características Técnicas	
SISTEMA	Neumático
MATERIALES	Acero inoxidable 304, 316L
PRESIÓN DE AIRE	0,4 - 0,6 MPA
CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema semiautomático. • Uso de sensores. • Uso de pulsadores marcha y paro.
VELOCIDAD DE LLENADO	3 – 10 envases/minuto
PRECISION DE LLENADO	± 1%
RANGO DE VOLUMEN DE LLENADO	100 - 5000 ml
ALIMENTACION	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de almacenamiento. • Tolva. • Boquillas dosificadoras anti derrame. • Banda transportadora.

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Poco espacio para implementación. • Se puede envasar diferentes volúmenes de llenado. • Volumen de llenado ajustables. • Facilidad para dar mantenimiento. • Poco consumo de energía. • Se requiere de una inversión medianamente. • Precisión para el llenado. • Se pueden envasar fluidos con alta viscosidad.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere al menos de 2 obreros para el proceso • La eficiencia es alta en comparación del sistema tradicional.

2.3.4.3. SISTEMA DE ENVASADO ROTATIVO

A continuación, en la tabla 2.5 se encuentra especificado las características del sistema de envasado rotativo.

Tabla 2.5: Sistema de Envasado Rotativo tamaño de letra

SISTEMA DE ENVASADO ROTATIVO	
Características Técnicas	
SISTEMA	Neumático
MATERIALES	Acero inoxidable 304, 316L
PRESIÓN DE AIRE	0,4 - 0,6 MPA
CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • Automático • Uso de sensores • PLC • Pantalla de mando
VELOCIDAD DE LLENADO	10 - 20 envases/minuto
PRECISION DE LLENADO	± 1%

RANGO DE VOLUMEN DE LLENADO	100 - 3000 ml
ALIMENTACION	<ul style="list-style-type: none"> • Tolva. • Contador de unidades. • Controla el posicionamiento del envase. • Banda transportadora.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Alta eficiencia. • Gran velocidad y precisión de envasado. • Se necesita de al menos una persona para operar.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía relativamente alto. • Se requiere de más espacio para el equipo. • Mantenimiento más complejo y costoso. • Se requiere de una alta inversión.

2.4. ANALISIS DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Según Dario Atienza [6] existen varios criterios para la selección del sistema de envasado adecuado, debemos considerar los siguientes criterios que se detallaran a continuación:

- Disponibilidad de materia prima (Mat. P.)
- Consumo de energía (Ener.)
- Mantenimiento del equipo (Mant. E.)
- Factibilidad (Fact.)
- Costo
- Capacidad y eficiencia. (Cap. E.)

Valores para calificar los criterios para realizar el análisis y escoger el mejor método de envasado

Tabla 2.6: Tabla de valorización para los criterios que se analizaran.

1	El criterio de la fila es (mayor >) que el de la columna.
0,5	Si el criterio de la fila es (igual =) al de la columna.
0	Si el criterio de la fila es (menor <) que el de la columna.

Tabla 2.7: Ponderación de los criterios para la selección del sistema de envasado.

Criterio	Mat. P.	Ener.	Mant. E.	Fact.	Costo	Cap. E.	$\Sigma+1$	Ponderación
Mat. P.		1	0	0,5	0,5	0	3	0,14
Ener.	0		0	0	0	0	1	0,05
Mant. E.	1	1		0,5	0,5	0,5	4,5	0,21
Fact.	0,5	1	0,5		0,5	0,5	4	0,19
Costo	0,5	1	0,5	0,5		0	3,5	0,17
Cap. E.	1	1	0,5	0,5	1		5	0,24
Suma							21	1

Cap. E. > Mant. E. > Fact. > Costo > Mat. P. > Ener.

Para la realización del ponderado se tomó en cuenta diversos puntos de vista y criterios que se muestran en la tabla 2.7, basándonos en la información y estudio realizado en las diferentes fuentes bibliográficas, libros y tesis que se encontraron acorde al tema en la biblioteca virtual de la universidad y en el repositorio de la misma, con estos parámetros previos se llegó a la conclusión, que para la implementación de un sistema de envasado de salsas y aderezos para la empresa Rikokom Alimentos S.A., uno de los criterios de selección primordiales que debemos tener en cuenta será la capacidad y eficiencia de envasar los productos que ofrece cada sistema de envasado que se planteó previamente, puesto que se necesita mejorar la eficiencia para el envasado en dicha empresa, otros criterios que también se tomaran en cuenta será la facilidad de mantenimiento del equipo para el sistema de envasado, factibilidad de realizar el proyecto, también se analizaran los costos para adquirir los materiales y equipos que se usaran para desarrollar el sistema de envasado, disposición de materia prima en el mercado y como ultimo criterio de selección será el análisis del consumo energético necesario para el funcionamiento del equipo a implementarse.

2.5. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ENVASADO ACORDE A CADA CRITERIO PLANTEADO

2.5.1. APRECIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE CADA SISTEMA PLANTEADO

Según los catálogos de fabricantes nacionales como ASTIMEC y ECUAPACK que son empresas que se dedican a la construcción de sistemas de envasado para mermeladas o productos viscosos en volúmenes de dosificado grandes, se obtuvieron varios datos los cuales fueron evaluados para la presentación de galón con una boquilla dosificadora.

Tabla 2.8: Análisis de producción y eficiencia.

SISTEMA	CAPACIDAD Y EFICIENCIA
TRADICIONAL	1-4 envases/minuto
VOLUMETRICA	3-10 envases/minuto
ROTATIVA	10-20 envases/minuto

Tabla 2.9: Ponderación para cada solución por el criterio de Capacidad y eficiencia.

Cap. E.	SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B	SOLUCIÓN C	$\Sigma+1$	Ponderado
SOLUCIÓN A		0	0	1	0,167
SOLUCIÓN B	1		0	2	0,333
SOLUCIÓN C	1	1		3	0,5
			Suma	6	1

Solución C > Solución B > Solución A

Según la tabla 2.9 obtuvimos que el sistema rotativo para envasar fluidos altamente viscosos, tiene una mejor eficiencia que las otras soluciones planteadas, puesto que este sistema de envasado usa dispositivos electrónicos y neumáticos, además solo se necesita de al menos de una persona operando el equipo.

2.5.2. EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Este criterio que se evalúa es de suma importancia puesto que al revisar las diferentes fuentes bibliográficas en el capítulo I apartado 1.4 del Marco Teórico, muestran parámetros y datos técnicos sobre los componentes que se usan para la fabricación de los diferentes sistemas de envasado, entre los cuales encontramos, dispositivos electrónicos, neumáticos, válvulas, cilindros, mangueras, empaques; todos estos elementos no necesitan de un mantenimiento constante y a corto tiempo, siempre y cuando trabajen en las condiciones que son mencionados por el fabricante, además cabe recalcar que también se tiene en cuenta aspectos como el conocimiento técnico, uso de herramientas y repuestos adecuados para que se lleve a cabo el proceso de mantenimiento y que el equipo no sufra una falla permanente o daño que afecte su funcionamiento.

Tabla 2.10: Ponderación para cada solución por el Criterio de Mantenimiento.

Mant. E.	SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B	SOLUCIÓN C	$\Sigma+1$	Ponderado
SOLUCIÓN A		0,5	1	2,5	0,416
SOLUCIÓN B	0.5		1	2,5	0,416

SOLUCIÓN C	0	0		1	0,167
			Suma	6	1

Solución A = Solución B > Solución C

Según la tabla 2.10 el mantenimiento que se establece como un criterio fundamental para la selección de la solución adecuada, presenta cierta igualdad en la Solución A y solución B, pero estos son más factibles que la Solución C, ya que, al usar un sistema electrónico más complejo por el uso de un PLC y varios sensores, se necesita de personal más capacitado o a su vez de una entidad exterior a la empresa para poder realizar el trabajo de mantenimiento.

2.5.3. EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE FACTIBILIDAD

La factibilidad se realizó tomando en cuenta diferentes aspectos como lo es el análisis técnico y financiero. Para lograr la evaluación de factibilidad se evaluó varios sistemas de envasado para determinar características técnicas, marcas y elementos electrónicos para establecer la existencia en el mercado nacional, de esta manera se encontraron PLC en marca Omron, Siemens, Schneider, Toshiba, para los elementos neumáticos se encontraron marcas como Festo, MetalWork, FieldQ, todos estos cumplen con las exigencias para el correcto funcionamiento de un sistema de envasado, además cabe recalcar que también existen repuesto, para su posterior mantenimiento de los distintos equipos y elementos a usarse en el sistema que se desarrollara.

Tabla 2.11: Ponderación para cada solución por el criterio de factibilidad.

Fact.	SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B	SOLUCIÓN C	Σ+1	Ponderado
SOLUCIÓN A		0,5	1	2,5	0,416
SOLUCIÓN B	0.5		0,5	2	0,333
SOLUCIÓN C	0	0,5		1,5	0,25
			Suma	6	1

Solución A > Solución B > Solución C

Según el análisis de ponderado que se muestra en la tabla 2.11 los tres sistemas son factibles, pero tiene una mayor ventaja la solución A del resto ya que se usan menos dispositivos mecánicos, neumáticos y electrónicos.

2.5.4. EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE COSTO

Para la evaluación del criterio de costos hay que tener en cuenta que los diferentes tipos de envasado son necesarios operadores para el funcionamiento de los equipos.

Por esta razón también se analiza el costo de operación con el número de personas que se necesitan para cada solución, para la el sistema de envasado tradicional se requiere de al menos 4 personas para realizar el proceso, ya que este método de envasado es manual y se usa de pocos equipos, unos para pesar y otros para sellar. en la Solución B se necesita de al menos 2 personas y para la Solución C se requiere de al menos una persona operando.

Tabla 2.12: Ponderación para cada solución por el criterio de costos.

Costo	SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B	SOLUCIÓN C	$\Sigma+1$	Ponderado
SOLUCIÓN A		0,5	1	2,5	0,416
SOLUCIÓN B	0.5		1	2,5	0,416
SOLUCIÓN C	0	0		1	0,167
			Suma	6	1

Solución A = Solución B > Solución C

Después de realizar la tabla 2.12 se logró demostrar tanto que la solución A como la solución B tienen el costo relativamente igual; pero cabe recalcar que existe una diferencia de usar dos personas, que podrían ser necesarias para realizar otras actividades importantes en la producción, y la solución C tiene un costo mayor en comparación de las otras, también hay que aclarar que cada persona que se usara en cada una de las soluciones percibirá el salario básico unificado que está determinado por el ministerio del trabajo con un valor de (\$ 425) a día de hoy más los beneficios de ley, afiliación, decimos y utilidades.

2.5.5. EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

Se logro realizar un análisis de disponibilidad de materias primas que se utilizan en la empresa para la producción de los distintos tipos de productos que se realizan en dicha empresa, entre los cuales se encontraron la pulpa de las diferentes frutas en el cuarto frio, el aceite e insumos para realizar la mayonesa, la pasta de tomate que se usa para las salsas, y los envases de los diferentes productos.

Tabla 2.13: Ponderación para cada solución por el criterio de disponibilidad de materias primas.

Mat. P.	SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B	SOLUCIÓN C	$\Sigma+1$	Ponderado
SOLUCIÓN A		0,5	0,5	2	0,333
SOLUCIÓN B	0,5		0,5	2	0,333
SOLUCIÓN C	0,5	0,5		2	0,333
			Suma	6	1

Solución A = Solución B = Solución C

Gracias a la realización de la tabla 2.13 se pudo demostrar que la materia prima que existe en la empresa es la necesaria para poder aplicar las diferentes soluciones que se planteó, y además cumplir con la producción que requiere la empresa.

2.5.6. EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE CONSUMO DE ENERGÍA

El análisis de criterio de consumo de energía para los sistemas de envasado fueron analizados en la empresa ya que esta posee estos tres sistemas de envasado para varios productos que se elaboran en la empresa, pero para menores volúmenes, los sistemas manual y semiautomático requieren alrededor de 1 kW/h para poder funcionar, además la alimentación es de 220 V, en cambio para el sistema de envasado automático se necesita alrededor de 2 kW/h; puesto que tienen un sistema de sellado, uso de banda transportadora, uso de un PLC y varios elementos electrónicos que funcionan de manera sincrónica logrando así tener una eficiencia notable.

Tabla 2.14: Ponderación para cada solución por el criterio de energía.

Ener.	SOLUCIÓN A	SOLUCIÓN B	SOLUCIÓN C	$\Sigma+1$	Ponderado
SOLUCIÓN A		0,5	0	1,5	0,25
SOLUCIÓN B	0,5		0	1,5	0,25
SOLUCIÓN C	1	1		3	0,5
			Suma	6	1

Solución C > Solución A = Solución B

Analizando los resultados de la tabla 2.14 logramos entender que la envasadora automática consume más energía que las otras, puesto que se emplean más dispositivos electrónicos y eléctricos; que consumen más la energía en comparación al sistema de envasado tradicional y semiautomático, por esta razón la solución A y solución B tienen ventaja sobre la solución C.

2.6. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN PARA EL SISTEMA DE ENVASADO A EMPLEARSE

Tabla 2.15: Análisis para los criterios de solución.

Conclusión	Mat. P.	Ener.	Mant. E.	Fact.	Costo	Cap. E.	$\Sigma+1$	P.
Solución A	0,14x0,33	0,05x0,25	0,21x0,416	0,19x0,416	0,17x0,416	0,24x0,167	1,335	2
Solución B	0,14x0,33	0,05x0,25	0,21x0,416	0,19x0,333	0,17x0,416	0,24x0,333	1,359	1
Solución C	0,14x0,33	0,05x0,5	0,21x0,167	0,19x0,25	0,17x0,167	0,24x0,5	1.302	3

Para determinar la solución más adecuada se realizó una evaluación de ventajas, desventajas entre cada una de las propuestas que se presentó, teniendo en cuenta los parámetros que se mencionaron y analizaron con un gran enfoque en la capacidad y eficiencia, costos, materia prima, factibilidad, consumo de la energía, costos y beneficios que tendrá la empresa al realizar el diseño e implementación de este sistema de envasado.

En la tabla 2.15 se logra demostrar que la solución más óptima es la B y que sobresale de las otras dos posibles soluciones; esta solución corresponde al método de envasado por volumen, puesto que el costo de inversión, en equipos neumáticos y electrónicos que se usaran, además de poder encontrar la materia prima para implementar el equipo es la adecuada y está estrechamente ligada al proceso de envasado para los requerimientos de la empresa y además ayudara a mejorar el proceso de manera eficiente y significativa, otro de los beneficios que se obtendrá la empresa, serán los costos de mantenimiento y el consumo de energía será mucho más bajo que el otro modelo del sistema rotativo.

CAPITULO III

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. DISEÑO MECÁNICO

3.1.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

La selección del material se realizó conforme a varios aspectos, los cuales aportaran las propiedades mecánicas, físicas, químicas, disponibilidad en el mercado, costos y factibilidad para la empresa. Para el caso del diseño de la estructura principal se ha seleccionado una plancha de Acero Inoxidable AISI 304 con un espesor de 3 mm, de acuerdo a catálogos de DIPAC la plancha de acero inoxidable AISI 304 tiene una medida

estándar de 1220 x 2440 mm con espesores de 0,40 a 15 mm, como principales ventajas, tienen una alta resistencia a la corrosión, ataques químicos y del medio ambiente, son resistentes a la corrosión por ácidos y soluciones alcalinas.

Para el diseño de la estructura principal la empresa doto de una plancha de acero inoxidable AISI 304, ya que posee buenas características y ventajas frente a ambientes corrosivos, además de que se selección este material por el costo, disponibilidad en el mercado y por las propiedades mecánicas y además este material es usado con más frecuencia en la industria alimenticias según [60] .

En el diseño de la estructura principal, con sus soportes, debemos tener en cuenta las cargas a considerar, que en este caso será del producto a envasar, un cilindro de llenado el cual se llenará con el producto en la cantidad que se desee y el peso del cilindro neumático, el peso de las bases para la sujeción tanto del cilindro neumático como del cilindro de llenado el cual se llenará de producto.

Determinación de cargas

Las cargas que se van a considerar en la estructura principal, serán: cilindro de llenado, cilindro neumático de doble efecto, producto a envasarse y las bases para asentar el cilindro neumático y el cilindro de llenado.

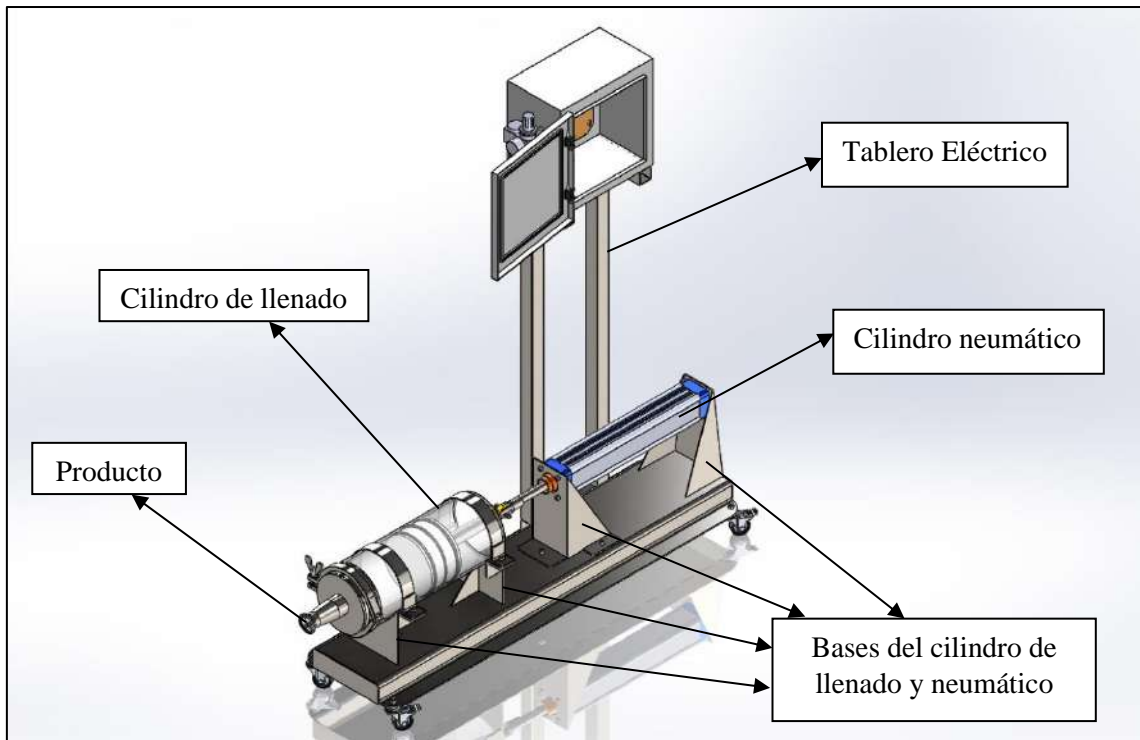


Figura 3.1: Esquema de los elementos que soporta la viga.

De acuerdo al esquema que se muestra en la figura 3.1, el peso que soportara la estructura se encuentra dada de la siguiente manera:

Peso del producto: 5 kg

Peso del cilindro de llenado: 10,45 kg

Peso del cilindro neumático: 3,30 kg

Peso tablero eléctrico: 4 kg

Peso de las bases para el cilindro neumático y cilindro de llenado: 3,73 kg

Peso total = 26.48 kg

La estructura principal, se diseñó conforme a las necesidades que surgieron para poder albergar el cilindro neumático y el cilindro de llenado del producto, los cuales serán el alma de funcionamiento para la envasadora.

Para determinar si la estructura soportara todas las cargas mencionadas anteriormente se realizarán los análisis respectivos con la finalidad de determinar que la estructura pueda soportar las cargas y no falle, de tal manera que a la estructura se le toma como una viga.

Esta viga soportara una carga distribuida de 26.48 N/m como se muestra en la figura 3.2.

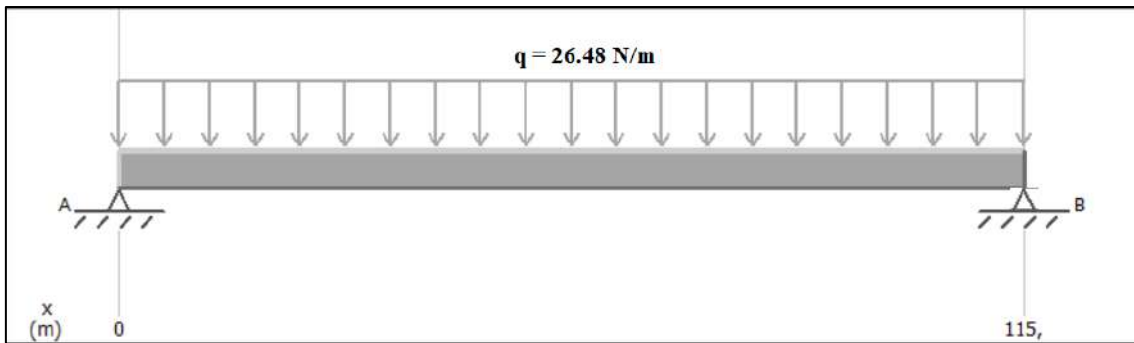


Figura 3.2: Esquema de distribución de las cargas en la viga y sus apoyos.

Se realiza un análisis de las fuerzas resultantes mediante el uso del software de diseño, tal y como se muestra en la figura 3.3.

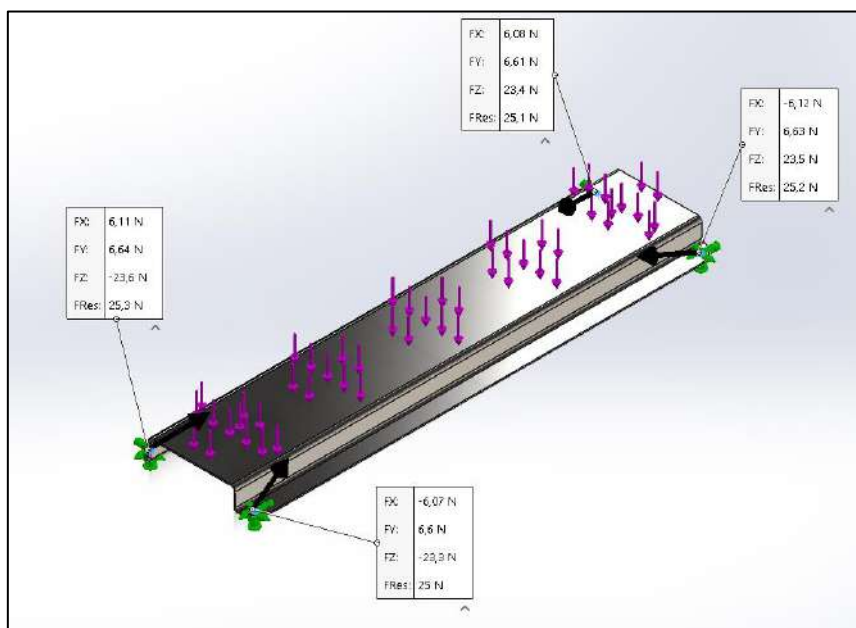


Figura 3.3: Fuerzas resultantes en los apoyos de la viga.

En la figura 3.4 se logra apreciar la deformación máxima que sufrirá la estructura principal, esta deformación es de 0,005 mm al soportar la carga de 26,48 N/m.

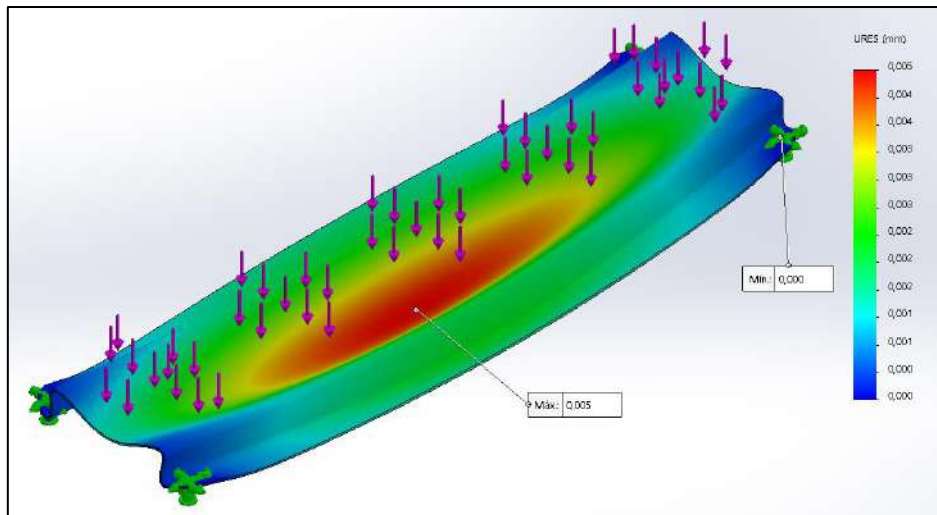


Figura 3.4: Gráfico de deformación de la estructura.

En la figura 3.5 se muestra el análisis del diagrama de fuerza cortante con un valor máximo de 15,03 N y un mínimo de 15,03 N, los demás valores que se encuentran entre estas fuerzas cortantes, se encuentran al lado derecho del gráfico de manera gradual y con su respectivo valor y color.

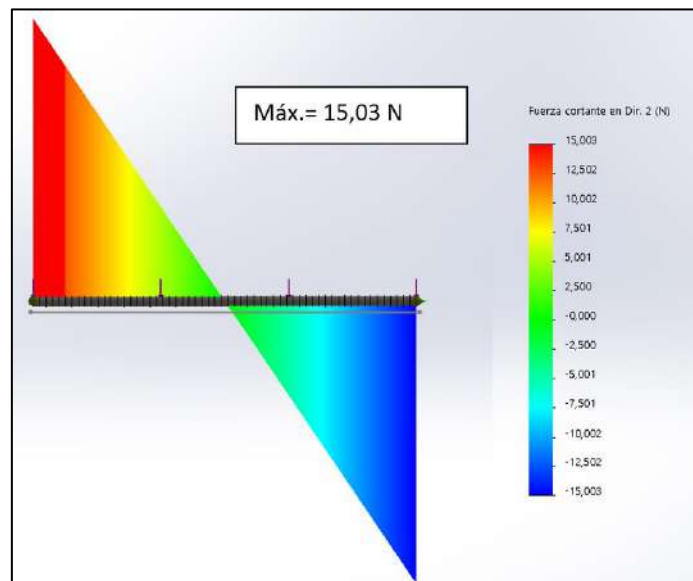


Figura 3.5: Diagrama de fuerza cortante.

La figura 3.6 que se muestra a continuación nos proporciona un gráfico de momentos cortantes, con valor máximo de 4,247 Nm este valor nos ayudara para realizar los cálculos respectivos, los demás valores se aprecian en la tabla que se encuentra a la derecha del gráfico.

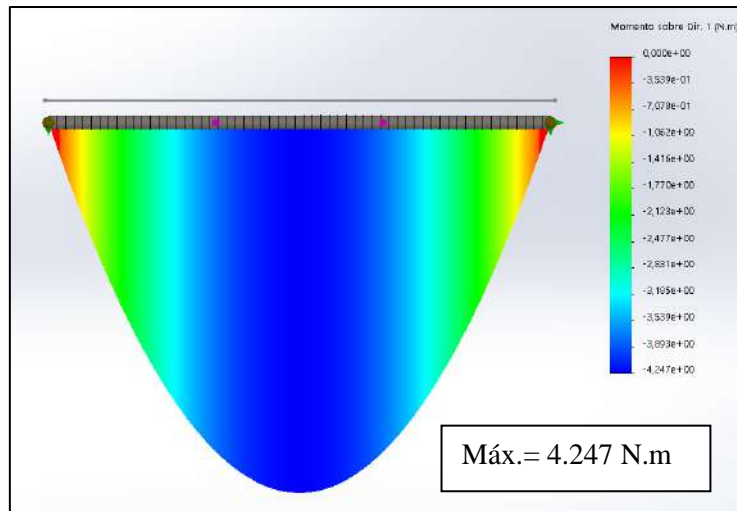


Figura 3.6: Diagrama de momentos para la estructura.

De acuerdo con la selección de materiales, teniendo en cuenta que el proyecto planteado que se pretende realizar, será aplicado en una empresa dedicada a la elaboración de productos alimenticios, por tal razón se ha seleccionado usar como material de construcción para la estructura del equipo y diferentes elementos necesarios, el uso del Acero Inoxidable AISI 304, además sabemos que este material es resistente a la corrosión y de grado alimenticio, también posee unas propiedades mecánicas que las diferencian del resto, esta se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Propiedades Mecánicas del Acero Inoxidable AISI 304 Fuente: [60]

Material	Límite de fluencia (MPa)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Módulo de Elasticidad (GPa)
Acero Inox. AISI 304	207	574	193

Se conoce el momento flector que es de 4,247 Nm, asumimos un factor de seguridad de 2 y calcularemos con el esfuerzo máximo según lo establecido en [60].

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{S_y}{n} \text{ (Esfuerzo de Von Misses)} \quad \text{Ec. (3.1)}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{207 \text{ Mpa}}{2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 103,5 \text{ Mpa}$$

Para calcular el módulo de sección, partimos de la fórmula de esfuerzo a flexión según muestra [60].

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{S} \text{ (Esfuerzo a Flexi3n)} \quad \text{Ec (3.2)}$$

$$S = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{m\acute{a}x}}$$

$$S = \frac{4,247 \text{ Nm}}{103.5 \text{ MPa}}$$

$$S = 4,10 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$S = 0,041 \text{ cm}^3$$

Se calculo el m3dulo de secci3n de la viga estructural que se realiz3 en el dise1o, con las dimensiones que se muestran en la figura 3.7, gracias a la ayuda de este software se logr3 calcular el m3dulo de secci3n, dando un valor de 7845 mm³, transformando tenemos un valor de 7.845 cm³

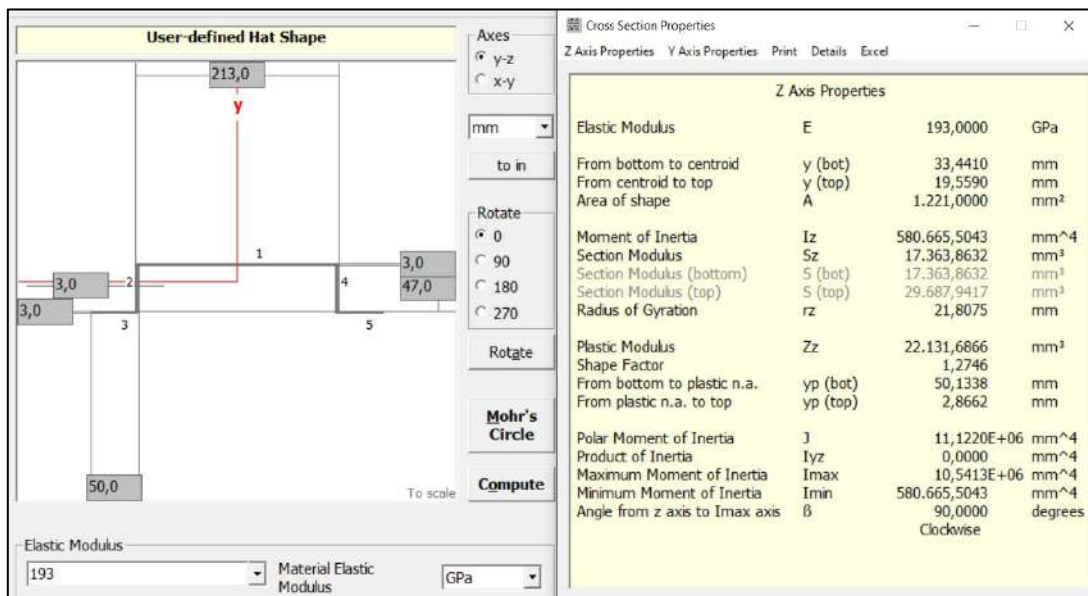


Figura 3.7: Calculo de la secci3n de modulo para la estructura dise1ada.

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{4,247 \text{ Nm}}{0,7845 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 54,47 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{Sy}{\sigma_{m\acute{a}x}}$$

$$n = \frac{207 \text{ MPa}}{54,47 \text{ MPa}}$$

$$n = 3,8$$

Teniendo en cuenta que el factor de seguridad de 3,8 calculado podemos demostrar que el diseño y selección de material son adecuados y garantizan el funcionamiento óptimo que se la va a dar a la estructura soportando un peso de 26.48 N/m.

3.1.2. DISEÑO DEL CILINDRO DE LLENADO

- **Según el Código ASME [62], Sección VIII, División 1**

Define como recipiente de presión a cualquier recipiente, cuyo contenido está sometido a presión tanto interna como externa, superior a 15 PSI; y el diámetro interior mayor a 6” [62].

- **Cargas**

Las cargas a las que se encuentran sometidos dichos elementos suelen ser:

- Presión externa o interna.
- Peso del recipiente y su contenido
- Cargas asociadas a accesorios, revestimiento, soportes, etc.
- Cargas debidas a vientos, sismos, etc.
- Cargas debido a expansiones térmicas.
- Reacciones cíclicas debido a variaciones de presión o temperatura.

- **Esfuerzos**

Según ASME también los recipientes a presión se definen acorde a los esfuerzos a los que trabaja [62].

- Esfuerzo a la tensión.
- Esfuerzo longitudinal a la compresión.
- Esfuerzo primario de membrana, inducido por combinación de cargas.
- Esfuerzo primario de membrana, inducido por sismos o vientos, con otras cargas.

De acuerdo a lo establecido por [62] ASME Sección VIII, División 1, el cilindro de llenado que se realizó para la envasadora, está dentro de los parámetros a considerarse como un recipiente a presión ya que estará expuesto a cargas internas y posibles cargas

por expansiones térmicas, puesto que el producto a envasarse sale con una temperatura de 60°C aproximadamente.

Para realizar los cálculos respectivos, se definirá el alcance, metodología, bases y criterios de diseño a emplearse en el diseño de este elemento [62].

- **Alcance**
 - Cálculo del espesor de la carcasa, por presión interna.
 - Cálculo del peso del recipiente.
- **Metodología**
 - Se calcula el espesor mínimo del cuerpo, para esfuerzos circunferenciales y longitudinales, de acuerdo a los párrafos UG-27.
 - Selección del mayor espesor.
 - Se determinará el espesor requerido, incluyendo la tolerancia por corrosión.
 - Se realizará la selección del espesor del material existente o inmediato superior.
 - Se calcula el peso del equipo, para las condiciones: vacío y lleno de agua.
- **Bases de diseño**
 - Orientación del recipiente.
 - Presión y temperatura de operación del recipiente.
 - Características del fluido que se encontrara en el recipiente.
- **Criterios de diseño**
 - El recipiente será diseñado, según ASME, SECCION 8, DIV. 1.
 - El recipiente será diseñado para presión y temperatura máxima.
 - Se seleccionará espesores de material comercial.

Ecuaciones a emplearse según [62]:

- ✓ Espesor mínimo del recipiente, por esfuerzos circunferenciales (S_c) está definida, por la ecuación (3.3).

$$t = \frac{PR}{SE-0,6P} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

Donde:

P: presión interna de diseño en: (psi)

R: radio interior del cilindro en pulgadas: (in)

S: esfuerzo máximo admisible en: (psi)

E: eficiencia de la junta

C: tolerancia por corrosión

- ✓ Espesor mínimo del recipiente, por esfuerzos longitudinales (S_l) está definido, por la ecuación (3.4).

$$t = \frac{PR}{SE-0,4P} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

- ✓ Espesor requerido tomando en cuenta la tolerancia por corrosión se determina por la ecuación (3.5).

$$t_m = t + c \quad \text{Ec. (3.5)}$$

- ✓ Peso del recipiente vacío se determinará por la ecuación (3.6).

$$W_E = 1,2 \rho_{ac} \frac{\pi}{4} L [(D_i + 2t)^2 - D_i^2] + 2W_H \quad \text{Ec. (3.6)}$$

- ✓ Peso estimado del fluido se determina por la ecuación (3.7).

$$W_F = \rho_w \frac{\pi}{4} D_i^2 L \quad \text{Ec. (3.6)}$$

- ✓ Peso del recipiente lleno del fluido, se calcula con la ecuación (3.8)

$$W_F = W_E + W_W \quad \text{Ec. (3.8)}$$

Se debe tener en cuenta las unidades de medida para los siguientes criterios:

- ✓ Peso específico del acero en (kg/m^3)
- ✓ Longitud tangente-tangente en (m)
- ✓ Densidad del fluido en (kg/m^3)

En la tabla 3.2 se definirán las condiciones de diseño y características del recipiente a diseñarse, además se analizará el diseño por presión interna, ya que al interior se encontrará expuesta a una presión constante por el embolo del cilindro de llenado.

Tabla 3.2: Parámetros y condiciones de Diseño para el recipiente.

Variable	Datos	Unidades
Presión de diseño (P)	16	psi
Temperatura de diseño	100	°C
Material del Cuerpo	Acero Inoxidable AISI 304	-
Diámetro Interno	6	pulg
Longitud tangente -tangente (L)		m
Esfuerzo admisible (S)	500	psi
Eficiencia de Junta (E)	1	-
Tolerancia por corrosión (c)	0,0625	pulg
Tipo de cuerpo	cilíndrico	-
Peso específico del acero (ρ_{ac})	8000	kg/m ³
Densidad del fluido (ρ_f)	1700	kg/m ³

UG-27: Cálculo del espesor por presión interna

Esfuerzos circunferenciales en el recipiente:

$$t = \frac{PR}{SE-0,6P} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$t = \frac{16 \cdot 6}{550 \cdot 1 - 0,6 \cdot 16}$$

$$t = 0,177 \text{ pulg}$$

Esfuerzos longitudinales en el recipiente:

$$t = \frac{PR}{SE-0,4P} \quad \text{Ec. (3.4)}$$

$$t = \frac{16 \cdot 6}{550 \cdot 1 - 0,4 \cdot 16}$$

$$t = 0,176 \text{ pulg}$$

Espesor requerido teniendo en cuenta la corrosión:

$$t_m = t + c \quad \text{Ec. (3.5)}$$

$$t_m = 0,195+0,0625$$

$$t_m = 0,23 \text{ pulg}$$

Peso del recipiente:

Donde:

ρ_{ac} : Peso específico del acero: 8000 kg/m³

ρ_f : Peso específico del fluido: 1700 kg/m³

L: longitud tangente – tangente: 0,2 m

Di: Diámetro Interior: 0,1524 m

W_H: Peso de un cabezal: 2kg

t_c: Espesor comercial: 0,006 m

Peso vacío del recipiente:

$$W_E = 1,2 \rho_{ac} \frac{\pi}{4} L [(D_i + 2t)^2 - D_i^2] + 2W_H \quad \text{Ec. (3.6)}$$

$$W_E = 1,2 \cdot 8000 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,2 [(0,1524 + 2 \cdot 0,006)^2 - 0,1524^2] + 4$$

$$W_E = 9,73 \text{ kg}$$

Peso del fluido:

$$W_E = \rho_w \frac{\pi}{4} D_i^2 L \quad \text{Ec. (3.6)}$$

$$W_E = 1700 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,1524 \cdot 0,2$$

$$W_E = 6,20 \text{ kg}$$

Peso del recipiente lleno de fluido:

$$W_F = W_E + W_W \quad \text{Ec. (3.8)}$$

$$W_F = 9,73 + 6,20$$

$$W_F = 15,93 \text{ kg}$$

Resultados del cálculo según ASME Sección VIII, División 1

Tabla 3.3: Espesores del recipiente.

Elemento	Presión de diseño (psi)	Diámetro interno (pulg)	Espesor por esfuerzo Circunferencial (pulg)	Espesor por esfuerzo longitudinal (pulg)	Espesor requerido (pulg)	Espesor comercial (mm)
Cuerpo	16	6	0,177	0,176	0,23	6

Una vez realizado los cálculos necesarios, se realizó una tabla 3.3 que muestra los resultados del cálculo de espesores, con estos resultados, se logra demostrar que el diseño del recipiente, que se realizó están correctamente, además que la selección del espesor del material es el adecuado, tomando en cuenta, la existencia en el mercado y la factibilidad de obtenerlo.

3.1.2.1. ANÁLISIS DEL DISEÑO DEL CILINDRO DE LLENADO CON EL USO DE UN SOFTWARE ESPECAILIZADO

Después de haber realizado el diseño de la pieza en un software CAD, se procede con el análisis de esfuerzos a los que va a estar sometida la pieza, con la ayuda del software SOLIDWORKS, el cual nos ayudara a realizar cálculos por elementos finitos.

Una vez se realizó el diseño, se procede a realizar el mallado, teniendo en cuenta que tenemos una sola pieza y estará sometida a presiones internas, se realiza el mallado adecuado con la finalidad que el análisis tenga buenos resultados, como se muestra en la figura 3.8.

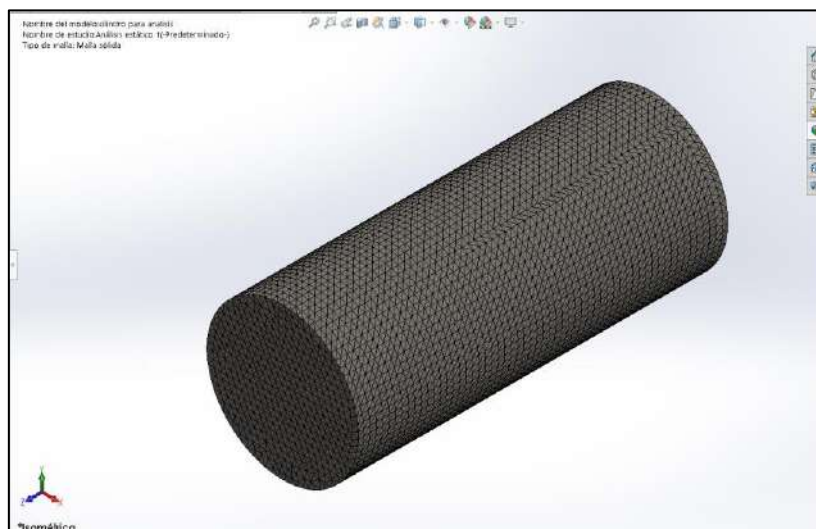


Figura 3.8: Mallado de la pieza a analizarse.

Una vez se realizó el mallado, se procede aplicar las condiciones de frontera en la pieza a ser analizada, teniendo 16 psi como presión interna y la sujeción se realizara alrededor del cilindro con la finalidad de ejecutar el programa, y obtener un análisis de esfuerzos de Von – Mises, gracias a este análisis que se realiza mediante el programa, se puede obtener un esfuerzo máximo, y desplazamiento, teniendo como resultado que el esfuerzo máximo al que está sometida la pieza es de 11,622 MPa y la deformación máxima será de 0,022 mm, como se muestra en la figura 3.9 y 3.10 respectivamente.

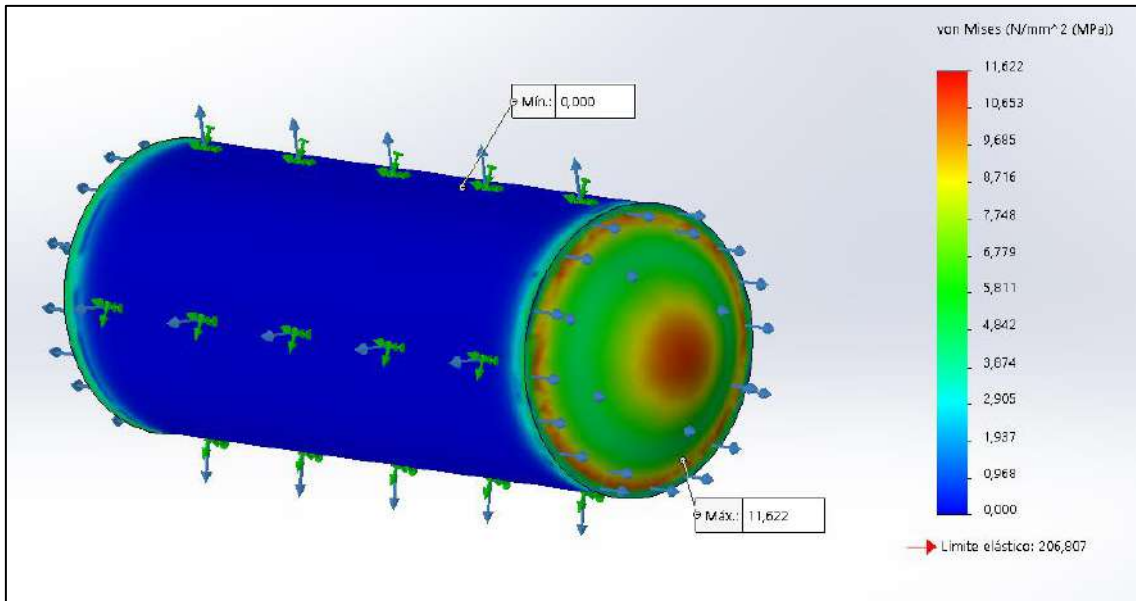


Figura 3.9: Resultado del análisis por esfuerzos de Von-Mises.

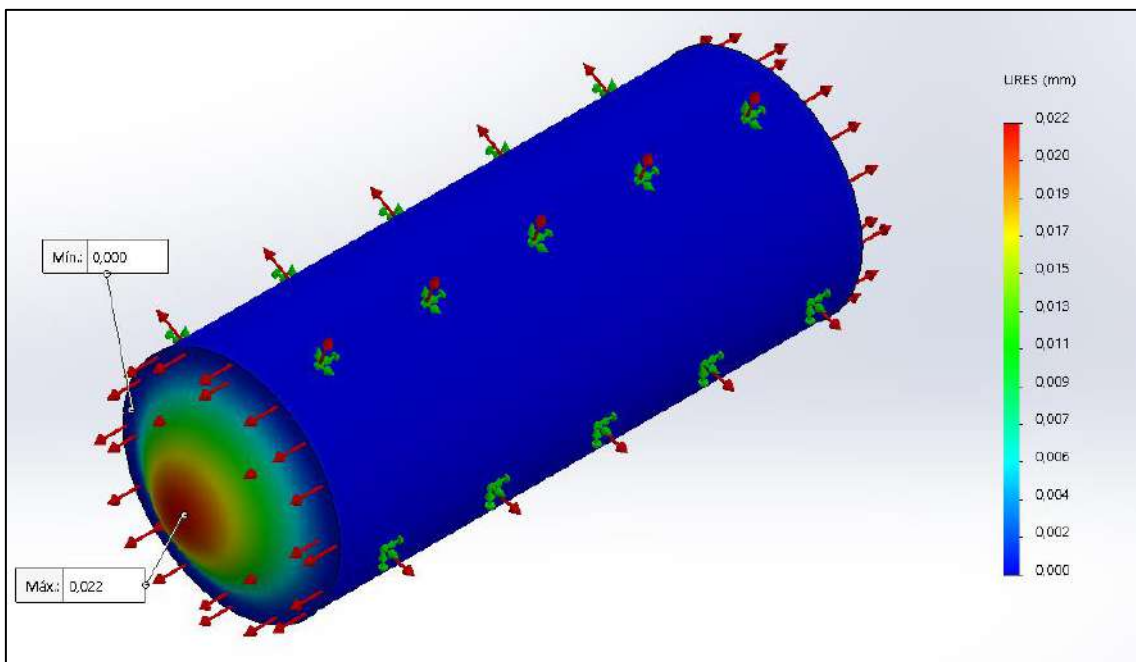


Figura 3.10: Resultado del análisis de deformación máxima de la pieza.

Al realizar el análisis en el programa se demuestra que el diseño que se realizó con la utilización del código ASME sección VIII, División 1 está correcto, también cabe recalcar que la selección del material se realizó en base al uso que este tendrá, por estar en un ambiente corrosivo y estar en contacto con alimentos, también se puede observar que la deformación que se aprecia en la figura 3.10 esta a una escala automática definida por el programa de 1861 veces la escala real por tal razón se logró apreciar la deformación que en el elemento.

3.1.3. DISEÑO DEL ÉMBOLO PARA EL CILINDRO DE LLENADO

- **Selección del material**

Para el diseño de este elemento mecánico se realizó la selección material, teniendo en cuenta aspectos como factibilidad, disponibilidad, propiedades de los elementos que compondrán esta pieza, a continuación, se realiza la selección del material para realizar el cuerpo principal del émbolo.

- **Duralón, Nylon o poliamida 6**

Según Luís Amanta [63] el Duralón es un material termoplástico semicristiano, gracias a esto posee una buena resistencia mecánica y al impacto, este material es usado frecuentemente en la fabricación de varias partes y piezas, sometidas a agentes químicos, poseen resistencia a la fatiga y resistencia al desgaste.

El duralón posee ciertas ventajas de uso ya que al tratarse de un tipo de plástico, este es muy suave de mecanizar y es relativamente liviano en comparación con los aceros, también al ser maquinados o conformados por procesos CNC y procesos de torneado, pueden obtener un acabado con superficies lisas, de tal modo que el rozamiento se reduce, logrando ser utilizados para construir piezas, en las que se deben someterse a movimientos de giro o desplazamientos en un eje, para poder ser deslizados sobre otros elementos [63].

El precio del duralón se encuentra entre los \$ 2,50 por kilogramo de este material, además este material se puede conseguir como ejes y planchas, con la finalidad de lograr obtener una cierta versatilidad en el mercado y a la hora de poder realizar elementos y piezas [63].

3.1.3.1. ANALISIS DEL ÉMBOLO PARA EL CILINDRO DE LLENADO

El diseño se realizó con la ayuda de un software CAD, las medidas que se tomaron en cuenta para realizar el émbolo fueron acordes al diámetro interior del cilindro de llenado que se mencionó con anterioridad.

Después de haber realizado el diseño CAD para el émbolo, se procede a realizar un análisis de esfuerzos a las que será sometido el elemento.

- **Primer paso para el análisis del émbolo del cilindro de llenado**

En este paso se procede a realizar el mallado del elemento teniendo en cuenta que está hecho por varios elementos y materiales, los cuales se asignaron en el software respectivamente, además se realizó un mallado fino para poder realizar el análisis y que los resultados sean aproximados a la realidad, como se muestra en la figura 3.11.

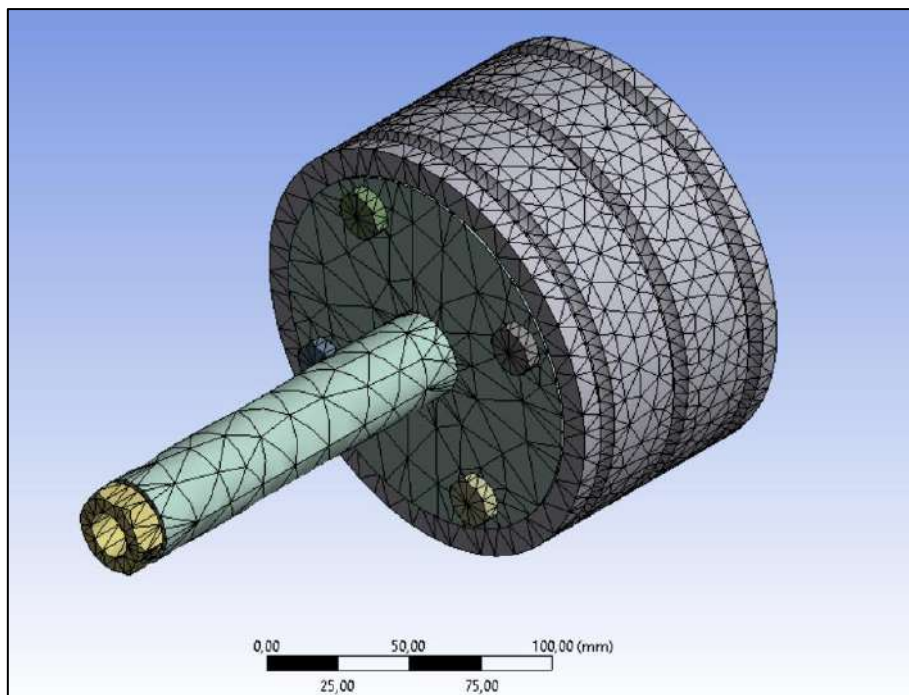


Figura 3.11: Mallado para el análisis del Émbolo de llenado.

- **Segundo paso**

Después de realizar el mallado se procede a aplicar la fuerza de 196,2 N que al transformarse en nos da un valor de 0,067 MPa que será aplicado al vástago del embolo también se le asigna un soporte en la parte frontal del embolo, con la finalidad de poder

observar la deformación del vástago, una vez se haya realizado la ejecución del análisis, esto lo podemos apreciar en la figura 3.12.

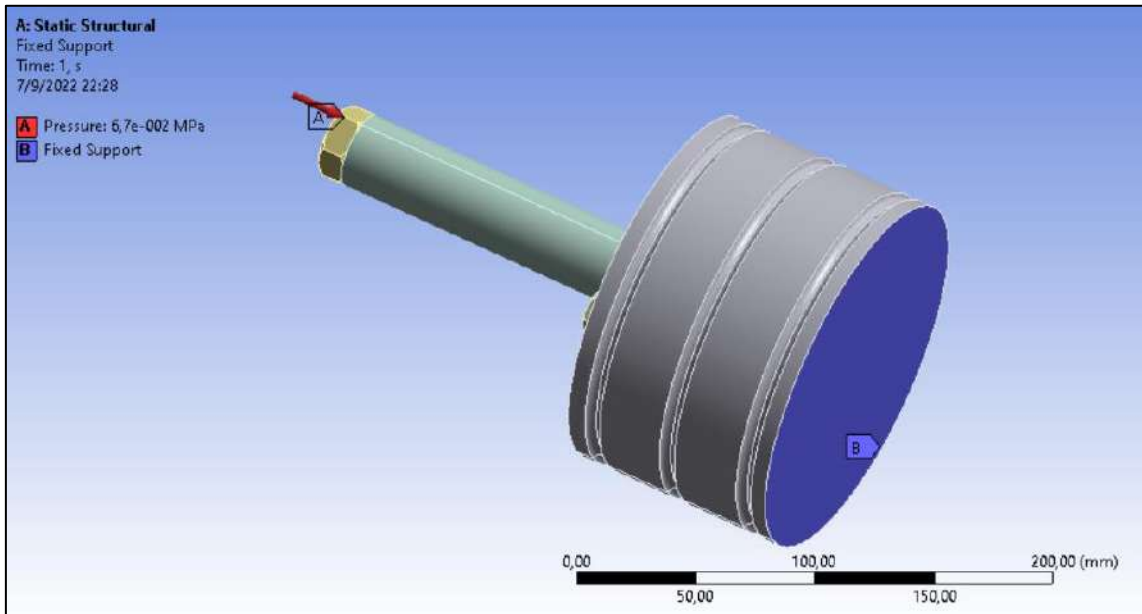


Figura 3.12: Aplicación de condiciones de frontera.

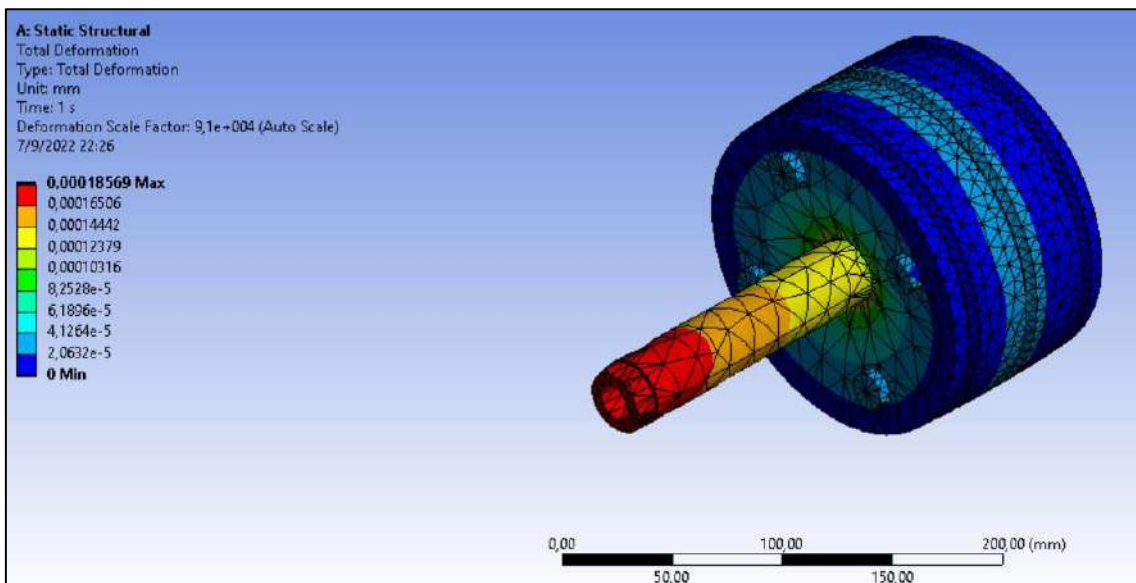


Figura 3.13: Resultado de la deformación total del vástago.

Como se puede apreciar en la figura 3.13, la deformación máxima que soportara el vástago del elemento a ser analizado es de 0,0001856 mm y la mínima es de 0 mm, con estos valores podemos decir que el diseño e implementación de este vástago para soportar una carga de 196,2 N es aceptable.

3.1.4. DISEÑO DEL ESPARRAGO PARA LA UNIÓN DEL ÉMBOLO CON EL CILINDRO NEUMÁTICO

- **Selección del material**

Para realizar el diseño de este elemento, se llevó a cabo un análisis de selección del material, ya que este elemento estará en un ambiente corrosivo y además se encontrara sometido a diferentes cargas, es por eso que al estar sometido a un ambiente corrosivo, se usara un eje de Acero Inoxidable AISI 304 de 1", ya que al ser un material que se encuentra en el mercado ecuatoriano según [60] y además de poseer buenas propiedades mecánicas, también posee resistencia a la corrosión química, por soluciones alcalinas y al ambiente [60].

3.1.4.1. ANALISIS DEL ÉMBOLO PARA EL CILINDRO DE LLENADO

El diseño del esparrago se hizo mediante la ayuda de un software CAD, ya que este software da precisión para el diseño de piezas mecánicas, después de haber realizado el diseño y las medidas correspondientes, se realiza el análisis en el programa ANSYS.

- **Primer paso**

En este paso, el elemento es sometido a un estudio que se realizara mediante el uso del software ANSYS, el cual nos ayudara a demostrar que el diseño de la pieza es válido, en este paso se agrega el material que se usó para el elemento y se realiza el mallado de la pieza, como se muestra en la figura 3.14.

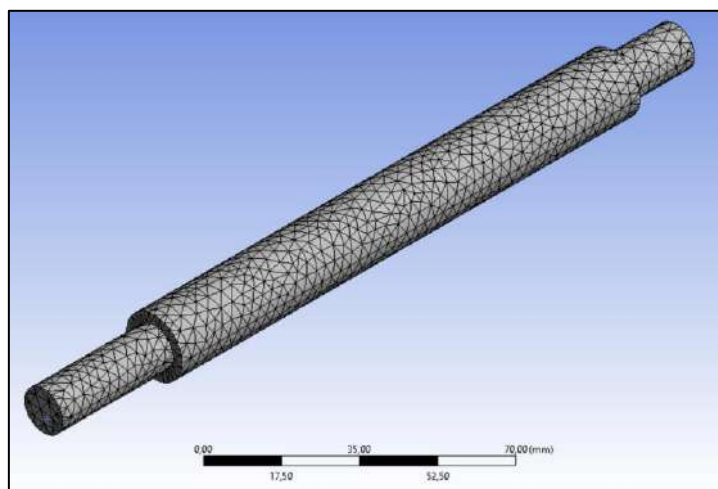


Figura 3.14: Mallado del esparrago.

- **Segundo paso**

Una vez mallado el elemento a estudiarse, se creará las condiciones a las cuales estará sometido el elemento ya en funcionamiento, con la carga y apoyos respectivos, como se encuentra en la figura 3.15.

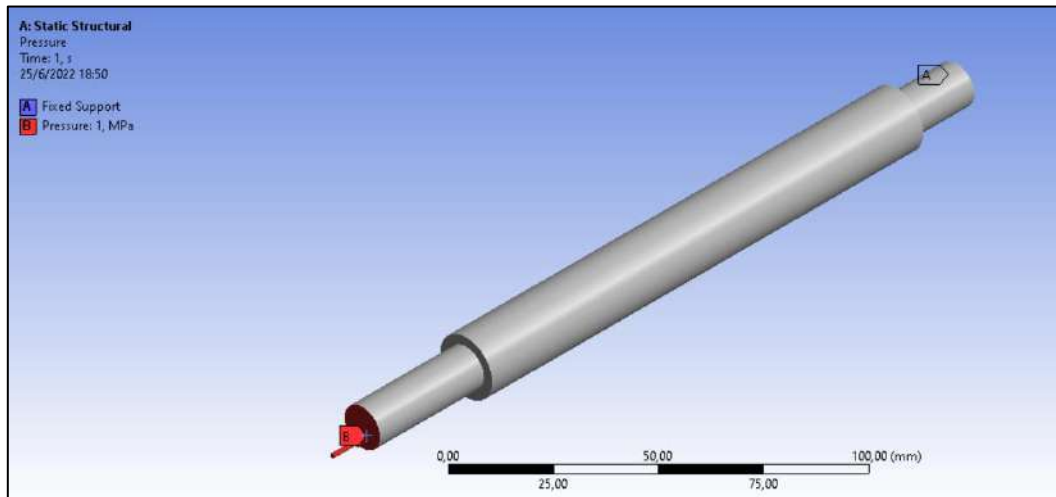


Figura 3.15: Aplicación de cargas y apoyos para el esparrago.

- **Tercer paso**

Posteriormente, después de realizar el paso anterior, se procede a ejecutar el análisis de deformación y análisis de esfuerzos de Von-Mises.

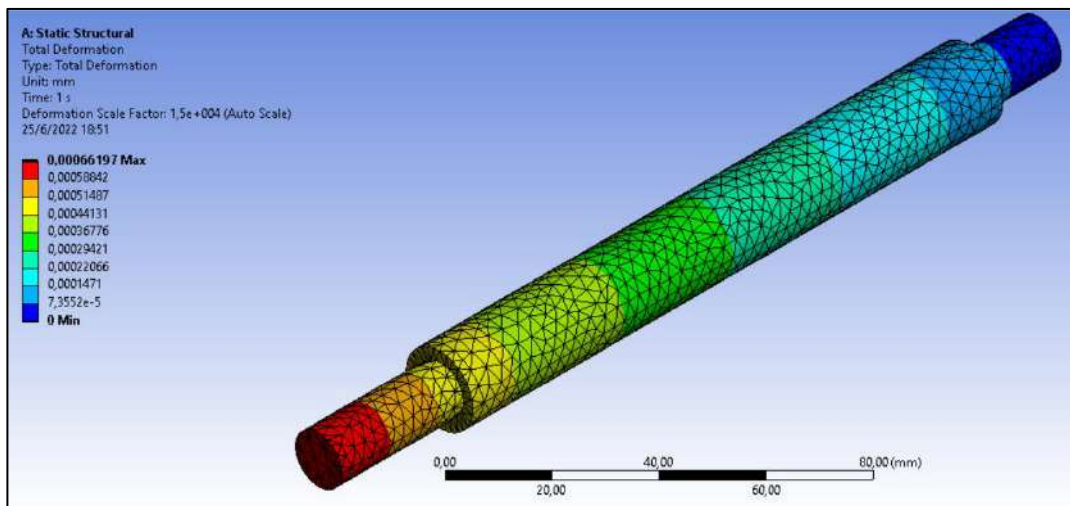


Figura 3.16: Resultado del análisis de deformación máxima para el esparrago.

Después de poner las restricciones respectivas se ejecutó el programa, una vez ejecutado, se puede apreciar en la figura 3.16 la deformación máxima que sufrirá la pieza con un valor de $6,6E^{-4}$ mm y una deformación mínima de 0 mm.

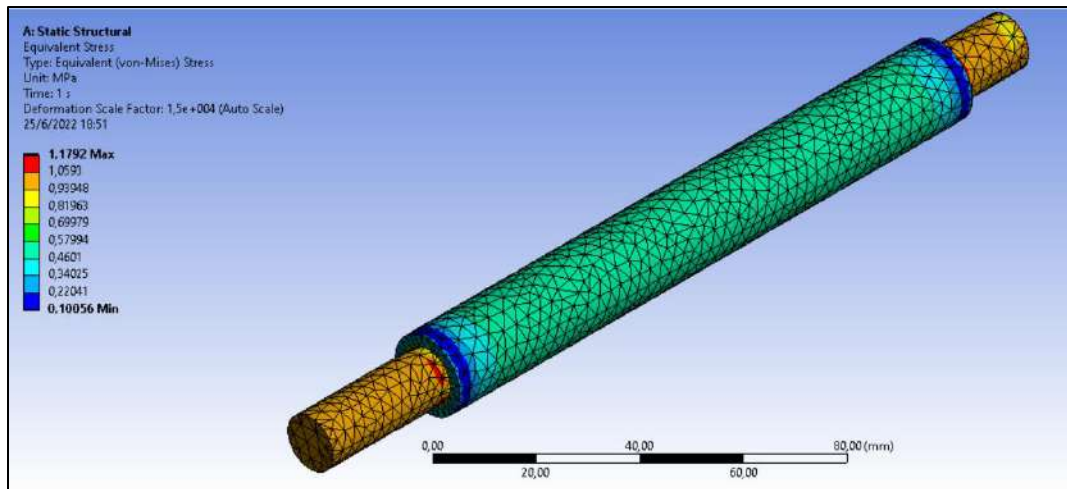


Figura 3.17: Resultado del análisis de esfuerzos de Von-Mises para el esparrago.

En la figura 3.17 se muestra el esfuerzo máximo al cual va a estar sometido el elemento y es de 1,17 MPa y con un esfuerzo mínimo de 0,1056 MPa, estos valores nos demuestran que el diseño es el adecuado y la selección del material también es el correcto. EN BASE A LOS ANALISIS

3.2. CÁLCULO DE SOLDADURA PARA LAS BASES DEL CILINDRO NEUMÁTICO

- **Selección del material**

Para realizar la base del cilindro neumático, se usó placas de Acero Inoxidable AISI 304 con un espesor de 2 mm, al ser un material resistente a la corrosión, y además sabemos que el equipo estará en un ambiente altamente corrosivo se procesó al uso de este material, además teniendo en cuenta la disponibilidad en el mercado y las propiedades que presenta este acero se seleccionó el material.

Después de realizar la selección del material se realizó el dibujo de la pieza mediante la ayuda de un software CAD como se muestra en la figura 3.18, teniendo en cuenta las medidas del cilindro neumático se realizaron los agujeros correspondientes para que el cilindro neumático se sujete correctamente, después se extruyó la pieza para darle un espesor y que la pieza pueda visualizarse en 3D.

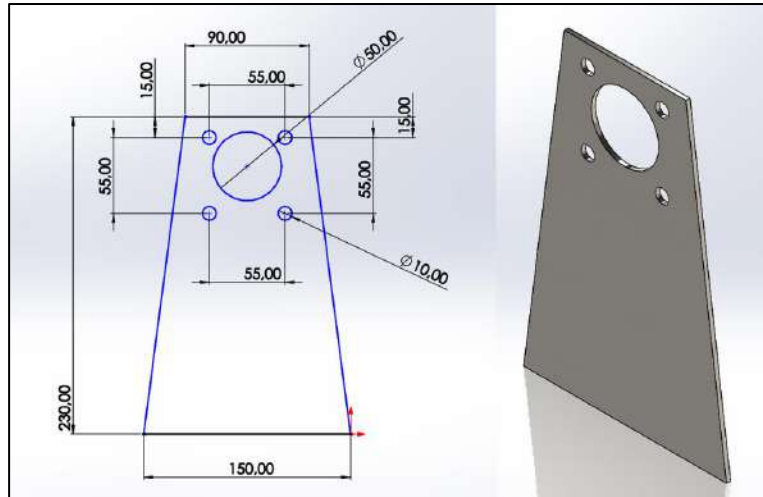


Figura 3.18: Croquizado y extrusión de la base para el cilindro neumático.

3.2.1. ANALISIS DE LA SOLDADURA DE LA BASE DEL CILINDRO NEUMATICO MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO

Para realizar el análisis por soldadura de la pieza se ejecutó una simulación mediante un software que realiza este tipo de simulaciones, mediante el método de elementos finitos.

Para esta simulación se requiere aplicar una secuencia de pasos los cuales nos permitirán seleccionar el tamaño adecuado de la soldadura, parámetros del tipo de soldadura y del material de aporte de la soldadura que se usó para el proceso.

En la figura 3.19 se realiza el proceso de mallado de los elementos que se van a someter a la simulación.

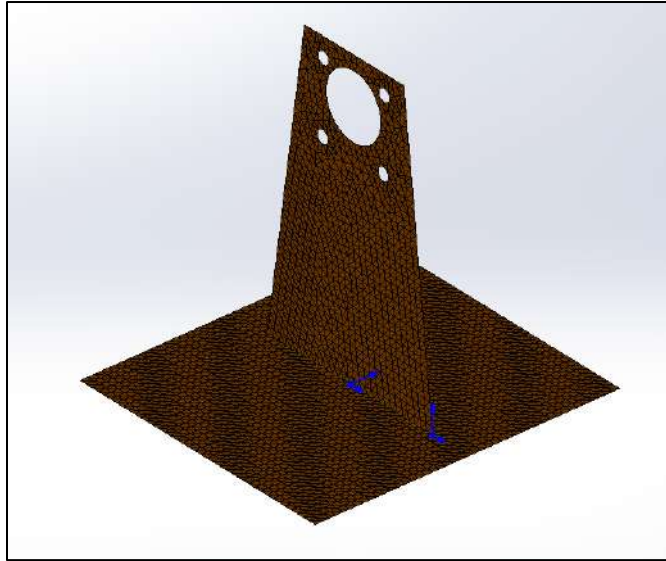


Figura 3.19: Mallado del elemento a ser simulado para análisis de soldadura.

Posteriormente se realiza la aplicación de la soldadura como se muestra en la figura 3.20 tomando en cuenta el tipo de electrodo. El tamaño de la soldadura se calculó según [64] con la ecuación 3.9, puesto que después de la simulación el programa nos indicara el tamaño adecuado de la soldadura.

$$t \leq 0,7 \cdot e_{min} \quad \text{Ec. (3.9)}$$

Donde:

t: tamaño de la garganta de soldadura en mm

e_{min} : es pesor mínimo de las chapas soldadas

$$t \leq 0,7 \cdot e_{min}$$

$$t \leq 0,7 \cdot 2$$

$$t = 1,4 \text{ mm}$$

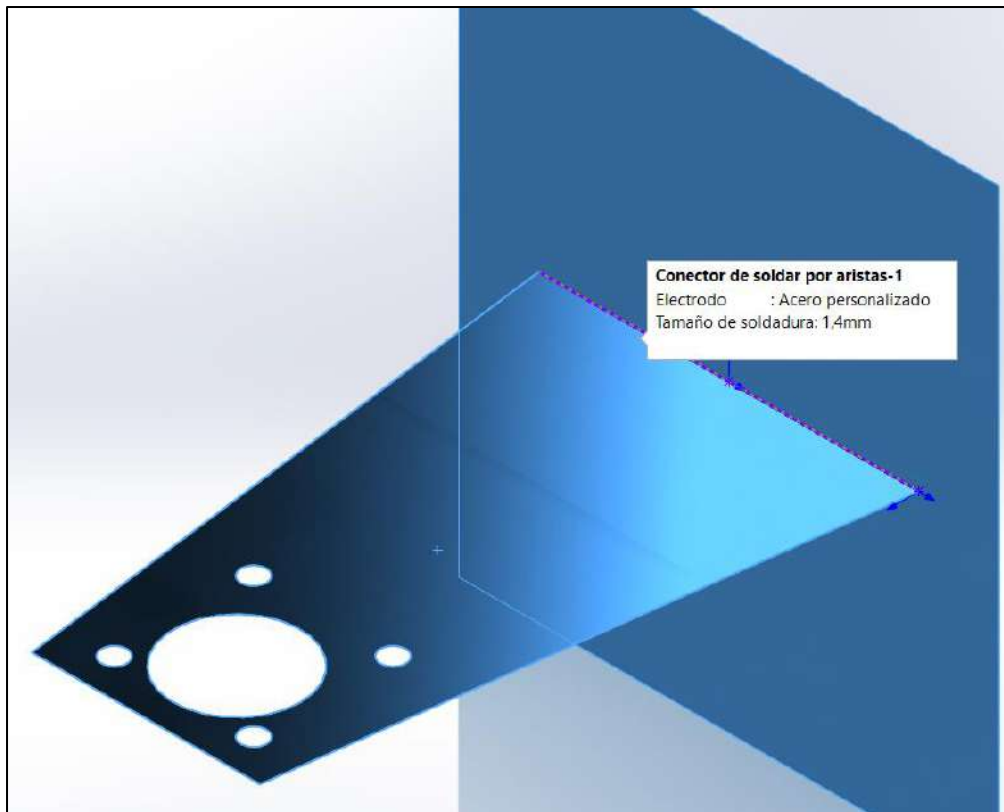


Figura 3.20: Conexión por soldadura con un tamaño de 1,4 mm.

Consecuentemente se realiza el proceso de aplicación de cargas y soportes para realizar los ajustes necesarios para el proceso de simulación de la soldadura, la carga que se aplico es de 16 N como se muestran en la figura 3.21.

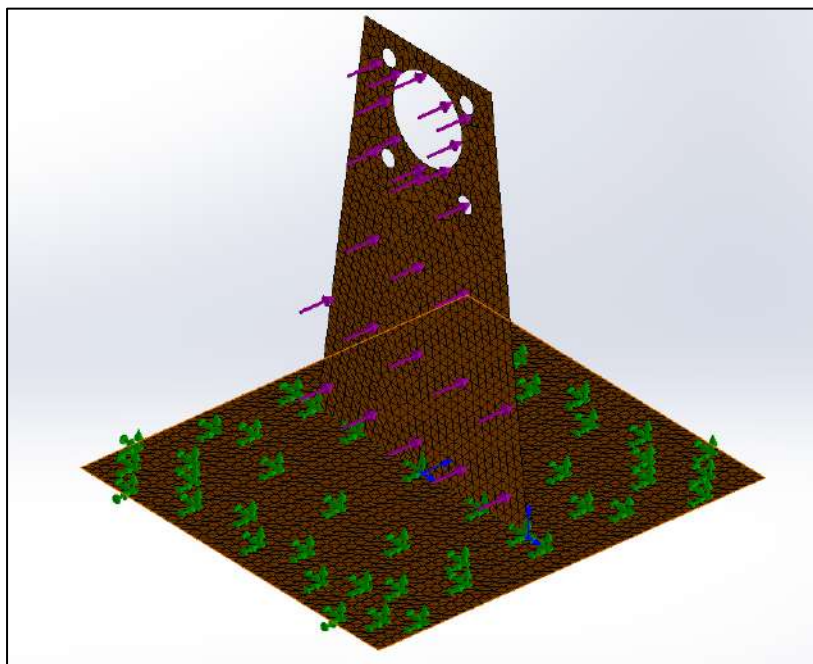


Figura 3.21: Aplicación de cargas y apoyos en la pieza para el análisis de soldadura.

Para finalizar el proceso se ejecuta la simulación en el programa, con la finalidad de obtener datos los cuales se analizarían y se determinara si el proceso y la soldadura que se realizo es la adecuada.

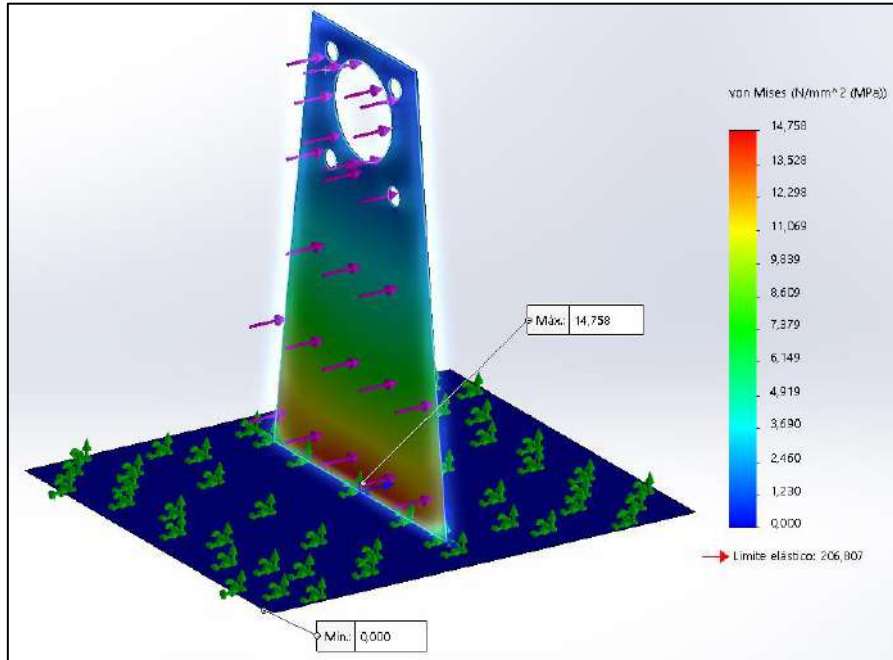


Figura 3.22: Análisis del elemento soldado por esfuerzos de Von-Mises.

Como se puede apreciar en la figura 3.22, el esfuerzo máximo al que se encuentra sometido el elemento en la parte soldada es de 14,758 MPa y también tiene un esfuerzo mínimo de 0 MPa, como se muestran en los rótulos, y los demás esfuerzos se encuentran en la parte derecha del gráfico, en forma escalar de menor a mayor valor y con una escala de colores.

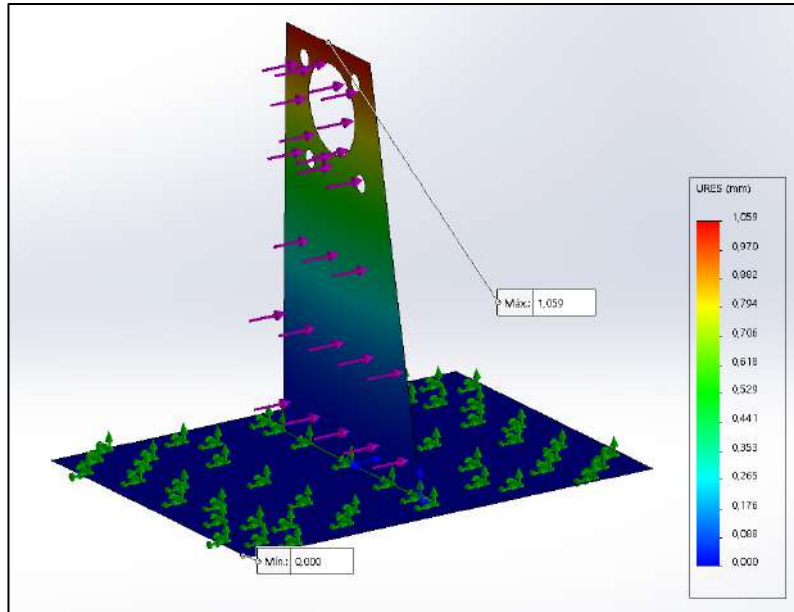


Figura 3.23: Resultado de la simulación por deformación en la pieza.

Al realizar la ejecución del programa, también se puede apreciar la deformación que sufrirá la pieza al estar expuesta a una fuerza de 16 N, como se puede ver en la figura 3.23 la deformación máxima es de 1,059 mm y la mínima es de 0 mm.

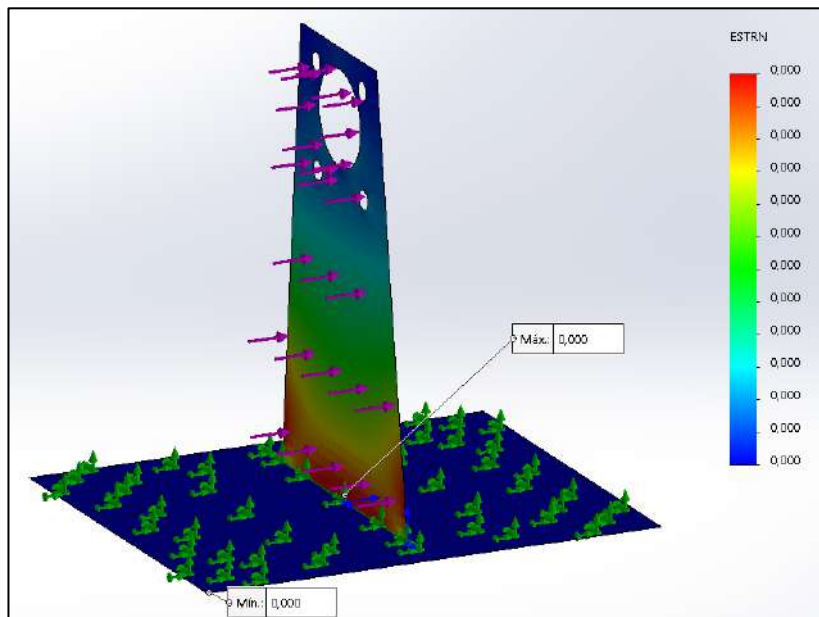


Figura 3.24: Resultado de la simulación por deformación en el área de la soldadura.

Otro resultado que se puede obtener mediante la simulación en el software, es la deformación que se puede encontrar en el área del cordón de soldadura, y como resultado de este análisis tenemos que la deformación máxima será de 0 mm y la mínima de 0 mm, como se puede visualizar en la figura 3.24.

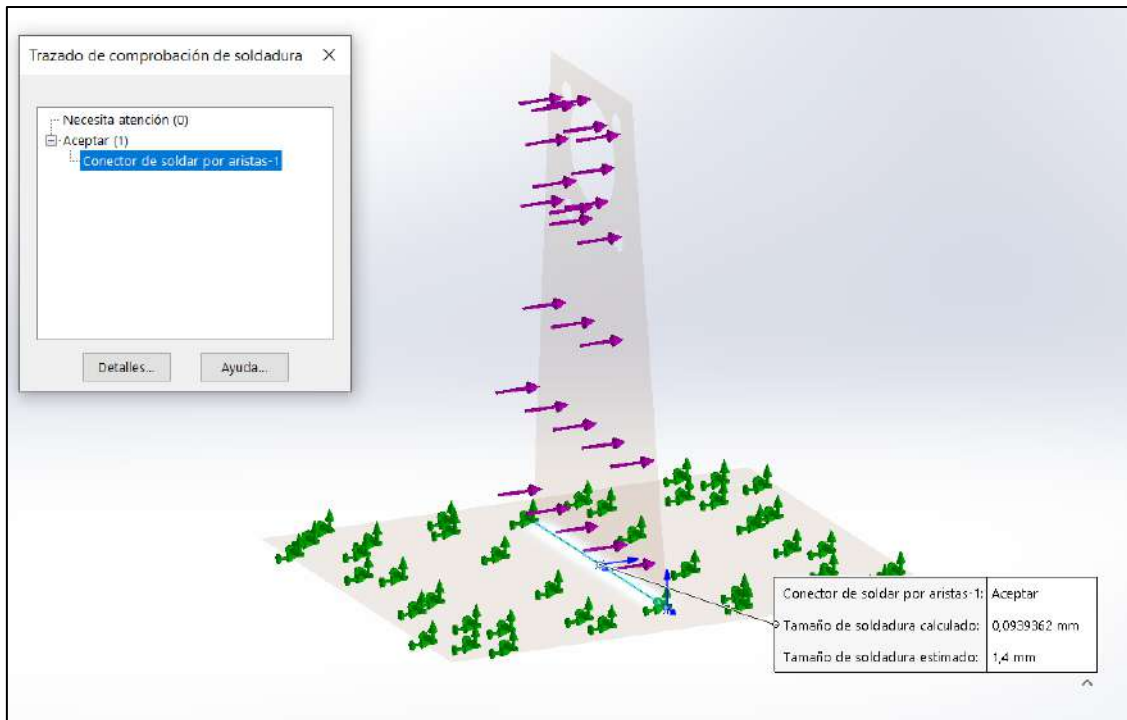


Figura 3.25: Trazado de comprobación de soldadura.

Al realizar el estudio para el trazado de comprobación por soldadura, que se encuentra en la figura 3.25, se demuestra que la soldadura esta aceptada y correcta por lo tanto el tamaño de soldadura es el adecuado ya que sobrepasa el tamaño de soldadura calculada en el software, y además que el proceso de ensamblado del elemento es válido.

Una vez se analizó que la deformación en la pieza es de 1,059 mm como se muestra en la figura 3.23, se agregaran cartelas a los extremos, con la finalidad de que la deformación se reduzca aún más, puesto que el elemento estará sometido a la carga de 16 N constantemente, ya que el cilindro neumático se desplazara hacia adelante y hacia atrás formando un ciclo y por lo menos abra 4 ciclos por minuto.

En la figura 3.26 se muestra un boceto donde se muestra la adición de las cartelas laterales en la base donde se posicionará el cilindro neumático.

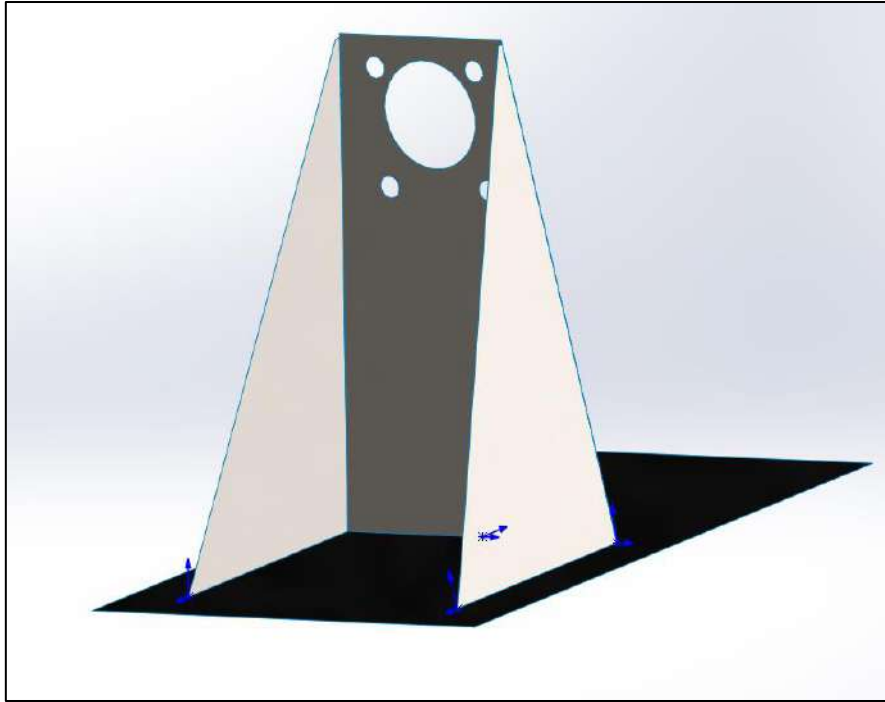


Figura 3.26: Adición de solapas laterales a la base.

Se añaden cartelas y soldadura, para evitar que la deformación en la base del cilindro neumático exista, con la finalidad de que no se provoquen fallos en el momento de operación del equipo para el envasado, como se puede apreciar en la figura 3.27.

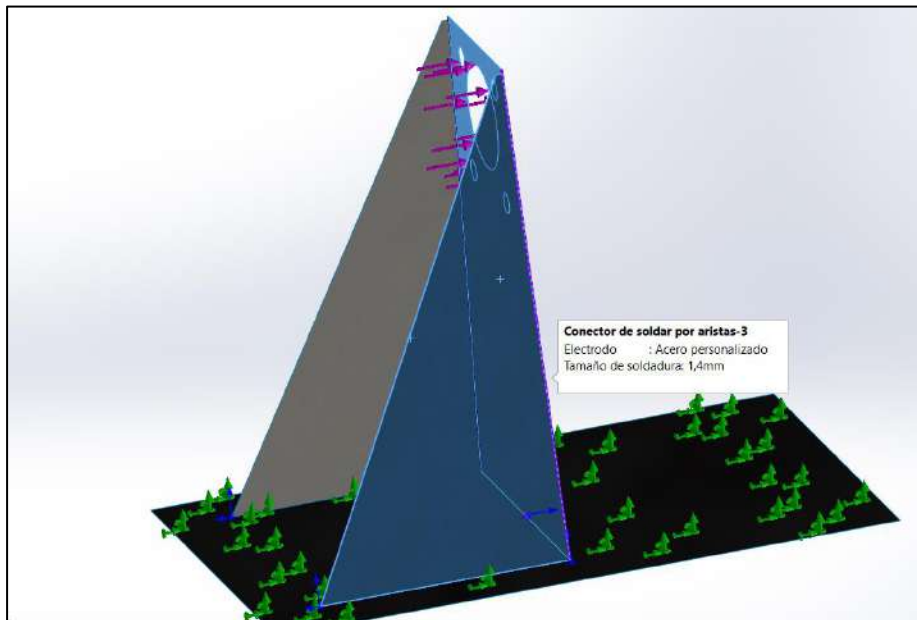


Figura 3.27: Adición de soldadura en las cartelas.

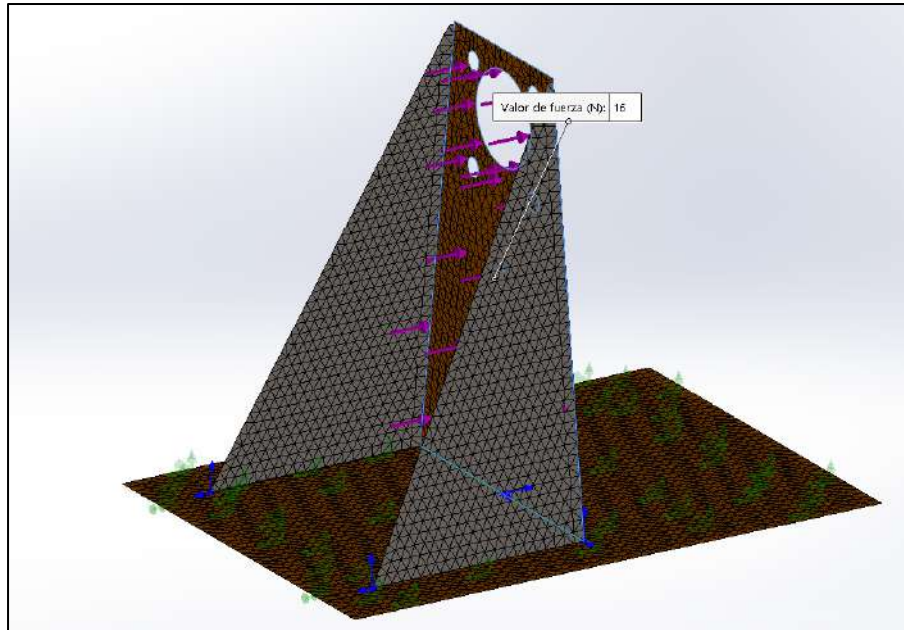


Figura 3.28: Aplicación de carga y apoyos en las juntas de las cartelas de la base.

A continuación, se agrega la carga y el soporte en la placa, también se realiza el mallado, para que el mallado sea optimo se realizó un mallado fino, después se ejecutara el programa como se muestra en la figura 3.28.

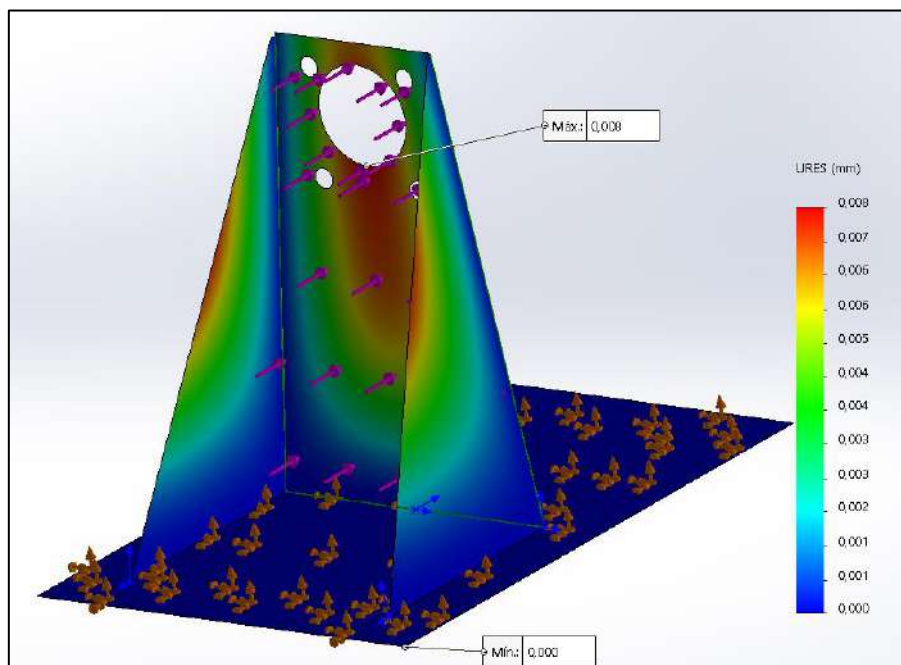


Figura 3.29: Resultados del análisis por deformación en la base.

Después de realizar la adición de las cartelas y revisar los resultados de la ejecución de la simulación, en los resultados de las deformaciones en la figura 3.29, se puede observar

que la máxima deformación será de 0,008 mm este valor es casi imperceptible, podemos decir que agregar las cartelas a los costados de la base del cilindro neumático reducirá la deformación en gran cantidad; por lo tanto el diseño de las cartelas y la soldadura es el adecuado, además que el elemento presentara mayor rigidez y la solución será efectiva.

3.3. ANALISIS DE FLUIDO DE LA MERMELADA QUE ATRAVIEZA EL SISTEMA DE DOSIFICADO

Realizar un análisis de fluidos en ANSYS, requiere de ciertos pasos que se deben seguir para concluir con éxito la ejecución de la simulación que se desea obtener.

Debemos tener en cuenta que el producto a envasarse posee una densidad superior al agua, se tomó como valor de referencia de la densidad para la mermelada con un valor de 1700 kg/m^3 , el valor se obtuvo de estos valores nos servirán posteriormente para ingresar los datos del líquido que va a fluir por ese recipiente, y nos demostrará el comportamiento de la mermelada.

Primer paso: para realizar la ejecución del programa, se debe seguir una serie de pasos; en este paso se realiza la geometría y posteriormente se prepara para realizar la simulación. Como se ve en la figura 3.30.

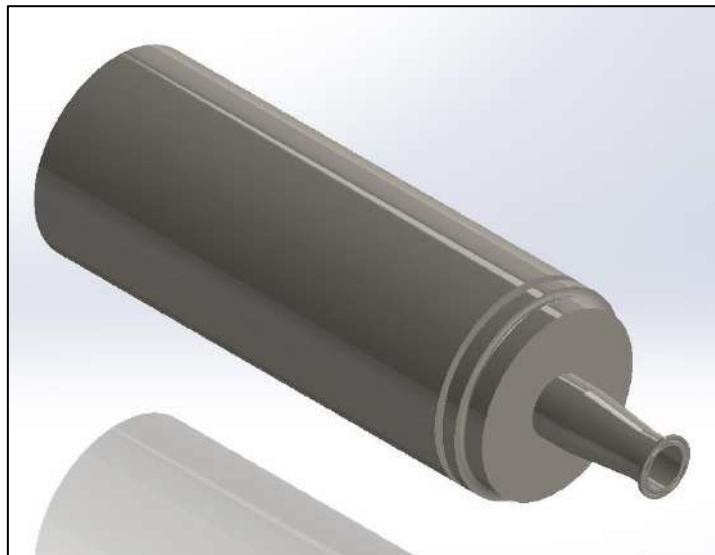


Figura 3.30: Geometría para ser procesada.

Segundo paso: Se realiza las reparaciones con SpaceClaim para los nodos, juntas, brechas, bordes disímiles, que puedan existir en los elementos realizados por medio del software SolidWorks, se muestra en la figura 3.31.

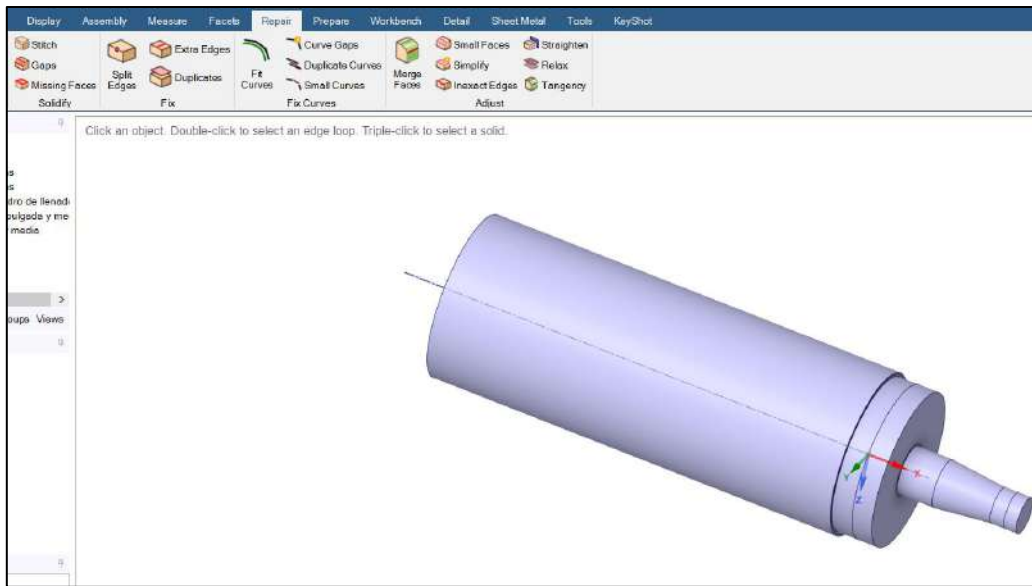


Figura 3.31: Reparación del elemento a ser evaluado.

Tercer paso: Se realiza la extracción del volumen interior del elemento, ya que este volumen será el que se va a usar, para el mallado, análisis y ejecución del modelado, se puede apreciar el volumen en la figura 3.32.

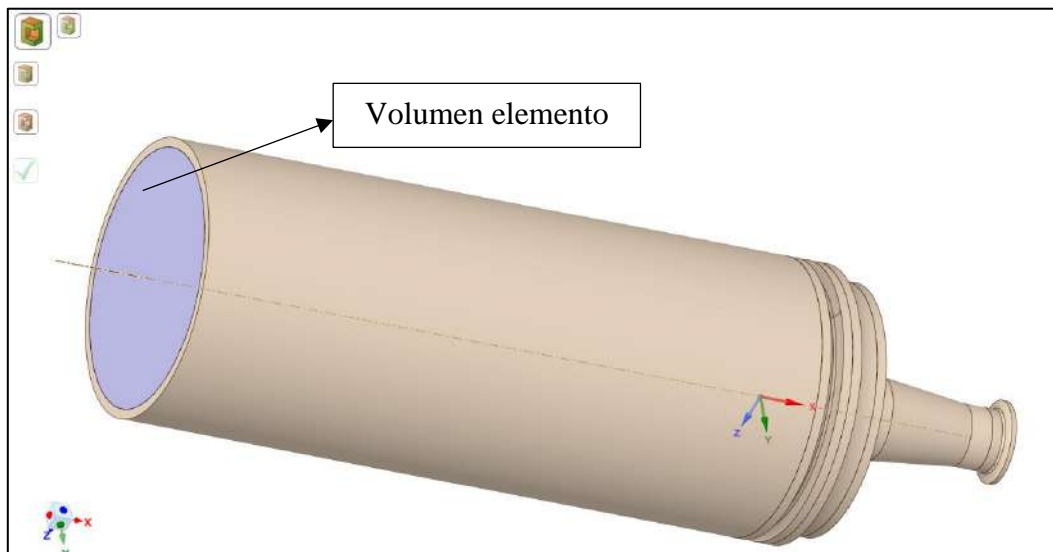


Figura 3.32: Volumen del elemento a ser analizado.

Cuarto paso: A continuación, se realiza el mallado del volumen que simula al líquido que fluirá por el recipiente que se elaboró en SolidWorks, el mallado se realiza teniendo en cuenta que el software utilizado tiene una licencia estudiantil, y nos limita la cantidad de nodos, es por eso que se trata de optimizar el mallado, se puede apreciar en la figura 3.33.

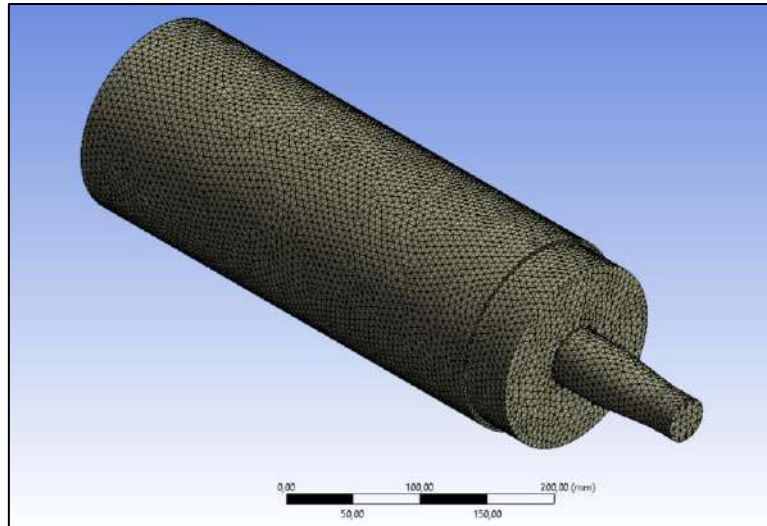


Figura 3.33: Mallado del volumen del fluido.

Quinto paso: En este paso se aplican las condiciones iniciales, a las que el fluido se encontrara sometido, debemos tener en cuenta, datos como la densidad del fluido con un valor de $1,7 \text{ kg/m}^3$, sabemos que un sistema de envasado por volumen según lo establecido en la tabla 2.4 el número de envases por minuto en promedio serian 6, por tanto envasar 6 productos en un minuto, requiere que el cilindro neumático realice 6 ciclos en un minuto, sabemos que el recorrido del cilindro neumático a usarse será de 36 cm por tanto en un ciclo recorre 72 cm, con estos datos podemos establecer que la velocidad inicial del fluido será de $0,072 \text{ m/s}$ tomando en cuenta que se envasaran 6 productos en un minuto. Por otra parte, la fuerza inicial con la que el fluido ingresará será de 197 N esta será la fuerza que ejerce el cilindro neumático.

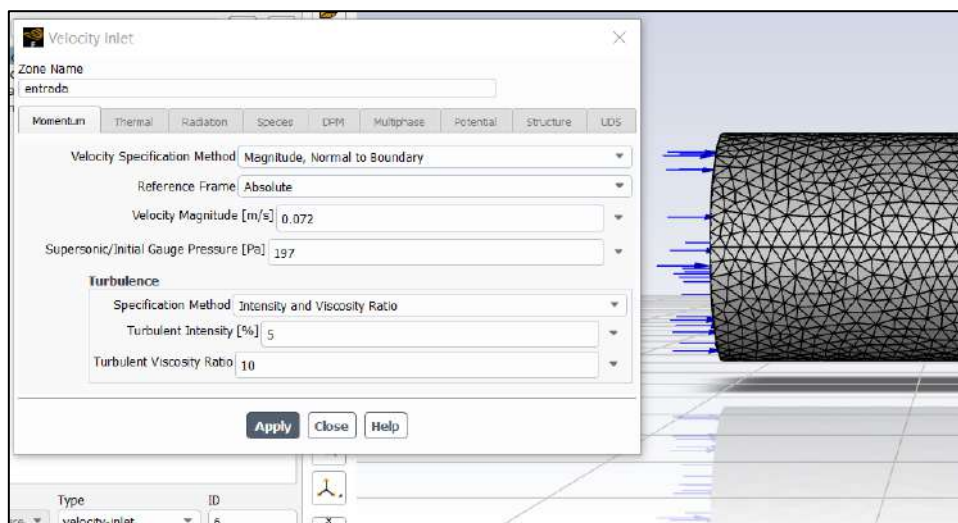


Figura 3.34: Condiciones iniciales del fluido.

Sexto paso: Una vez se concluyó con las condiciones de entrada, se procede a ejecutar el programa para que este realice la solución adecuada y poder obtener los resultados de la simulación, se muestra una captura de pantalla del calculo que realiza el programa en la figura 3.35.

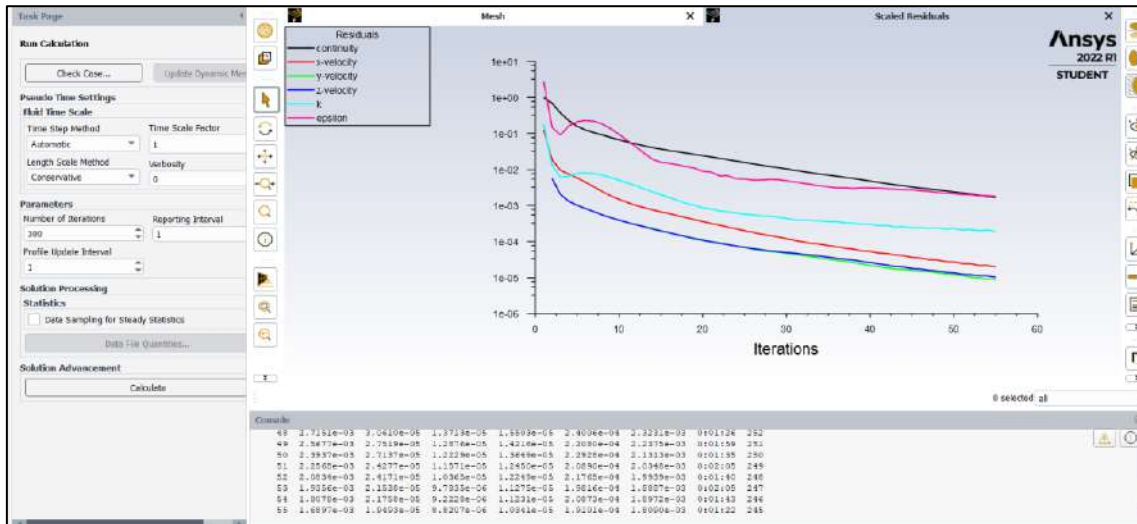


Figura 3.35: Resolución del análisis.

Séptimo paso: se pueden visualizar los resultados del análisis y además se pueden visualizar valores de la velocidad y presión que existirá durante el trayecto que recorrerá la mermelada, los datos se muestran en la figura 3.36 y 3.37 respectivamente.

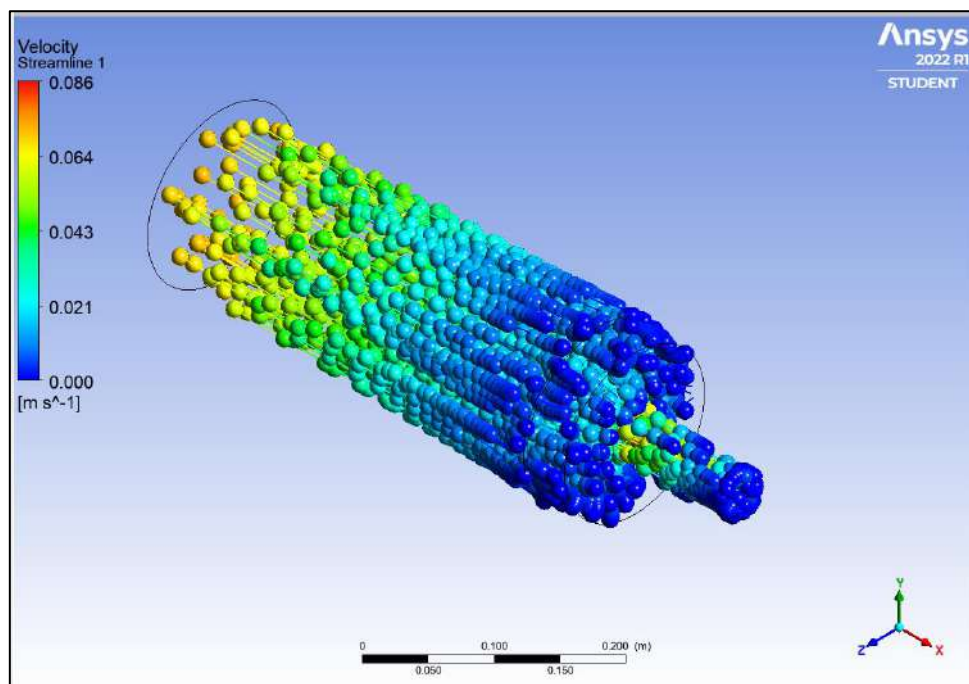


Figura 3.36: Representación de la velocidad de la mermelada.

Como se puede apreciar en la figura 3.36 en la leyenda de los valores que se muestran en la barra superior izquierda, muestra una velocidad máxima que alcanza el fluido es de 0,086 m/s, todos los demás valores se muestran en la leyenda, están de acuerdo a la gama de colores que presenta el elemento analizado.

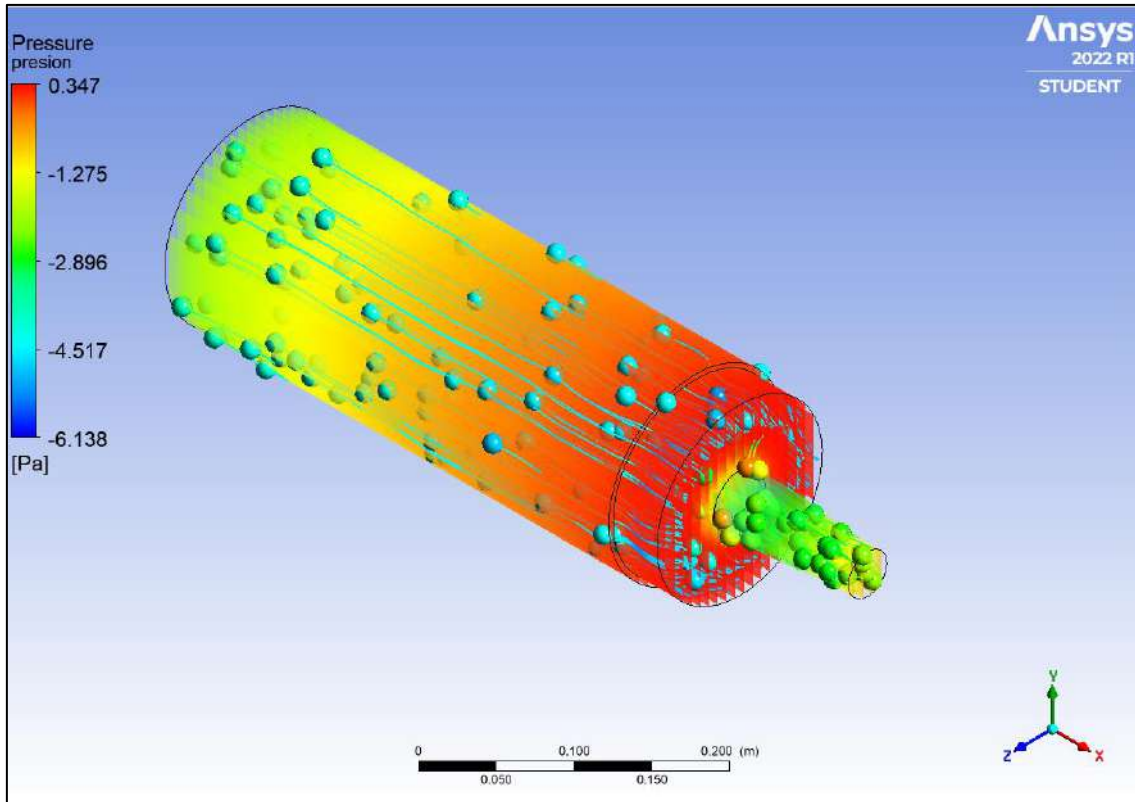


Figura 3.37: Representación de la presión de la mermelada

En la figura 3.37 se logra apreciar como la mermelada estará sometida a una presión máxima de 0,347 Pascales esta presión máxima se logra alcanzar en el cambio de sección de la pieza que se está analizando.

3.4. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

Para realizar la selección del cilindro se deberá calcular teniendo en cuenta la cantidad de salsa o aderezo que se debe envasar, la cantidad a envasarse será de 5 Kg de producto, más el peso de los elementos a mover que esta entre los 6 Kg será un total de 11 kg [17].

Se consideran varios aspectos trascendentes en este proceso de selección, que se enlistan a continuación:

- Diámetro del embolo mm.
- Carrera del embolo en mm.

- Fuerza del cilindro en newton tomando en cuenta que se trabaja con una presión de 67000 Pa (0,67 bar).

Basándose en la figura 3.39, se pretende seleccionar un cilindro neumático que cumpla con las características adecuadas. El sistema está diseñado para soportar cargas de entre 10 a 20 kg y se requiere que el embolo del cilindro de llenado se pueda desplazar una carrera horizontal de hasta 36 cm [17].

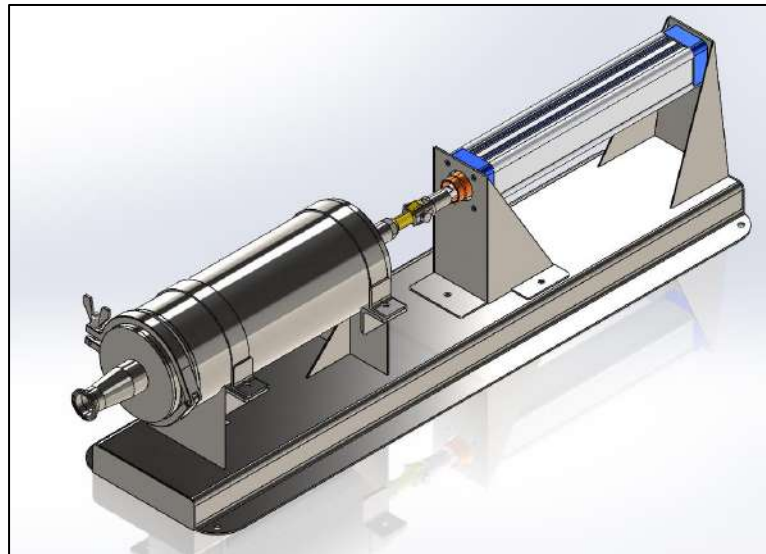


Figura 3.38: Diagrama del sistema de envasado con un cilindro neumático.

De acuerdo con el diagrama de la figura 3.38, y teniendo en cuenta la posible carga máxima, se procede a calcular el área del embolo del cilindro neumático. Sabiendo que el sistema se encontrará usando una presión aproximada de 67000 Pa (0,67 bar).

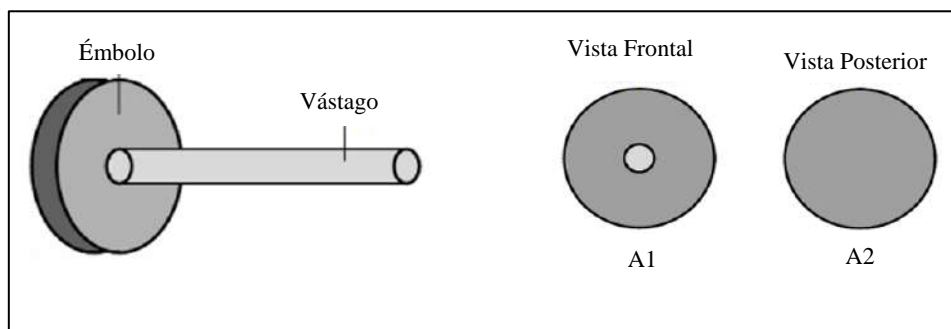


Figura 3.39: Diagrama del embolo y vástago del cilindro neumático.

Carga máxima = 20Kg

Fuerza = 196,2 N para mayor seguridad le subiremos la fuerza al inmediato superior de 197 N

Presión = 67000 Pa (0,67 bar)

Según la ecuación 1.1, del capítulo I la fuerza en una superficie se puede calcular de la siguiente manera, despejando el área, se podrá obtener el área de la vista posterior del embolo que se muestra en la figura 3.39

$$F = P \cdot A$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{196,2}{67000}$$

$$A = 2,9283 \times 10^{-3} m^2$$

Sabemos que el área de una circunferencia se encuentra dado por la ecuación 3.10 que se muestra a continuación.

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad \text{Ec. (3.10)}$$

Donde:

A: área de la circunferencia en m^2

D: diámetro de la circunferencia en m

Se reemplaza el valor de $3,27 \times 10^{-4} m^2$ previamente calculado en la ecuación 3.10 y despejamos el diámetro, para obtener el diámetro del cilindro adecuado.

$$2,9283 \times 10^{-3} = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (2,9283 \times 10^{-3})}{\pi}}$$

$$D = 0,061 m = 61 mm$$

3.4.1. SELECCIÓN DEL ACTUADOR NEUMÁTICO

Para la selección del cilindro neumático, se tomó en cuenta el diámetro del embolo previamente calculado el cual nos dio un valor de 61 mm y el diámetro del embolo Normalizado según varios fabricantes como lo es FESTO, METALWORK, SMC es de

63 mm por lo tanto se escogió el cilindro neumático con un diámetro del embolo de 63mm ya que es el más aproximado como se detalla en la figura 3.40.

CILINDRO ISO 15552					
DATOS TÉCNICOS		POLIURETANO	NBR	FKM/FPM	Baja temperatura
Presión máx. de ejercicio	bar MPa psi			10 1 145	
Temperatura de ejercicio	°C	-25 ÷ +80	-10 ÷ +80	-10 ÷ +150 (Cilindros no magnéticos)	-35 ÷ +80
Fluido		Aire sin lubricación, si se utiliza aire lubricado la lubricación debe ser continua			
Diámetros	mm	32: 40: 50: 63: 80: 100: 125			
Tipo de construcción		Culatas con tornillos autoforjados			
Carreras standard †	mm	Simple efecto:	para diámetros de 32 - 63 carreras de 1 a 250		
		Doble efecto:	para diámetros de 32 - 80 carreras de 1 a 2800		
			para diámetros 100 - 125 carreras de 1 a 2600		
Versiones		Doble efecto amortiguado, Simple efecto vástago extendido o retraído amortiguado, Vástago pasante amortiguado, amortiguación larga, Alta temperatura, Bloqueo vástago, Junta de aceite, Vástago pasante junta de aceite, Bajo rozamiento, No stick-slip.			
Magnetos para detectores		Todas las versiones con magneto. Bajo pedido se suministran sin magneto.			
Presiones de arranque		Ø 32; 40: 0,4 bar Ø 50; 63 carreras < 1500 mm: 0,3 bar; carreras > 1500 mm: 0,4 bar Ø 80; 100; 125 carreras < 1500 mm: 0,2 bar; carreras > 1500 mm: 0,4 bar			
Notas de uso		† Carreras máximas recomendadas; valores mayores pueden causar problemas de funcionamiento. Para evitar saltos a velocidades inferiores a 0.2 m/s, utilizar la versión No stick-slip y aire sin lubricar			

Figura 3.40: Datos técnicos del cilindro neumático.

Fuente: [65]

Según la figura 3.40 el cilindro neumático seleccionado posee un diámetro de 63 mm y acorde a los datos técnicos y la tabla del fabricante METALWORK la carrera para el cilindro neumático de doble efecto con un diámetro de 63 mm se encuentra entre 1 a 2800 mm, por lo tanto, la carrera de 36 cm se encuentra en los rangos, que provee el fabricante [65].

3.4.2. SELECCIÓN DE ACCESORIOS DE MONTAJE

La selección de los accesorios está acorde al diámetro del cilindro neumático, se demostró que el cilindro neumático a aplicarse tendrá un diámetro de 63 mm, por lo tanto, la rótula esférica que se usara es la GA-MM16 x 1,5 y la horquilla será la GK-M M15X1,5 respectivamente como se muestra en la figura 3.41.

ACCESORIOS EJEMPLO: 0950322007																									
BASE MOD. A	RÓTULA ESFÉRICA MOD. GA-M																								
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W095 2001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W095 3001</td> <td>Para varillas apareadas</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Descripción	W095 2001		W095 3001	Para varillas apareadas	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Ø</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W0950322025</td> <td>32</td> <td>Acc. rótula esférica Mod. GA-M M10x1.25</td> </tr> <tr> <td>W0950402025</td> <td>40</td> <td>Acc. rótula esférica mod. GA-M M12x1.25</td> </tr> <tr> <td>W0950502025</td> <td>50/63</td> <td>Acc. rótula esférica mod. GA-M M16x1.5</td> </tr> <tr> <td>W0950802025</td> <td>80/100</td> <td>Acc. rótula esférica mod. GA-M M20x1.5</td> </tr> <tr> <td>W0951252025</td> <td>125</td> <td>Acc. rótula esférica mod. GA-M M27x2</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ø	Descripción	W0950322025	32	Acc. rótula esférica Mod. GA-M M10x1.25	W0950402025	40	Acc. rótula esférica mod. GA-M M12x1.25	W0950502025	50/63	Acc. rótula esférica mod. GA-M M16x1.5	W0950802025	80/100	Acc. rótula esférica mod. GA-M M20x1.5	W0951252025	125	Acc. rótula esférica mod. GA-M M27x2
Código	Descripción																								
W095 2001																									
W095 3001	Para varillas apareadas																								
Código	Ø	Descripción																							
W0950322025	32	Acc. rótula esférica Mod. GA-M M10x1.25																							
W0950402025	40	Acc. rótula esférica mod. GA-M M12x1.25																							
W0950502025	50/63	Acc. rótula esférica mod. GA-M M16x1.5																							
W0950802025	80/100	Acc. rótula esférica mod. GA-M M20x1.5																							
W0951252025	125	Acc. rótula esférica mod. GA-M M27x2																							
CHARNELA HEMBRA MOD. B																									
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W095 2003</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Código		W095 2003		HORQUILLA MOD. GK-M																				
Código																									
W095 2003																									
																									
CHARNELA MACHO MOD. BA																									
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W095 2004</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Código		W095 2004		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Ø</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W0950322020</td> <td>32</td> <td>Acc. horquilla mod. GK-M M10x1.25</td> </tr> <tr> <td>W0950402020</td> <td>40</td> <td>Acc. horquilla mod. GK-M M12x1.25</td> </tr> <tr> <td>W0950502020</td> <td>50/63</td> <td>Acc. horquilla mod. GK-M M16x1.5</td> </tr> <tr> <td>W0950802020</td> <td>80/100</td> <td>Acc. horquilla mod. GK-M M 20x1.5</td> </tr> <tr> <td>W0951252020</td> <td>125</td> <td>Acc. horquilla mod. GK-M M 27x2</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ø	Descripción	W0950322020	32	Acc. horquilla mod. GK-M M10x1.25	W0950402020	40	Acc. horquilla mod. GK-M M12x1.25	W0950502020	50/63	Acc. horquilla mod. GK-M M16x1.5	W0950802020	80/100	Acc. horquilla mod. GK-M M 20x1.5	W0951252020	125	Acc. horquilla mod. GK-M M 27x2		
Código																									
W095 2004																									
Código	Ø	Descripción																							
W0950322020	32	Acc. horquilla mod. GK-M M10x1.25																							
W0950402020	40	Acc. horquilla mod. GK-M M12x1.25																							
W0950502020	50/63	Acc. horquilla mod. GK-M M16x1.5																							
W0950802020	80/100	Acc. horquilla mod. GK-M M 20x1.5																							
W0951252020	125	Acc. horquilla mod. GK-M M 27x2																							

Figura 3.41: Accesorios de Montaje.

Fuente: [65]

3.4.3. CÁLCULO DEL CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO DEL CILINDRO

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot D_e^2 \cdot e \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6} \quad \text{Ec. (3.11)}$$

Donde:

Q = consumo de aire en (l/min)

De = diámetro del cilindro (mm)

e = carrera del cilindro (mm)

n = número de ciclos completos por minuto = 20 (10 ciclos avance, 10 ciclos de retroceso)

P = presión absoluta = presión relativa de trabajo + 1 bar

N = número de efectos del cilindro (N = 1 Simple efecto, N = 2 Doble efecto)

Reemplazando los valores en la ecuación 3.4 se obtiene el consumo de aire del cilindro:

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot 63^2 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 224,44 \frac{l}{min}$$

3.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

LOGICA DE FUNCIONAMIENTO

En la figura 3.42, se logra mostrar el diagrama de flujo de funcionamiento de la maquina envasadora.

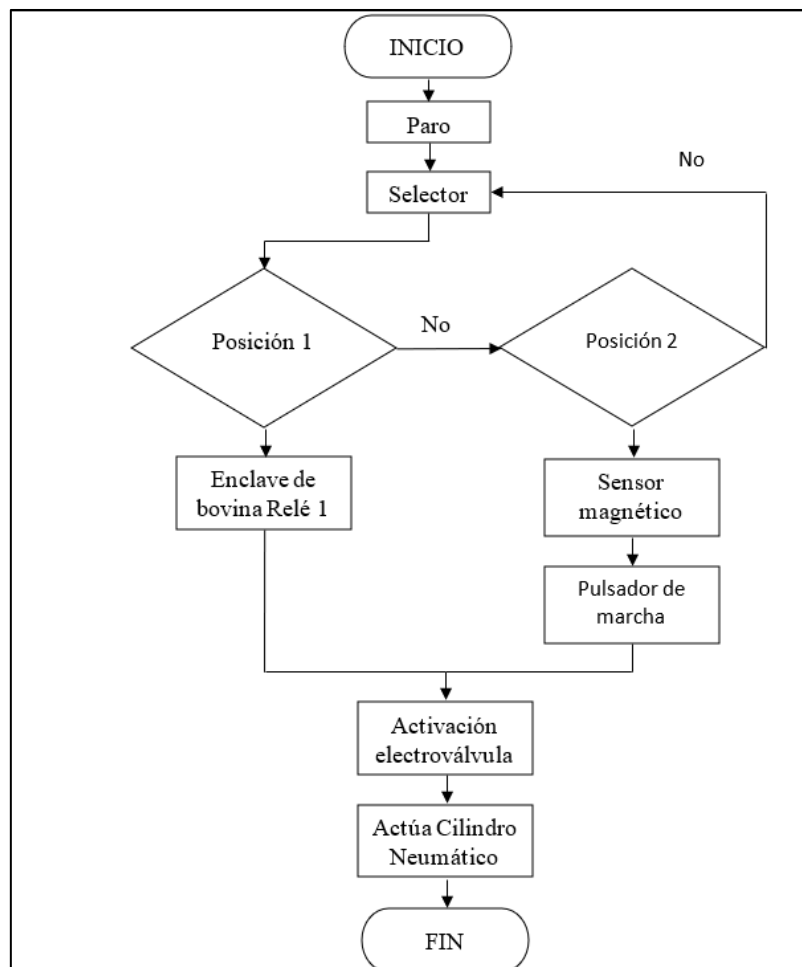


Figura 3.42: Diagrama de flujo.

Descripción del proceso

El proceso de envasado, inicia seleccionando los diferentes sistemas con los que tendrá que interactuar el operador, existirá un sistema manual y otro semiautomático, el sistema manual se seleccionara con el accionamiento de un selector de 3 posiciones, en la primera posición se encuentra este método, el cual enclavará la bobina del relé 1 encapsulado que se colocó en el tablero y este a su vez accionara la electroválvula, a fin de accionar el

cilindro neumatic, para regresar el cilindro neumático a su posición inicial se deberá regresar el selector a su posición inicial.

El sistema semiautomático se habilitara al activar el selector en la tercera posición, este dispositivo, permitirá el paso de la energía proveniente de la fuente, alimentando el sensor magnético, una vez se haya activado el sensor este permitirá determinar la posición del embolo del cilindro neumático y lo regresara a su posición inicial, posteriormente la energía pasara hacia un pulsador de marcha, normalmente abierto, este permitirá el paso de la energía siempre y cuando se presione, una vez presionado, la señal se transmitirá a un relé 2 y este a su vez enviara una señal a la electroválvula para que active el cilindro neumático, el ciclo se repetirá, siempre y cuando se accione el pulsador de marcha.

En la figura 3.43 se muestra el circuito de control que se empleara para el funcionamiento del proceso de envasado, el cual es muy sencillo.

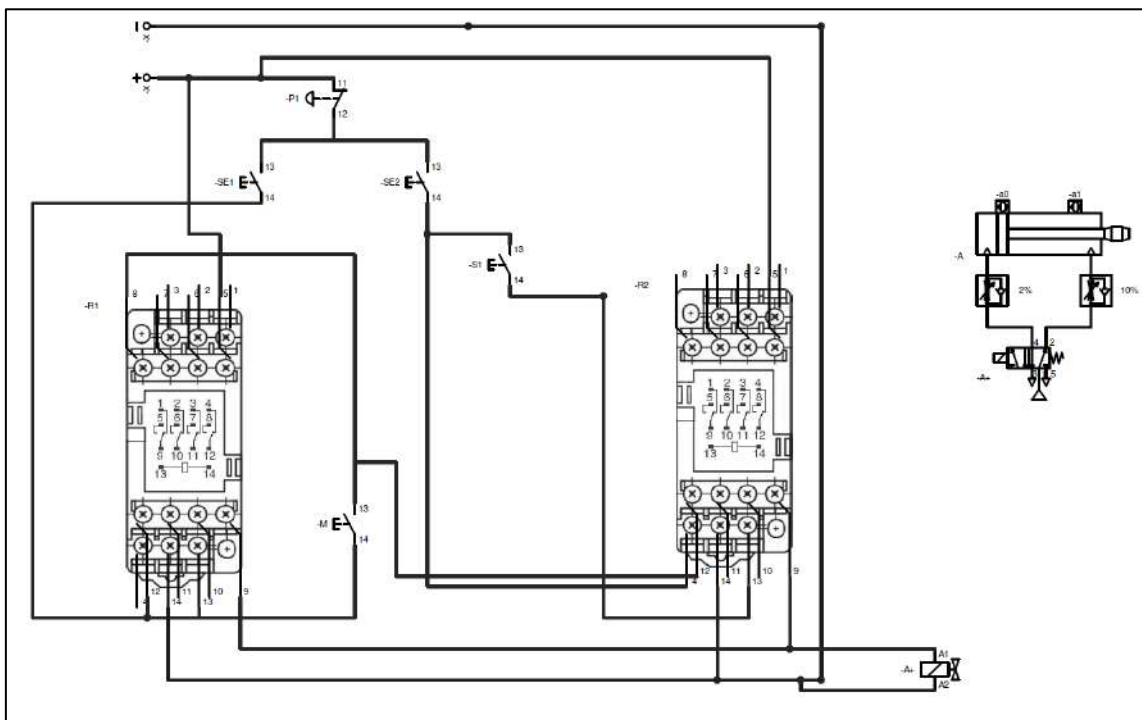


Figura 3.43: Esquema del sistema eléctrico.

3.6. PRESUPUESTO

3.6.1. COSTOS DIRECTOS

En la tabla 3.4 se presentan todos los materiales y elementos tanto eléctricos y neumáticos, que se usaron para la construcción del equipo.

Tabla 3.4: Tabla de costos directos.

Ítem	Cantidad	Descripción	Unidad	Precio \$.	Precio T.
1	1	Plancha de acero Inoxidable AISI 304 de 3mm	Unidad	350	350,00
2	0,5	Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2 mm	Unidad	250	125,00
3	5	Ferrules de 1 1/2" acero inoxidable	Unidad	10	50,00
4	3	Eje de acero Inoxidable AISI 304 1"	kg	15	45,00
5	15	Duralón o Nylon 100 mm	cm	2,50	37,50
6	1	Ferrul de 6" acero inoxidable	Unidad	33,60	33,60
7	0,5	Tubo redondo de Acero Inoxidable AISI 304 6"	m	110,00	55,00
8	6	Tubo redondo Acero Inoxidable AISI 304 1 1/2"	m	13,40	80,40
9	1	Cilindro neumático doble efecto ϕ 63 mm carrera 36 cm	Unidad	170	170,00
10	1	Cilindro neumático doble efecto carrera 15 cm	Unidad	90	90,00
11	4	Perno Inox. 5/16 x 1" Completo	Unidad	0,75	3,00
12	11	Perno Allen Inox 5/16 x 1" Completo	Unidad	0,80	8,80
13	4	Perno Inox. M10 x 1"	Unidad	0,90	3,60
14	4	Perno Inox. 5/16 x 1"	Unidad	0,95	3,80
15	1	Gabinete Metálico 30x30x20 cm	Unidad	30	30,00
16	4	Abrazadera Triclamp de 1 1/2"	Unidad	7,85	31,40
17	1	Abrazadera Triclamp de 6 "	Unidad	31,36	31,36
18	2	Pulsador 22 mm Rojo	Unidad	1,80	3,60
19	2	Pulsador 22 mm Verde	Unidad	1,80	3,60
20	2	Regulador de Caudal Tipo Codo 1/4 M8	Unidad	11	22,00
21	4	Regulador de Caudal Tipo Codo 1/8 M8	Unidad	11,20	44,80
22	1	Actuador Neumático 4 PSI	Unidad	155	155,00
23	1	Válvula 3 Vías 2 Posiciones de 1"	Unidad	270	270,00
24	1	Electroválvula 5/2 Monoestable 24 Voltios DC.	Unidad	50,92	50,92
25	2	Relé encapsulado 11 pines 24 Voltios DC + base	Unidad	10	10,00
26	1	Breaker para Riel din 2x6 Amp.	Unidad	15,28	15,28
27	1	Fuente de poder Input 110 - 240 V. AC. Output 24 V. DC a 2 Amp.	Unidad	55	55,00
28	1	Válvula Dosificadora	Unidad	150	150,00
29	1	Pedestal tipo industrial	Unidad	70	70,00
30	1	Sensor Magnético Festo 24 V. DC	Unidad	60	60,00
31	1	Canaleta ranurada	Unidad	6,5	6,50
32	1	Unidad de Mantenimiento	Unidad	85,63	85,63
33	4	Garruchas de 2" con Bloqueo	Unidad	3,05	12,20
34	6	Tubo cuadrado Acero Inoxidable AISI 304 de 1 1/2"	m	13,40	80,40
				Total \$	2222,99

3.6.2. COSTOS INDIRECTOS

En la tabla 3.5 se muestran el costo de las herramientas, maquinaria que se usaron para el desarrollo y construcción del proyecto.

Tabla 3.5: Tabla de costos Indirectos

Nombre	Horas de trabajo	Costo por Hora	Subtotal
Torno	40	5	200
Soldadora Eléctrica proceso TIG	12	5	60
Taladro de pedestal	10	4	40
Taladro eléctrico manual	8	3	24
Amoladora	12	4	48
Compresor	2	3	6
Herramientas de mano	80	3	240
Soldador para proceso TIG	3	10	30
		TOTAL \$	648

3.6.3. COSTOS VARIOS

En la tabla 3.6 se muestra el precio de los costos varios y el total

Tabla 3.6: Tabla de Costos Varios.

Ítem	Subtotal
Hojas	10
Impresiones	10
Copias	4
Internet	10
Movilización	120
TOTAL \$	154

3.6.4. COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE ENVASADO PARA SALSAS Y ADEREZOS

En la tabla 3.7 se muestra el costo total para el desarrollo del proyecto, sumando todos los costos totales de las diferentes tablas que se desarrollaron con anterioridad.

Tabla 3.7: Tabla de costo total.

Costo	Subtotal
Directas	2222,99
Indirectos	648
Varios	154
Subtotal	3004.59
Imprevistos 10%	300,45
TOTAL \$	3325,44

3.7. EVALUACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Después de haber culminado con el proceso de construcción y elaboración del sistema electroneumático, para el envasado de las salsas y aderezos se realizó pruebas de funcionamiento que se muestran en la tabla 3.8.

Tabla 3.8: Prueba de funcionamiento, tiempos con el uso del equipo

FICHA DE OBSERVACION DE CAMPO					
ENVASADO MANUAL					
INVESTIGADOR: Alexander Andrés Molina					
Lugar: Empresa Rikokom S.A. Parroquia Amaguaña, Cantón Quito, Calle Fermín Cevallos					
Salsa de tomate 3.8 KG			Aderezo de tomate 3.8 KG	Aderezo de mayonesa 4KG	Mermeladas 5KG
No	Tarro	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Tiempo (s)
1	1	15	18	16	20
2	1	16	16	17	22
3	1	18	15	14	25
4	1	15	15	15	24
5	1	14	14	14	24
6	1	18	16	16	23
7	1	15	15	18	22
8	1	17	16	14	24
9	1	16	16	15	21
10	1	16	16	17	20
TOTAL	10	160	157	156	225

Después de haber obtenido el tiempo de envasado para las diferentes salsas y aderezos, con el uso del equipo y comparando los valores de la tabla 2.1 del capítulo II y la tabla 3.8, se observó una reducción del tiempo total de producción del 25% para envasar 10 unidades de salsa de tomate, para el aderezo de tomate se obtuvo una reducción del tiempo total de producción de un 27% ; para la mayonesa la diferencia del tiempo total de producción es de 28,2% y finalmente para las mermeladas la reducción del tiempo total del envasado fue del 63%, logrando una notable mejoría para el proceso de envasado.

3.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO

Según Christian Castro [66] mantenimiento se define como una función empresarial la cual se encarga de encomendar el estado y control de las instalaciones y equipos de todo tipo, estas ya sean de servicios, de producción y auxiliares, dicho de otra manera, el

mantenimiento se le conoce como el conjunto de actividades necesarias para conservar o restablecer un equipo, sistema o una línea de procesos, que además su funcionamiento sea garantizado.

De acuerdo con la definición presentada con anterioridad, se realizará un manual de mantenimiento, para tomar las acciones adecuadas y prevenir que el sistema falle, existan averías o daños, las acciones se realizaran en los elementos, que constituyen la maquina envasadora que se desarrolló, se realizaron algunas observaciones y recomendaciones:

DIARIO

- Revisión del estado y parámetros de las conexiones eléctricas y neumáticas.
- Verificar el estado de la unidad de mantenimiento.
- Limpiar el cilindro de llenado después de haber terminado con el proceso de envasado.
- Verificar el estado de los empaques que se usan en las abrazaderas Tri Clamp.

MENSUAL

- Verificar el estado de los accesorios de montaje.
- Limpiar en su totalidad el equipo para preservar todos sus componentes.
- Realizar el ajuste de los pernos que se usaron para el montaje.
- Ajustar o revisar los conectores en el tablero.
- Revisar el estado de los reguladores de caudal.
- Revisar el estado de la válvula dosificadora.

SEMESTRAL

- Revisar el estado de los elementos que componen el cilindro neumático.
- Revisar el estado de los orrings que se usaron en el cilindro de llenado.
- Revisar el estado del actuador neumático.
- Realizar pruebas de funcionamiento en las cuales se pueda verificar el estado optimo del equipo.

ANUAL

- Revisión y cambio de empaques y accesorios de los actuadores neumáticos.
- Revisión y cambio de los accesorios de montaje, como lo es la rótula y la horquilla.
- Realizar un proceso de limpieza, pintura si así lo requiera.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- A partir del estudio y la investigación de los diferentes métodos y sistemas de envasado, fue posible determinar el funcionamiento de los equipos y elementos que componen el sistema de envasado por volumen, mismo que fue seleccionado a partir de un minucioso análisis, comparación y contraste con los diferentes sistemas de envasado expuestos previamente.
- Al realizar un estudio previo, se logró determinar parámetros y criterios de selección para el correcto funcionamiento del equipo, teniendo en cuenta los diferentes productos que se van a envasar y cumpliendo con los requerimientos que planteo la empresa, como la capacidad, eficiencia, costos, materia prima, factibilidad, consumo de la energía, y beneficios que tendrá la empresa al realizar el diseño e implementación de este sistema de envasado.
- A partir de los datos que se recolectaron, como la porción a envasar, la temperatura del producto, el tiempo de envasado y el tipo de envase, se identificaron las propiedades mecánicas en la selección de materiales a usarse para la construcción del equipo, estos datos junto con el uso de softwares CAD, ANSYS y SolidWorks; abre la posibilidad de diseñar un nuevo modelo ajustadas a los requerimientos de la empresa mencionados previamente, y así obtener un modelado 3D del equipo, con lo cual se realizó simulaciones de los elementos diseñados; y se comprobó que el diseño es el óptimo y garantizará el buen funcionamiento del equipo.
- Para la construcción de las piezas y partes que componen la envasadora con capacidad de 4 kg se realizaron en base a los parámetros de diseño ya definidos, estas piezas fueron realizadas en los talleres de la empresa Rikokom Alimentos S.A., y también se usó el método de soldadura TIG en los elementos de acero inoxidable que fueron realizados por personal capacitado.
- Finalmente, al terminar el ensamble, se realizó pruebas de funcionamiento, para establecer los tiempos de llenado y vaciado del producto, obteniendo un total de 6 productos envasados por minuto, esto se logró mediante la utilización de reguladores de caudal del aire comprimido usados en los actuadores neumáticos, teniendo una relación directamente proporcional entre el caudal de aire y la cantidad de productos envasados por minuto.

- Se puede observar una mejora en la producción de los distintos productos a envasarse, ya que anteriormente se envasaban 3 unidades por minuto como un valor máximo, actualmente con la implementación del equipo, la producción se incrementó en aproximadamente un 50%, pasando a producir de 4 a 6 unidades por minuto.

4.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable usar herramientas y equipos calibrados como escuadras flexómetros, nivel y pie de rey, que aporten una mayor precisión al tomar medidas y generar cortes y perforaciones con mayor exactitud, logrando que el ensamblado de las piezas sea lo más eficiente y fácil de realizarlo.
- Para obtener buenos resultados de soldadura para aceros inoxidable es recomendable tener un procedimiento de soldadura, de los diferentes elementos a soldarse ya que cada uno necesita de diferente flujo de caudal del gas protector y del amperaje a usarse.
- Una vez concluido el proceso de soldadura de los diferentes elementos, se recomienda limpiar el área afectada, con la ayuda de un Gel decapante, como se muestra en el (anexo 19); cuya función principal es limpiar el óxido que se forma después de soldar Acero inoxidable mediante el proceso de soldadura TIG o MIG.
- Para realizar un ensamblado de piezas y elementos de manera correcta, se recomienda tener en cuenta que ciertos pernos y elementos, deben ajustarse con llaves que se encuentran en unidades milimétricas o pulgadas, con la finalidad de no desgastar estos elementos al utilizar una herramienta inadecuada.
- Se recomienda el uso de grasas industriales de grado alimenticio para el ensamble de elementos que necesiten lubricación, puesto que, el equipo se encontrará en contacto con alimentos y conforme a las buenas prácticas de manufactura (BPM), es necesario conservar la inocuidad de los alimentos.
- El equipo estará en funcionamiento constante, por eso es recomendable seguir el manual que se estableció, esto permitirá identificar de manera precisa, clara e inmediata los elementos que estarán propensos a fallar, permitiendo que el mantenimiento sea rápido y efectivo.
- Antes de encender y poner en funcionamiento el equipo, es recomendable realizar una breve revisión de cables y dispositivos, que estén correctamente conectados para evitar un mal funcionamiento, un posible accidente o corto circuito.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Brito, «MetalBoss,» 29 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.metalboss.com.mx/blog/salsas-industriales>. [Último acceso: 19 Marzo 2022].
- [2] J. C. Cassinelli, «ISSUU,» 30 Diciembre 2016. [En línea]. Available: https://issuu.com/pro-ecuador/docs/bam_ago-sep. [Último acceso: 26 Abril 2022].
- [3] Pinandro, «Pinandro,» 2014. [En línea]. Available: <https://pinandro.co/nosotros/>. [Último acceso: 27 Abril 2022].
- [4] M. d. S. Publica, «controlsanitario.gob.ec,» 29 Septiembre 2016. [En línea]. Available: https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/ARCSA-DE-067-2015-GGG_NORMATIVA-T%C3%89CNICA-SANITARIA-PARA-ALIMENTOS-PROCESADOS.pdf. [Último acceso: 28 Abril 2022].
- [5] J. Pineda, «Encolombia,» [En línea]. Available: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/envasado-de-alimentos/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [6] D. A. Mauricio Carrillo, «Repositorio Universidad Técnica de Ambato,» abril 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10580>. [Último acceso: 14 abril 2022].
- [7] B. Carlo, «CMI Industries,» 2020. [En línea]. Available: <https://bianchicarlo.com/portfolio/envasadoras-semiautomaticas/>. [Último acceso: 05 Mayo 2022].
- [8] Castellano, «Envasados a terceros,» 25 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.ensados.es/sistemas-de-ensado-de-alimentos/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [9] I. D. Correa, «Youtube,» 26 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=HNtVpy6iXLc>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [10] Ceupe, «Ceupe Magazine,» [En línea]. Available: <https://www.ceupe.com/blog/el-ensado-de-alimentos.html>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [11] Zermat, «Zermat,» 15 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://zermat.es/como-funciona-una-ensadora-al-vacio/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [12] K. Industries, «Knauf Industries,» 25 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://knauf-industries.es/ensado-de-alimentos-materiales-y-tecnicas-mas-innovadoras/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [13] G. y. Ortíz, «Intagri,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/atmosferas-controladas-y-modificadas-en-postcosecha>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [14] T. M. Parzanese, «Alimentos Argentinos,» [En línea]. Available: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_23_EnvasadoAtmosfera.pdf. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [15] S. M. Suárez, «Uvigo,» 20 Abril 2018. [En línea]. Available: <http://sidonia.webs.uvigo.es/Tema%204.pdf>. [Último acceso: 13 Mayo 2022].
- [16] EQUITEK, «EQUITEK,» 13 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://equitek.com.mx/tipos-de-ensadoras/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [17] N. A. Z. Juan Carlos Salinas, «Docplayer,» 18 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/145913144-Universidad-nacional-de-ingenieria->

- facultad-de-tecnologia-de-la-industria-ingenieria-mecanica.html. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [18] Workers, «Workers,» 18 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.maquinariaworkers.com/productos/informacion/3-ENVASADORA-AUTOMATICA-PARA-LIQUIDOS>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [19] N. Renato, «Nannini Renato,» [En línea]. Available: <https://www.nanninirenato.com/es/llenadoras-ensadoras/ensadora-en-tarros-multiformato-lineal-plc-mod-Indos/#gref>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [20] Cormaq, «Cormaq,» 2016. [En línea]. Available: <http://cormaq.com.bo/industria/productos/ensadora-automatiza-rotativa/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [21] Runlipack, «Runlipack,» [En línea]. Available: <https://es.toppackchina.com/maquinas/ensadora-doypack-para-bolsa-preformada/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].
- [22] C. A. Castro Christian, «Repositorio Digital Universidad Técnica de Ambato,» 20 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24157>. [Último acceso: 6 Mayo 2022].
- [23] G. Ollarves, «Brico Lemar,» 9 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://www.bricolemar.com/blog/que-es-un-compresor-de-aire/>. [Último acceso: 7 Mayo 2022].
- [24] M. compresor, «Mundo Compresor,» 9 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/diferentes-tipos-compresores>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [25] M. Automación, «Micro Automación,» Mayo 5 2022. [En línea]. Available: <https://ar.microautomacion.com/es/que-es-un-cilindro-neumatico/>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [26] J. R. V. Sancho, «Automatismo Industrial,» 20 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d-automatizacion/1-8-electroneumatica/1-8-3-cilindros-neumaticos-2/>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [27] Burkert, «Burkert,» 22 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.burkert.es/es/Empresa-y-carrera/Actualidades/Prensa/Mediatca/Informes-tecnicos/Informes-tecnicos-temas-adicionales/Que-es-una-electrovalvula-y-como-funciona>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [28] A. Monterrey, «climasmonterrey.com,» 12 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.climasmonterrey.com/cuales-son-los-tipos-de-valvulas-solenoides>. [Último acceso: 13 Mayo 2022].
- [29] C. a. Garcia, «Youtube,» 21 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=3JkarOlk2cE>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [30] Romecoindustrial, «Romecoindustrial,» 25 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.romecoindustrial.com/2018/04/25/manguera-neumatica-tubing-neumatico/>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [31] S. N. S.A.S., «Soluciones Neumáticas S.A.S.,» 18 Marzo 2018. [En línea]. Available: <http://www.solucionesneumaticas.com/wp-content/uploads/2017/08/racores-stnc.pdf>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].
- [32] Ulbrinox, «Ulbrinox,» 24 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-los-aceros-inoxidables-1>. [Último acceso: 9 Mayo 2022].

- [33] J. L. Rocafuerte, «Mundocompresor,» 13 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/frl>. [Último acceso: 13 Mayo 2022].
- [34] O. I. d. Normalización, «Uniovi,» 24 Febrero 2016. [En línea]. Available: http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatrim2/Temas/simbolosneumaticos.pdf. [Último acceso: 13 Mayo 2022].
- [35] L. V. V. Useche, Diseño de Elementos de Máquinas, Pereira - Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2018.
- [36] ELIKA, «Alimentos Elika,» 21 Enero 2016. [En línea]. Available: https://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/12/art_materiales-contacto-alimentos_ene2013.pdf. [Último acceso: 30 Mayo 2022].
- [37] J. L. C. C. Eva Ródenas Torralba, Transporte de sólidos y fluidos, España: Síntesis S.A., 2017.
- [38] C. A. R. Gómez, «Repositorio Articulos Udla,» 15 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.udla.edu.ec/wp-content/uploads/2019/02/Buenas-Pr%23U00e1cticas-de-Manufactura-Bpm-en-el-Procesamiento-de-Alimentos-Carlos-Alberto-Rueda.pdf>. [Último acceso: 30 Mayo 2022].
- [39] H. R. Galbarro, «Ingemecanica,» 30 Mayo 2022. [En línea]. Available: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn52.html>. [Último acceso: 31 Mayo 2022].
- [40] R. Couoh, «Laminas y Aceros,» 22 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/proceso-de-soldadura-tig>. [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [41] D. O. Álvarez, «Concepto,» 15 Julio 2021. [En línea]. Available: <https://concepto.de/densidad/>. [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [42] A. J. G. Yunus A. Cengel, Transferencia de calor y masa Fundamentos y Aplicaciones, Mexico: McGraw Hill, 2011.
- [43] M. Industrial, «Mas ferreteria,» 6 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.masferreteria.com/blog/tipos-de-compresores-usos/>. [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [44] H. E. y. Accesorios, «De Maquinas y Herramientas,» 10 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/compresores-como-elegir#:~:text=En%20un%20compresor%2C%20a%20mayor,compresores%20de%20hasta%20%20HP..> [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [45] C. Pneumatic, «Compressors,» 10 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://compressors.cp.com/es-latinoamerica/expert-corner/blog/diferencias-entre-compresor-de-piston-y-tornillo>. [Último acceso: 14 Junio 2022].
- [46] J.Duke, «Mecatrnica.com,» 26 Diciembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.xn--mecatrnic-lbb.com.co/2021/12/cilindros-de-doble-efecto-neumatico.html>. [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [47] H. Ingenieros., «HNSA Ingenieros.,» 5 Febrero 2019. [En línea]. Available: <http://www.hnsa.com.co/reguladores-de-flujo/#:~:text=Los%20reguladores%20de%20flujo%20AZ,mediante%20una%20perilla%20de%20ajuste..> [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [48] A. J. R. F. Manuel Jesús Escalera Tornero, 30 Octubre 2019. [En línea]. Available: <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Escalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>. [Último acceso: 16 Mayo 2022].

- [49] L. D. Pasquale, «Intor.com.ar,» 3 Enero 2017. [En línea]. Available: [https://www.intor.com.ar/clasificacion-de-valvulas-neumaticas-direccionales/#:~:text=V%C3%A1lvulas%20%2F2%20\(3%20v%C3%ADas,escape%20en%20su%20posici%C3%B3n%20cerrada..](https://www.intor.com.ar/clasificacion-de-valvulas-neumaticas-direccionales/#:~:text=V%C3%A1lvulas%20%2F2%20(3%20v%C3%ADas,escape%20en%20su%20posici%C3%B3n%20cerrada..) [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [50] J. Zavala, «ARCO,» 2 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://blog.valvulasarco.com/electrovalvulas-que-es-y-para-que-sirve>. [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [51] Liliana, «Hoffman,» 25 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://hoffman-latam.com/blog/que-es-un-gabinete-o-tablero-electrico/#:~:text=En%20t%C3%A9rminos%20generales%2C%20un%20tablero,una%20instalaci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica%20funcione%20adecuadamente..> [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [52] M. Carrión, «SEAS,» 22 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>. [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [53] M. A. Eugenia, «JDELECTRICOS,» 25 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://jdelectricos.com.co/como-funciona-un-breaker-electrico/>. [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [54] E. Gastellou, «AcMax,» 30 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://acmax.mx/que-es-una-fuente-de-poder#:~:text=Las%20fuentes%20de%20poder%20o,correcto%20funcionamiento%20de%20nuestros%20dispositivos..> [Último acceso: 16 Mayo 2022].
- [55] R. s. 360, «Que es un sensor magnético,» *Revista seguridad 360*, 20 Enero 2022.
- [56] F. X. Canaza Mamani Candida Susana, «Slideshare,» 16 Marzo 2017. [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/batelmouis/cableductos-canaletas?subscription_success_banner=show. [Último acceso: 17 Mayo 2022].
- [57] C. Páez, «Tellure Rota,» 17 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.tellurerota.com/es/definiciones>. [Último acceso: 17 Mayo 2020].
- [58] Y. A. Caro, «Granada,» 21 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://granadaycia.com/blog/6-CARACTERISTICAS-QUE-TE-AYUDAN-A-CONOCER-MAS-SOBRE-LA-ABRAZADERA-CLAMP-EN-ACERO-INOXIDABLE>. [Último acceso: 17 Mayo 2022].
- [59] A. C. H. Villegas Darwin Javier, «Repositorio Institucional Universidad Técnica de Ambato,» Julio 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30011>. [Último acceso: 31 Mayo 2022].
- [60] Dipac, «Dipac Productos de Acero,» *Catálogo General de Productos*, p. 84, 2020.
- [61] Richard G. Budynas, Keith Nisbett, *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY*, México: McGRAW-HILL, 2012.
- [62] ASME, *BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE*, NEW YORK: Magazine Publishers of America, 2007.
- [63] L. A. A. Sánchez, 20 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7334/1/04%20MEC%20195%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 23 Junio 2022].
- [64] Easyworks, «Youtube,» 4 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=SJpmLGjghqo>. [Último acceso: 26 Junio 2022].

- [65] METALWORK, «METALWORK,» 23 Mayo 2022. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.metalwork.it/media/Download_Bro_Cat/9910702%20COMP%20SPA.pdf. [Último acceso: 26 Junio 2022].
- [66] C. Castro, «Mantenimiento Industrial,» 2020.
- [67] F. Tejero. [En línea]. Available: <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/pan-precocido-en-la-atmosfera-modificada/>. [Último acceso: 5 Mayo 2022].

NORMAS Y CÓDIGOS

- CPE INEN 003 Código de Dibujo Técnico Mecánico
- DIN 32676 Accesorios, abrazaderas y ferrúles
- AWS D1.1
- AWS D1.3
- ASME SECCIÓN VIII, División 1
- ISO VDMA Pistones Neumáticos
- DIN ISO 1219-1, Símbolos gráficos para equipos neumáticos

5. ANEXOS

5.1. ANEXO A (Tablas usadas para el desarrollo del proyecto)

Anexo 1: Tabla de conversiones

Tabla 5.1: Tabla de conversión de unidades.

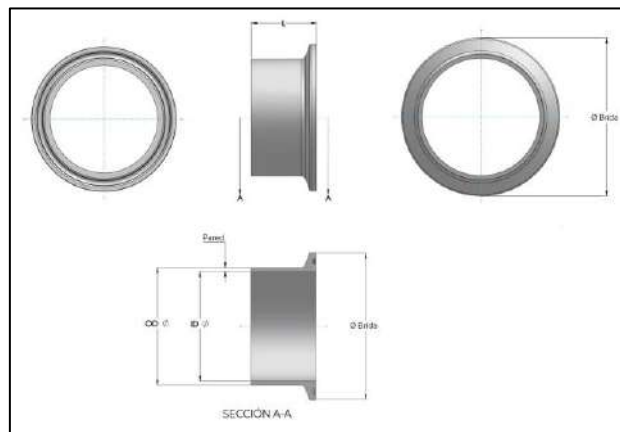
Fuerza	Newton (N)	1 N = 1 (kg · m)/s ² = 105 dyn
Presión	Pascal (Pa)	1 Pa = 1 N/m ²
Trabajo	Julio (J)	1 J = 1 N · m = 107 erg
Potencia	Vatio (W)	1 W = 1 J/s 1 CV = 735 W

Fuente: [37]

Anexo 2: Tabla de tamaño de ferrules existentes en el mercado

Tabla 5.2: Tabla de tamaño de ferrules existentes en el mercado.

IMPERIAL							
Tamaño	OD (MM)	ID Ø (MM)	Ø Brida (MM)	Pared (MM)	Long (MM)	Peso (KG)	Referencia
1/2"	12.70	9.5	25.0	1.60	21.5	0.02	FR.BS.0050
3/4"	19.05	15.85	25.0	1.60	21.5	0.02	FR.BS.0075
1"	25.65	22.20	50.5	1.73	21.5	0.08	FR.BS.0100
1 1/2"	38.35	34.90	50.5	1.73	21.5	0.06	FR.BS.0150
2"	51.05	47.60	64.0	1.73	21.5	0.08	FR.BS.0200
2 1/2"	63.75	60.30	77.5	1.73	21.5	0.10	FR.BS.0250
3"	76.45	73.00	91.0	1.73	21.5	0.13	FR.BS.0300
3 1/2"	88.90	84.70	106.0	2.10	21.5	0.21	FR.BS.0350
4"	101.85	97.60	119.0	2.13	21.5	0.21	FR.BS.0400
4 1/2"	114.95	110.30	130.0	2.33	28.0	0.25	FR.BS.0450
5"	127.00	123.00	144.0	2.33	28.0	0.41	FR.BS.0500
5 1/2"	140.55	135.7	155.0	2.43	28.0	0.41	FR.BS.0550
6"	154.00	150.00	167.0	2.00	28.0	0.38	FR.BS.0600
6 5/8"	169.35	163.10	183.0	3.13	28.0	0.56	FR.BS.0658
8"	204.00	200.00	217.4	2.00	28.0	0.52	FR.BS.0800
8 5/8"	220.55	213.90	233.5	2.33	28.0	0.73	FR.BS.0858
10"	254.00	250.00	268.0	2.00	28.0	0.65	FR.BS.1000
10 5/8"	273.00	266.30	286.1	3.35	28.0	0.93	FR.BS.1058
12"	304.80	300.80	319.0	2.00	28.0	0.81	FR.BS.1200
12 5/8"	323.80	315.90	338.0	3.95	28.0	1.28	FR.BS.1258



Fuente: [67]

Anexo 3: Tabla de diferentes tamaños de abrazaderas Triclamp

Tabla 5.3: Tabla de diferentes tamaños de abrazaderas Triclamp.



Material: 304/1.4301
Aplicación: Trabajos ligeros

Clamp - S (Abrazadera sencilla)

Tamaño nominal	Ø Brida (MM)	Rad. B (MM)	Long. C (MM)	Ancho W (MM)	Peso (KG)	Referencia
1/2"-3/4"	25.0	63.0	60.0	17.0	0.13	CL.S.0050
DN 10/15/20	34.0	73.0	69.0	17.0	0.17	CL.S.D010
1"-1 1/2"	50.5	78.0	85.0	17.0	0.21	CL.S.0100
2"	64.0	82.0	99.0	17.0	0.25	CL.S.0200
2 1/2"	77.5	89.0	112.0	17.0	0.35	CL.S.0250
3"	91.0	96.0	126.0	17.0	0.42	CL.S.0300
3 1/2"	106.0	103.0	140.0	17.0	0.44	CL.S.0350
4"	119.0	110.0	154.0	17.0	0.51	CL.S.0400
4 1/2"	130.0	115.0	165.0	17.0	0.60	CL.S.0450
6"	167.0	134.0	216.0	25.0	0.88	CL.S.0600

Fuente: [67]

Anexo 4: Tabla de propiedades de materiales de ingeniería

Tabla 5.4: Tabla de propiedades de Materiales de Ingeniería

TABLA 1 Propiedades físicas de algunos materiales de ingeniería
 Datos provenientes de varias fuentes.* Estas propiedades son esencialmente similares para todas las aleaciones del material específico

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Razón de Poisson ν	Peso específico γ lb/in ³	Densidad de masa ρ Mg/m ³	Gravedad específica
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa				
Aleación de aluminio	10.4	71.7	3.9	26.8	0.34	0.10	2.8	2.8
Cobre al berilio	18.5	127.6	7.2	49.4	0.29	0.30	8.3	8.3
Latón, bronce	16.0	110.3	6.0	41.5	0.33	0.31	8.6	8.6
Cobre	17.5	120.7	6.5	44.7	0.35	0.32	8.9	8.9
Hierro fundido gris	15.0	103.4	5.9	40.4	0.28	0.26	7.2	7.2
Hierro fundido dúctil	24.5	168.9	9.4	65.0	0.30	0.25	6.9	6.9
Hierro fundido maleable	25.0	172.4	9.6	66.3	0.30	0.26	7.3	7.3
Aleaciones de magnesio	6.5	44.8	2.4	16.8	0.33	0.07	1.8	1.8
Aleaciones de níquel	30.0	206.8	11.5	79.6	0.30	0.30	8.3	8.3
Acero al carbono	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Aleaciones de acero	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Acero inoxidable	27.5	189.6	10.7	74.1	0.28	0.28	7.8	7.8
Aleaciones de titanio	16.5	113.8	6.2	42.4	0.34	0.16	4.4	4.4
Aleaciones de zinc	12.0	82.7	4.5	31.1	0.33	0.24	6.6	6.6

* Properties of Some Metals and Alloys, International Nickel Co., N.Y., Metals Handbook, American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

Fuente: [68]

Anexo 5: Propiedades de algunos plásticos de ingeniería

Tabla 5.5: Propiedades de algunos plásticos de ingeniería.

TABLA 11 Propiedades de algunos plásticos de ingeniería									
Datos de varias fuentes. * Valores aproximados. Consulte a los fabricantes de los materiales para información más precisa.									
Material	Módulo de elasticidad aproximado E		Resistencia máxima a la tensión		Resistencia máxima a la compresión		Elongación en 2 in	Temperatura máxima	Gravedad específica
	Mpsi	GPa	kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	°F	
ABS	0.3	2.1	6.0	41.4	10.0	68.9	5 a 25	160-200	1.05
Cargado con 20-40% de vidrio	0.6	4.1	10.0	68.9	12.0	82.7	3	200-230	1.30
Acetal	0.5	3.4	8.8	60.7	18.0	124.1	60	220	1.41
Cargado con 20-30% de vidrio	1.0	6.9	10.0	68.9	18.0	124.1	7	185-220	1.56
Acrílico	0.4	2.8	10.0	68.9	15.0	103.4	5	140-190	1.18
Fluoroplástico (PTFE)	0.2	1.4	5.0	34.5	6.0	41.4	100	350-330	2.10
Nylon 6/6	0.2	1.4	10.0	68.9	10.0	68.9	60	180-300	1.14
Nylon 11	0.2	1.3	8.0	55.2	8.0	55.2	300	180-300	1.04
Cargado con 20-30% de vidrio	0.4	2.5	12.8	88.3	12.8	88.3	4	250-340	1.26
Polycarbonato	0.4	2.4	9.0	62.1	12.0	82.7	100	250	1.20
Cargado con 10-40% de vidrio	1.0	6.9	17.0	117.2	17.0	117.2	2	275	1.35
Poliétileno HMW	0.1	0.7	2.5	17.2	-	-	525	-	0.94
Óxido de polifenileno	0.4	2.4	9.6	66.2	16.4	113.1	20	212	1.06
Cargado con 20-30% de fibra de vidrio	1.1	7.8	15.5	106.9	17.5	120.7	5	260	1.23
Polipropileno	0.2	1.4	5.0	34.5	7.0	48.3	500	250-320	0.90
Cargado con 20-30% de vidrio	0.7	4.8	7.5	51.7	6.2	42.7	2	300-320	1.10
Poliestireno de alto impacto	0.3	2.1	4.0	27.6	6.0	41.4	2 a 80	140-175	1.07
Cargado con 20-30% de vidrio	0.1	0.7	12.0	82.7	16.0	110.3	1	180-200	1.25
Polisulfona	0.4	2.5	10.2	70.3	13.9	95.8	50	300-345	1.24

* Modern Plastics Encyclopedia, McGraw-Hill, Nueva York; Machine Design Materials Reference Issue, Penton Publishing, Cleveland, Ohio.

Fuente: [69]

Anexo 6: Tamaño mínimo de filete requerido para diferentes espesores, base metal

Tabla 5.6: Tabla del tamaño mínimo de soldadura por filete.

Table 5.7 Minimum Fillet Weld Sizes (see 5.13)			
Base Metal Thickness (T) ^a		Minimum Size of Fillet Weld ^b	
in	mm	in	mm
T ≤ 1/4	T ≤ 6	1/8 ^c	3 ^c
1/4 < T ≤ 1/2	6 < T ≤ 12	3/16	5
1/2 < T ≤ 3/4	12 < T ≤ 20	1/4	6
3/4 < T	20 < T	5/16	8

^a For nonlow-hydrogen processes without preheat calculated in conformance with 4.8.4, T equals thickness of the thicker part joined; single-pass welds shall be used.
For nonlow-hydrogen processes using procedures established to prevent cracking in conformance with 4.8.4 and for low-hydrogen processes, T equals thickness of the thinner part joined; single-pass requirement shall not apply.

^b Except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part joined.

^c Minimum size for cyclically loaded structures shall be 3/16 in [5 mm].

Fuente: [64]

Anexo 7: Tabla de propiedades de materiales según Shigley



Tabla 5.7: Propiedades de materiales.

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Relación de Poisson ν	Peso unitario w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lb/pulg ³	lb/ft ³	kN/m ³
Aluminio (todas las aleaciones)	10.3	71.0	3.80	26.2	0.334	0.098	169	26.6
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Acero al carbono	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Fundición de hierro (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Abeto Douglas	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Metal Monel	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Níquel plata	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Acero al níquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Acero inoxidable (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0

Fuente: [61]

Anexo 8: Tabla de Metal Work para la selección de actuadores














Tabla 5.8: Selección de actuadores según diámetro y carrera.

																																																												
CILINDRO ISO 15552																																																												
ACTUADORES																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DATOS TECNICOS</th> <th>POLIURETANO</th> <th>NBR</th> <th>FKM/FPM</th> <th>Baja temperatura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presión máx. de ejercicio</td> <td>bar</td> <td>10</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>MPa</td> <td>1</td> <td>1.45</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura de ejercicio</td> <td>psi</td> <td>-25 + +80</td> <td>-10 + +80</td> <td>-10 + +150 (Cilindros no magnéticos)</td> </tr> <tr> <td>Fluido</td> <td>°C</td> <td colspan="3">Aire sin lubricación, si se utiliza aire lubricado la lubricación debe ser continua</td> </tr> <tr> <td>Diámetros</td> <td>mm</td> <td colspan="3">32; 40; 50; 63; 80; 100; 125</td> </tr> <tr> <td>Tipo de construcción</td> <td></td> <td colspan="3">Culatas con tornillos autoforjados</td> </tr> <tr> <td>Carreras standard \dagger</td> <td>mm</td> <td colspan="3">Simple efecto: para diámetros de 32 - 63 carreras de 1 a 250 Doble efecto: para diámetros de 32 - 80 carreras de 1 a 2600 para diámetros 100 - 125 carreras de 1 a 2600</td> </tr> <tr> <td>Versiones</td> <td></td> <td colspan="3">Doble efecto amortiguado, Simple efecto vástago extendido o retraído amortiguado, Vástago pasante amortiguado, amortiguación larga, Alta temperatura, Bloqueo vástago, Junta de aceite, Vástago pasante junta de aceite, Bajo rozamiento, No stick-slip.</td> </tr> <tr> <td>Magnetos para detectores</td> <td></td> <td colspan="3">Todas las versiones con magneto. Bajo pedido se suministran sin magneto.</td> </tr> <tr> <td>Presiones de arranque</td> <td></td> <td colspan="3"> Ø 32; 40: 0.4 bar Ø 50; 63 carreras < 1500 mm: 0.3 bar; carreras > 1500 mm: 0.4 bar Ø 80; 100; 125 carreras < 1500 mm: 0.2 bar; carreras > 1500 mm: 0.4 bar </td> </tr> <tr> <td>Notas de uso</td> <td></td> <td colspan="3"> \dagger Carreras máximas recomendadas; valores mayores pueden causar problemas de funcionamiento. Para evitar saltos a velocidades inferiores a 0.2 m/s, utilizar la versión No stick-slip y aire sin lubricar </td> </tr> </tbody> </table>	DATOS TECNICOS	POLIURETANO	NBR	FKM/FPM	Baja temperatura	Presión máx. de ejercicio	bar	10	1			MPa	1	1.45		Temperatura de ejercicio	psi	-25 + +80	-10 + +80	-10 + +150 (Cilindros no magnéticos)	Fluido	°C	Aire sin lubricación, si se utiliza aire lubricado la lubricación debe ser continua			Diámetros	mm	32; 40; 50; 63; 80; 100; 125			Tipo de construcción		Culatas con tornillos autoforjados			Carreras standard \dagger	mm	Simple efecto: para diámetros de 32 - 63 carreras de 1 a 250 Doble efecto: para diámetros de 32 - 80 carreras de 1 a 2600 para diámetros 100 - 125 carreras de 1 a 2600			Versiones		Doble efecto amortiguado, Simple efecto vástago extendido o retraído amortiguado, Vástago pasante amortiguado, amortiguación larga, Alta temperatura, Bloqueo vástago, Junta de aceite, Vástago pasante junta de aceite, Bajo rozamiento, No stick-slip.			Magnetos para detectores		Todas las versiones con magneto. Bajo pedido se suministran sin magneto.			Presiones de arranque		Ø 32; 40: 0.4 bar Ø 50; 63 carreras < 1500 mm: 0.3 bar; carreras > 1500 mm: 0.4 bar Ø 80; 100; 125 carreras < 1500 mm: 0.2 bar; carreras > 1500 mm: 0.4 bar			Notas de uso		\dagger Carreras máximas recomendadas; valores mayores pueden causar problemas de funcionamiento. Para evitar saltos a velocidades inferiores a 0.2 m/s, utilizar la versión No stick-slip y aire sin lubricar	
DATOS TECNICOS	POLIURETANO	NBR	FKM/FPM	Baja temperatura																																																								
Presión máx. de ejercicio	bar	10	1																																																									
	MPa	1	1.45																																																									
Temperatura de ejercicio	psi	-25 + +80	-10 + +80	-10 + +150 (Cilindros no magnéticos)																																																								
Fluido	°C	Aire sin lubricación, si se utiliza aire lubricado la lubricación debe ser continua																																																										
Diámetros	mm	32; 40; 50; 63; 80; 100; 125																																																										
Tipo de construcción		Culatas con tornillos autoforjados																																																										
Carreras standard \dagger	mm	Simple efecto: para diámetros de 32 - 63 carreras de 1 a 250 Doble efecto: para diámetros de 32 - 80 carreras de 1 a 2600 para diámetros 100 - 125 carreras de 1 a 2600																																																										
Versiones		Doble efecto amortiguado, Simple efecto vástago extendido o retraído amortiguado, Vástago pasante amortiguado, amortiguación larga, Alta temperatura, Bloqueo vástago, Junta de aceite, Vástago pasante junta de aceite, Bajo rozamiento, No stick-slip.																																																										
Magnetos para detectores		Todas las versiones con magneto. Bajo pedido se suministran sin magneto.																																																										
Presiones de arranque		Ø 32; 40: 0.4 bar Ø 50; 63 carreras < 1500 mm: 0.3 bar; carreras > 1500 mm: 0.4 bar Ø 80; 100; 125 carreras < 1500 mm: 0.2 bar; carreras > 1500 mm: 0.4 bar																																																										
Notas de uso		\dagger Carreras máximas recomendadas; valores mayores pueden causar problemas de funcionamiento. Para evitar saltos a velocidades inferiores a 0.2 m/s, utilizar la versión No stick-slip y aire sin lubricar																																																										
CILINDRO ISO 15552																																																												

Fuente: [65]

Anexo 9: Tabla de selección de accesorios de montaje

Tabla 5.9: Tabla de selección de Accesorios

ACTUADORES		ACCESORIOS EJEMPLO: 0950322007			
FLAT ANTIGERO - CILINDRO VARILLAS A-READAS SERIE TWNC	BASE MOD. A 	ROTULA ESFERICA MOD. GA-M 	UNIDAD DE GUÍA GDH: PERFIL EN H CON CASQUILLOS DE BRONCE PARA CARGAS ELEVADAS 	PLACA CILINDRO-VÁLVULA SERIE KCV 	
	Código Descripción W095_2001 W095_3001 Para varillas apareadas	Código Ø Descripción W0950322025 32 Acc. rotuleérica Mod. GA-M N1/G1.25 W0950402025 40 Acc. rotuleérica mod. GA-M N1/G1.25 W0950502025 50/63 Acc. rotuleérica mod. GA-M N1/G1.5 W0950802025 80/100 Acc. rotuleérica mod. GA-M N2/G1.5 W0951252025 125 Acc. rotuleérica mod. GA-M N2/G2	Código Descripción W070_2 *	Código Descripción 0950322090 Kit. entribo fñ. cil. 32 sobre válvula 0950402090 Kit. entribo fñ. cil. 40 sobre válvula 0950502090 Kit. entribo fñ. cil. 50 sobre válvula 0950632090 Kit. entribo fñ. cil. 63 sobre válvula 0950802090 Kit. entribo fñ. cil. 80 sobre válvula 0951002090 Kit. entribo fñ. cil. 100 sobre válvula 0951252090 Kit. entribo fñ. cil. 125 sobre válvula	
	CHARNELA HEMBRA MOD. B 	HORQUILLA MOD. GK-M 	UNIDAD DE GUÍA GDM: PERFIL EN H CON CASQUILLOS DE BOLAS PARA VELOCIDADES ELEVADAS 	KIT FIJACIÓN VÁLVULA SOBRE PLACA SERIE KCV 	
	Código Descripción W095_2003	Código Ø Descripción W0950322020 32 Acc. horquilla mod. GK-M N1/G1.25 W0950402020 40 Acc. horquilla mod. GK-M N1/G1.25 W0950502020 50/63 Acc. horquilla mod. GK-M N1/G1.5 W0950802020 80/100 Acc. horquilla mod. GK-M N2/G1.5 W0951252020 125 Acc. horquilla mod. GK-M N2/G2	Código Descripción W070_3 *	Código Descripción 0950002001 Kit. fij. válvula ISO 1 sobre cil. ISO 15552 0950002002 Kit. fij. válvula ISO 2 sobre cil. ISO 15552 0950002003 Kit. fomblo fij. sobre válvula N16 cil. ISO 15552 0950002004 Kit. fomblo fij. sobre válvula 1/9 1/4 cil. ISO 15552 0950002006 Kit. fomblo fij. sobre válvula 1/7 cil. ISO 15552	
	CHARNELA MACHO MOD. BA 	HORQUILLA AUTOALINEANTE MOD. GA-K 	* EJEMPLO CODIFICACIÓN PARA PEDIDO W0700392100 CARRERAS STANDARD 50 - 100 - 150 - 200 - 250 - 320 - 400 - 500	SENSORES DE POSICIÓN 	
	Código Descripción W095_2004	Código Ø Descripción W0950322030 32 Acc. nitro mod. GA-K N1/G1.25 W0950402030 40 Acc. nitro mod. GA-K N1/G1.25 W0950502030 50/63 Acc. nitro mod. GA-K N1/G1.5 W0950802030 80/100 Acc. nitro mod. GA-K N2/G1.5	BLOQUEO DE VASTAGO MECÁNICO 	Código Descripción LTS Para cilindros ISO 15552 tipo A - Serie 3 LTL Para cilindros ISO 15552 tipo A Para "Datos técnicos generales" y detalles de uso, consulta la página 82.	
CHARNELA MACHO ROTULA ESFERICA MOD. BAS 	CONTRA CHARNELA "CFOP" PARA MOD. B - MOD. GL 	Código Ø Descripción W5010001102 32 Acc. bloqueo MV5032/D W5010001103 40 Acc. bloqueo MV5040/D W5010001104 50 Acc. bloqueo MV5050/D W5010001109 63 Acc. bloqueo MV5063/LDM W5010001106 80 Acc. bloqueo MV5080/D W5010001107 100 Acc. bloqueo MV5100/D W5010001108 125 Acc. bloqueo MV5125/D			

Fuente: [65]

Anexo 10: Catálogo Dipac, planchas de Acero Inoxidable AISI 304

PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

Norma: AISI 304

Especificaciones Generales:

ESPESORES	desde 0,40-15mm
DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar) 1220 x otros largos (especial)

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	AISI	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301



Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)									
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros	
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX	

PROPIEDADES MECÁNICAS					
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7 160

Fuente: [60]

Anexo 11: Catálogo Dipac, Tubo redondo y Cuadrado Acero Inoxidable AISI 304

TUBO REDONDO ACERO INOXIDABLE



Especificaciones Generales:

Calidad:	AISI 304
Largo normal:	6,00 m
Dimensiones:	Desde 1 a 2"
Espesor:	1,2mm, 1,5mm y 2mm

Especificaciones Generales:

Calidad:	AISI 304
Largo normal:	6,00 m
Dimensiones:	Desde 3/4 a 2"
Espesor:	Desde 1,2mm y 2mm





DIMENSIONES		PROPIEDADES		
H		ESPESOR (e)	PESO	ÁREA SECCIÓN
Plg.	mm	mm	Kg/mt	Plg ²
3/4"	19,05	1,2	0,5505	0,057
1"	25,4	1,2	0,8765	0,077
1 1/4"	31,75	1,2	1,1354	0,096
1 1/2"	38,1	1,2	1,3752	0,1165
2"	50,8	2	3,0142	0,1569

Nomenclatura

A= Área de selección transversal del tubo, plg².

H= Longitud lado

Fuente: [60]

123

5.2. ANEXO B (Construcción)

Anexo 12: Reducción de sección 2" a 1 ½" con Ferrul de 6 pulgadas



Fotografía 5.1: Reducción de sección.

Anexo 13: Unión de Ferrul de 6" con cilindro de llenado



Fotografía 5.2: Cilindro de llenado con Ferrul de 6".

Anexo 14: Soldadura base para sujeción del embolo del cilindro de llenado.



Fotografía 5.3: Embolo y base del cilindro de llenado.

Anexo 15: Unión de la estructura principal con la base del cilindro neumático



Fotografía 5.4: Unión base del cilindro neumático con la estructura principal.

Anexo 16: Esparrago de Acero Inoxidable para ensamblaje



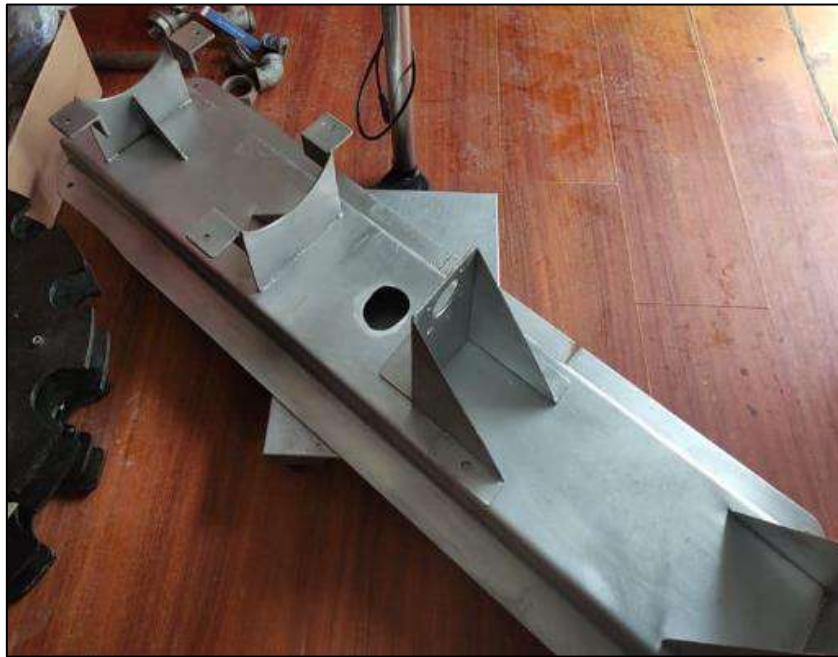
Fotografía 5.5: Esparrago.

Anexo 17: Embolo



Fotografía 5.6: Embolo de duralón.

Anexo 18: Estructura Principal



Fotografía 5.7: Estructura Principal

Anexo 19: Gel decapante para la limpieza de piezas de acero inoxidable unidas por soldadura.



Fotografía 5.8: Gel decapante Genox.

Anexo 20: Ensamblaje del embolo para el cilindro de llenado



Fotografía 5.9: Ensamblaje del embolo.

Anexo 21: Ensamblaje del Cilindro de llenado



Fotografía 5.10: Ensamblaje Cilindro de llenado.

Anexo 22: Ensamble cilindro de llenado y embolo



Fotografía 5.11: Ensamblaje Cilindro de llenado y embolo.

Anexo 23: Ensamblaje del cilindro neumático a su base



Fotografía 5.12: Ensamblaje Cilindro neumático base.

Anexo 24: ensamblaje accesorios del cilindro neumático



Fotografía 5.13: Ensamble de rotula y Horquilla.

Anexo 25: Ensamble de cilindro neumático pistón y esparrago.



Fotografía 5.14: Ensamble esparrago, cilindro de llenado y embolo.

Anexo 26: Estructura tablero eléctrico



Fotografía 5.15: construcción estructura tablero eléctrico.

Anexo 27: Tablero eléctrico



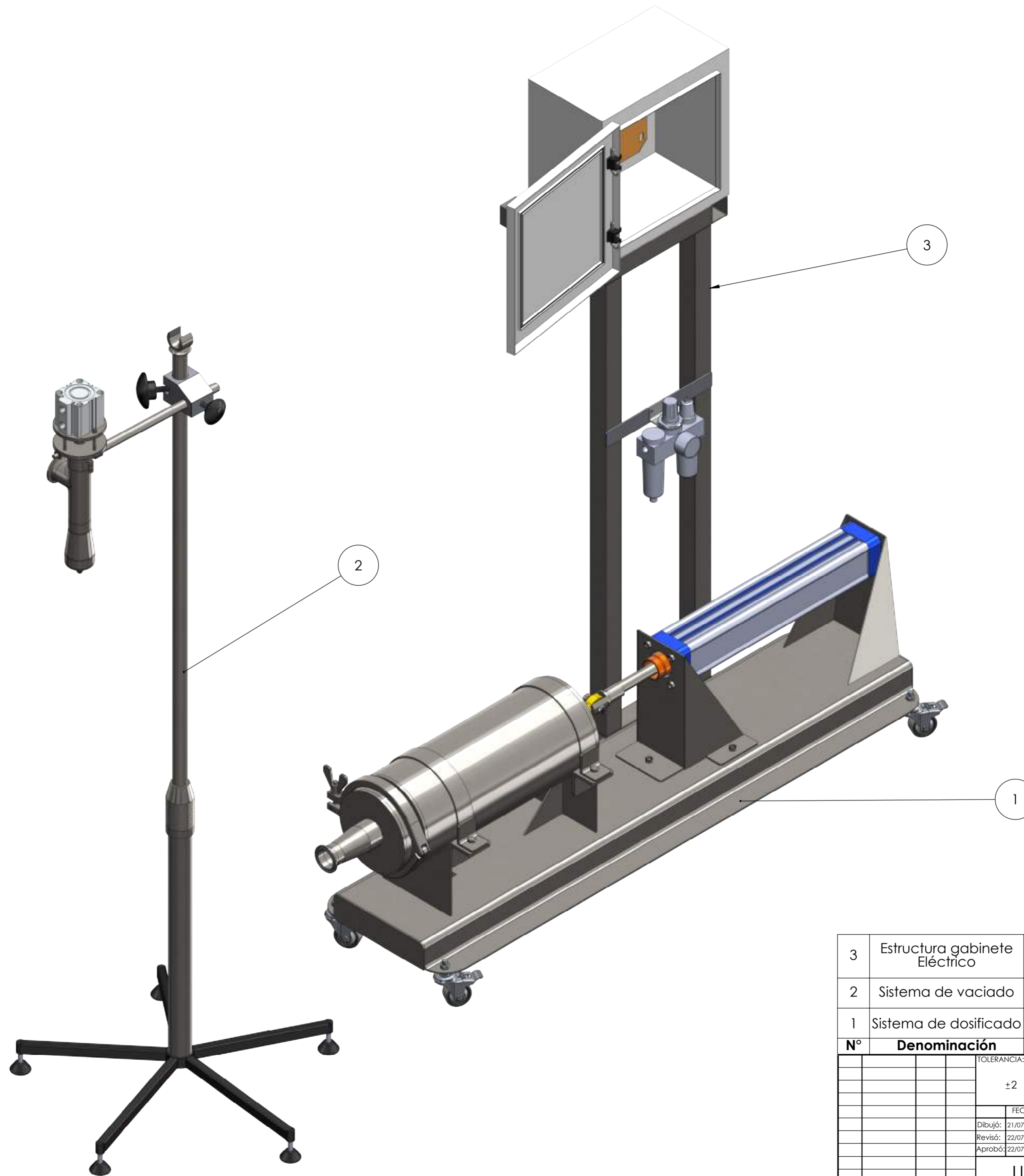
Fotografía 5.16: Tablero Eléctrico

Anexo 29: Ensamblaje completo



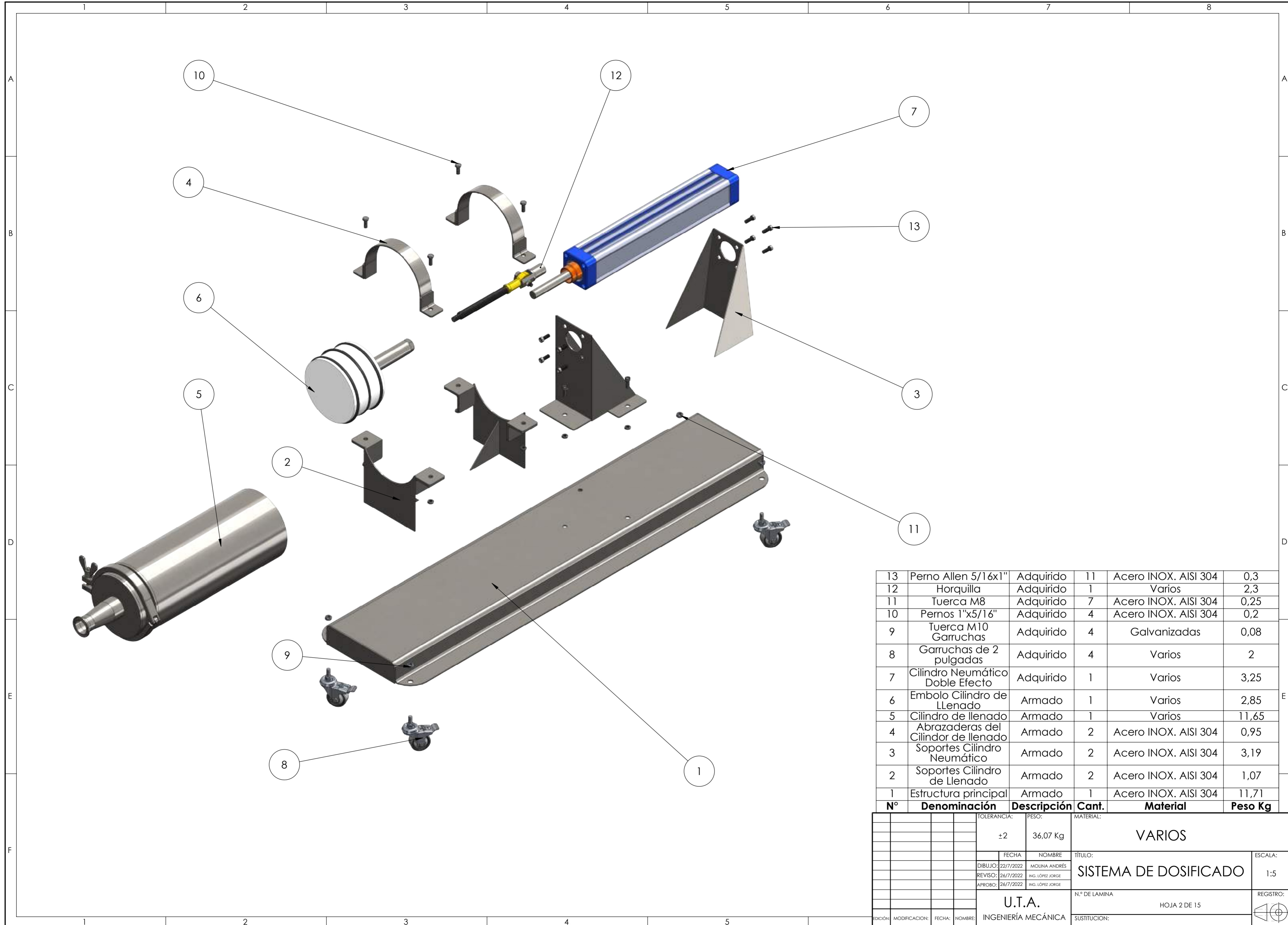
Fotografía 5. 17: Ensamblaje final completo.

5.3. ANEXO C (Planos)



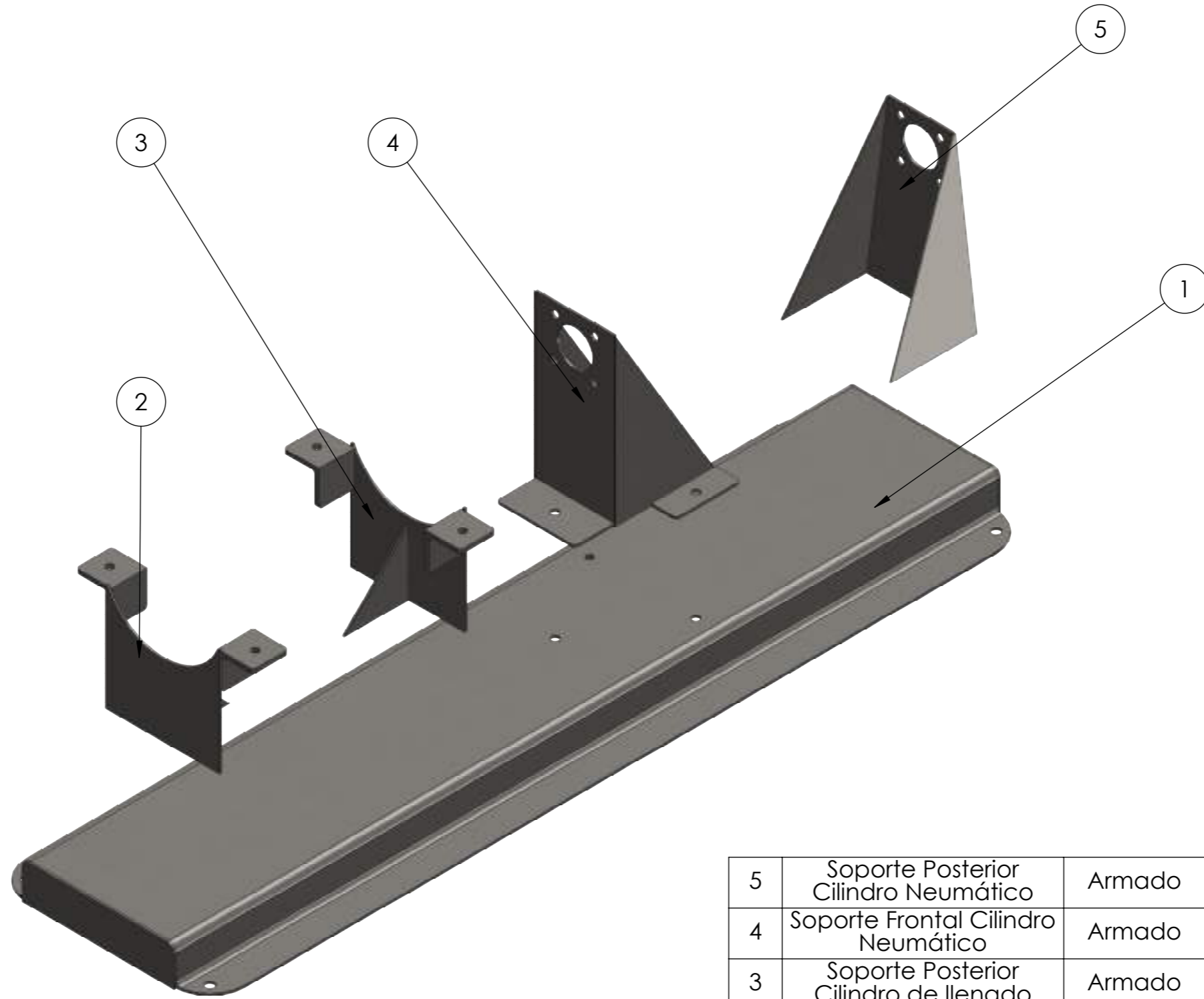
N°	Denominación	Descripción	Cant.	Material	Peso kg
3	Estructura gabinete Eléctrico	Armado	1	Varios	7,82
2	Sistema de vaciado	Adquirido	1	Varios	8,35
1	Sistema de dosificado	Armado	1	Varios	35,88

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	VARIOS
±2	52,064 Kg		
FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:	ENVASADORA DE SALSAS Y ADEREZOS
Dibujó: 21/07/2022	MOLINA ANDRÉS		
Revisó: 22/07/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
Aprobó: 22/07/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
U.T.A.		N.º DE LAMINA	ESCALA: 1:5
INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 1 DE 15	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	SUSTITUCIÓN:



13	Perno Allen 5/16x1"	Adquirido	11	Acero INOX. AISI 304	0,3
12	Horquilla	Adquirido	1	Varios	2,3
11	Tuerca M8	Adquirido	7	Acero INOX. AISI 304	0,25
10	Pernos 1"x5/16"	Adquirido	4	Acero INOX. AISI 304	0,2
9	Tuerca M10 Garruchas	Adquirido	4	Galvanizadas	0,08
8	Garruchas de 2 pulgadas	Adquirido	4	Varios	2
7	Cilindro Neumático Doble Efecto	Adquirido	1	Varios	3,25
6	Embolo Cilindro de Llenado	Armado	1	Varios	2,85
5	Cilindro de llenado	Armado	1	Varios	11,65
4	Abrazaderas del Cilindro de llenado	Armado	2	Acero INOX. AISI 304	0,95
3	Soportes Cilindro Neumático	Armado	2	Acero INOX. AISI 304	3,19
2	Soportes Cilindro de Llenado	Armado	2	Acero INOX. AISI 304	1,07
1	Estructura principal	Armado	1	Acero INOX. AISI 304	11,71
N°	Denominación	Descripción	Cant.	Material	Peso Kg

TOLERANCIA: ±2		PESO: 36,07 Kg		MATERIAL: VARIOS	
FECHA: 22/7/2022	NOMBRE: MOLINA ANDRÉS	TÍTULO: SISTEMA DE DOSIFICADO		ESCALA: 1:5	
REVISO: 26/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE				
APROBO: 26/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE				
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LAMINA: HOJA 2 DE 15		REGISTRO:	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:	



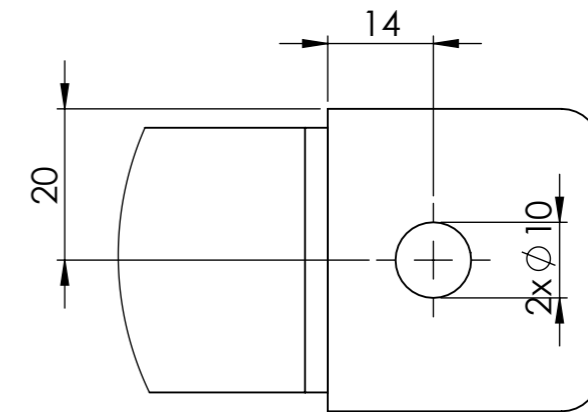
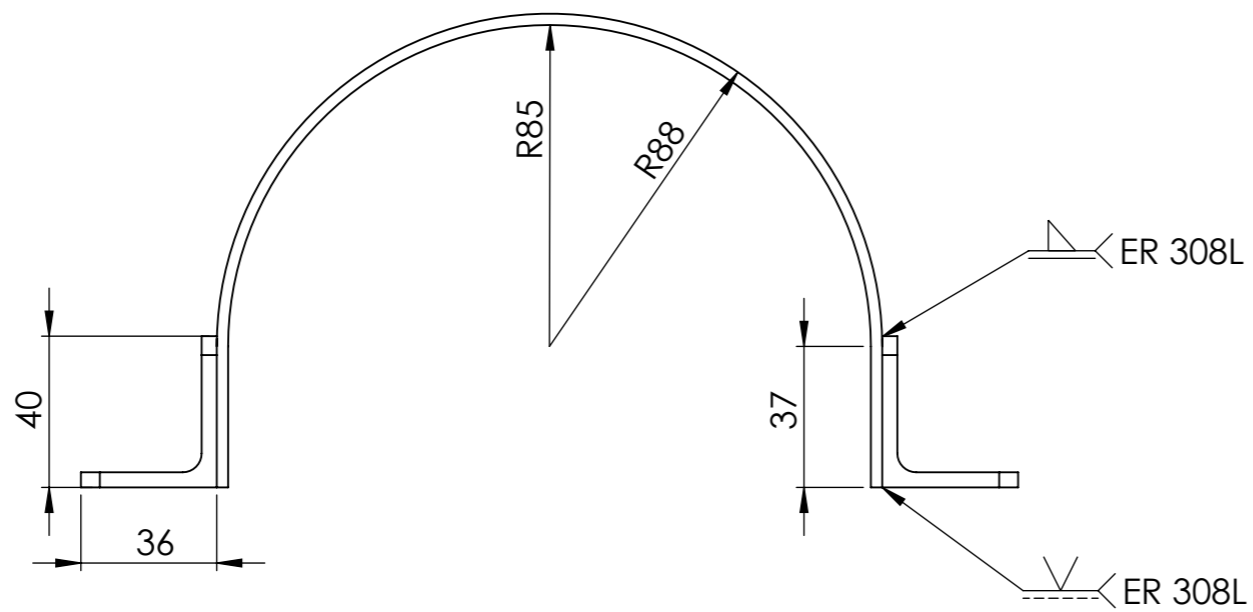
5	Soporte Posterior Cilindro Neumático	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	1,06
4	Soporte Frontal Cilindro Neumático	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	1,35
3	Soporte Posterior Cilindro de llenado	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	0,91
2	Soporte Frontal Cilindro de llenado	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	0,91
1	Estructura Principal	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	11,71
N°	Denominación	Descripción	Cant.	Material	Peso Kg

		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
		±2	16,07 Kg	Varios	
		FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
		DIBUJO: 24/7/2022	MOLINA ANDRÉS	Estructura Principal	1:5
		REVISO: 26/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
		APROBO: 26/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
		U.T.A.		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
		INGENIERIA MECANICA		HOJA 3 DE 15	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:	

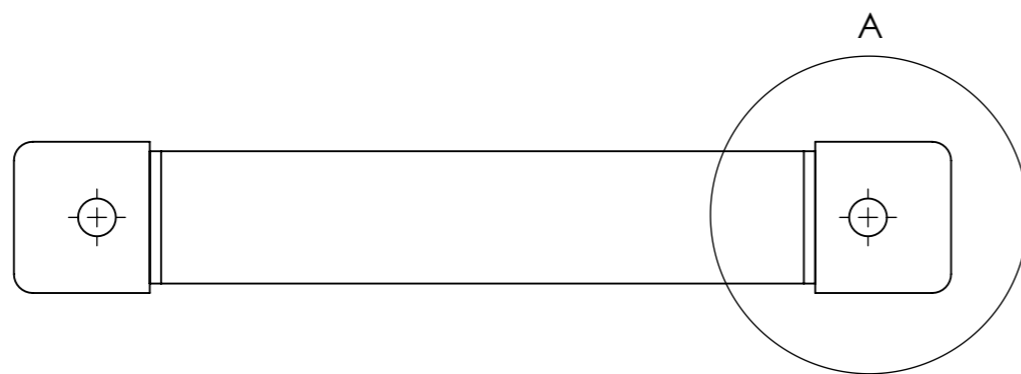


5	Empaque para Ferrul 6"	Adquirido	1	Vitón	0,03
4	Abrazadera triclamp 6"	Adquirido	1	Acero Inoxidable AISI304	0,9
3	Reducción de 6" a 1 1/2 "	Armado	1	Acero Inoxidable AISI304	1,87
2	Ferrul de 6"	Adquirido	1	Acero Inoxidable AISI304	0,35
1	Cilindro de llenado	Armado	1	Acero Inoxidable AISI304	8,5
N°	Denominación	Descripción	Cant.	Material	Peso Kg

		TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
		±2		11,65 Kg		Varios	
		FECHA		NOMBRE		TÍTULO:	
		DIBUJO: 23/7/2022		MOLINA ANDRÉS		Cilindro de llenado	
		REVISO: 26/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE		ESCALA:	
		APROBO: 26/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE		1:5	
		U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LAMINA		REGISTRO:	
				HOJA 4 DE 15			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

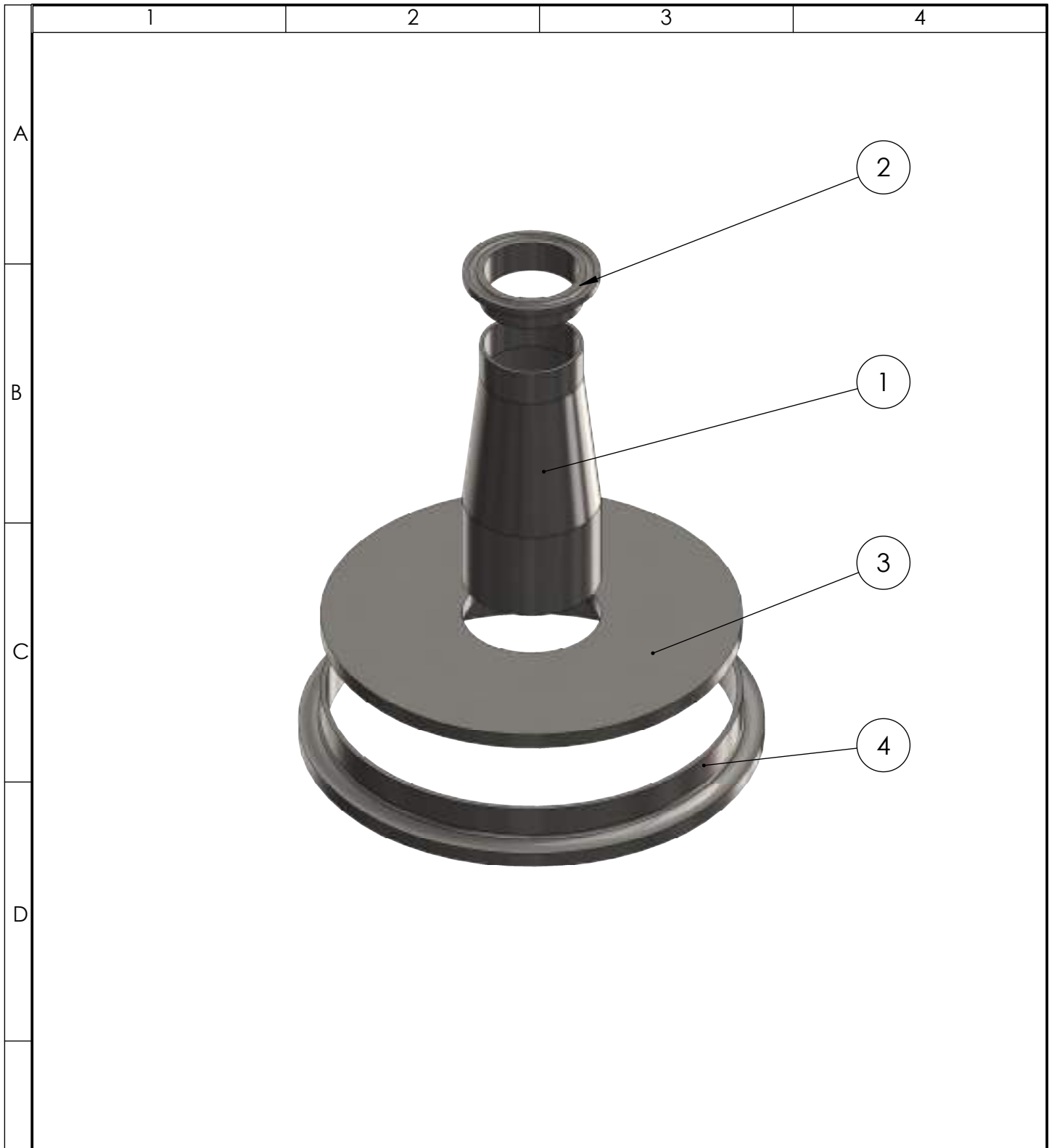


DETALLE A
ESCALA 1 : 1



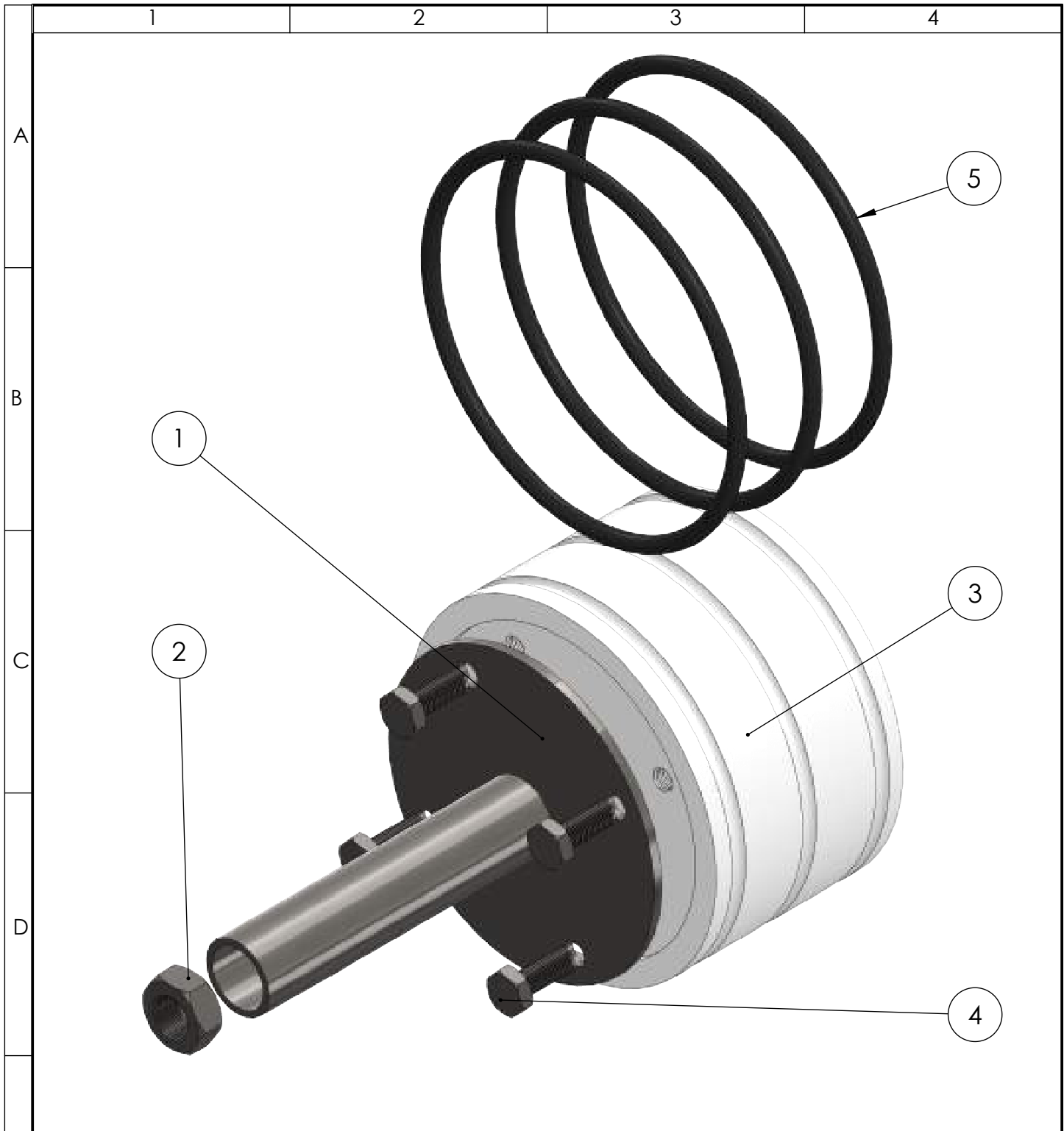
Nota: La soldadura se realizó mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	472 g	Acero Inoxidable AISI 304		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 23/05/18	MOLINA ANDRÉS	Abrazadera		1:2
				REVISO: 24/05/18	ING. LÓPEZ JORGE			
				APROBO: 24/05/18	ING. LÓPEZ JORGE			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA	REGISTRO:	
				INGENIERIA MECÁNICA		HOJA 5 DE 15		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				



4	Ferrul de 6"	Adquirido	1	Acero Inox. AISI 304	347,11
3	Ferrul de 1 1/2"	Adquirido	1	Acero Inox. AISI 304	43
2	Reduccion de 2" a 1 1/2"	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	209.77
1	Tapa base Reducción	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	796,78
N°	Denominación	Descripción	Cant.	Material	Peso g

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±2		1396,66g		ACERO INOXIDABLE AISI 304	
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:	
DIBUJO: 23/7/2022		MOLINA ANDRÉS		Reducción de sección	
REVISO: 26/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE		ESCALA:	
APROBO: 26/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE		1:2	
U.T.A.				N.º DE LAMINA	
INGENIERÍA MECÁNICA				HOJA 6 DE 15	
EDICIÓN:		MODIFICACION:		SUSTITUCION:	
FECHA:		NOMBRE:		REGISTRO:	



5	O'rings	Adquirido	3	Teflón	70,1
4	Émbolo	Armado	1	Duralón	1773.30
3	Base del embolo	Armado	1	Acero Inox. AISI 304	762,85
2	Tuerca 3/4 x 1"	Adquirido	1	Acero Inox. AISI 304	43,9
1	Perno 1/2 x 1"	Adquirido	4	Acero Inox. AISI 304	100,76
N°	Denominación	Descripción	Cant.	Material	Peso g

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±2		2,75 Kg		Varios	
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:	
DIBUJO: 24/7/2022		MOLINA ANDRÉS		Émbolo	
REVISO: 26/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE		ESCALA:	
APROBO: 26/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE		1:2	
U.T.A.				N.º DE LAMINA	
INGENIERÍA MECÁNICA				HOJA 7 DE 15	
EDICIÓN:		MODIFICACION:		REGISTRO:	
FECHA:		NOMBRE:		SUSTITUCION:	

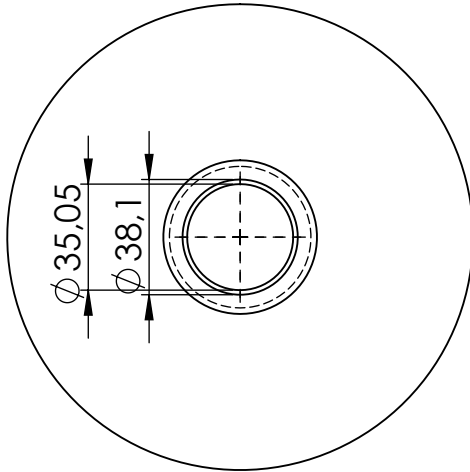
1

2

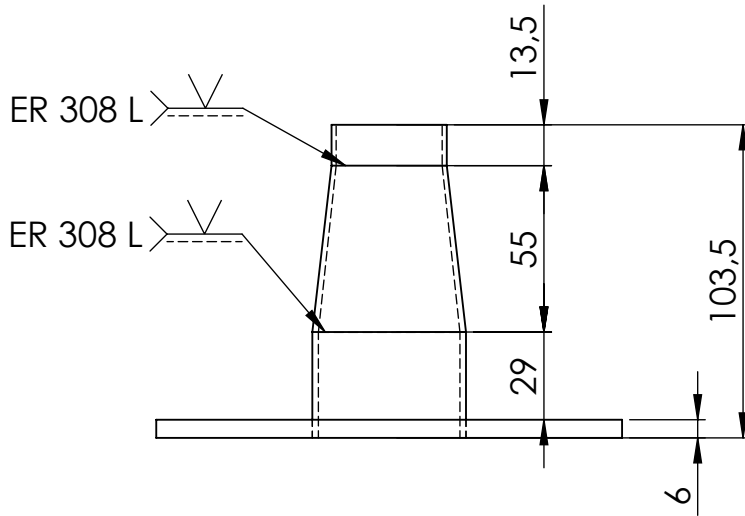
3

4

A

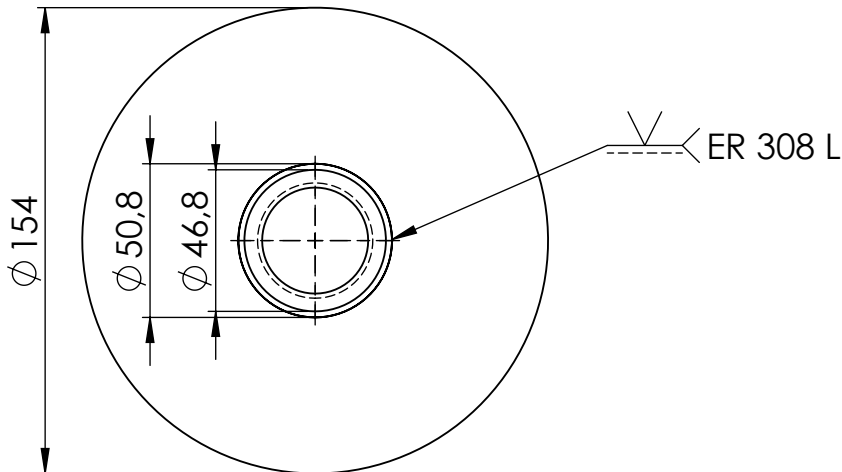


B



C

D



E

Nota: La soldadura fue mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

				TOLERANCIA: ±0.1	PESO: 1006,56 g	MATERIAL: Acero Inox. AISI 304	
						TÍTULO: Reduccion de 6" a 1 1/2"	
						ESCALA: 1:2.5	
						REGISTRO: 	
						N.º DE LAMINA HOJA 8 DE 15	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCION:	
						APROBO: 2/8/2022 ING. LÓPEZ JORGE	
						REVISO: 2/8/2022 ING. LÓPEZ JORGE	
						DIBUJO: 24/7/2022 MOLINA ANDRÉS	
						FECHA: 2/8/2022 NOMBRE: ING. LÓPEZ JORGE	

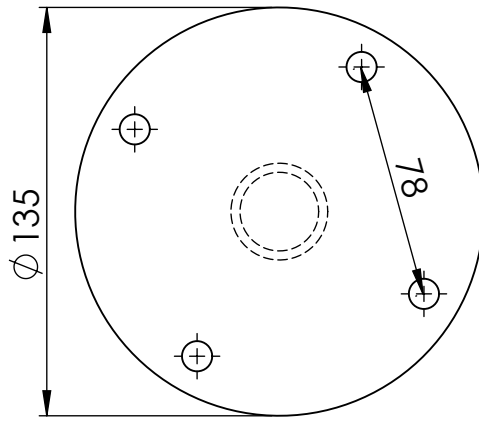
1

2

3

4

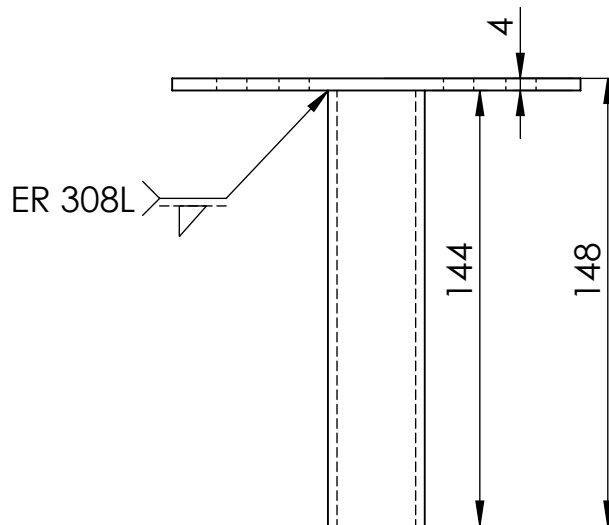
A



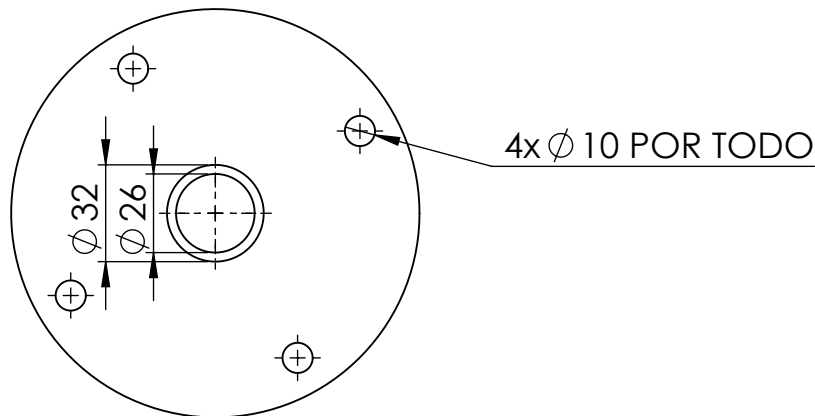
B



C



D

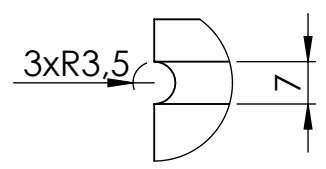
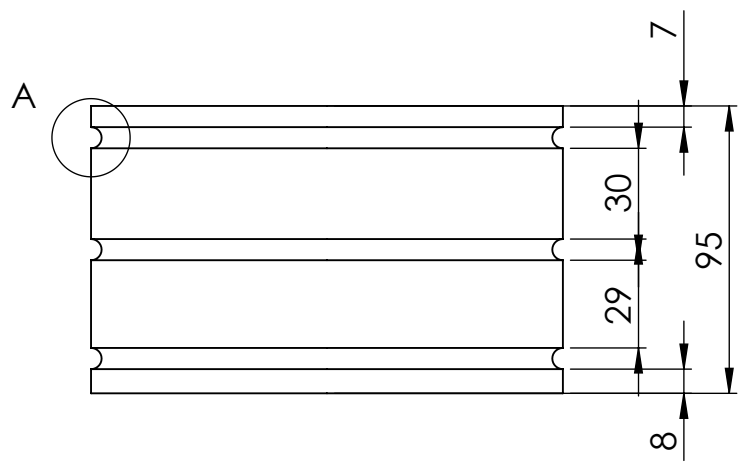
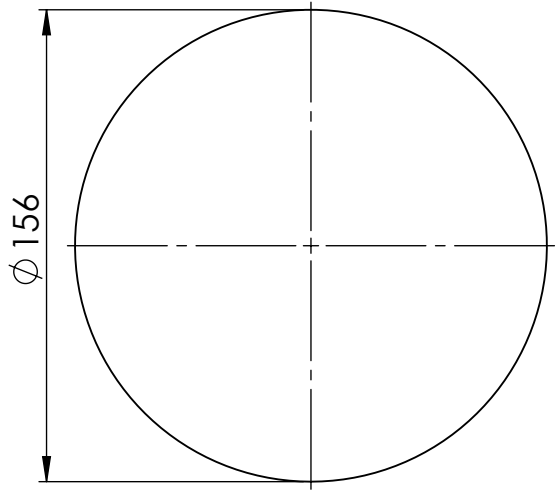


E

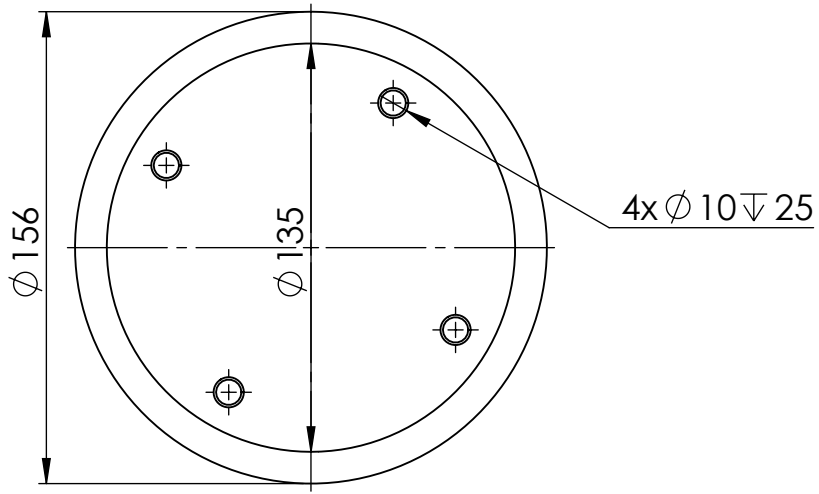
Nota: La soldadura fue mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

				TOLERANCIA: ±0.2	PESO: 762,85 g	MATERIAL: Acero Inox. AISI 304		
						TÍTULO: Base unión Émbolo	ESCALA: 1:2.5	
				FECHA	NOMBRE			
				DIBUJO: 24/7/2022	MOLINA ANDRÉS			
				REVISO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE			
				APROBO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LAMINA HOJA 9 DE 15	REGISTRO:	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

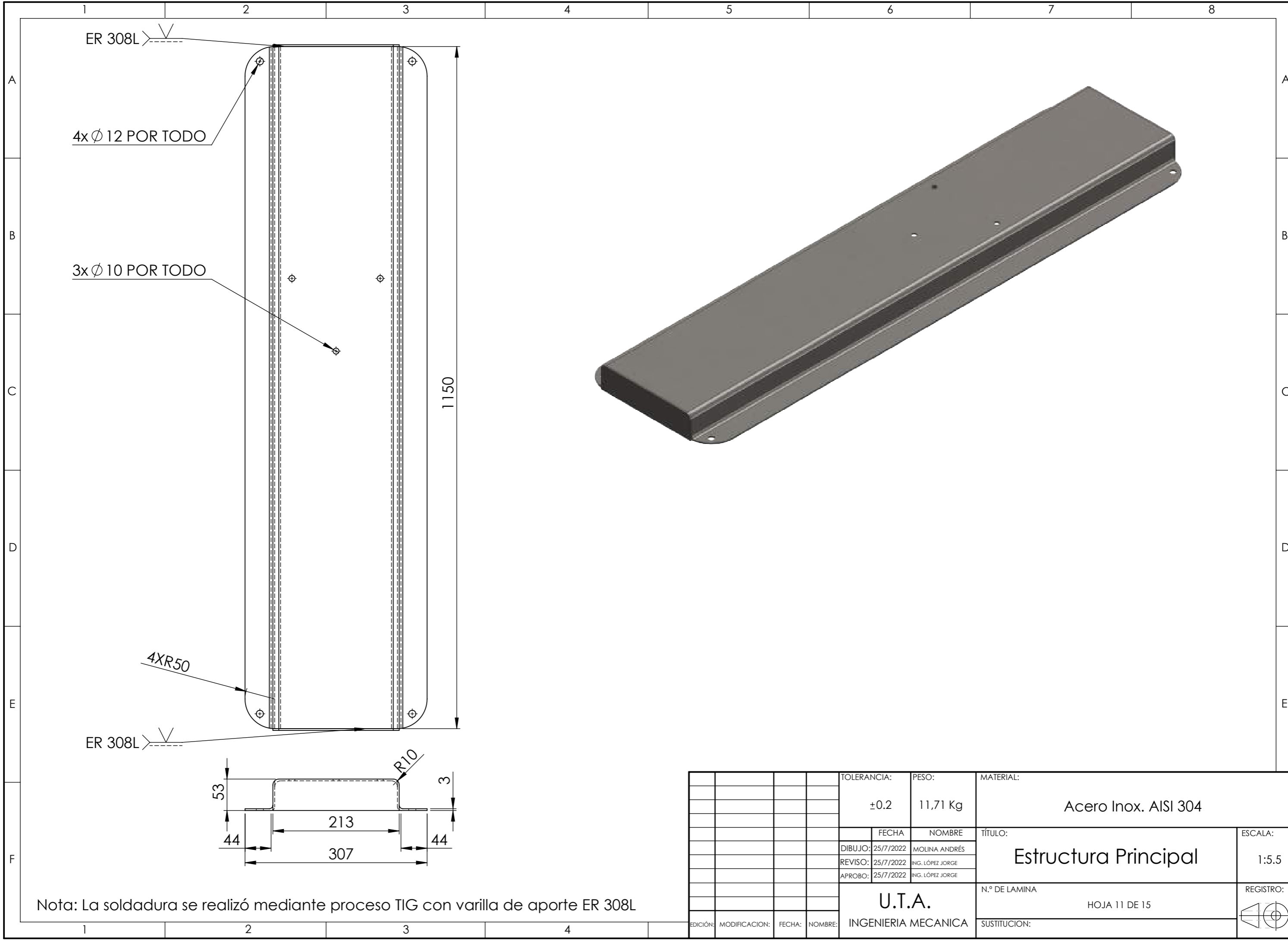
Torneado



DETALLE A
ESCALA 2 : 2.5



				TOLERANCIA: ± 0.2	PESO: 1,77 Kg	MATERIAL: Duralón		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		
				DIBUJO: 24/7/2022	MOLINA ANDRÉS	Émbolo		
				REVISO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE			ESCALA: 1:2.5
				APROBO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LAMINA HOJA 10 DE 15	REGISTRO:	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		



ER 308L

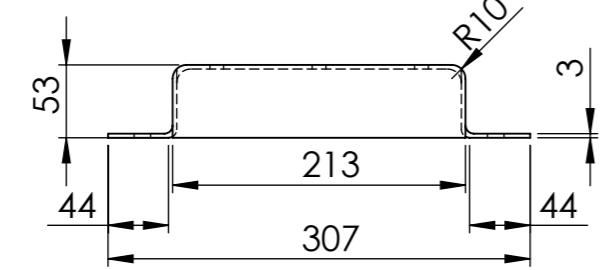
4x Ø 12 POR TODO

3x Ø 10 POR TODO

1150

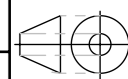
4XR50

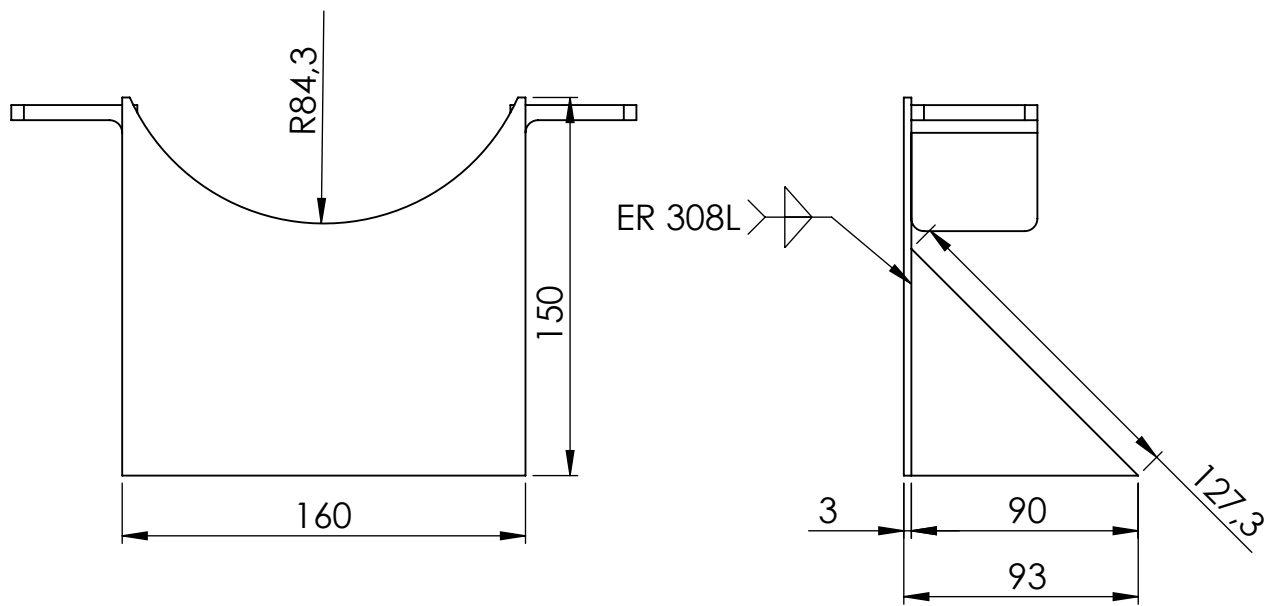
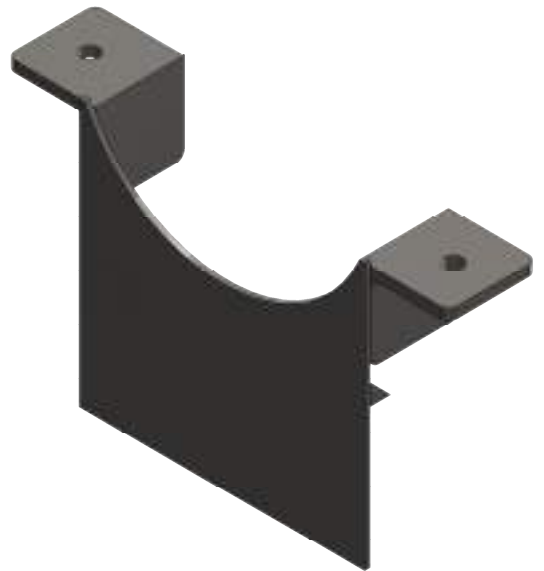
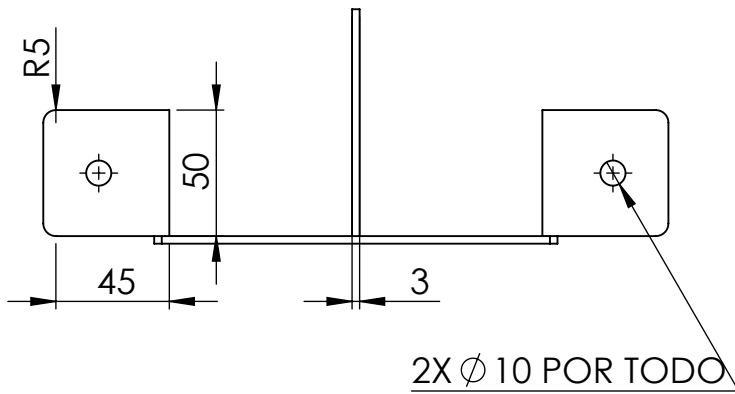
ER 308L



Nota: La soldadura se realizó mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

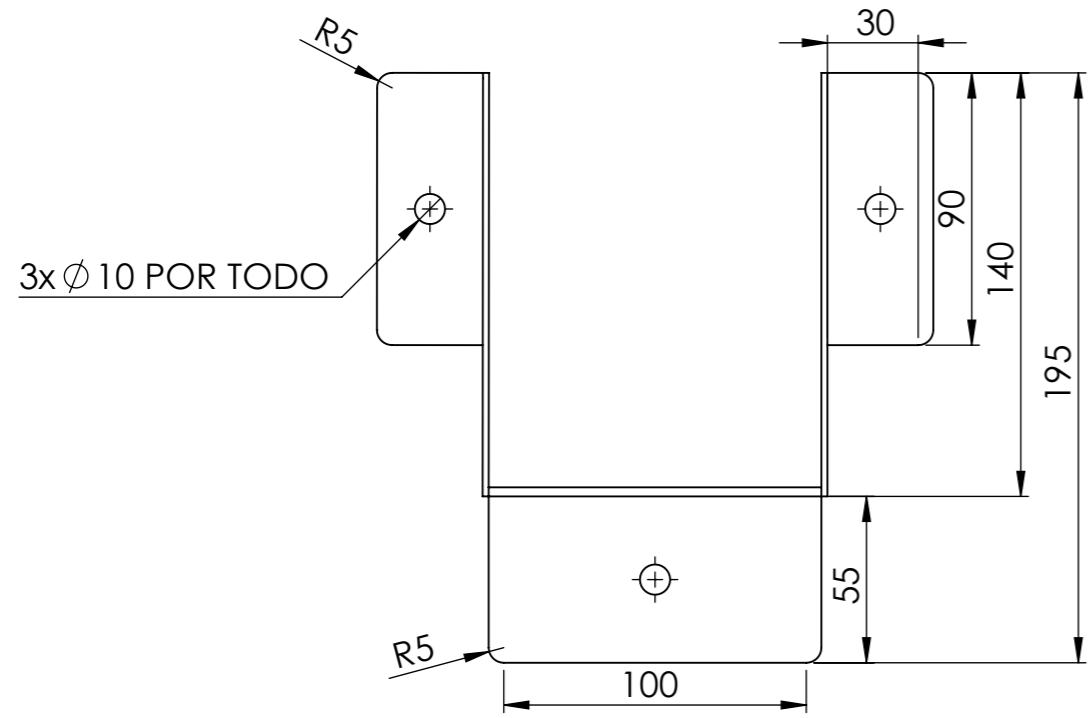
TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±0.2		11,71 Kg		Acero Inox. AISI 304	
FECHA:		NOMBRE:		TÍTULO:	
DIBUJO: 25/7/2022		MOLINA ANDRÉS		Estructura Principal	
REVISO: 25/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE			
APROBO: 25/7/2022		ING. LÓPEZ JORGE			
U.T.A.				N.º DE LAMINA	
INGENIERIA MECANICA				HOJA 11 DE 15	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	REGISTRO:	



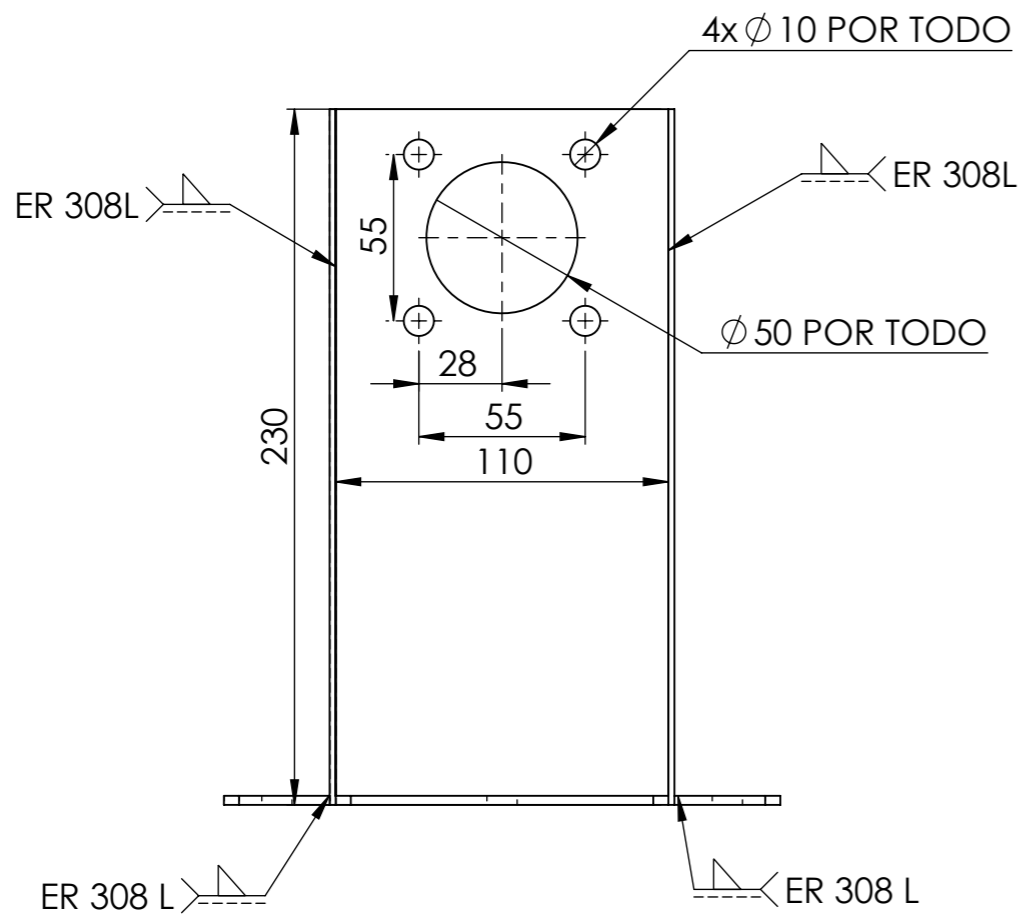


Nota: La soldadura se realizo mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

				TOLERANCIA: ±0.2	PESO: 986,05 g	MATERIAL: Acero Inox. AISI 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJO: 25/7/2022	MOLINA ANDRÉS	Base del Cilindro	
				REVISO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE	ESCALA: 1:3	
				APROBO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE	REGISTRO:	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LAMINA HOJA 12 DE 15	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



3x ϕ 10 POR TODO



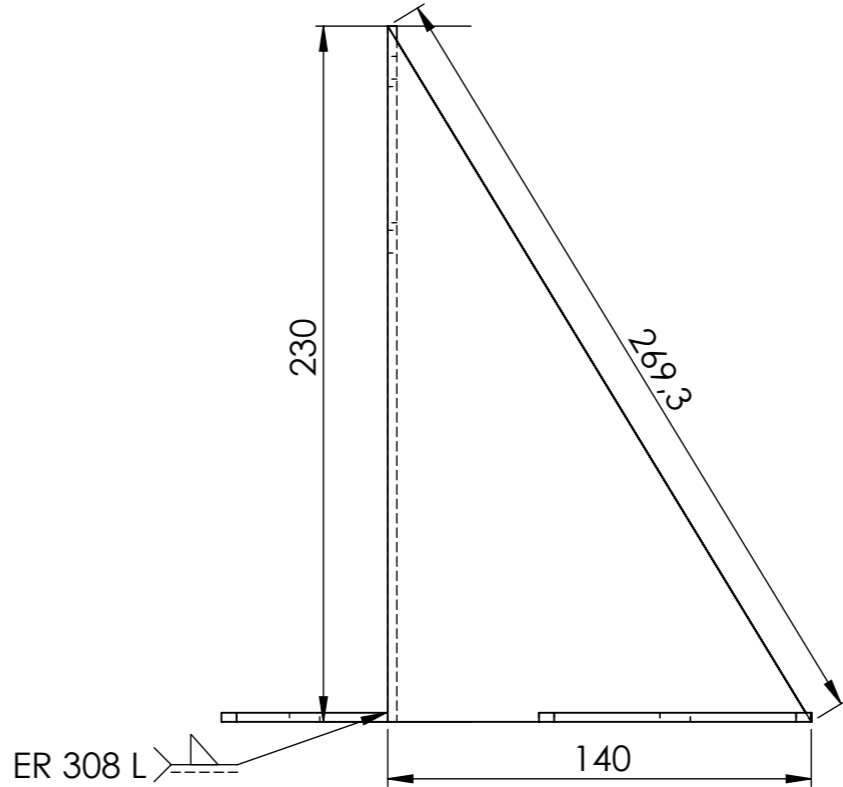
ER 308L

4x ϕ 10 POR TODO

ϕ 50 POR TODO

ER 308 L

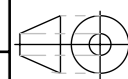
ER 308 L

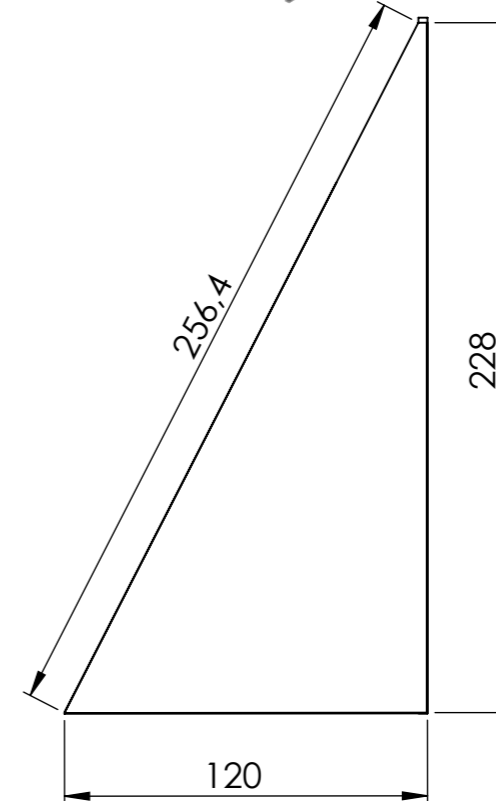
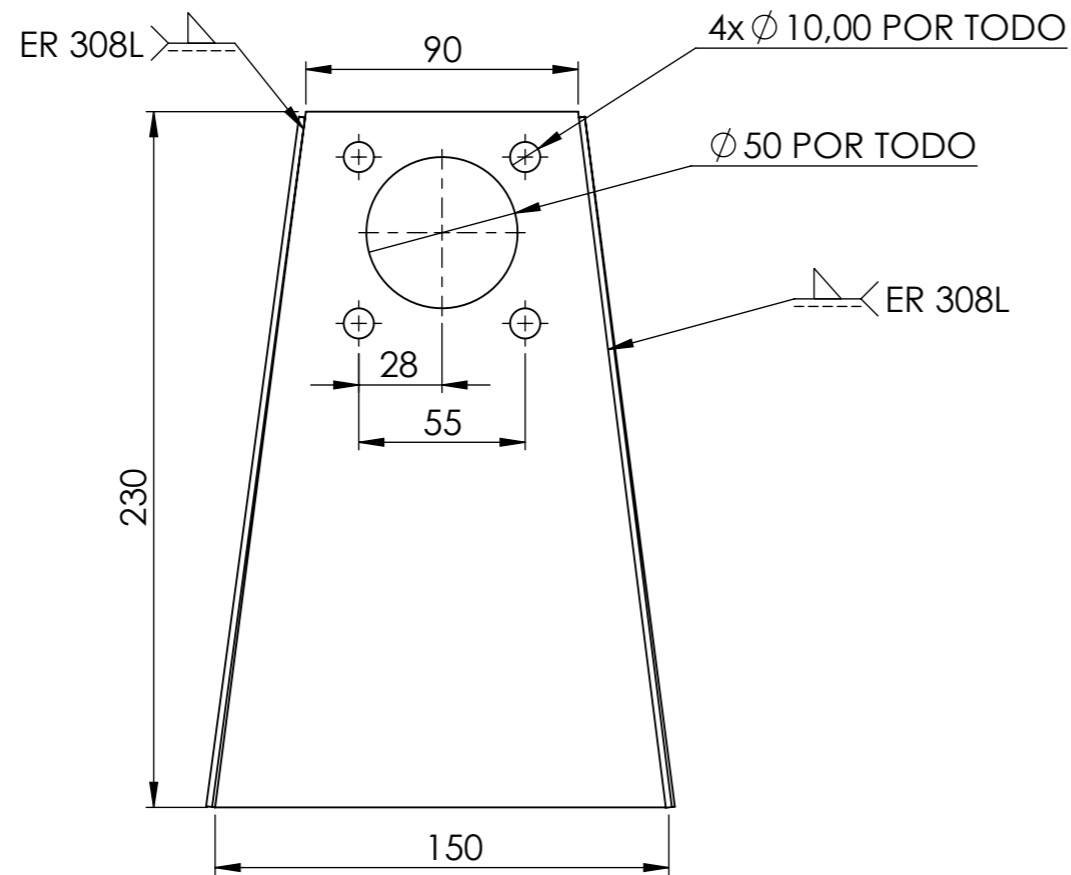
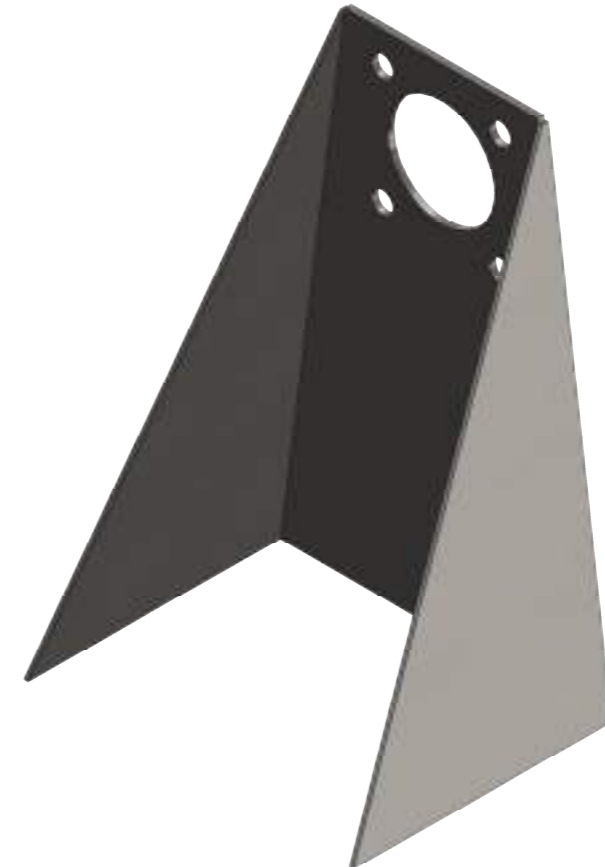
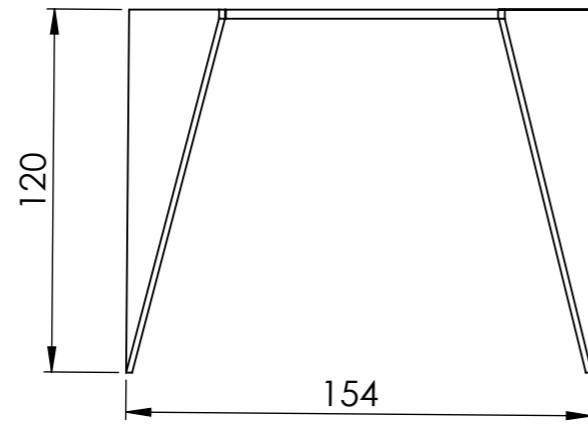


ER 308 L

Nota: La soldadura se realizó mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±0.2	1,35 Kg	Acero Inox. AISI 304		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 25/7/2022	MOLINA ANDRÉS	Soporte Frontal Cilindro Neumático		1:2.5
				REVISO: 25/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE			
				APROBO: 25/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 13 DE 15		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

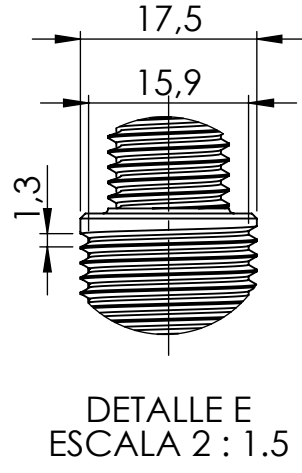
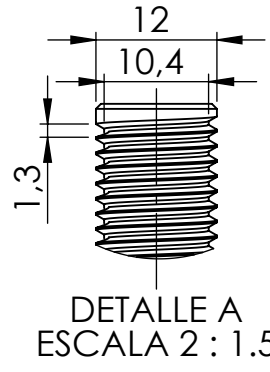
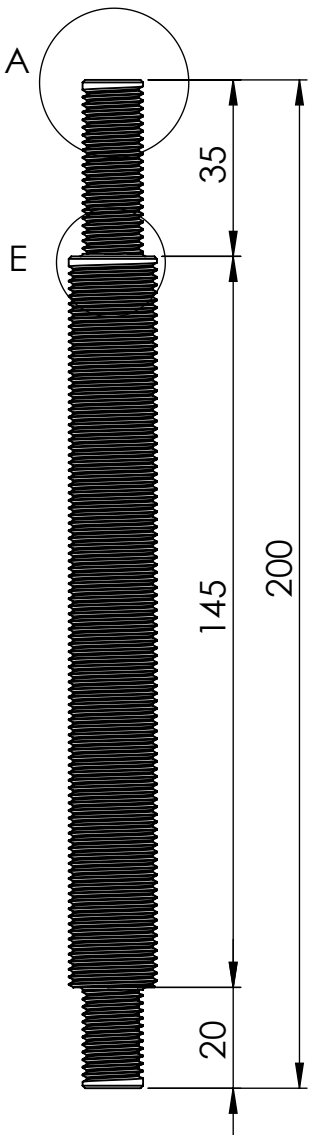
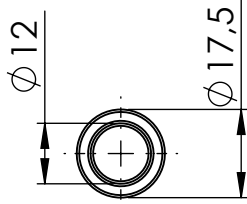




Nota: La soldadura se realizó mediante proceso TIG con varilla de aporte ER 308L

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				± 0.2	1,06 Kg	Acero Inox. AISI 304		
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO:	25/7/2022	MOLINA ANDRÉS	Base Posterior Cilindro Neumático	1:2.5
				REVISO:	25/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
				APROBO:	25/7/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA			N.º DE LAMINA	REGISTRO:
							HOJA 14 DE 15	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:				SUSTITUCION:	

Torneado
7



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO: 293 g	MATERIAL: Acero Inox. AISI 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 26/7/2022	MOLINA ANDRÉS	Esparrago de M17 a M12	1:1.5
				REVISO: 2/8/2022	ING. LÓPEZ JORGE		
				APROBO: 2/8/2022	ING. LOPEZ JORGE		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 15 DE 15	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			