

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**AUTOMATIZACIÓN DE PROCESO PRODUCTIVO EN LA PREPARACION DE
ACEITUNAS DE MESA**

Trabajo de titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
Mecánica de Procesos y Mantenimiento
Industrial.

Alumno:

Brian Moisés Núñez Chávez

Profesor Guía:

Ing. Eduardo Antonio Vidal Páez



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: AUTOMATIZACIÓN DE PROCESO PRODUCTIVO EN LA PREPARACION DE ACEITUNAS DE MESA

Nombre del candidato(a): Brian Moises Nuñez Chavez

Carrera / Grado: Ingenieria de Ejecución en Mecánica de Procesos y Mantenimiento Industrial.

Campus: Viña del Mar ; **Departamento:** Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Eduardo Antonio Vidal Páez, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 28-07-2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 28-07-2025

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios. Él fue quien puso los medios y me dio la sabiduría para completar este ciclo tan desafiante. Su guía constante y fortaleza me permitieron superar cada obstáculo en este camino, y sin Su apoyo nada de esto hubiera sido posible.

En segundo lugar, agradezco de corazón a mi esposa, Margarita Maldonado, por estar siempre a mi lado. Su apoyo incondicional y su motivación en mis momentos de flaqueza fueron esenciales para que pudiera llegar hasta aquí. Ella ha sido un pilar fundamental en mi vida, acompañándome cada día en la construcción de nuestro hogar y compartiendo juntos este hermoso proceso de crecimiento. Además, la noticia de que pronto seré papá me ha dado una motivación extra para seguir esforzándome, ya que mi bebé es ahora mi mayor impulso para ser lo mejor que puedo por nuestra familia.

A mi familia, les debo todo. Gracias por su apoyo constante, comprensión y palabras de aliento durante todo este proceso. Su amor y motivación fueron el motor que me impulsó a seguir adelante.

Mi gratitud también va para mi profesor guía, Eduardo Vidal, quien con su paciencia, sabiduría y orientación ha sido fundamental para la culminación exitosa de este prototipo.

También deseo agradecer a Alejandro Badilla, Félix Pizarro, Andrés Aránguiz, y Julia Cuevas, quienes con su comprensión y disposición estuvieron presentes en todo momento durante esta etapa universitaria, brindándome su ayuda en cada paso del camino.

“Encomienda a Jehová tus obras, y tus pensamientos serán afirmados.” Proverbios 16:3

RESUMEN

El prototipo de aceitunas de mesa presenta una propuesta de automatización para las etapas de cocido y lavado en la producción de aceitunas de mesa en el Valle de Aconcagua, Chile. El objetivo es optimizar un proceso que tradicionalmente se realiza de manera manual, lo cual provoca que no se alcance homogenización correcta del sabor, reducir costos y tiempos de producción manual que son alrededor de 2 a 3 días, lo cual es una causante de pérdidas de capital. La automatización propuesta busca esa mejora del proceso tradicional.

El desarrollo del prototipo automatizado se centra en la etapa de cocido, donde se elimina el alopurinol, el compuesto que causa el amargor de las aceitunas, y en la etapa de lavado, que asegura la neutralización del pH de la aceituna. Para lograrlo, de manera correcta con respecto al lavado tradicional se implementó una serie de elementos, los cuales se pueden automatizar.

Además, se incluyen cálculos detallados sobre la capacidad del equipo y el volumen de producción que puede manejar, tomando en cuenta las dimensiones de los contenedores y la cantidad de aceitunas procesadas. La propuesta de proyecto también aborda la evaluación técnica y económica de la viabilidad del sistema automatizado en comparación con el proceso manual tradicional, mostrando que el prototipo no solo es factible desde un punto de vista técnico, sino también rentable a corto plazo en lo económico, esto se puede ver con un ejemplo de un caso reflejado en un flujo de caja.

Con la automatización, se espera una reducción significativa de los tiempos 2 a 3 días por producción manual a 1 día y un incremento en la consistencia del producto final 70% de lo que se obtiene a un 90%, lo que permitirá atender una mayor demanda del mercado. Esto demuestra que la implementación de un sistema automatizado para las etapas críticas del proceso de producción de aceitunas de mesa es una solución eficiente y rentable.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVO ESPECIFICO	2
1 CAPITULO 1: ESTUDIO DEL ARTE	3
1.1 INDUCCIÓN A LAS ACEITUNAS DE MESAS Y PROCESOS PRODUCTIVOS EN GENERAL ...	4
1.1.1 PROCESO DE CURADO EN SALMUERA	6
1.1.2 PROCESO DE CURADO O COCIDO ALCALINOS (SODA CAUTICA)	7
1.1.3 PROCESO DE CURADO EN AGUA:	8
1.1.4 Procesos Complementarios Teñido Y Salificación	9
1.2 REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE PROCESOS AUTOMATIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ENFOQUE A LAS ACEITUNAS DE MESA.	9
1.3 EQUIPOS IMPLEMENTADOS EN LA INDUSTRIA ACEITUNAS DE MESA.....	11
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL DEL PROCESO	12
2 CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	13
2.1 SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN PARA DESARROLLAR EL PROTOTIPO DE ACEITUNA DE MESA 14	
2.1.1 SOLUCIÓN 1: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO ACEITUNAS CON AGITACIÓN SUAVE POR BURBUJAS	14
2.1.2 SOLUCIÓN 2: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO ACEITUNAS POR CIRCULACIÓN DE FLUIDO	14
2.1.3 SOLUCIÓN 3: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO ACEITUNAS CON ROTACIÓN ASPAS AL INTERIOR DEL DEPOSITO	15
2.1.4 ELECCIÓN FINAL: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO CON AGITACIÓN SUAVE POR BURBUJAS ..	15
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO LAS ACEITUNAS DE MESA.....	16
2.2.1 CÁLCULOS DE CANTIDAD DE PRODUCCIÓN DE ACEITUNAS DE MESA Y SUMINISTRO DE AGUA	16
2.2.2 CÁLCULO DEL PESO DE LAS ACEITUNAS EN EL VOLUMEN ÚTIL	17
2.2.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE ACEITUNAS	17
2.2.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA EN EL BIN	17
2.2.5 VOLUMEN TOTAL DISPONIBLE PARA AGUA Y ACEITUNAS	18
2.3 TECNOLOGÍAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO	19
2.3.1 PLC (Controlador Lógico Programable).....	19
2.3.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS	19
2.3.3 ESTRUCTURAS DE ACERO INOXIDABLE	19
2.3.4 SENSORES	19
2.3.5 DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DEL PROCESO BIN.....	20
2.4 DISEÑO CONCEPTUAL Y SELECCIÓN DE COMPONENTES CLAVE DEL SISTEMA AUTOMATIZADO	20

2.4.1	DISEÑO CONCEPTUAL	20
2.4.2	Diagrama De Flujo Del Proceso Creación De Aceituna De Mesa	22
2.5	DISEÑO DEL PROTOTIPO DE ACEITUNAS DE MESA	24
2.5.1	COMPONENTES DEL SISTEMA	24
2.5.2	CROQUIS DE PLANO DE CONJUNTO DEL EQUIPO AUTOMATIZACIÓN DE ACEITUNAS	48
2.5.3	TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES DEL PROTOTIPO DE ACEITUNAS DE MESA.....	49
2.6	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA.....	53
2.6.1	COMPRESOR PARA SUMINISTRO DE AIRE DEL PROYECTO	58
2.6.2	SELECCIÓN DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE	59
2.6.3	SELECCIÓN DE TIPO DE MODELO DE PROGRAMACIÓN EN EL PLC PARA EL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE ACEITUNAS	61
2.6.4	DESARROLLO DEL PROGRAMA EN CODESYS DE LAS ACEITUNAS DE MESA	61
2.6.5	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	63
2.6.6	DATOS: TABLA DE TORQUE DE PERNOS, TORNILLOS Y TUERCAS DEL EQUIPO.	63
2.7	SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO	64
2.7.1	COMPONENTES EN LA SIMULACIÓN	64
2.7.2	FLUJO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA PRESENTE EN LA SIMULACIÓN	66
2.7.3	SIMULACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO EN CODESYS PARA EVALUAR SU DESEMPEÑO .	67
2.7.4	PROCESO DE SIMULACIÓN	67
2.7.5	ETAPAS DE LA SIMULACIÓN.....	67
2.7.6	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.....	76
3	Capítulo 3: Evaluación técnica y económica del prototipo	77
3.1	EVALUACIÓN TÉCNICA	78
3.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	79
3.2.1	ANÁLISIS DE COSTOS ESTIMADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	79
3.2.2	Evaluación Técnica Del Prototipo A 10 Años	81
3.2.3	Flujo de caja.....	87
3.3	POSIBLES MEJORAS DEL PROTOTIPO	89
3.4	Impacto Potencial y Recomendaciones.....	89
	CONCLUSIÓN	90
	BIBLIOGRAFÍA	92
	ANEXOS.....	

Índice de ilustraciones

Ilustración 1- Cuerpo de la aceituna	4
Ilustración 2- Prototipo de Automatización de las aceitunas de mesa	21
Ilustración 3- Estructura Base Bin.....	24
Ilustración 4- Croquis Estructura base Bin.....	25
Ilustración 5- Croquis estructura base Bin	25
Ilustración 6- Bin Modificado	26
Ilustración 7- Croquis Bin Modificado.....	27
Ilustración 8- Plataforma cilindro neumático (Portador recipiente de lechada).....	27
Ilustración 9- Croquis Plataforma cilindro neumático (Portador recipiente de lechada)	28
Ilustración 10- Plataforma portadora de ducto de alimentación Hidráulico.....	29
Ilustración 11- Plataforma portadora de ducto de alimentación Hidráulico.....	29
Ilustración 12- Rejilla Bin	30
Ilustración 13- Croquis del componente rejilla interna de Bin 3.....	30
Ilustración 14- Croquis del componente rejilla interna de Bin 1.....	31
Ilustración 15- Croquis del componente rejilla interna de Bin 2.....	31
Ilustración 16- Croquis Soporte 1 rejilla Bin.....	32
Ilustración 17- Croquis del componente soporte 2 rejilla de technyl.....	33
Ilustración 18- Croquis Plataforma de ducto de alimentación Hidráulica.....	34
Ilustración 19- Plataforma de ducto de alimentación Hidráulica	34
Ilustración 20- Válvula antirretorno neumática.....	35
Ilustración 21- Distribuidor Neumático.....	35
Ilustración 22- Ensamble sistema de burbujas	36
Ilustración 23- Cilindro neumático alimentación de lechada	37
Ilustración 24- Croquis Deposito de lechada.....	37
Ilustración 25- Base protectora de sensores de nivel.....	38
Ilustración 26- Croquis Base protectora sensores.....	38
Ilustración 27- Croquis estructura de soporte de sensor 1	39
Ilustración 28- Croquis estructura de soporte de sensor 2.....	39
Ilustración 29- Sensor de nivel Hidráulico	40
Ilustración 30- Conjunto en perspectiva protector de sensor de nivel.....	40
Ilustración 31- Croquis ducto Hidráulico	41
Ilustración 32- Croquis Tuerca especial ducto de salida	42
Ilustración 33- Electroválvula Hidráulica.....	42
Ilustración 34- Ducto de salida válvula manual	43
Ilustración 35- Tuerca especial para ducto de válvula de salida	44
Ilustración 36- Válvula de pilotaje manual de bola.....	44
Ilustración 37- Electroválvula Neumática 5/2	45

Ilustración 38- Filtro Regulador	46
Ilustración 39- Compresor Neumático: Gladiator Pro-CE 710/220/50 100L 3HP 220V	46
Ilustración 40- Tablero eléctrico conjunto.....	47
Ilustración 41- Tablero neumático.....	47
Ilustración 42- Croquis de plano de conjunto del equipo automatización de aceitunas..	48
Ilustración 43- Croquis de plano de conjunto del equipo automatización de aceitunas..	48
Ilustración 44- Conjunto del equipo automatización de aceitunas	49
Ilustración 45-Representacion del prototipo automatizado de aceitunas de mesa	51
Ilustración 46- Base interior del prototipo automatizado de aceitunas de mesa	52
Ilustración 47- Electroválvula	54
Ilustración 48- Electroválvula neumática	55
Ilustración 49- Electroválvula hidráulica	55
Ilustración 50- Electroválvula neumática 2/2	56
Ilustración 51- electroválvula hidráulica	56
Ilustración 52- Compresor seleccionado Gladiator Pro-CE 710/220/50 100L 3HP 220V	58
Ilustración 53- PLC Mitsubishi FX5U	60
Ilustración 54- Fuente De Poder 24vdc 5a Riel Din Edr-120-24 Mean well.	60
Ilustración 55-Diagrama Ladder.....	61
Ilustración 56- Panel de instrumentos Codesys.....	62
Ilustración 57-Eschema de simulación en codesys del equipo de aceitunas de mesa	67
Ilustración 58-Panel referencial comandos de accionamiento prototipo del equipo de las aceitunas de mesa.	68
Ilustración 59- inicio del ciclo de cocido referente paso1 (equipo de aceitunas de mesa)	69
Ilustración 60- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 (1)	69
Ilustración 61- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 (2)	70
Ilustración 62- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 (3)	70
Ilustración 63- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 3 (1)	71
Ilustración 64- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa, referente al paso 3 (2)	72
Ilustración 65- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 4 ..	72
Ilustración 66- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 1 ..	73
Ilustración 67- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 ..	74
Ilustración 68- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 3(1)	75
Ilustración 69- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 3 (2)	75

Índice de Tablas

Tabla 1- Normas y Leyes chilenas que se deben considerar para la creación de prototipo de aceituna de mesa.	11
Tabla 2- Conjunto equipo automatización de aceitunas.	50
Tabla 3- Ensamble base interior completo Bin.	51
Tabla 4- Materiales Auxiliares.	53
Tabla 5- Diagrama de variables (Válvulas).	53
Tabla 6-Diagrama de Variables (Pulsadores y sensores).	54
Tabla 7- Referencias Pulsadores y Sensores.	62
Tabla 8- torque de pernos, tornillos y tuercas del equipo.	64
Tabla 9- Costos de mano de obra, costos de desarrollo y contingencias.....	80
Tabla 10- Costos generales y logística.	80
Tabla 11-Costos totales de fabricación.....	80
Tabla 12- Valor de venta de equipo.	81
Tabla 13- Datos de proyección ejemplo (1).	82
Tabla 14- Datos de ejemplo costos.	82
Tabla 15- Tabla de datos.	86
Tabla 16- Flujo de caja 1.	87
Tabla 17- Flujo de caja 2.	88
Tabla 18- VAN,TIR y Payback.	88

Esquemas

Esquema 1-Etapas en general del proceso de aceitunas de mesa	4
Esquema 2- Proceso de aceituna de mesa	12
Esquema 3- Proceso de aceitunas de mesa	16
Esquema 4- Diagrama de flujo del proceso creación de aceituna de mesa (Etapa Cocido)22	
Esquema 5- Diagrama de flujo del proceso creación de aceituna de mesa (Etapa Lavado)23	

INTRODUCCIÓN

Se procede abordar la propuesta de un prototipo para el proceso de producción de aceitunas de mesa en el valle de Aconcagua, con el fin de optimizar y mejorar la eficiencia del proceso tradicional manual de 75% a un 90% así resolver las falencias del proceso con respecto a la reducción del tiempo de los procesos de saborización, que son: cocido y lavado, que abarcan un total de 2 a 3 días de su confección manual a 1 día. Para la selección del prototipo se abordarán mediante 3 propuestas y la implementación de una ellas como el prototipo final de las aceitunas de mesa, tomando la decisión bajo una matriz de selección.

El proceso de producción de aceitunas de mesa en el valle de Aconcagua y en Chile, enfrenta problemas en la confección de las etapas de cocido y lavados, debido que el proceso manual puede variar en un tiempo 2 a 3 días con respecto a que persona lo fabrica, pero se tiene en cuenta que toma mucho tiempo realizarlo, con respecto para ser de consumo humano se entiende que las etapas de cocido y lavados, se realiza principalmente de manera manual, lo que resulta ineficiente aspectos de operaciones manuales como su agitación con una paleta para que soda penetre en la aceituna y tiempos exactos de cada uno de los lavados, se puede generar inconsistente en la calidad de cierta cantidad del producto final y altos costos de producción. Además, la falta de automatización limita la capacidad de producción y dificulta la estandarización del proceso. Con el propósito de superar los límites impuestos, se pretende que, al diseñar, desarrollar e implementar una propuesta de un prototipo de un sistema automatizado para que optimice el proceso de producción de aceitunas de mesa respecto a dos etapas más cruciales, las cuales son las más complejas y donde ocurre más tiempos muertos, que son el cocido y el lavado.

El alcance de esta propuesta se centra específicamente en la automatización de los procesos de cocido y lavado de las aceitunas de mesa. Lo que justifica la propuesta de un prototipo para ambas etapas del desarrollo de las aceitunas de mesa son los beneficios y ventajas que ofrece la automatización del proceso, mediante la eliminación de las tareas manuales y un control de los tiempos exactos, pero para llevar a cabo dicha propuesta se debe tener en cuenta la ley y norma en Chile respecto a la industria alimenticia, (Valdebenito Aliaga, N. (2006). Aceitunas de mesa chilena: Normativas y estándares de calidad. Fundación para la Innovación Agraria), conocimiento de lo que requiere el cliente y estudio de que es lo que se necesita para su construcción, etc.

Al ser automatizado el proceso, la tasa en porcentaje de consistencia de homogenización del cocido de la aceituna y neutralización del PH del producto final por el lavado son más exactos, llevándolo de que 100% del total de aceitunas se obtenga un 90% de ellas.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo para las etapas de cocido y lavado de aceitunas de mesa, con el fin de aumentar la productividad en la elaboración de las aceitunas para el consumo humano, mediante la automatización del proceso.

OBJETIVO ESPECIFICO

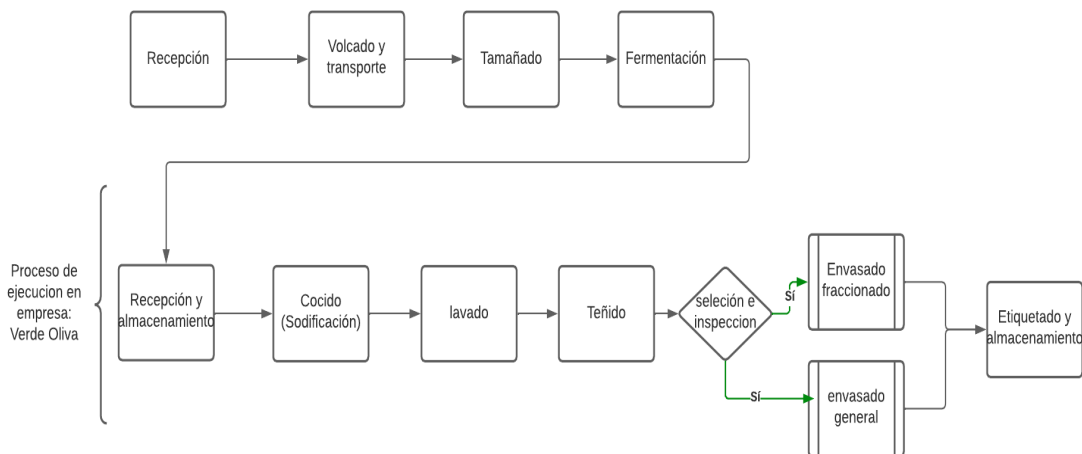
1. Realizar un estudio del proceso de las etapas de cocido y lavado de las aceitunas de mesa, que permita analizar y comprender la producción de aceitunas, mediante la recopilación de datos, especificaciones del proceso y normas aplicables.
2. Diseñar el prototipo automatizado para la fabricación de aceitunas de mesa, con el propósito de simular, presentar el equipo y su funcionamiento, mediante herramientas de diseño CAD, programación y técnicas de fabricación
3. Evaluar la viabilidad económica del prototipo, con el fin de analizar su factibilidad en comparación con el proceso manual, mediante su evaluación económica y el uso de herramientas de análisis financiero.

1 CAPITULO 1: ESTUDIO DEL ARTE

1.1 INDUCCIÓN A LAS ACEITUNAS DE MESAS Y PROCESOS PRODUCTIVOS EN GENERAL

La aceituna tiene un compuesto amargo, la oleuropeína, que debe ser eliminado por su fuerte sabor, aunque no daña la salud. Para ello, los tratamientos más usados son a base de una solución diluida de hidróxido sódico o potásico (también llamada lejía), salmuera y/o sucesivos lavados con agua. Otras características del fruto son su bajo contenido de azúcares (2,6 a 6%) y un elevado contenido en aceite, desde 12% a 30%, según estado de madurez y variedad. Tiene una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados, vitamina E, provitamina A, vitamina C, tiamina, aminoácidos esenciales y minerales, especialmente calcio y hierro. Además, posee un alto contenido de fibra y es bajo en proteínas.

Bajo toda la información de la aceituna se busca según su variedad sacar ese amargor, para llevarla a nuestra mesa, el cual las aceitunas de manera general pasan los siguientes procesos



Esquema 1-Etapas en general del proceso de aceitunas de mesa. Fuente: Propia

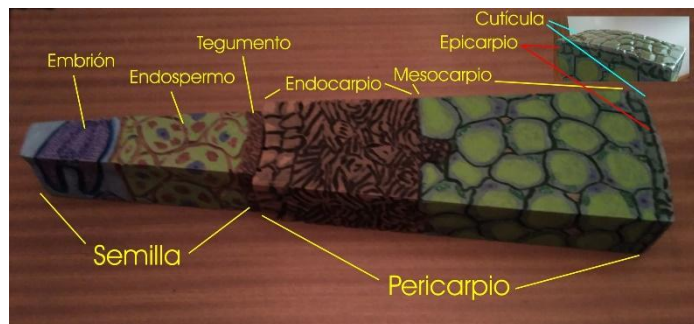


Ilustración 1- Cuerpo de la aceituna. Fuente: Preparación de aceitunas, Francisco tapia M.2001

Para el caso de aceituna verde:

De que se recolecta la a aceituna, se almacena, se fermenta y se lleva a la etapa de cocido, en esta etapa se saca el amargor de la aceituna dado a la oleuropeína que contiene. En la industria de las aceitunas, se utilizan diferentes procesos para reducir o eliminar el amargor de las aceitunas, esto las hace aptas para ser consumidas. Acá se especifican las diferentes metodologías.

1. **Proceso de curado en salmuera:** Este es uno de los métodos más utilizados. Las aceitunas se sumergen en una solución salina o salmuera durante un período de tiempo determinado el cual es largo. Durante el proceso, la salmuera penetra en las aceitunas, ayudando a eliminar parte del amargor y mejorar su sabor. Además de la sal, se pueden agregar otros ingredientes, como hierbas, especias o vinagre, para realzar el sabor. (12 a 20 días)
2. **Proceso de curado alcalino:** En este método, las aceitunas se sumergen en una solución alcalina, que puede incluir soda cáustica o hidróxido de potasio. El alcalino ayuda a neutralizar los compuestos amargos presentes en las aceitunas. Después del curado alcalino, las aceitunas se lavan y se someten a procesos de fermentación o enjuague para eliminar el exceso de alcalinidad. (4 a 8 horas)
3. **Proceso de curado en agua:** En este proceso, las aceitunas se sumergen en agua durante un período de tiempo más largo, generalmente varias semanas o meses. El agua se cambia periódicamente para eliminar compuestos amargos y mejorar el sabor de las aceitunas. Este método puede requerir más tiempo que otros procesos, pero puede resultar en aceitunas con un sabor más suave. (4 a 6 semanas) se puede extender más si se busca más suave el sabor.

Se debe tener presente que la duración y los tiempos de cada método pueden variar dependiendo del tipo de aceituna y calibre, la preferencia del productor y la tradición de la regional. Además, otros métodos pueden requerir pasos adicionales para su producción.

1.1.1 PROCESO DE CURADO EN SALMUERA

1. **Selección de aceitunas:** En esta etapa, se seleccionan aceitunas maduras y de buena calidad para el curado. Se descartan aquellas dañadas o con imperfecciones visibles.
2. **Lavado inicial:** Las aceitunas se lavan con agua para eliminar cualquier suciedad o impurezas superficiales.
3. **Incisión o quebrado:** se realizan incisiones o cortes a la aceituna. Esto ayuda a que la salmuera penetre en las aceitunas y acelere el proceso de curado.
4. **Preparación de la salmuera:** Se prepara una solución salina o salmuera mezclando sal con agua. La concentración de sal puede variar según la preferencia y el tipo de aceitunas, pero suele estar entre el 8% y el 12%.
5. **colocar en la salmuera:** Las aceitunas se sumergen completamente en la salmuera, ya sea en depósitos o recipientes adecuados. Se debe asegurar que todas las aceitunas estén cubiertas por la salmuera.
6. **Fermentación y curado:** Durante esta etapa, las aceitunas se dejan en la salmuera durante un período de tiempo determinado por quien lo elabora, que puede variar desde varias semanas. Durante este tiempo, ocurren cambios químicos y biológicos en las aceitunas, lo que ayuda a reducir el amargor y mejorar el sabor.
7. **Cambio de salmuera:** Periódicamente, se realiza un cambio parcial o total de la salmuera para eliminar los compuestos amargos y mantener la frescura del proceso de curado.
8. **Control de calidad:** Durante todo el proceso de curado, se realizan controles de calidad para verificar la textura, sabor y apariencia de las aceitunas curadas.

9. **Enjuague final:** Después del período de curado, las aceitunas se lavan con agua para eliminar el exceso de salmuera y prepararlas para el consumo.

1.1.2 PROCESO DE CURADO O COCIDO ALCALINOS (SODA CAUTICA)

1. **Preparación de las aceitunas:** se escogen las aceitunas correspondientes estas se dejan en un recipiente donde serán tratadas.
2. **Preparación de la solución alcalina:** Se prepara una solución alcalina utilizando un agente alcalino, como soda cáustica (hidróxido de sodio) o hidróxido de potasio, mezclado con agua. La concentración de la solución alcalina puede variar según el tipo de aceitunas y la preferencia del encargado.
3. **Colocar en la solución alcalina:** Las aceitunas se sumergen completamente en la solución alcalina preparada. Es importante asegurarse de que todas las aceitunas estén completamente cubiertas por la solución.
4. **Tiempo de curado:** El tiempo de curado en la solución alcalina varía según el tipo de aceitunas y el nivel de amargor deseado. Generalmente, las aceitunas se dejan en la solución alcalina durante varias horas, dependiendo de la intensidad del amargor inicial y el sabor final deseado.
5. **Control de la alcalinidad:** Durante el proceso de curado, se debe monitorear regularmente la alcalinidad de la solución. Esto asegura que la concentración de la solución alcalina se mantenga adecuada para la aceituna.
6. **Lavado y enjuague:** Después de la etapa de curado alcalino, las aceitunas se lavan con agua abundante para eliminar la solución alcalina y neutralizar cualquier residuo remanente. El lavado y enjuague ayudan a eliminar el exceso de alcalinidad y preparan las aceitunas para el siguiente proceso y el pH de la aceituna sea igual al del agua.

Es importante tener en cuenta que el curado alcalino debe realizarse con precaución y siguiendo las buenas prácticas de seguridad alimentaria. El exceso de alcalinidad puede afectar negativamente el sabor y la textura de las aceitunas. Por lo tanto, es esencial controlar

cuidadosamente el proceso y llevar a cabo enjuagues adecuados para garantizar que las aceitunas estén listas para su consumo humano.

1.1.3 PROCESO DE CURADO EN AGUA:

1. **Selección de las aceitunas:** Se seleccionan aceitunas maduras y de buena calidad para el curado en agua. Se descartan aquellas con daños visibles o defectos.
2. **Lavado inicial:** Las aceitunas se lavan con agua para eliminar cualquier suciedad o impurezas superficiales.
3. **colocar en agua:** Las aceitunas se sumergen completamente en agua limpia y potable. Es importante asegurarse de que todas las aceitunas estén completamente cubiertas por el agua.
4. **Cambio periódico de agua:** Durante el proceso de curado en agua, se realiza un cambio periódico del agua para eliminar los compuestos amargos de las aceitunas. La frecuencia de los cambios de agua puede variar según el tipo de aceitunas y el nivel de amargor deseado.
5. **Duración del curado:** Las aceitunas se dejan sumergidas en agua durante un período prolongado, que puede variar desde varias semanas hasta varios meses. Durante este tiempo, el agua ayuda a reducir el amargor de las aceitunas, suavizando su sabor.
6. **Control de calidad:** Durante el proceso de curado, se realizan controles de calidad para verificar el sabor y la textura de las aceitunas. Se pueden tomar muestras periódicas para evaluar la reducción del amargor y determinar cuándo se ha alcanzado el sabor deseado.
7. **Enjuague final:** Después de completar el tiempo de curado en agua, las aceitunas se enjuagan con agua fresca para eliminar cualquier residuo y prepararlas para su envasado o procesamiento posterior.

El curado en agua es un proceso más lento en comparación con los otros métodos. Sin embargo, puede resultar en aceitunas con un sabor más suave y menos amargo. El tiempo de

curado puede variar según el tipo de aceitunas y las preferencias del productor. Durante todo el proceso, es esencial mantener un ambiente limpio y garantizar la calidad del agua utilizada.

1.1.4 Procesos Complementarios Teñido Y Salificación

Dado a estos tres tipos y curado de aceitunas que se explican de manera brevemente.

Después dependiendo del cliente las aceitunas pasan un proceso de teñido dependiendo si el consumidor las requiere así o no.

Cada tipo de aceituna requerida aceituna pasa un proceso de salificación y conservación en el empaquetado en barriles o potes.

1.2 REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE PROCESOS AUTOMATIZADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ENFOQUE A LAS ACEITUNAS DE MESA.

Las normas técnicas nacionales buscan que se hagan los procesos de manera sanitaria, que cumplan márgenes de calidad basados en la misma normativa y todos los aspectos relacionados con la cosecha, recepción, implementación, conservación, calibración y comercialización de las aceitunas de mesa chilenas. Se consideran las variedades existentes, así como las nuevas plantaciones y los tipos de preparaciones industriales.

Toda la información se enfoca en la recopilación, sistematización y análisis de diversas normas, entre las cuales se incluyen las siguientes:

- Normas cualitativas del Consejo Oleícola Internacional (COI) para el comercio internacional de las aceitunas de mesa, abarcando variedades, preparaciones y mercados de destino.
- Normas chilenas del Instituto de Normalización (INN), especialmente la NCH ISO 9000, que trata sobre sistemas de gestión de calidad y mejoramiento de procesos en empresas, y la NCH ISO 14000, que brinda guías de operación para el manejo ambiental en la producción olivícola.

- Normas del Servicio de Salud que se relacionan con la calidad del agua, el monitoreo de aguas residuales y la calidad de las aceitunas de mesa.
- Reglamentos e indicadores prácticos para determinar el índice de madurez, las etapas de la cosecha y el control de aguas residuales, incluyendo el lavado y la neutralización de sodas.

Toda esta normativa tiene un enfoque a los productores de la cadena olivícola en Chile, incluyendo minifundios, explotaciones medianas y grandes huertos. La calidad y homogeneidad de los productos, cumpliendo con estándares organolépticos y sanitarios.

Norma/Ley	Descripción	Implementación en empresa de aceitunas
Ley de Alimentación (Ley N° 20.606)	Regula la composición nutricional, etiquetado y publicidad de alimentos, así como el uso de aditivos y contaminantes	Cumplir con los requisitos de etiquetado y publicidad en los envases de aceitunas de mesa
Decreto Supremo N° 977/96	Reglamento Sanitario de los Alimentos.	Cumplir con los requisitos sanitarios y de calidad establecidos en el reglamento para la producción de aceitunas de mesa.
Norma NCh 2861	Principios generales de higiene en la manipulación de alimentos.	Mantener las instalaciones y equipos de procesamiento de aceitunas limpios y desinfectados.
Norma NCh 3262 Requisitos de buenas prácticas de manufactura en la elaboración de alimentos		. Establecer procesos y procedimientos de producción que cumplan con las buenas prácticas para las aceitunas de mesa.
Norma NCh 409	Límites permisibles de calidad del agua destinada al consumo humano.	Utilizar agua de calidad adecuada en el procesamiento y lavado de las aceitunas
Norma NCh 2810	Requisitos de diseño e instalación de sistemas de	Contar con sistemas adecuados de ventilación y

	ventilación y aire acondicionado.	aire acondicionado en las áreas de procesamiento de aceitunas.
Norma NCh 2425	Requisitos de trazabilidad en la cadena de producción y distribución de alimentos	Implementar un sistema de trazabilidad para poder rastrear el origen y destino de las aceitunas de mesa.
Norma NCh 2870	Requisitos para el control y monitoreo de plagas en la industria de alimentos.	Implementar medidas preventivas y correctivas para evitar la presencia de plagas en la planta de procesamiento.
Norma NCh 3263	Requisitos de diseño y construcción de equipos y utensilios en contacto con alimentos	Utilizar equipos y utensilios que cumplan con los requisitos de higiene y seguridad alimentaria.
Norma NCh 3264	Requisitos para el control de alérgenos alimentarios.	Implementar medidas para identificar y evitar la contaminación cruzada con alérgenos en el procesamiento de aceitunas.

Tabla 1- Normas y Leyes chilenas que se deben considerar para la creación de prototipo de aceituna de mesa. Fuente: Internet

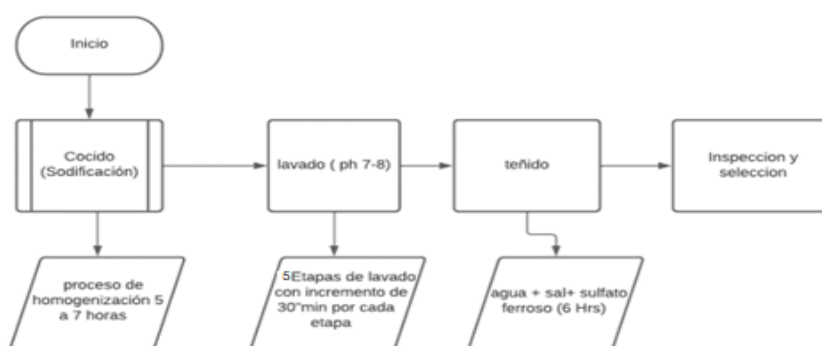
1.3 EQUIPOS IMPLEMENTADOS EN LA INDUSTRIA ACEITUNAS DE MESA

Se realizará una revisión exhaustiva de literatura para comprender las tecnologías de automatización disponibles y su aplicabilidad en la industria alimentaria esto se presentará en anexos. Se analizarán estudios de casos similares de automatización de procesos en el sector alimentario.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas de procesamiento de aceitunas de mesa en valle de Aconcagua se enfrentan a desafíos críticos en el proceso de producción, El dueño de la empresa procesa alrededor de un Bin cada 2 a 3 días de aceitunas, su problemática va particularmente en la eliminación del alopurinol con un proceso de sodificación, en el caso de la producción de aceitunas de mesa, que busca extraer el amargor de la aceituna, así como en el control del pH durante el proceso de lavado. Estas etapas manuales generan inconsistencias en la calidad, consumo de tiempo en la mano de obra y problemas en el control de los parámetros críticos. Esto se debe que al ser de manera manual ocurre que se debe estar pendiente de cada etapa y sobre todo en la etapa de cocido deben estar con una paleta gigante revolviendo las aceitunas cada 30 a 45

min por 2 min por alrededor de 6 horas, esto provoca que la soda penetre de manera correcta en la aceituna, sin embargo, hay aceitunas las cuales no reciben la sodificación necesaria para sacar su amargor, sin contar las aceitunas que se lastiman debido a este trabajo de manera manual obteniendo alrededor de un 70%. Del total de aceitunas aptas para consumo humano. En el caso del lavado solo se dejan reposando de manera natural en agua y se hace el cambio del agua de manera incremental en 30 min cada ciclo siendo un total de 5 ciclos.



Esquema 2- Proceso de aceituna de mesa. Fuente: Propia

1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL DEL PROCESO

La automatización del proceso completo, desde la sodificación para eliminar el alopurinol y los 5 lavados de agua para eliminar la soda y ajustar el pH. Se considerarán las implicaciones en la calidad del producto son solo 70 % del total de producción y la eficiencia general del proceso es de moderada a baja porque depende netamente del control humano.

2 CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO

2.1 SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN PARA DESARROLLAR EL PROTOTIPO DE ACEITUNA DE MESA

Se comprende que el sistema para fabricar aceitunas de mesa de manera manual se encuentra con inconvenientes, pero bajo 3 propuestas de soluciones que puedan dar una solución para resolver las falencias manuales, de estas 3 soluciones se elegirá una, la cual se desarrollara de manera meticulosa y exhaustiva.

2.1.1 SOLUCIÓN 1: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO ACEITUNAS CON AGITACIÓN SUAVE POR BURBUJAS

Este sistema utiliza un tanque o deposito con inyectores de aire con válvulas antirretorno neumáticas las cuales crean burbujas para agitar las aceitunas suavemente durante el cocido y lavado. Las burbujas generan un movimiento uniforme que permite la penetración de la solución alcalina en la etapa de cocido y un enjuague completo durante el lavado, sin ejercer presión directa sobre las aceitunas.

Ventajas: El movimiento suave minimiza el riesgo de dañar las aceitunas.

Las burbujas aseguran una distribución uniforme de la solución y del agua en el tanque.

Permite que al ser de manera controlada obtener un pH más estable del fruto.

Desventajas: El sistema puede requerir un control cuidadoso de los niveles de aire para mantener la intensidad de agitación adecuada y evitar golpes que dañen el fruto.

2.1.2 SOLUCIÓN 2: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO ACEITUNAS POR CIRCULACIÓN DE FLUIDO

En esta alternativa, las aceitunas se colocan dentro de un depósito el cual las recubre completamente, este consta de dos mallas que protegen la entrada y la salida del agua y a través de una bomba hidráulica la cual hará recircular el agua en el sistema entrando y saliendo al mismo tiempo y así obteniendo una agitación continua.

Ventajas:

- Menor riesgo de que las aceitunas se golpeen entre sí, ya que no hay movimiento directo del fruto.
- Fácil mantenimiento y limpieza de los componentes.

Desventajas:

- Puede requerir un sistema de reciclaje de agua para minimizar el consumo durante los lavados, lo que aumenta el costo inicial del equipo
- Control del flujo y presión agua puede dañar la superficie de las aceitunas.

2.1.3 SOLUCIÓN 3: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO ACEITUNAS CON ROTACIÓN ASPAS AL INTERIOR DEL DEPOSITO

Este sistema utiliza un tambor en el que las aceitunas se colocan para rotar lentamente en la solución alcalina durante el cocido y en agua durante el lavado. La rotación es controlada a baja velocidad con aspas internas para que las aceitunas se muevan internamente y para permitir una distribución uniforme del líquido sin someter a las aceitunas a movimientos bruscos.

Ventajas:

- Rotación controlada evita que el fruto se dañe por golpes o abrasión.
- Permite un fácil drenaje del líquido entre ciclos de cocido y lavado.
- La rotación lenta asegura una cobertura uniforme y facilita el enjuague del producto.

Desventajas:

- La configuración del tambor puede tener problemas a la hora de querer sacar el fluido con una electroválvula.
- La velocidad de rotación debe calibrarse cuidadosamente para evitar daños en la textura del fruto.

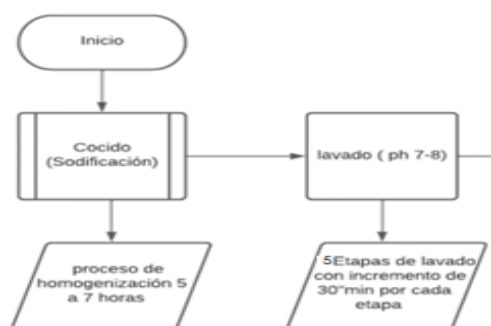
2.1.4 ELECCIÓN FINAL: SISTEMA DE COCIDO Y LAVADO CON AGITACIÓN SUAVE POR BURBUJAS

El sistema de agitación por burbujas es el más adecuado para proteger la integridad del fruto, ya que la agitación es menos agresiva y se puede ajustar la presión neumática. Además, esta

tecnología permite una cobertura completa del fruto, asegurando una vibración en cada uno de los frutos, lo que hace más eficaz del cocido y un enjuague consistente durante el lavado.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO LAS ACEITUNAS DE MESA.

Los principales requisitos, especificaciones para la ejecución y estructuración del modelo ha automatizar para las aceitunas de mesa, debe cumplir las siguientes etapas ya nombradas anteriormente.



Esquema 3- Proceso de aceitunas de mesa. Fuente: Propia

Las etapas que se buscan automatizar son: el cocido (sodificación) y el lavado (5 lavados). Ya que la aceituna que se desarrolla en el valle de Aconcagua es la sevillana (Azapata).

2.2.1 CÁLCULOS DE CANTIDAD DE PRODUCCIÓN DE ACEITUNAS DE MESA Y SUMINISTRO DE AGUA

Se debe considerar la cantidad de kilos de aceitunas y consumo de agua en el proceso para dependiendo del calibre y tipo de aceitunas a elaborar.

Para un tipo de calibre medio alrededor de 125 a 140 aceitunas en un kilo se elabora el siguiente calculo:

la cantidad de aceitunas que se pueden acomodar en un Bin se considera con 130 aceitunas por kilo, se utilizan los siguientes datos:

- Dimensiones del Bin: 77 cm (alto) x 122 cm (ancho) x 122 cm (largo)

- Volumen máximo del Bin: 857 litros
- Capacidad máxima de peso del Bin: 450 kg
- Número de aceitunas por kilo: 130 aceitunas
- Porcentaje de uso del Bin: 70%

Se calcula el volumen que efectivamente se utilizará en el Bin, dado que se usará al 70% de su capacidad total, debido a sus modificaciones y por seguridad se considera este parámetro:

Volumen útil= 857 litros x 0.70=599.9 litros es el volumen útil de trabajo

Esto significa que al utilizar el 70% del volumen total del Bin, estaremos ocupando 599.9 litros.

2.2.2 CÁLCULO DEL PESO DE LAS ACEITUNAS EN EL VOLUMEN ÚTIL

Dado que el Bin tiene una capacidad máxima de 450 kg para su volumen total de 857 litros, podemos calcular el peso proporcional de las aceitunas que caben en los 599.9 litros ocupados:

$$\text{Peso proporcional en el volumen útil} = (599.9 \frac{\text{litros}}{857} \text{ litros}) \times 450 \text{ kg} = 315.3 \text{ kg}$$

Por lo tanto, en el volumen útil de 599.9 litros, se pueden acomodar aproximadamente 315.3 kg de aceitunas de un calibre medio.

2.2.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE ACEITUNAS

Finalmente, para calcular el número total de aceitunas que caben en el Bin, multiplicamos el peso calculado por el número de aceitunas por kilo:

$$\text{Numero de aceitunas} = 315.3 \text{ kg} \times 130 \text{ aceitunas/kg} = 40,989 \text{ aceitunas},$$

Esto significa que en el volumen útil del Bin se podrían acomodar aproximadamente 40,989 aceitunas.

Esta estimación de 40.989 aceitunas que son alrededor de 315,3 kg de aceitunas son referenciales a la producción estimada del equipo considerando un calibre de tipo medio.

2.2.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA EN EL BIN

Para determinar la cantidad de agua que podría entrar en un Bin con aceitunas, consideramos los siguientes parámetros:

- Volumen total del Bin: 857 litros
- Porcentaje de uso del Bin con aceitunas: 70% (599.9 litros)
- Porcentaje de llenado total del Bin: 80%
- Número de aceitunas por kilo: 130 aceitunas
- Espacio vacío entre las aceitunas: Aproximadamente 30% del volumen ocupado por las aceitunas, debido a los espacios intersticiales.

2.2.5 VOLUMEN TOTAL DISPONIBLE PARA AGUA Y ACEITUNAS

Se calcula el volumen total que ocuparán las aceitunas y el agua al llenar el Bin hasta el 80% de su capacidad:

$$\text{Volumen total ocupado (agua + aceitunas)} = 857 \text{ litros} \times 0.80 = 685.6 \text{ litros}$$

Esto significa que, al llenar el Bin hasta el 80% de su capacidad, se ocuparán 685.6 litros en total, combinando agua y aceitunas.

ESPACIO VACÍO ENTRE LAS ACEITUNAS

Las aceitunas no ocupan un volumen completamente sólido debido a los espacios vacíos que quedan entre ellas. Para estimar este espacio vacío, consideramos que aproximadamente el 30% del volumen total ocupado por las aceitunas es espacio que puede llenarse con agua:

$$\text{Espacio vacío entre aceitunas} = 599.9 \text{ litros} \times 0.30 = 179.97 \text{ litros}$$

Los 599.9 litros ocupados por aceitunas, 179.97 litros están disponibles para ser llenados con agua debido a los espacios vacíos.

VOLUMEN DE AGUA QUE PODRÍA ENTRAR EN EL BIN

Se determina que el volumen de agua que puede entrar en el Bin, se considera que el Bin se llena hasta el 80% de su capacidad y que parte de ese volumen ya está ocupado por aceitunas:

$$\begin{aligned} \text{Volumen disponible para agua} &= 685.6 \text{ litros} - 599.9 \text{ litros} + 179.97 \text{ litros} \\ &= 265.67 \text{ litros} \end{aligned}$$

La estimación al llenar el Bin hasta el 80% de su capacidad total y considerando el espacio vacío entre las aceitunas, se pueden agregar aproximadamente 265.67 litros de agua.

En un escenario donde un Bin de 857 litros se llena al 70% con aceitunas, si se desea incrementar el llenado hasta el 80% de la capacidad total, se podrían agregar alrededor de 265.67 litros de agua en los espacios vacíos que quedan entre las aceitunas.

2.3 TECNOLOGÍAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

Se toma en cuenta con respecto al proceso de automatizar los sistemas de aceitunas de mesa lo siguiente:

2.3.1 PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)

El PLC se utiliza como el núcleo central del sistema de control, permitiendo la programación y supervisión de las operaciones.

Ventajas: Flexibilidad en la programación, capacidad para integrar múltiples dispositivos y sensores, y fiabilidad en entornos industriales.

Aplicación: Control preciso de procesos como cocido y lavado de las aceitunas, por su versatilidad y adaptabilidad a los procesos.

2.3.2 SISTEMAS NEUMÁTICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS

Se consideran en el proceso de automatización en el proceso de cocido y lavado, debido a su versatilidad de usos.

Ventajas: regulación de los movimientos de salida, respuesta rápida, adecuación para ambientes con presencia de humedad y alimentaria, simplificación de procesos manuales.

Aplicación: principal aplicación en el proceso actuadores, válvulas repuestas rápida y comunicación con PLC

2.3.3 ESTRUCTURAS DE ACERO INOXIDABLE

Utilizadas en la construcción de máquinas y equipos debido a su resistencia a la corrosión y facilidad de limpieza.

Ventajas: Cumplimiento de normas sanitarias, durabilidad y reducción del riesgo de contaminación.

2.3.4 SENSORES

Monitorean y controlan el nivel de líquidos y la posición de actuadores.

Ventajas: Mejoran la precisión del control, previenen desbordamientos y aseguran la operación segura de los cilindros neumáticos.

Aplicación: Control de niveles de líquido en tanques y monitoreo de la posición de cilindros en dispositivos de transporte.

2.3.5 DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO DEL PROCESO BIN

Principal funcionamiento almacenar las aceitunas para sus respectivos procesos.

Ventajas: Al ser un Bin de material polietileno de alta calidad muy utilizado en el área de alimentación y fabricación de alimentos, para conservar alimentos.

Aplicación: almacenaje de alimentos, en específico aceitunas.

Base a todo lo mencionado anteriormente este enfoque engloba para el proceso una mejor forma de enfrentar las circunstancias de automatización y homogenización en las aceitunas. Base a lo mencionado lo principal es bajar los tiempos de producción y que al implementar los componentes se pueda hacer escalable el prototipo.

2.4 DISEÑO CONCEPTUAL Y SELECCIÓN DE COMPONENTES CLAVE DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

2.4.1 DISEÑO CONCEPTUAL

Descripción del sistema:

El sistema se compone de un equipo el cual se basa en la creación de aceitunas de mesa, con la finalidad de sacar el alopurinol de la aceituna a través de la soda caustica. Este proceso se compone principalmente de una estructura la cual lleva un Bin modificado y sus diferentes componentes. Al accionar un pulsador este equipo hará la etapa de cocido la cual sacara el alopurinol de la aceituna en ciclos los cuales los primeros 15 min un baño de burbujas creadas por las válvulas antirretorno harán que vibre la aceituna y así se cosa de manera homogénea y 45 min de reposos, este proceso se debe repetir durante 5 ciclos, los cuales abarcaran un tiempo total de 5 horas.

La siguiente etapa se encarga de lavar las aceitunas de mesa en el equipo buscando que las aceitunas de mesa alcancen un pH neutro al igual que el agua pH7, se harán un total de 5 lavados los cuales irán incrementando en 30 min respecto al ciclo inicial, y siempre al inicio del ciclo harán baño de burbujas por 15 min accionado por las válvulas antirretorno, por cada lavado debe llenarse el depósito de las aceitunas (Bin) y una vez cumplido un ciclo completo ($[30+a] + 15 \text{ min}$) donde a es: (30 min incremental por ciclo completo, se procede a vaciar el depósito.

Tener en cuenta que el proceso tiene un pulsador solo para hacer la etapa de cocido, un pulsador dos para la etapa de lavado, otro pulsador que hace todas las etapas en serie. Se tiene en cuenta la parada de emergencia a la hora de cualquier inconveniente en el equipo, pulsador de Reset del sistema y un pulsador para detener el sistema en caso de cualquier inconveniente.

Se tiene en cuenta que a la hora de comenzar el ciclo después de cualquier inconveniente si un cilindro neumático queda extendido, en el programa se especifica para que este vuelva a su posición inicial y comienza nuevamente el ciclo.

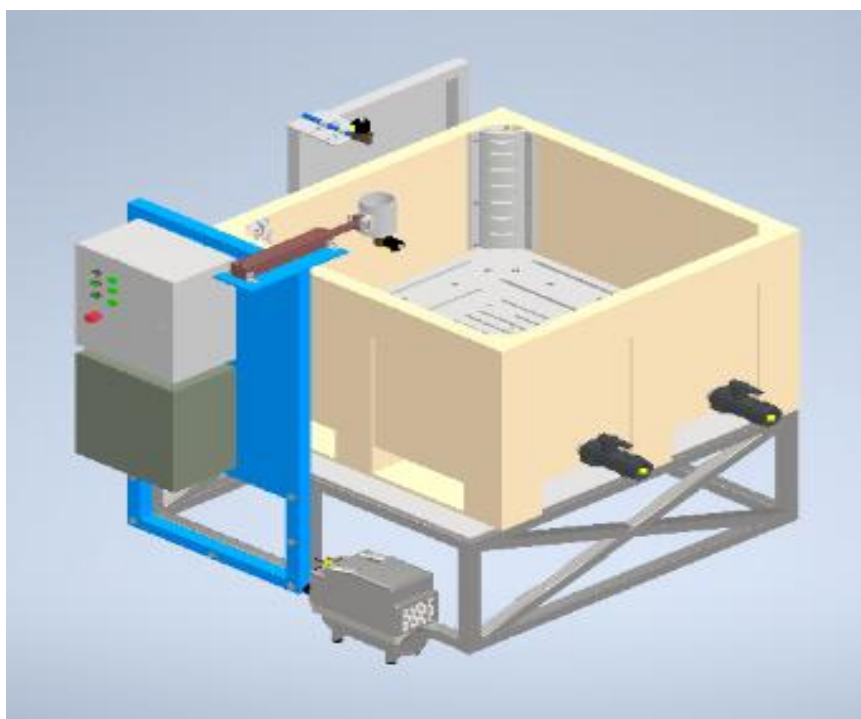
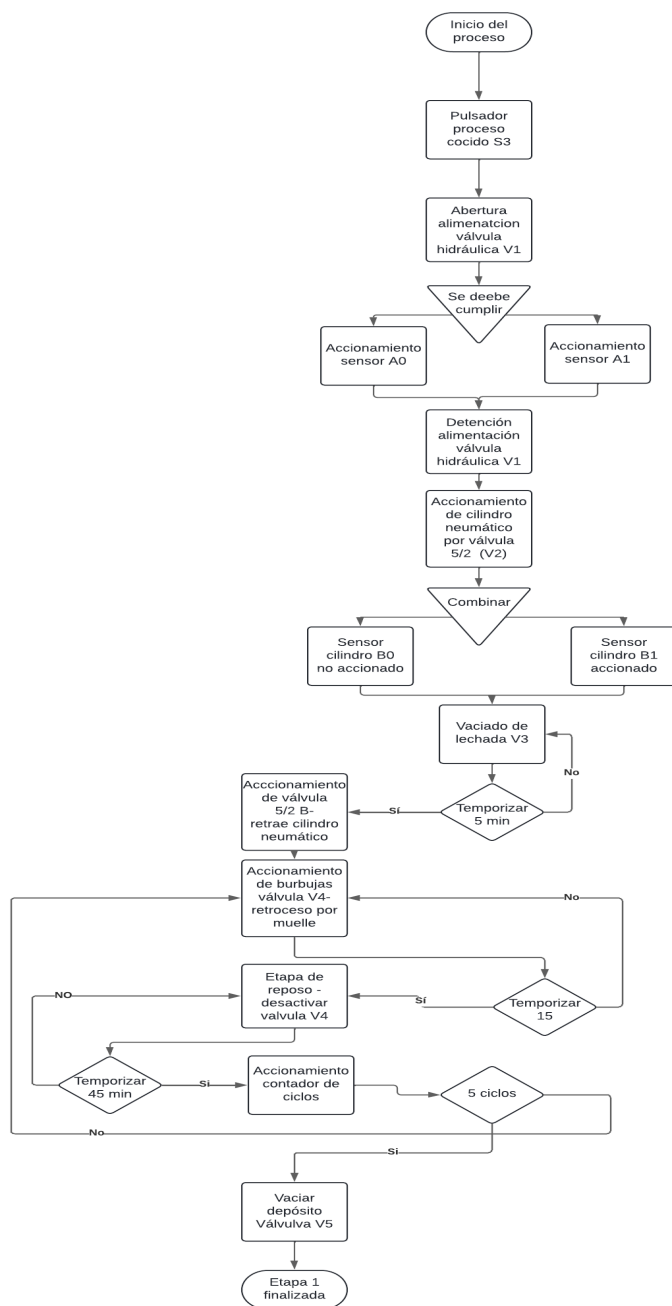


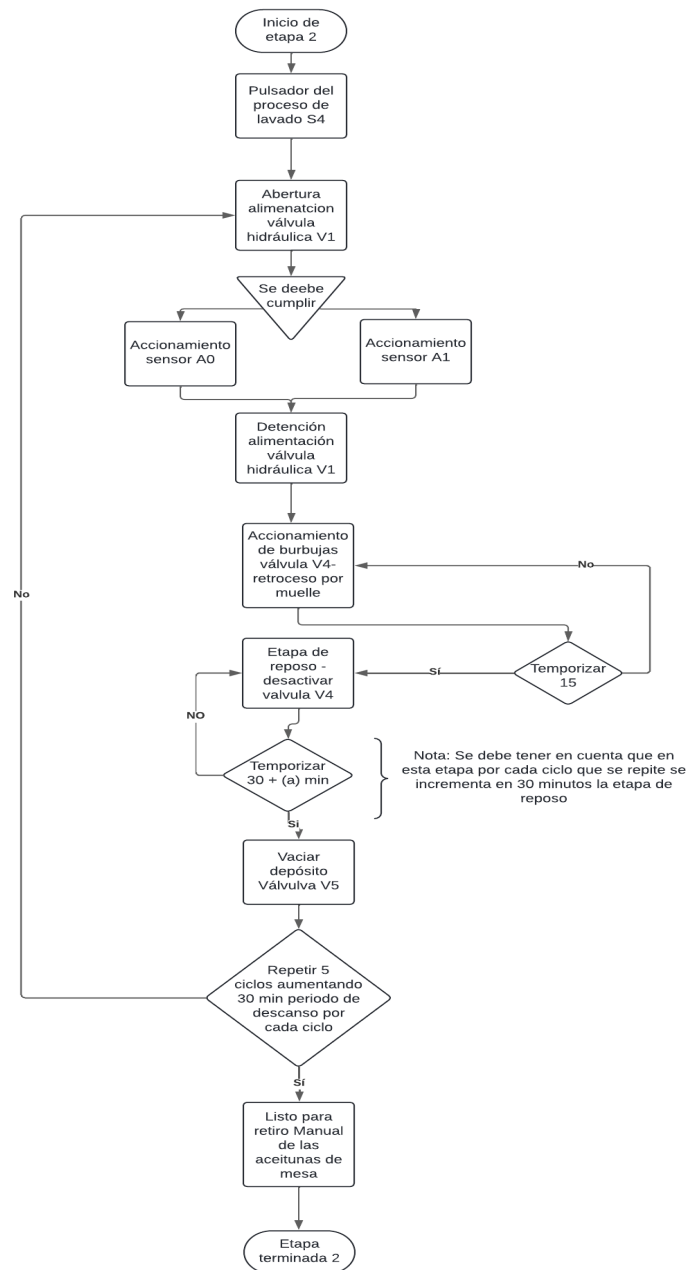
Ilustración 2- Prototipo de Automatización de las aceitunas de mesa. Fuente: Propia

2.4.2 Diagrama De Flujo Del Proceso Creación De Aceituna De Mesa



Esquema 4- Diagrama de flujo del proceso creación de aceituna de mesa (Etapa Cocido).

Fuente: Propia



Esquema 5- Diagrama de flujo del proceso creación de aceituna de mesa (Etapa Lavado.)
Fuente: Propia

El diagrama de flujo propuesto se basa en el proceso de cocido accionado por el pulsador S3 el cual ejerce que se haga solo esta etapa del proceso. El diagrama de flujo propuesto se basa en el proceso de lavados accionado por el pulsador S4 el cual ejerce que se haga solo esta etapa del proceso.

2.5 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE ACEITUNAS DE MESA

2.5.1 COMPONENTES DEL SISTEMA

ESTRUCTURA BASE BIN

Función: Es poder soportar el Bin (depósito de almacenaje de aceitunas) y todas las estructuras complementarias necesarias para el proceso.

Especificaciones técnicas: Material (acero inoxidable 304L), capacidad de carga 2 ton, resistencia a la corrosión cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos.

Componentes utilizados en fabricación Base Bin:

- Perfiles acero Inoxidable 304 LAISC 2x2x1/8 pulgadas
- Plancha de acero inoxidable 304L - 5MM espesor
- Trabajos de soldadura

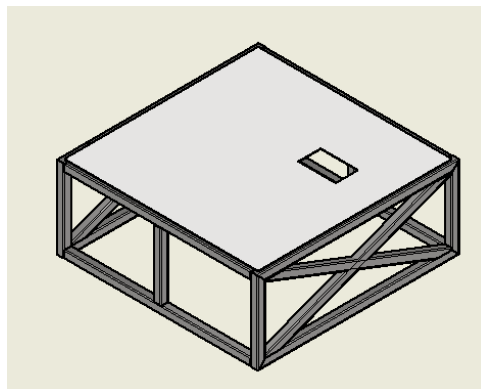


Ilustración 3- Estructura Base Bin. Fuente: Propia

Croquis del componente estructura de base Bin

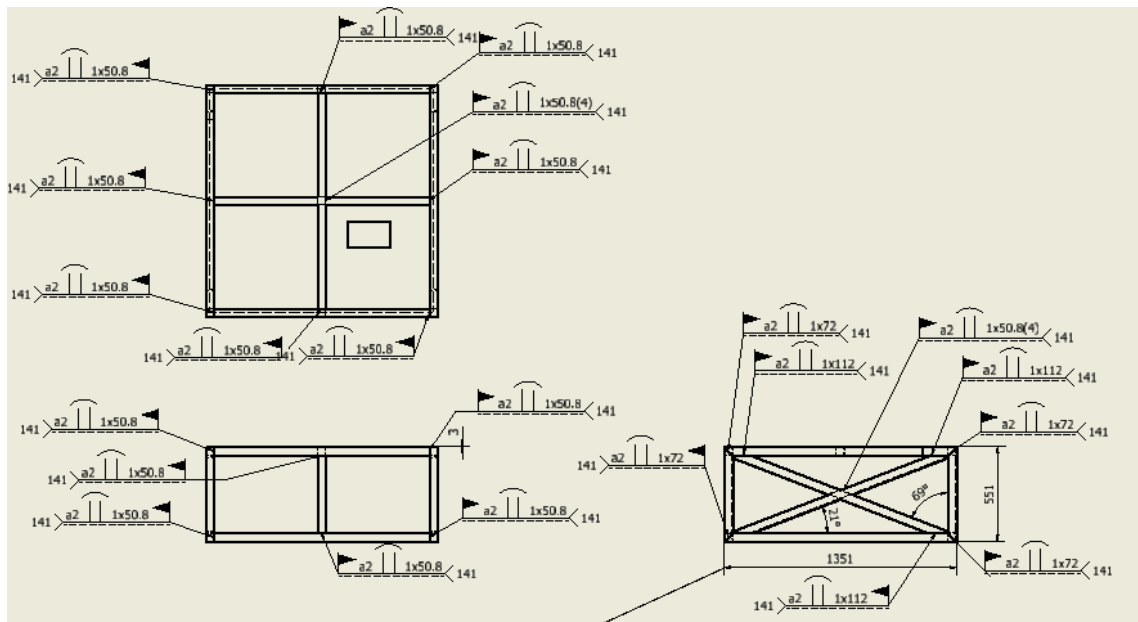


Ilustración 4- Croquis Estructura base Bin. Fuente: Propia

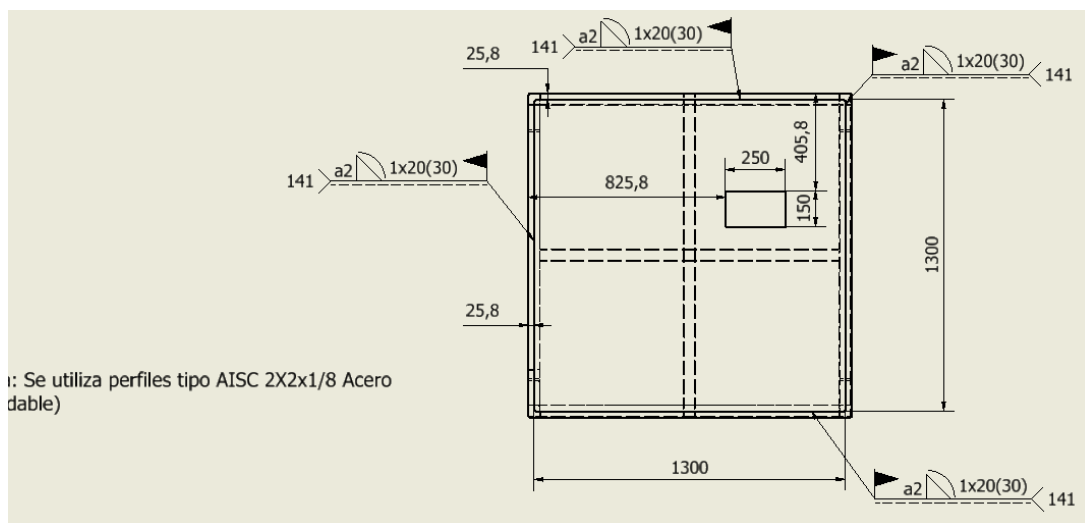


Ilustración 5- Croquis estructura base Bin. Fuente: Propia

BIN MODIFICADO

Función: Recepción de las aceitunas que se procesaran en su interior para las dos etapas a efectuar (Cocido y lavado).

Especificaciones técnicas: Material (Polietileno de alta densidad), capacidad de carga Max 600 kilos, carga promedio de 450 Kilos, no corrosivo, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos.

Modificaciones del Bin:

La vista A especifica las perforaciones para las llaves monomando hidráulicas, las cuales se usan para drenaje manual.

La vista B-H especifica las perforaciones métricas M8 de las protecciones de los sensores de nivel.

Se especifica en la vista de detalle C-D las perforaciones roscadas M4 para las bases de sujeción de los sensores de nivel.

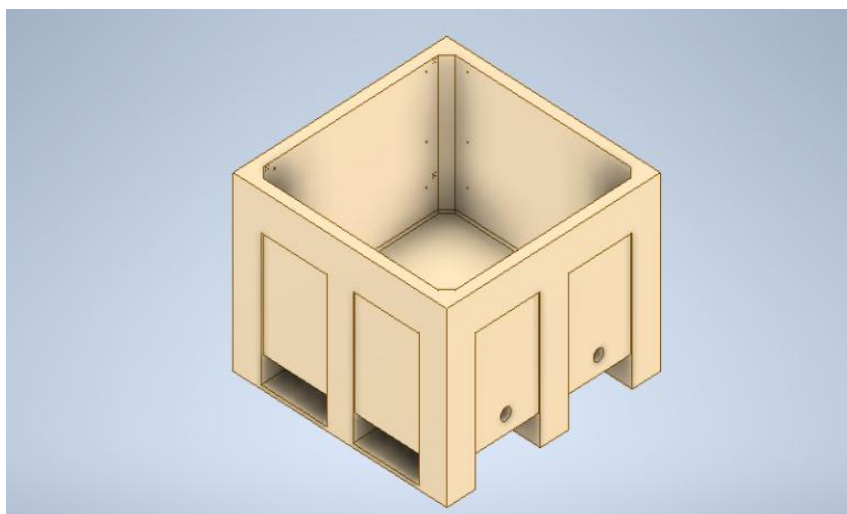


Ilustración 6- Bin Modificado. Fuente: Propia

Croquis del componente base Bin modificado

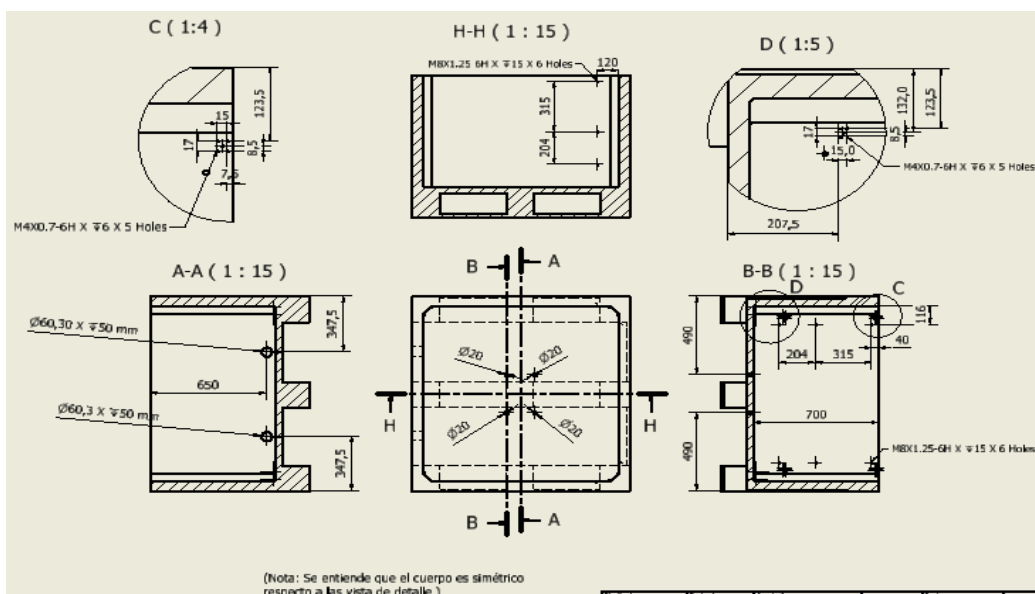


Ilustración 7- Croquis Bin Modificado. Fuente: Propia

PLATAFORMA CILINDRO NEUMÁTICO (PORTADOR RECIPIENTE DE LECHADA)

Función: Plataforma portadora de cilindro neumático el cual lleva el vaso o recipiente de lechada.

Especificaciones técnicas: Material (acero inoxidable 304L), capacidad de carga 200 Kg, resistencia a la corrosión, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos.

Componentes utilizados en fabricación:

- Perfiles acero Inoxidable 304 LAISC 2x2x1/8 pulgadas
- Plancha de acero inoxidable 304L - 2MM espesor
- Trabajos de soldadura

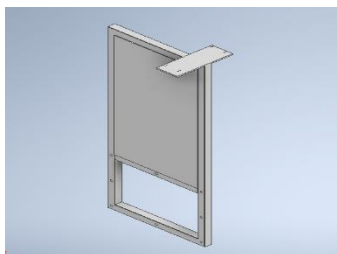


Ilustración 8- Plataforma cilindro neumático (Portador recipiente de lechada). Fuente: Propia

PLATAFORMA PORTADORA DE DUCTO DE ALIMENTACIÓN HIDRÁULICA

Componentes utilizados en fabricación:

- 28

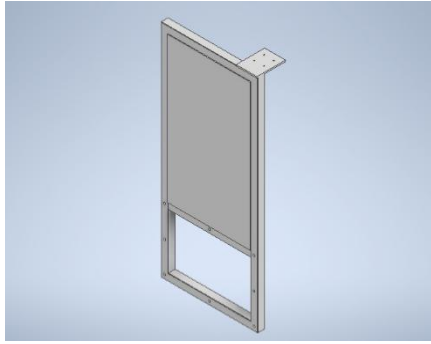


*Ilustración 10- Plataforma portadora de ducto de alimentación Hidráulico.
Fuente: Propia*

Croquis Plataforma de ducto de alimentación Hidráulica

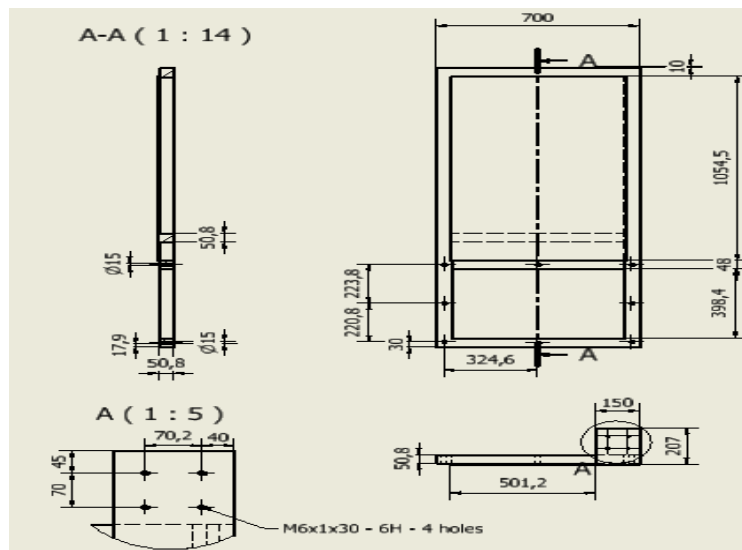


*Ilustración 11- Plataforma portadora de ducto de alimentación Hidráulico.
Fuente: Propia*

PLATAFORMA REJILLA INTERNA DE BIN

Función: Rejilla de technyl la cual evita que las aceitunas en el contenedor pasen a la parte inferior del Bin donde se encuentra el componente que genera las burbujas.

Especificaciones técnicas: Material Technyl plástico industrial de la familia de las Poliamidas (PA) de tipo 6 forma parte de la familia de los termoplásticos. Carga Max 800 kilos, carga promedio de 500 Kilos, no corrosivo, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos, resistente al desgaste.

Especificaciones rejilla Bin:

Se especifica en el croquis las perforaciones y holguras, donde se drena el agua a la hora del vaciado; se comprende que esta plataforma va sobre 4 soportes en la base inferior del Bin, su retiro para limpieza es a través de ganchos que van en 4 perforaciones M10.

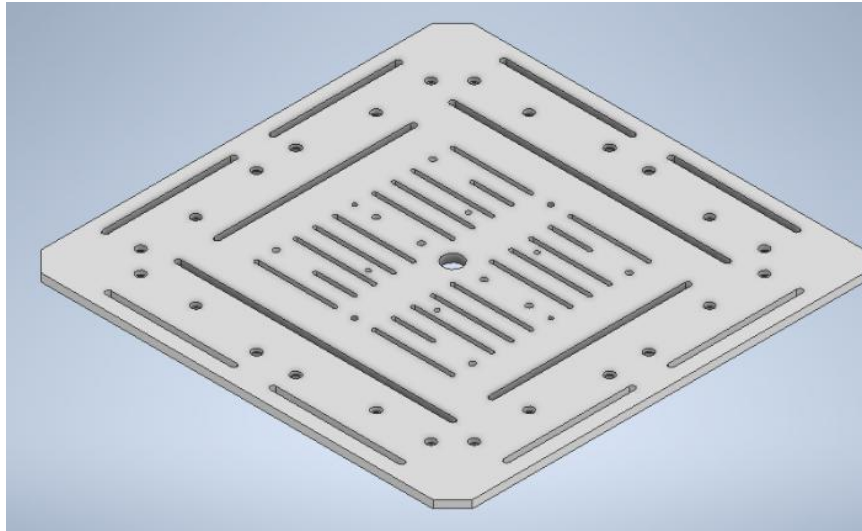


Ilustración 12- Rejilla Bin. Fuente: Propia

Croquis del componente rejilla interna de Bin

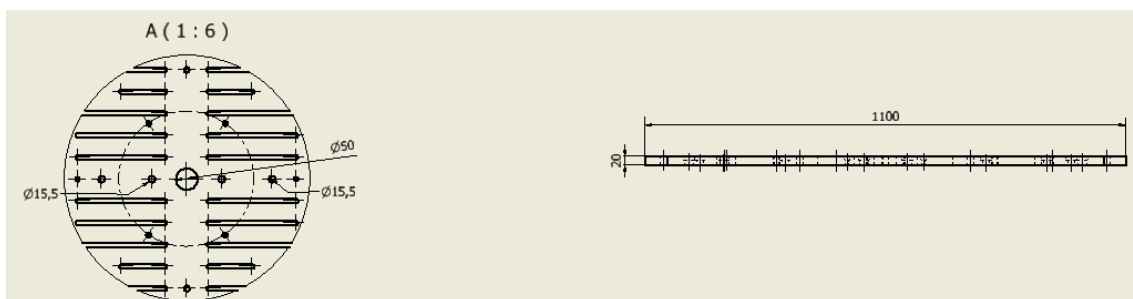


Ilustración 13- Croquis del componente rejilla interna de Bin 3. Fuente: Propia

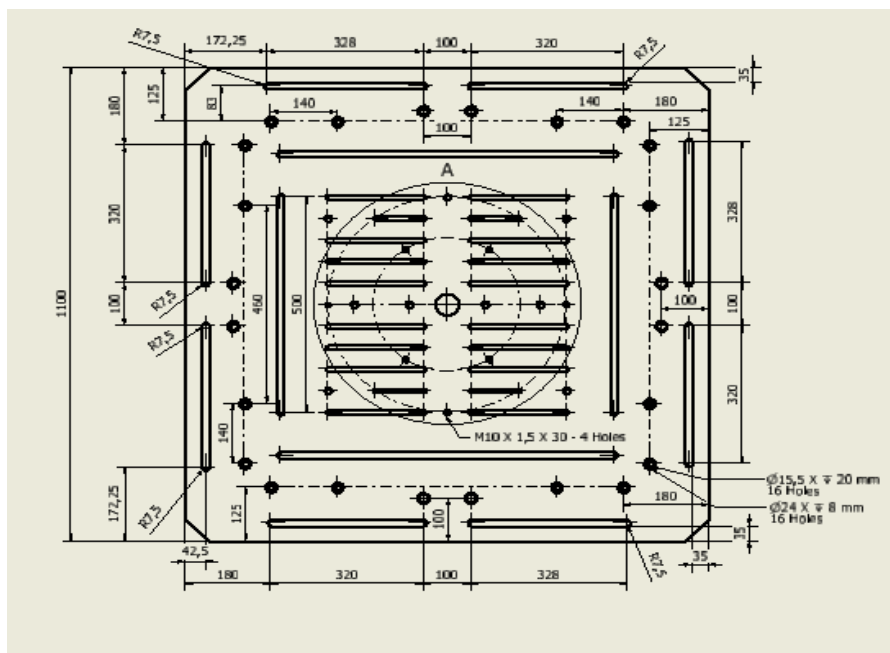


Ilustración 14- Croquis del componente rejilla interna de Bin 1. Fuente: Propia

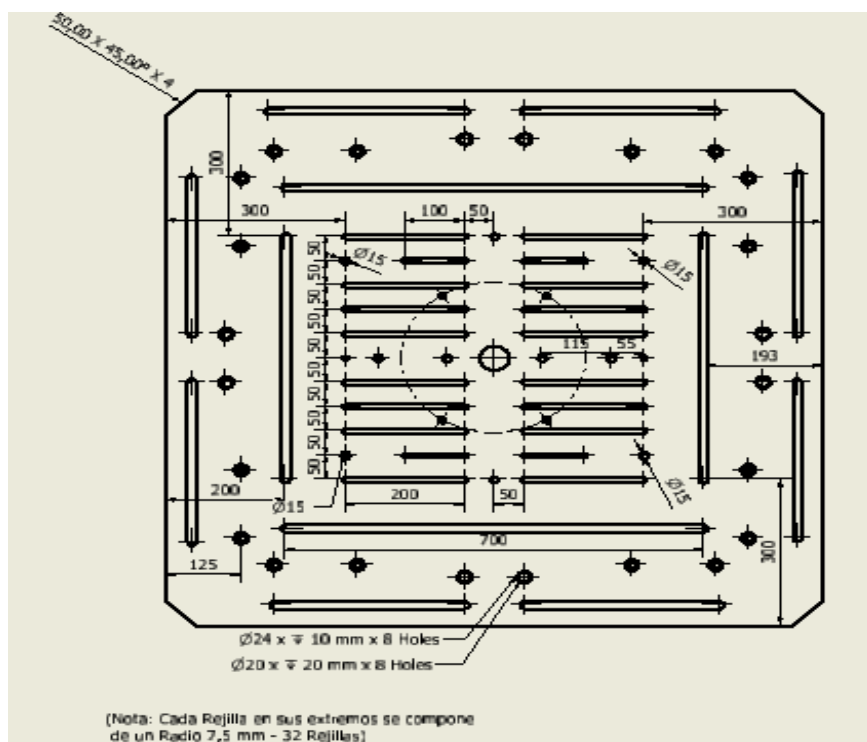


Ilustración 15- Croquis del componente rejilla interna de Bin 2. Fuente: Propia

SOPORTE 1 BASE REJILLA

Función: soporte 1 base Rejilla de technyl el cual se compone de dos piezas que forman parte del soporte de la rejilla de technyl. Esta deja el espacio necesario para el componente que se encarga de hacer el baño de burbujas.

Especificaciones técnicas: Material Technyl plástico industrial de la familia de las Poliamidas (PA) de tipo 6 forma parte de la familia de los termoplásticos. Carga Max 800 kilos, carga promedio de 500 Kilos, no corrosivo, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos, resistente al desgaste.

Especificaciones soporte 1 rejilla de technyl:

4 perforaciones métricas M15X1,5X 50 MM

Croquis del componente soporte 1 rejilla de technyl

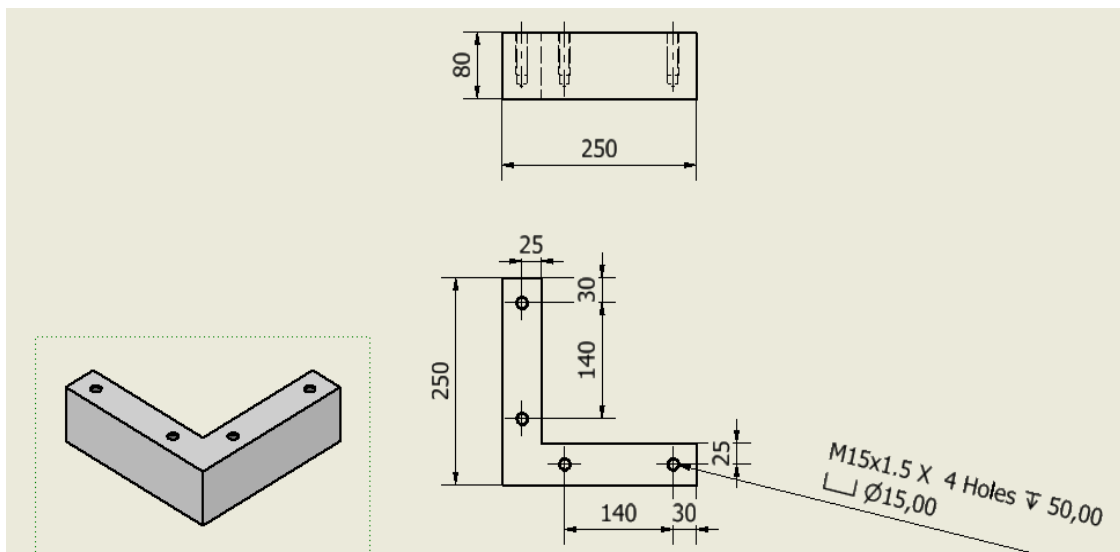


Ilustración 16- Croquis Soporte 1 rejilla Bin. Fuente: Propia

SOPORTE 2 BASE REJILLA

Función: soporte 2 base Rejilla de technyl el cual se compone de dos piezas que forman parte del soporte de la rejilla de technyl. Esta deja el espacio necesario para el componente que se encarga de hacer el baño de burbujas.

Especificaciones técnicas: Material Technyl plástico industrial de la familia de las Poliamidas (PA) de tipo 6 forma parte de la familia de los termoplásticos. Carga Max 800 kilos, carga promedio de 500 Kilos, no corrosivo, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos, resistente al desgaste.

Especificaciones soporte 2 rejilla de technyl:

2 perforaciones métricas M15X1,5X 40 MM

Croquis del componente soporte 2 rejilla de technyl

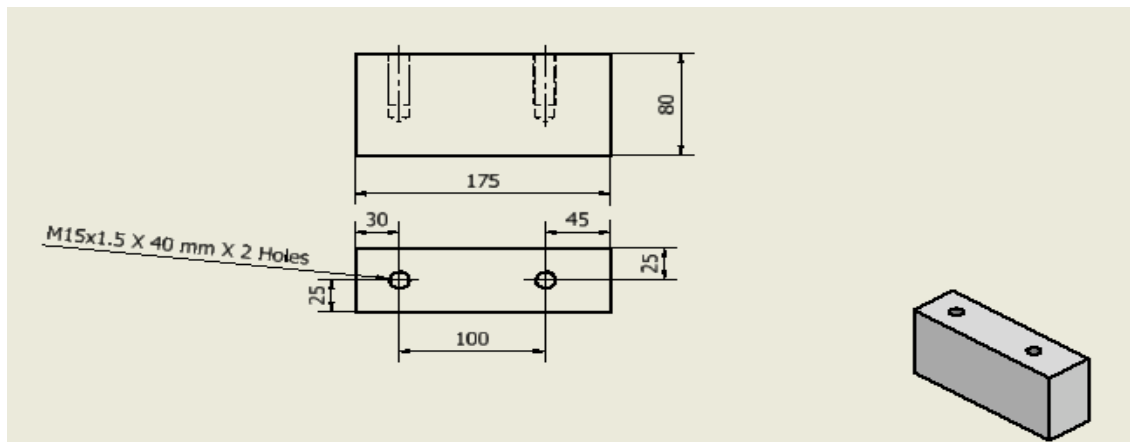


Ilustración 17- Croquis del componente soporte 2 rejilla de technyl. Fuente: Propia

PLATAFORMA DE VÁLVULAS (BURBUJAS)

Función: Plataforma portadora de válvulas, la cual lleva las válvulas antirretornos que se encarga de generar las burbujas con presión de 6 bar de aire. Lleva 2 distribuidores neumáticos de 1 entrada y 4 salidas.

Especificaciones técnicas: Material (acero inoxidable 304L), capacidad de carga 200 Kg, resistencia a la corrosión, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos.

Componentes utilizados en fabricación:

- Pieza acero Inoxidable 304 LAISC

Especificaciones Plataforma de válvulas:

- 8 posiciones de válvulas antirretorno diámetro 14 mm.
- 4 perforaciones M8 para anclar a la rejilla de technyl
- 4 perforaciones 4,5 mm anclaje de 2 distribuidores neumáticos.

Croquis Plataforma de ducto de alimentación Hidráulica

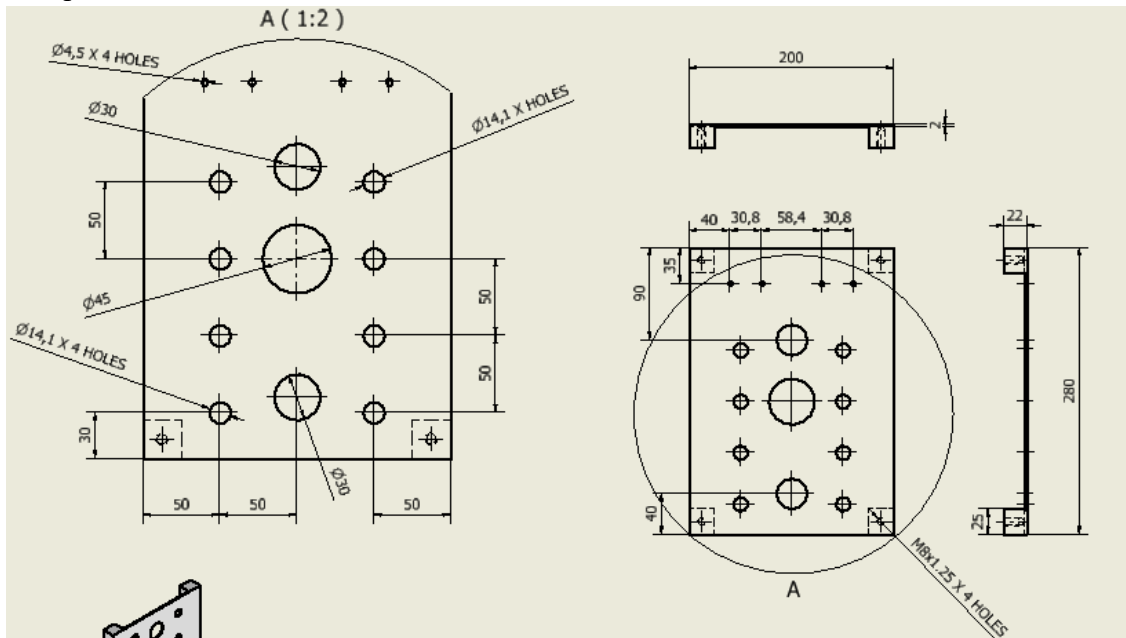


Ilustración 18- Croquis Plataforma de ducto de alimentación Hidráulica. Fuente: Propia

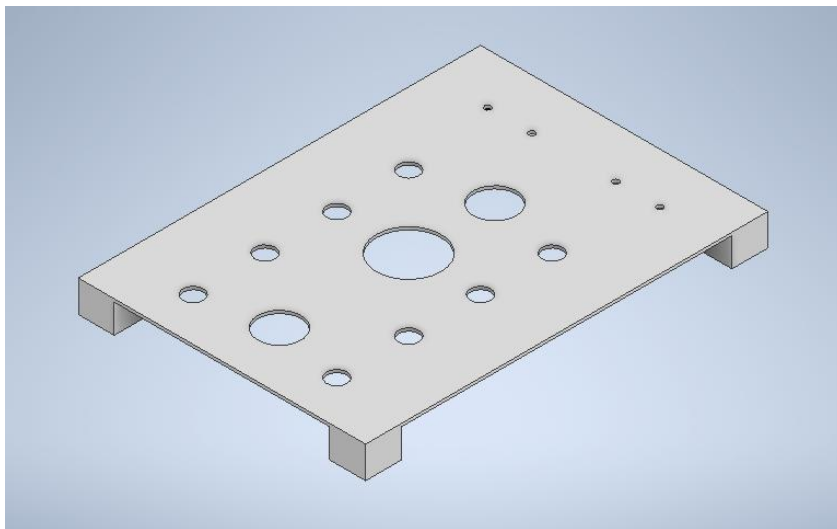


Ilustración 19- Plataforma de ducto de alimentación Hidráulica. Fuente: Propia

VÁLVULA ANTIRRETORNO NEUMÁTICA

Función: Válvula antirretorno se encarga de conducir el aire en un sentido, de manera unidireccional, esta se encarga de alimentar con aire el depósito de aceitunas, lo cual genera burbujas y vibración en las aceitunas, generando un cocido uniforme.

Especificaciones técnicas: Material (acero inoxidable 304L), resistencia a la corrosión, cumple medidas de seguridad para el manejo de alimentos, valor de presión de rotura 0,3 Bar, presión máxima de trabajo de 10 bar, entrada de 8 mm Push-in para tubing.

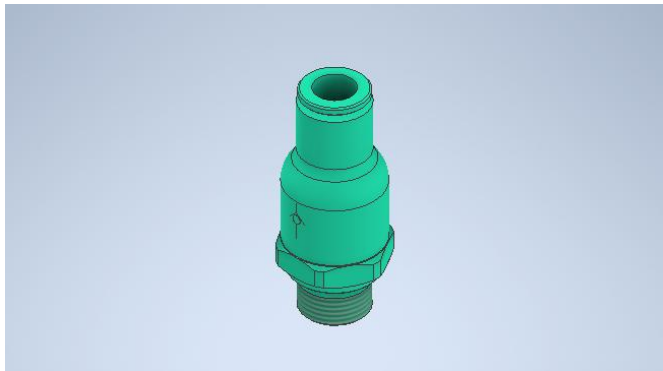


*Ilustración 20- Válvula antirretorno neumática.
Fuente: Propia*

DISTRIBUIDOR NEUMÁTICO

Función: Se encarga de distribuir el aire a más salidas de ductos los cuales alimentaran las válvulas antirretornos.

Especificaciones técnicas: salidas de tubing de 8mm Push-in, fabricación polímero de alta densidad, entrada de tubing 10 mm Push-in.

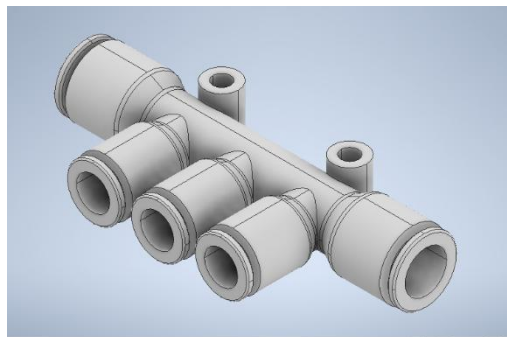


*Ilustración 21- Distribuidor Neumático.
Fuente: Propia*

ENSAMBLE DEL SISTEMA DE BURBUJAS

Conjunto se compone de:

- Plataforma de burbujas
- Válvula antirretorno
- Distribuidor neumático
- Tuercas M14 8 unidades
- Tuercas M4 4 unidades
- Pernos M4 4 unidades

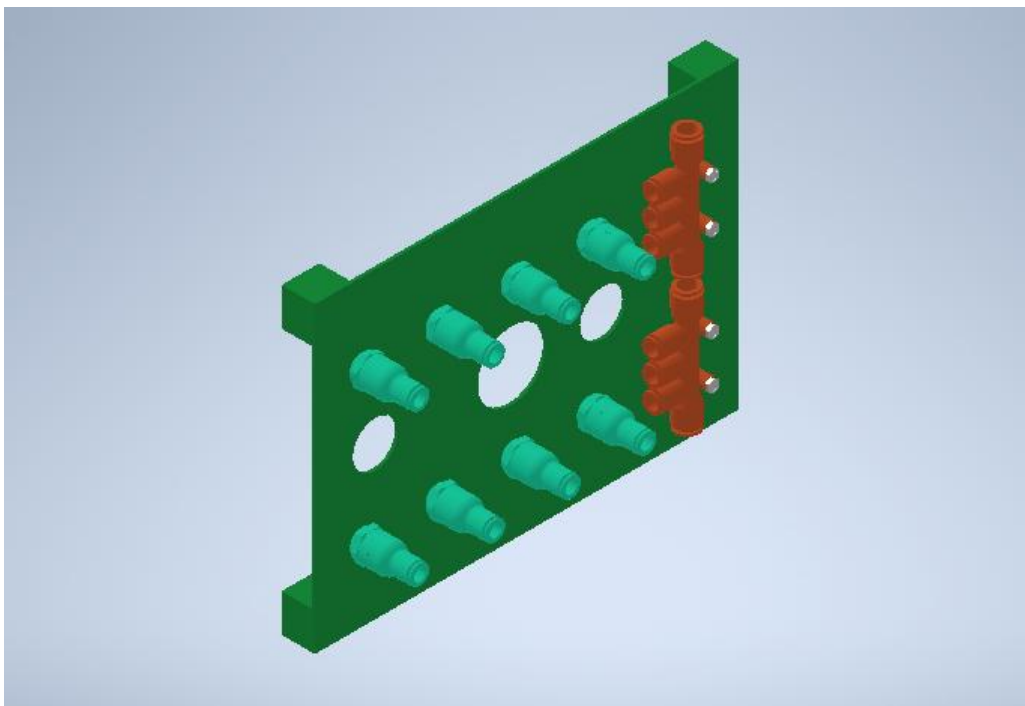


Ilustración 22- Ensamble sistema de burbujas. Fuente: Propia

CILINDRO NEUMÁTICO ALIMENTACIÓN DE LECHADA

Función: se encarga introducir el depósito de lechada al depósito de aceitunas, para que este haga su trabajo.

Características: Cilindro Neumático Normalizado Doble Efecto Diámetro de 40 mm * 300 mm de Carrera, Racor 8 MM a 1/4"

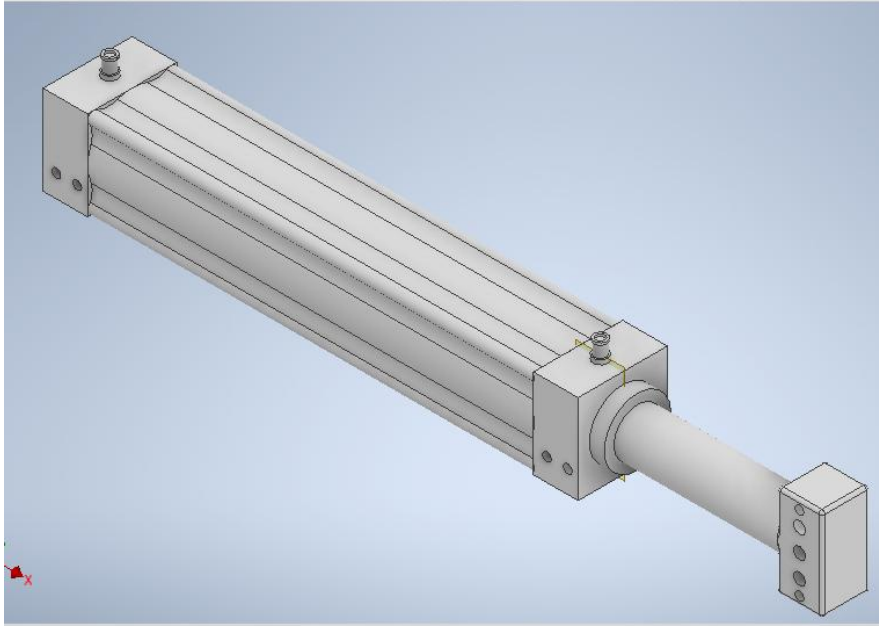


Ilustración 23- Cilindro neumático alimentación de lechada. Fuente: Propia

DEPÓSITO DE LECHADA

Función: Se encarga de llevar la lechada de soda caustica para la etapa de cocido.

Características: Deposito fabricado de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión.

Croquis Deposito de lechada

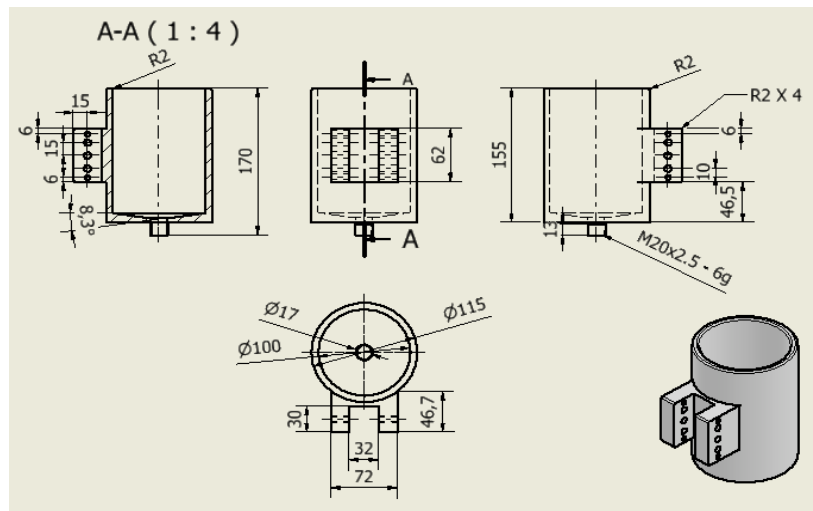


Ilustración 24- Croquis Deposito de lechada. Fuente: Propia

BASE PROTECTORA DE SENSORES DE NIVEL

Función: Se encarga de proteger los sensores de nivel y sus bases correspondientes. Esto provoca que las aceitunas no interfieran a la hora de censado de cada uno de los sensores.

Características: Base protectora de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión.

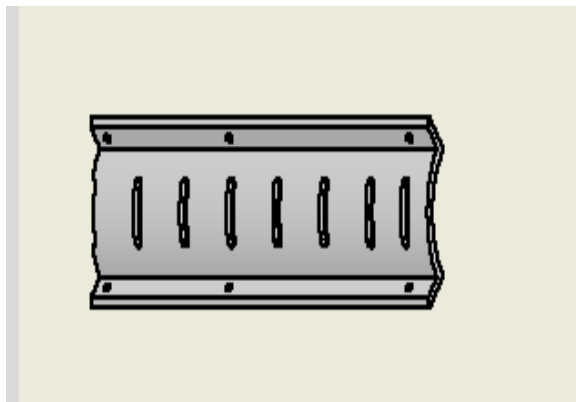


Ilustración 26- Base protectora de sensores de nivel. Fuente: Propia

Croquis de base protectora de sensores de nivel

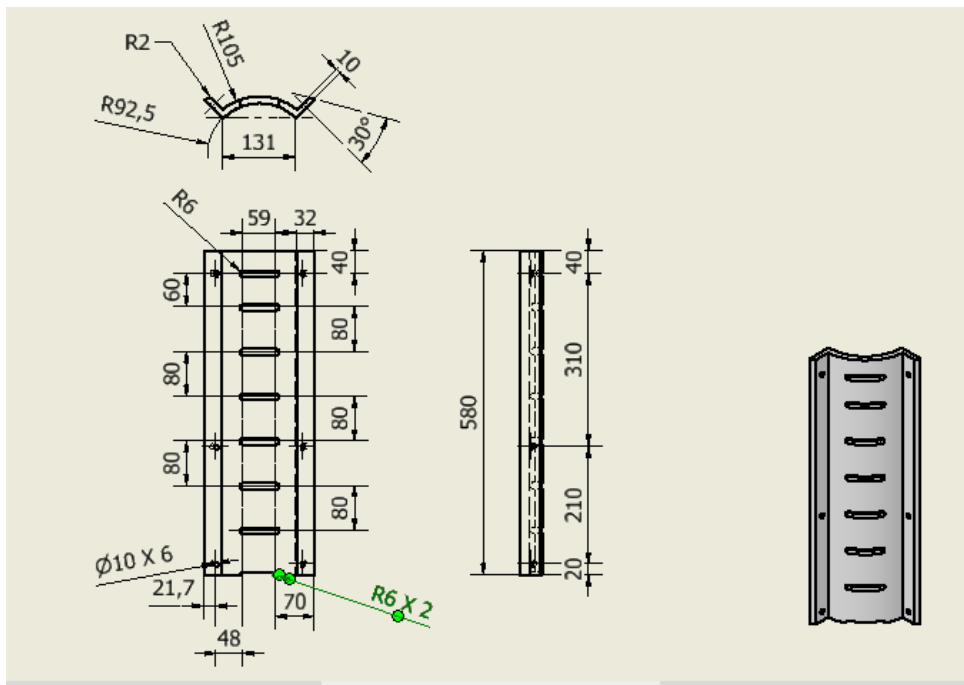


Ilustración 25- Croquis Base protectora sensores. Fuente: Propia

ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SENSOR 1

Función: Se encarga de llevar el sensor de nivel 1, hace de soporte.

Características: Soporte de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión.

Croquis de soporte de sensor 1

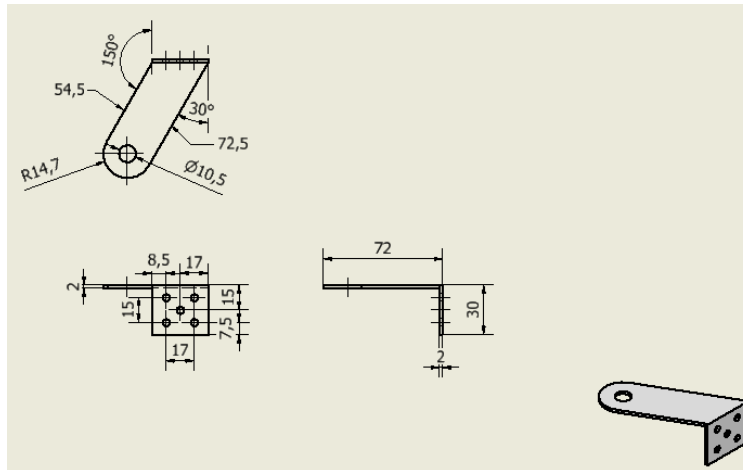


Ilustración 27- Croquis estructura de soporte de sensor 1. Fuente: Propia

ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SENSOR 2

Función: Se encarga de llevar el sensor de nivel 2, hace de soporte.

Características: Soporte de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión.

Croquis de soporte de sensor 2

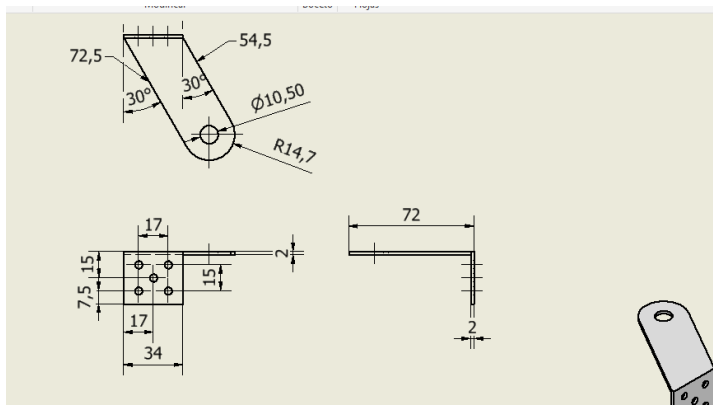


Ilustración 28- Croquis estructura de soporte de sensor 2. Fuente: Propia

SENSOR DE NIVEL HIDRÁULICO

Función: Se encarga a través de un flotador y sistema magnético de abrir o cerrar un contacto, dando paso a la energía.

Características: Soporte de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión, voltaje: 24 V DC y carrera: 100 mm.

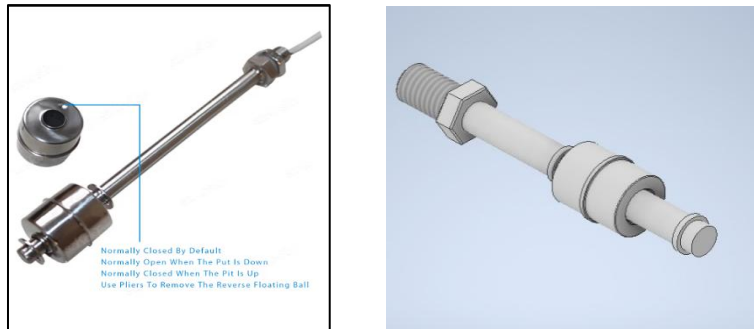


Ilustración 29- Sensor de nivel Hidráulico. Fuente: Propia

CONJUNTO PROTECTOR DE SENSOR DE NIVEL, EN EL EQUIPO

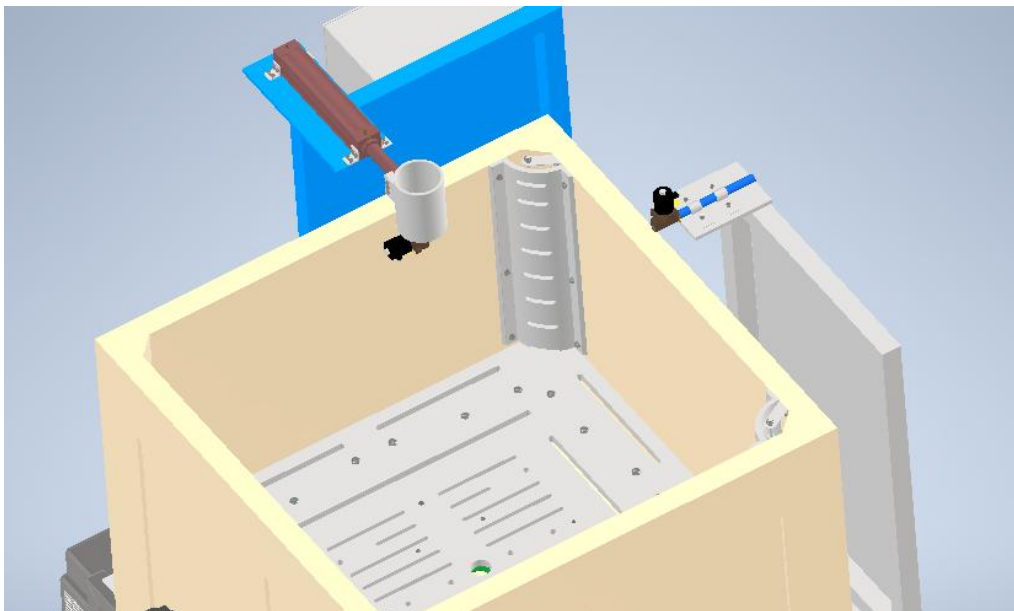


Ilustración 30- Conjunto en perspectiva protector de sensor de nivel. Fuente: Propia

DUCTO DE SALIDA HIDRÁULICO

Función: Conecta la parte inferior del Bin con la electroválvula de salida hidráulica, Efectúan el vaciado hidráulico del depósito BIN.

Características: Ducto de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión, cantidad de 4 ductos.

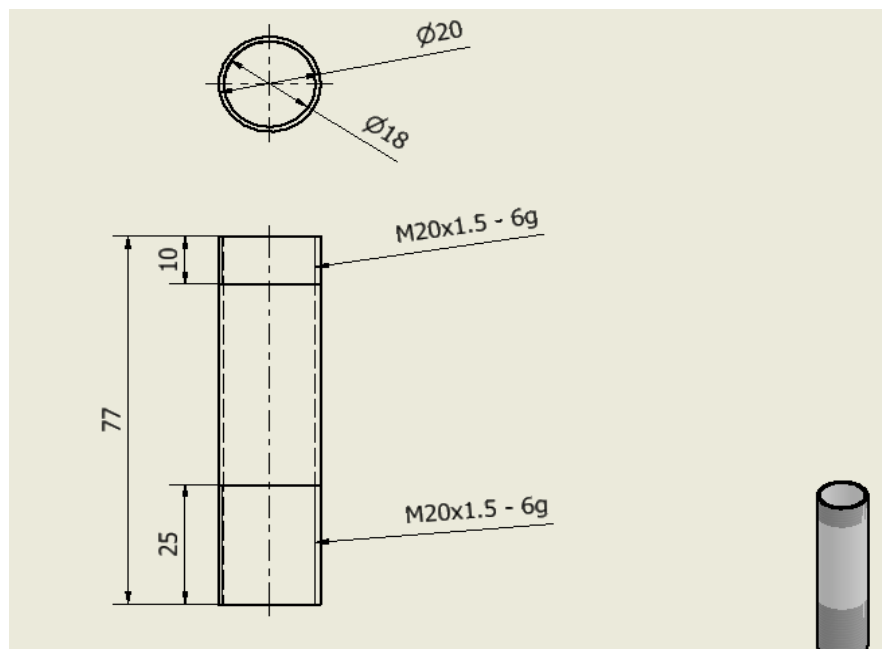


Ilustración 31- Croquis ducto Hidráulico. Fuente: Propia

TUERCA ESPECIAL DUCTO DE SALIDA CON ORRING

Función: Conecta la parte inferior interna del Bin y la parte inferior externa del Bin con respecto al ducto de salida, con dos tuercas que van en dicho componente.

Características: tuerca de acero inoxidable 316L, resistencia a la corrosión, cantidad de 8 tuercas, 2 tuercas con Orring por ducto de salida.

Croquis de tuerca especial de ducto de salida

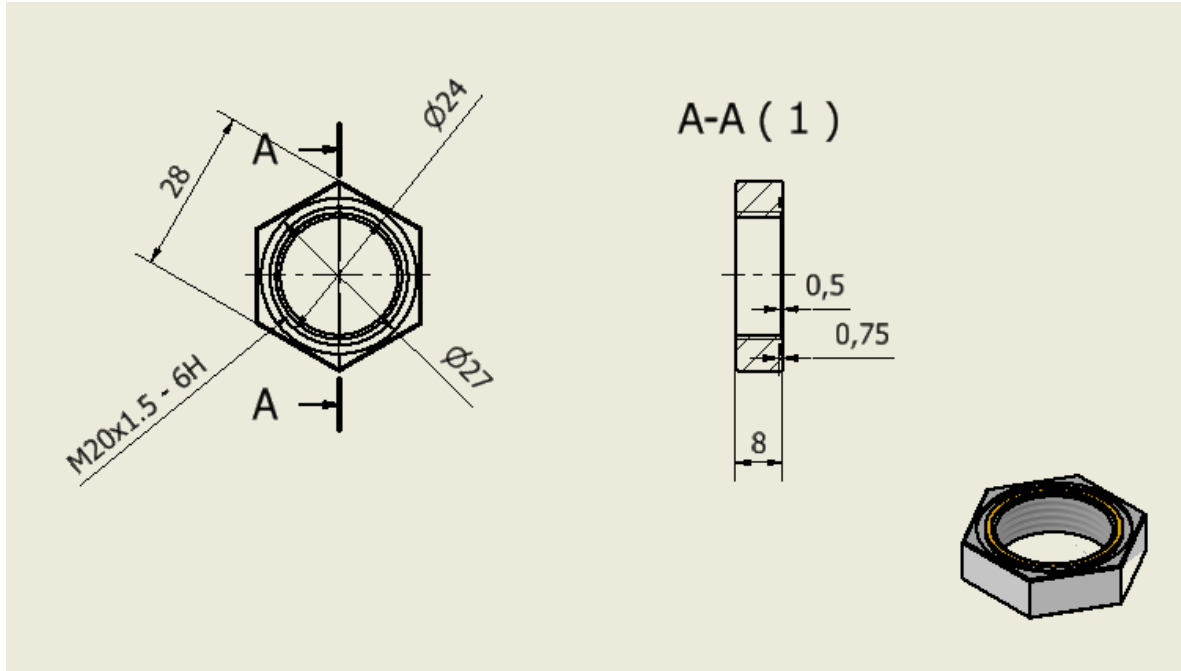


Ilustración 32- Croquis Tuerca especial ducto de salida. Fuente: Propia

ELECTROVÁLVULAS HIDRÁULICA

Función: se encargan de alimentar o vaciar dichas etapas en el equipo de preparación de aceitunas de mesa.

Características: 2 electroválvulas hidráulicas 2/2 retroceso por muelle de alimentación rosca ½ lechada y rosca 20 mm alimentación a la conexión del ducto. 4 electroválvulas hidráulicas 2/2 retroceso por muelle de vaciado rosca de 20 mm interna, Presión de trabajo: 0-1Mpa, temperatura de funcionamiento de 5° a 80° Celsius, material: latón, material de sellado: NBR y voltaje de 12 vc



Ilustración 33- Electroválvula Hidráulica. Fuente: Propia

DUCTO DE SALIDA PARA VÁLVULA MANUAL

Función: Se encargan de conectar el interior del Bin en la parte inferior con el exterior, en el cual va respectivamente una válvula manual.

Características: Ducto de acero inoxidable 304L, resistencia a la corrosión, cantidad de 4 ductos.

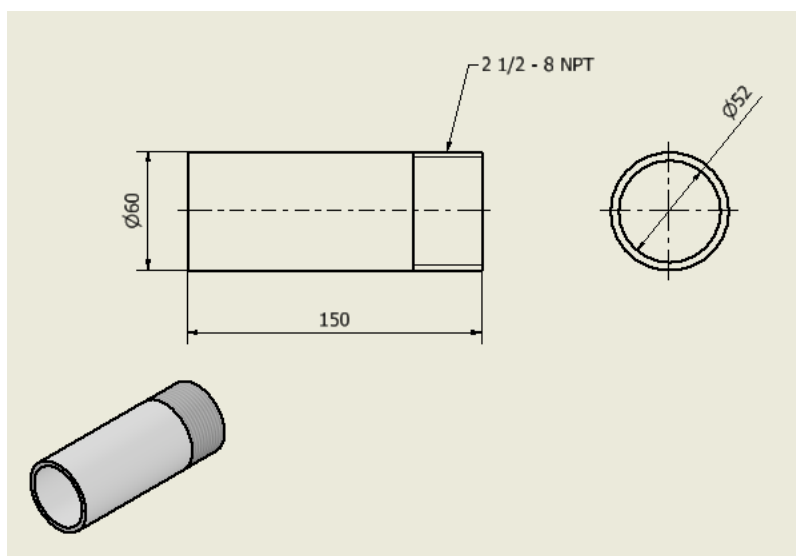


Ilustración 34- Ducto de salida válvula manual. Fuente: Propia

TUERCA ESPECIAL DE DUCTO PARA VÁLVULA DE SALIDA

Función: Conecta la parte inferior interna del Bin y la parte inferior externa del Bin con respecto al ducto de salida, con dos tuercas que van en dicho componente.

Características: tuerca de acero inoxidable 316L, resistencia a la corrosión, cantidad de 8 tuercas, 2 tuercas con Orring por ducto de salida.

Croquis Tuerca Especial de ducto para válvula de salida

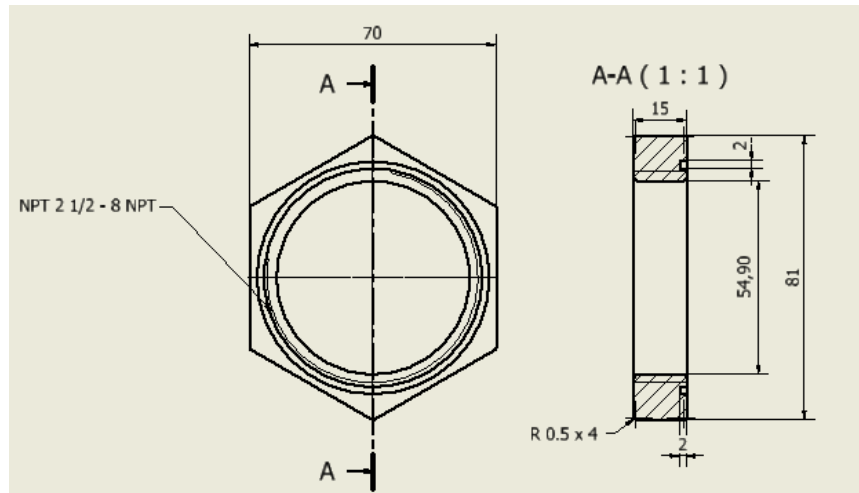


Ilustración 35- Tuerca especial para ducto de válvula de salida. Fuente: Propia

Válvula de vaciado Manual

Función: Se encargan del vaciado del líquido del depósito Bin, de manera manual. Este vaciado se usa en casos de emergencia o vaciado rápido.

Características: Válvula pilotaje manual 2/2, de polímero de alta densidad, cierre hermético americano.



Ilustración 36- Válvula de pilotaje manual de bola. Fuente: Diseño de <https://www.traceparts.com/>

ELECTROVÁLVULA NEUMÁTICA 5/2

Función: Se encarga de suministrar aire al conjunto de válvulas antirretorno que crea las burbujas en el equipo. Este se compone de pilotaje electromagnético.

Características: válvula electroneumática 5/2 pilotaje por ambos lados, voltaje 24 V DC.



Ilustración 37- Electroválvula Neumática 5/2. Fuente: internet

Filtro regulador (FR)

Función: Se encarga de suministrar aire limpio sin exceso de agua en el sistema producido por la condensación a una presión fija

Características: Material: Metal, Plástico

Medio de trabajo: aire

Tamaño del puerto: PT1/4

Presión máx. 10 Bar

Rango de presión máximo ajustable: 0.95Mpa/135Psi/9.5bar

Resistencia a la presión: 1.5MPa/217Psi/1,5 ~ 8.5bar

Rango de temperatura: 5 ~ 60 grados

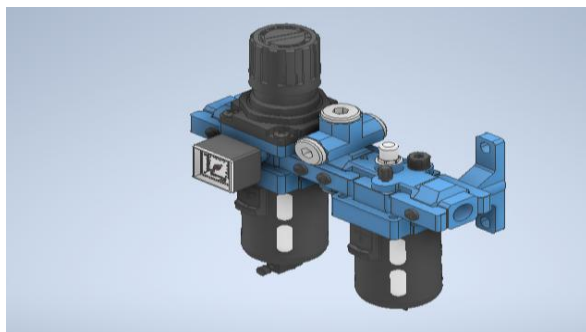


Ilustración 38- Filtro Regulador. Fuente: Propia

COMPRESOR NEUMÁTICO: GLADIATOR PRO-CE 710/220/50 100L 3HP 220V

Función: Se encarga de comprimir el aire del ambiente y suministrarlo al sistema que se va a usar.

Características: Metal acero, Plástico, tanque: 100 litros, Presión máxima: 8 bar, Potencia: 3 HP (2200W) y Caudal: 430 litros/minuto



Ilustración 39- Compresor Neumático: Gladiator Pro-CE 710/220/50 100L 3HP 220V. Fuente: Internet

TABLERO ELÉCTRICO

Función: Se encarga de llevar en su interior los componentes eléctricos necesarios para el funcionamiento del sistema

Características Material: Metal acero con película de pintura protectora, sistema de cierre hermético, con sistema de pulsadores y luces testigos.

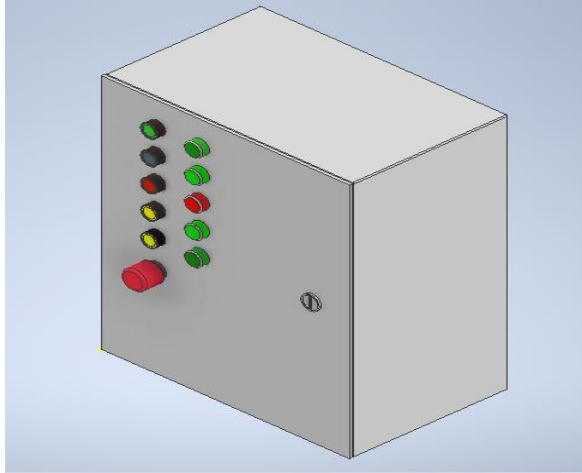


Ilustración 40- Tablero eléctrico conjunto. Fuente: Propia

TABLERO NEUMÁTICO

Función: Se encarga de llevar en su interior los componentes neumáticos necesarios para el funcionamiento del sistema

Características: Metal acero con película de pintura protectora.

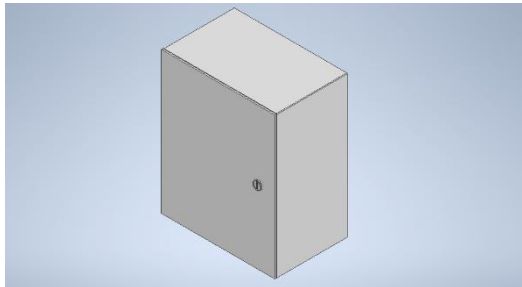


Ilustración 41- Tablero neumático. Fuente: Propia

2.5.2 CROQUIS DE PLANO DE CONJUNTO DEL EQUIPO AUTOMATIZACIÓN DE ACEITUNAS

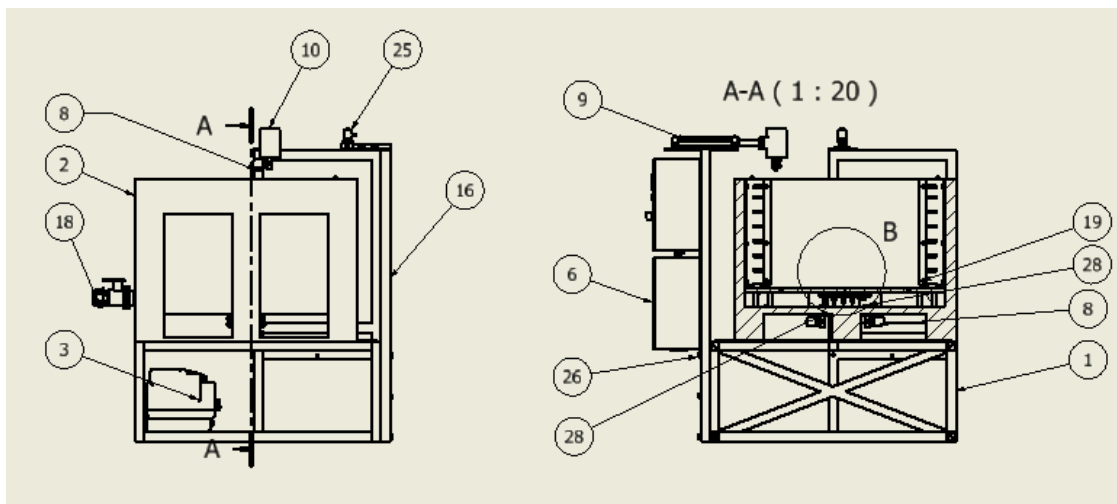


Ilustración 42- Croquis de plano de conjunto del equipo automatización de aceitunas. Fuente: Propia

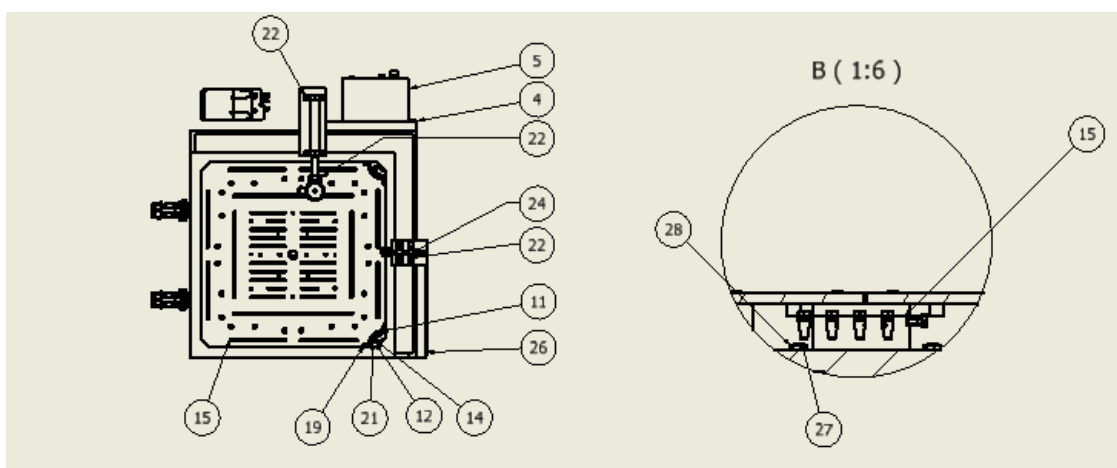


Ilustración 43- Croquis de plano de conjunto del equipo automatización de aceitunas. Fuente: Propia

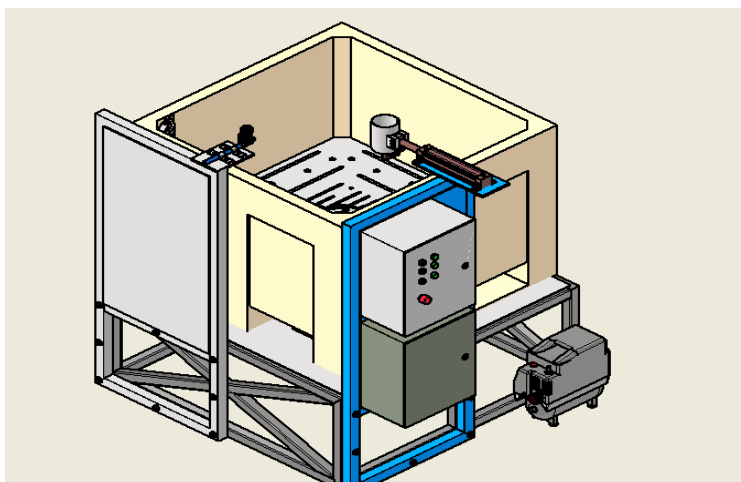


Ilustración 44- Conjunto del equipo automatización de aceitunas. Fuente: Propia

2.5.3 TABLA DE COMPONENTES Y MATERIALES DEL PROTOTIPO DE ACEITUNAS DE MESA

Tabla de conjunto equipo automatización de aceitunas			
Lista de piezas			
Elemento	Cantidad	Nombre de componente o pieza	Descripción
1	1	Estructura base de Bin	
2	1	Bin Modificado	
3		Compresor Neumático	
4	1	Plataforma cilindro neumático depósito de lechada	
5	1	Tablero Eléctrico	
6	1	Tablero Neumático	
7	1	PLC Mitsubishi	
8	6	Conjunto electroválvulas Hidráulicas	
9	1	Cilindro Neumático ø 40 mm x 300mm	
10	1	Depósito de lechada	
11	2	Base protectora de sensores	
12	2	Soporte de base sensor 1	
13	2	Soporte de base sensor 2	
14	4	Sensor de nivel Hidráulico	

15	1	Ensamble base interior completo Bin	
16	1	Plataforma ducto alimentación Hidráulico	
17	2	Ducto o tubería de salida manual referencial	
18	2	Válvula rígida de bola	
19	12	AS 1427 – M8 X 20	Tornillos métricos para equipos y maquinaria ISO
20	25	AS 1427 – M8 x 15	Tornillos métricos para equipos y maquinaria ISO
21	4	ANSI B18.2.4.2M- M10X1,5	Estilo de tuercas hexagonales métricas 2
22	26	AS 1427 – M6X20	Tornillos métricos para maquinaria y equipos ISO
23	4	Soporte de anclaje de cilindro neumático	
24	2	Abrazaderas de ducto de alimentación	
25	1	Alimentación del sistema hidráulico referencial	
26	16	BOLT GB 5790-86-M14 x 80	Tornillos con flange de cabeza hexagonal- grado B
27	4	Ducto de salida hidráulico	
28	8	Tuerca inferior especial ducto salida	Componente tuerca M20 x 1.5- Orring especial.
29	5	AS 1420 -1973 – M8x 20	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal
30	1	Electroválvula neumática 5/2	
31	1	FRL (Filtro Regulador Lubricador)	

Tabla 2- Conjunto equipo automatización de aceitunas. Fuente: Propia

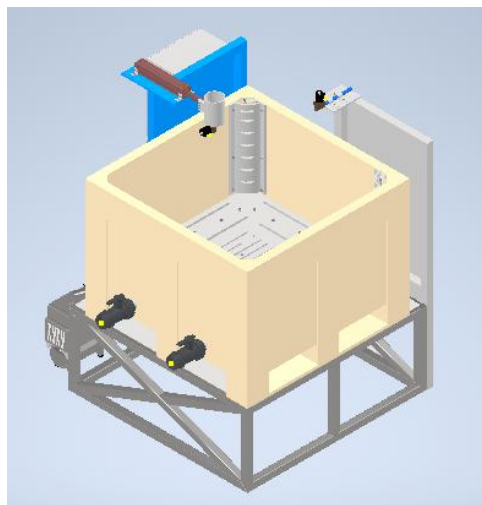


Ilustración 45-Representacion del prototipo automatizado de aceitunas de mesa. Fuente: Propia

Tabla de ensamble base interior completo Bin			
Listas de piezas			
Elemento	Cantidad	Nombre de componente o pieza	Descripción
1	1	Plataforma de valvula (Burbujas)	
2	8	Válvula antirretorno	
3	2	Distribuidor Neumático	
4	8	Bolt GB 5784-86- M4 X 20	Perno con cabeza hexagonal – grado B
5	8	JIS B 1181 -A/B M14	Tuerca Hexagonal estrecha – doble achaflanada
6	4	CSN EN 24 036 – M4	Tuerca Hexagonal estrecha - sin chaflan
7	1	Plataforma rejilla interna Bin	
8	4	Soporte 1 base rejilla	
9	4	Soporte 2 base rejilla	
10	24	BS EN ISO 4762 – M12 X 40	Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal
11	4	AS 1420 – 1973 – M8 X 16	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal.

Tabla 3- Ensamble base interior completo Bin. Fuente: Propia

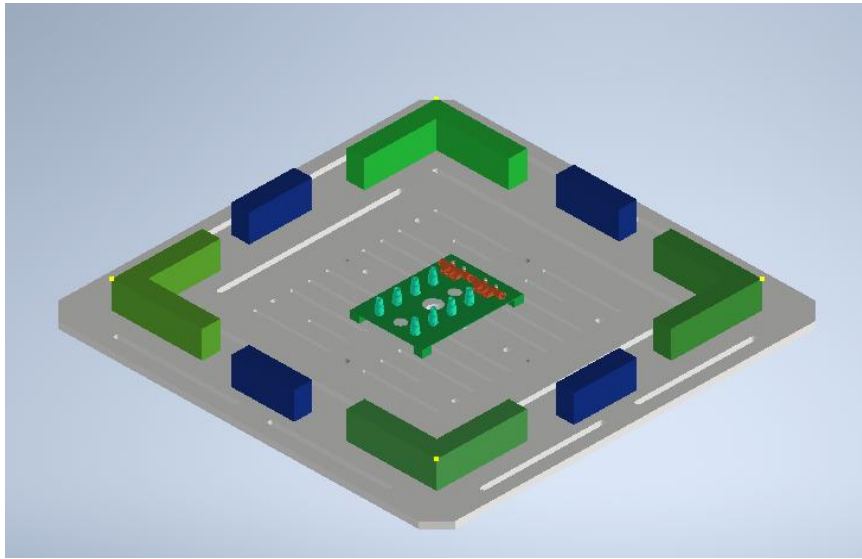


*Ilustración 46- Base interior del prototipo automatizado de aceitunas de mesa.
Fuente: Propia*

Tabla de materiales auxiliares			
Listas de piezas			
Elemento	Cantidad	Nombre de componente o pieza	Descripción
1	1	Tubbing 8 mm – 5 metros	
2	1	Tubbing 10 mm – 1 metro	
3	5	Pulsador NA	
4	1	Pulsador con enclavamiento NC	Parada de emergencia
5	3	Luces testigo piloto	
6	1	Fuente de poder PLC	
7	1	Conductor eléctrico RED – 25 M	THW-LS 14 AWG 15 AMP MAX
8	1	Conductor eléctrico Green – 25M	THW-LS 14 AWG 15 AMP MAX
9	1	Conductor eléctrico White – 25M	PRT 14 AWG 15 AMP MAX
10	1	Marcadores de conductores eléctricos	500 unidades numéricas
11	2	Sensor magnético final de carrera cilindro neumático	

12	3	Pulsador puesto en marcha todo el ciclo, puesta en marcha etapa 1, puesta en marcha en etapa 2.	Ejecución de todo el ciclo, etapa 1 y etapa 2.
----	---	---	--

Tabla 4- Materiales Auxiliares. Fuente: Propia

2.6 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA

DIAGRAMA DE VARIABLES

accionadores		Nomenclatura	
		ACCION A+	ACCION A-
V1	Electroválvula Hidráulica de llenado 2/2 retroceso por muelle.	Q1	-
V2	Electroválvula neumática bidireccional 5/2 accionamiento cilindro neumático alimentación de lechada.	Q2	Q3
V3	Electroválvula Hidráulica 2/2 retroceso por muelle, alimenta con vaciado de lechada.	Q4	-
V4	Electroválvula neumática 2/2 retroceso por muelle alimentación a sistema de válvulas antirretorno de hidro masaje de burbujas.	Q5	-
V5	Electroválvula Hidráulica 2/2 retroceso por muelle, de vaciado del depósito (Bin).	Q6	-

Tabla 5- Diagrama de variables (Válvulas). Fuente: Propia

	Pulsadores y sensores	Nomenclatura
S1	Pulsador de puesta en marcha ciclo continuo (PT)	I1
S2	Pulsador con enclavamiento de Parada de emergencia	I2
S3	Pulsador puesto en marcha etapa 1 (P1)	I3
S4	Pulsador de puesta en marcha etapa 2 (P2)	I4
S5	Pulsador detener sistema	I5

S6	Pulsador Reset	I10
S7	Sensor de nivel de vacío A0	I6
S8	Sensor de nivel de llenado A1	I7
S9	Sensor de proximidad magnético B0	I8
S10	Sensor de proximidad magnético B0	I9

Tabla 6-Diagrama de Variables (Pulsadores y sensores). Fuente: Propia

- Las variables Q.x y I.x son variables que se consideran a la hora de la programación que se efectuara para dicho PLC elegido.

ACCIONADORES (ELECTROVÁLVULAS)

V1: Electroválvula Hidráulica de llenado 2/2, retroceso por muelle.

- **Función:** Controla el flujo de agua para llenar el depósito de aceitunas (Bin).
- Salida PLC:
- **Salida:** Q1 (Señal eléctrica que entrega desde el PLC para accionar la electroválvula)
- **Diseño:** Proporcionar un flujo constante de agua hasta alcanzar el nivel deseado, con cierre automático gracias al retroceso por muelle. 24 V DC



Ilustración 47- Electroválvula. Fuente: Internet

V2: Electroválvula neumática bidireccional 5/2 (Accionamiento cilindro neumático alimentación de lechada)

- **Función:** Controla el movimiento del cilindro neumático que lleva el depósito que alimenta la lechada de soda cáustica al depósito de aceitunas (Bin).
- **Salidas PLC:**

- Salidas: Q2 (Señal eléctrica que entrega el PLC da avance del cilindro), Q3 (Señal eléctrica que entrega el PLC da el retroceso del cilindro)
- **Diseño:** Permite un control bidireccional del cilindro neumático, asegurando un movimiento preciso para la dosificación de la lechada.



*Ilustración 48- Electroválvula neumática.
Fuente: Internet*

V3: Electroválvula Hidráulica 2/2, retroceso por muelle. (Alimenta con vaciado de lechada)

- **Función:** Controla el vaciado de la lechada de soda cáustica del depósito de aceitunas (Bin).
- **Salidas PLC:**
 - Salida: Q4 (Señal eléctrica que entrega el PLC da apertura a la válvula)
- **Diseño:** Facilita el vaciado eficiente de la lechada, asegurando un cierre automático con el retroceso por muelle.



Ilustración 49- Electroválvula hidráulica. Fuente: Internet

V4: Electroválvula neumática 2/2, retroceso por muelle. (Alimentación a sistema de válvulas antirretorno de hidro masaje de burbujas para las aceitunas)

- **Función:** Controla el flujo de aire hacia el componente de hidro masaje de burbujas para el cocido homogéneo de las aceitunas.
- **Salidas PLC:**
 - Salidas: Q5 (Señal que entrega el PLC da accionamiento al hidro masaje de burbujas)
- **Diseño:** Proporciona un flujo controlado al sistema de burbujas, mejorando la calidad del cocido.



Ilustración 50- Electrovalvula neumática 2/2. Fuente: Internet

V5: Electrovalvula Hidráulica 2/2, retroceso por muelle. (Vaciado del depósito de aceitunas)

- **Función:** Controla el vaciado completo del depósito de aceitunas.
- **Salidas PLC:**
 - a. Salida: Q6 (Señal entregada desde el PLC, ejecuta apertura de la electroválvula de vaciado)
- **Diseño:** Permite un vaciado rápido y eficiente del depósito, con cierre automático al finalizar.



Ilustración 51- electrovalvula hidráulica. Fuente Internet

PULSADORES Y SENSORES

S1: Pulsador de puesta en marcha ciclo continuo

- **Función:** Inicia el ciclo continuo de automatización del proceso aceitunas de mesa.
- **Entrada:** I1 (Señal de activación hacia el PLC)

S2: Pulsador con enclavamiento de Parada de emergencia.

- **Función:** Detiene el proceso de manera inmediata en caso de emergencia.
- **Entrada:** I2 (Señal de activación hacia el PLC)

S3: Pulsador puesta en marcha etapa 1

- **Función:** Inicia la primera etapa del proceso de automatización.
- **Entrada:** I3 (Señal de activación hacia el PLC)

S4: Pulsador puesta en marcha etapa 2

- **Función:** Inicia la segunda etapa del proceso de automatización.
- **Entrada:** I4 (Señal de activación hacia el PLC)

S5: Pulsador extra

- **Función:** Función adicional configurable según necesidades específicas del proceso.
- **Entrada:** I5 (Señal de activación hacia el PLC)

S6: Sensor de nivel de vacío A0 (Sensor de nivel Magnético).

- **Función:** Detecta el nivel de vacío en el depósito y envía una señal al PLC.
- **Entrada:** I6 (Señal de detección hacia el PLC)

S7: Sensor de nivel de llenado A1 (Sensor de nivel Magnético)

- **Función:** Detecta cuando el depósito ha alcanzado el nivel de llenado deseado.
- **Entrada:** I7 (Señal de detección hacia el PLC)

S8: Sensor de proximidad magnético B0

- **Función:** Detecta la posición del cilindro neumático (retraído).
- **Entrada:** I8 (Señal de detección hacia el PLC)

S9: Sensor de proximidad magnético B1

- **Función:** Detecta la posición del cilindro neumático (extendido).
- **Entrada:** I9 (Señal de detección hacia el PLC)

2.6.1 COMPRESOR PARA SUMINISTRO DE AIRE DEL PROYECTO

El compresor debe suministrar las condiciones ideales para desarrollar el proyecto de manera eficiente con mínimo necesario 150 a 200 L/min de caudal, se considera que la presión neumática que se necesita debe estar entre 6 a 8 bar, teniendo en cuenta que a la hora del baño de burbujas creado para que las aceitunas se cosan de manera homogénea no se necesita una presión tan elevada sino se busca la vibración de estas y caudal necesario.

Compresor de aire eléctrico Gladiator Pro-CE 710/220/50 100L 3HP 220V

Se selecciona el compresor porque cumple con las especificaciones necesitadas.

- Capacidad del tanque: 100 litros
- Presión máxima: 8 bar
- Potencia: 3 HP (2200W)
- Caudal: 430 litros/minuto
- Eficiencia: Alta
- Durabilidad: Alta
- Soporte postventa: Buena



Ilustración 52- Compresor seleccionado Gladiator Pro-CE 710/220/50 100L 3HP 220V. Fuente: Internet

2.6.2 SELECCIÓN DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE

ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Entradas y Salidas:

- Entradas (I): Sensores a 12V.
- Salidas (Q): En su mayoría, 24V DC.
- Capacidad de expansión de módulos para futuras necesidades.

Componentes Identificados en el proceso de automatización:

- Sensores de nivel vaciado y llenado, sensores de proximidad magnéticos.
- Electroválvulas hidráulicas y neumáticas.

Funcionalidad Requerida:

- Control preciso y fiable de procesos automatizados.
- Capacidad para manejar múltiples entradas y salidas digitales.
- Durabilidad del equipo
- Expansión de módulos

PLC para selección del proyecto

Se toma la elección de trabajar con el PLC Mitsubishi FX5U-32MT/ESS porque cumple con los requerimientos de entradas y salidas digitales del proyecto, lo ideal que sean sobre 12 y entrega un total de 16. Ofrece una excelente combinación de rendimiento, escalabilidad y confiabilidad. La diferencia en la terminación de las salidas digitales (estado sólido en lugar de relé) puede ser ventajosa en aplicaciones que requieren mayor velocidad y durabilidad en las salidas digitales

Mitsubishi FX5U-32MT/ESS

Ventajas: Alta velocidad de procesamiento, múltiples opciones de comunicación, costo relativamente bajo.

Desventajas: Integración con componentes de otras marcas puede ser más compleja.

función: Aplicaciones donde el costo y la velocidad de procesamiento son críticos.

Características:

- Puertos de comunicación: 1 puerto Ethernet
- Entradas digitales: 16
- Salidas digitales: 16
- Entradas analógicas: 2
- Salidas analógicas: 1 (se pueden agregar módulos adicionales)
- Fuente de alimentación: 24 V CC



Ilustración 53- PLC Mitsubishi FX5U. Fuente: Internet

Fuente de poder: Fuente De Poder 24vdc 5a Riel Din Edr-120-24 Mean well.



Ilustración 54- Fuente De Poder 24vdc 5a Riel Din Edr-120-24 Mean well. Fuente: Internet

2.6.3 SELECCIÓN DE TIPO DE MODELO DE PROGRAMACIÓN EN EL PLC PARA EL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE ACEITUNAS

Se entiende que los dos sistemas de programación más habituales en los controladores lógicos programables son: Grafcet y Ladder.

SELECCIÓN PARA EL PROCESO AUTOMATIZADO DE ACEITUNAS DE MESA:

Para el proceso de cocido y lavado en la automatización de aceitunas de mesa, donde la lógica de control es principalmente secuencial y discreta, donde el modelo de programación Ladder (LD) es el que se usara. Porque Permite una implementación eficiente y fácil de entender de temporizadores, válvulas y sensores, lo cual es crucial para mantener la simplicidad y la efectividad en la creación del proyecto.

PROGRAMA SELECCIONADO PARA PROGRAMACIÓN LADDER

Para la programación de las etapas de cocido y la etapa de lavado de las aceitunas de mesa se considera el programa Codesys como base para poder crear el modelo Ladder correspondiente que será cargado al PLC Mitsubishi FX5U-32MT/DSS.

2.6.4 DESARROLLO DEL PROGRAMA EN CODESYS DE LAS ACEITUNAS DE MESA

Para el desarrollo del programa Ladder correspondiente se crea de manera virtual pulsadores, parada de emergencia y luces testigos de sensores En el sistema que se pretende automatizar, para poder probar el programa

En la correspondiente tabla se dejará estimulado los comandos de la imagen.

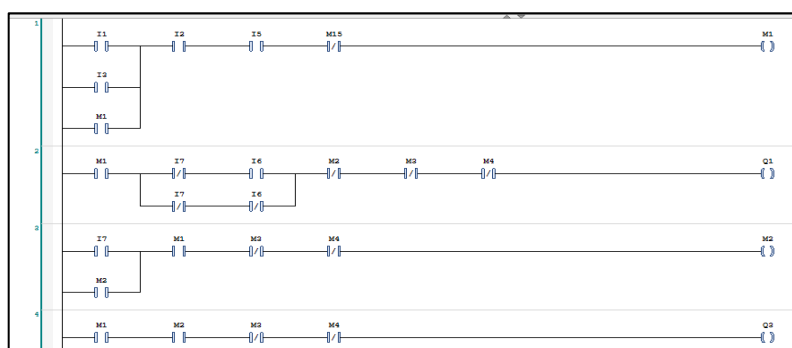


Ilustración 55-Diagrama Ladder. Fuente: Propia

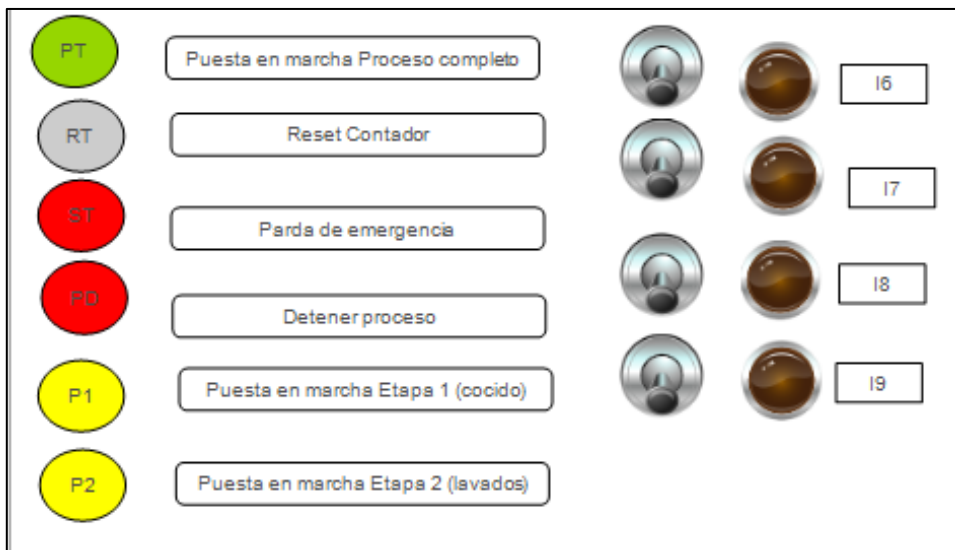


Ilustración 56- Panel de instrumentos Codesys. Fuente: Propia

Pulsadores	Función	Sensores	Función
PT	Puesta en marcha de ambos ciclos, cocido y lavados.	I6	Refiere al sensor I6 Sensor de vacío de tanque A0
PD	Pulsador para detener el sistema	I7	Refiere al sensor I7 Sensor de llenado de tanque A1
ST	Parada de emergencia.	I8	Sensor magnético Cilindro retraído B0
P1	Puesta en marcha solo ciclo 1(cocido).	I9	Sensor magnético Cilindro expandido B1
P2	Puesta en marcha solo ciclo 2(lavado).		
RT	Reset contador		

Tabla 7- Referencias Pulsadores y Sensores. Fuente: Propia

2.6.5 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se presenta directamente en anexos la posibilidad de mantenimiento implementado al equipo, considerando cada parte y función del prototipo.

REGISTRO DE DATOS

Se debe considerar que se debe tener un registro de cada mantenimiento implementado a cada componente del equipo, con apoyo de una carta Gantt con uso de software Axel, hasta implementar si lo amerita sistema como SAP

2.6.6 DATOS: TABLA DE TORQUE DE PERNOS, TORNILLOS Y TUERCAS DEL EQUIPO.

Nº	componente	cantidad	Clase de grado	Torque recomendado N*M
1	Pernos AS 1427 – M8 X 20	12	6.8	18,7 NM
2	Pernos AS 1427 – M8 x 15	25	6.8	18,7 NM
3	Pernos ANSI B18.2.4.2M-M10X1,5	4	8.8	49 NM
4	Pernos AS 1427 – M6X20	26	6.8	8 NM
5	Pernos BOLT GB 5790-86-M14 x 80	16	10.9	120 NM
6	Tuerca inferior especial ducto salida Componente tuerca M20 x 1.5- Orring especial.	8	6.8	80 NM
7	Pernos con cabezal Allen AS 1420 -1973 – M8x 20	5	6.8	18,7 NM
8	Perno con cabeza hexagonal – grado B Bolt GB 5784-86- M4 X 20	8	8.8	2,7 NM
9	Tuerca Hexagonal estrecha – doble achaflanada JIS B 1181 -A/B M14	8	8.8	60 NM
10	Tuerca Hexagonal estrecha - sin chaflan CSN EN 24 036 – M4	4	8.8	2,7 NM
11	Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal BS EN ISO 4762 – M12 X 40	24	6.8	65 NM

12	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal. AS 1420 – 1973 – M8 X 16	4	6.8	18,7 NM
----	--	---	-----	---------

Tabla 8- torque de pernos, tornillos y tuercas del equipo. Fuente: Propia

Estos valores corresponden a condiciones de apriete en seco o ligeramente lubricadas. Se debe tener en cuenta que un apriete excesivo podría causar daño a los pernos o a las superficies ensambladas, mientras que un apriete insuficiente podría hacer que los pernos se aflojen. Se recomienda usar llave de torque para dar los torques específicos.

2.7 SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO

2.7.1 COMPONENTES EN LA SIMULACIÓN

1. **Bin Modificado:** Es el contenedor principal donde se realizan tanto el cocido como el lavado de las aceitunas. Su diseño está adaptado para permitir la circulación de burbujas de aire, garantizando así la distribución uniforme de la soda cáustica y el agua durante los procesos.
2. **Válvulas Antirretorno:** Estas válvulas generan burbujas dentro del Bin, agitando las aceitunas durante el cocido y el lavado. Este mecanismo asegura que el tratamiento con soda cáustica y el posterior lavado se realicen de manera uniforme.
3. **Cilindro Neumático:** Se encargan de mover el vaso que contiene la lechada de soda cáustica, asegurando su distribución adecuada.
4. **Compresor neumático:** se encarga de suministrar el aire comprimido para que el sistema de burbujas creadas por la automatización del equipo genere las burbujas necesarias para ambas etapas.
5. **PLC (Controlador Lógico Programable):** Este dispositivo controla todo el sistema automatizado, gestionando las señales de los sensores y regulando el funcionamiento de las válvulas y cilindros neumáticos. El PLC permite la ejecución precisa y segura de los ciclos de cocido y lavado.

6. Electroválvulas del sistema:

- V1 Electroválvula Hidráulica de llenado 2/2 retroceso por muelle (Q1).
- V2 Electroválvula neumática bidireccional 5/2 accionamiento cilindro neumático alimentación de lechada. (Q2-Q3)
- V3 Electroválvula Hidráulica 2/2 retroceso por muelle, alimenta con vaciado de lechada. (Q4)
- V4 Electroválvula neumática 2/2 retroceso por muelle alimentación a sistema de válvulas antirretorno de hidro masaje de burbujas. (Q5)
- V5 Electroválvula Hidráulica 2/2 retroceso por muelle, de vaciado del depósito (Bin). (Q6)

7. Sensores del sistema

- S7 Sensor de nivel de vacío A0 (I6)
- S8 Sensor de nivel de llenado A1 (I7)
- S9 Sensor de proximidad magnético B0 (I8)
- S10 Sensor de proximidad magnético B0 (I9)

8. Pulsadores de Control:

- **Pulsador 1 PT:** Ejecuta ambos procesos de manera secuencial, automatizando todo el ciclo.
- **Pulsador 2 RT:** Reset del contador de ciclos.
- **Parada de Emergencia 3:** Es un dispositivo de seguridad diseñado para detener el proceso en caso de cualquier anomalía, protegiendo tanto el sistema como al operador.
- **Pulsador 4 PD:** Detener proceso
- **Pulsador 5 P1:** Inicia la etapa de cocido.
- **Pulsador 6 P2:** Inicia la etapa de lavado

2.7.2 FLUJO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA PRESENTE EN LA SIMULACIÓN

1. Etapa de Cocido:

- **Inicio del Ciclo:** Al presionar el Pulsador 1, el sistema llena el Bin con agua, seguido de la inyección de soda cáustica.
- **Baño de Burbujas:** Las válvulas antirretornos generan burbujas durante 15 minutos, lo que permite agitar las aceitunas y asegurar una cocción homogénea.
- **Reposo:** Tras el burbujeo, el sistema entra en un periodo de reposo de 45 minutos. Este ciclo se repite 5 veces, abarcando un total de 5 horas.

2. Etapa de Lavado:

- **Inicio del Ciclo:** Al presionar el **Pulsador 2**, se inicia el lavado con agua. Cada ciclo de lavado comienza con un baño de burbujas de 15 minutos, seguido por un tiempo de reposo que se incrementa en 30 minutos con cada ciclo adicional.
- **Finalización:** Después de cada ciclo, el Bin se vacía, y el proceso se repite 5 veces para asegurar que las aceitunas alcancen un pH neutro 7 al igual que el agua.

3. Operación en Serie:

Ciclo Continuo: Al presionar el **Pulsador PT** (Puesta en marcha de ambos ciclos, cocido y lavados), el sistema ejecuta tanto la etapa de cocido como la de lavado de manera secuencial, automatizando todo el proceso de principio a fin.

INTERACCIÓN ENTRE LOS COMPONENTES

El PLC coordina todos los componentes del sistema, asegurando que las válvulas, cilindro y sensores trabajen en sincronía para cumplir con los ciclos de cocido y lavado de manera eficiente. En caso de una interrupción del ciclo, el PLC restablece el cilindro neumático a su posición inicial antes de reanudar el proceso, garantizando así la continuidad y la integridad del sistema. En ambas etapas.

2.7.3 SIMULACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO EN CODESYS PARA EVALUAR SU DESEMPEÑO

El objetivo principal de la simulación en Codesys es asegurar el funcionamiento del sistema automatizado de las etapas cocido y lavado, garantizando que todas las operaciones controladas por el PLC Mitsubishi FX5U se realicen de manera correcta. La simulación verificará los tiempos de operación, la sincronización de los componentes y la respuesta del sistema se comporten conforme a lo acordado.

La flexibilidad, compatibilidad y capacidad de simular sistemas de manera complejos nos ayuda retratar el funcionamiento de un prototipo, Codesys es la plataforma que se eligió para la simulación y programación con el PLC Mitsubishi FX5U. Este software permite programar todo respecto a las necesidades que se requieren en el proyecto.

2.7.4 PROCESO DE SIMULACIÓN

La simulación del sistema se realiza utilizando el diagrama Ladder en Codesys, una representación gráfica que permite visualizar el control de las operaciones de cocido y lavado de manera secuencial.

2.7.5 ETAPAS DE LA SIMULACIÓN

Etapa 1 Ciclo de Cocido:



Ilustración 57-Esquema de simulación en codesys del equipo de aceitunas de mesa. Fuente: Propia

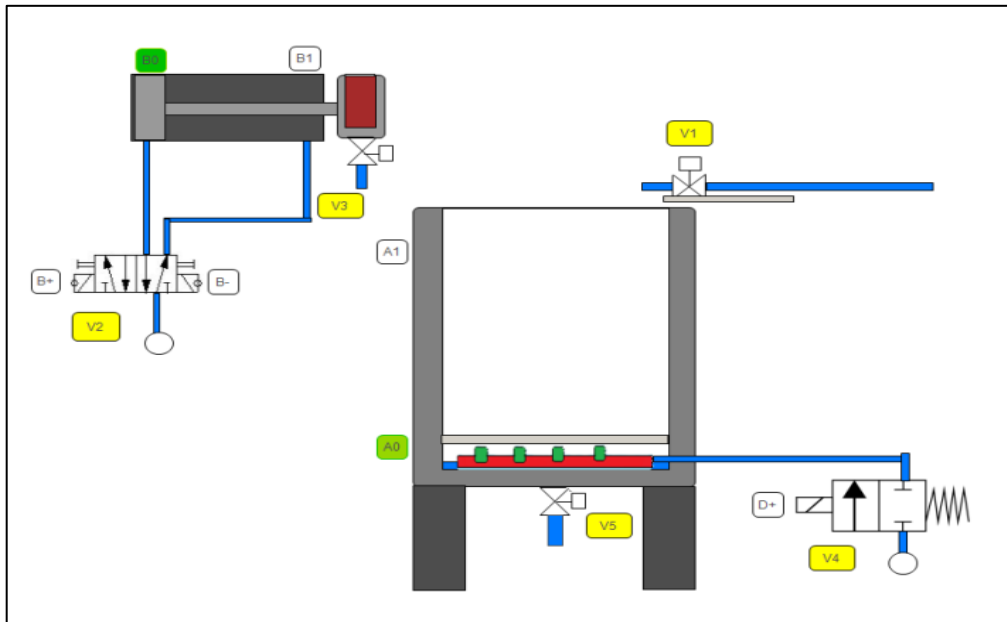


Ilustración 58-Panel referencial comandos de accionamiento prototipo del equipo de las aceitunas de mesa. Fuente: Propia

Paso 1: inicio del ciclo de cocido. La simulación comienza cuando se acciona el Pulsador (P1), lo que envía una señal al PLC para iniciar el ciclo de cocido. La primera condición que, si el cilindro neumático de la porta lechada se encuentra extendido, este se entrara automáticamente hasta llegar a la posición B0 (S8). Este control es fundamental para evitar errores en el proceso.

Una vez cumplida la condición da inicio al proceso el cual activa la electroválvula hidráulica 2/2 (V1) dando el paso al agua, cual ya lleno el depósito, esta electroválvula (V1), se cierra de manera automática una vez que el depósito de aceitunas este con los dos sensores de nivel magnéticos S6 y S7 estén censando.

Paso 2: Al cumplir la condición que ambos sensores S6 y S7 estén censando, da paso a la activación de la electroválvula neumática 5/2 (V2), la cual extiende el cilindro neumático a la posición B1 (S9).

Cuando esa activo el sensor (S8) este permite que la electroválvula (V3) se accione y de paso a la lechada, esta se abre por un tiempo temporizado de 5 min y luego una vez cumplido se cierra (V3) y el cilindro neumático vuelve a la posición B0 (S8) queda activo.

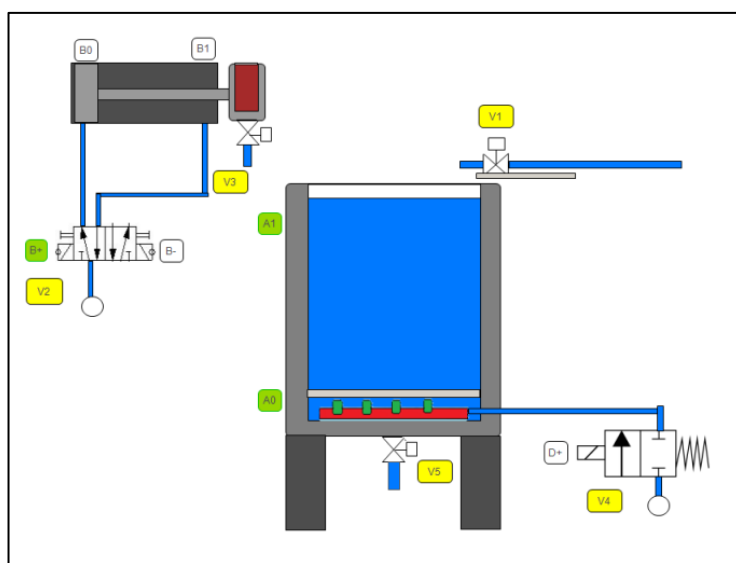


Ilustración 60- inicio del ciclo de cocido referente paso1 (equipo de aceitunas de mesa). Fuente: Propia

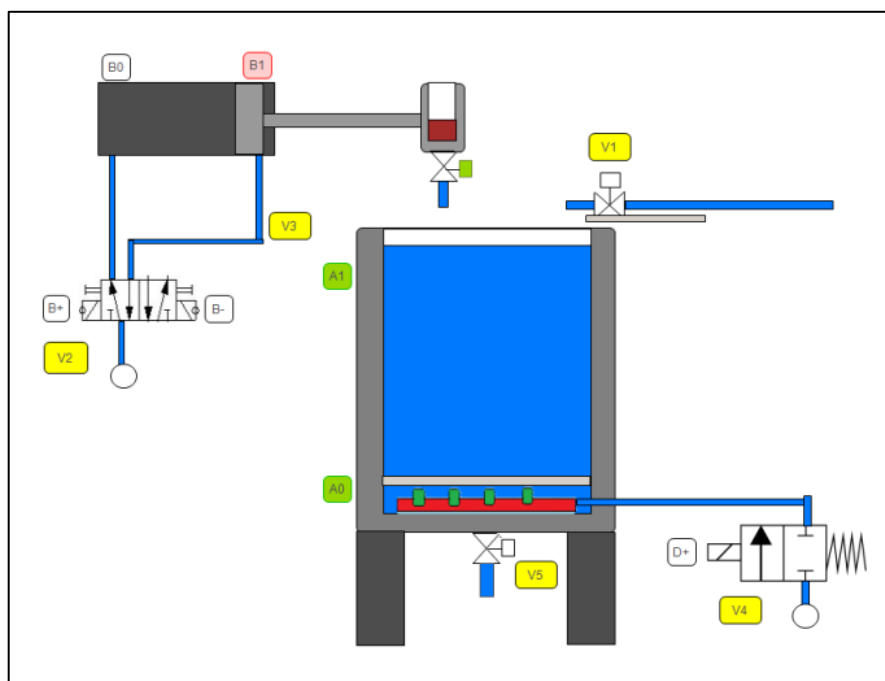


Ilustración 59- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 (1). Fuente: Propia

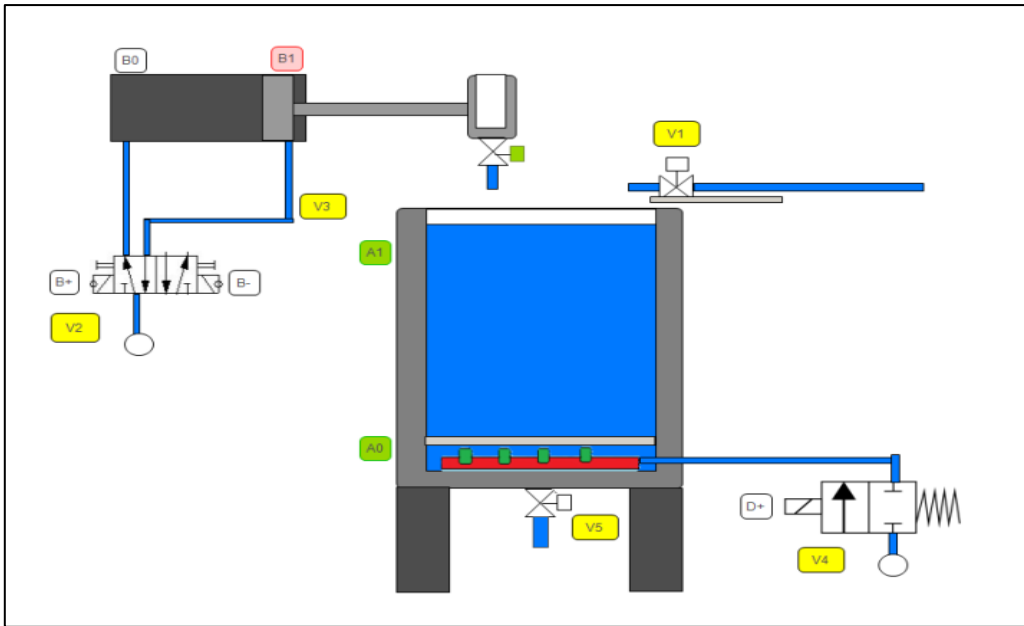


Ilustración 61- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 (2). Fuente: Propia

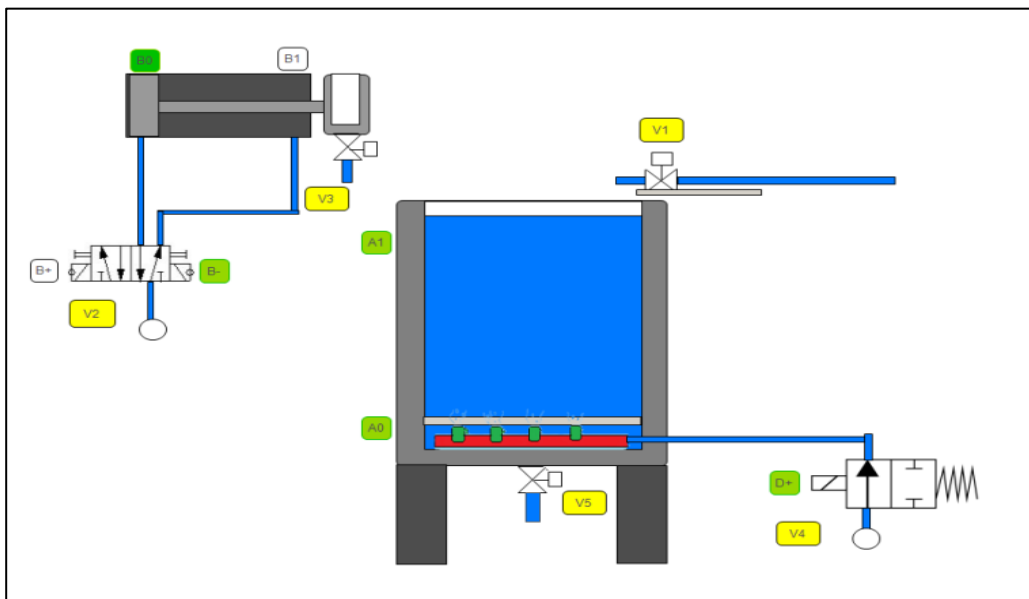


Ilustración 62- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2 (3). Fuente: Propia

Paso 3: Tras el llenado y la inyección de soda cáustica en el depósito con las aceitunas, se activan las válvulas antirretornos, las cuales generan un flujo de burbujas durante 15 minutos. El objetivo de esta etapa es garantizar una cocción homogénea de las aceitunas, asegurando que todas estén en contacto con la solución de soda cáustica.

En la simulación en Codesys se verifica que las válvulas permanezcan activas durante el tiempo exacto especificado, y que el sistema de burbujas funcione sin interrupciones durante esos 15 minutos, después que las burbujas se detienen, el sistema entra en un periodo de reposo de 45 minutos. Durante esta fase, las aceitunas se dejan reposar en la solución de soda cáustica, y el sistema monitoriza el tiempo para garantizar que se respete el intervalo exacto. En codesys se puede supervisar que no ocurra ningún imprevisto o algo que no es normal en el sistema, al finalizar este periodo, se reanuda el ciclo repitiendo el proceso hasta completar los 5 ciclos de cocido, que duran un total de 5 horas.

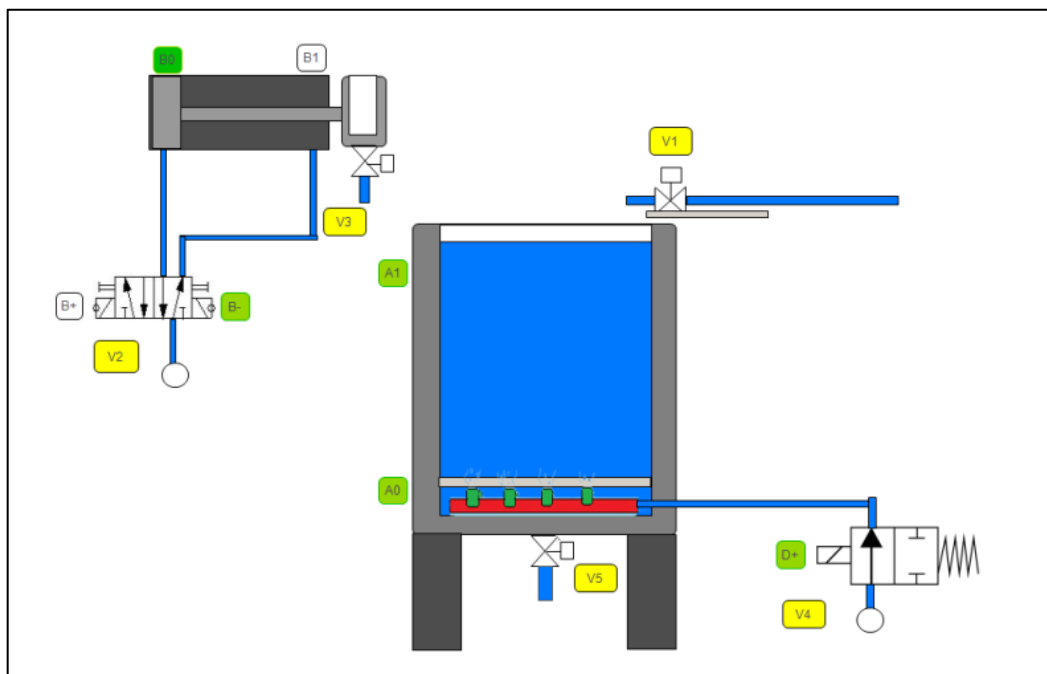


Ilustración 63- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 3 (1). Fuente: Propia

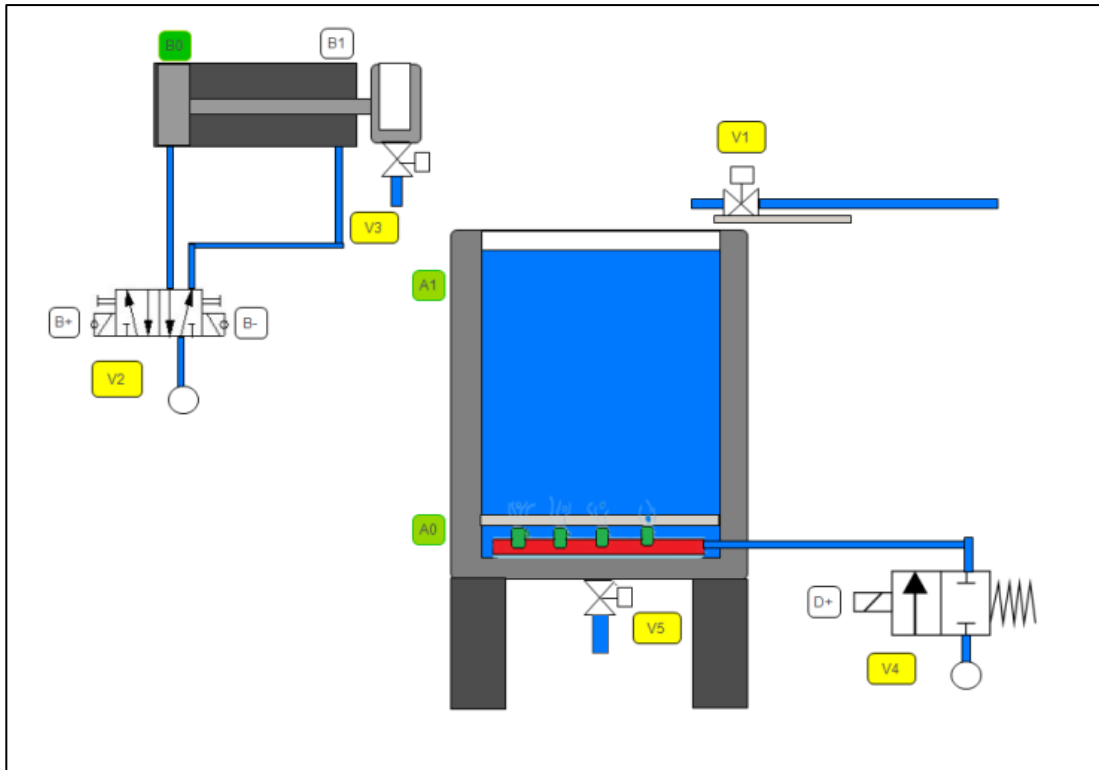


Ilustración 64- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa, referente al paso 3 (2). Fuente: Propia

Paso 4: ya que se cumplió los 5 ciclos (15 min de burbujas y 45 min de reposo) se activa la electroválvula de vaciado (V5) y el depósito de aceitunas tiende a vaciar el agua en su interior y una vez vació finaliza la etapa de cocido de la aceituna.

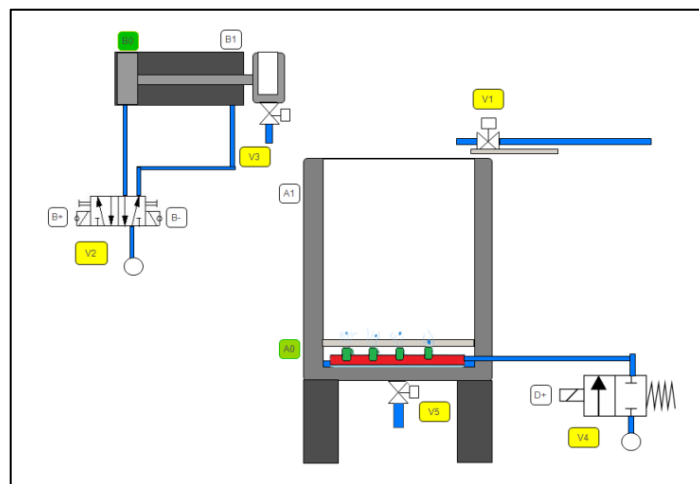


Ilustración 65- Proceso de cocido del equipo de aceituna de mesa referente al paso 4. Fuente: Propia

Condiciones del Ciclo de Cocido:

- El sensor de nivel debe validar que el Bin está vacío antes de cada llenado.
- Las válvulas antirretornos deben activar el sistema de burbujas durante exactamente 15 minutos.
- Se debe respetar el periodo de reposo de 45 minutos entre cada activación de burbujas.
- De manera manual debe estar con la lechada de soda caustica el depósito de lechada

Etapa 2 Ciclo de Lavado:

Paso 1: El Pulsador P2 inicia la etapa de lavado. Se debe asegurar de que el Bin se vacíe completamente antes de cada ciclo de lavado. Esta verificación también puede ser vista por el operario del equipo, pero el PLC debe recibir mediante los sensores de nivel electromagnéticos S6 y S7 que el Bin está listo para el llenado con agua nueva. Una vez que se cumple esa condición inicial pasa llenar el depósito de aceitunas con agua hasta llegar S7.

Paso 2: Similar al ciclo de cocido, el ciclo de lavado ejecuta la activación de las válvulas antirretorno, que generan burbujas durante 15 minutos. Este proceso asegura que las aceitunas se agiten y facilite que el alopurinol que está en el interior de la aceituna salga más fácilmente.

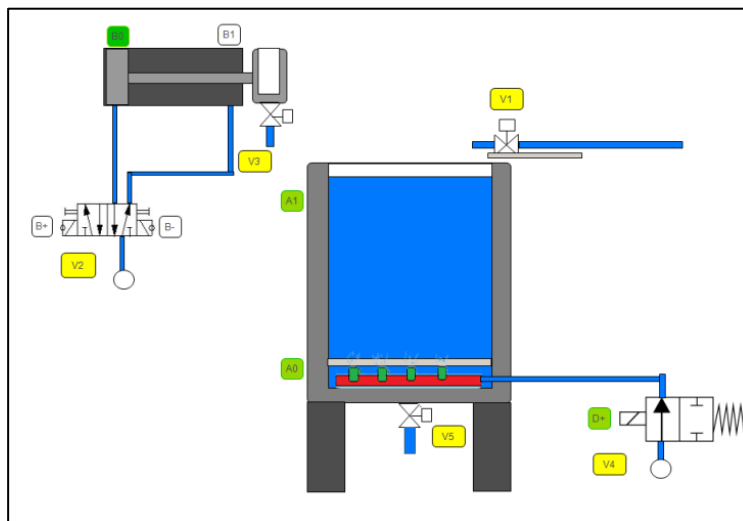


Ilustración 66- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 1. Fuente: Propia

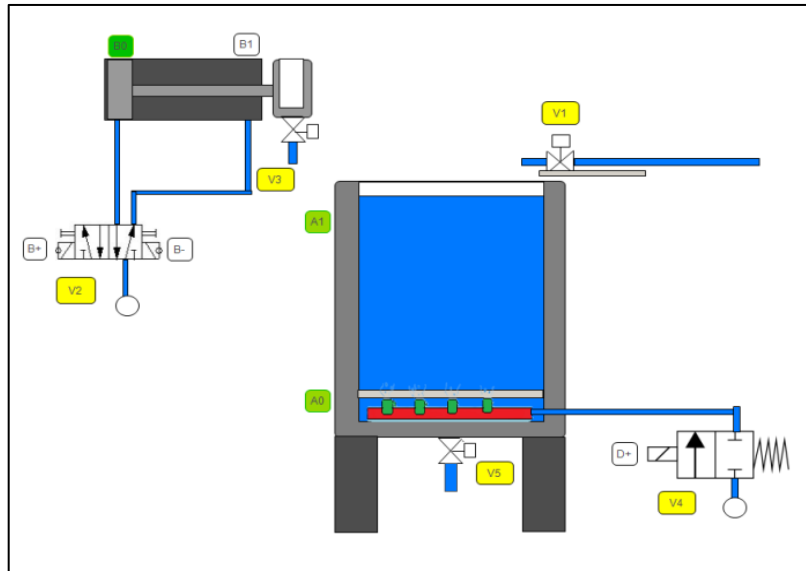


Ilustración 67- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 2. Fuente: Propia

Paso 3: En este paso se manifiesta una diferencia clave con respecto al ciclo de cocido, que el ciclo de lavado el tiempo de reposo incrementa en 30 minutos por cada ciclo. El primer ciclo incluye un reposo inicial de 30 minutos, seguido de un aumento de 30 minutos en cada ciclo adicional. A través de Codesys se controla estos incrementos de tiempo, asegurando que se respeten las condiciones exactas de reposo en cada ciclo de lavado.

Este proceso de llenado, burbujas y reposo se repite en 5 ciclos, con tiempos de reposo incrementados de forma automática en cada iteración. Al finalizar cada ciclo, el depósito de aceitunas drena el agua en su interior y queda vacío. Se tiene presente asegurar de que el pH de las aceitunas sea neutro (pH 7) una vez que se cumplan todos los ciclos.

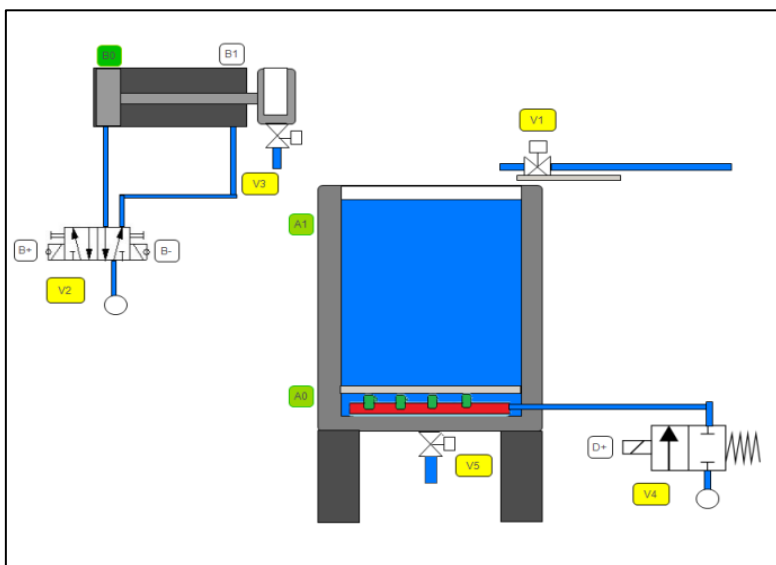


Ilustración 69- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 3(1). Fuente: Propia

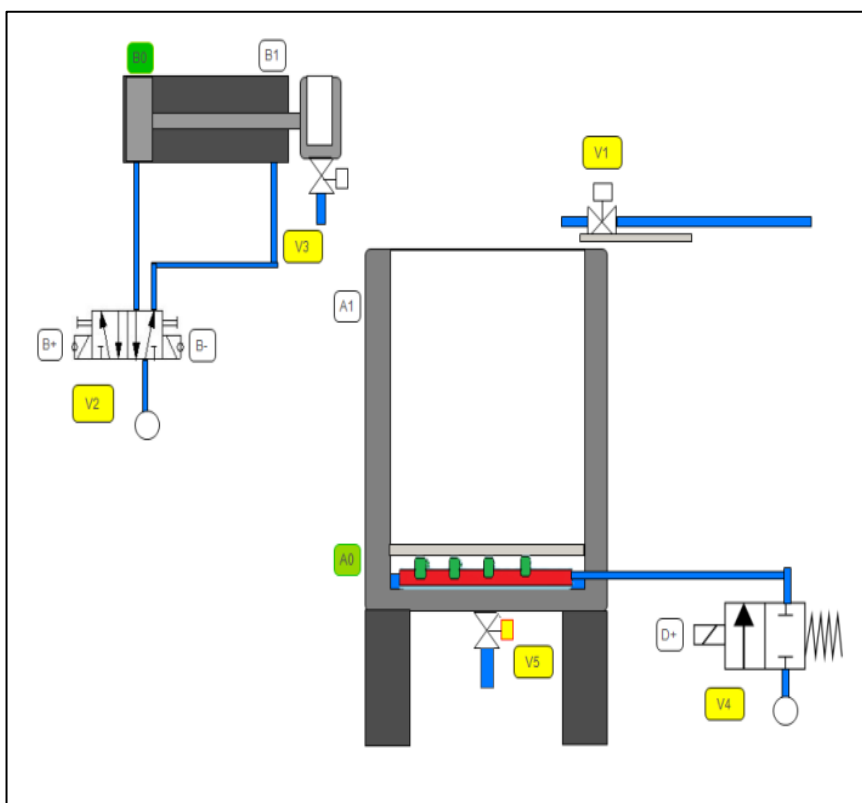


Ilustración 68- Proceso de lavado del equipo de aceituna de mesa referente al paso 3 (2). Fuente: Propia

Condiciones del Ciclo de Lavado:

- El sensor de nivel debe verificar que el Bin está vacío antes de cada llenado.
- El tiempo de reposo debe incrementarse automáticamente en 30 minutos con cada ciclo adicional.
- Las válvulas antirretornos deben activar el sistema de burbujas por 15 minutos en cada ciclo.

Ciclo Completo (Operación en Serie):

Paso 1: Activación del ciclo completo. El Pulsador (PT) permite que el sistema ejecute ambos ciclos (cocido y lavado) de forma secuencial sin intervención adicional del operador. La simulación en Codesys asegura que las transiciones entre las dos etapas del proceso (cocido y lavado) se realicen sin problemas, con tiempos de activación y reposo precisos.

Condiciones del Ciclo Completo:

- Se deben respetar las condiciones de cada ciclo individual (cocido y lavado), incluyendo tiempos de activación, reposo y llenado.
- Las transiciones entre los ciclos deben ser fluidas y sin interrupciones.

2.7.6 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Se obtiene en la simulación del diagrama Ladder de ambas etapas ejecutadas en codesys respetan los tiempos estimulados de los temporizadores cada una de sus secuencias. Se ejecutan de manera correcta cada activación de los sensores, válvulas y actuadores en el sistema, permitiendo así que funcione correctamente el proceso.

Respecto a la seguridad del sistema la parada de emergencia cumple la función de detener el sistema de manera puntual, así mismo el pulsador de Reset, el pulsador de detención de sistema y los pulsadores de funcionamiento de las etapas, asegurando que el proceso pueda ser interrumpido o reanudado de manera controlada.

La simulación también revela oportunidades de mejora en los tiempos de ejecución. Se identificaron puntos específicos en los cuales la secuencia del proceso puede optimizarse para reducir tiempos muertos o ineficiencias. Estas mejoras permitirán un rendimiento más eficiente del equipo automatizado en versiones que se quieran crear a futuro, ajustando los parámetros de control para una mayor productividad y minimizando los tiempos de inactividad del sistema.

3 Capítulo 3: Evaluación técnica y económica del prototipo

3.1 EVALUACIÓN TÉCNICA

El sistema automatizado de las aceitunas de mesa respecto a ambas etapas ha demostrado de manera técnica y respaldado por los resultados obtenidos en codesys, que puede ser viable en reducción de los tiempos del proceso a tradicional a 1 día, 90 % del total de producción por ciclo, dándonos una primera buena impresión de su desarrollo. Las ventajas que implementa un sistema automatizado de aceitunas de mesa desde una perspectiva técnica en si son:

- **La automatización de tareas de cocido y lavado:** Respecto a este punto es crucial demandar que en el proceso de aceitunas de mesa cuando se tiene mano obrera estos les demanda un tiempo de 2 a 3 días y esfuerzo físico en fabricación de las dos etapas propuestas en la automatización. Al ser de manera automatiza este proceso se disminuye de manera la mano de obra de ser 2 a 3 personas a 1 sola persona que maneje el equipo, permitiendo que los posibles errores humanos no se vean influenciados en la preparación, también que no se vea influenciado posibles accidentes en el transcurso de trabajo de la persona, ya que al ser automatizado el operario deberá ejecutar las indicaciones correspondientes al uso del equipo.
- **Control preciso de parámetros:** Al automatizar el proceso de aceitunas, utilizando un PLC, nos permite un control muy preciso de las variables en cada una de las etapas correspondientes, ejemplos: (tiempo de lavado exacto, tiempo de cocido y homogenización de cocido, etc.) Este tipo de control y ejecución de cada una de las etapas es difícil de ejecutar con precisión en un trabajador, ya que al ocurrir cualquier inconveniente o tarea puede desfasarse en los tiempos o ejecutar mal las etapas. Esto afectaría gravemente la calidad del producto a obtener.
- **La eficiencia del uso de recursos:** Gracias a los componentes del sistema como los sensores, actuador, válvulas y electroválvulas, generan que la automatización en su conjunto optimice los recursos de agua, energía y químicos. Al ser utilizados según los requerimientos del proceso.
- **Seguridad y reducción de riesgos:** La implementación de paradas de emergencia, pulsador de Reset y pulsador para detener el proceso, mejoran notablemente la seguridad operativa. Lo cual nos da un gran avance con respecto a los métodos manuales ya que el operador no estará expuesto como lo es el trabajador de manera

manual agentes químicos y componentes pesados. Bajo que todo está especificado bajo protocolos.

- **Mantenimiento preventivo:** basado respecto a ambas etapas ejecutadas de manera automatizada el equipo contara de un plan mantenimiento preventivo de cada uno de los componentes: Válvulas, electroválvulas, sensores, PLC, compresor, ductos y componentes mecánicos, etc. Lo que mejorará la fiabilidad del sistema a largo plazo y reducirá costos inesperados de reparación

3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.2.1 ANÁLISIS DE COSTOS ESTIMADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

COSTOS DE MATERIALES

COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ELÉCTRICOS, NEUMÁTICOS, HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS.

Se comprende que el conjunto de componentes eléctricos, electrónicos, neumáticos, hidráulicos y todos los accesorios necesarios dan como un total de 23,9 UF. La lista de cada uno de los componentes se encuentra específicamente en anexos.

COMPONENTES MECÁNICOS Y ESTRUCTURAS.

Los componentes estructurales y mecánicos dan como un total de 101,24 UF. La lista completa de cada uno se encuentra más específica en anexos.

COSTOS DE MANO DE OBRA, COSTOS DE DESARROLLO Y CONTINGENCIAS

Nº	categoría	cantida d	Valor unidad	Valor total	descripción
1	Ingeniería y diseño	40 horas	0.53 UF	21.07 UF	Encargados de fabricación y diseño del proceso automatizado de aceitunas

2	Montaje y pruebas (estimado)	40 horas	0.53 UF	21.07 UF	
3	Gastos de contingencias	1	13.17 UF	13.17 UF	Se considera este valor, por cualquier percance del equipo
	Subtotal			55.31 UF	

Tabla 9- Costos de mano de obra, costos de desarrollo y contingencias. Fuente: Propia

COSTOS GENERALES Y LOGÍSTICA

Nº	categoría	cantidad	Valor unidad	Valor total	descripción
1	Gastos de transporte	1		3.95 UF	Movilización del equipo.
2	Almacenamientos y servicios	1		2.63 UF	Limpieza y lugar de almacenamiento del equipo.
4	Gastos de suministros básicos	1	3.95 UF	3.95 UF	Se consideran gastos de suministro eléctrico, agua y gas.
	Subtotal			10.53 UF	

Tabla 10- Costos generales y logística. Fuente: Propia

COSTOS TOTALES DE FABRICACIÓN

Nº	Tipo de costos	valor	descripción
1	Componentes Electrónicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos y accesorios.	23.89 UF	
2	Componentes Mecánicos y estructuras.	101.22 UF	
3	Costos de mano de obra, costos de desarrollo y contingencias	55.29 UF	
4	Costos generales y logística	10.53 UF	
	Total, de costos	190.94 UF	Costo total de fabricación del equipo

Tabla 11-Costos totales de fabricación. Fuente: Propia

Para efectos del estudio de viabilidad económica se considera de manera hipotéticamente un caso de posible inversión, donde se crea un proyecto de ventas de aceitunas mesa para poder ver la rentabilidad y si es viable este equipo al ser usado para una empresa de este rubro. En primera instancia se considera el precio de venta del equipo, para llegar a la conclusión del valor se consideran las siguientes directrices:

- Valor de fabricación
- Costos variables extras
- Costos de instalación
- Ganancias concebibles

	Porcentajes que se consideran	valor
Valor de fabricación		190.94 UF
Costos de instalación	30%	57.28 UF
Costos extras del equipo	20%	38.19 UF
Ganancias concebibles	50%	95.47 UF
Valor final del equipo		381.88 UF

Tabla 12- Valor de venta de equipo. Fuente: Propia

3.2.2 Evaluación Técnica Del Prototipo A 10 Años

Para la inversión del equipo donde la producción sea de 3000 kg de aceitunas al mes y anualmente sea de 36.000 kg, donde se espera que cada año hay un incremento del 5% los primeros 5 años y desde el año 6 crece en un 15% de los kg producidos de manera anual, se considera desde la perspectiva técnica que el funcionamiento del prototipo cumple con los requisitos, por ende la fabricación e instalación del equipo para poder suplir esta demanda, pero se debe considerar que para el caso de desarrollo de una implementación como tal se debe tener equipos de almacenamiento de residuos y de agua, para así agilizar más el trabajado.

Se tiene en cuenta que un terreno en venta de 800 metros cuadrados con un valor de 526.60 UF se considera para crear el lugar de trabajo y este lugar de trabajo terminado completo se considera un gasto de 394.95 UF.

Todos estos datos son basados en un análisis técnico de la posibilidad de inversión, dando una posibilidad de ejecución.

Bajo los parámetros establecidos del valor del equipo, se considera el siguiente caso como ejemplo de inversión:

Se evalúa que el proyecto de venta de aceitunas a 10 años. Se estima posible producir y vender 36.000 kg el año 1 y desde el 2 incrementa anualmente 5% y desde el periodo anual 6 incrementa 15%, los precios de venta del producto a 0.11 UF el kg durante los primeros 12 meses, después aumenta Bimestralmente 3% considerando la inflación.

El estudio técnico definió una tecnología óptima para el proyecto que requeriría es:

Terreno	526.60 UF
Obras físicas	526.60 UF
Maquinarias	632.05 UF

Tabla 13- Datos de proyección ejemplo (1). Fuente: Propia

El equipo automatizado de aceitunas de mesa ya instalado en el lugar de trabajo tiene un valor 381.92 UF.

Se consideran equipo de almacenamiento de residuos 131.65 UF y equipos de almacenamiento de agua 118.48 UF.

Costos variables	1 año	Incremento anual
Mano de obra	0.0079 UF/Kg	3%
Materiales	0.0013 UF/Kg	3%
Costos indirectos	0.0084 UF/Kg	3%
Costo de aceituna fermentada	0.0530 UF /Kg	3%

Tabla 14- Datos de ejemplo costos. Fuente: Propia

Los costos de materiales necesarios para la producción de aceitunas se consideran soda caustica, sal y otros (0.0013 UF/ kg de aceitunas).

Los costos fijos de fabricación se estiman en 26.33 UF, sin incluir depreciación. Se considera que estos costos incrementen en 4.4%, desde el periodo anual 2 en adelante así de manera incremental.

Los gastos de administración y ventas se estiman en 315.96 UF anuales, los primeros cinco años, y después incrementan en 20% el nivel de operación. Los gastos de venta variables corresponden a comisiones del 2% sobre ventas.

La legislación vigente permite depreciar las obras físicas en 20 años y todas las máquinas en 10 años.

Los activos intangibles se amortizan linealmente en cinco años. Los gastos de puesta en marcha ascienden a 52.66 UF, dentro de los que se incluye el costo del estudio de viabilidad, que asciende a 21.06 UF.

La inversión en capital de trabajo se estima en el equivalente a seis meses de costo total desembolsable al momento cero y cuando ocurra un incremento en la producción.

La tasa de impuestos a las utilidades es de 21% y la rentabilidad exigida al capital invertido es de 10%.

La amortización de intangibles corresponde al 20% anual del total de activos intangibles posibles de contabilizar, incluyendo el costo del estudio. Como éste tuvo un costo de 263.30 UF y se deprecia en 10 años, su valor libro corresponde a 52.66 UF.

Tabla de datos

INVERSIONES EN EQUIPAMIENTO (UF)		
Equipo	Precio	total
equipo automatizado de aceitunas mesa	381,91	632,04
equipo de almacenamiento residuos	131,65	
equipo almacenamiento de agua	118,48	

INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA (UF)		
		total
Terreno	526,59	1052,88
Obras físicas	526,29	
INVERSIONES DE AMPLIACIÓN		
Obra física Ampliación (año 5)	0,00	

INVERSIÓN INICIAL ACT. INTANGIBLE (año 0)	31,60
Gastos de puesta en marcha + Estudio de V.	52,66
Estudio de viabilidad	21,06

PQ			
q -Demanda (instalaciones)			
unidades (1° año)	3000,00	tasa de incremento	
unidades (1° año)	36000,00	kilos /año	
unidades (2° año)	37800,00	kilos /año	5%
unidades (3° año)	39690,00	kilos /año	
unidades (4° año)	41674,50	kilos /año	
unidades (5° año)	43758,23	kilos /año	15%
unidades (6° año)	50321,96	kilos /año	
unidades (7° año)	57870,25	kilos /año	
unidades (8° año)	66550,79	kilos /año	
unidades (9° año)	76533,41	kilos /año	
unidades (10° año)	88013,42	kilos /año	

Precio venta		6% ANUAL	
Precio venta por kilo (1° año)	0,11	UF/kilo	1,06
Precio venta por kilo (2° año)	0,12	UF/kilo	
Precio venta por kilo (3° año)	0,12	UF/kilo	
Precio venta por kilo (4° año)	0,13	UF/kilo	
Precio venta por kilo (5° año)	0,14	UF/kilo	
Precio venta por kilo (6° año)	0,15	UF/kilo	
Precio venta por kilo (7° año)	0,16	UF/kilo	
Precio venta por kilo (8° año)	0,17	UF/kilo	
Precio venta por kilo (9° año)	0,18	UF/kilo	
Precio venta por kilo (10° año)	0,19	UF/kilo	

Costos (UF)			
Costos Variables		tasa incremento anual	
Costo de fabricación 1 año	0,0700	UF/u	3%
Mano de obra	0,0079	UF/kilo	
Materiales	0,0013	UF/kilo	
Costos indirectos	0,0084	UF/kilo	
costo del producto fermentado	0,0530	UF/kilo	
	total	0,07060	

Costos (UF)		tasa incremento anual	
-------------	--	-----------------------	--

Costos Variables (UF)		3%
Costo de fabricación 1 año	0,0706	UF/kilo
Costo de fabricación 2 año	0,0727	UF/kilo
Costo de fabricación 3 año	0,0749	UF/kilo
Costo de fabricación 4 año	0,0771	UF/kilo
Costo de fabricación 5 año	0,0795	UF/kilo
Costo de fabricación 6 año	0,0818	UF/kilo
Costo de fabricación 7 año	0,0843	UF/kilo
Costo de fabricación 8 año	0,0868	UF/kilo
Costo de fabricación 9 año	0,0894	UF/kilo
Costo de fabricación 10 año	0,0921	UF/kilo

Comisión por venta	2%	
--------------------	----	--

		Tasa anual
costos fijos (UF)		4,40%
Costo fijo de fabricación (Año 1)	26,33	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 2)	27,49	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 3)	28,70	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 4)	29,96	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 5)	31,28	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 6)	32,66	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 7)	34,09	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 8)	35,59	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 9)	37,16	UF/año
Costo fijo de fabricación (Año 10)	38,79	UF/año

		Tasa Anual
Gastos de Adm. Y Ventas (UF)		3%
Gastos de Adm. Y Ventas (año 1)	315,960	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 2)	325,439	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 3)	335,202	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 4)	345,258	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 5)	355,616	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 6)	366,284	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 7)	377,273	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 8)	388,591	UF/año
Gastos de Adm. Y Ventas (año 9)	400,249	UF/año

Gastos de Adm. Y Ventas (año 10)	412,256	UF/año
----------------------------------	---------	--------

DATOS ECONÓMICOS	Dato	
Impuesto	21%	
Tasa de descuento	10%	
Depreciación lineal		
Obras físicas	20	años
equipo automatizado de aceitunas mesa	10	años
equipo de almacenamiento residuos	10	años

Tabla 15- Tabla de datos. Fuente: Propia

3.2.3 Flujo de caja

Item	0	1	2	3	4	5
Producción		36000	37800	39690	41675	43758
Ingresos por venta		3960	4407	4906	5460	6077
Costos variables						
Costos variables de fabricación		-2541,6000	-2748,7404	-2972,7627	-3215,0429	-3477,0689
Comisión por venta		-79,2000	-88,1496	-98,1105	-109,1970	-121,5363
Costos fijos						
Costo fijo de fabricación		-26,3300	-27,4885	-28,6980	-29,9607	-31,2790
Gastos Adm. Y Ventas (GAV)		-315,9600	-325,4388	-335,2020	-345,2580	-355,6158
Depreciación de activos		-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185
Amortización intangibles		-10,5320	-10,5320	-10,5320	-10,5320	-10,5320
Valor libro de activo en venta						
Utilidad antes de impuesto		896,8595	1117,6122	1370,7015	1660,3404	1991,2622
Impuesto		-188,3405	-234,6986	-287,8473	-348,6715	-418,1651
Utilidad después de impuesto		708,5190	882,9136	1082,8542	1311,6690	1573,0971
Depreciación de activos		89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185
Amortización intangibles		10,5320	10,5320	10,5320	10,5320	10,5320
Valor libro de activo en venta						
Flujo de caja		808,5695	982,9641	1182,9047	1411,7195	1673,1476
Inversiones de infractrusctura						
obra fisicas + terreno	-1052,8800					
ampliación						
inversiones de equipamiento	-632,0400					
inversiones de remplazo						
inversion de capital de trabajo	-1481,5450					
valor de desecho						
flujo de caja neto	-3166,4650	808,5695	982,9641	1182,9047	1411,7195	1673,1476
PAYBACK calculo	0,0000	-2431,4018	-1619,0348	-730,3010	233,9224	1272,8154

Tabla 16- Flujo de caja 1. Fuente: Propia

Item	6	7	8	9	10	
Producción	50322	57870	66551	76533	88013	
Ingresos por venta	7408	9030	11007	13418	16357	
Costos variables						
Costos variables de fabricación	-4118,5881	-4878,4676	-5778,5449	-6844,6864	-8107,5311	
Comisión por venta	-148,1527	-180,5981	-220,1491	-268,3618	-327,1330	
Costos fijos						
Costo fijo de fabricación	-31,2790	-32,6553	-34,0921	-35,5922	-37,1582	
Gastos Adm. Y Ventas (GAV)	-366,2842	-377,2728	-388,5909	-400,2487	-412,2561	
Depreciación de activos	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	
Amortización intangibles						
Valor libro de activo en venta						
Utilidad antes de impuesto	2653,8120	3471,3942	4496,5605	5779,6814	7383,0535	
Impuesto	-557,3005	-728,9928	-944,2777	-1213,7331	-1550,4412	
Utilidad después de impuesto	2096,5115	2742,4014	3552,2828	4565,9483	5832,6122	
Depreciación de activos	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	
Amortización intangibles	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Valor libro de activo en venta			0,0000			
Flujo de caja	2186,0300	2831,9199	3641,8013	4655,4668	5922,1307	
Inversiones de infraestructura						
obra físicas + terreno						
ampliación						
inversiones de equipamiento						
inversiones de remplazo						
inversion de capital de trabajo						
valor de desecho					58326,1223	VALOR DESECHO
flujo de caja neto	2186,0300	2831,9199	3641,8013	4655,4668	64248,2531	59115,857
PAYBACK calculo	2506,7724	3959,9951	5658,9223	7633,2946	32403,7775	

Tabla 17- Flujo de caja 2. Fuente: Propia

Se presentan datos obtenidos de flujo de caja simulando una posible inversión para crear una empresa de venta de aceitunas.

El cálculo del payback, VAN y TIR se ve represento en la siguiente parte:

Van	32403,8	UF
TIR	53%	
Payback	234	UF

Tabla 18- VAN, TIR y Payback. Fuente: Propia

VAN (Valor Actual Neto): 32403,8 UF. Este resultado muestra que el proyecto genera un valor positivo. Un VAN positivo indica que el proyecto es viable desde un punto de vista financiero, generando un retorno superior al costo de capital.

TIR (Tasa Interna de Retorno): 53%. La TIR obtenida es considerablemente mayor que la tasa de rentabilidad exigida del 10%, lo que sugiere que el proyecto es altamente rentable.

Este valor significa que el proyecto podría soportar una tasa de descuento de hasta el 53% antes que deje de ser viable crear el proyecto. Además, la TIR refleja la máxima tasa de descuento que el proyecto puede soportar sin volverse no rentable. Dado que este valor es elevado, existe un margen de seguridad importante, lo que minimiza el riesgo en caso de que haya variaciones en los costos o ingresos proyectados, por ende, hace factible poder dar inicio a crear el proyecto.

Payback (Período de recuperación): el tiempo de recuperación se ve expresado que es en el año 4, el monto de 234 UF. esto indica que la recuperación del capital se ve atractiva.

Se concluye que, bajo los resultados obtenidos, el proyecto es financieramente viable con un VAN de 32403,8 UF y una TIR del 53%, muy por encima de la tasa exigida del 10%, lo que indica alta rentabilidad y un margen de seguridad considerable. Además, el Payback en el año 4 sugiere una rápida recuperación de la inversión, haciendo el proyecto atractivo y rentable para su ejecución.

3.3 POSIBLES MEJORAS DEL PROTOTIPO

Si bien el prototipo ha funcionado satisfactoriamente en las simulaciones, se podrían implementar mejoras en la velocidad del proceso de lavado, quizás ajustando el número de ciclos de enjuague o modificando el tamaño del depósito de agua. Además, la integración de tecnologías como Panel de datos, permitiría un monitoreo de cada fase a más detalle en tiempo real para el operario, lo que optimizaría aún más la operación del sistema.

Una posible mejora futura sería la ampliación de la automatización a otras etapas del proceso de producción de aceitunas, como la clasificación y el envasado. Esto permitiría una automatización completa del proceso, reduciendo aún más la necesidad de mano de obra y aumentando la capacidad de producción.

3.4 Impacto Potencial y Recomendaciones

El sistema automatizado propuesto es fácilmente escalable y replicable en otras empresas del sector olivícola. Al estar diseñado con componentes estándar y un PLC programable, las modificaciones pueden adaptarse a las necesidades específicas de diferentes productores de aceitunas, lo que permite una fácil adopción de la tecnología en diferentes entornos productivos.

El prototipo también ha demostrado ser eficiente en el uso de energía y agua, dos recursos críticos en la industria alimentaria. Implementar sistemas de recirculación de agua y mejorar la eficiencia energética del compresor podrían ser pasos futuros para reducir aún más el impacto ambiental del proceso.

CONCLUSIÓN

El proyecto de automatización del proceso de producción de aceituna de mesa represento una solución confiable, viable y efectiva para abordar los principales desafíos que enfrenta la industria de aceitunas. En el proceso de desarrollo del sistema de automatización no solo reduce el tiempo de producción de las etapas de cocido y lavado alrededor de 1 día, con respecto a los 2 a 3 días del proceso manual, sino que también garantiza una mayor consistencia en la calidad del producto, debido que cumple con los tiempos en el proceso interno de cada etapa, cantidades de lejía y agua casi exactos, esto hace que se optimice el uso de recursos y ahorra tiempo en las etapas cocción y lavado.

Respecto al desarrollo del prototipo y sus simulaciones codesys, el uso de un PLC Mitsubishi FX5U presenta todas las características que suplen la automatización del prototipo con respecto a las entradas y salidas requeridas en la automatización. La programación basada en escalera (LD) permite diseños de control robustos, adaptables y escalables que pueden adaptarse a futuros requisitos de producción. Al implementar los componentes necesarios del prototipo como un sistema de sensores, cilindro neumático, electroválvulas y válvulas antirretorno ha demostrado ser una solución adecuada para mantener el control del proceso y garantizar las secuencias de cada etapa.

Desde el punto de vista de cumplimiento normativo, el proyecto bajo las normas y estándares chilenos vigentes, asegurando que los procesos automatizados cumplan con estándares de calidad higiénica esto se ve reflejado en el uso de acero inoxidable 316 L y 304 L, especialmente en lo que respecta al consumo de agua y manipulación de las aceitunas.

El análisis económico y financiero que se estima el proyecto de ampliación donde se integra el prototipo de las aceitunas este también destaca su rentabilidad a la hora de crear e implementar el equipo. 32403,8 UF el cálculo de indicadores clave como el VAN, la TIR del 53% y el retorno de la inversión a 4 años muestra que esta inversión no sólo es rentable, sino que también proporciona importantes retornos a mediano plazo, lo que hace que este proyecto sea atractivo. Eso se puede ver. Una opción para inversionistas y productores de la industria.

La creación con software de diseño y de programación del prototipo fue un paso importante para validar el análisis técnico del proyecto. La implementación de sistemas como un contenedor mejorado, un sistema de burbujas para una cocción uniforme y un circuito de control neumático permitió verificar la efectividad de la solución propuesta en condiciones

reales de operación. Los planos y bocetos desarrollados proporcionan una guía clara para replicar el sistema en un entorno industrial a gran escala.

El prototipo de aceitunas de mesa cumple con la tarea y misión de hacer posibles las etapas de cocido y lavado del fruto. Se tiene presente también que es escalable y adaptable en la industria olivícola.

El prototipo y su análisis financiero aseguran que no sólo es posible automatizar, sino que también proporciona un modelo sustentable respecto a tiempo y recursos.

BIBLIOGRAFÍA

LIBRO MANUAL

- Bernabé tapia Cruz, 2014, Estudio Aceitunas de mesa, Santiago de Chile, ODEPA
- Nelson Valdebenito aliaga, 2006, Aceitunas de mesa chilena normativa y estándares de calidad, Santiago de Chile, Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
- Francisco Tapia C., Verónica Arancibia A., Preparación de aceitunas, Vallenar, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional de Investigación Intihuasi

SITIOS WEB:

LEYES DE CHILE Y DECRETOS

https://www.bcn.cl/leychile/consulta/portada_ulp
<https://www.diariooficial.interior.gob.cl/normativa/>

Higiene En Alimentos

<https://www.curriculumnacional.cl/>

EMPRESAS CHILENAS

<https://productoresdeaceitunas.cl/>
<https://www.bezma.cl/casa-matriz.html>

COTIZACIÓN DE ARTÍCULOS

<https://www.mercadolibre.cl/>
<https://www.mechatronicstore.cl>
<https://polychem.cl/>
<https://spanish.alibaba.com/>
<https://cl.rsdelivers.com/>

TABLA DE TORQUE

<https://www.metric-bolt-torque.com/metric-thread/metric-thread-bolt-torque-table>

ANEXOS

INFORMACIÓN DE LAS VARIEDADES DE ACEITUNAS

LOS TIPOS DE ACEITUNAS

Tipos de aceitunas manifiesta que: El Consejo Oleícola Internacional COI (1980) clasifica a las aceitunas de mesa, según norma de calidad, en los siguientes tipos:

Verdes: Son las aceitunas de frutos recogidos durante el ciclo de maduración, antes del envero y cuando han alcanzado un tamaño normal. Estas aceitunas serán firmes, sanas y resistentes a una suave presión entre los dedos y no tendrán otras manchas distintas de las de su pigmentación natural. El color del fruto podrá variar del verde al amarillo paja.

Color cambiante: Obtenidas de frutos con color rosado, rosa vinoso o castaño, recogidos antes de su completa madurez, sometidos o no a tratamientos alcalinos y listas para su consumo.

Negras: Obtenidas de frutos recogidos en plena madurez o poco antes de ella, pudiendo presentar, según la zona de producción y época del acopio, un color negro rojizo, negro violáceo, violeta oscuro, negro verdoso o castaño oscuro.

Ennegrecidas por oxidación: Son las obtenidas de frutos que no estando totalmente maduros han sido oscurecidos mediante oxidación y han perdido el amargor mediante tratamiento con lejía alcalina, debiendo ser envasadas en salmuera y preservadas mediante esterilización con calor. 3.5. Variedades (Estrada, JM, 2011), manifiesta que: El cultivo del olivo ha avanzado en los últimos siglos consiguiendo mejorar el fruto y ofreciendo gran variedad de especies cuyo fruto puede ser destinado a la elaboración de aceituna de mesa.

VARIEDADES DE ACEITUNAS

Se debe tener en cuenta que dentro del país se encuentran más de 250 variedades de aceitunas, pero las nombradas son las más comunes acá en Chile, de estas variedades traídas desde España, otras de origen de Chile.

En Chile se cultiva un gran número de variedades, algunas de ellas son: Manzanilla de Sevilla, Es la variedad de olivo de mesa más difundida internacionalmente debido a su productividad y calidad del fruto.

Las aceitunas de la variedad Manzanilla

Son frutos de mediano tamaño, de forma casi redonda y con hueso relativamente pequeño de origen español.

En España se la encuentra con la denominación de “Manzanilla” en la provincia de Sevilla y con la de “Carrasqueña”, en la de Badajoz. Presenta una elevada relación pulpa/hueso y un contenido aceptable. El fruto es de color negro en maduración, esférico u ovoidal, simétrico, con el diámetro máximo centrado, de tamaño mediano, ápice redondeado, sin pezón, con base truncada, con cavidad peduncular circular, angosta y profunda y con sección transversal máxima circular

GORDAL SEVILLANA:



Conocida internacionalmente con la denominación de “Sevillana”, es un cultivar apreciado fundamentalmente por el tamaño de sus frutos que alcanzan un peso medio de 12,5 gramos. Se extiende su cultivo por la Baja Andalucía. Es un fruto de gran tamaño, entre 100/120 frutos por kilo. Su aspecto es acorazonado, de color verde con pintas blancas. Su contenido en aceite es bajo, por lo que su consumo es de aderezo, siendo muy consumida a nivel mundial.

MORONA, DULZAL O DURZAL:

Aceituna cultivada en la zona de Carmona, Arahal y Morón (Sevilla), es una aceituna parecida a la Manzanilla, algo más alargada y con menor relación pulpa/hueso, muy fina; su nombre hace referencia a su lugar de origen, Morón de la Frontera, donde se concentra casi exclusivamente su cultivo proviene de la provincia, junto a Montellano, Arahal y Coripe. Actualmente está cobrando más importancia por su mejor adaptación a algunos tipos de aderezos menos delicados. De fermentación rápida, es la primera aceituna que sale al mercado.



HOJIBLANCA:

Son vigorosos, con porte llorón y densidad de copa espesa. Su productividad es alta y bastante regular en sus cosechas

Su cultivo proviene gran parte de las provincias de Córdoba, Málaga, Sevilla y Granada, de maduración tardía. El fruto tiene una coloración de violeta a negro, de forma elíptica y tamaño grande, con el diámetro máximo centrado, con el ápice redondeado, sin pezón, con el punto estilar centrado, con cavidad peduncular circular, amplia y profunda y con sección transversal máxima circular. Sus frutos tienen una elevada resistencia al desprendimiento que dificulta su recolección mecanizada, sin embargo, es la variedad que más se recolecta mecánicamente, por su resistencia al molestar de su fruto. También conocida como “Lucentino”; planta apreciada por su resistencia a suelos calizos



EL FRUTO VERDIAL

Es de mayor tamaño que el del resto de variedades tipo manzanilla, su consumo se destina al tipo aderezo en verde, con un sabor muy agradable. Es una variedad de doble aptitud.



OTRAS VARIEDADES SON:

Otras: Picolimón, Cornezuelo o Cornicabra, Gordalilla, Rapazalla, Picuda, Picual, Lechín, Cordobí, Cañivana, Zorzaleña y Cuquillo

Todos estos tipos de variedades están en Chile son las principales usadas para comer en la mesa de los chilenos

PRODUCCIONES DE ACEITUNAS EN CHILE

Los primeros olivos llegaron a América desde Sevilla con los colonizadores españoles. En el año 1560 ya existían plantaciones en México, y algunos años más tarde en Perú, California, Chile y Argentina, donde una de las plantas traídas durante la conquista vive hasta hoy.

La mayor parte de la producción de aceituna de mesa es destinada al mercado interno. Según datos del COI, el consumo en Chile es de 32 mil toneladas anuales y ha mostrado un importante crecimiento, ya que diez años atrás la misma institución reportaba 12.500 toneladas anuales. En el cuadro 1 se muestran los precios de aceitunas de mesa en el mercado Lo Valledor de Santiago. Se puede apreciar que el producto de mayor valor es la aceituna sevillana verde de calidad extra. Las categorías de calidad en el mercado nacional tienen que ver principalmente con el calibre de las aceitunas, siendo los mayores los de mayor rango. Esta venta es a granel y el producto se envasa según la cantidad que compre el cliente.

Aceituna	Calidad	Rango de precios (\$/kg)
Azapa	Extra	1.900 - 2.000
	Primera	1.200 - 1.500
	Segunda	800 - 1.000
	Tercera	500 - 600
Sevillana verde	Extra	2.300 - 2.500
	Primera	1.800 - 2.000
	Segunda	1.400 - 1.500
	Tercera	1.000 - 1.100
Sevillana verde/café	Extra	1.900 - 2.000
	Primera	1.400 - 1.500
	Segunda	1.000 - 1.100
	Tercera	500 - 700
Fuente: Odepa.		

Las empresas en norte de Chile son los principales productores aceitunas de mesa y aceite de oliva, de estas se destacan dos empresas Bezma y Toledo, a través de procesos automatizados modernos producen las aceitunas de mesa, estas usan equipos para la etapa de cocido con un depósito y las aceitunas se mueven a través de aspas con un motor reductor en su parte superior y otro equipo es un depósito donde se dejan quietas las aceitunas cociéndose con la lejía,

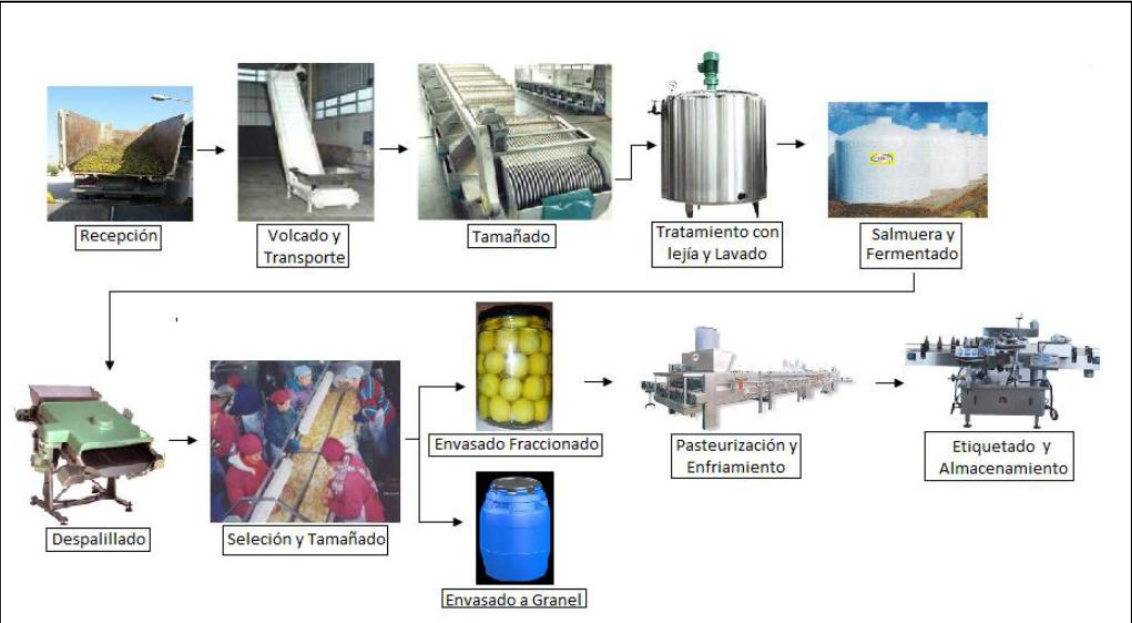
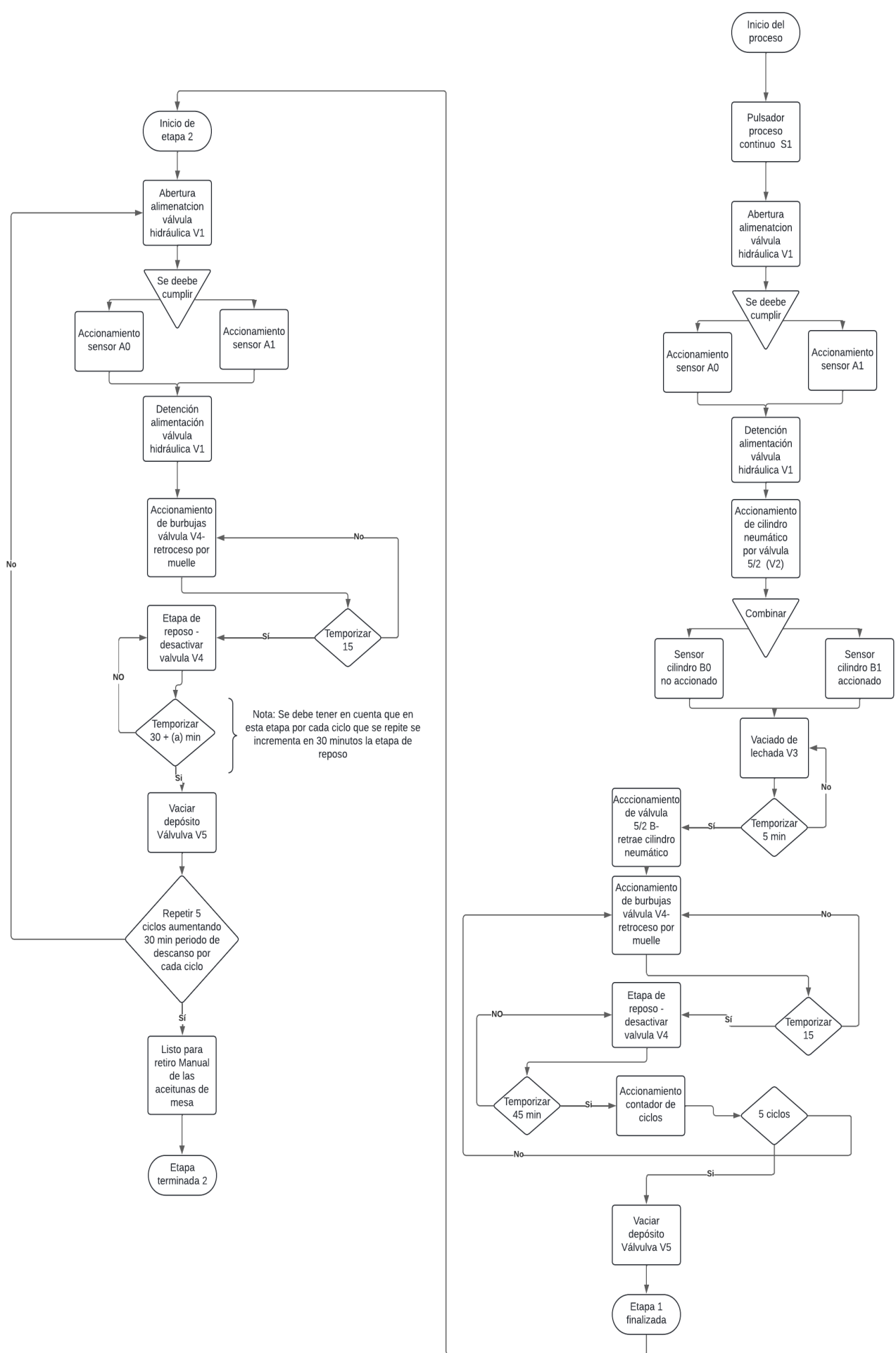
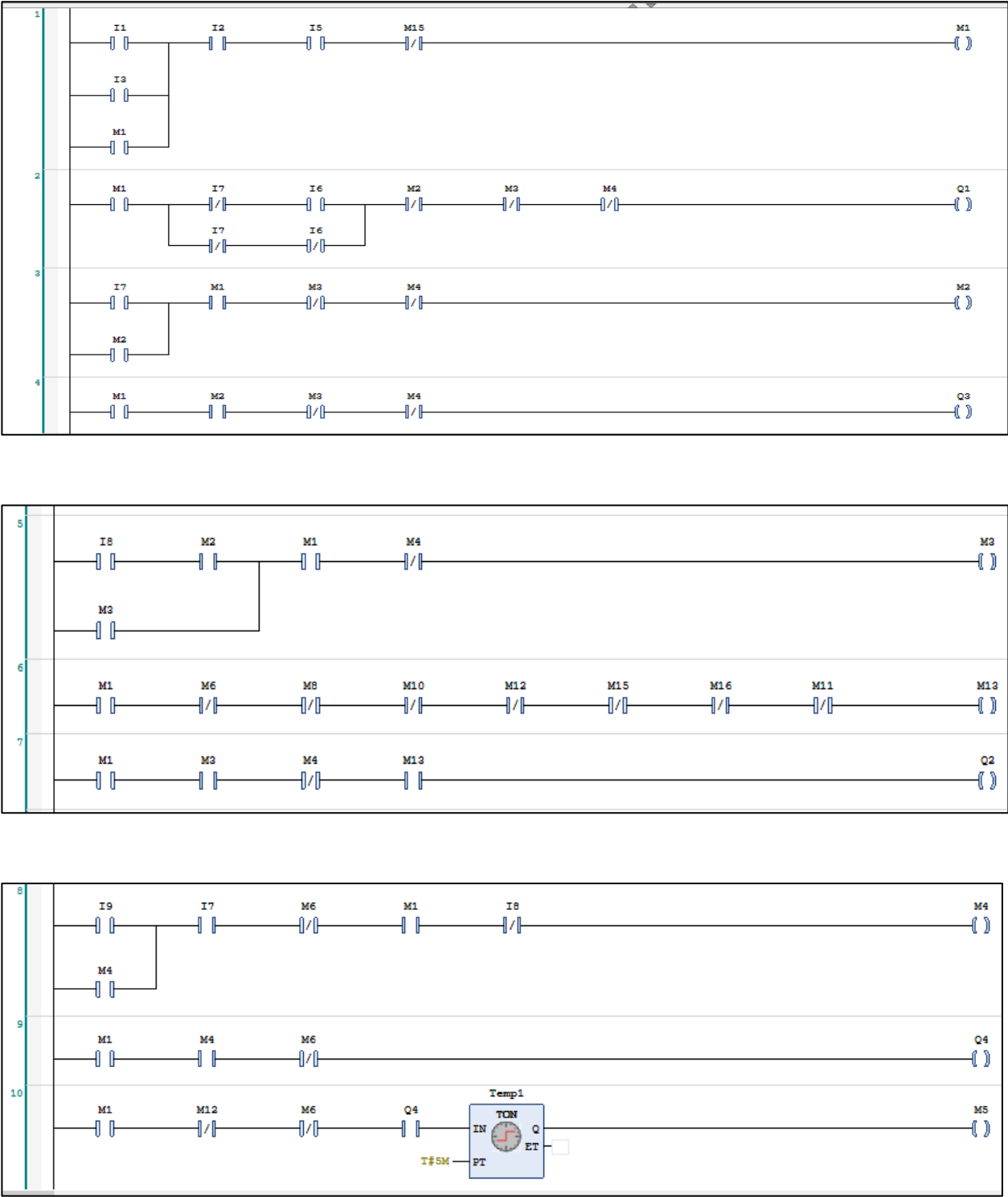


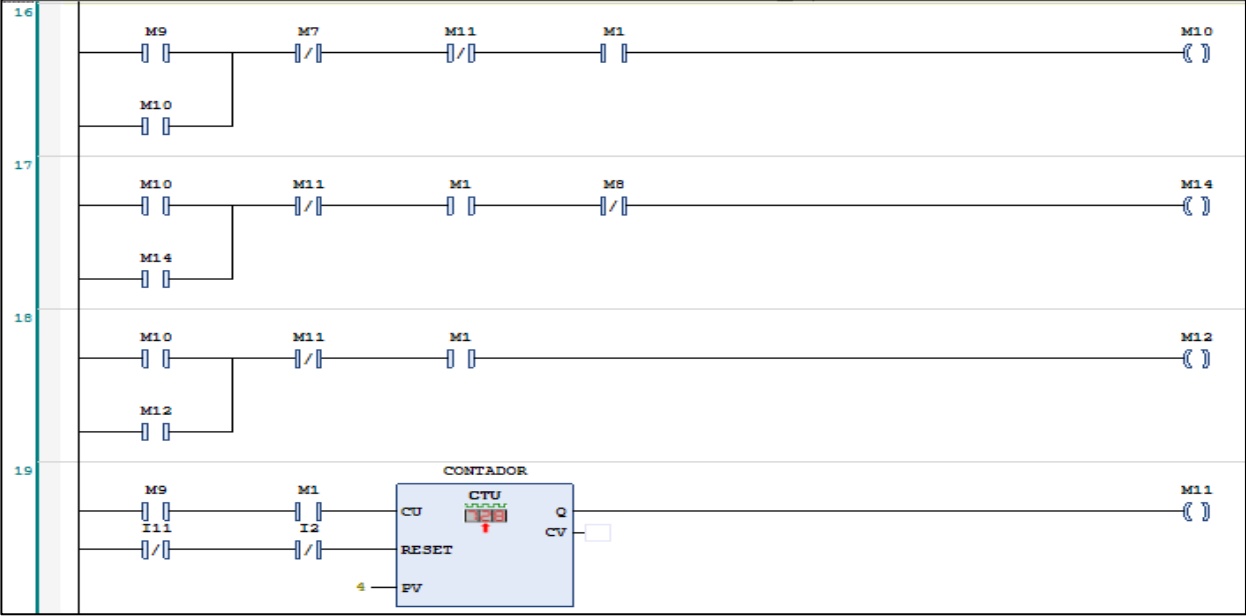
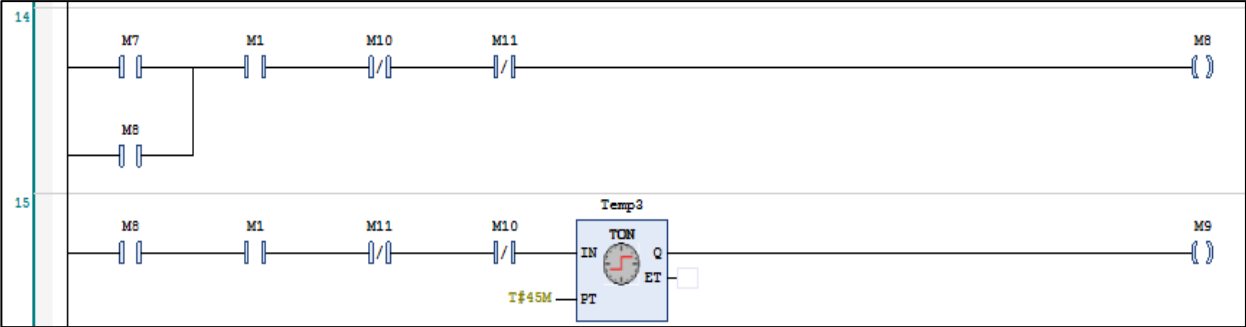
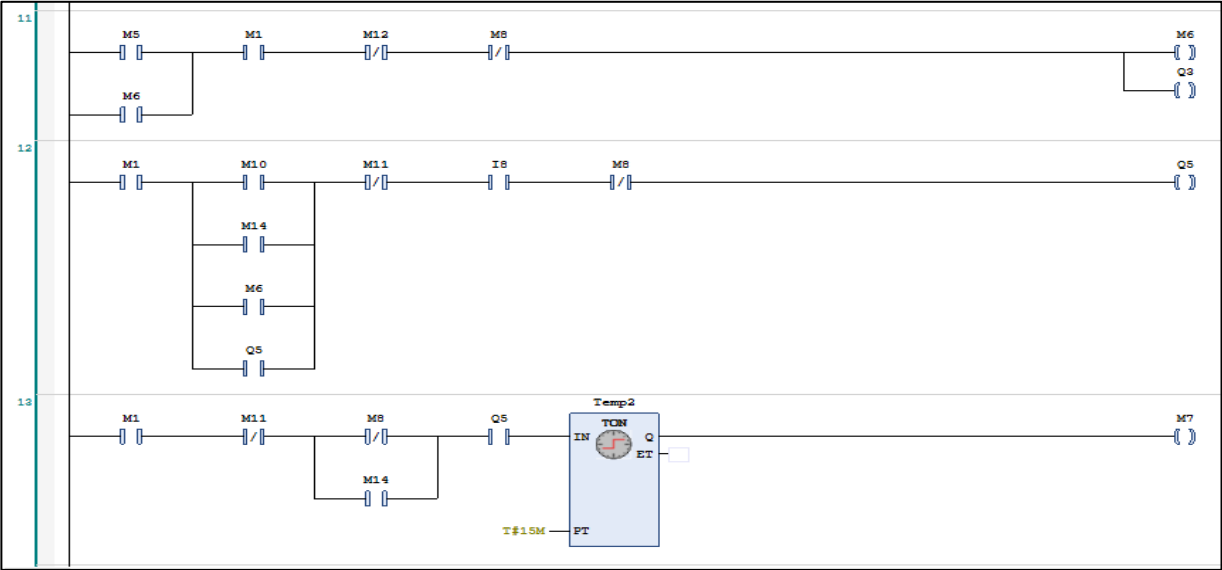
Diagrama de flujo de las etapas de cocido y lavado

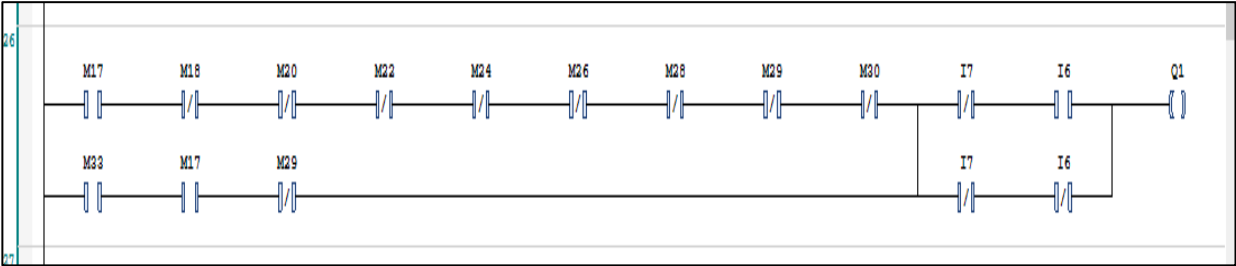
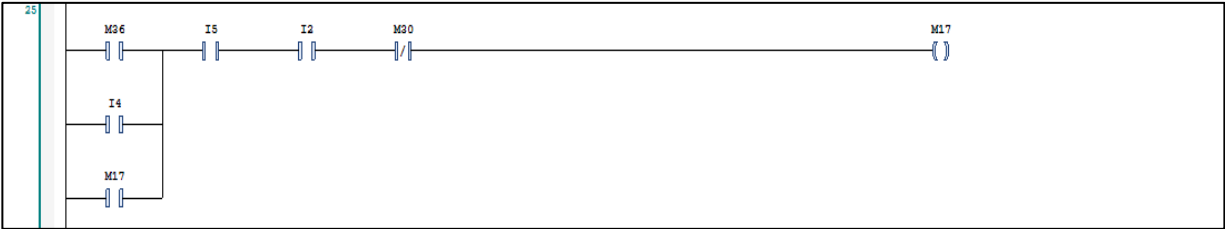
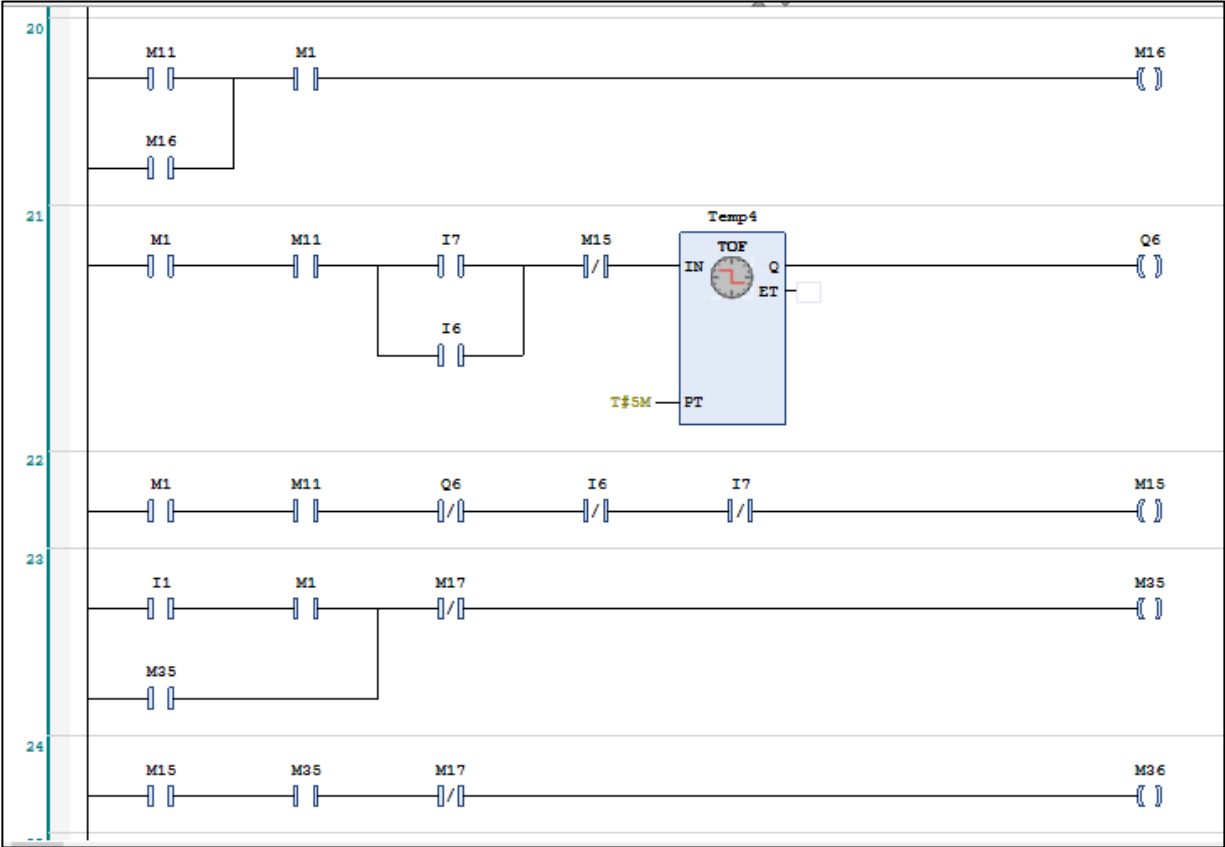


LADDER 1ºETAPA: COCIDO DE LAS ACEITUNAS DE MESA

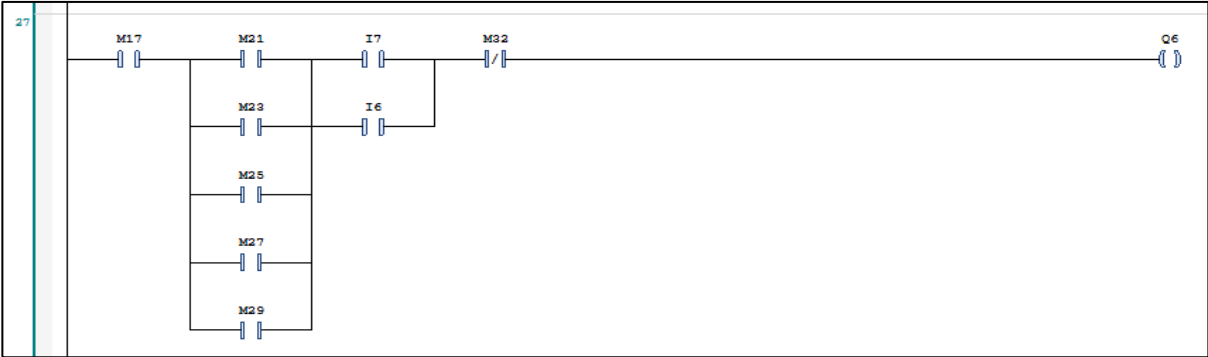
Se presenta el diagrama Ladder de la etapa de cocido, y su explicación en detalle de cada una de las líneas se especifica en anexos.

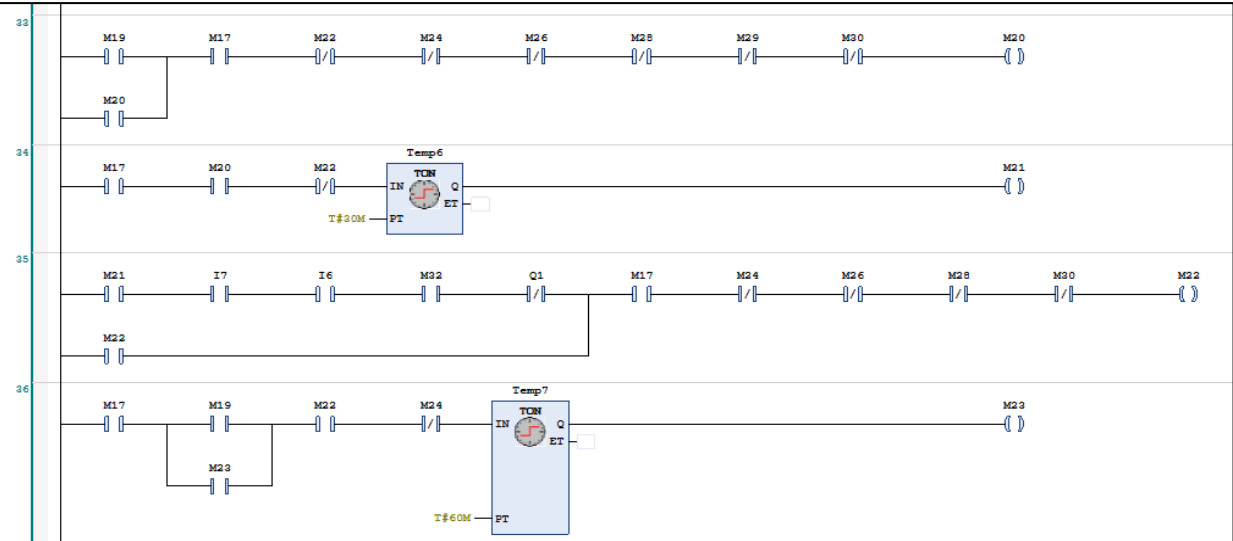
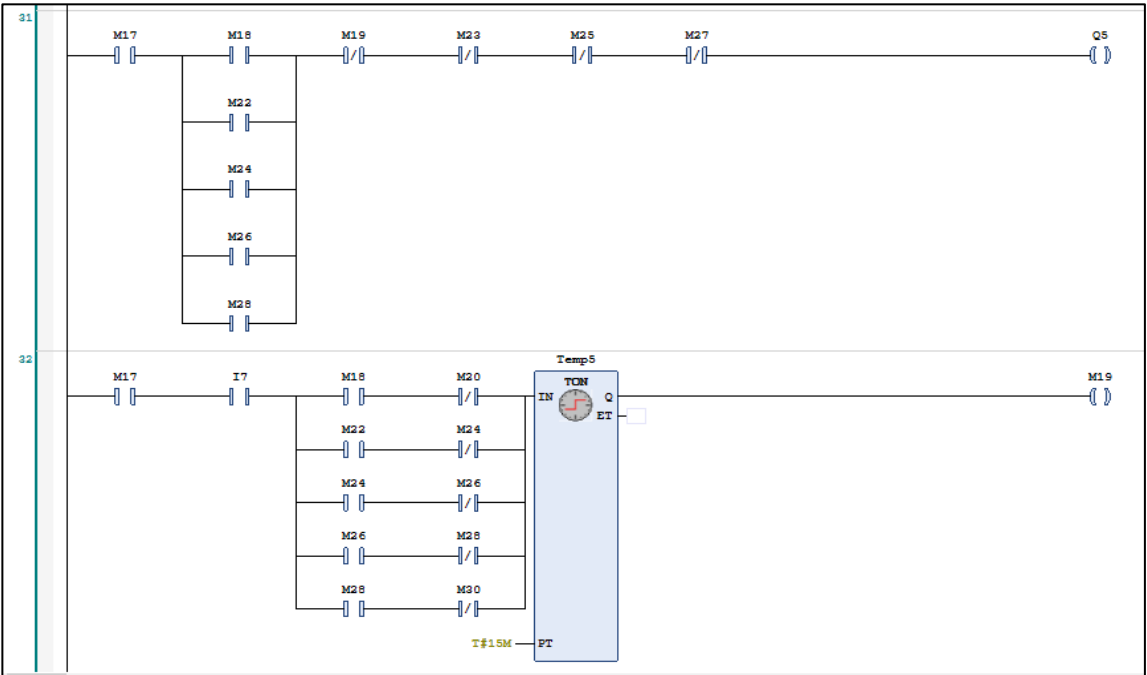
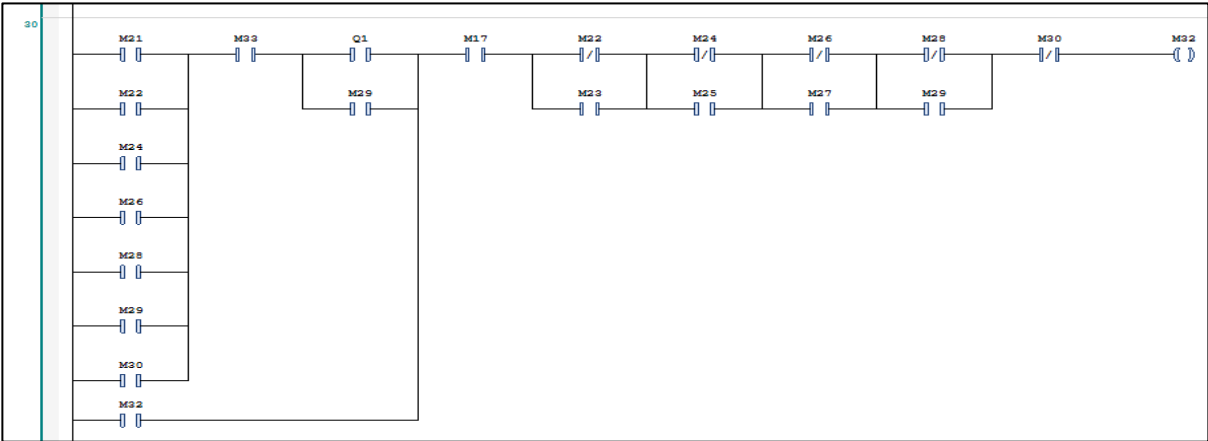
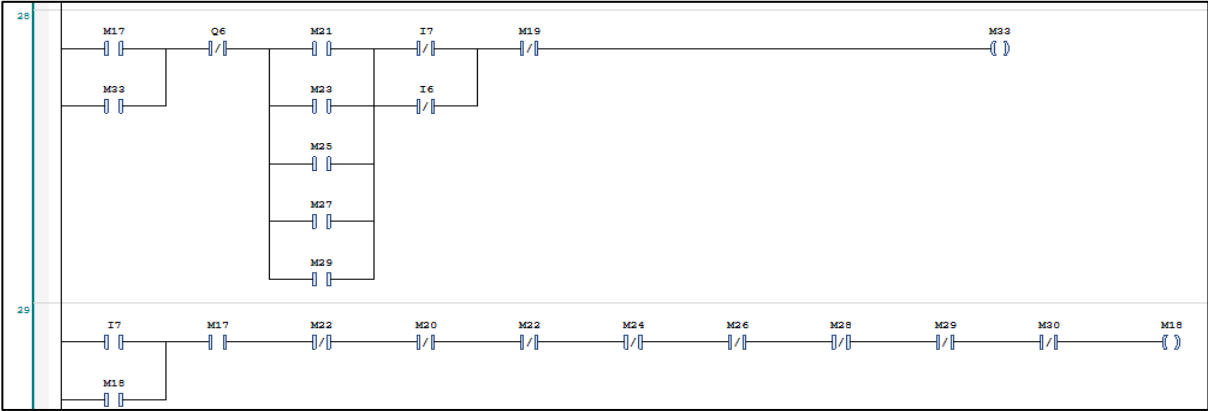


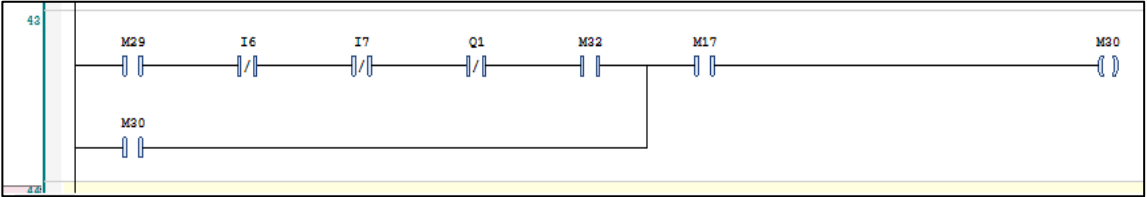
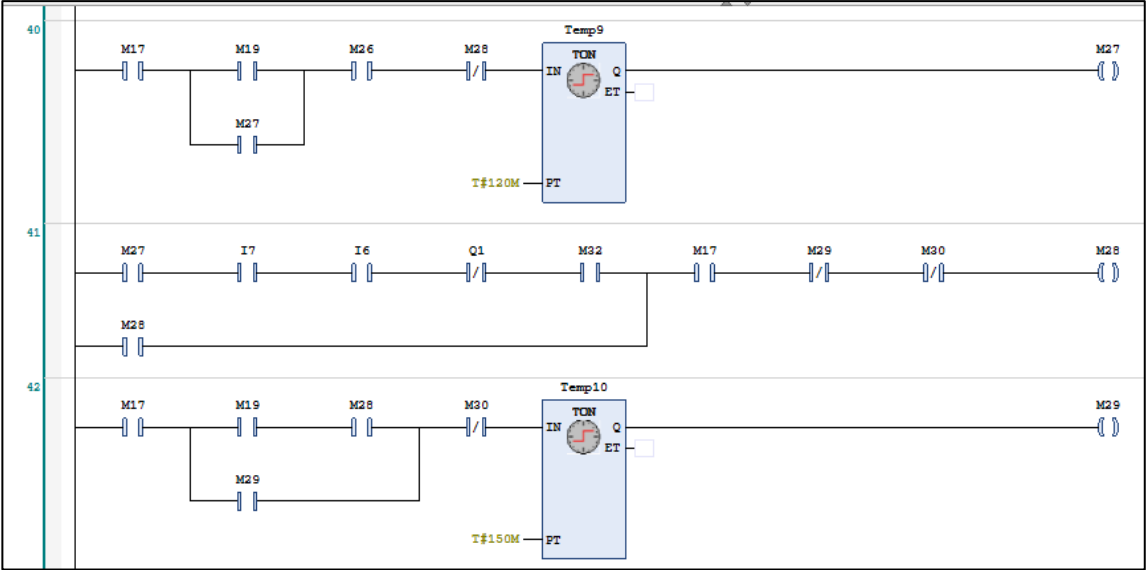
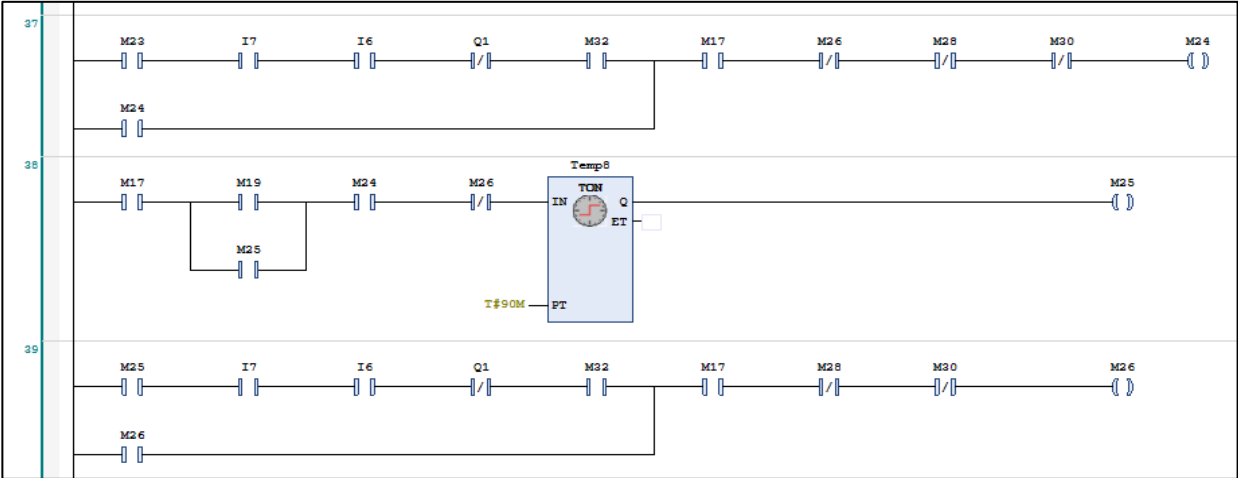


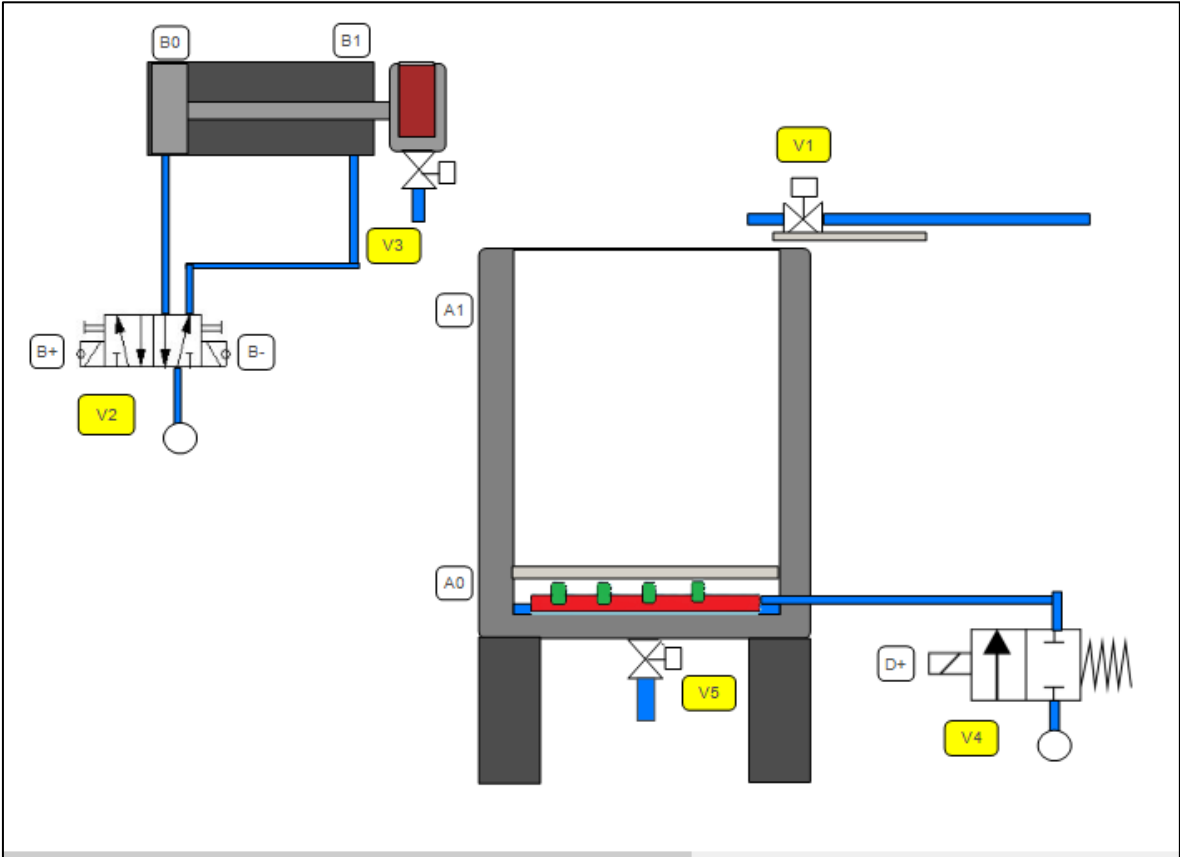
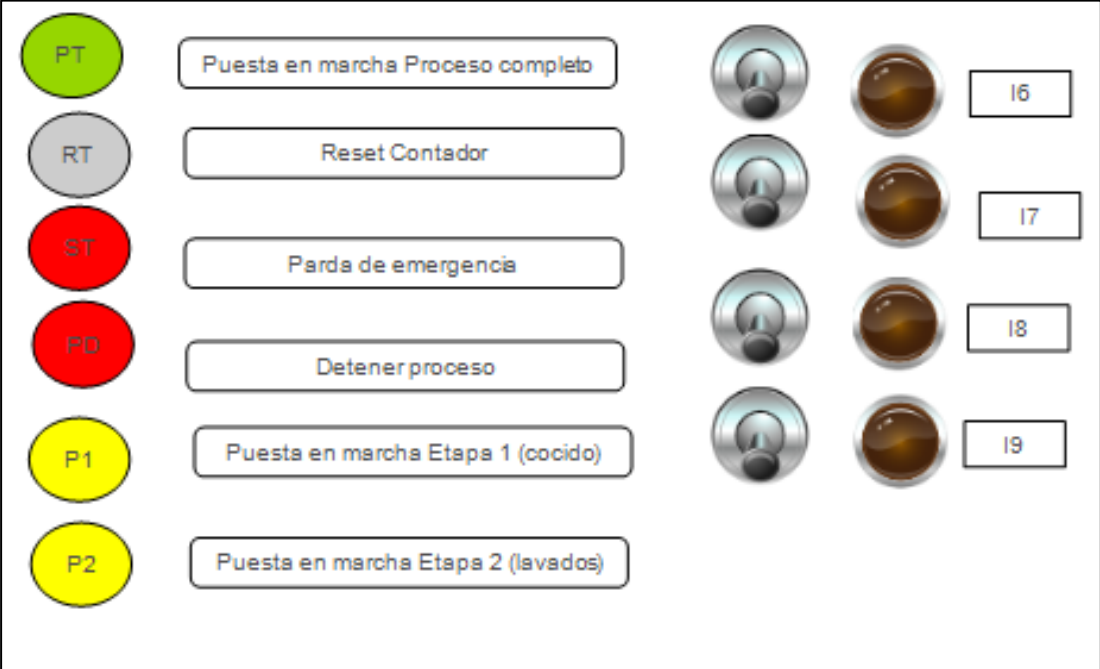


LADDER 2°ETAPA: LAVADO DE LAS ACEITUNAS DE MESA

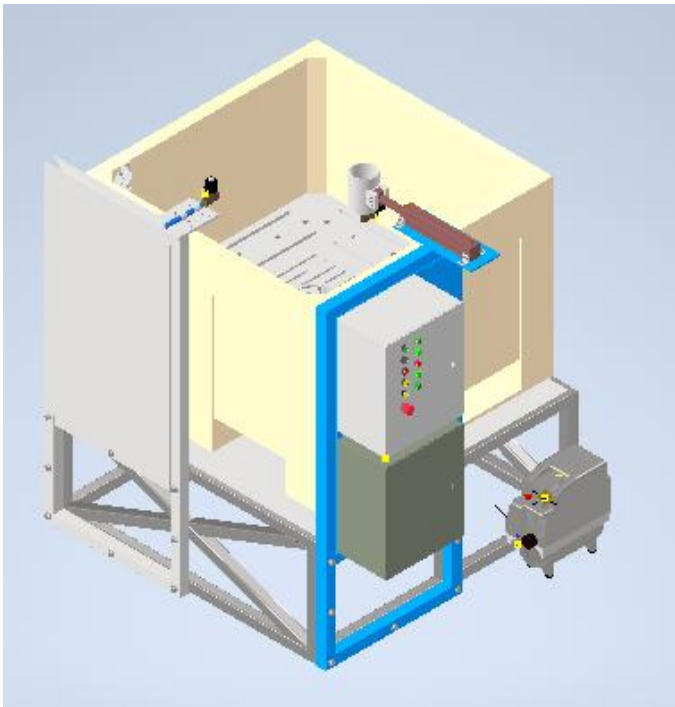
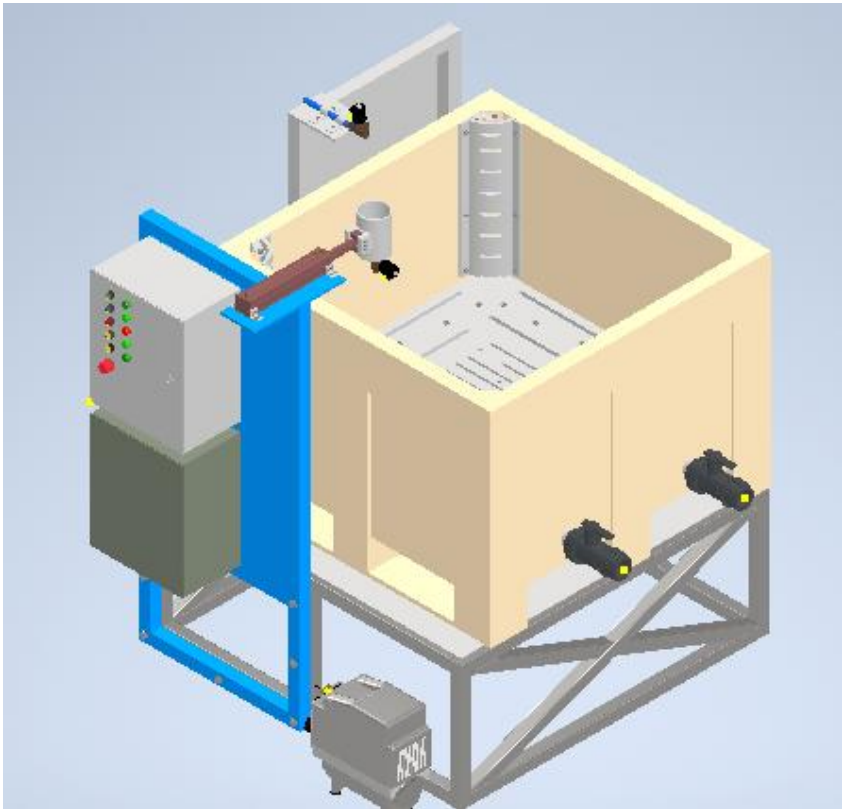


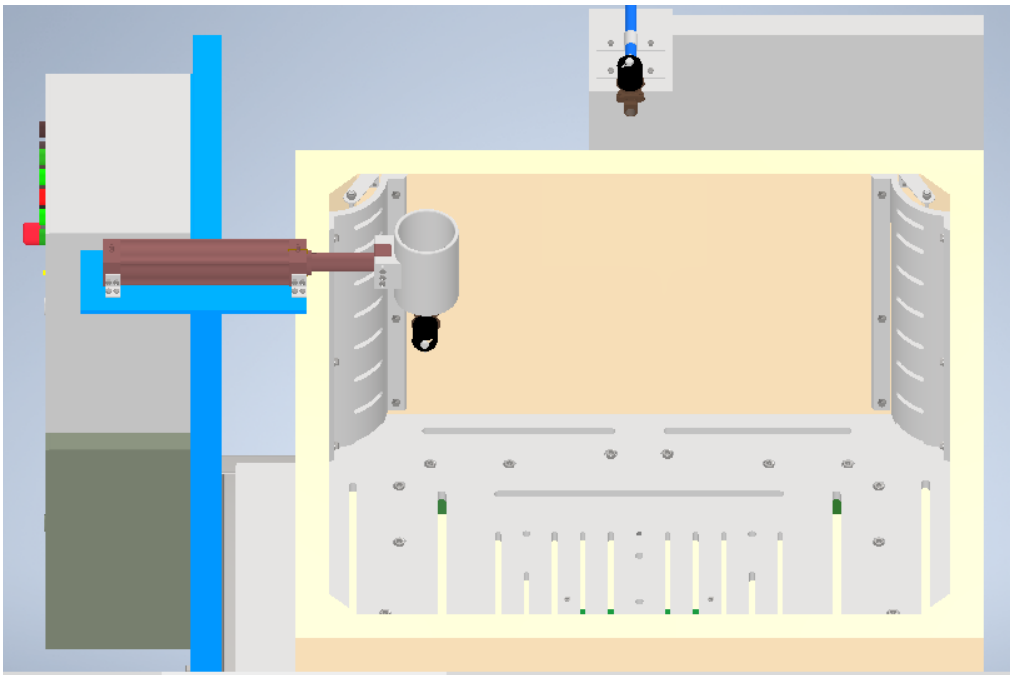
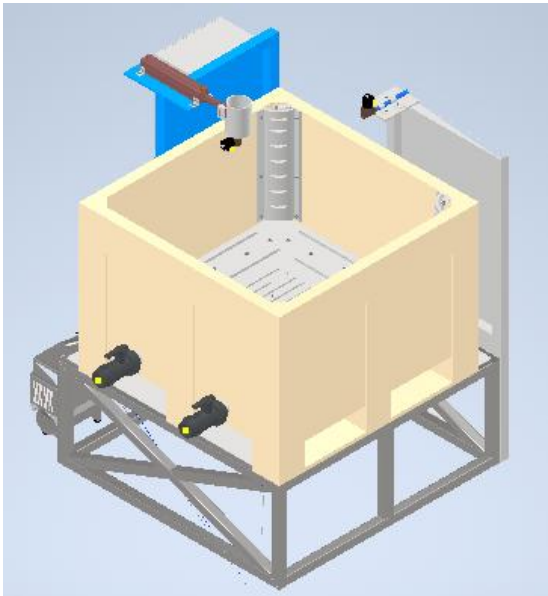






REPRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO





COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ELÉCTRICOS, NEUMÁTICOS, HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS.

Nº1	componentes	cantida d	Valor unidad	Valor total
1	PLC Mitsubishi FX5U- 32MT/ESS	1	9.54 UF	9.54 UF
2	Fuente de poder 220V AC a 24V DC 5A 120W (para riel DIN) EDR-120-24 Mean Well	1	1.19 UF	1.45 UF + envío
3	Compresor neumático Gladiator	1	9.86 UF	9.86 UF

	Pro-CE 710/220/50 100L 3HP 220V			
4	Tubbing 8 mm – 8 m	8	0.032 UF/ metro	0.38 UF + envío
5	Tubbing 10 mm – 4 m	4	0.071 UF/ metro	0.3 UF + envío
6	Válvula antirretorno de 8mm- conector tubbing (vpc -02)	8	0.66 UF	0.53 UF
7	Distribuidore s de aire entradas 8mm- salidas 8mm	2	0.002 UF	0.090 UF + envío
8	FRL Festo 1/2 16 Bar MAX - Filtro Lubricador Regulador De Aire	1	1.32 UF	1.32 UF
9	Cilindro neumático 40 mm x 300mm	1	0.62 UF	0.76 UF + envío
10	Electroválvul a Neumática 5/2, 1/8 Pulgada, 4v220-06- 24v – (accionamien to cilindro neumático alimentación de lechada.)	1	0.51 UF	0.51 UF
11	Electroválvul a Hidráulica de llenado 2/2 retroceso por muelle 1/2”	1	0.8 UF	0.8 UF
12	Electroválvul a Hidráulica 2/2 retroceso por muelle, alimenta con vaciado de lechada.	1	0.8 UF	0.8 UF
13	Electroválvul a neumática 2/2 retroceso por muelle alimentación	1	0.51 UF	0.51 UF

	a sistema de válvulas antirretorno de hidro masaje de burbujas.			
14	Electroválvula Hidráulica 2/2 retroceso por muelle, de vaciado del depósito (Bin). 20 mm	4	1 UF	4 UF
15	Pulsador de puesta en marcha ciclo continuo (Pulsador Botón 22mm Verde Metálico Rasante Con Capucha)	1	0.11 UF	0.26 UF + envío
16	Pulsador con enclavamiento de Parada de emergencia (Pulsador Emergencia 22mm Con/ret. 1no+1nc (Hongo 40mm))	1	0.10 UF	0.25 UF + envío
17	Pulsador puesto en marcha etapa 1 (Pulsador Botón 22mm Verde Metálico Rasante Con Capucha)	1	0.11 UF	0.26 UF + envío
18	Pulsador puesto en marcha etapa 2 (Pulsador Botón 22mm Verde Metálico Rasante Con Capucha)	1	0.11 UF	0.26 UF + envío
19	Pulsador para ejecución de Reset del contador (Pulsador	1	0.11 UF	0.26 UF + envío

	Botón 22mm gris Metálico Rasante Con Capucha)			
20	Pulsador con enclavamient o detención de sistema (Pulsador 22mm Con/ret. 1no+1nc (Hongo 40mm)	1	0.11 UF	0.26 UF + envío
21	Pulsador para detener el sistema (Pulsador Botón 22mm Verde Metálico Rasante Con Capucha)	1	0.1 UF	0.26 UF + envío
22	Sensor de nivel de vacío A0	2	0.38 UF	0.76 UF + envío
23	Sensor de nivel de llenado A1	2	0.38 UF	0.76 UF + envío
24	Sensor de proximidad magnético B0	1	0.081 UF	0.081 UF
25	Sensor de proximidad magnético B1	1	0.081 UF	0.081 UF
26	Luces testigo (Luz Piloto Led Verde 22mm 220v Enerlux)	3	0.23 UF	0.70 UF
27	Conductor eléctrico RED – 25 M (THW-LS 14 AWG 15 AMP MAX)	1	1.02 UF	1.02 UF
28	Conductor eléctrico Green – 25M (THW-LS 14 AWG 15 AMP MAX)	1	1.02 UF	1.02 UF
29	Conductor eléctrico	1	1.02 UF	1.02 UF

	White – 25M (PRT 14 AWG 15 AMP MAX)			
30	Marcadores de conductores eléctricos (500 unidades numéricas)	1	0.21 UF	0.39 UF+ envío
31	Accesorios neumáticos (conectores neumáticos, teflón, etc.)	1	1.58 UF	1.58 UF
32	Accesorios hidráulicos (teflón, Orring, etc.)	1	1.58 UF	1.58 UF
33	Accesorios eléctricos (termo retráctil, conectores, cinta 3m, estaño, pasta de soldar, etc.)	1	1.58 UF	1.58 UF
34	Válvula de bola con unión americana interior 60 mm	2	0.59 UF	1.19 UF + envío
	total			23.9 UF

COMPONENTES MECÁNICOS Y ESTRUCTURAS.

Nº1	componentes	cantid ad	Valor unidad	Valor total
1	Estructura base de Bin	1	34.36 UF	34.36 UF
2	Bin Modificado	1	5.27 UF	5.27 UF
4	Plataforma cilindro neumático depósito de lechada	1	15.63 UF	15.63 UF
5	Tablero Eléctrico	1	1 UF	1 UF
6	Tablero Neumático	1	1 UF	1 UF
7	Depósito de lechada	1	2.5 UF	2.5 UF
8	Base protectora de sensores	2	3.56 UF	7.11 UF
9	Soporte de base sensor 1	1	0.4 UF	0.4 UF
10	Soporte de base sensor 2	1	0.4 UF	0.4 UF

11	Plataforma ducto alimentación Hidráulico	1	15.63 UF	15.63 UF
12	Ducto o tubería de salida manual referencial	2	0.4 UF	0.4 UF
13	Pernos AS 1427 – M8 X 20	12	0.011 UF	0.26 UF + envío
14	AS 1427 – M8 x 15	25	0.011 UF	0.4 UF + envío
15	ANSI B18.2.4.2M-M10X1,5 Grado 8.8	4	0.13 UF set 10 unidades	0.13 UF set
16	Pernos AS 1427 – M6X20	26	0.26 UF set 10 unidades	0.57 UF
17	Soporte de anclaje de cilindro neumático	4	0.26 UF	1.05 UF
18	Abrazaderas de ducto de alimentación	2	0.076 UF set de 10 unidades	0.076 UF
19	BOLT GB 5790-86-M14 x 80	16	0.12 UF	1.93 UF
20	Ducto de salida hidráulico	4	0.4 UF	1.19 UF
21	Tuerca inferior especial ducto salida Componente tuerca M20 x 1.5- Orring especial.	8	0.38 UF	3.05 UF
22	Pernos con cabezal Allen AS 1420 - 1973 – M8x 20	5	0.17 UF	0.38 UF + envío
23	Perno con cabeza hexagonal – grado B Bolt GB 5784-86-M4 X 20	8	0.016 UF	0.28 UF + envío
24	Tuerca Hexagonal estrecha – doble achaflanada JIS B 1181 -A/B M14	8	0.021 UF	0.38 UF + envío
25	Tuerca Hexagonal estrecha - sin chaflan CSN EN 24 036 – M4	4	0.029 UF por 25 unidades	0.029 UF
26	Plataforma rejilla interna Bin	1	3.56 UF	3.56 UF
27	Soporte 1 base rejilla	4	0.4 UF	1.58 UF
28	Soporte 2 base rejilla	4	0.4 UF	1.58 UF
29	Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal BS EN ISO 4762 – M12 X 40	24	0.023 UF	0.575 UF
30	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal. AS 1420 – 1973 – M8 X 16	4	0.15 UF por 25 unidades	0.15 UF
	total			101.24 UF

TABLA DE TORQUES GENERAL

DATOS TÉCNICOS SISTEMA MÉTRICO TABLA DE PRECARGA Y/O TORQUE DE APRIETE							
TAMAÑO		CALIDAD 5.8		CALIDAD 8.8		CALIDAD 10.9	
							
Diámetro en mm	Paso de rosca	Esf.Tracción 50 kg/mm²		Esf. Tracción 80 kg/mm²		Esf. Tracción 100 kg/mm²	
		Torque de apriete kg/m lb/pie		Torque de apriete kg/m lb/pie		Torque de apriete kg/m lb/pie	
4	0.7	0.2	1.7	0.38	2.7	0.53	3.8
5	0.8	0.4	3.3	0.76	5.5	1.1	7.9
6	1.0	0.8	6.0	1.3	9.4	1.8	12.9
8	1.25	1.6	14.0	3.1	22.7	4.4	31.7
	1.0	2.1	15.7	3.4	24.5	4.7	33.9
10	1.5	4.0	28.8	6.2	45.0	8.8	63.5
	1.25	4.2	30.7	6.6	47.6	9.3	67.1
12	1.75	7.0	50.5	10.0	78.7	15.4	111.2
	1.25	7.7	55.6	11.9	85.4	16.8	121.3
14	2.0	11.2	80.8	17.3	124.9	24.4	176.1
	1.5	12.2	88.0	18.8	135.7	26.6	192.0
16	2.0	17.5	126.3	27.0	194.9	38.1	275.0
	1.5	18.6	134.0	28.7	207.1	40.6	293.0
20	2.5	34.1	246.1	52.7	380.4	74.4	537.0
	1.5	37.9	273.6	58.5	422.3	82.6	596.0
24	3.0	58.8	425.6	91.4	657.6	128.6	928.3
	2.0	64.1	462.7	99.1	715.3	140.0	1010.0
* Par de apriete recomendado en piezas de acero, lubricados y sin arandelas. * Para piezas de aluminio y fundiciones de hierro el torque es menor. * Para torque de apriete en Newtons.metro (N.m) multiplicar Kg m x 9.8							

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANTENIMIENTO DEL PLC (MITSUBISHI FX5U-32MT/ESS)

- Frecuencia: Realizar cada 6 meses
- Actividades: Verificación de la programación y lógica de control.
 - Inspección de conexiones eléctricas y de comunicación.
 - Actualización del software si es necesario.

MANTENIMIENTO DE LA FUENTE DE PODER (EDR-120-24)

- Frecuencia: Cada 6 meses
- Actividades: Comprobar el estado de la fuente de alimentación.
 - Limpiar los contactos eléctricos.
 - Revisar la tensión de salida y realizar ajustes si es necesario.

MANTENIMIENTO DEL COMPRESOR NEUMÁTICO (GLADIATOR PRO-CE 710)

- Frecuencia: Cada 3 meses
- Actividades: Verificar y limpiar el filtro de aire.
 - Lubricar según las especificaciones del fabricante.
 - Inspeccionar mangueras y conexiones por fugas.

MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA BASE Y COMPONENTES MECÁNICOS

- Frecuencia: Cada 2 meses
- Actividades:
 - Inspeccionar la estructura base y el Bin modificado para detectar signos de desgaste o corrosión.
 - Asegurarse de que todas las plataformas y soportes estén bien fijados y en condiciones adecuadas.

- Reemplazar o reforzar cualquier parte que muestre debilidad.

MANTENIMIENTO DE TABLEROS ELÉCTRICO Y NEUMÁTICO

- Frecuencia: Cada 6 meses
- Actividades:
 - Limpiar y revisar conexiones y componentes eléctricos.
 - Verificar el estado del tablero neumático y realizar pruebas de funcionamiento.

MANTENIMIENTO DE SENSORES (NIVEL Y PROXIMIDAD MAGNÉTICOS)

- Frecuencia: Cada 3 meses
- Actividades:
 - Limpiar los sensores para evitar obstrucciones.
 - Comprobar el funcionamiento y la calibración de cada sensor.
 - Hacer mediciones y pruebas correspondientes.
 - Sustituir sensores defectuosos.

MANTENIMIENTO DE ELECTROVÁLVULAS Y VÁLVULAS ANTIRRETORNO

- Frecuencia: Cada 6 meses
- Actividades:
 - Inspeccionar la operación de las válvulas.
 - Limpiar o reemplazar filtros si es necesario.
 - Verificar que no haya fugas en las conexiones.

MANTENIMIENTO DE TUBBING Y CONEXIONES NEUMÁTICAS

- Frecuencia: Cada 3 meses
- Actividades:
 - Revisar mangueras y tuberías en busca de desgaste.
 - Sustituir mangueras dañadas o desgastadas.
 - He de asegurar que todas las conexiones estén bien conectadas.

MANTENIMIENTO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS (PULSADORES Y LUCES TESTIGO)

- Frecuencia: Cada 6 meses
- Actividades:
 - Verificar el funcionamiento de todos los pulsadores y luces.
 - Limpiar los contactos eléctricos.
 - Reemplazar componentes defectuosos.

MANTENIMIENTO DE ABRAZADERAS Y SOPORTES

- Frecuencia: Cada 3 meses
- Actividades:
 - Inspeccionar las abrazaderas y soportes para asegurar su integridad.
 - Reemplazar cualquier elemento que esté oxidado o dañado.

MANTENIMIENTO DE PERNOS, TORNILLOS Y TUERCAS

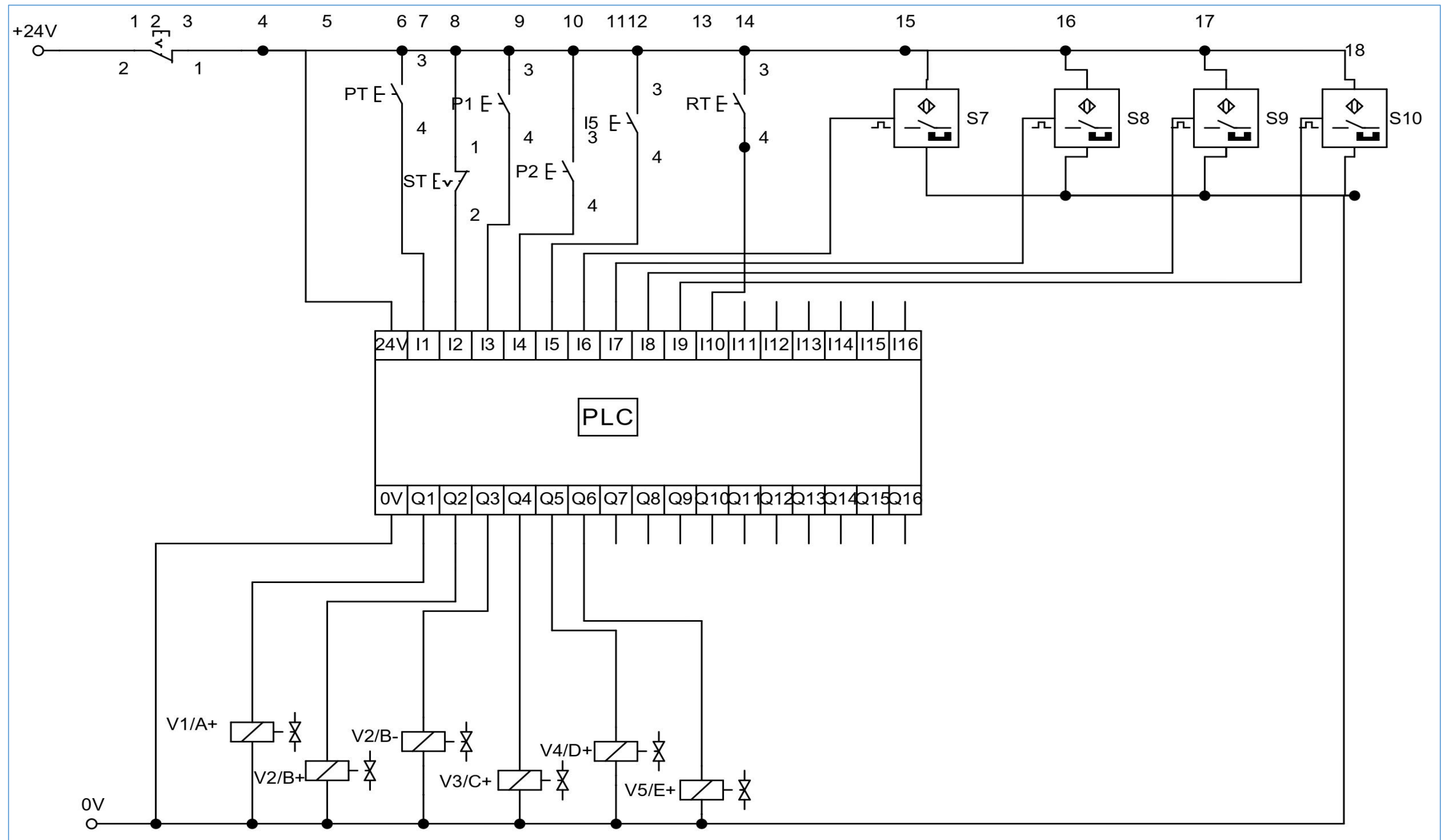
➤ Frecuencia: Cada 3 meses

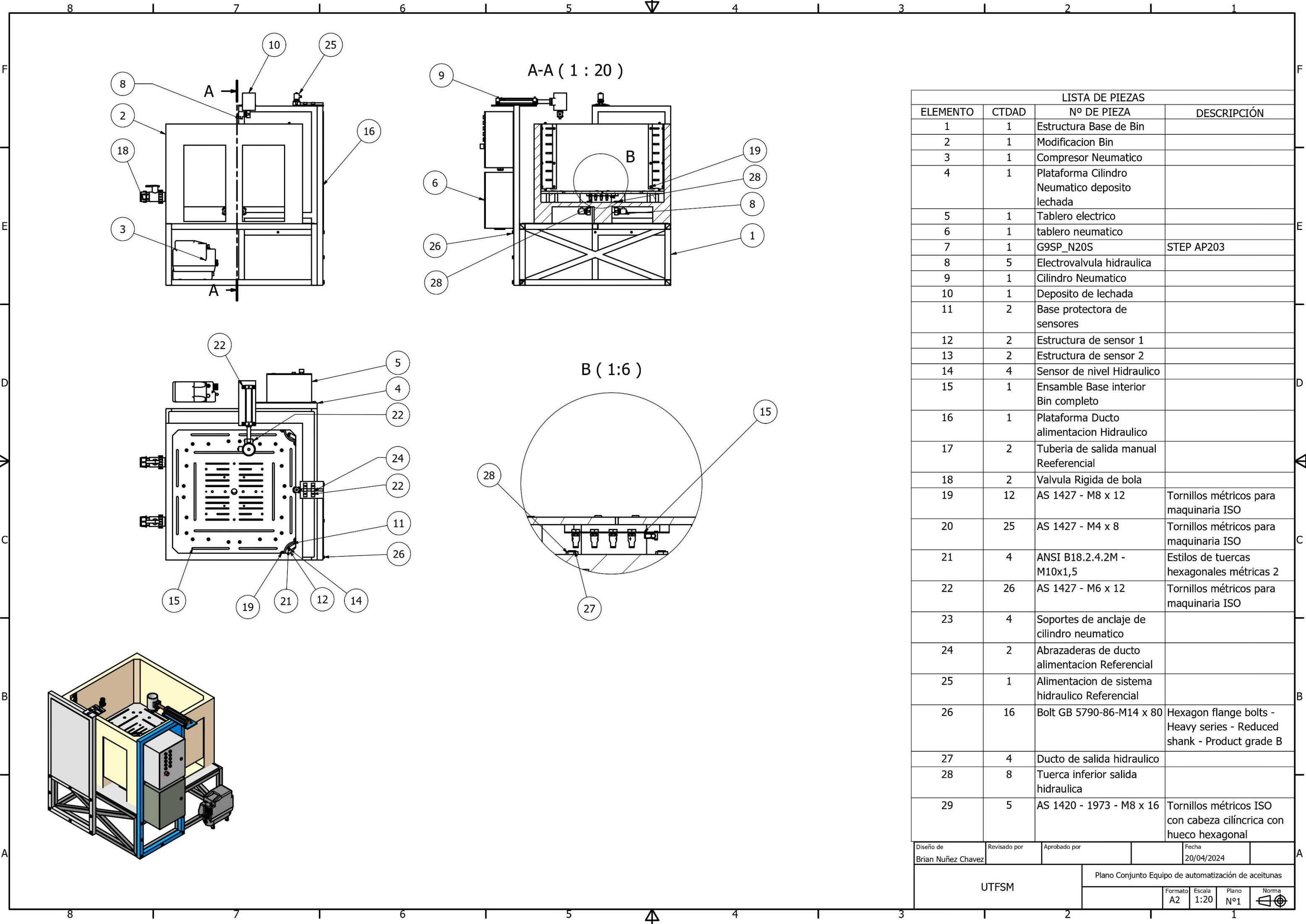
➤ Actividades:

- Inspeccionar visualmente todos los pernos, tornillos y tuercas para detectar signos de desgaste, corrosión o aflojamiento.
- Asegurarse de que todos estén correctamente apretados según las especificaciones de torque.

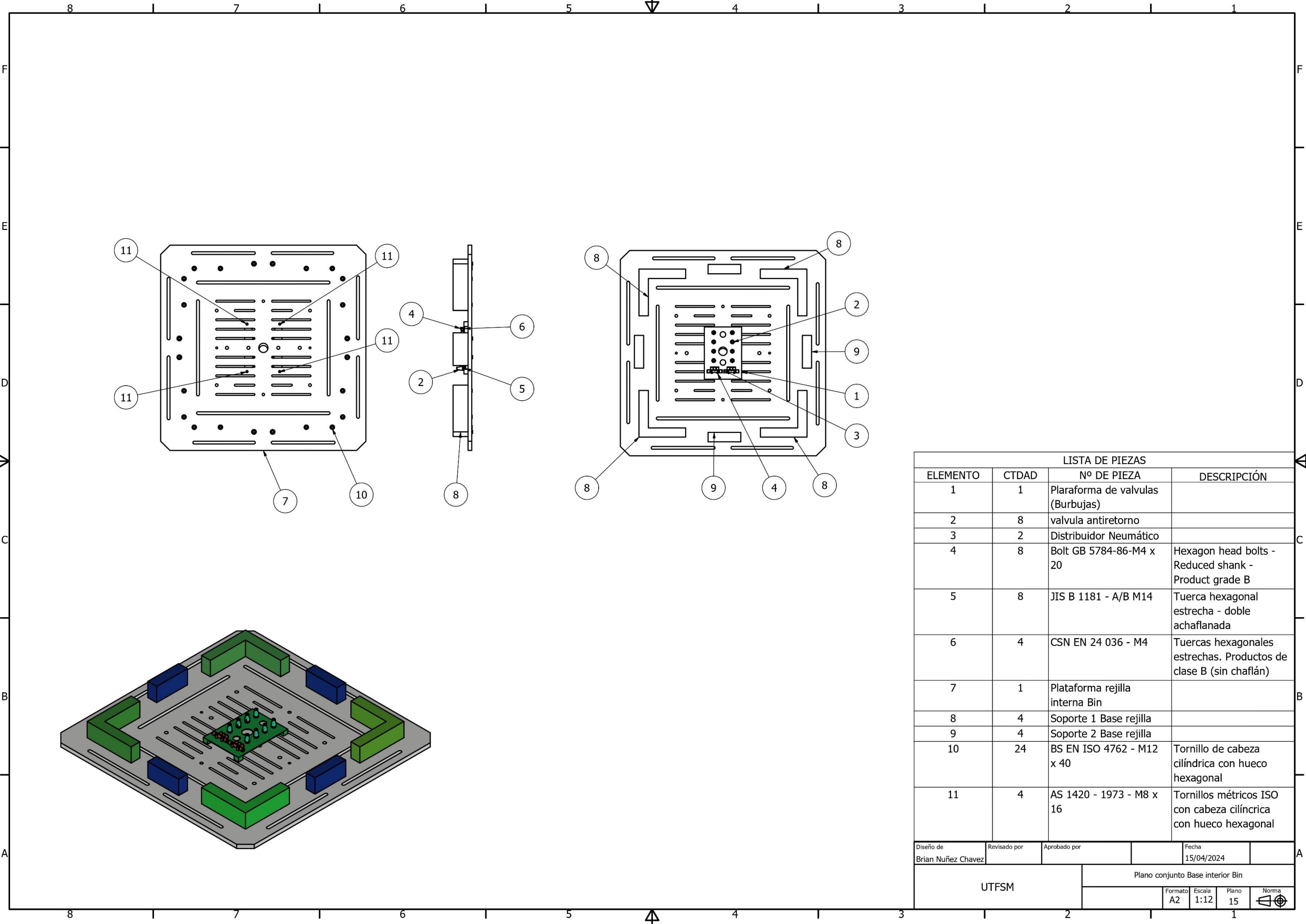
Reemplazar cualquier perno o tuerca que presente daño o que no mantenga el torque adecuado

DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL

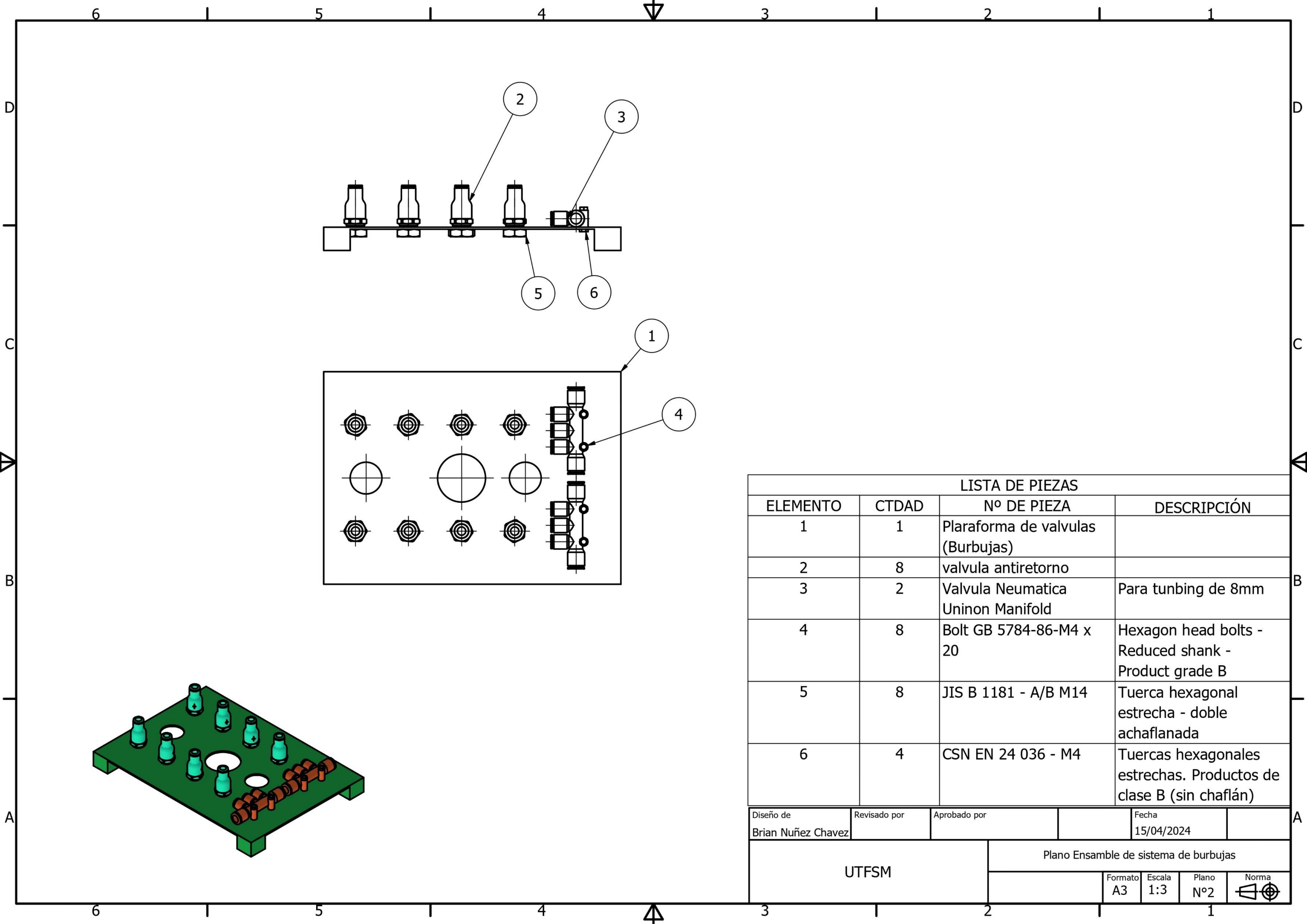


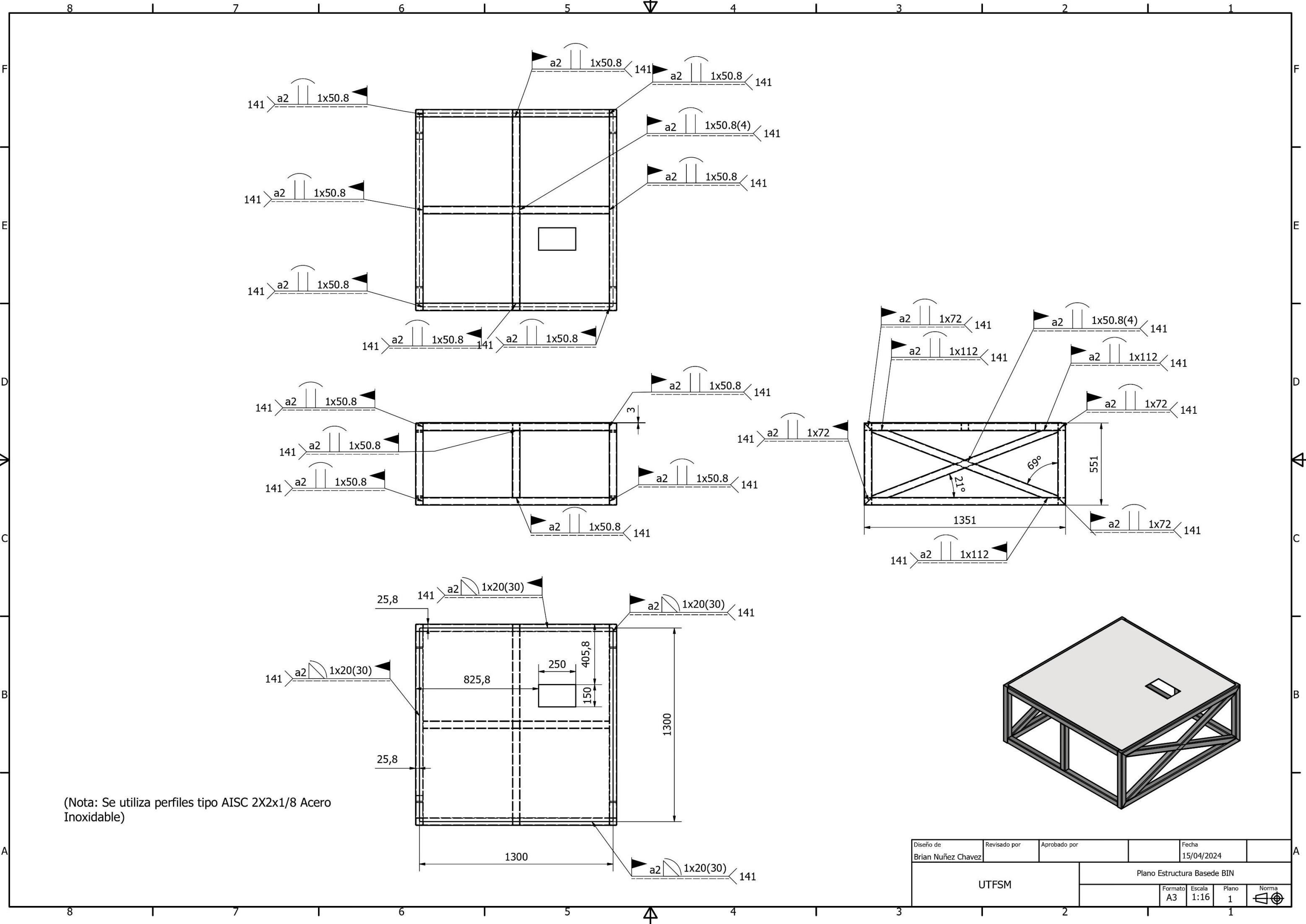


LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	
1	1	Estructura Base de Bin		
2	1	Modificacion Bin		
3	1	Compresor Neumatico		
4	1	Plataforma Cilindro Neumatico deposito lechada		
5	1	Tablero electrico		
6	1	tablero neumatico		
7	1	G9SP_N20S	STEP AP203	
8	5	Electrovalvula hidraulica		
9	1	Cilindro Neumatico		
10	1	Deposito de lechada		
11	2	Base protectora de sensores		
12	2	Estructura de sensor 1		
13	2	Estructura de sensor 2		
14	4	Sensor de nivel Hidraulico		
15	1	Ensamble Base interior Bin completo		
16	1	Plataforma Ducto alimentacion Hidraulico		
17	2	Tuberia de salida manual Reeferencial		
18	2	Valvula Rigida de bola		
19	12	AS 1427 - M8 x 12	Tornillos métricos para maquinaria ISO	
20	25	AS 1427 - M4 x 8	Tornillos métricos para maquinaria ISO	
21	4	ANSI B18.2.4.2M - M10x1,5	Estilos de tuercas hexagonales métricas 2	
22	26	AS 1427 - M6 x 12	Tornillos métricos para maquinaria ISO	
23	4	Soportes de anclaje de cilindro neumatico		
24	2	Abrazaderas de ducto alimentacion Referencial		
25	1	Alimentacion de sistema hidraulico Referencial		
26	16	Bolt GB 5790-86-M14 x 80	Hexagon flange bolts - Heavy series - Reduced shank - Product grade B	
27	4	Ducto de salida hidraulico		
28	8	Tuerca inferior salida hidraulica		
29	5	AS 1420 - 1973 - M8 x 16	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíncrica con hueco hexagonal	
Diseño de Brian Nuñez Chavez		Revisado por	Aprobado por	Fecha 20/04/2024
UTFSM			Plano Conjunto Equipo de automatización de aceitunas	
		Formato A2	Escala 1:20	Plano N°1
		Norma		



LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	Plaraforma de valvulas (Burbujas)			
2	8	valvula antiretorno			
3	2	Distribuidor Neumático			
4	8	Bolt GB 5784-86-M4 x 20	Hexagon head bolts - Reduced shank - Product grade B		
5	8	JIS B 1181 - A/B M14	Tuerca hexagonal estrecha - doble achaflanada		
6	4	CSN EN 24 036 - M4	Tuercas hexagonales estrechas. Productos de clase B (sin chaflán)		
7	1	Plataforma rejilla interna Bin			
8	4	Soporte 1 Base rejilla			
9	4	Soporte 2 Base rejilla			
10	24	BS EN ISO 4762 - M12 x 40	Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal		
11	4	AS 1420 - 1973 - M8 x 16	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíncrica con hueco hexagonal		
Diseño de Brian Nuñez Chavez		Revisado por	Aprobado por	Fecha 15/04/2024	
UTFSM			Plano conjunto Base interior Bin		
			Formato A2	Escala 1:12	Plano 15
			Norma		





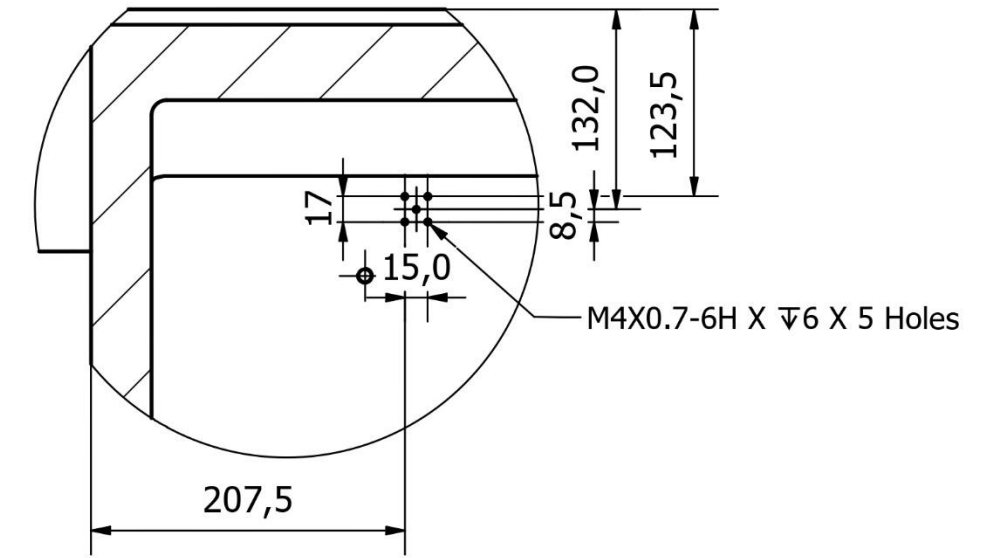
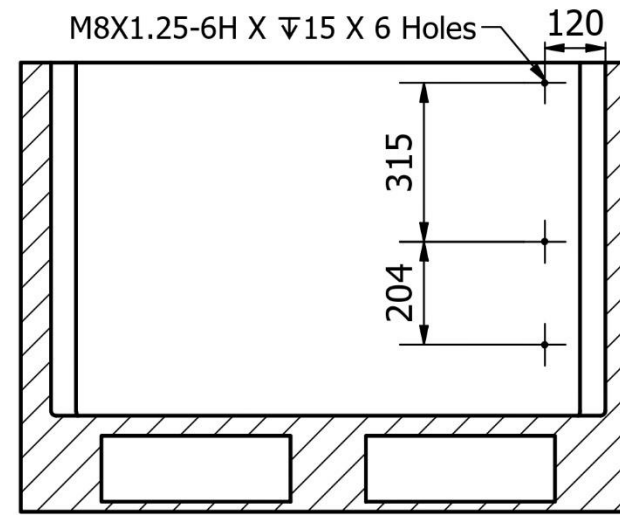
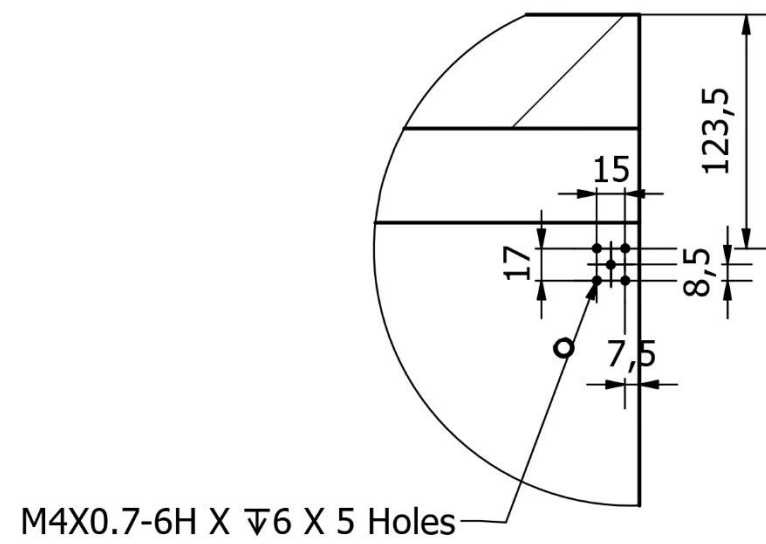
(Nota: Se utiliza perfiles tipo AISC 2X2x1/8 Acero Inoxidable)

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	
Brian Nuñez Chavez			15/04/2024	
UTFSM		Plano Estructura Base de BIN		
Formato	Escala	Plano	Norma	
A3	1:16	1		

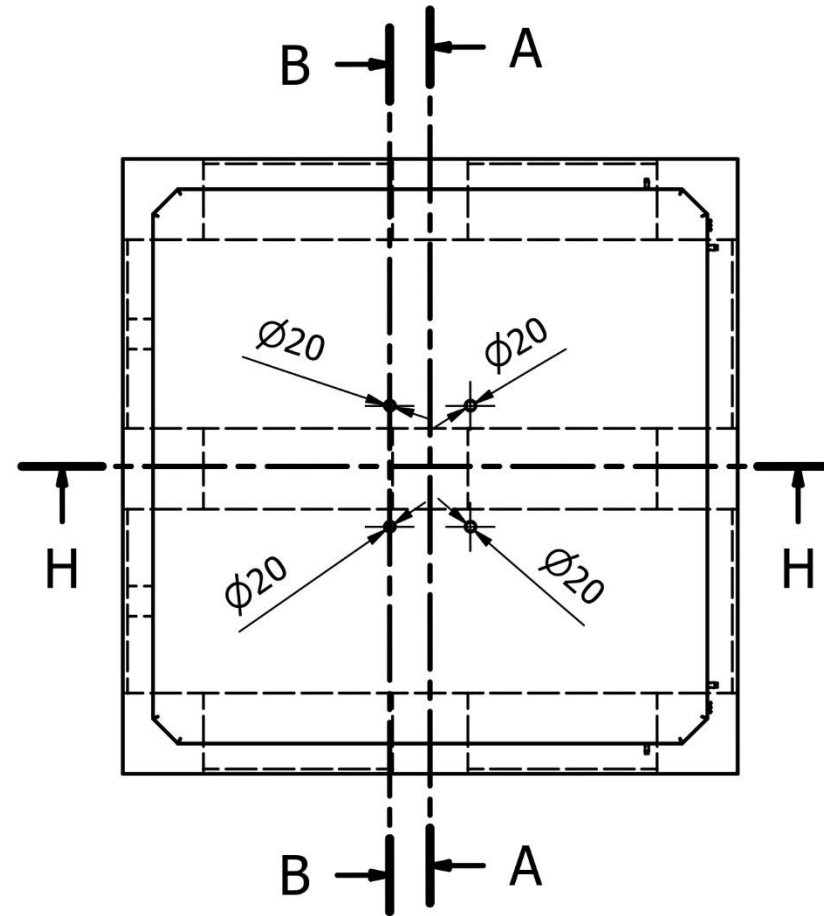
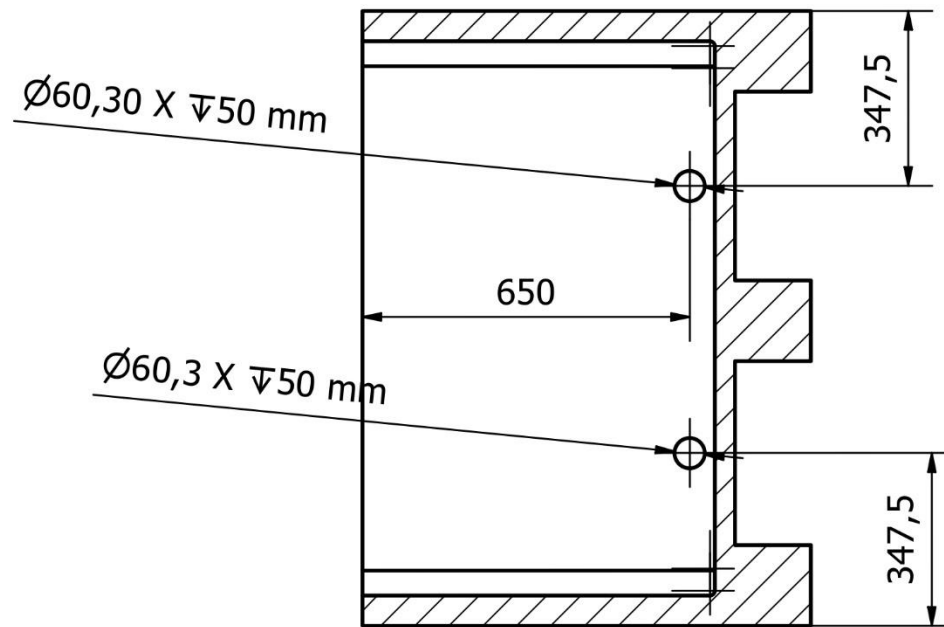
C (1:4)

H-H (1 : 15)

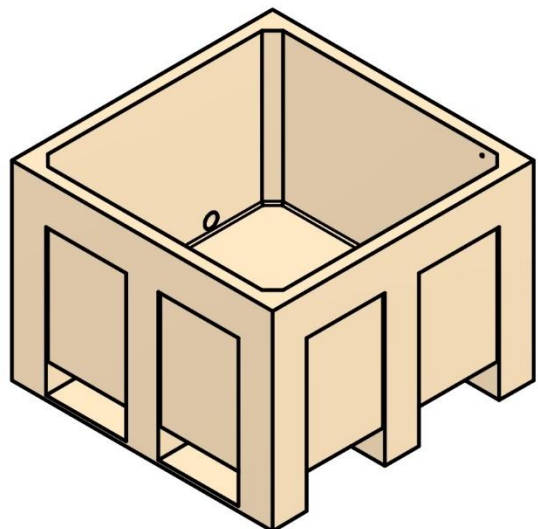
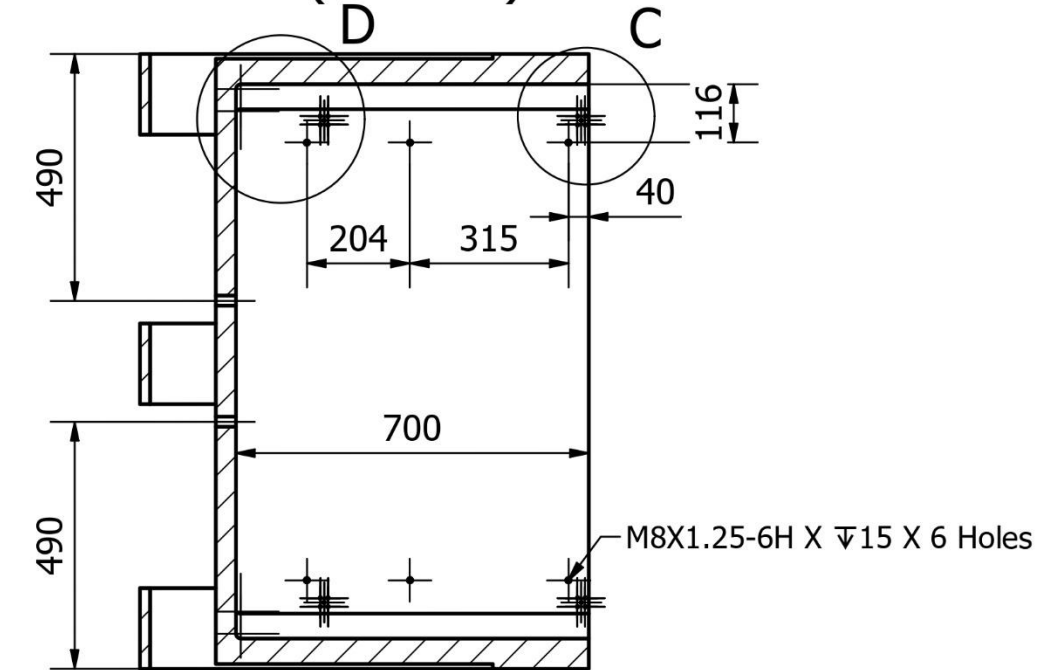
D (1:5)



A-A (1 : 15)

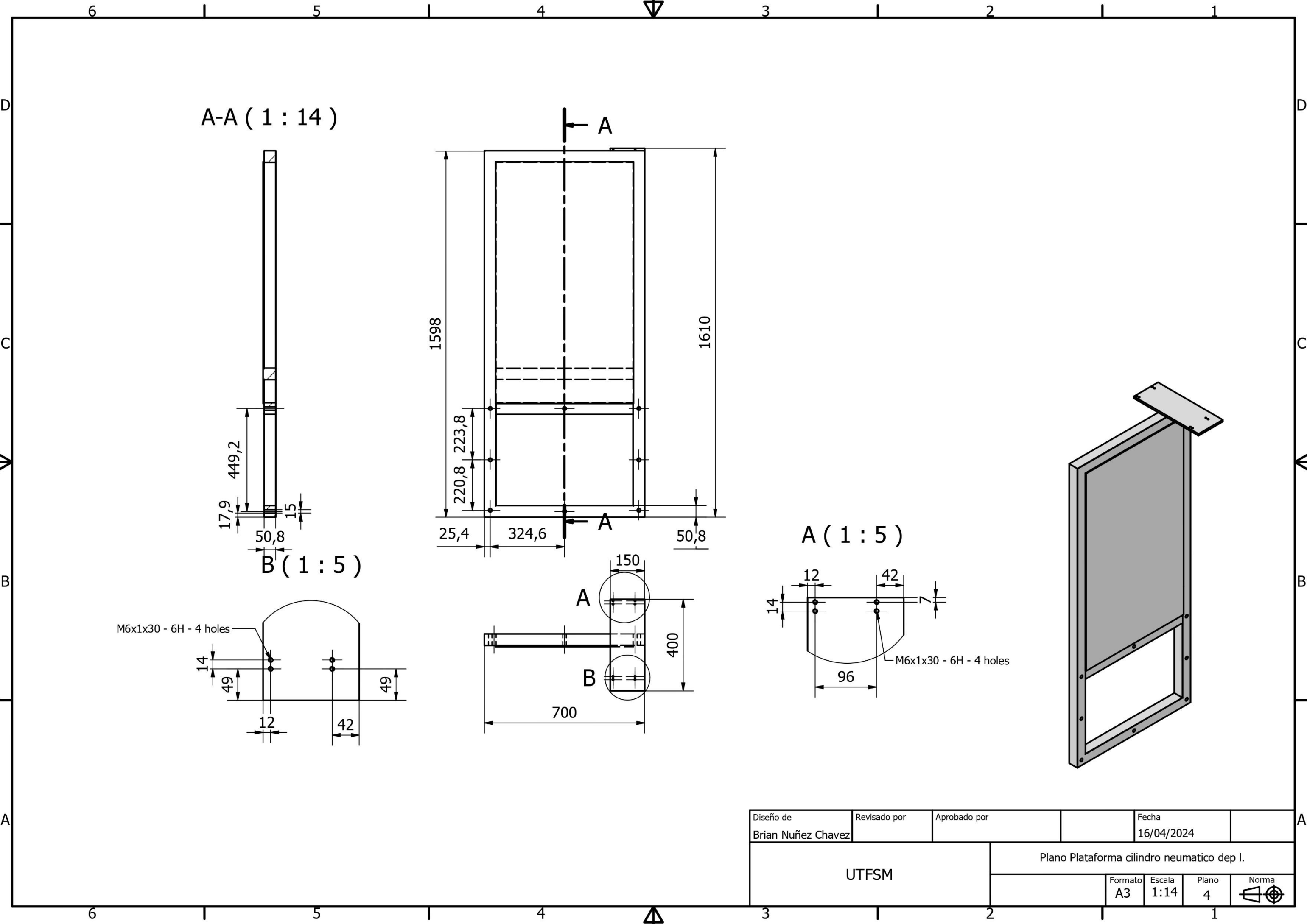


B-B (1 : 15)

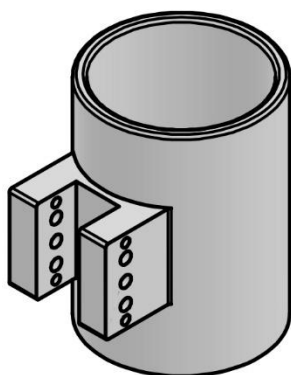
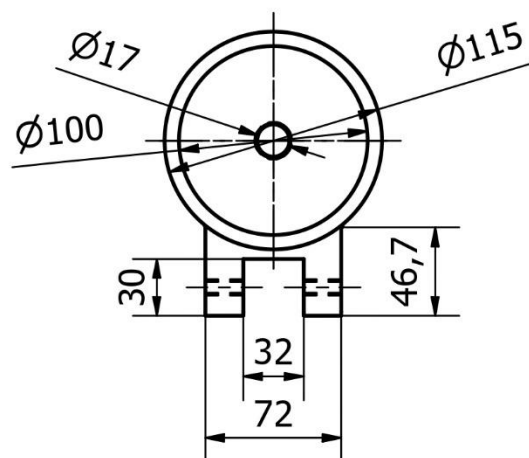
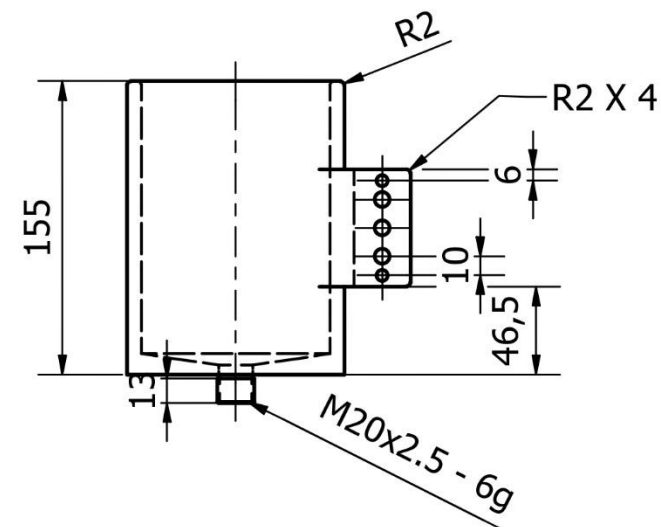
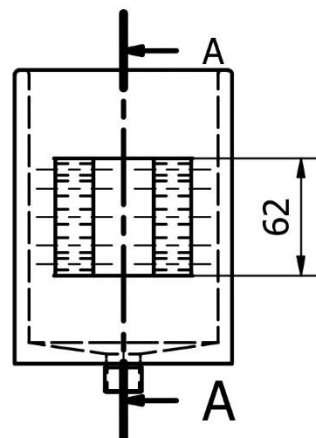
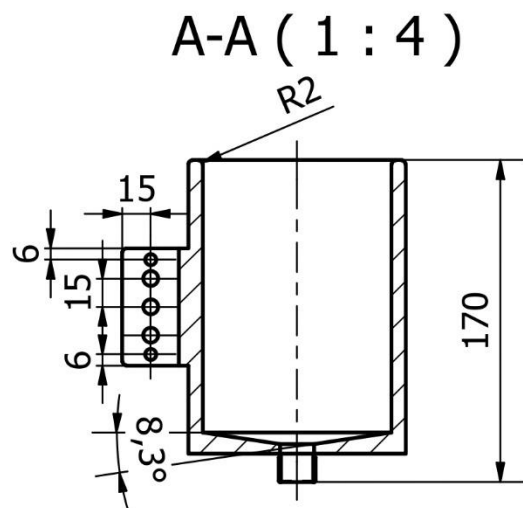


(Nota: Se entiende que el cuerpo es simétrico respecto a las vista de detalle)

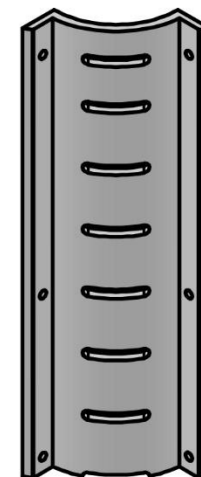
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 16/04/2024
UTFSM		Plano Modificación Bin	
Formato A3	Escala 1:15	Plano 2	Norma



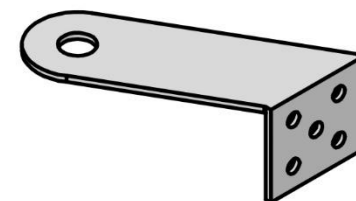
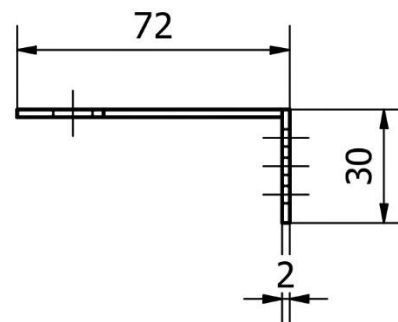
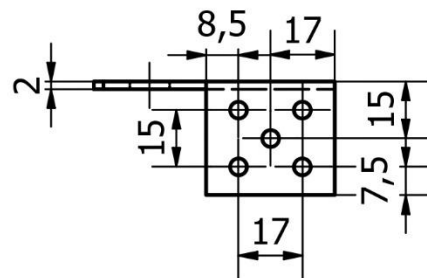
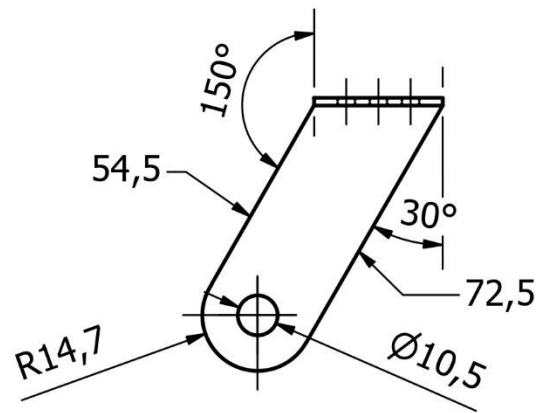
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 16/04/2024
UTFSM		Plano Plataforma cilindro neumatico dep I.	
Formato A3	Escala 1:14	Plano 4	Norma



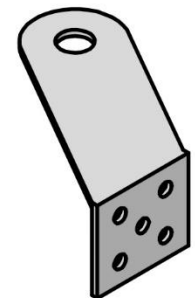
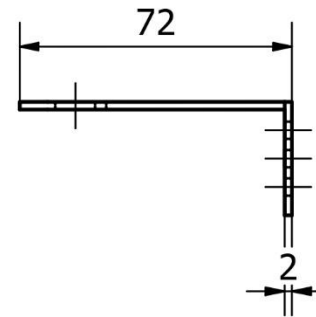
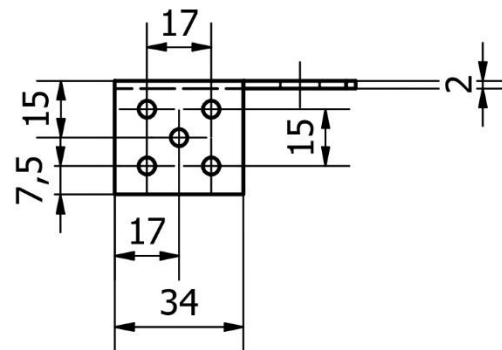
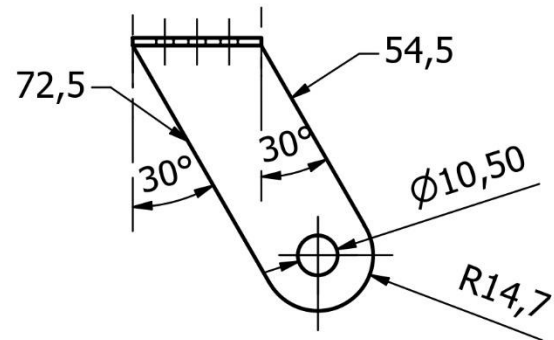
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 16/04/2024	
UTFSM			Plano Deposito de lechada	
			Formato A4	Escala 1:4
			Plano 10	Norma



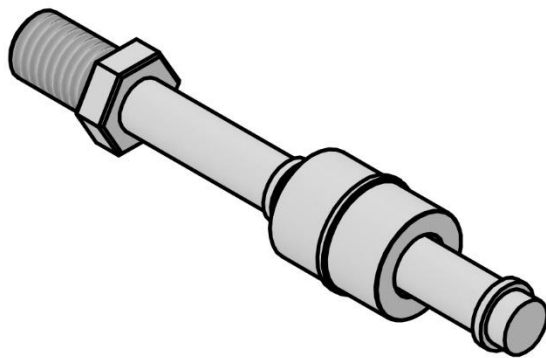
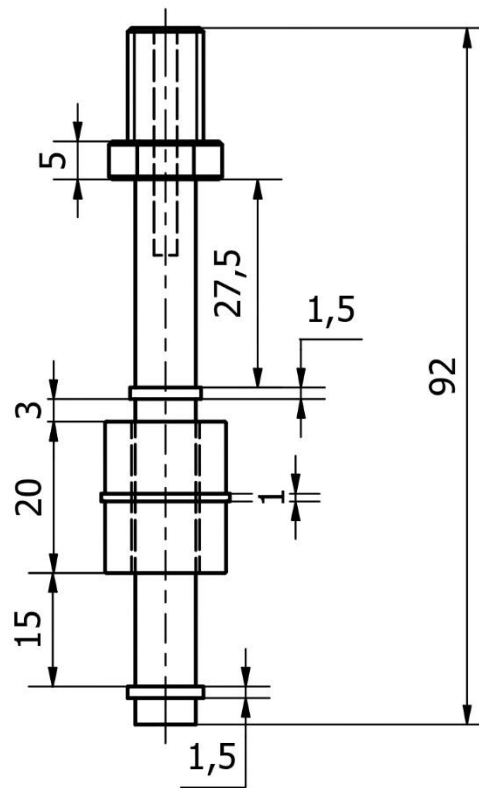
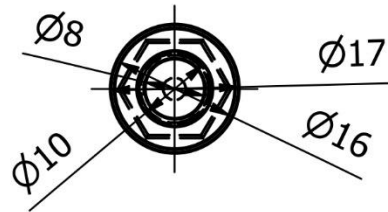
Diseño de	Revisado por	Aprobado por		Fecha	
Brian Nuñez Chavez				10/04/2024	
UTFSM			Plano Base protectora de sensores		
				Formato A4	Escala 1:8



Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 15/04/2024	
UTFSM		Plano Estructura de Sensor 1		
		Formato A4	Escala 1:2	Plano 12
		Norma 		

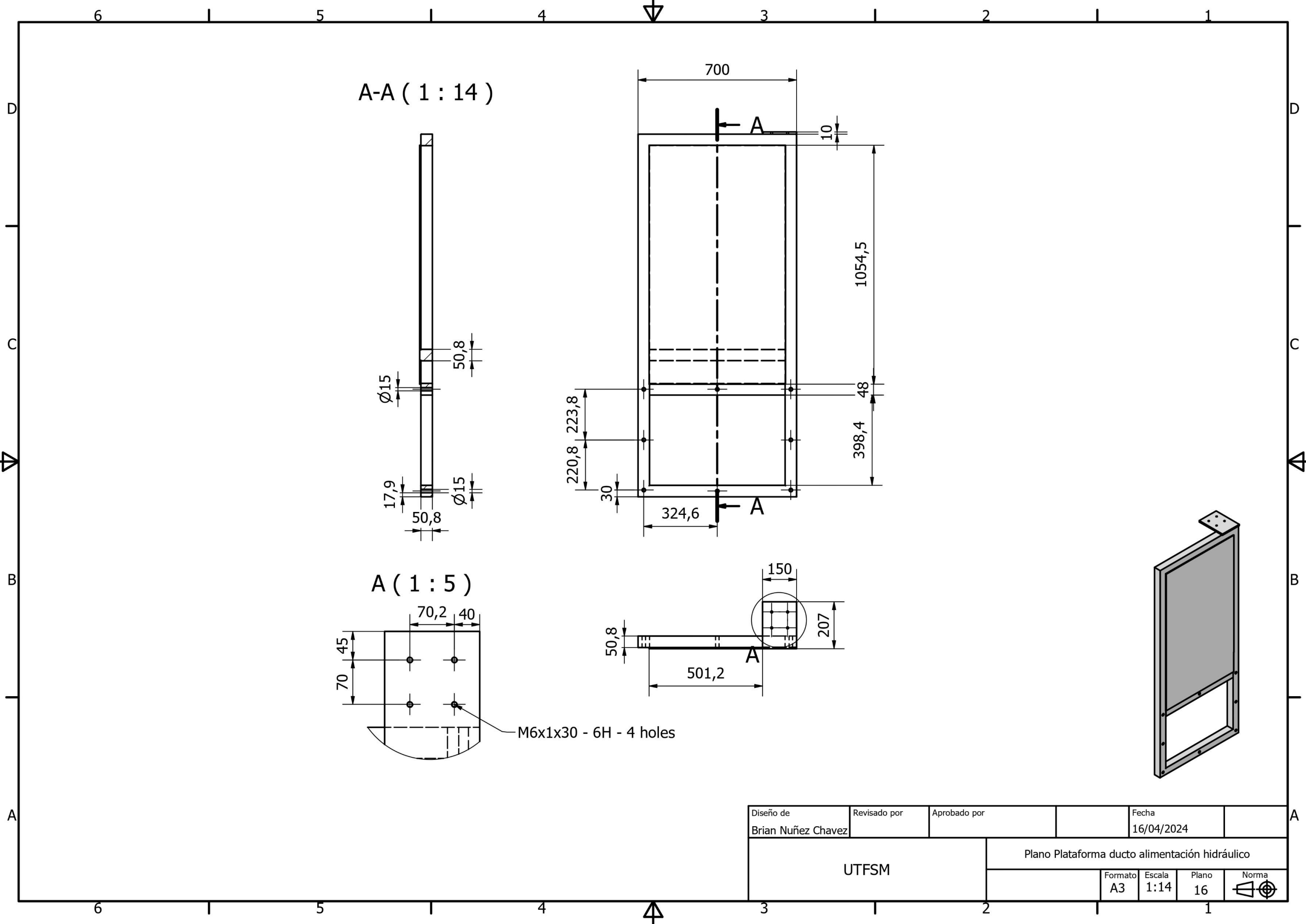


Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 15/04/2024
UTFSM		Plano Estructura Sensor 2	
		Formato A4	Escala 1:2
		Plano 13	Norma

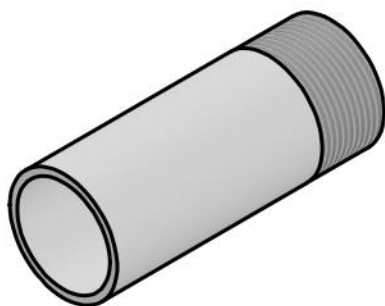
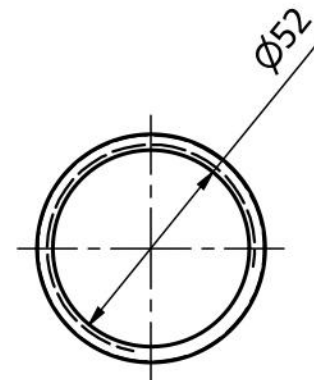
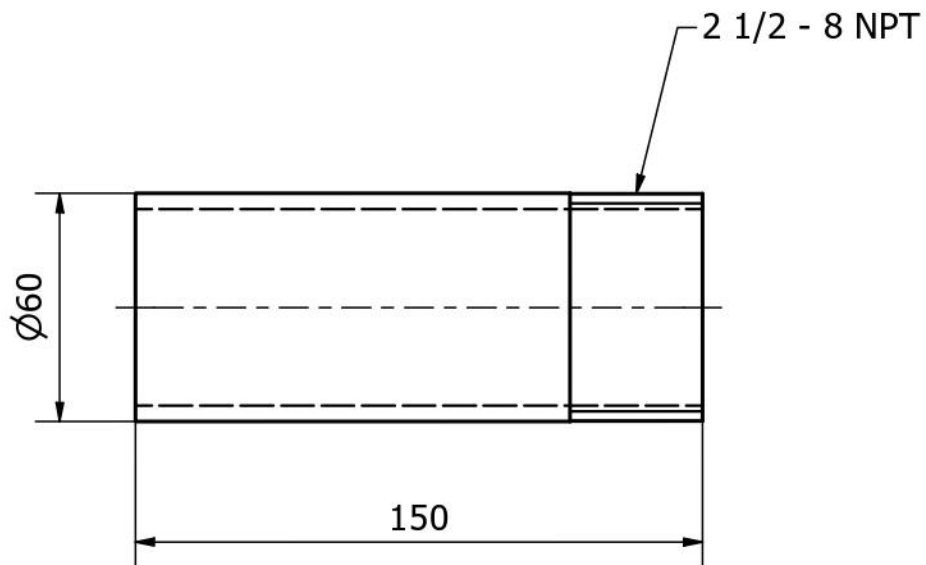


Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 16/04/2024	
UTFSM		Plano Sensor de nivel		
		Formato A4	Escala 1:1	Plano 14
		Norma		

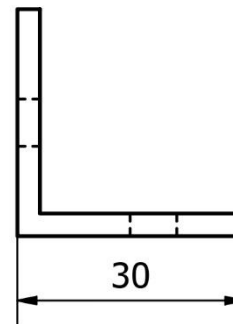
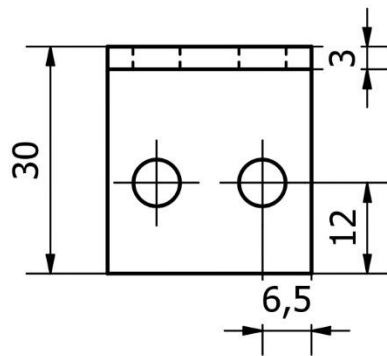
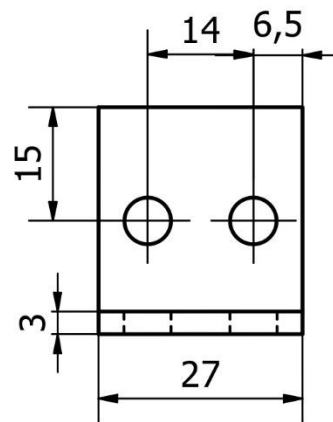
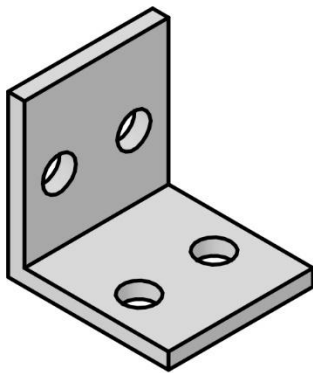




Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 16/04/2024
UTFSM		Plano Plataforma ducto alimentación hidráulico	
Formato A3	Escala 1:14	Plano 16	Norma

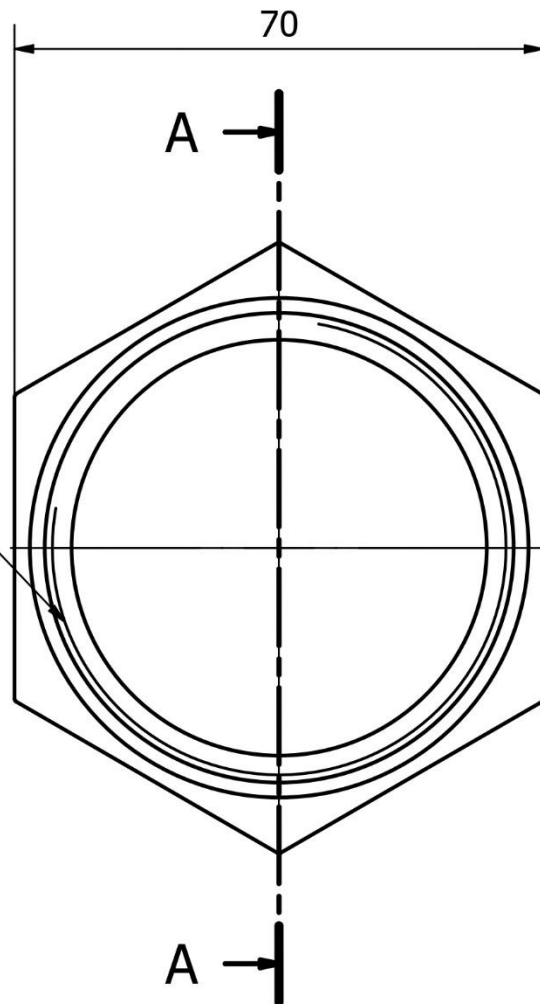
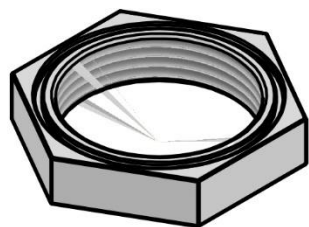


Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	
Brian Nuñez Chavez			17/04/2024	
UTFSM			Plano Ducto de salida manual	
			Formato	Escala
			A4	1:2
			Plano	Norma
			17	

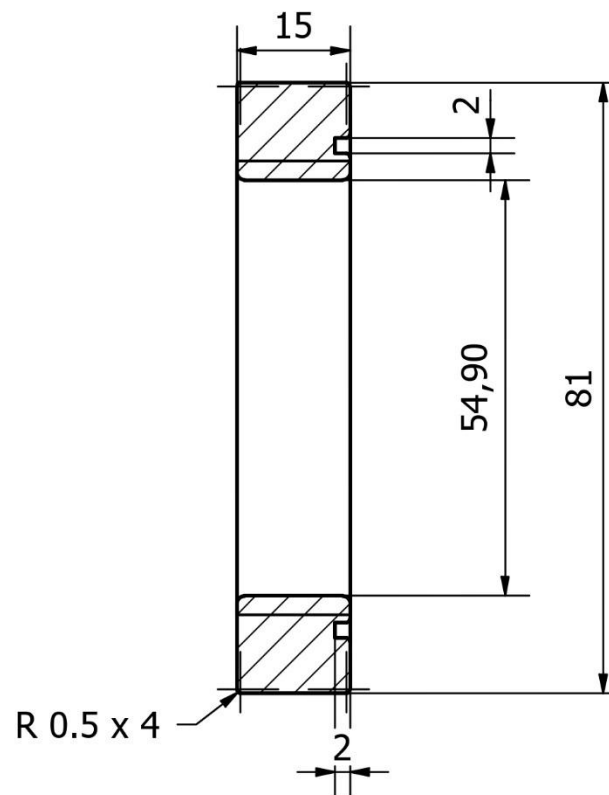


Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 17/04/2024	
UTFSM		Plano Soporte anclaje cilindro neumático		
		Formato A4	Escala 1:1	Plano 23
		Norma 		

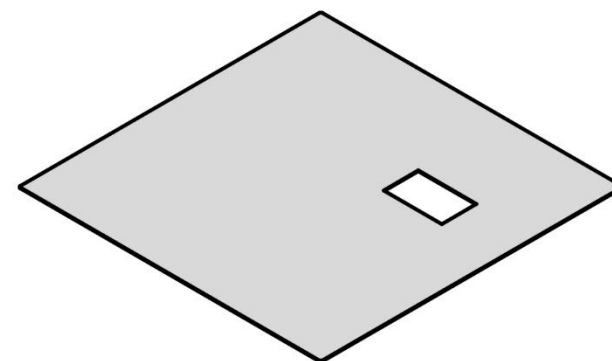
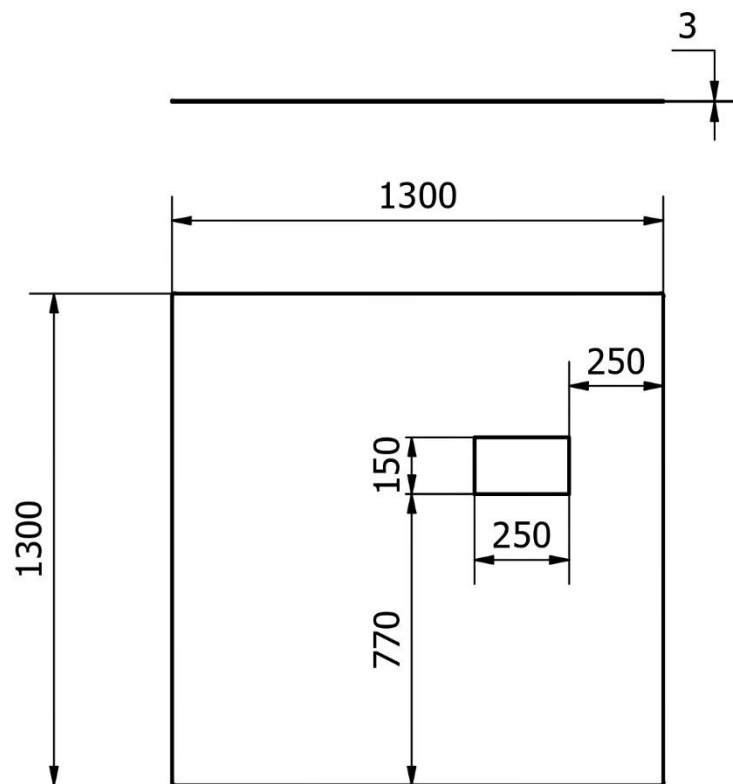
NPT 2 1/2 - 8 NPT



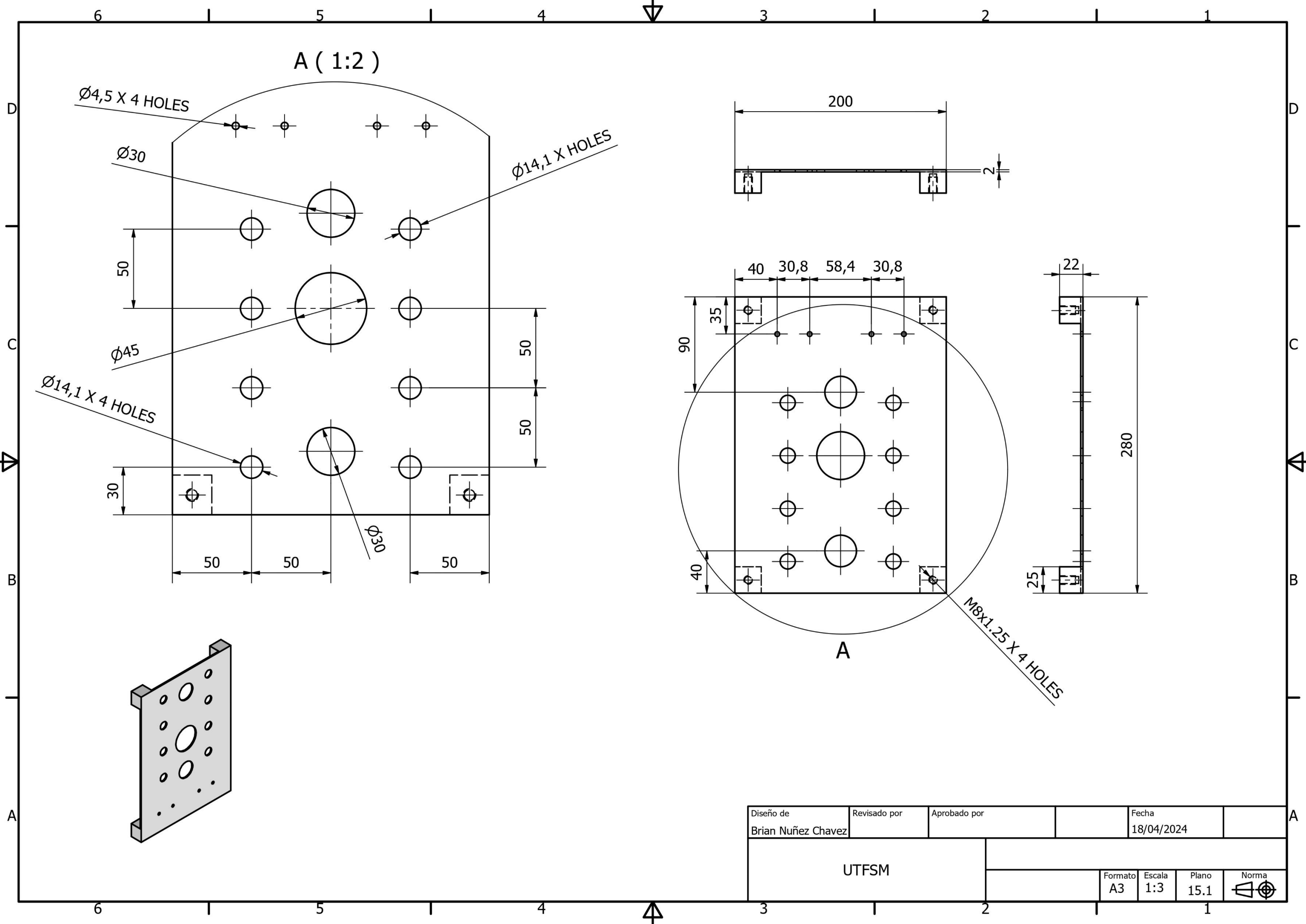
A-A (1 : 1)



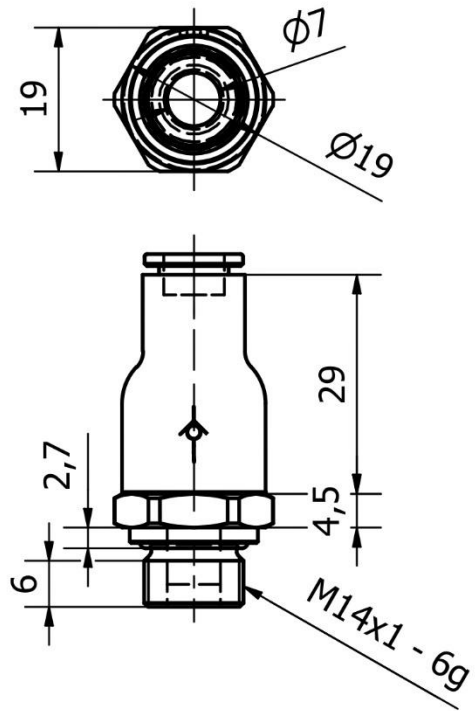
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 17/04/2024	
UTFSM		Plano Tuerca Especial Segmento Orring salida drenaje		
		Formato A4	Escala 1:1	Plano 28
		Norma		



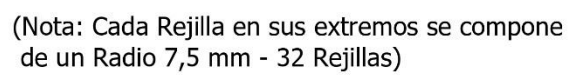
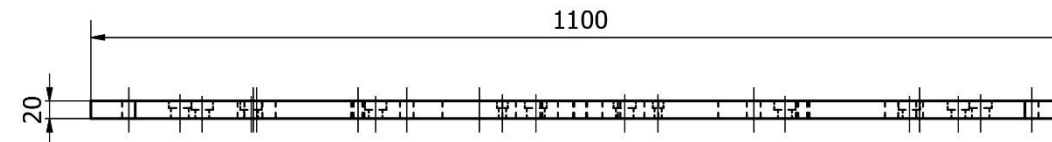
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 18/04/2024	
UTFSM		Plano Plancha estructura Bin		
		Formato A4	Escala 1:20	Plano 1.1 Norma



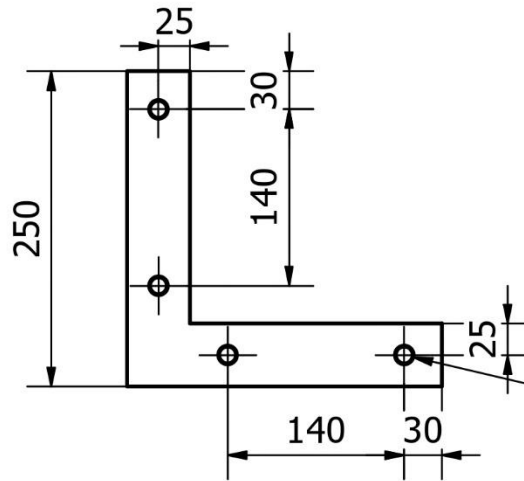
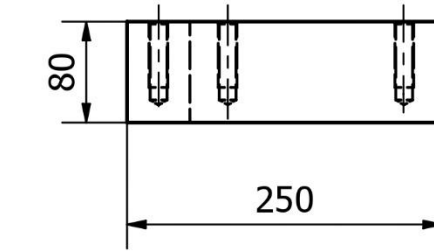
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 18/04/2024
UTFSM		Formato A3	Escala 1:3
		Plano 15.1	Norma



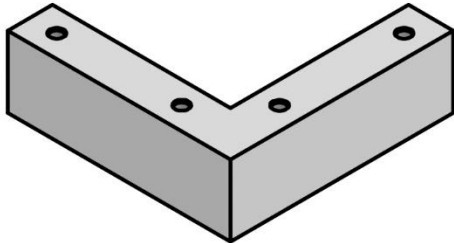
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 17/04/2024	
UTFSM		Plano Vlavula antirretorno		
		Formato A4	Escala 1:1	Plano 15.2
		Norma 		



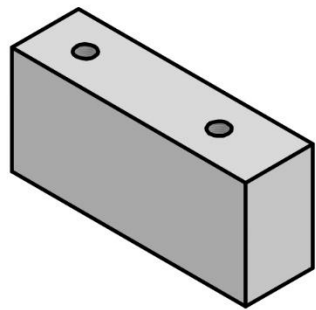
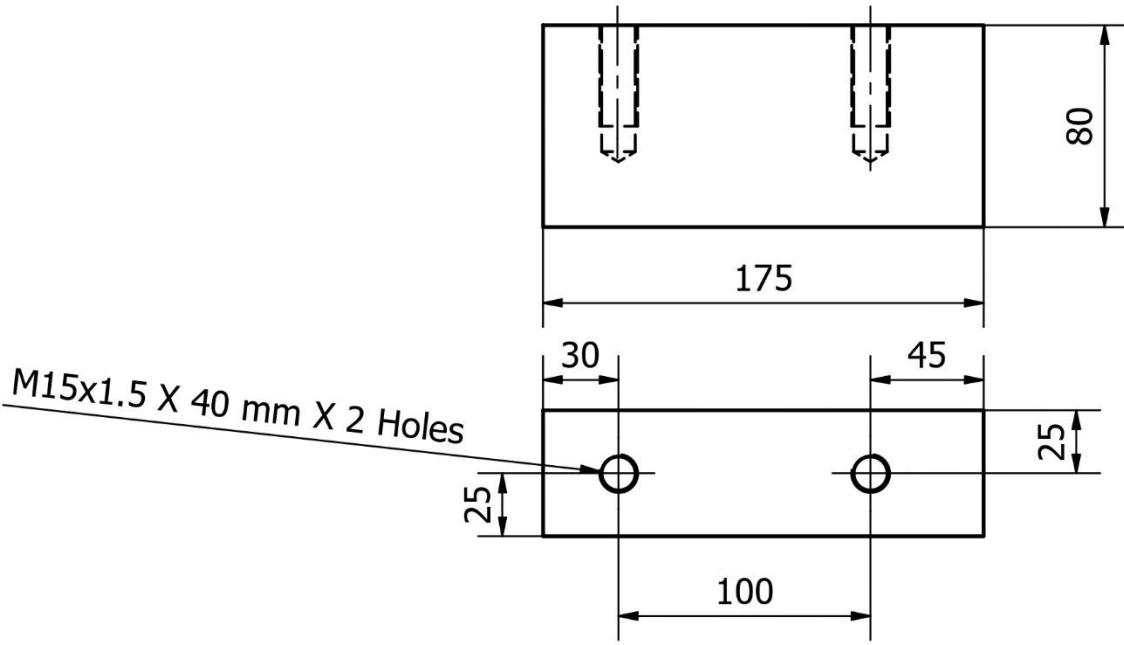
Diseño de Brian Nuñez Chavez	Revisado por	Aprobado por	Fecha 19/04/2024	
UTFSM		Plano Plataforma rejilla		
		Formato A2	Escala 1:6	Plano 15.7
				



M15x1.5 X 4 Holes ∇ 50,00
Ø15,00



Diseño de	Revisado por	Aprobado por		Fecha			
Brian Nuñez Chavez				17/04/2024			
UTFSM			Plano Soporte base rejilla 1				
				Formato	Escala	Plano	Norma
			A4	1:6	15.8		



Diseño de	Revisado por	Aprobado por		Fecha	
Brian Nuñez Chavez				18/04/2024	
UTFSM			Plano Soporte base rejilla 2		
				Formato A4	Escala 1:3

DATOS DE EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

INVERSIONES EN EQUIPAMIENTO (UF)			
Equipo	Precio	total	
equipo automatizado de aceitunas mesa	381,91	632,04	
equipo de almacenamiento residuos	131,65		
equipo almacenamiento de agua	118,48		
INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA (UF)			
		total	
Terreno	526,59	1052,88	
Obras físicas	526,29		
INVERSIONES DE AMPLIACIÓN			
Obra física amp (año 5)	0,00		
INVERSIÓN INICIAL ACT. INTANGIBLE (año 0)	31,60		
Gastos de puesta en marcha + Estudio de V.	52,66		
Estudio de viabilidad	21,06		
PQ			
q -Demanda (instalaciones)			
unidades (1 año)	3000,00	tasa de incremento	
unidades (1 año)	36000,00	kilos /año	
unidades (2 año)	37800,00	kilos /año	5%
unidades (3 año)	39690,00	kilos /año	
unidades (4 año)	41674,50	kilos /año	
unidades (5 año)	43758,23	kilos /año	15%
unidades (6 año)	50321,96	kilos /año	
unidades (7 año)	57870,25	kilos /año	
unidades (8 año)	66550,79	kilos /año	
unidades (9 año)	76533,41	kilos /año	
unidades (10 año)	88013,42	kilos /año	
Precio venta		6% ANUAL	
Precio venta por kilo (1 año)	0,11	UF/kilo	1,06
Precio venta por kilo (2 año)	0,12	UF/kilo	
Precio venta por kilo (3 año)	0,12	UF/kilo	
Precio venta por kilo (4 año)	0,13	UF/kilo	
Precio venta por kilo (5 año)	0,14	UF/kilo	
Precio venta por kilo (6 año)	0,15	UF/kilo	
Precio venta por kilo (7 año)	0,16	UF/kilo	
Precio venta por kilo (8 año)	0,17	UF/kilo	
Precio venta por kilo (9 año)	0,18	UF/kilo	
Precio venta por kilo (1 0año)	0,19	UF/kilo	
Costos (UF)			
Costos Variables		tasa incremento anual	
Costo de fabricación 1 año	0,0700	UF/u	3%
Mano de obra	0,0079	UF/kilo	
Materiales	0,0013	UF/kilo	
Costos indirectos	0,0084	UF/kilo	
costo del producto fermentado	0,0530	UF/kilo	
	total	0,07060	
Costos (UF)		tasa incremento anual	
Costos Variables (UF)		3%	
Costo de fabricación 1 año	0,0706	UF/kilo	
Costo de fabricación 2 año	0,0727	UF/kilo	
Costo de fabricación 3 año	0,0749	UF/kilo	
Costo de fabricación 4 año	0,0771	UF/kilo	
Costo de fabricación 5 año	0,0795	UF/kilo	
Costo de fabricación 6 año	0,0818	UF/kilo	
Costo de fabricación 7 año	0,0843	UF/kilo	
Costo de fabricación 8 año	0,0868	UF/kilo	
Costo de fabricación 9 año	0,0894	UF/kilo	
Costo de fabricación 10 año	0,0921	UF/kilo	
Comisión por venta	2%		
		Tasa anual	
costos fijos (UF)		4,40%	
Costo fijo de fabricación (Año 1)	26,33	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 2)	27,49	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 3)	28,70	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 4)	29,96	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 5)	31,28	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 6)	32,66	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 7)	34,09	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 8)	35,59	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 9)	37,16	UF/año	
Costo fijo de fabricación (Año 10)	38,79	UF/año	
		Tasa Anual	
Gastos de Adm. Y Ventas (UF)		3%	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 1)	315,960	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 2)	325,439	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 3)	335,202	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 4)	345,258	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 5)	355,616	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 6)	366,284	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 7)	377,273	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 8)	388,591	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 9)	400,249	UF/año	
Gastos de Adm. Y Ventas (año 10)	412,256	UF/año	
DATOS ECONÓMICOS	Dato		
Impuesto	21%		
Tasa de descuento	10%		
Depreciación lineal			
Obras físicas	20	años	
equipo automatizado de aceitunas mesa	10	años	
equipo de almacenamiento residuos	10	años	

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Producción		36000	37800	39690	41675	43758	50322	57870	66551	76533	88013		
Ingresos por venta		3960	4407	4906	5460	6077	7408	9030	11007	13418	16357		
Costos variables													
Costos variables de fabricación		-2541,6000	-2748,7404	-2972,7627	-3215,0429	-3477,0689	-4118,5881	-4878,4676	-5778,5449	-6844,6864	-8107,5311		
Comisión por venta		-79,2000	-88,1496	-98,1105	-109,1970	-121,5363	-148,1527	-180,5981	-220,1491	-268,3618	-327,1330		
Costos fijos													
Costo fijo de fabricación		-26,3300	-27,4885	-28,6980	-29,9607	-31,2790	-31,2790	-32,6553	-34,0921	-35,5922	-37,1582		
Gastos Adm. Y Ventas (GAV)		-315,9600	-325,4388	-335,2020	-345,2580	-355,6158	-366,2842	-377,2728	-388,5909	-400,2487	-412,2561		
Depreciación de activos		-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185	-89,5185		
Amortización intangibles		-10,5320	-10,5320	-10,5320	-10,5320	-10,5320							
Valor libro de activo en venta													
Utilidad antes de impuesto		896,8595	1117,6122	1370,7015	1660,3404	1991,2622	2653,8120	3471,3942	4496,5605	5779,6814	7383,0535		
Impuesto		-188,3405	-234,6986	-287,8473	-348,6715	-418,1651	-557,3005	-728,9928	-944,2777	-1213,7331	-1550,4412		
Utilidad después de impuesto		708,5190	882,9136	1082,8542	1311,6690	1573,0971	2096,5115	2742,4014	3552,2828	4565,9483	5832,6122		
Depreciación de activos		89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185	89,5185		
Amortización intangibles		10,5320	10,5320	10,5320	10,5320	10,5320	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
Valor libro de activo en venta									0,0000				
Flujo de caja		808,5695	982,9641	1182,9047	1411,7195	1673,1476	2186,0300	2831,9199	3641,8013	4655,4668	5922,1307		
Inversiones de infractrusctura													
obra fisicas + terreno	-1052,8800												
ampliación													
inversiones de equipamiento	-632,0400												
inversiones de remplazo													
inversion de capital de trabajo	-1481,5450												
valor de desecho											58326,1223	VALOR DESECHO	
flujo de caja neto	-3166,4650	808,5695	982,9641	1182,9047	1411,7195	1673,1476	2186,0300	2831,9199	3641,8013	4655,4668	64248,2531	59115,857	
PAYBACK calculo	0,0000	-2431,4018	-1619,0348	-730,3010	233,9224	1272,8154	2506,7724	3959,9951	5658,9223	7633,2946	32403,7775		
			Van	32403,8	UF								
			TIR	53%									
			Payback	\$ 234	UF								
TABLA DE DEPRECIACIÓN	Lineal												
Activo	Vida útil	Inversión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	valor libro
equipo automatizado de aceitunas mesa	10	381,910	38,191	38,191	38,191	38,191	38,191	38,191	38,191	38,191	38,191	38,191	0,000
equipo de almacenamiento residuos	10	131,650	13,165	13,165	13,165	13,165	13,165	13,165	13,165	13,165	13,165	13,165	0,000
obras fisicas	20	526,290	26,315	26,315	26,315	26,315	26,315	26,315	26,315	26,315	26,315	26,315	263,145
equipo almacenamiento de agua	10	118,480	11,848	11,848	11,848	11,848	11,848	11,848	11,848	11,848	11,848	11,848	0,000
Obra física amp	20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maquinaria amp	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DEPRECIACIÓN TOTAL			89,519	89,519	89,519	89,519	89,519	89,519	89,519	89,519	89,519	89,519	263,145
TABLA DE AMORTIZACIÓN	lineal												
Activo intangible	Vida útil	Inversión	1	2	3	4	5	valor libro					
Gastos de puesta en marcha	5	52,66	10,53	10,53	10,53	10,53	10,53	0,00					
amortización total		52,66	10,53	10,53	10,53	10,53	10,53	0,00	valor libro total				