



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE MECATRÓNICA**

**PROTOTIPO DE TÚNEL DE LIMPIEZA Y SECADO  
AUTOMATIZADO DE BANDEJAS ALIMENTICIAS UTILIZANDO  
UN SISTEMA DE RIEGO A ALTA PRESIÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero en Mecatrónica

**AUTORES:** Jefferson Daniel Remache Franco  
Josh Ethan Sud Muñoz  
**TUTOR:** Ing. Gabriel Santiago García Vásquez, MSc.

Guayaquil - Ecuador  
2024

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Jefferson Daniel Remache Franco** con documento de identificación N° 0929104495 y **Josh Ethan Sud Muñoz** con documento de identificación N° 0923971311; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 14 de marzo del año 2024

Atentamente,



---

Jefferson Daniel Remache Franco  
0929104495



---

Josh Ethan Sud Muñoz  
0923971311

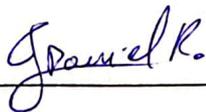
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Jefferson Daniel Remache Franco** con documento de identificación N° **0929104495** y **Josh Ethan Sud Muñoz** con documento de identificación N° **0923971311**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Dispositivo Tecnológico: PROTOTIPO DE TÚNEL DE LIMPIEZA Y SECADO AUTOMATIZADO DE BANDEJAS ALIMENTICIAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE RIEGO A ALTA PRESIÓN**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 14 de marzo del año 2024

Atentamente,



---

Jefferson Daniel Remache Franco  
0929104495



---

Josh Ethan Sud Muñoz  
0923971311

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Gabriel Santiago García Vásquez**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **PROTOTIPO DE TÚNEL DE LIMPIEZA Y SECADO AUTOMATIZADO DE BANDEJAS ALIMENTICIAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE RIEGO A ALTA PRESIÓN**, realizado por **Jefferson Daniel Remache Franco** con documento de identificación N° **0929104495** y por **Josh Ethan Sud Muñoz** con documento de identificación N° **0923971311**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 14 de marzo del año 2024

Atentamente,



---

Ing. Gabriel Santiago García Vásquez, MSc  
0920256500

## DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a mis padres por los esfuerzos que ellos han dado para que yo pueda cumplir una meta mas de mis sueños, la motivación de no flaquear a dejar la carrera por estar siempre en esos momentos difíciles de este largo camino, por esas enseñanzas de la vida que cada día me hicieron crecer.

Finalmente agradezco a mis familiares mas cercanos que en momentos mas devastadores nos brindaron la mano para poder continuar con mi meta.

**Jefferson Daniel Remache Franco**

Este proyecto se lo dedico a mi familia, fuente inagotable de amor y apoyo, por su constante aliento y sacrificios que hicieron posible este logro. A mis amigos, cuyas palabras de aliento y momentos compartidos alegraron el camino. A todos aquellos que creyeron en mí, gracias por ser parte de este viaje académico.

**Josh Ethan Sud Muñoz**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padre y madre por estar siempre a mi lado por siempre escucharme y darme fuerzas para los momentos difíciles, a mis tíos y primos también les estos muy agradecidos por ayudarme en estos retos del ultimo año.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por tener a docentes con conocimiento muy amplio y a mis amigos, compañeros por ayudarme en momentos de decaimiento emocional, pero estoy mas agradecidos por siempre tenerme en cuenta para ayudarme y armar los partidos antes de clases.

Agradezco a mi tutor por siempre estar pendiente de guiarme en el proyecto con sugerencias y por la confianza para culminar el mismo.

**Jefferson Daniel Remache Franco**

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron en este proyecto y tuvieron paciencia constante. También agradezco a mi familia y amigos, cuyo apoyo incondicional me motivó a seguir adelante en los momentos desafiantes. Agradezco a mis compañeros de estudio por las discusiones enriquecedoras y en su amistad.

**Josh Ethan Sud Muñoz**

## RESUMEN

Para el presente proyecto, se descubrió que la limpieza automática desinfecta hasta nueve piezas en menos de dos minutos, la cual representa tan solo la décima parte del lavado manual, sin embargo, pese a estos avances tecnológicos en la industria alimentaria, el saneamiento de bandejas sigue siendo en su mayoría de forma tradicional. Es por ello que el proyecto en curso tuvo como objetivo, desarrollar un prototipo estilo túnel que funcione tanto para la limpieza automatizada como para el secado de bandejas alimenticias bajo el uso de un sistema de riego a alta presión, brindando procesos más eficientes en torno a la reutilización de agua y del aumento de la productividad de operaciones.

El diseño de este prototipo consta de un túnel en cuyo interior existen dos pares de serpentinas, donde el primer grupo es accionado por el sensor principal siendo este el que expulsa el agua a presión para enjabonar, mientras que el segundo grupo funciona para enjuagar las bandejas. Cabe mencionar, que toda el agua utilizada en este proceso, fue reutilizado en recipientes que se encontraban colocados debajo del túnel. Para la parte final del proceso de secado, se implementó un blower y una trompeta que permitió eliminar la humedad del procedimiento inicial gracias a su aire a presión.

A su vez, los resultados evidenciaron que se cumple el indicador de reducción de tiempo siendo este un aproximado de un minuto con cuarenta segundos, lo cual nos permitió detectar bandejas limpias y secas. Así como también, se determinó que la cantidad de agua utilizada para el proceso de lavado fue mayor a dos litros debido a que este valor no brindaría la presión suficiente para su correcto funcionamiento, sin embargo al ser utilizada, recircula el agua para retomar el proceso.

Por lo tanto, se concluye que la creación de esta máquina permitió el uso eficiente de recursos, benefició en el nivel de operatividad y la calidad del proceso de lavado, brindó porcentajes alto de limpieza y secado asegurando una alta condición en los productos alimenticios.

**Palabras claves:** Lavado, Secado, Túnel, Operatividad, Automatización, Calidad, Zelio.

## ABSTRACT

For the present project, it was discovered that automated cleaning disinfects up to nine pieces in less than two minutes, representing only a tenth of manual washing. However, despite these technological advances in the food industry, tray sanitation still largely follows traditional methods. Therefore, the ongoing project aimed to develop a tunnel-style prototype that functions for both automated cleaning and drying of food trays using a high-pressure irrigation system, providing more efficient processes regarding water reuse and increased operational productivity.

The design of this prototype consists of a tunnel with two pairs of coils inside. The first group is activated by the main sensor, which expels water under pressure for soaping, while the second group is for rinsing the trays. It is worth mentioning that all water used in this process was collected in containers placed under the tunnel for reuse. For the final drying stage, a blower and a trumpet were implemented to eliminate moisture from the initial process using pressurized air.

Furthermore, the results showed that the time reduction indicator was met, approximately one minute and forty seconds, allowing us to detect clean and dry trays. Additionally, it was determined that the amount of water used for the washing process exceeded two liters because this value would not provide sufficient pressure for proper functioning. However, by recycling the water, the process could be sustained.

Therefore, it is concluded that the creation of this machine allowed for the efficient use of resources, improved operational efficiency, and enhanced the quality of the washing process, providing high percentages of cleaning and drying and ensuring high standards for food products.

**Keywords:** Washing, Drying, Tunnel, Operability, Automation, Quality, Zelio.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>II.</b>	<b>PROBLEMA</b>	13
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	14
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	15
IV-A.	Objetivo general . . . . .	15
IV-B.	Objetivos específicos . . . . .	15
IV-C.	Tabla de Objetivos . . . . .	16
<b>V.</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	17
V-A.	Sistema de Lavado . . . . .	17
V-B.	Sistema de Aspersión . . . . .	20
V-C.	Sistema de Traspotación . . . . .	21
V-C1.	Transmisión de cadena . . . . .	24
V-C2.	Transmisión de esfuerzos . . . . .	29
V-C3.	Potencia Transmitida . . . . .	30
V-D.	Sistema de Secado . . . . .	34
V-E.	Sistema Eléctrico . . . . .	39
<b>VI.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	47
VI-A.	Sistema de lavado y Secado . . . . .	47
VI-B.	Sistema de transportación . . . . .	52
VI-C.	Sistema de control . . . . .	54
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS</b>	59
<b>VIII.</b>	<b>CRONOGRAMA</b>	60
<b>IX.</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	61
<b>X.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	63
<b>XI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	64
	<b>Apéndice A: Planos de la base</b>	66
	<b>Apéndice B: Planos de tuberías</b>	67
	<b>Apéndice C: Conexiones eléctricas</b>	68
	<b>Apéndice D: Ensamblado</b>	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Máquina de lavado estáticos. . . . .	18
2.	Máquina de lavado dinámico - túnel de lavado. . . . .	19
3.	Máquina de lavado dinámico - tipo paso a paso. . . . .	19
4.	Boquilla de aspersión. . . . .	21
5.	Sistema power & free (P&F). . . . .	21
6.	Sistema de Skids. . . . .	22
7.	Sistema monorraíl. . . . .	22
8.	Sistema spindle. . . . .	23
9.	Puente grúa. . . . .	23
10.	Sistema de rodillos. . . . .	23
11.	Cinta transportadora. . . . .	24
12.	Sistema de transporte con cadena. . . . .	24
13.	Cadena de tipo RS60. . . . .	25
14.	Cadena del transportador de paso doble. . . . .	26
15.	Enlace de conexión, unión (Connecting link). . . . .	27
16.	Acodado simple y de doble paso. . . . .	27
17.	Datos del Piñón. . . . .	28
18.	Tabla de número de dientes, z. . . . .	29
19.	Esfuerzos de Cadena y Piñón. . . . .	29
20.	Números de dientes z. . . . .	31
21.	Números de Cadenas K2 . . . . .	31
22.	Número de Eslabones o enlaces K3 . . . . .	32
23.	Factor de Servicio K4 . . . . .	32
24.	Vida Útil K5 . . . . .	33
25.	Selección de Cadena Americana . . . . .	33
26.	Selección de Cadena Europea . . . . .	34
27.	Secado de aire caliente. . . . .	35
28.	Secador de contacto. . . . .	35
29.	Secador infrarrojo. . . . .	36
30.	Liofilización. . . . .	36
31.	Secador de lecho fluido. . . . .	36
32.	Secado por vacío. . . . .	37
33.	Ventiladores Helicoidales. . . . .	38
34.	Ventiladores Helicoidales con correa. . . . .	38
35.	Ventiladores de Turboaxiales. . . . .	39
36.	Ventiladores centrífugos. . . . .	39
37.	Monofásicos Y Trifásico. . . . .	40
38.	Energía . . . . .	40
39.	Simbología de Transformadores . . . . .	41
40.	Simbología . . . . .	41
41.	Simbología de Conexiones . . . . .	42
42.	Simbología Corriente . . . . .	42
43.	Características de caja eléctrica . . . . .	43
44.	Características de Zelio . . . . .	44
45.	Breaker trifásico . . . . .	45
46.	Fuente de alimentación . . . . .	45
47.	Selector de On/Off . . . . .	46
48.	Electro válvulas . . . . .	46
49.	Cilindro Neumático . . . . .	46

50.	Datos del Sistema de Lavado . . . . .	47
51.	Estructura del sistema de lavado . . . . .	47
52.	Prueba del Sistema de Lavado . . . . .	48
53.	Características de los aspersores . . . . .	48
54.	Datos de Boquillas usadas. . . . .	49
55.	Datos del tanque para el sistema de lavado y enjuagado . . . . .	49
56.	Fase 1 del sistema de lavado . . . . .	50
57.	Fase 2 del sistema de lavado . . . . .	50
58.	Menú del programa de sistema de lavado . . . . .	51
59.	Programación 1 . . . . .	51
60.	Programación 2 . . . . .	52
61.	Programación 3 . . . . .	52
62.	Transmisión de Banda con polea. . . . .	53
63.	Transmisión de Banda de 1:1 . . . . .	53
64.	Sistema eléctrico. . . . .	54
65.	Sistema de botonera. . . . .	55
66.	Diferencias entre Sensores y Controladores . . . . .	56
67.	Circuito de Fuerza - CADESIMUS . . . . .	57
68.	Circuito de Control - CADESIMUS . . . . .	58
69.	Cronograma de Actividades. . . . .	60
70.	Base de maquina. . . . .	66
71.	Sistema de riego. . . . .	67
72.	Circuito de Fuerza - P. Cadesimu. . . . .	68
73.	Circuito de Control - P. Cadesimu. . . . .	68
74.	Control de la caja eléctrica. . . . .	69
75.	Sistema de lavado. . . . .	70
76.	Ensamble 1. . . . .	70
77.	Ensamble 2. . . . .	71
78.	Ensamble 3. . . . .	71
79.	Ensamble 4. . . . .	71
80.	Movimiento de cadena. . . . .	72
81.	Transportación de bandeja. . . . .	72
82.	Rotación de polea. . . . .	73
83.	Conexiones eléctricas. . . . .	73
84.	Presentación de botoneras hacia el tablero. . . . .	74
85.	Presentación Exterior . . . . .	75
86.	Colocación de sensores. . . . .	76
87.	Comienzo del primer proceso. . . . .	77
88.	Proceso de lavado. . . . .	78
89.	Proceso de enjuagado. . . . .	79
90.	Programación de zelio. . . . .	80
91.	Alimentación de valvulas y Contactores para motores . . . . .	81
92.	Disyuntores para los motores . . . . .	81
93.	Interrupdo de seguridad, PLC Zelio . . . . .	82
94.	Ensamble Final 1 . . . . .	82
95.	Ensamble Final 2 . . . . .	83
96.	Ensamble Final 3 . . . . .	83
97.	Ensamble Final 4 . . . . .	84
98.	Ensamble Final 5 . . . . .	84

## I. INTRODUCCIÓN

Mediante investigaciones se identificaron varios prototipos de limpieza automatizado, estos a lo largo de los años han ido evolucionando mediante la eficacia de sus procesos, dado que las empresas e industrias necesitan mantener una producción mas constante, por ello se diseño un "PROTOTIPO DE TÚNEL DE LIMPIEZA Y SECADO AUTOMATIZADO DE BANDEJAS ALIMENTICIAS UTILIZANDO UN SISTEMA DE RIEGO A ALTA PRESIÓN" tiene como objetivo principal desarrollar un prototipo de máquina estilo túnel para la limpieza automatizada de bandejas alimenticias que lave y seque usando un sistema de riego a alta presión.

Por lo que el presente proyecto esta compuesto por un documento escrito dividido en diferentes secciones que se detallan a continuación:

Sección I Fundamentos teóricos, donde se detalla la investigación previa al funcionamiento de los dispositivos claves utilizados.

Sección II Marco metodológico, dentro de este apartado se presentan el análisis numérico y su respectiva justificación. Así como también la descripción detallada de materiales, recursos u elementos importantes para el funcionamiento del prototipo y elaboración del mismo.

Sección III Resultados, se evidencia la recopilación de datos al ejecutar el proyecto.

Sección IV Cronograma, se especifica a detalle como se ejecuto el presente trabajo de titulación así como también su respectivo presupuesto, conclusiones y recomendación para futuros proyectos.

## II. PROBLEMA

En la actualidad, el lavado manual es la táctica para evitar infecciones más común, pero enfrenta desafíos en comparación con la limpieza automática. La higienización manual genera desperdicio de agua y productos desinfectantes. Datos propuestos por una Revista, mientras un operador gasta de 0.8 a 1.2 litros de agua por pieza, un equipo Winterhalter utiliza 2.2 litros por ciclo. Aunque la limpieza automática desinfecta hasta 18 piezas en menos de 2 minutos, usando alrededor de 0.12 litros de agua por pieza, solo representa una décima parte del lavado manual [1]. A pesar de los avances tecnológicos en la industria alimentaria, el saneamiento de bandejas sigue siendo en su mayoría tradicional [1].

El proceso de limpieza manual requiere tiempo y mano de obra significativos, lo que puede afectar la productividad y la eficiencia de las operaciones. Actualmente, el lavado de bandejas en la industria alimenticia a menudo se realiza de manera manual, lo que puede resultar en un proceso lento y propenso a que no se logre una limpieza y desinfección adecuadas, lo que puede dar lugar a problemas de seguridad alimenticia y riesgo de contaminación cruzada [2].

En la industria alimentaria, es esencial mantener altos estándares de higiene y seguridad para garantizar la calidad y la inocuidad de los productos alimenticios [3]. Las bandejas, al estar en contacto directo con los alimentos, deben ser limpiadas y desinfectadas de manera efectiva ya que la industria alimentaria está sujeta a estrictas regulaciones y normativas en cuanto a higiene y seguridad alimentaria para prevenir la proliferación de bacterias dañinas. La falta de una solución automatizada y eficiente puede dificultar el cumplimiento de estos estándares y aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos [4].

El uso ineficiente de agua, energía y productos químicos en el proceso de lavado manual de bandejas alimenticias puede ser costoso y poco sostenible desde el punto de vista ambiental [5].

### III. JUSTIFICACIÓN

Un sistema automatizado que permitiría ahorrar tiempo y recursos al realizar el lavado de manera más rápida y eficiente, liberando a los trabajadores para realizar otras tareas importantes.

El tiempo que diferencia los tipos de lavado se puede ver reflejado en una estimación de un ayudante lavalozas el cual puede lavar una pieza promedio en un tiempo de hasta 20 segundos, lo que equivale a 3 piezas por minuto. En el mejor de los casos, podría lavar hasta 180 piezas en una hora, pero a comparación de un lavado automatizado pues el tiempo que toma lavar las mismas piezas con un equipo lavalozas es aproximadamente de un 20% a 30% menos del tiempo que emplea lavar las mismas piezas manualmente [1].

Un prototipo de lavado de túnel automatizado puede asegurar un cumplimiento más efectivo de estas regulaciones al garantizar una limpieza y desinfección de manera óptima, evitando la transferencia de bacteria y alérgenos entre los alimentos y reduciendo los riesgos asociados y asegurando la calidad de los productos alimenticios [4].

El uso eficiente de recursos, como agua, energía, es una preocupación importante en la industria alimentaria. Un prototipo de lavado de túnel automatizado puede ser diseñado para minimizar el consumo de estos recursos, utilizando técnicas como reciclaje de agua. Esto no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental [5].

Existe una falta de soluciones automatizadas específicas para esta tarea en particular. El desarrollo de un prototipo de lavado de túnel automatizado podría llenar este vacío y mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de lavado en la industria [2].

Un prototipo de lavado de túnel automatizado podría ser diseñado para utilizar la cantidad justa de recursos necesarios para una limpieza efectiva, reduciendo así el desperdicio y los costos asociados.

## IV. OBJETIVOS

### *IV-A. Objetivo general*

Desarrollar un prototipo de máquina estilo túnel para la limpieza automatizada de bandejas alimenticias que lave y seque usando un sistema de riego a alta presión.

### *IV-B. Objetivos específicos*

- Diseñar el prototipo de la máquina de lavado y secado de bandejas, usando AutoCAD.
- Implementar el sistema automatizado que permita un correcto funcionamiento de la máquina lavadora de túnel.
- Validar el prototipo de máquina de lavado y secado, mejorando su eficiencia en consumo de agua.

IV-C. Tabla de Objetivos

Tabla I  
MATRIZ DE OBJETIVO.

<b>OBJETIVO</b>	<b>PLANTAMIENTO</b>	<b>META</b>	<b>INDICADOR</b>
OE.1	Diseñar el prototipo de la máquina de lavado y secado de bandejas, usando el programa AutoCAD.	Obtener plano para el distanciamiento de piezas de la máquina de lavado monitoreado en AutoCAD.	Realizando las medidas de los actuadores a usar y sus cálculos para el funcionamiento.
OE.2	Implementar el sistema automatizado que permita un correcto funcionamiento de la máquina lavadora de túnel.	Un prototipo que mejore la eficacia del lavado.	Prototipo implementado para la reducción de tiempo.
OE.3	Validar el prototipo de máquina de lavado y secado, mejorando su eficiencia en consumo de agua.	Mejorar el ciclo de lavado que optimice el consumo de agua y aumente la productividad de bandejas.	Realizar pruebas usando 2 litros de agua tanto en el lavado manual como el lavado en la máquina.

## V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A lo largo de la historia, la humanidad ha buscado técnicas para agilizar procesos y mejoras en su calidad de vida. Es así como a partir del siglo XX, se introdujo la automatización con elementos mecánicos y electromecánicos, desencadenando una competencia global por su mejora [6]. Así como Josephine Garis en 1886 cansada de realizar la tarea repetitiva de lavar platos decidió idear una manera mas fácil y automática de hacerlo. Construyó una rueda metálica donde se colocaba la vajilla y mediante un sistema de giro los platos se lavaban [7].

En la actualidad, contamos con tecnologías avanzadas para el control y comunicación, junto con redes de producción automatizadas. Además, la optimización de procesos se ha extendido más allá de la industria, encontrando aplicaciones en la vida doméstica, la medicina, la exploración, lo social y la seguridad [6]. Es así como según Meg Whitman, la tecnología es el motor del cambio [8].

Lo que conduce a que los procesos pueden ser mejorados o potencializados a lo largo del tiempo, sin embargo en la actualidad el sistema de lavado de bandejas sigue experimentado mejoras significativas permitiendo adoptar nuevas tecnologías con el paso de la evolución.

Según Fernando (2002), la investigación cuantitativa intenta determinar la fuerza de la asociación o correlación entre variables, generalizar y obtener resultados objetivamente extrapolando muestras de una población [9].

Es así como a través de un enfoque metodológico cuantitativo se pretende definir y analizar diferentes datos de manera sistemática buscando establecer indicadores medibles que sirvan como resultados para las diferentes tomas de decisiones.

De igual forma gracias a los múltiples instrumentos de medición y cálculos numéricos aplicados, brindarán la veracidad y precisión necesaria durante el proceso inicial del presente proyecto. A su vez esta metodología facilitara y aportara el desarrollo de cada etapa del prototipo.

Para la realización del prototipo se usará diferentes componentes, cada una colocada en Sistemas que sean apropiados para la realización de la máquina de limpieza y secado automatizado. Estos sistemas están organizados de la siguiente manera:

### V-A. Sistema de Lavado

El sistema de limpieza consta con un sistema de aumento de presión y una red de tuberías. Un sistema centralizado emplea una unida de desinfección [10].

En primera instancia se crea un sistema de lavado de bandejas los cuales pueden ser de diferentes materiales, teniendo en cuenta que este producto tendrá impurezas y suciedades.

Los sistema de lavados discrepan en los sistemas de aspersión y inmersión, lo que afectaría el tiempo de construcción de la máquina y el tiempo de cada proceso influyendo su capacidad de trabajo [11].

Estos son categorizados por:

- Estático.

Las piezas son encajadas en las cabinas, la cual abarca diversos ciclos. Estos pueden ser insertados por la parte delantera y cuentan con una puerta que se estimula manualmente, mecánica o neumáticamente como se visualiza en la figura 1. A su vez esta máquina dispone de dos subtipos:

- Movimiento de bastidor.

Las piezas son encajadas en el apoyo mientras se ejerce una rotación. Se constituye de aspersores el que por medio de chorros a presión se acciona un efecto mecánico el cual excluirá la suciedad teniendo en cuenta la temperatura y los químicos indicados.

- Movimiento de las duchas.

En efecto, la geometría de la pieza será fundamental para que se pueda realizar una rotación del fregado en la misma, o a función de su longitud los anillos de aspersión se desplazarán para recubrirla como en un túnel de lavado.

- Dinámico.

Las piezas son colocadas en bases de diversos tipos, los cuales cuentan con un mecanismo automático desde el inicio del lavado hasta el final donde puede ser secado. En particular este proceso tiene dos subtipos:

- Máquinas tipo túnel en continuo.

Son usados para efectuar largos tratamientos pero a su vez se disponen a realizar actividades en serie con alta productividad como se visualiza en la figura 2.

- Máquinas de tipo paso a paso.

Son relacionadas también como procedimientos por lotes que compagina aspersión e inmersión y con conjunto de ultrasonidos integrados, como se muestra en la figura 3. Es decir se distribuyen en dos partes:

- Tiempo ciclo único.

Sostener la duración de tratamiento en la misma sintonía para mantener las propiedades de los baños y las piezas, en estos casos se ajustan la aglomeración de químicos para solidificar el equipo.

- Tiempo de ciclo variable.

Se estima una programación para desempeñar diferentes tipos de piezas para diversos procesos en una misma lista. Debido a su adaptabilidad se pueden utilizar piezas de múltiples materiales como el aluminio o el hierro.



Figura 1. Máquina de lavado estáticos.

**Fuente:** *Bautermic, S.A. - Máquinas de lavado y desengrasado de piezas.*



Figura 2. Máquina de lavado dinámico - túnel de lavado.

**Fuente:** *Bautermic, S.A. - Máquinas de lavado y desengrasado de piezas.*



Figura 3. Máquina de lavado dinámico - tipo paso a paso.

**Fuente:** *Maquinaria Internacional 2006, S.L. - Limpieza por ultrasonidos.*

Un túnel de lavado puede estar constituido por una o varias etapas, las mismas que pueden ser ajustadas dependiendo a los diferentes tipos requerimiento. La mayoría de los ciclos están compuestos por bombas y por anillos de aspersión para el desarrollo idóneo de las múltiples etapas se encuentra el sistema de filtrado.

#### V-B. Sistema de Aspersión

Este sistema es usado en diversas áreas, sin embargo, este método es utilizado por la presión de agua que se logra a través de un sistema de tuberías. Este proceso es eyectado por medio de boquillas, las cuales son reguladas para un sistema de riego más eficaz. La presión de estos sistemas es generada a través de bombas hidráulicas [12].

- **Aspersor.**

Estos transmiten agua a presión, son utilizadas por su articulación de transformar la circulación presurizada en un roció, se ilustrará en la figura 4. Por lo cual, ocasionan una cortina de agua gracias a la acumulación de caudal, siendo disparada por los orificios de la boquilla. A su vez, estos son ubicados a una cierta distancia entre ellos para abarcar mayor espacio [13].

En cuanto a los elementos para el riego por presión son los siguientes:

- **Unidad de bombeo.**

Concretamente esto se dispone para el suministro de agua el cual es constituido por tuberías ayudando al sistema de aspersión por motivos de inclinación de las tuberías.

- **Tuberías.**

En particular las tuberías se conforman por principales y secundarias, las cuales trasladarán el caudal para que sea expulsado por medio de las boquillas de aspersión. La fabricación de las tuberías pueden ser metálicas o plásticas.

Las peculiaridades de un aspersor son:

- Ángulo de estallido.
- Tipo de boquilla.
- Presión de salida.

Para la realización de los cálculos para un aspersor se debe tener presente las siguientes variables:

- Área de trabajo medida en  $m^2$ .
- Gasto de Caudal, medido en l/s.

El cálculo de los rociadores se elaborarán con los siguientes datos:

- Gastos de l/s del aspersor. (Q) indica el gasto total en litros.
- Área tiempo en segundos que se mantendrá en operación el aspersor (T).
- El área de trabajo (A).

Los mismos datos que conducen a la ecuación 1.

$$LR = \frac{QT}{A} \quad (1)$$



Figura 4. Boquilla de aspersión.

**Fuente:** *Boquilla de latón ajustable 1/2 "3/4"* [14].

#### V-C. Sistema de Traspotación

La estructura del desplazamiento de materiales influye en el flujo de operaciones de producción y busca cubrir los diferentes tipos de requerimientos [15]. Es por ello, que los transportadores de materiales se clasifican en diversos tipos, los cuales son:

- Sistema power & free (P&F).

Podrían ser aéreos y terrestres, que son capaces de trasladar piezas de forma continua y discontinua. Consisten en una cadena superior power y la porción secundaria free, mediante el uso de desvíos y avances, consiguiendo las particularidades de sistema que permite desplazar a dos velocidades distintas y enlazar diversos tramos, como se observara en la figura 5.



Figura 5. Sistema power & free (P&F).

**Fuente:** *AABO-IDEAL* [16].

- Sistema de skids.

El medio de transporte asegura la distribución vertical y horizontal de la pieza. Estos procesos pueden darse por mesas de giro, elevación y transferencias 6.



Figura 6. Sistema de Skids.

**Fuente:** Hecho por Gaypasa Transportadora Skids [17].

- Sistema monorraíl.

Estos pueden tener un arrastre aéreo y terrestre con desplazamiento continuo. Pueden trasladar diferentes piezas de varias dimensiones usando diferentes tipos de rodamientos, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Sistema monorraíl.

**Fuente:** Realizado por Always moving forward [18].

- Sistema spindle.

Son sistemas para la movilización de piezas pequeñas y medianas, estas piezas pueden rotar en determinadas zonas de la instalación. Es un dispositivo de traslado para el área terrestre con cadena, según se observa en la figura 8.



Figura 8. Sistema spindle.

**Fuente:** Efectuado por Industrial Jogui S.A. INJOGUISA [19].

- Puente grúa.

Son transportadores de elevación y traslación de piezas que consistan de grandes dimensiones y peso. Estos pueden estar montados con cadenas como con correas, tal como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Puente grúa.

**Fuente:** Grúas konecranes C.A. [20].

- Sistema de rodillos.

Este sistema puede movilizar piezas grandes en zonas reducidas, son usados de forma motorizado y libre componiéndose en mesas giratorias, elevación, de acuerdo a lo que se visualiza en la figura 10.

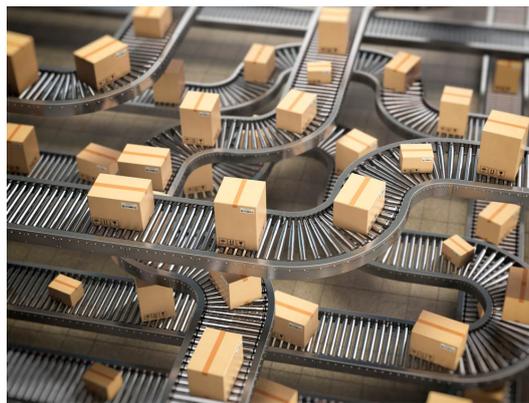


Figura 10. Sistema de rodillos.

**Fuente:** Aratubo [21].

- Cinta transportadora.

Son bandas transportadoras que tienen una placa de acero de soporte en la cual se deslizaran las piezas, su velocidad puede ser variable dependiendo a un variador, teniendo en cuenta la visualización de la figura 11.



Figura 11. Cinta transportadora.

**Fuente:** *Ultimation [22].*

- Sistema de cadena.

Son transportadores situados en el piso para piezas pesadas, la cadena arrastra las piezas hacia al frente con una velocidad lenta y con mucha fuerza, considerando la representación de la figura 12.



Figura 12. Sistema de transporte con cadena.

**Fuente:** *Ultimation [22].*

El sistema de transporte usado para la maquina de túnel es la transportación por cadena ayudando a que las bandejas puedan ser tiradas por todos los procesos.

*V-C1. Transmisión de cadena:* Este elemento de la maquina puede contribuir en la transmisión de potencia por medio de la fuerza de tracción entre piñones. Son usados en diferentes funciones como el automóvil, motocicleta, bicicleta y maquinas. La distancia del centro del eje debe ser mayor, esto sera mas practico para el uso de cadenas [23].

Generalmente en las maquinas son usadas para la transmisiones de bajas y altas velocidades con grandes cargas, estas pueden ser clasificadas como:

- Cadena de hierro fundido.
- Cadena de acero fundido.
- Cadena forjada.

- Cadena de acero.
- Cadena de plástico.

Los materiales de cadenas usados en casos especiales son las tres primeras, por lo tanto su uso a disminuido, pero las dos ultimas son usados para cadenas de rodillos.

Aplicación de las cadenas:

- Cadena de transmisión de potencia.
- Cadena transportadora de paso pequeño.
- Cadena transportadora de precisión.
- Cadena superior.
- Cadena de flujo libre.
- Cadena transportadora de paso grande.

Por esto, las aplicaciones nombradas anteriormente son para la transportación de piezas, exceptuando la cadena de transmisión de potencia por la cual solo sirve para transmitir energía.

Las dimensiones a tomar en cuenta para la cadena son el paso, el diámetro del rodillo y el ancho interno. Estas dimensiones deben coincidir con la rueda dentada.

La estructuración varia dependiendo a las cadenas, como se representa a continuación:

Estructura de la cadena de transmisión de potencia la cual tiene una configuración del tipo RS60, como se puede visualizar en la figura 13.

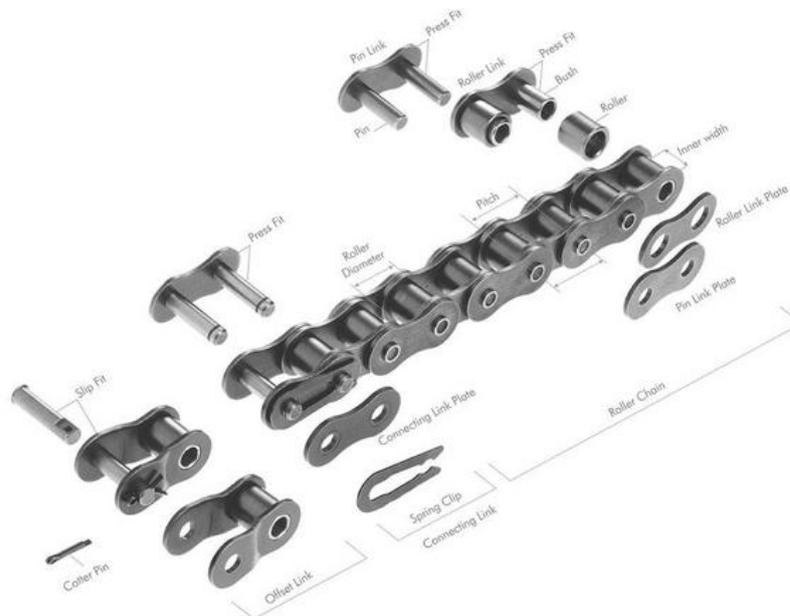


Figura 13. Cadena de tipo RS60.

**Fuente:** Industrystore [23].

De igual modo, existe la estructura para la cadena de transporte de paso doble, como se aprecia en la figura 14.

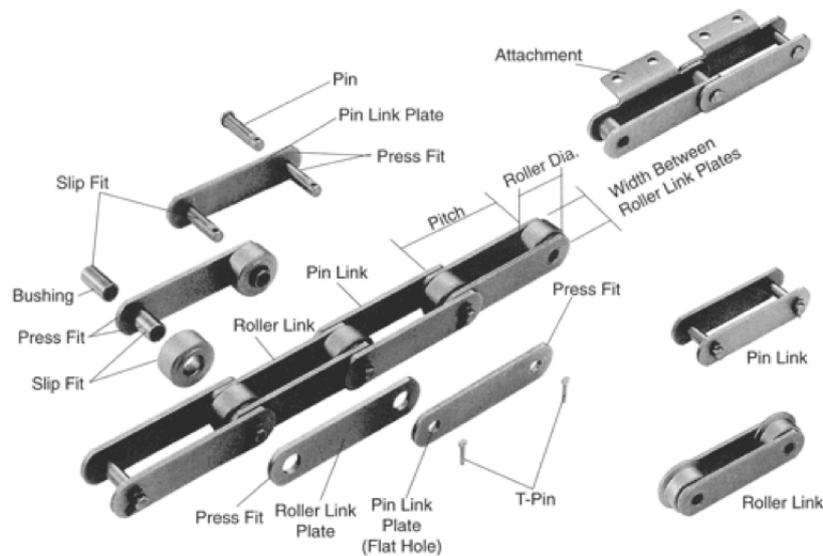


Figura 14. Cadena del transportador de paso doble.

*Fuente: Industrystore [23].*

Para la realización del proyecto se tomara el tipo de cadena RS60 el cual se verificara las siguientes partes:

- Placa de enlace (Link plate).  
Esta placa soporta la tensión que se haya en la cadena. En consecuencia, la placa debe tener resistencia a la tracción estática, a las fuerzas dinámicas de la carga y los impactos. Esta debe cumplir con requisitos de resistencia ambiental.
- Pasador (pin).  
El pasador debe estar sujeto a las fuerzas de cizallamiento y flexión que realiza la placa. Por lo cual se forma la pieza resistente a las cargas. Por tanto el pasador requiere resistir a la tracción, flexión, impacto y desgaste.
- Casquillo (bush).  
Estos necesitan resistencias a impactos demasiado altos. El casquillo esta fijo a las fuerzas compuestas que procede de las piezas, cuando la cadena se articula esto formara un soporte de carga junto con el pasador.
- Rodillo (Roller).  
El rodillo esta sometido a fuerzas de impactos mientras encaja con los salientes de la rueda dentada el engranaje de la cadena. Esto debe ser resistente al desgastes, la fatiga y la compresión.
- Piezas de montaje.  
Las cadenas de rodillo constan con eslabones internos y externos, aunque el puede usarse en números de eslabones impares, la mejor opción seria en eslabones pares.
- Enlace de conexión, unión (Connecting link).  
El pasador y la placa pueden ser deslizado en el eslabón mejorando el ensamblaje. Existen diferente uniones que tiene resistencia de fatiga un 20 %, tal como se muestra en la figura 15.

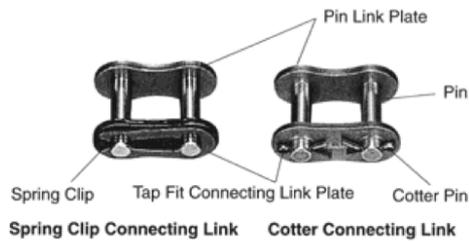
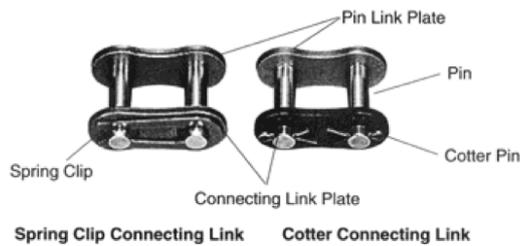


Figura 15. Enlace de conexión, unión (Connecting link).

*Fuente: Industrystore [23].*

■ Acodado (Offset Link).

Este solo se requiere en casos de enlaces impares. El (OL) es 30 a 5 % mas resistente a la fatiga de la cadena. Por otro lado, el (2POL) resiste una fatiga mucho mayor o igual que la de una cadena, se visualizara en la figura 16.

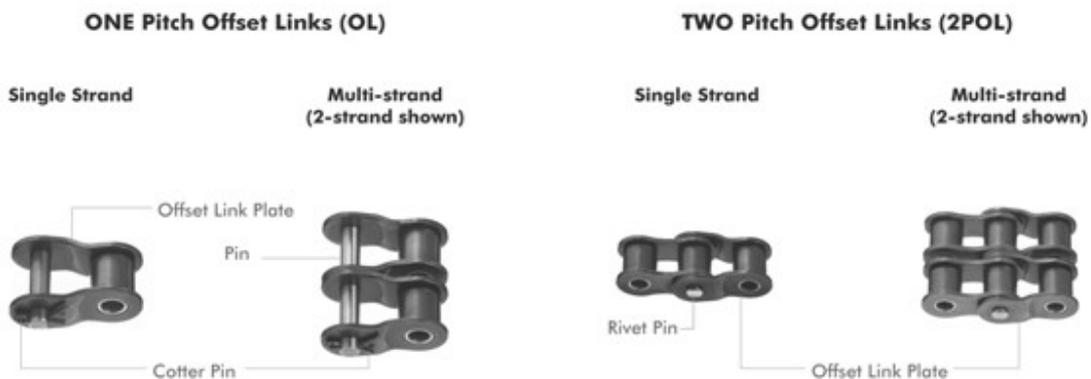


Figura 16. Acodado simple y de doble paso.

*Fuente: Industrystore [23].*

Capacidad de transmisión por cadenas:

- Pueden ser usado con múltiples ejes con ambos lados de la cadena.
- Es fácil de conectar y eliminar eslabones.
- El diámetro del engranaje para un sistema de cadena es mas pequeño que una polea de correa, transmitiendo el mismo torque.
- Son colocados para trabajos de aumento o reducción de velocidad de 8:1.

- La estandarización de las cadenas según el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI), la organización Internacional de Normalización (ISO) y las Normas Industriales Japonesas (JIS) permiten una fácil selección.
- Los piñones están sujetas a un desgaste menor que los engranajes, debido a que estas distribuyen la carga sobre sus dientes.
- Para su mantenimiento la cadena necesita ser lubricada.
- La desgaste de la cadena provoca un alargue en ellas.
- Cuando las cargas son laterales estas pueden ser débiles, preferible su alineación debe ser ejecutada adecuadamente.

Para el envío de piezas de un lado al otro aparte de la cadena se necesita una rueda dentada o un piñón. El piñón estos suelen ser utilizados para transmitir movimientos giratorios entre ejes paralelos que se encuentra en diferentes extremos, se utiliza una cadena la cual debe ser cerrada esta por medio de los eslabones debe engranar en los dientes de los piñones de manera precisa para transmitir movimiento.

La relación de transmisión se debe observar los siguientes aspectos:

Cada eslabón se engrana a un piño, ocurre un cambio en la dirección y la velocidad del eslabón. Esto es un efecto producido por un polígono.

De acuerdo a la imagen siguiente, B representa puntos que van del piñón y de la cadena a su vez ( $\omega$ ) nos muestra la velocidad en que la rueda dentada gira de manera angular y su  $D_p$  (diámetro primitivo).

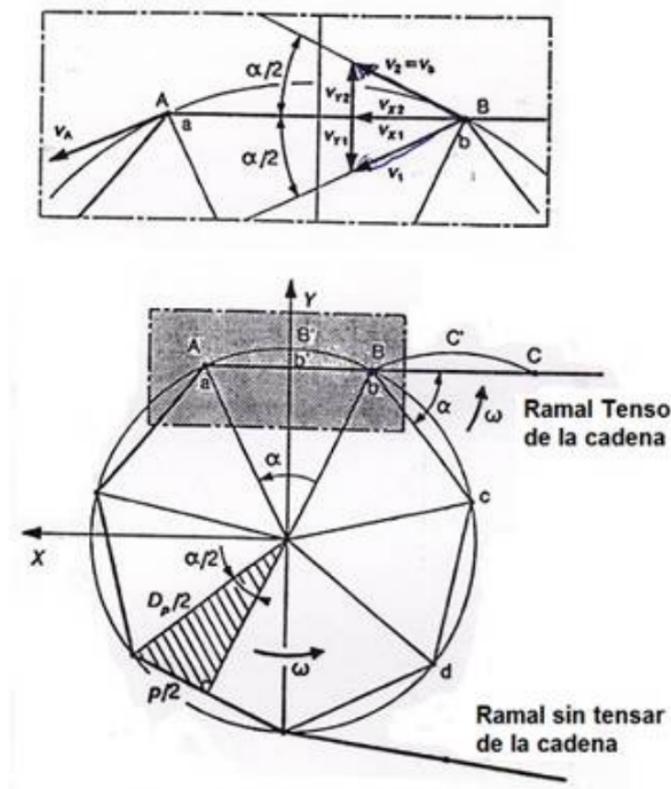


Figura 17. Datos del Piñón.

**Fuente:** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].*

La velocidad lineal se establece mediante la siguiente formula 2 adjuntando la función de velocidad angular de giro y su diámetro primitivo:

$$V_b = \frac{\omega * D_p}{2} \quad (2)$$

Aumentando el número de dientes del piñón (Z), se mostrará una pequeña disminución en el ángulo y por ende el resultado del efecto poligonal mitigará y la ( $V_{bx}$ ) que es la variación de velocidad de la cadena se amenera.

Tabla A. Número de dientes, z	
Piñón o rueda menor	17 - 19 - 21 - 23 - 25
Rueda mayor	38 - 57 - 76 - 95 - 114

Figura 18. Tabla de número de dientes, z.

**Fuente:** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].*

V-C2. *Transmisión de esfuerzos:* El valor del esfuerzo que se transfiere a través de la cadena alcanza su nivel máximo en la primera articulación del eslabón que se acopla con la rueda mediante el tramo tensionado de la cadena. A partir de este punto, la intensidad del esfuerzo decrece progresivamente conforme avanza a lo largo del arco de contacto, hasta que sale de la rueda a través del tramo de la cadena que experimenta una menor tensión.

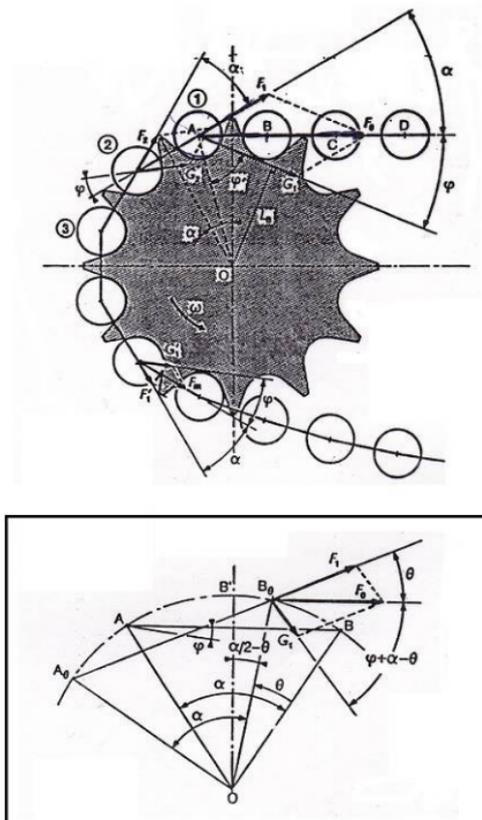


Figura 19. Esfuerzos de Cadena y Piñón.

**Fuente:** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].*

En base a la figura anterior, el esfuerzo máximo de soporte para la cadena se lo identifica como ( $F_0$ ) esto se genera mediante el primer engranaje o el primero diente del piñón, representación de ecuación 3 del esfuerzo máximo.

$$F_n = F_0 \left[ \frac{\sin \phi}{\sin (\alpha + \phi)} \right]^n \quad (3)$$

El número de articulaciones de la cadena está representado por n.

Siendo así esto origina una reacción en cadena que es sobre el piñón engranando, siendo la siguiente ecuación 4:

$$G_n = F_0 \left[ \frac{\sin \phi}{\sin (\alpha + \phi)} \right]^{n-1} \quad (4)$$

Si el piñón se llega a tensar demasiado hay la posibilidad de que la cadena se salte del diente, esto es mediante un desgaste en los dientes.

A su vez la composición total del esfuerzo ( $F_0$ ) incluye los siguientes esfuerzos:

( $F_u$ ) representa un esfuerzo útil asociado.

( $F_c$ ) es un esfuerzo asociado de la fuerza centrífuga.

( $F_p$ ) es un peso propio de la cadena. Aunque suele ser desdeñable en cadenas cortas.

Es así como podemos obtener un esfuerzo total ( $F_0$ ) con la siguiente fórmula 5:

$$F_0 = F_u + F_c + F_p \quad (5)$$

*V-C3. Potencia Transmitida:* La velocidad lineal promedio (V) y el esfuerzo útil ( $F_u$ ) son transmitidas por la potencia (P), mostrada en la función 6:

$$P = F_u + V \quad (6)$$

Mediante la fórmula de velocidad lineal (V) que usa la función 7 de velocidad angular ( $\omega$ ) y su diámetro primitivo ( $D_p$ ) del piñón.

$$V = \frac{\omega * D_p}{2} \quad (7)$$

Ya previsto las dos fórmulas anteriores podremos hacer uso de la potencia corregida del cálculo ( $P_c$ ) esto se da mediante la potencia transmitida (P) lo cual debemos tener en cuenta los coeficientes afectados, dados en la función 8:

$$P_c = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * P \quad (8)$$

De la siguiente manera se obtienen los coeficientes:

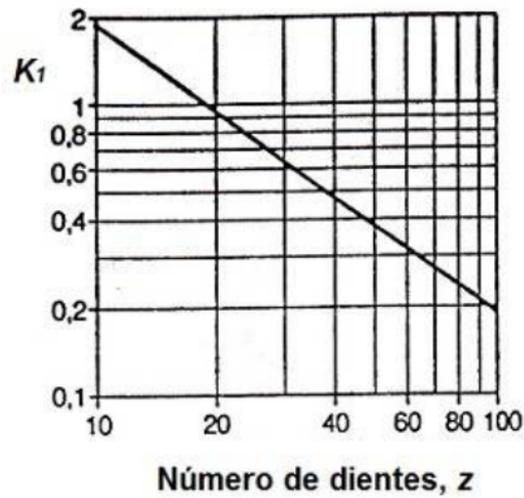


Figura 20. Números de dientes z.

**Fuente:** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].*

Coeficiente K1.

De acuerdo a la siguiente fórmula 9:

$$K_1 = \frac{19}{Z} \quad (9)$$

Se identifico que la cantidad de dientes del piñón debe ser diferente a 19. Teniendo en cuenta que (Z) es el número de dientes del piñón.

Coeficiente K2.

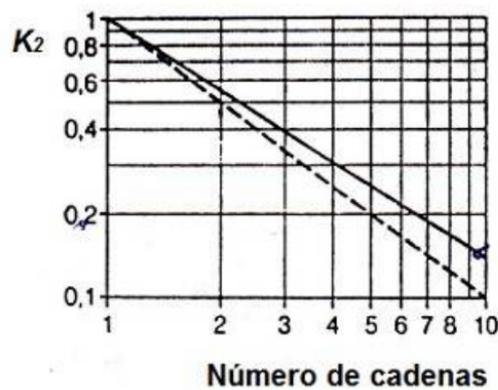


Figura 21. Números de Cadenas K2

**Fuente:** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].*

Mediante la gráfica 21 se puede observar que se tiene visto el número de cadenas que se emplearán para su transmisión.

Coefficiente K3.

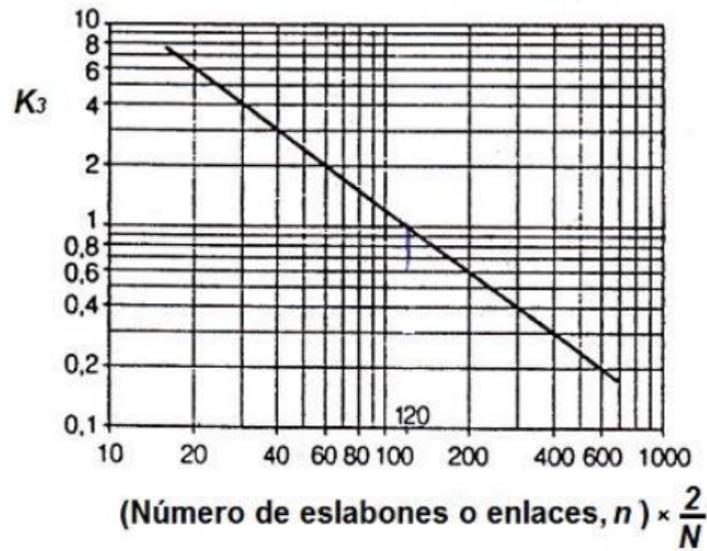


Figura 22. Número de Eslabones o enlaces K3

Fuente: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].

Esta cadena se conforma mediante el número de eslabones siendo (n) y (N) la de ruedas de transmisión, mostrado en el gráfico 22.

Coefficiente K4.

Coeficiente $K_4$ , Factor de servicio				
Cargas	Machines réceptrices	Machines motrices	Moteur à combustion interne à transmission mécanique	
		hydraulique Moteur électrique et Turbines	4 cylindres et plus	moins de 4 cylindres
Régulières	Machines d'imprimerie Pompes et compresseurs centrifuges Calandreuses pour papier Escaliers roulants Agitateurs de liquides	1,00	1,10	1,30
Irégulières	Malaxeurs à béton Broyeurs à boulets Pompes et compresseurs à 3 pistons ou plus Presse, cisailles Agitateurs de solides Tamis vibrants	1,40	1,50	1,70
A-coups	Excavatrices Raboteuses Broyeurs à marteaux et à cylindres Pompes et compresseurs à 1 piston Forage pétrolier	1,80	1,90	2,10

Figura 23. Factor de Servicio K4

Fuente: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].

Se tiene en cuenta que se trabaja la transmisión mediante las condiciones del factor, visualizadas en la figura 23.

Coefficiente K5.

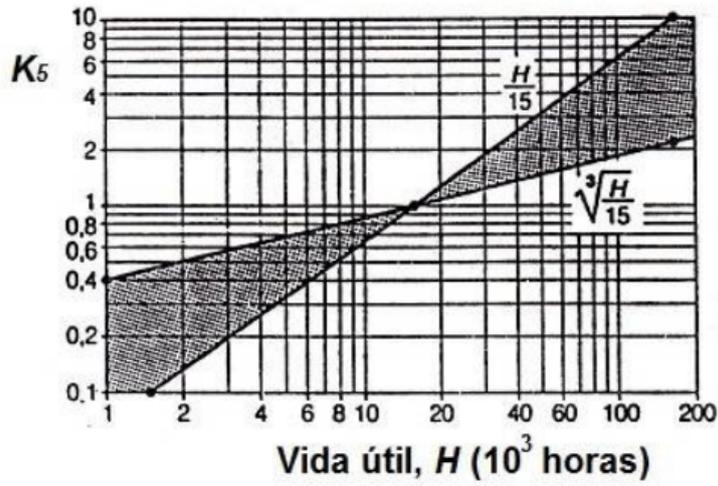


Figura 24. Vida Útil K5

Fuente: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].

Por último ya teniendo la velocidad de giro del piñón ( $\omega$ ) y la potencia corregida ( $P_c$ ) se realiza el respectivo análisis.

Gráfico para la selección de cadenas Norma ISO 606 (Serie americana)

Tabla N° VI

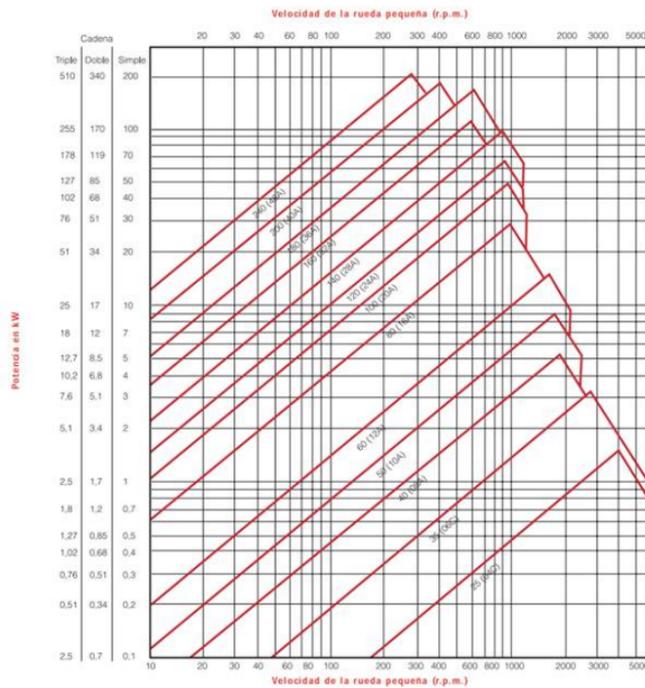


Figura 25. Selección de Cadena Americana

Fuente: Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].

Tabla N° V

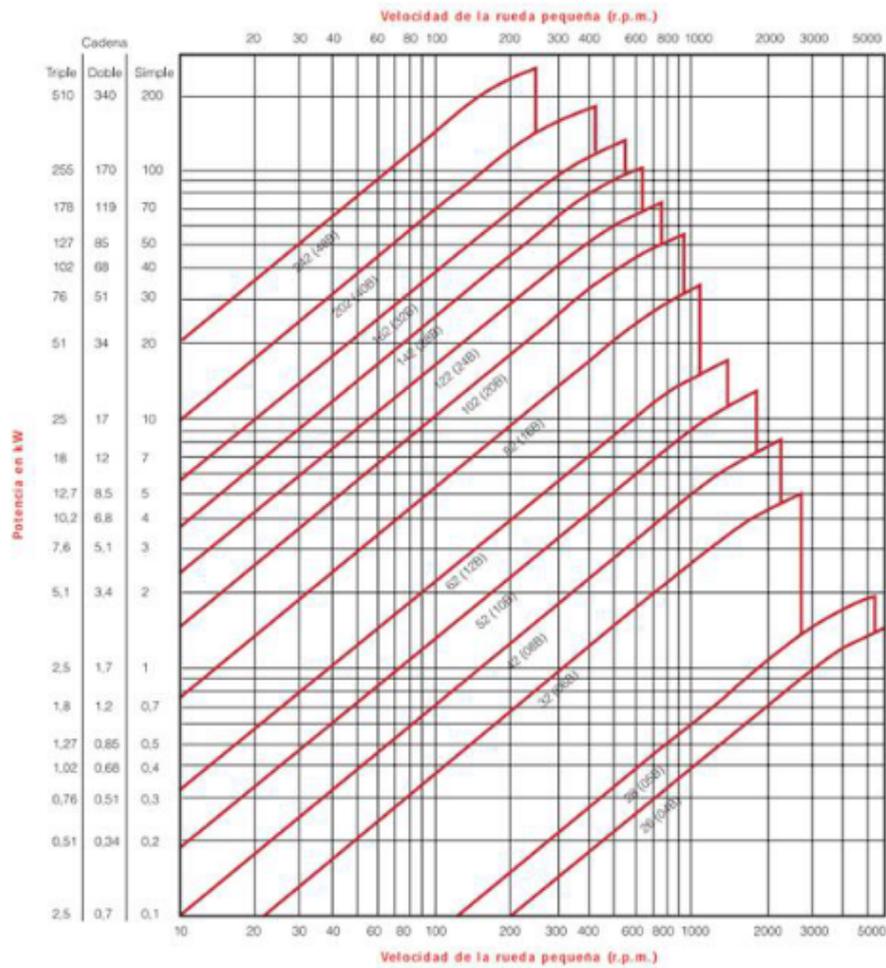


Figura 26. Selección de Cadena Europea

**Fuente:** *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley [24].*

#### V-D. Sistema de Secado

Un sistema de secado consiste en reducir la humedad por medios como el aire hasta alcanzar los niveles correspondiente, esto se puede realizar por el incremento del calor.

Existen diversos métodos de secado, desde los convencionales hasta los más innovadores, para los procesos industriales. Estos métodos pueden variar significativamente en función de las necesidades específicas, el tiempo de procesamiento, la calidad final del producto y la eficacia del proceso. A continuación, se presenta un resumen de los diferentes métodos de secado utilizados según las aplicaciones y los productos [25].

- Secado de aire caliente: Este método puede ser el más utilizado por su manejo sencillo y eficaz en productos de industrias y alimentos, este método puede ser el mas comercial. La desventaja de este proceso puede deshidratar la superficie del producto ocasionando fisuras, se puede visualizar en la figura 27.

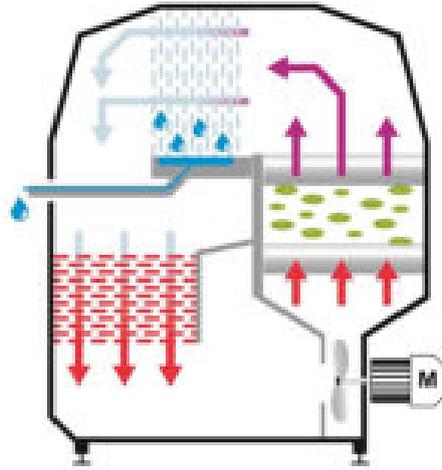


Figura 27. Secado de aire caliente.

**Fuente:** Sormac - túnel de secado por aire [26].

- Secado solar: Este método se trata de exponer al sol los productos tanto consumibles como material de uso este proceso puede ser tradicional, muy lento y ocupa mucho espacio ofreciendo un control muy ineficiente.
- Secado de contacto: Este método consiste en poner en contacto con paredes calentadas, puede ser realizado en tambores giratorios con mayor homogeneidad. Son usados en las industria de secado, puedes contemplarlo en la figura 28.



Figura 28. Secador de contacto.

**Fuente:** Weiying - Secador tambor [27].

- Secado infrarrojo: Esta solución es usada en procesos donde se necesita una concentración del secado en la superficie del producto, este caso puede evaporar el agua o disolvente de alta temperatura, se apreciara en la figura 29.



Figura 29. Secador infrarrojo.

**Fuente:** Sunkiss Matherm - Secador infrarrojo [28].

- Liofilización: Este proceso es costoso y lento, pero se utilizan por lotes ya que funciona a baja presión. Esta solución puede usarse para productos alimenticios que requieren baja temperatura, se visualizara en la figura 30.

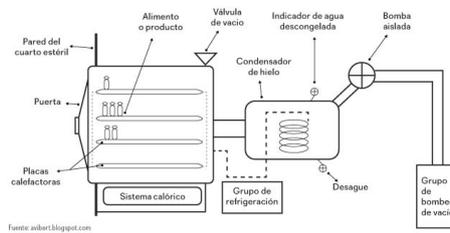


Figura 30. Liofilización.

**Fuente:** Tecniservicios H Dos Mil S.A. [29].

- Secado de lecho fluido: Se usan principalmente para el secado de semillas o materiales granulados. Consiste en mezclar aire y solidos, como se percibe en la figura 31.



Figura 31. Secador de lecho fluido.

**Fuente:** Yindama chinery [30].

- Secado por conducción: Son utilizadas por industrias papeleras donde el papel es secado por medio del vapor que se forma en el interior del cilindro.
- Secado por vacío: Se usan para los procesos que no requieren calentamiento y necesitan ser eficientes. En este método se puede observar que mediante la presión aumente, la temperatura de evaporación del agua se reduce como se percibe en la figura 32.



Pressofiltro, Turbody y Condry.

Figura 32. Secado por vacío.

**Fuente:** *Farmespaña Industrial [31].*

Como se visualizó anteriormente existe varios tipos de secado, pero para el presente proyecto se consideró el uso del secado por medio de blowers, implementado en el túnel de lavado, concretando así una máquina de lavado y secado de bandejas.

Ventiladores: Son conocidas como máquinas propulsora de aire realizando esta actividad de forma continua por la acción aerodinámica [32].

Entre ellos se destacan tres tipos, detallados a continuación:

- Ventiladores helicoidales:  
Son usados cuando la resistencia del flujo de aire es baja en lugares que no poseen sistema de conducción o que poseen un conducto con longitud corta. Estos conducen una gran cantidad de aire, teniendo a ser económico. Este ejemplar es presentado en la figura 33. Estos se conforman por un impulsor con dos o mas aspas generalmente de acero. El flujo de aire depende del número de aspas y de su forma. Cuando el ventilador consiste con aspas curvas este causara un efecto de aumento de aire provocando una disminución del ruido del ventilador, constituido con el mismo diámetro y velocidad. La distribución de aspas rectas son las causantes de turbulencias y vibraciones, provocando ruido [32].

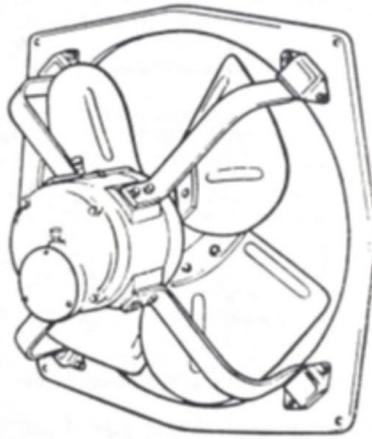


Figura 33. Ventiladores Helicoidales.

**Fuente:** ALG Aire Limpio Global [32].

Las hélices rectas también consta con una instalación de una correa conectada a un motor, lo cual permite un mayor control de RPM, lo cual permite regular la variación del aire, como se observa en la figura 34.



Figura 34. Ventiladores Helicoidales con correa.

**Fuente:** ALG Aire Limpio Global [32].

■ Ventiladores de Turboaxiales:

Estos son categorizados por su rendimiento y su fácil manejo por lo que conlleva aspas en forma de ala de avión, incorporada dentro de una carcasa cilíndrica. Cumple un desempeño del 90 %. Por lo cual el diseño permite instalar en los conductos rectos. Este se visualiza en la figura 35.

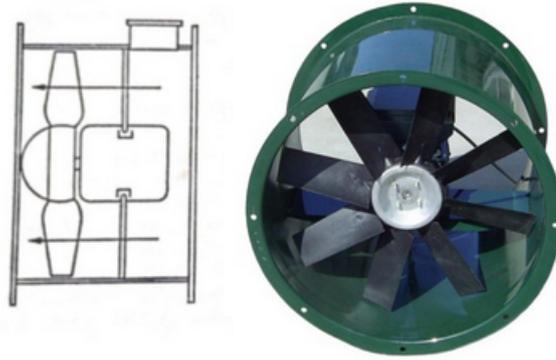


Figura 35. Ventiladores de Turboaxiales.

**Fuente:** ALG Aire Limpio Global [32].

■ Ventiladores centrífugos:

Para empezar se conforman por impulsor colocada dentro de la carcasa, por lo que tiene forma de caracol. Por lo cual el impulsor consta con un número significativo de placas alrededor y la carcasa tiene establecido el eje en la entrada de rueda y en la salida, Como se muestra en la figura 36.

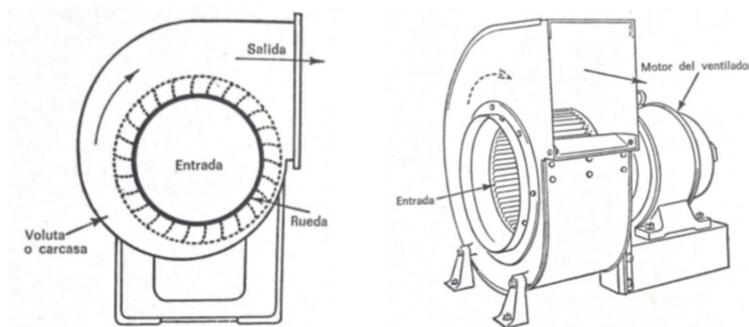


Figura 36. Ventiladores centrífugos.

**Fuente:** ALG Aire Limpio Global [32].

Por lo tanto las aspas producen que se desplace el aire por centrifugación en dirección de la rotación. El aire entra a la voluta y este es forzado a salir luego de pasar por las aspas repitiendo nuevamente el proceso.

Se utilizan tres tipos de aspas en los ventiladores centrífugos:

- Hélices radiales rectas.
- Hélices curvas hacia adelante (forward).
- Hélices curvas hacia atrás (backward).

En el presente proyecto se utilizaran los ventiladores centrífugos, conocido como blower.

*V-E. Sistema Eléctrico*

Un sistema eléctrico constituye el conjunto de dispositivos cuya función primordial es suministrar la energía eléctrica requerida para el arranque y funcionamiento de los accesorios eléctricos. La fuente inicial de esta energía

suele ser centrales eléctricas, las cuales generan corriente alterna senoidal con tensiones oscilando entre 6.000 y 23.000 voltios. Generalmente este tipo de energía están suspendidas mediante aisladores, utilizando materiales como aluminio y cobre debido a su alta conductividad y facilidad de procesamiento.

No obstante, la energía eléctrica, una vez transportada, aún no está lista para su uso directo. Por ello, se requiere su traslado desde la central eléctrica hacia una subestación, donde se encuentran dispositivos como interruptores, fusibles y transformadores, que permiten la conexión y desconexión de líneas, así como el control, protección y medición de la energía.

A partir de la subestación, la energía es distribuida hacia las zonas de consumo. En ocasiones, la tensión de la energía sigue siendo alta, lo que se considera como media tensión, por lo que se transporta a centros de transformación que convierten las tensiones de distribución en tensiones utilizables.

Las redes de distribución se conectan con las instalaciones interiores de los usuarios mediante una instalación de enlace, compuesta por la acometida, la caja general de protección, las líneas repartidoras y las derivaciones individuales.

Sistemas trifásicos de tres o cuatro hilos		Sistemas de fase únicas de tres hilos
Tensión nominal (V)		Tensión nominal (V)
50 Hz	60 Hz	60 Hz
—	120/208	120/240
—	240	—
230/400 <sup>(1)</sup>	277/480	—
400/690 <sup>(1)</sup>	480	—
—	347/600	—
1.000	600	—

Figura 37. Monofásicos Y Trifásico.

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [33].*

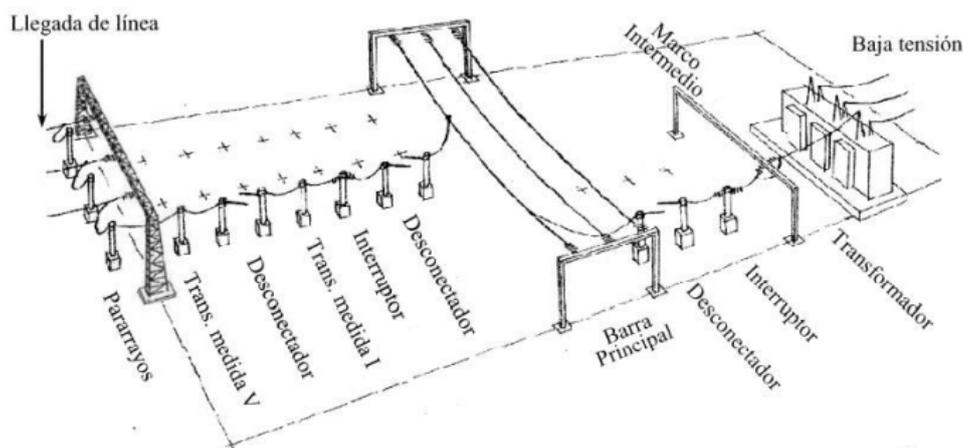


Figura 38. Energía

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [33].*

Cuando se crea el diagrama unifilar para sistemas eléctricos, se suele dividir entre sistemas de control y fuerza. Por lo general, el sistema de control incluye sus componentes dentro de una cabina o panel, y es este sistema el encargado de manejar y controlar los elementos de fuerza, como bombas, luces, motores, entre otros. Esto permite encenderlos, apagarlos o regular sus velocidades según sea necesario.

Equipo	Símbolo europeo	Símbolo americano
Reactor o bobina		
Transformador 3φ de dos enrollados separados		
Transformador 3φ de tres enrollados separados		
Transformador 1φ de dos enrollados		
Transformador 3φ, conexión estrella-delta		
Transformador de corriente		
Transformador con derivaciones		
Autotransformador		
Interruptor		
Desconectador		

Figura 39. Simbología de Transformadores

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [34].*

Equipo	Símbolo europeo	Símbolo americano
Desconectador fusible		
Reconectador		
Transformador de medida de tensión		
Pararrayos		
Cable de poder		

Figura 40. Simbología

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [34].*

Equipo	Símbolo	Equipo	Símbolo
Generador		Posibilidad de variar bajo carga	
Consumo		Posibilidad de posicionar	
Conexión delta		Conexión T	
Conexión delta abierta		Conexión estrella con neutro	
Conexión estrella		Conexión estrella-delta	

Figura 41. Simbología de Conexiones

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [34].*

Equipo	Símbolo	Equipo	Símbolo
Conexión zig-zag		Conductor genérico	
C-C		C-A	
Aternativa para C-C		Conexiones	
Línea con 3 conductores		Resistencia	
Inductancia, bobina		Impedancia R+jX	
Impedancia fija		Condensador Capacitancia	
Tierra		Batería Acumulador	

Figura 42. Simbología Corriente

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [34].*

### Panel de Control Eléctrico.

En sistemas industriales automatizados, el panel de control desempeña un papel fundamental al albergar la mayoría de los elementos de la interfaz humana, permitiendo a los operarios supervisar y controlar el funcionamiento del sistema industrial.

Cada panel eléctrico se personaliza según las necesidades específicas del trabajo y el sistema al que está asociado. Esencialmente, el panel eléctrico consiste en una amalgama de dispositivos que utilizan energía eléctrica para gestionar diversas funciones mecánicas de los equipos.

Su tamaño y estructura varían en función de las características y aplicaciones particulares, pero su diseño suele incluir al menos una puerta, que cumple la función de proteger los componentes eléctricos de diversos factores externos.

La estructura ya mencionada tiene como objetivo proteger los componentes eléctricos de los factores externos. Entre ellos están:

- Uso interior y/o exterior.
- Impermeabilidad.
- Resistencia al polvo.
- Disyuntor principal.
- Transformador.
- Descargador de sobretensiones.
- Fuente de alimentación.
- Bloques de terminales.
- Interruptor de desconexión.
- Fusible.
- Controlador lógico programable de ZELIO.
- Relés y contactores.
- Relé de sobrecarga.
- Interruptores.
- Accionamiento de motor.
- Arrancadores de motor.
- Botoneras.
- Contador.



Figura 43. Características de caja eléctrica

**Fuente:** *Los Sistemas Eléctricos de Potencia [34].*

Zelio.

Los productos Zelio incluyen una variedad de dispositivos de control y protección diseñados para aplicaciones industriales y comerciales. Algunos de los productos más comunes de la línea Zelio incluyen relés de estado sólido, relés electromecánicos, temporizadores, controladores de temperatura, dispositivos de protección contra sobretensiones, entre otros.

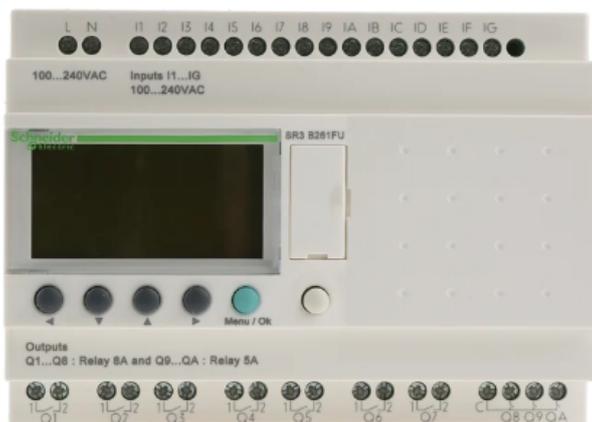


Figura 44. Características de Zelio  
**Fuente:**Green Premium [35].

#### Breaker Trifásico.

También es conocido como un disyuntor, se trata de un dispositivo de protección que se une a un sistema eléctrico trifásico para poder interrumpir el flujo de corriente en caso de sobrecargas, cortocircuitos o entre otras anomalías eléctricas que afecten a los equipos conectados.

Como principal funcionalidad o desempeño están los siguientes puntos.

- **Detección de Sobrecargas:** Detecta cualquier excedente por encima del umbral eléctrico establecido en las 3 fases.
- **Apertura de Contactos:** Se activa un mecanismo interno si se detecta alguna anomalía interrumpiendo el flujo de corriente eléctrica.
- **Desconexión Trifásica:** Interrumpe las tres fases simultáneamente asegurándose de una desconexión completa asegurando el circuito.
- **Protección contra Cortocircuito:** Al producir una sobrecarga, se abre un mecanismo que sirve instantáneamente para evitar riesgos en el funcionamiento del sistema eléctrico.
- **Rearme manual o automático:** En el caso de una desconexión se implementa un rearme manual o automático, en el caso del primero que se refiere al manual un operador acciona el rearme y en el segundo se cierra automáticamente en un tiempo determinado.



Figura 45. Breaker trifásico  
**Fuente:** Batel [36].

Fuente de Alimentación.

Es un dispositivo que convierte la energía alterna (AC) en corriente continua (DC) la cual demandan la mayoría de dispositivos. Siendo su función principal suministrar voltajes para un correcto funcionamiento de la máquina.

Las fuentes de alimentación se definen por sus características las cuales son:

- Reguladores de tensión
- Protectores contra cortocircuitos
- Protectores de sobretensión



Figura 46. Fuente de alimentación  
**Fuente:** Electronic Board [37].

Los mismos que a su vez protegen la vida útil de los dispositivos.

Selectores Eléctricos.

Son herramientas ampliamente empleadas en diversas aplicaciones tanto comerciales e industriales. Su función principal consiste en elegir entre múltiples opciones, lo que posibilita regular el paso de corriente eléctrica hacia los distintos circuitos o sus correspondientes componentes a emplear.



Figura 47. Selector de On/Off  
**Fuente:** *Polaridad.es* [38].

#### Electro - Válvulas.

Las electroválvulas son equipos que reaccionan ante impulsos eléctricos, permitiendo controlar el flujo de fluidos mediante la apertura y cierre de la válvula.

En términos de automatización industrial, las electroválvulas son fácilmente gestionadas mediante programas de software, lo que las convierte en una opción óptima para la industria automatizada. Estos dispositivos encuentran aplicación en una amplia variedad de sistemas industriales que manejan diversos tipos de fluidos, desde agua y aire hasta vapor, aceites y gases. Además, son especialmente útiles en entornos de difícil acceso debido a su capacidad de ser controladas eléctricamente.



Figura 48. Electro válvulas  
**Fuente:** *Distritec Hidráulica.Neumática* [39].

#### Cilindro Neumático.

Son mecanismos que se mueven gracias al gas comprimido, siendo esencialmente aire. Su propósito es empujar cada una de las piezas que están dentro de la maquinaria mediante la presión de aire, a base de un pistón, convirtiendo la energía potencial en energía cinética.



Figura 49. Cilindro Neumático  
**Fuente:** *TAMESON* [40].

## VI. MARCO METODOLÓGICO

### VI-A. Sistema de lavado y Secado

Consta de dos serpentina construidas con tubería PVC 3/4 con un largo total 2,34 mts cada serpentina.

14 Codos - 3/4	12 codos - 3/4
10 T - 3/4	10 T - 3/4
12 Niplos perdidos	12 niplos perdidos
2 Universales	4 universales
10 Piston Aspersores	10 pistones
Teflón	4 niplos 22 cm
4 niplos 22 cm	8 niplos 25 cm
8 niplos 25 cm	4 niplos 30 cm
4 niplos 30 cm	

Figura 50. Datos del Sistema de Lavado

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

La serpentina A conectada a una bomba de agua de 1/2 HP la cual está conectada a un reservorio el cual tiene un líquido para lavar las bandejas.

Una vez que se pone en marcha la máquina colocamos la bandejas sobre la cadena, esta pasa por un sensor el cual activa la bomba y un pistón el cual detiene la bandejas apara recibir el baño durante un tiempo prudencial, luego se apaga la bomba de jabón.

El agua residual llega nuevamente al reservorio después de ser preservada en otro tanque y así evitar la obstrucción en la bomba.



Figura 51. Estructura del sistema de lavado

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

La serpentina B está conectada a una bomba de 1/2 HP la cual está conectada a un reservorio con agua para enjuagar la bandejas.

Una vez terminado el jabonado la bandeja pasa por un sensor el cual se activa y manda a arrancar la bomba y activar el pistón para que la bandeja reciba el baño de agua durante un tiempo determinado, luego se desactiva el

sensor dando paso a la bandeja.

El agua residual retorna al reservorio.

Los reservorios están debajo de las serpentinas sobre una estructura metálica que se construyó debajo de la cadena de arrastre.



Figura 52. Prueba del Sistema de Lavado

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

Estos datos contienen especificaciones para el debido proceso de aspersión. La cual especifica: la conexión de entrada de 3/4" del chiflón, su material esta hecha de bronce, su ángulo de aspersión puede ser regulado, y posicionado en un ángulo de 50, con una presión de 80 de psi, los cuales servirán para el respectivo calculo con el fin de obtener los datos originales del tanque.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ASPERORES	
Boquilla chiflon	Conexión entrada 3/4 "
	Dbronce
	Angulo de aspersión de 50"
	Presión de trabajo 80 PCI

Figura 53. Características de los aspersores

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

La respectiva tabla muestra dos diferentes módulos los cuales son el sistema de lavado y enjuague donde se especifica los valores de los números de boquilla, posición de boquilla, ángulo de chorro, diámetro de conexión, diámetro de orificio y presión de trabajo para conseguir las medidas de los tanques.

Módulo	# de Boquillas	Posición de boquillas	Ángulo Chorro	Diámetro Conexión	Diámetro Orificio	Presión de trabajo
Lavado	10	Lateral, arriba y abajo	50	3/4"	1/2"	5,51581
Enjuague	10	Lateral, arriba y abajo	50	3/4"	1/2"	5,51581

Figura 54. Datos de Boquillas usadas.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

Los datos que se muestran a continuación son valores aproximados de los tanques que funcionan para los procesos de lavado y enjuagado. Cabe mencionar son para los dos tanques a utilizar en el presente proyecto.

TANQUE PARA AGUA	
ALTO	0.35 m
ANCHO	0.70 m
LARGO	0.80 m
VOLUMEN	40 Lts

Figura 55. Datos del tanque para el sistema de lavado y enjuagado

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

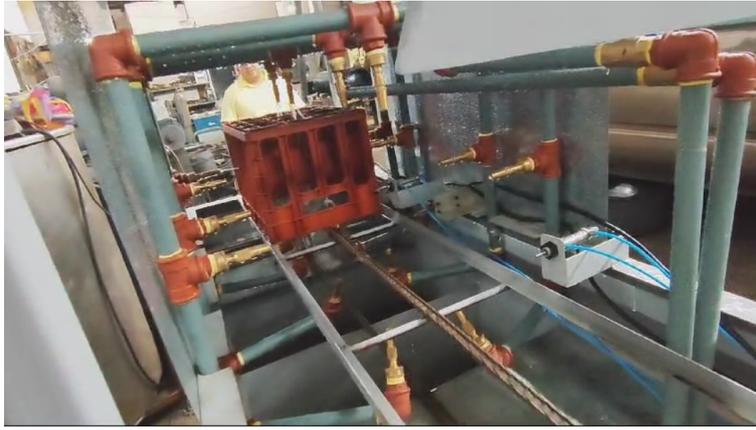


Figura 56. Fase 1 del sistema de lavado

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

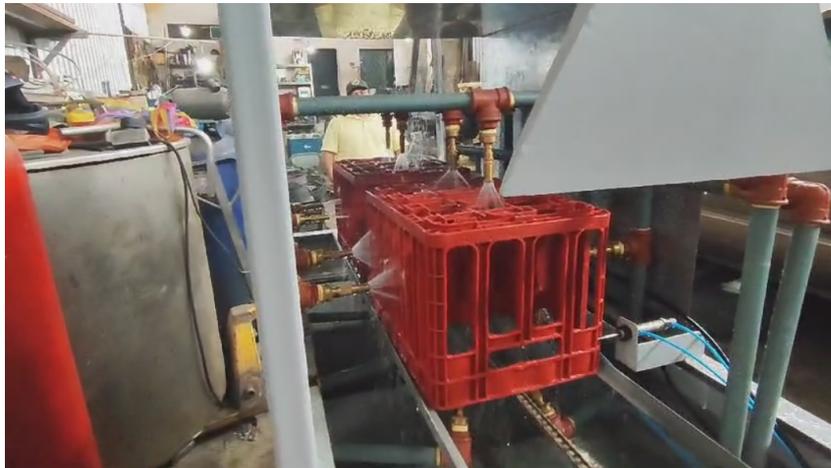


Figura 57. Fase 2 del sistema de lavado

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

Sistema de secado:

Este prototipo posee un área de secado luego del enjuague.

Está equipado con un blower colocado sobre las bandejas que se activan al arrancar la máquina. Este blower está conectado a una campana en la cual está con una fluidez constante para el secado de las bandejas sin detenerse.

Estas son las configuraciones que se utilizaron en el sistema de lavado y secado:

En esta imagen podemos observar el menú donde se puede escoger 4 opciones, se escogerá la opción de programación seleccionando el botón "k" que se encuentra en la parte inferior de la pantalla del zelio.



Figura 58. Menú del programa de sistema de lavado

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

A continuación, se muestra la programación de los temporizadores de lavado y secado. Donde el I2 e I3 son sensores que captan la entrada de las bandejas, estos accionan un temporizador el cual dará paso a la salida de Q1 solo si I1 está energizado. Debido a esto se accionará el motor trifásico.



Figura 59. Programación 1

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

Por consiguiente la Activación del sensor en la entrada I2 accionará la salida de Q2 que es la bomba de lavado y Q5 que será el cilindro neumático para proseguir con el proceso de lavado.



Figura 60. Programación 2

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

Por ultimo la Activación del sensor en la entrada I3 accionara la salida Q3 el cual es la bomba de enjuague, dado esto se activa la salida Q6 que es el cilindro neumático 2 y al final se activa la salida Q4 proveniente del secador.

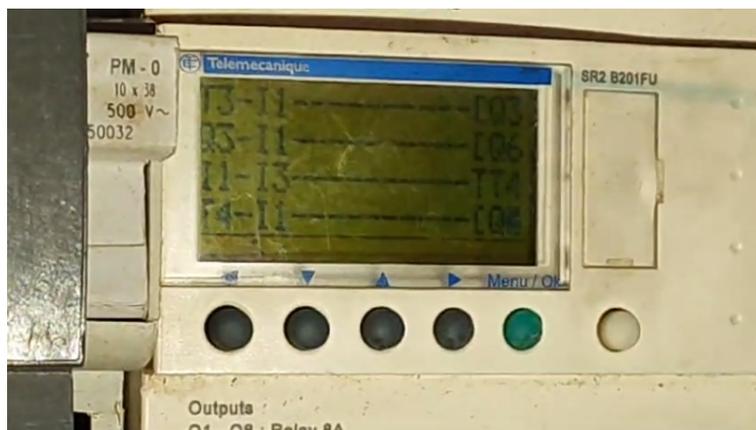


Figura 61. Programación 3

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

#### VI-B. Sistema de transportación

Se ha construido una estructura metálica sobre la cual se colocó un sistema de arrastre este consta de dos piñones, una cadena de paso 40, dos chumaceras de 1/2, dos ejes de 1/2 pulgada, dos pistones y un motor reductor.

Dos pistones para la bandeja para realizar la limpieza de la misma y luego se desactiva para seguir el recorrido hasta el siguiente punto de enjuagado, luego continua hacia el área de secado.

Para la transmisión que se da entre el eje del motor y el eje de arrastre, se coloca dos poleas con la misma medida para evitar perdidas en la fuerza, esto llevo a que la transmisión del motor reductor, no minimizara su velocidad de giro. Las poleas que se han utilizado son de 2"1/2 para cada eje y para unión entre ellas se utilizo una banda de 45" tipo A.



Figura 62. Transmisión de Banda con polea.  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud



Figura 63. Transmisión de Banda de 1:1  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

### VI-C. Sistema de control

El sistema de control está guiado por un zelio el cual realiza la función de encendido de todo los procesos que corresponde al funcionamiento de la maquina. Este está puesto de su caja eléctrica la cuál contiene como componentes un interruptor trifásico la cual permite suministra energía a todo el sistema operativo. Adicional, posee un contactor trifásico que proporciona un impulso al motor eléctrico para el encendido de la banda.

Adicionalmente, la caja cuenta con:

- Tres contactores monofásicos: De estas tres unidades, dos de ellos colaboran en el encendido de las bombas de agua y la unidad adicional trabaja como apoyo al funcionamiento ideal de las válvulas donde el mismo está conectado a las dos fuente de poder.
- Un relay y térmico: Estos dos elementos trabajan en conjunto para resguardar la utilidad o nivel de actividad del motor trifásico.
- fusible: Este sirve para evitar daños en el controlador zelio.
- Relay: La utilidad de esta unidad se basa en proteger la linea de variación de voltaje y salvaguardar el tiempo de vida de los componentes conectados.

Todos estos materiales trabajan en conjunto para la correcta disposición y operación de la maquina.



Figura 64. Sistema eléctrico.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.

A continuación, en la respectiva imagen se muestra la caja eléctrica con los indicadores de actividad a través de colores.

Donde:

- Cuatro luces piloto color verde: Donde el primero indica el encendido del motor de arrastre, el segundo indica el encendido de la bomba de detergente, el tercero nos indica el encendido de la bomba de limpieza y por ultimo el cuarto indica la actividad del blower.
- Luz piloto color amarillo: Este refleja la circulación de la energía para la realización de los procesos de la maquina.
- Botón de emergencia: Funciona como apoyo o respaldo de inconvenientes que sean irregulares o situación en los que se necesite tomar medidas rápidas y necesarias.
- Selector: El mismo sirve para el paso de la corriente hacia los diversos componentes mencionados anteriormente.



Figura 65. Sistema de botonera.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

En resumen, se puede definir que la caja eléctrica adicional a su estructura y diseño robusto y resistente posee internamente múltiples elementos que facilitan el funcionamiento y automatización de la maquina.

DIFERENCIA ENTRE:		
SENSORES		
	Serie CP - Modelo CP18 / Sensores capacitivos de proximidad	Sensor limit switch AZ8169
DISTANCIA DE SENSIBILIDAD	20,0 mm	21/56 mm
CLASE DE IMPERMEABILIDAD	IP-67	IP-64
VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO	10'30V DC 90'250V AC	max. 125V DC, max. 250V AC
TEMPERATURA DE TRABAJO	(-25°C +80°C; 35% - 95% RH)	De -20...60°C
APROBACIÓN	CE & Roh	
DETECCIÓN DE MATERIALES	Objetos metálicos y no metálicos, son sensibles, incluyendo el vidrio, madera, aceite, agua, objetos de plástico, etc.	Objetos metálicos y no metálicos, son sensibles
CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)		
	Zelio	PLC 1212C
ENTRADAS L/D	Bloque terminal de entradas analógicas. 0-10 voltios utilizables en entradas DIG según el modelo.	8 entradas digitales, 2 entradas analógicas 0-10 V.
SALIDAS DIGITALES	Bloque terminal de salida para relé.	6 salidas digitales tipo Relé, 2A
VOLTAJE DE ENTRADA	24V CC	24 V DC
CORRIENTE DE ENTRADA	4 mA	400 mA
TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN NOMINAL	24 V	24 V DC

Figura 66. Diferencias entre Sensores y Controladores  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

## Circuito de Fuerza.

En el programa CADESIMUS, se usa para crear circuitos eléctricos y su función principal es generar simulaciones del mismo para evitar excedentes de energía, evitando cortocircuitos y así manteniendo una fluidez en las corrientes eléctricas dentro del circuito de fuerza.

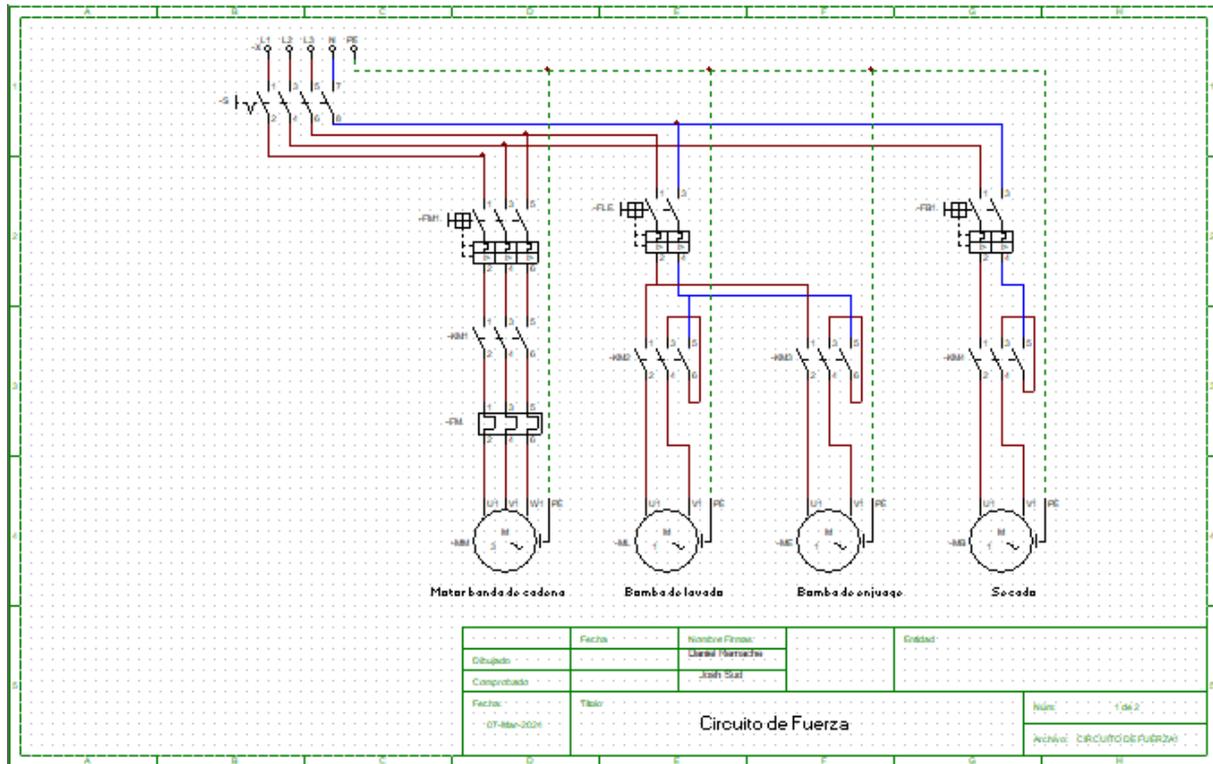


Figura 67. Circuito de Fuerza - CADESIMUS

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

## Circuito de Control.

A continuación se realiza un circuito de control para el correcto funcionamiento del circuito de poder. La programación realizada del controlador, se ve reflejada en este circuito.

Un circuito de control se encarga de manejar la lógica de operación del sistema en eléctrico. Controla cómo y cuándo se encienden o apagan los dispositivos conectados al circuito de potencia. Los circuitos de control generalmente operan con voltajes más bajos y se utilizan para activar relés, contactores, temporizadores u otros dispositivos que controlan el flujo de energía en el circuito de potencia.

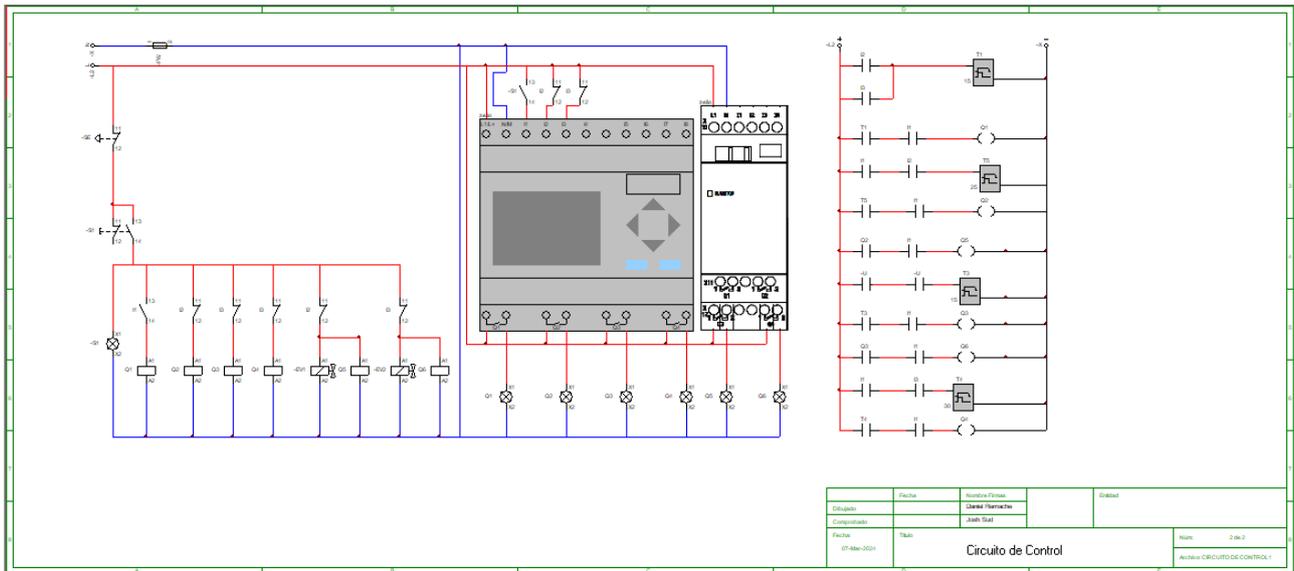


Figura 68. Circuito de Control - CADESIMUS  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud

Estos circuitos están proporcionados para la creación de la caja eléctrica, en el circuito de control se ejecuta la configuración que tendría el zelio para que los encendidos actúen y de esta manera ayudarán a los procesos de la máquina de túnel de lavado.

## VII. RESULTADOS

Los resultados tomados en cuenta fueron dado por el proceso de lavado manual de las bandejas, dando un tiempo de tardío de 50 min por bandeja para cada persona.

Con el diseño preliminar que fue desarrollado la máquina, y junto a los cálculos realizados, se realizo modificaciones a nivel visual hasta obtener el resultado fina, el cual fue implementado con fines académicos.

Se realizaron pruebas con la máquina de túnel de lavado y secado de bandejas dando como resultado un tiempo de 25 min por bandeja.

Con el uso de la máquina túnel de lavado y secado de bandejas, se trata de obtener un aumento en la producción del 5 % o 10 %.

Los resultados que se pueden percibir, las bandejas quedan limpias y secas.

Genera un ahorro de agua y aumenta la seguridad del personal operativo al evitar el contacto directo con químicos por largos periodos de tiempo.

## VIII. CRONOGRAMA

A continuación se muestra el cronograma de trabajo en la figura 69.

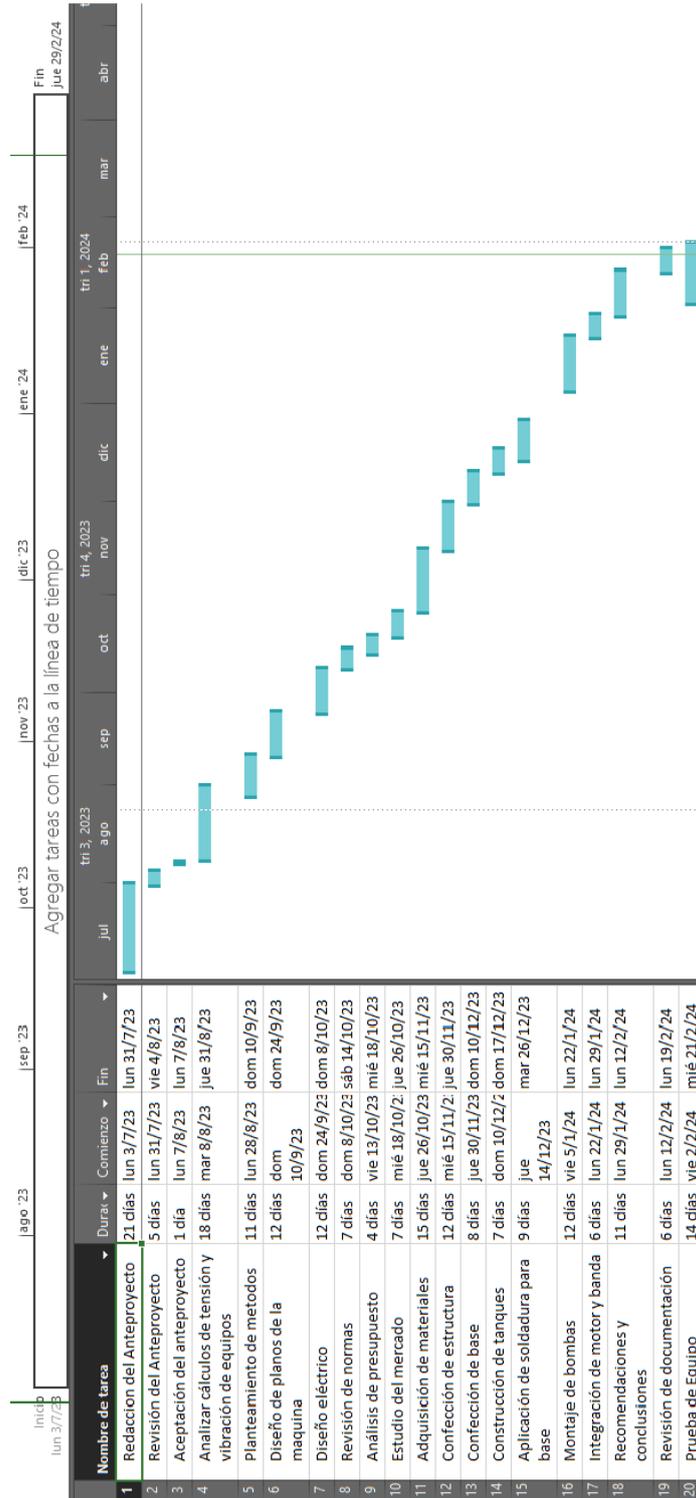


Figura 69. Cronograma de Actividades.

## IX. PRESUPUESTO

Tabla a

Nombre del elemento	Descripción	Cantidad	Valor total
UNION U	3/4"	4	7.32\$
Broca M		1	0.62\$
REDUCTOR		2	2.40\$
Cinta T		1	1.51\$
ADAPTAD		1	2.90\$
UNION R	3/4"	1	0.62\$
TEE DE	3/4"	3	3.12\$
TEE RR	3/4"	4	1.80\$
NEPLO R	3/4"	4	4.12\$
CODO RO	3/4"	1	0.42\$
CODO RE	3/4"	1	1.60\$
UNION R	3/4"	1	0.62\$
NEPLO C	3/4"	4	0.80\$
NEPLO F	3/4"	1	0.47\$
Brocas	Juego de Broca	1	5.98\$
Ángulos	2x1/8	3	55.50\$
m Ángulo	2x1/8	2	7 \$
Ángulo	3/4 x 1/8	1	10 \$
Plancha galvanizada	90x2.04	1	37\$
Plancha galvanizada	70x80	1	13.50\$
Plancha galvanizada	70x40	1	7.50\$
Plancha galvanizada	77x22	1	5\$
Plancha de hierro	espesor de 1.5 mm	2	120\$
Brocha	2"	1	1.25\$
Lija de metal		1	0.75\$
Diluyente		2	2.70\$
Fondo gris		1	4.50\$
Brocha	2"	1	1.25\$
Bombas	1/2 HP	2	50 \$
Piñones	40 dientes	2	10 \$
Ejes	1/2"	2	15 \$
Piton de bronce	3/4"	20	35.20 \$
Tee	3/4"	25	24.25 \$
Codos	3/4"	26	20.10 \$
Neplo	3/4"	25	21.30 \$
Neplo	3/4"x10	4	4.40 \$
Nodos	3/4"	2	5.00 \$
Bushing	1-3/4"	2	3.50 \$
Teflon	Para evitar fugas	2	2 \$
Conector trifásico		1	3.75 \$
Cable	3/16 10mts	1	11.50 \$
Cable	3/14 3mts	1	5.10 \$
Funda sellada	3mts	1	7.50 \$
Zelio	110V 8I y 8Q relay	1	180\$
Electroválvula	5/2 1/4" 24VDC Monoestable	2	166.44\$
Timmer contador	96x48 mm de 6 digitos	1	84.00\$
Relee	220V 11 Pines	1	4.90\$
Base de relee	11 Pines	1	5.60\$

Tabla b

Nombre del elemento	Descripción	Cantidad	Valor total
Tubo	3/4"	4	4.90 \$
Hoja de sierra		1	1.50 \$
Chumacera de pared	1/2"	2	14.11 \$
Poleas	2"x 1/2	2	20 \$
Fuente de alimentación	12V 5A	2	20\$
Soldadura		5	1.00\$
Nivel		1	2.90\$
Mandril	para broca de sierra	1	7.50\$
Broca sierra	32mm	1	6.25\$
Pernos	1/4x1 galvanizado	16	1.60\$
Pernos	Autoperforante 1"	8	0.40\$
Copa	para pernos de techo	1	1.00\$
Motor Reductor Trifásico	1600RPM	1	250\$
Blower	110V 650W	1	15\$
Regulador manómetro		1	60\$
Contador	220V 3P	1	30\$
Conector codo	8mmx1/4	10	15.47\$
Silenciador de bronce	1/8"	4	5.64\$
Breaker	2 polos 10A	3	40\$
Breaker	3 polos 16A	1	22\$
Tubo de poliuretano	8mm	10	11.90\$
Caja eléctrica	60x40	1	40\$
<b>SUBTOTAL PROTOTIPO</b>			<b>1.509.66\$</b>
Torno	Para los ejes		20 \$
Dobladora	las piezas galvanizadas		3\$
Mano de obra			380\$
transporte	transporte publico y gasolina		250\$
Alimentación			150\$
Horas de trabajo		350 horas	3500\$
<b>SUBTOTAL COSTOS LOGÍSTICOS</b>			<b>\$</b>
<b>TOTAL(SUBTOTAL PROTOTIPO + COSTOS LOGÍSTICOS)</b>			<b>770.3\$</b>

## X. CONCLUSIONES

Para finalizar, el presente proyecto permitió realizar procesos de lavado y secado de la bandejas, permitiendo que cumplan con los altos estándares de calidad a través del controlador de Zelio, haciendo uso del modelo diseñado siendo el utilizado para los procesos para la lavadora de túnel. Asimismo, la implementación de esta máquina no solo mejoró los procesos de limpieza y secado, sino que también aumentó la eficiencia operativa en general.

Gracias a las técnicas y cálculos correspondientes se logró desarrollar de forma óptima cada una de las etapas del proyecto consiguiendo que los procesos con posean un funcionamiento con un mayor ahorro de tiempos, costos y control automático de tareas.

Como parte del proceso en sí se puede concluir que:

-Se usó sensores que permitieron captar las bandejas que ingresan en tiempo real, los mismos que permitirán la salida de pistones para cada proceso conllevando a que el desperdicio de agua sea menor en comparación a un proceso a mano. Lo que no solo beneficia a los usuarios finales en optimización de tiempos sino también en reducción de consumo de agua.

- A su vez, en cuanto a diseño e implementación, el tablero eléctrico funcionó como parte principal para el control del túnel de lavado y secado de bandejas. Siendo ésta la forma más práctica y consistente de garantizar la limpieza y secado de bandejas de alimentos de la forma más manera idónea. Asimismo, la correcta secuencia de encendido del tablero eléctrico evitó los saltos en los procesos en la limpieza, asegurando que los mismos no queden con residuos en el proceso de salida de la máquina.

- Adicionalmente, se colocó las bandejas sobre la cadena transportadora, las cuales dieron paso al accionar del sensor, el cual activa la bomba de lavado y un pistón, iniciando el proceso el cual persiste durante un tiempo de aproximadamente 25 segundos. La cantidad estimada de tiempo refleja el lapso de tiempo durante el cual las bandejas reciben un baño gracias a los aspersores colocados en la serpentina dentro del túnel. Proceso el cual se repite continuamente para el procedimiento de enjuagado y de secado.

Es decir, finalmente se establecerá que cada uno de estos procesos se llevaron a cabo mediante un control exhaustivo, que darían como resultado el funcionamiento idóneo y automatizado de este prototipo de máquina de estilo túnel.

## XI. RECOMENDACIONES

Luego del análisis exhaustivo y detallado a lo largo del proyecto en curso, se pudieron determinar algunas recomendaciones con la finalidad de esclarecer sugerencias concretas para abordar puntos de mejora:

-Se recomendó realizar un correcto mantenimiento a la máquina de lavado, una vez que este llegue a presentar problemas por su uso excesivo de utilidad. Adicional, las partes de la máquina son desmontable lo que facilitaría su mantenimiento.

-Se sugirió implementar elementos de instrumentación, para asegurarse del encendido correcto de los componentes que conforman el túnel de lavado.

-También se sugirió realizar cambios en el proceso secado, iniciando por un aumento de un blower adicional con el fin de mejorar la eficiencia del secado de las bandejas y la colocación de un sensor para que este proceso pueda ser controlado.

- Finalmente, se recomendó a utilizar un variador de frecuencia por si las bandejas son de menor tamaño por el motivo de que el traslado de la bandeja tiene un exceso de velocidad para bandejas livianas.

Cabe mencionar que este prototipo tiene una longitud de 1.8 metros, lo cual no abastece al desempeño correcto de los procesos por lo cual se sugiere que las máquinas de este tipo de características, deben ser fabricadas con una dimensión de 6 metros para un funcionamiento eficiente y eficaz de procesos.

Adicionalmente, estas máquinas deberían de ser también de acero inoxidable para una mejor protección ante la oxidación o humedad, generando así una mayor durabilidad y tiempo de vida útil de la máquina.

A su vez, este tipo de máquinas deberían tener visores para poder visualizar los procesos a realizarse, ayudando así a verificar inconvenientes que se presenten durante su uso diario.

Por último, para la reutilización de aguas, se aconsejó establecer un contenedor con filtros y mallas, para retener residuos y así evitar que la bomba se obstruya, siendo así, reutilizables para un correcto enjuagado.

## REFERENCIAS

- [1] Revista Comedores Industriales, *VENTAJAS DEL LAVADO AUTOMÁTICO VS EL LAVADO A MANO*, <https://comedores-industriales.com.mx/ventajas-del-lavado-automatgico-vs-el-lavado-a-mano/>, 2021, Junio 29.
- [2] De Procesos, O, *LAVADO AUTOMÁTICO LIMPIEZA EFICIENTE*, <https://www.betelgeux.es/blog/2015/05/29/la-automatizacion-en-los-procesos-de-limpieza/>, 2020.
- [3] M.-J. Hernandez-Navarrete, J.-M. Celorrio-Pascual, S. B. VM et al., «Principles of antiseptis, disinfection and sterilization,» *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, vol. 32, n.º 10, págs. 681-688, 2014.
- [4] BONNET, *Limpieza-acero-inoxidable-hostelería-aperam*, 2018.
- [5] Universidad de Zaragoza, *Procedimientos de descontaminación y desinfección*, <https://uprl.unizar.es/higiene-industrial/procedimientos-de-descontaminacion-y-desinfeccion>, 2023.
- [6] N. Agudelo, G. Tano y C. A. Vargas, «Historia de la automatización,» *Bogota. Accessed: Nov*, vol. 1, 2020.
- [7] Sandra Uve, *Josephine Garis Cochrane, la inventora del lavavajillas*, 2018.
- [8] Guest Contributor, *XOXODAY*, 2023.
- [9] P. Cadena-Iñiguez, R. Rendón-Medel, J. Aguilar-Ávila, E. Salinas-Cruz, F. d. R. d. I. Cruz-Morales y D. M. Sangerman-Jarquín, «Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales,» *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 8, n.º 7, págs. 1603-1617, 2017.
- [10] Wouy Spanjers, *En que consiste exactamente un sistema de limpieza industrial*, 1999-2024.
- [11] Cabycal, *Sistemas de Lavado por aspersión e inmersión*, 2020.
- [12] Jacto, *Riego por aspersión: funcionamiento, ventajas y desventajas*, 2023.
- [13] Julián Pérez Porto y Ana Gardey, *Aspersor - Qué es, definición y concepto*, 4 de febrero de 2022.
- [14] Treasuremountain, *Aspersor de bronce boquilla de 3/4*, 2010-2023.
- [15] Cabycal, *Sistemas de Transporte de materiales*, 2020.
- [16] AABO-IDEAL, *Transportador power and free*, 2023.
- [17] Gaypasa, *Transportadores Skid*, 2020.
- [18] Always moving forward, *Transportador de Monorraíl*, 2023.
- [19] Injoguisa, *Transportador de spindle*, 2018.
- [20] Grua Konecranes Licensee of konecranes, *Transportador puente grua*, 2024.
- [21] Aratubo, *Rodillos transportadores*, 2021.
- [22] Utimation, *Tipos de Transportadores Industriales*, 2023.
- [23] Industystore, *Cadenas de Transmisión: Tipos, Composición y Función de las mismas*, 2021.
- [24] G. B. Richard y J. K. Nisbett, «Diseño en ingeniería mecánica de Shigley,» *México DF: McGraw-Hill*, 2008.
- [25] Sairem microondas y radiofrecuencia, *¿Cuáles son las diferentes tecnologías de secado industrial?* 2020.
- [26] Sormac, *Túnel de secado por aire LDT-100*, 2022.
- [27] Weiyang, *Secador de Tambor por Contacto*, 2022.
- [28] Sunkiss matherm, *Radiantes infrarrojos eléctricos*, 2024.
- [29] Karen Martinez, *Liofilización ¿Qué es?* 2021.
- [30] Yindamachinery, *Secador de lecho fluido*, 2024.
- [31] Guillermo Rodríguez, *Equipos de secado al vacío*, 2020.
- [32] A. L. Global, *Tipos de ventiladores*, 2020.
- [33] Schneider Electric España, S.A., *Guía de diseño de instalaciones eléctricas*, 2008.
- [34] Walter C.,Rodrigo B.,Luis D., *Los sistemas eléctricos de potencias*, 2008.
- [35] Schneider Electric., *relé inteligente modular Zelio Logic - 26 E S - 24 V CC – relógio - visor*, 2023.
- [36] Batel., *Breaker Trifásico*, 2020.
- [37] Electronic Board., *¿Qué es una fuente de alimentación? ¿Cómo funciona?* 2024.
- [38] Poloradidad., *Todo lo que necesitas saber sobre los selectores de voltaje*, 2024.
- [39] Distritec hidráulica neumática., *¿Qué es una electroválvula y para qué sirve?* 2018.
- [40] Tameson, Charles K., *Cilindros Neumáticos - Guía técnica*, 2018.

APÉNDICE A  
PLANOS DE LA BASE

Planos de las piezas acotadas en Autocad 2019:

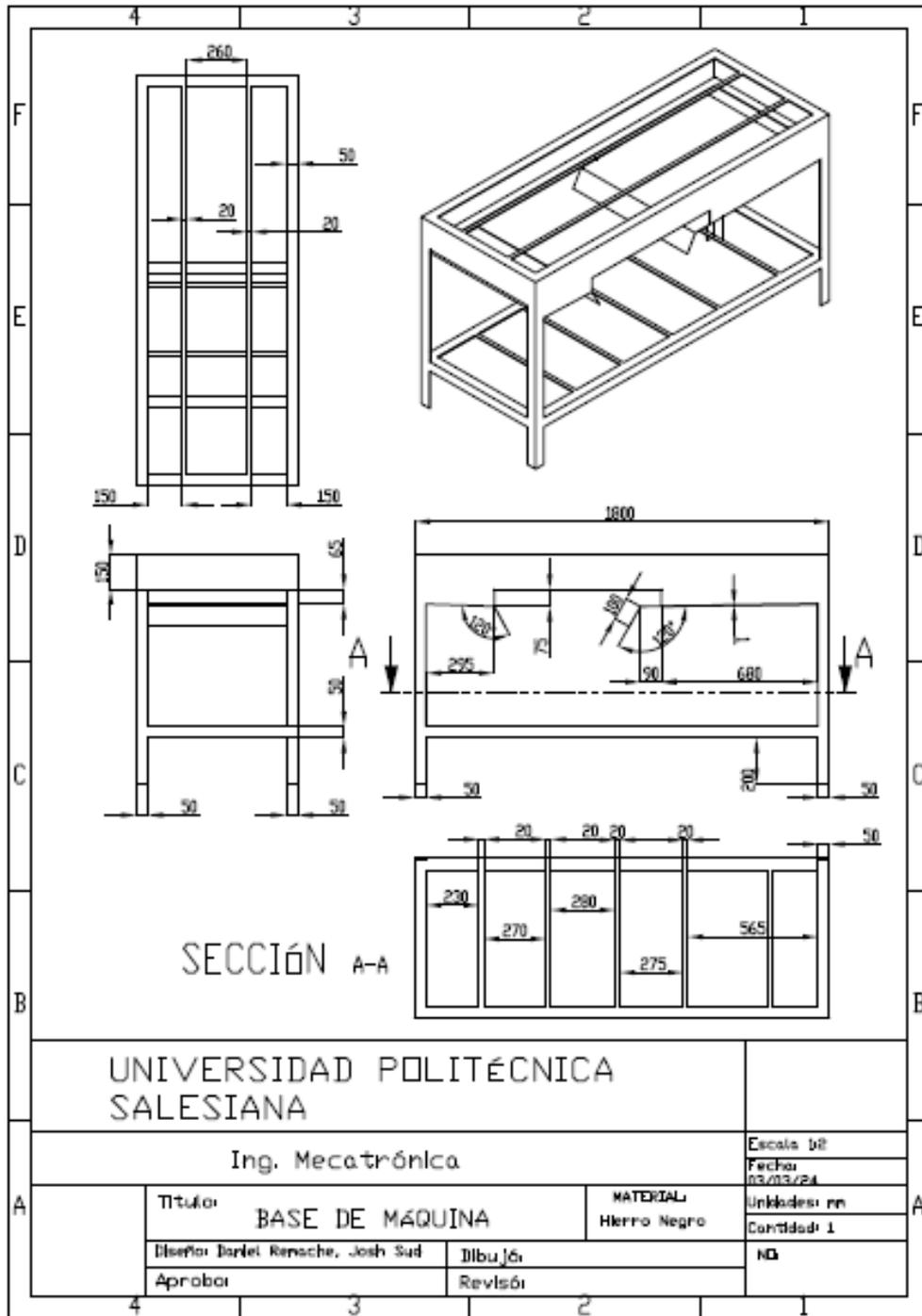


Figura 70. Base de maquina.

*Fuente:* Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.

APÉNDICE B  
PLANOS DE TUBERIAS

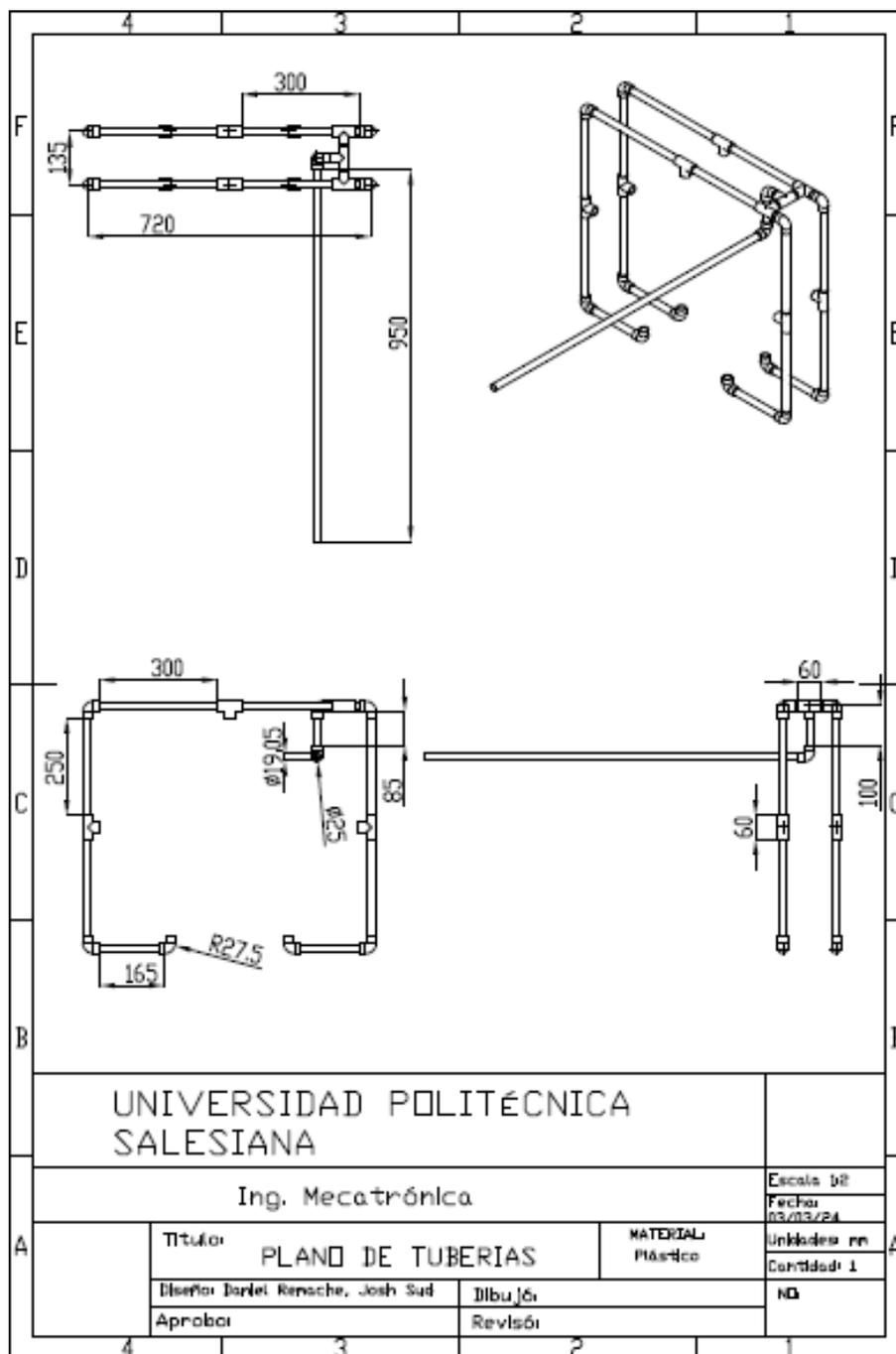


Figura 71. Sistema de riego.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*

APÉNDICE C  
CONEXIONES ELÉCTRICAS

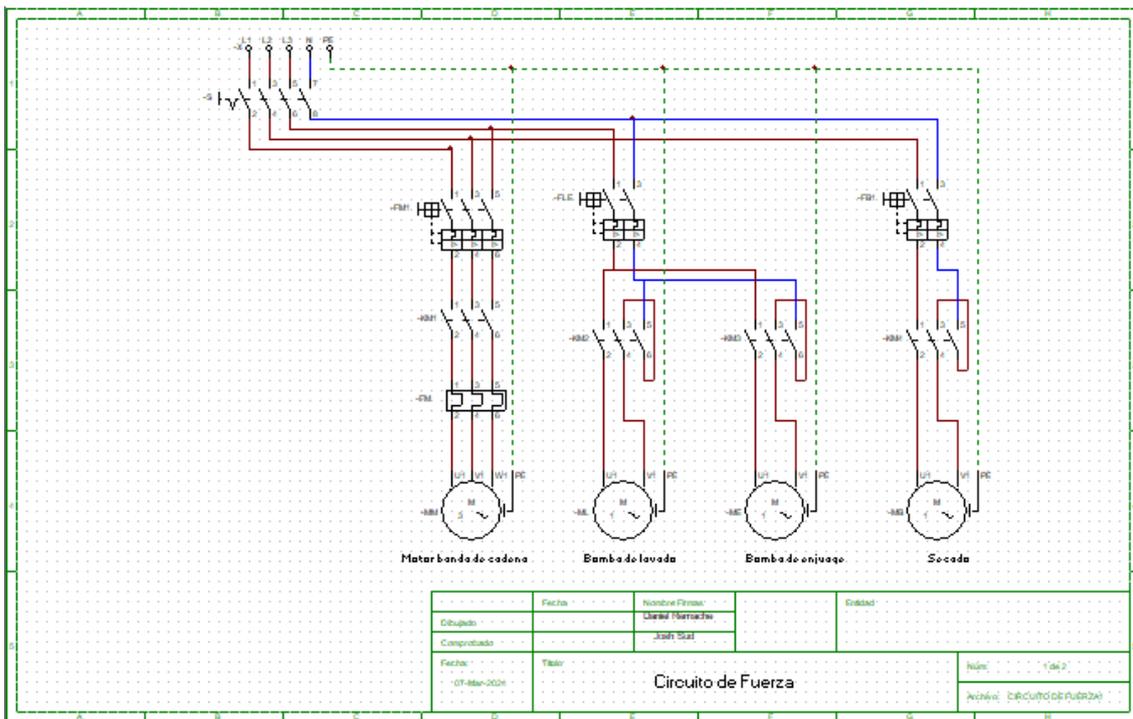


Figura 72. Circuito de Fuerza - P. Cadesimu.  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.

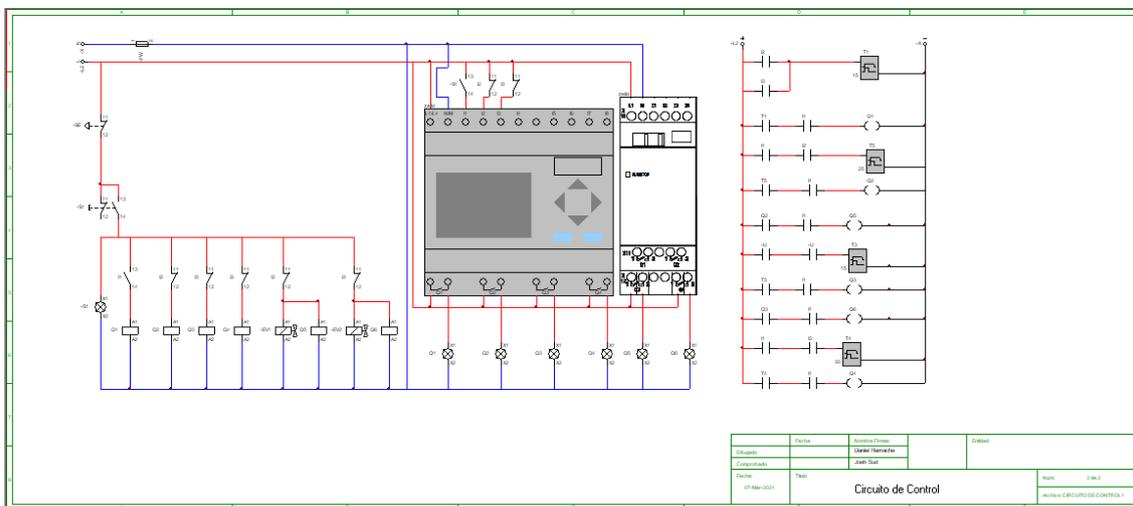


Figura 73. Circuito de Control - P. Cadesimu.  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.

APÉNDICE D  
ENSAMBLADO

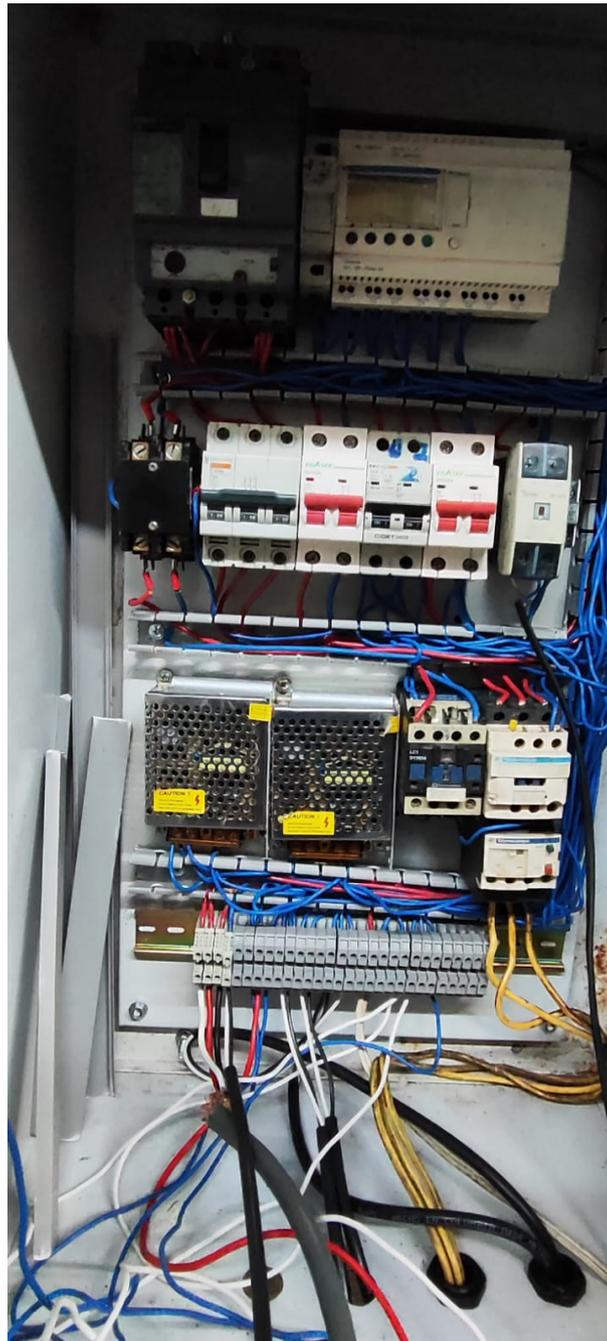


Figura 74. Control de la caja eléctrica.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.

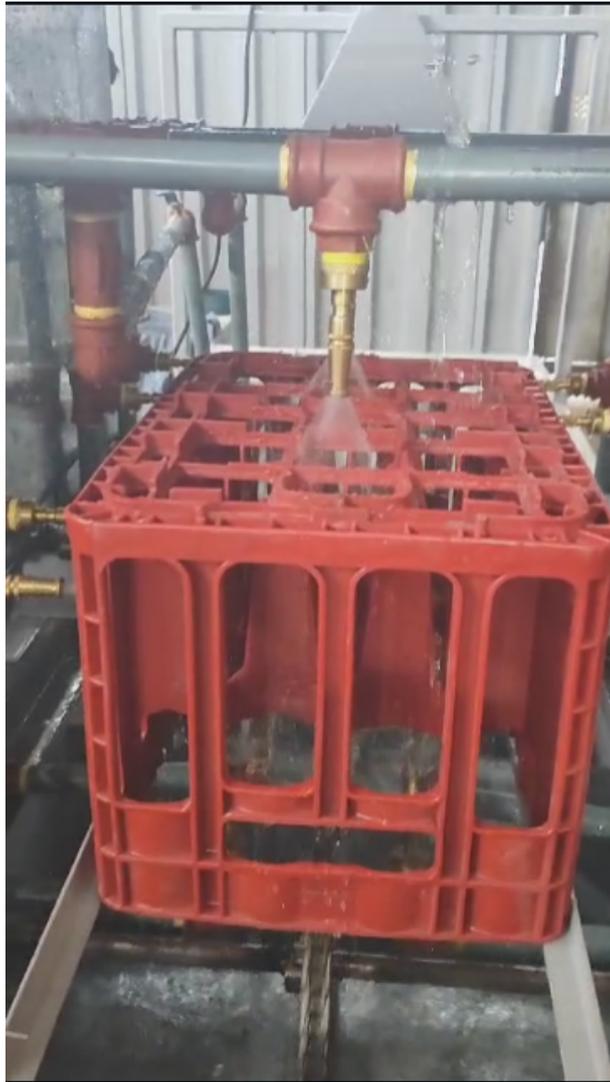


Figura 75. Sistema de lavado.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.



Figura 76. Ensamble 1.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.



Figura 77. Ensamble 2.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.



Figura 78. Ensamble 3.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.



Figura 79. Ensamble 4.

**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.



Figura 80. Movimiento de cadena.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*



Figura 81. Transportación de bandeja.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*

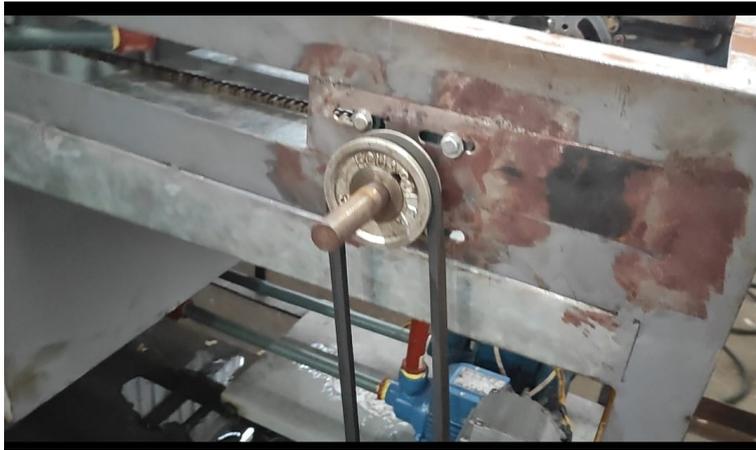


Figura 82. Rotación de polea.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*



Figura 83. Conexiones eléctricas.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*



Figura 84. Presentación de botoneras hacia el tablero.  
**Fuente:** Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.



Figura 85. Presentación Exterior  
*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*



Figura 86. Colocación de sensores.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*

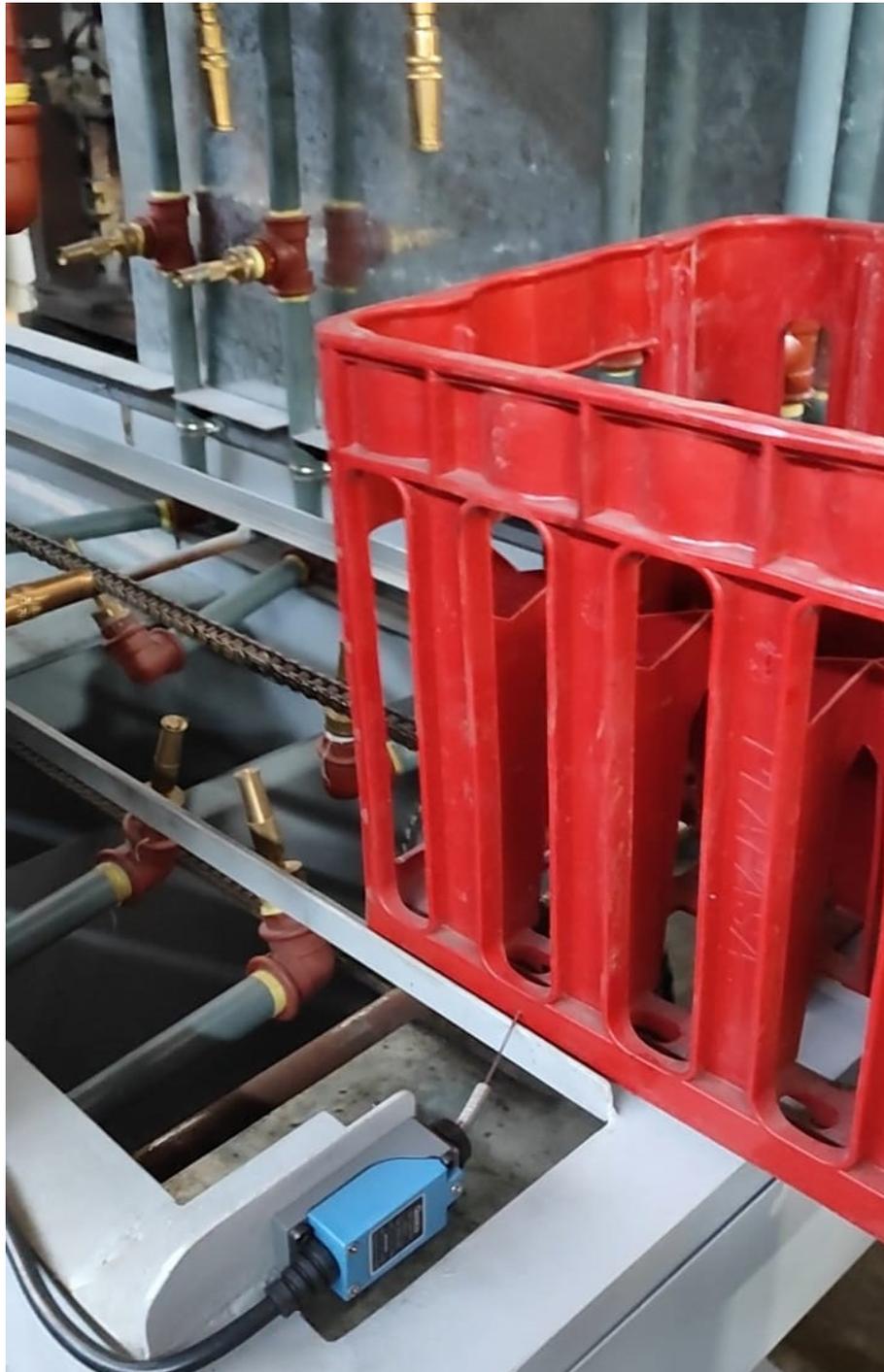


Figura 87. Comienzo del primer proceso.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*

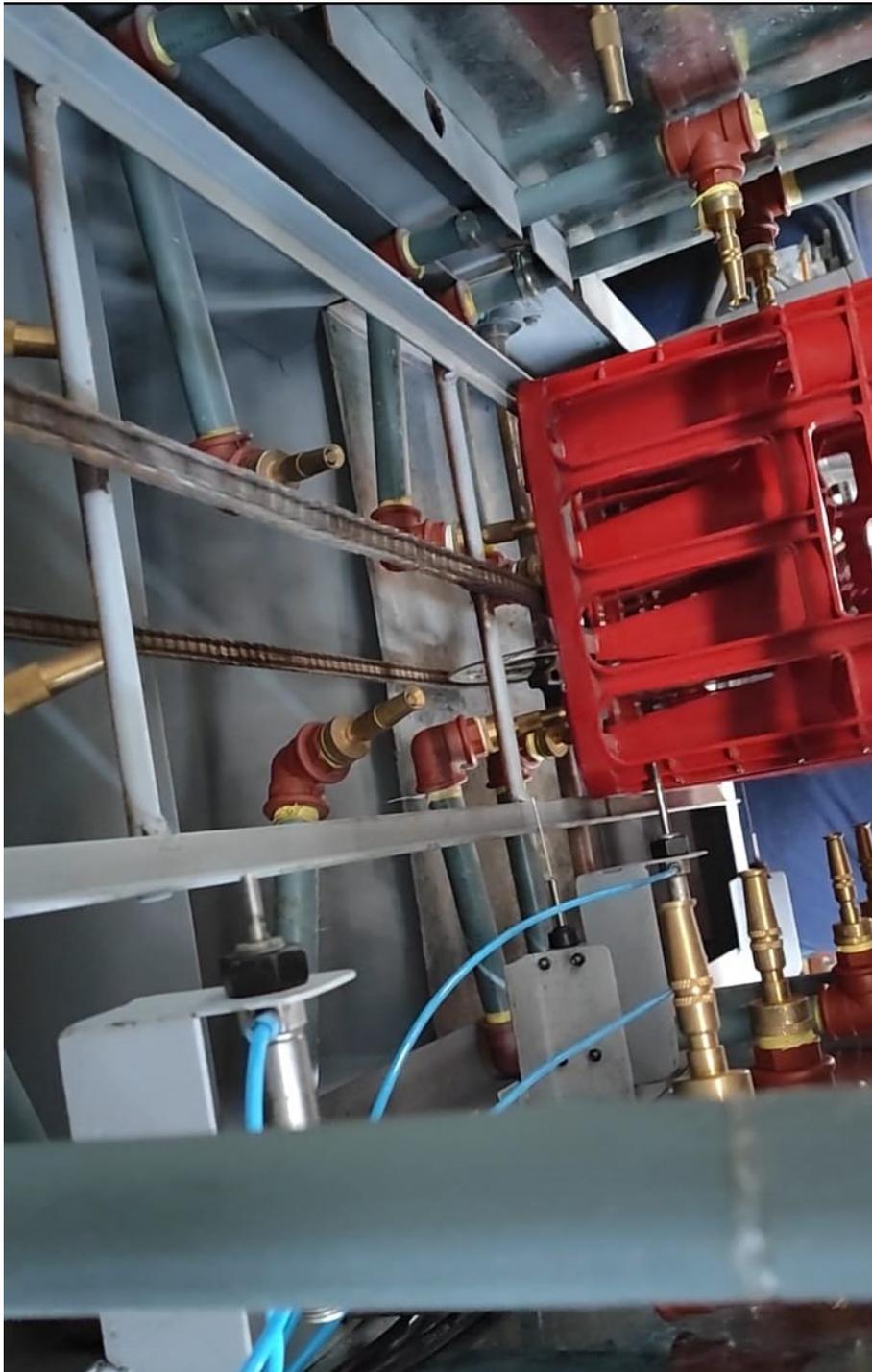


Figura 88. Proceso de lavado.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*



Figura 89. Proceso de enjuagado.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*

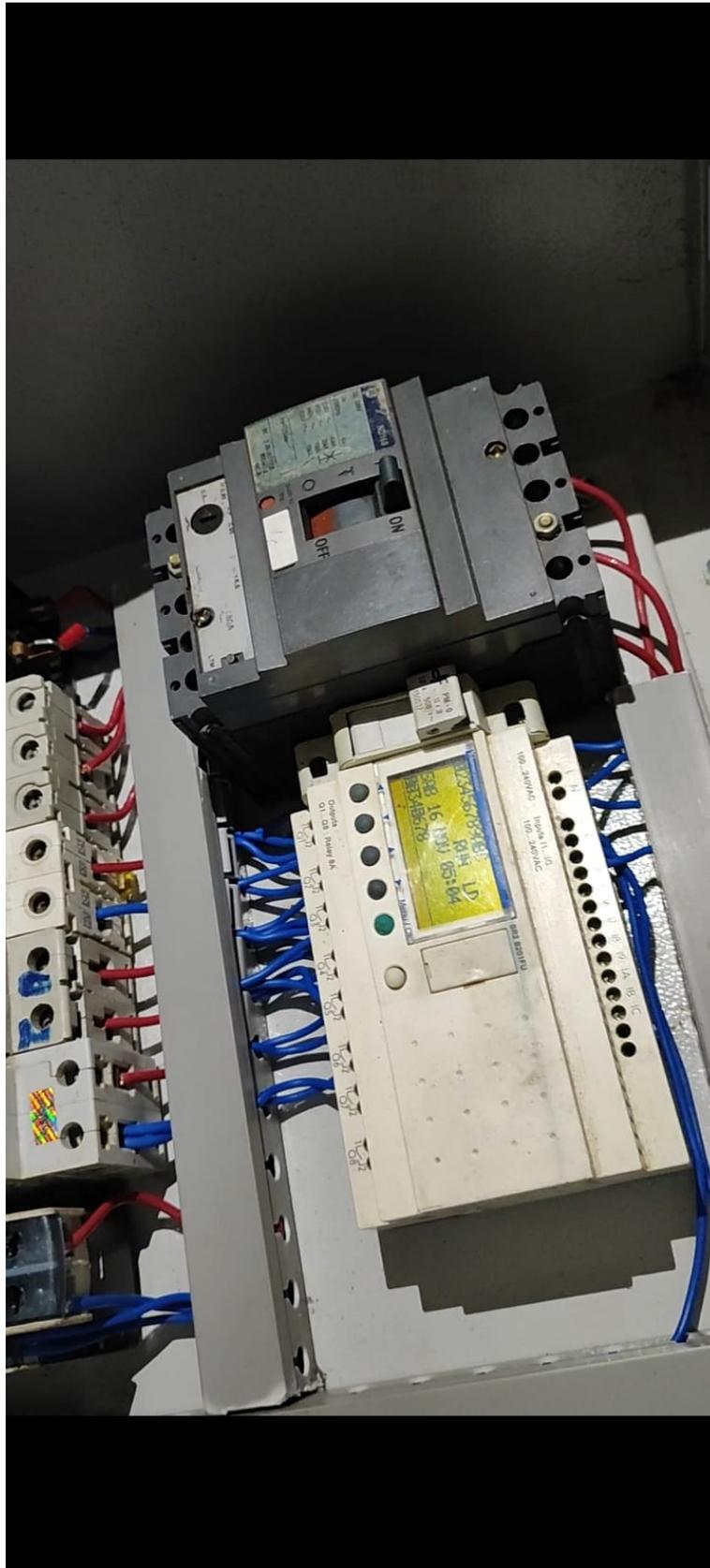


Figura 90. Programación de zelio.

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud.*

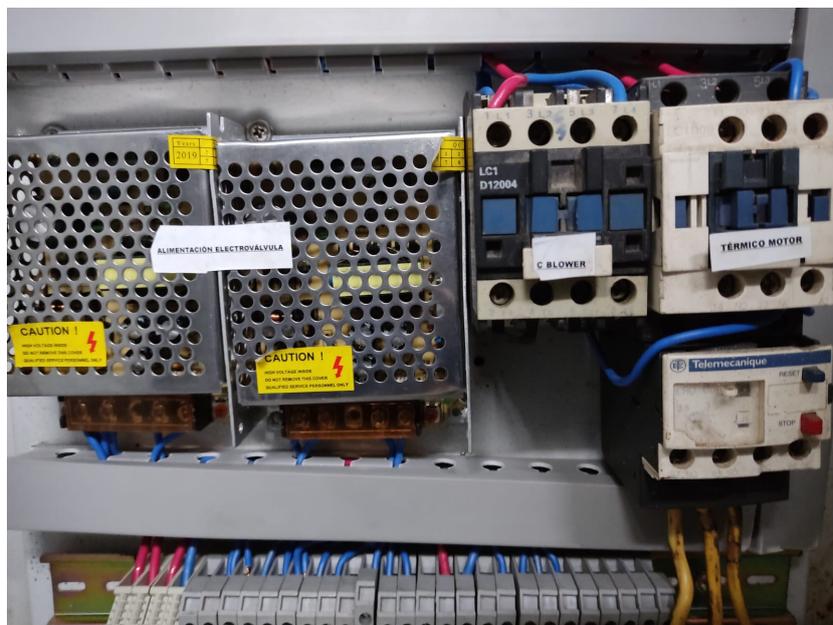


Figura 91. Alimentación de valvulas y Contactores para motores  
*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*



Figura 92. Disyuntores para los motores  
*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*

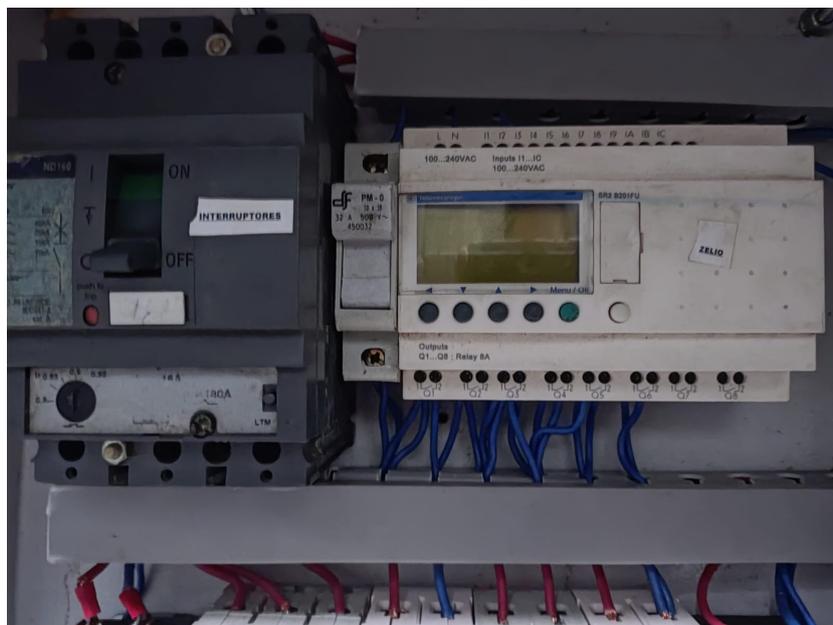


Figura 93. Interrupto de seguridad, PLC Zelio  
*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*



Figura 94. Ensamble Final 1  
*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*



Figura 95. Ensamble Final 2

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*



Figura 96. Ensamble Final 3

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*



Figura 97. Ensamble Final 4

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*



Figura 98. Ensamble Final 5

*Fuente: Realizado por Daniel Remache y Josh Sud*