

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

"Automatización del proceso de dosificado en líneas de producción para planta  
atunera"

TECN-004

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Tecnología Superior en Mecatrónica**

Presentado por:

Alexi Gabriel Mazzini Cruz

Yulexy Anabel Menoscal Liriano

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## **Dedicatoria**

---

El presente proyecto lo dedico a mi familia, quienes, con su apoyo incondicional, amor y confianza han sido mi mayor inspiración en este camino académico. También lo dedico a todos los docentes de la ESPOL y tutores de la empresa formadora que compartieron sus conocimientos y fomentaron mi pasión por la mecatrónica.

Alexi Mazzini

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a Dios, quien me dio la fortaleza para superar cada desafío. A mi familia, por su paciencia y motivación constante. A la ESPOL, por ofrecerme una educación de calidad y la oportunidad de formarme en un entorno académico de excelencia. A la empresa formadora, por ser un pilar fundamental en mi formación profesional a través de la modalidad dual, brindándome un espacio para aplicar mis conocimientos y adquirir experiencia práctica. Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos por su apoyo y camaradería a lo largo de este camino.

Alexi Mazzini

## Dedicatoria

---

Dedico el presente proyecto a mi familia, a Dios e hija, quienes, con el amor, la confianza y el apoyo convertidos en fe inquebrantable han jugado un rol protagonista en cada una de las etapas de mi vida académica. También dedico el presente trabajo a los profesores y tutores de la empresa formadora, a aquellos que mediante sus tutorías y conocimientos motivaron y alimentaron en mí el interés por la mecatrónica, lo cual me ayudó a desarrollarse a nivel personal y profesional.

Yulexy Menoscal

## Agradecimientos

---

Agradezco a Dios, quien me brindo la perseverancia necesaria para superar cada desafío en este camino. A mi familia e hija, por su amor incondicional, paciencia y constante motivación, pilares fundamentales en mi desarrollo personal y académico. A ESPOL, por ofrecerme una formación de excelencia y un entorno propicio para alcanzar mis metas. A compañeros de la empresa formadora y empresa por abrirme sus puertas y ser un espacio invaluable para aplicar mis conocimientos y enriquecer mi experiencia profesional. Finalmente, a mis compañeros y amigos cuyo apoyo a sido ha sido fuente inspiración y fortaleza.

Yulexy Menoscal

## Declaración Expresa

---

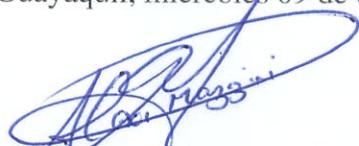
Nosotros Alexi Gabriel Mazzini Cruz y Yulexy Anabel Menoscal Liriano acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, miércoles 09 de octubre del 2024.

  
\_\_\_\_\_  
Alexi Mazzini Cruz

  
\_\_\_\_\_  
Yulexy Menoscal Liriano

## **Evaluadores**

---

**MGTR. JIMÉNEZ CARRERA CELSO  
DANIEL**  
Profesor de Materia

---

**MGTR. MARTÍNEZ BARRE JOSÉ  
GABRIEL**  
Tutor de proyecto

## Resumen

La empresa en la que se desarrolla este proyecto pertenece al sector alimentario y se especializa en la producción de atún enlatado. Dentro de sus procesos industriales, la dosificación de agua, aceite y proteína es una etapa crítica que impacta directamente en la calidad del producto final y en la eficiencia operativa de la planta. Sin embargo, las líneas de producción 5 y 7 presentaban deficiencias debido a un sistema de control obsoleto, lo que generaba desperdicio de materia prima, errores en el llenado y dificultades en el monitoreo del proceso. Estos inconvenientes no solo afectaban la rentabilidad de la empresa, sino que también comprometían el cumplimiento de normativas de calidad y seguridad alimentaria.

Ante esta problemática, la modernización del tablero de control se convirtió en una necesidad fundamental para optimizar el proceso de dosificación. La implementación de un sistema automatizado permitiría mejorar la precisión en el llenado, reducir pérdidas y facilitar la trazabilidad del producto. Con este propósito, se diseñó una solución basada en sensores de peso y flujo, integrados a un Controlador Lógico Programable (PLC), lo que garantizó un ajuste automático en la cantidad de insumos dosificados en cada envase, minimizando la intervención humana y los errores asociados.

Gracias a esta modernización, la empresa logró optimizar los tiempos de producción, mejorar la eficiencia en el uso de insumos y reducir los costos operativos. La automatización del proceso de dosificación permitió estandarizar el llenado de los envases, asegurar una mayor calidad en el producto final y fortalecer la competitividad de la planta en la industria alimentaria.

**Palabras clave:** Automatización, dosificación, controlador lógico programable (PLC), eficiencia operativa y normativas de calidad

## ***Abstract***

*The company where this project was developed operates in the food industry, specializing in canned tuna production. Within its industrial processes, the dosing of water, oil, and protein is a critical stage that directly impacts the final product's quality and the plant's operational efficiency. However, production lines 5 and 7 faced deficiencies due to an outdated control system, leading to raw material waste, filling errors, and difficulties in process monitoring. These issues not only affected the company's profitability but also compromised compliance with quality and food safety regulations.*

*Given this problem, modernizing the control panel became essential to optimize the dosing process. Implementing an automated system would enhance filling accuracy, reduce waste, and facilitate product traceability. To achieve this, a solution was designed based on weight and flow sensors integrated into a Programmable Logic Controller (PLC), ensuring automatic adjustment of the dosed quantities in each container while minimizing human intervention and associated errors.*

*Thanks to this modernization, the company successfully optimized production times, improved efficiency in resource utilization, and reduced operating costs. The automation of the dosing process allowed for standardized container filling, ensured higher product quality, and strengthened the plant's competitiveness in the food industry.*

**Keywords:** *Automation, dosing, programmable logic controller (PLC), operational efficiency and quality regulations.*

## Índice general

1.1	Introducción .....	1
1.2	Descripción del Problema.....	1
1.3	Justificación del Problema .....	1
1.4	Objetivos .....	2
1.4.1	<i>Objetivo general</i> .....	2
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.5	Marco teórico .....	2
1.5.1	<i>Automatización y Control Industrial: Perspectiva Global</i> .....	3
1.5.2	<i>Obsolescencia Tecnológica en Sistemas Industriales</i> .....	3
1.5.3	<i>Estudios Nacionales sobre Automatización</i> .....	4
1.5.4	<i>Normativas Internacionales de Automatización</i> .....	4
1.5.5	<i>Aplicación en la Dosificación Automatizada</i> .....	4
1.5.6	<i>Línea de producción de planta procesadora de atún enlatado</i> .....	5
1.5.7	<i>Equipos de línea de dosificado</i> .....	7
Capítulo 2	.....	10
2.	Metodología.....	11
2.1	Detalle del proceso de automatización de dosificado.....	11
2.2	Retiro de tableros antiguos en líneas de dosificado .....	11
2.3	Desarrollo del sistema automatizado de dosificación.....	12
2.3.1	<i>Fase de Análisis y Planificación</i> .....	12
2.3.2	<i>Fase de implementación de Diseño del Sistema</i> .....	13
2.3.3	<i>Fase de Implementación y Construcción</i> .....	14
2.3.4	<i>Fase de Pruebas y Ajustes</i> .....	15
2.3.5	<i>Fase de Evaluación y Optimización Continua</i> .....	15
Capítulo 3	.....	17
3.	Resultados y análisis .....	18

3.1	Análisis del Sistema .....	18
3.2	Desarrollo del Sistema.....	19
3.3	Implementación y construcción .....	19
3.4	Pruebas y Ajustes.....	20
3.5	Evaluación y Optimización Continua.....	20
3.6	Productividad .....	21
Capítulo 4.....		22
4.	Conclusiones y recomendaciones .....	23
4.1	Conclusiones .....	23
4.2	Recomendaciones .....	25
4.3	Referencias.....	26
4.3.1	<i>Libros y artículos científicos.</i> .....	26
4.3.2	<i>Normativas aplicadas en el proyecto.</i> .....	26
4.3.3	<i>Tesis y trabajos de grado</i> .....	26
4.3.4	<i>Fuentes en línea y bases de datos</i> .....	27

## **Abreviaturas**

**ANSI** – Instituto Nacional Americano de Estándares (*American National Standards Institute*)

**ESPOL** – Escuela Superior Politécnica del Litoral

**HMI** – Interfaz Hombre-Máquina (*Human-Machine Interface*)

**IEC** – Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission*)

**ISO** – Organización Internacional de Normalización (*International Organization for Standardization*)

**ISA** – Sociedad Internacional de Automatización (*International Society of Automation*)

**ODS** – Objetivos de Desarrollo Sostenible

**OTRI** – Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación

**PLC** – Controlador Lógico Programable (*Programmable Logic Controller*)

## Simbología

**A** – Amperio

**°C** – Grados Celsius

**Hz** – Hertz (Hercios)

**kW** – Kilovatio

**mA** – Miliamperio

**Ω** – Ohm (Resistencia eléctrica)

**V** – Voltio

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Máquina Dosificadora de la línea 7</i> .....	8
Figura 2 <i>Modelo de máquina dosificadora</i> .....	8
Figura 3 <i>Sección de dosificado en línea de envase de media libra</i> .....	9
Figura 4 y 5 <i>Tablero antiguo ubicado en el área de dosificado línea 5 y tablero principal antiguo</i> .....	11
Figura 6 <i>Diagrama de conexión en CadeSimu</i> .....	13
Figura 7 <i>Tablero principal en este encontramos los equipos elegidos para el proceso de las diferentes líneas</i> .....	14
Figura 8 <i>Tablero de control situado en el área de proceso</i> .....	14
Figura 9 <i>Máquina dosificadora de Agua, aceite y proteína</i> .....	15
Figura 10 <i>PLC con diagrama de proceso</i> .....	16
Figura 11 <i>Diagrama en Cade Simu</i> .....	18
Figura 12 <i>Programación inscrita en el PLC</i> .....	19
Figura 13 <i>Arrancadores directos con bloques de conexión</i> .....	20

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Equipos utilizados en la línea de disificación</i> .....	7
Tabla 2 <i>Fases de pruebas y ajuste</i> .....	14

# Capítulo 1

## **1.1 Introducción**

La automatización industrial se ha convertido en un pilar fundamental para el desarrollo de procesos productivos más eficientes y sostenibles. En el marco de la modalidad dual en la carrera de Tecnología en Mecatrónica en la ESPOL, este proyecto se desarrolla en colaboración con una empresa líder en la industria alimentaria.

El propósito principal es implementar un sistema automatizado para las líneas de dosificación de agua, aceite y proteína en las líneas 5 y 7, lo que permitirá mejorar la eficacia operativa y garantizando una producción de alta calidad. Este trabajo aborda desde el diagnóstico del problema hasta la implementación de una solución tecnológica que cumpla con los estándares de la industria.

## **1.2 Descripción del Problema**

El tablero de control de las líneas 5 y 7 presentaba limitaciones tecnológicas debido a su antigüedad, lo que impactaba negativamente en la precisión y confiabilidad de la dosificación. Estas deficiencias generaban desperdicio de insumos, fallos frecuentes y dificultades para realizar un monitoreo en tiempo real. Además, su obsolescencia dificultaba la integración con nuevas tecnologías, lo que comprometía la capacidad de la empresa para adaptarse a las demandas del mercado.

## **1.3 Justificación del Problema**

La modernización del tablero de control es crucial para garantizar la sostenibilidad y eficiencia de los procesos productivos en empresa de enlatado de atún. Un sistema actualizado permitirá una dosificación precisa, reducirá el desperdicio de insumos y facilitará el monitoreo en tiempo real, optimizando los recursos y mejorando la calidad del producto final. Este proyecto no solo beneficia

a la empresa, sino que también contribuye al desarrollo académico y profesional al permitir la aplicación de conocimientos teóricos en un entorno real.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Implementar un sistema automatizado de dosificación para el envasado de atún enlatado, con el fin de una óptima precisión, la eficiencia operativa y el control de calidad, reduciendo errores humanos y desperdicios de recursos.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Automatizar el proceso de dosificación mediante el uso de tecnologías como sensores de peso y flujo, logrando la cantidad exacta de atún en cada lata, reduciendo la intervención humana y errores asociados al proceso manual.
2. Integrar un sistema de control avanzado basado en PLC (Controlador Lógico Programable) que permita la regulación en tiempo real de los parámetros del proceso de dosificación, mejorando la precisión y consistencia del llenado.
3. Implementar el tablero de control actualizado, asegurando su correcta funcionalidad y compatibilidad con las líneas de dosificación.
4. Analizar los resultados obtenidos, destacando las mejoras en términos de eficiencia operativa y reducción de errores.

## **1.5 Marco teórico**

La automatización industrial es una disciplina ampliamente estudiada a nivel global, con un impacto significativo en la mejora de procesos productivos en diversos sectores. Este proyecto se enmarca en la modernización de un tablero de control para optimizar las líneas de dosificación de agua, aceite y proteína en una planta de producción, alineándose con desarrollos tecnológicos recientes y normativas internacionales.

### ***1.5.1 Automatización y Control Industrial: Perspectiva Global***

A nivel internacional, la automatización ha sido adoptada como una solución integral para mejorar la eficiencia y la precisión en líneas de producción. Según un estudio de Khalil y Jones (2018), la integración de controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de monitoreo en tiempo real ha permitido a empresas de fabricación reducir los desperdicios en un 25% y aumentar la productividad en un 30%.

En Europa, iniciativas como "Industrie 4.0" en Alemania destacan la importancia de los sistemas automatizados para garantizar la competitividad global. Estos sistemas utilizan sensores inteligentes y redes de comunicación avanzadas para optimizar procesos y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real.

En América Latina, investigaciones como las de Gómez y Hernández (2020) en México han evidenciado cómo la actualización de tableros de control en líneas de envasado redujo los costos operativos en un 18%, mejorando además la trazabilidad del producto final.

### ***1.5.2 Obsolescencia Tecnológica en Sistemas Industriales***

La obsolescencia tecnológica es un problema recurrente en la industria fabricante, especialmente en regiones con acceso limitado a tecnología de punta. Según Pérez y Rodríguez (2019), la falta de actualización de equipos no solo reduce la eficiencia operativa, sino que también incrementa los riesgos de fallos críticos y dificulta la integración con sistemas modernos.

En un caso relevante, un proyecto realizado en una planta procesadora de alimentos en Brasil, descrito por Silva et al. (2021), modernizó un sistema de control basado en relés hacia un PLC con HMI integrado, logrando una mejora del 40% en la precisión de los procesos de dosificación. Este caso evidencia la importancia de la actualización tecnológica para mantener estándares competitivos.

### ***1.5.3 Estudios Nacionales sobre Automatización***

En Ecuador, el avance hacia la automatización ha sido más lento, pero no menos significativo. Un estudio realizado por Romero y Cedeño (2022) en una planta pesquera de Manabí destaca cómo la implementación de sistemas de dosificación automatizados redujo los tiempos muertos en un 22% y mejoró la calidad del producto final. Esto demuestra que la modernización de tableros de control es una necesidad imperativa para industrias locales que buscan posicionarse en el mercado internacional.

Otro ejemplo nacional es el proyecto de modernización de líneas de enlatado en una empresa alimentaria en Guayaquil. De acuerdo con Vásquez y Ortega (2021), la actualización de sistemas de control permitió implementar protocolos de comunicación como Modbus y Ethernet/IP, mejorando la integración de los sistemas de control y reduciendo costos operativos.

### ***1.5.4 Normativas Internacionales de Automatización***

El proyecto está fundamentado en normativas y estándares internacionales que garantizan la confiabilidad y seguridad de los sistemas automatizados:

- **IEC 61131-3:** Establece los lenguajes de programación estándar para PLC, permitiendo la interoperabilidad entre distintos sistemas.
- **ANSI/ISA-95:** Proporciona un marco para integrar sistemas empresariales con sistemas de control industrial.
- **ISO 13849-1:** Regula los aspectos de seguridad funcional en sistemas de control, garantizando que las operaciones sean seguras y confiables.

### ***1.5.5 Aplicación en la Dosificación Automatizada***

La dosificación precisa de líquidos y sólidos es un área crítica en la industria alimentaria. Según Torres y Medina (2020), los sistemas de dosificación automatizados equipados con sensores

de flujo y presión aseguran la uniformidad del producto y reducen el desperdicio de insumos. Estos sistemas también permiten un monitoreo constante y ajustes automáticos para mantener la calidad del producto.

En un estudio realizado en España, Álvarez y Sánchez (2019) documentaron cómo la modernización de líneas de dosificación en una planta de bebidas redujo las pérdidas de materia prima en un 15% y mejoró la consistencia del producto en un 25%. Este caso evidencia el impacto positivo de la automatización en procesos críticos.

### ***1.5.6 Línea de producción de planta procesadora de atún enlatado***

#### **Llenado de salmuera o aceite**

1. Las dimensiones generales del equipo son 4500x1050x2000mm
2. El soporte del equipo está hecho de tubo cuadrado de 40x40x2 y el transporte adopta la red de cadena transportadora de cadena de quilla.
3. La barandilla está hecha de acero redondo de acero inoxidable y hay 2 tanques de alimentación.
4. El llenado está controlado por una válvula de mariposa neumática, hay una bola flotante de nivel de líquido en el barril de material y la agitación adopta agitación neumática.
5. El tubo de llenado está controlado por una válvula de mariposa neumática, y la válvula de mariposa está controlada por un interruptor fotoeléctrico.
6. Todo el soporte está conectado mediante la bandeja receptora y la sopa sobrante se devuelve al tanque de reciclaje.
7. Diseño de transporte de ida y vuelta en forma de S. Llenado de sopa en la primera etapa y suplemento de sopa en la segunda etapa.

8. El reductor adopta una regulación de velocidad continua, la potencia es 0,55KWx2, 380V/50Hz.
9. El equipo está fabricado en acero inoxidable 304 a excepción del motor y la red de cadena.

### **Función que cumple**

La línea de producción en una planta procesadora de atún enlatado cumple una función fundamental en la transformación de la materia prima en un producto final listo para la comercialización. Su principal propósito es garantizar un proceso eficiente y estandarizado que cumpla con los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

Dentro de esta línea, se encuentran diversas etapas que incluyen el pretratamiento del atún, su dosificación en envases, el llenado con líquidos de cobertura como aceite o agua, el sellado, la esterilización y el etiquetado. En particular, el sistema de dosificación automatizado implementado en este proyecto optimiza el proceso de llenado, asegurando que la cantidad de líquido y proteína en cada lata sea precisa y uniforme.

Este sistema automatizado reduce el margen de error en la dosificación, minimiza los desperdicios y optimiza los tiempos de producción, lo que impacta positivamente en la eficiencia operativa de la planta. Además, la modernización del tablero de control facilita la integración con tecnologías más avanzadas, mejorando la trazabilidad del producto y reduciendo fallos en la línea de producción.

### 1.5.7 Equipos de línea de dosificado

El proceso de dosificación en la planta procesadora de atún enlatado requiere de diversos equipos que garanticen precisión y eficiencia en la distribución de los insumos dentro de las latas. Entre los principales equipos utilizados se encuentran motores eléctricos, guardamotores y contactores, los cuales permiten el control y regulación de los distintos componentes del sistema de dosificación.

A continuación, se presenta una tabla con los principales equipos utilizados en la línea de dosificado, detallando sus características:

**Tabla 1**

*Equipos utilizados en la línea de dosificación*

<b>EQUIPOS</b>	<b>MOTORES</b>	<b>GUARDAMOTORES</b>	<b>CONTACTORES</b>
<b>Banda de entrada</b>	Motor de 2 hp	GV2ME10 / 4-6.3 A	LC1D18
<b>Banda dosificado</b>	Motor de 2 hp	GV2ME10 / 4-6.3 A	LC1D18
<b>Bomba de Aceite</b>	Motor de 2 hp	GV2ME10 / 4-6.3 A	LC1D18
<b>Bomba de Agua</b>	Motor de 2 hp	GV2ME10 / 4-6.3 A	LC1D18
<b>Bomba de Proteína</b>	Motor de 2 hp	GV2ME10 / 4-6.3 A	LC1D18

Estos componentes trabajan en conjunto para garantizar que la dosificación de agua, aceite y proteína en las latas se realice de manera precisa y controlada. Gracias a la implementación del sistema automatizado, se optimiza la operación de estos equipos, reduciendo errores y mejorando la eficiencia del proceso.

**Figura 1**  
*Máquina Dosificadora de la línea 7*

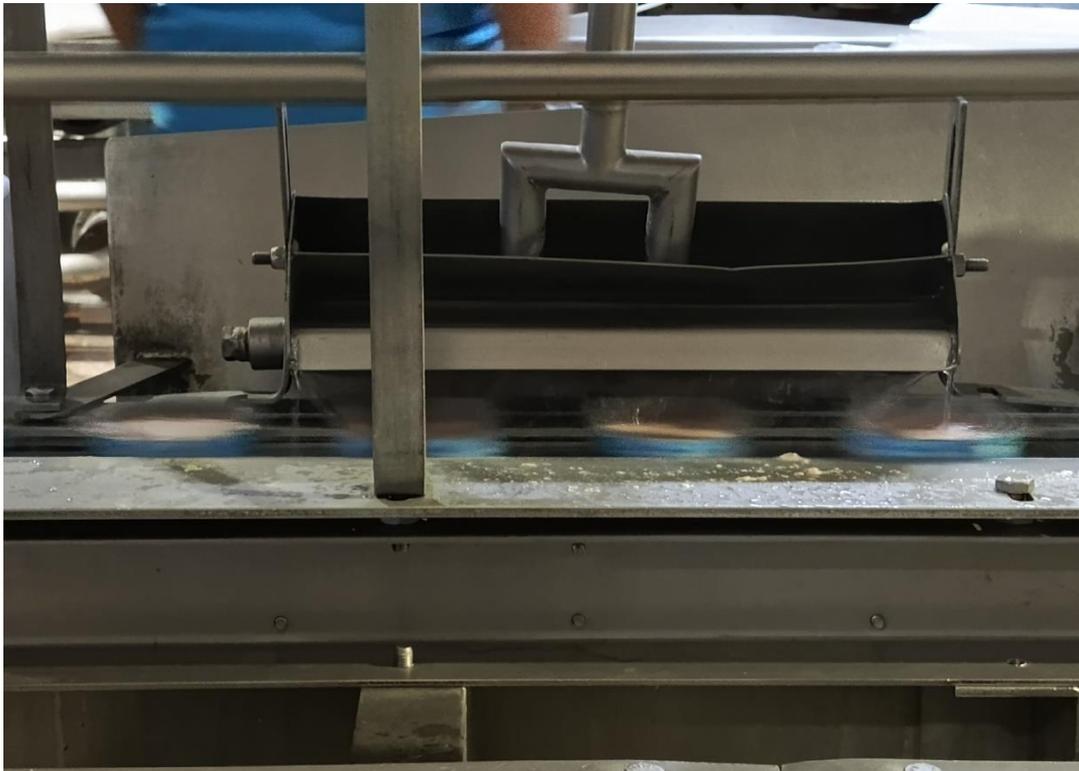


**Figura 2**  
*Modelo de máquina dosificadora*



*Nota:* la figura 1 y 2 representas los modelos de dosificadoras que existen en la planta Atunera

**Figura 3**  
*Sección de dosificado en línea de envase de media libra*



*Nota:* Área específica donde se observa el dosificado esta es la cascada del líquido (agua, aceite y proteínas) en este sistema de dosificado.

## **Capítulo 2**

## 2. Metodología.

### 2.1 Detalle del proceso de automatización de dosificado

En el proceso de empaque de atún consta de diferentes áreas, por lo tanto; para una mejor producción se realizó la automatización en la línea de dosificado para mejora de procesos.

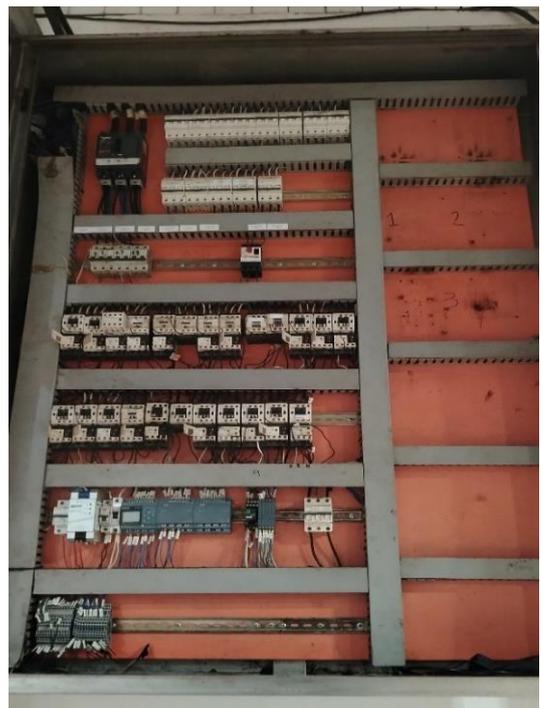
### 2.2 Retiro de tableros antiguos en líneas de dosificado

Se desmontó tablero de control antiguo, el cual no nos permitía la manipulación correcta de este sistema de dosificado. Por diferentes inconvenientes, tales como:

- Paros por fallas técnicas en el proceso.
- Desperdicio de insumos.
- Pérdida de tiempo en producción.
- Falta de automatización.

#### Figura 4 y 5

*Tablero antiguo ubicado en el área de dosificado línea 5 y tablero principal antiguo.*



## **2.3 Desarrollo del sistema automatizado de dosificación**

El proceso de automatización de la dosificación en la planta procesadora de atún enlatado se llevó a cabo mediante una serie de fases estructuradas que permitieron garantizar una implementación eficiente y efectiva. Inicialmente, se identificaron las principales deficiencias del sistema de dosificación existente, como la falta de precisión en el llenado y la obsolescencia del tablero de control. Posteriormente, se diseñó una solución basada en la integración de sensores, un PLC y un sistema de monitoreo en tiempo real, con el objetivo de mejorar la exactitud del dosificado y minimizar errores operativos.

A continuación, se detallan las fases metodológicas desarrolladas en la implementación del sistema automatizado:

### ***2.3.1 Fase de Análisis y Planificación***

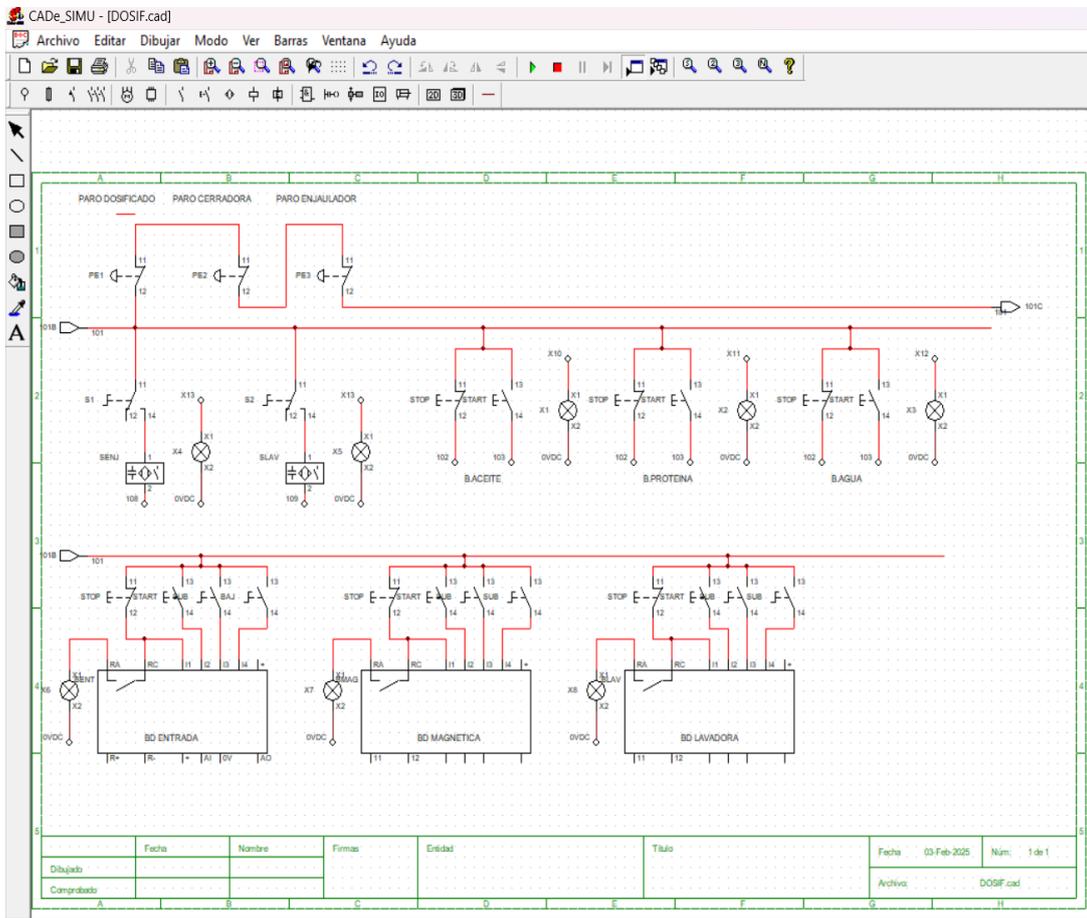
Se realizó la búsqueda de los requisitos técnicos y operativos del sistema, comprendiendo las necesidades específicas del proceso de producción.

Se revisó el proceso de dosificación en planta de producción, identificando los problemas y áreas de mejora implementando tableros nuevos de control y cambio al tablero principal. Establecimiento de las especificaciones del sistema automatizado, con una planificación de recursos y cronograma de ejecución.

Para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema, se ha desarrollado un esquema de control que integra diferentes dispositivos eléctricos y de automatización. El siguiente diagrama refleja la disposición de los elementos y su interconexión, facilitando la interpretación y futura implementación en software de simulación como Cadesimu. Su desarrollo responde a criterios de eficiencia energética, seguridad operativa y facilidad de mantenimiento, aspectos clave para garantizar la confiabilidad del sistema automatizado.

**Figura 6**

*Diagrama de conexión en CadeSimu*



### 2.3.2 Fase de implementación de Diseño del Sistema

Se diseñó de la arquitectura del sistema automatizado, incluyendo la integración de sensores de peso, flujo por lo tanto se eligen los equipos y componentes necesarios (sensores, PLC, contactores, guardamotores, breker, entre otros.).

Se desarrolló el software de control para el PLC, programando las variables y controles necesarios para la dosificación precisa con una interfaz de usuario para el monitoreo y control del sistema en tiempo real.

**Figura 7**

*Tablero principal en este encontramos los equipos elegidos para el proceso de las diferentes líneas*



**Figura 8**

*Tablero de control situado en el área de proceso*



### **2.3.3 Fase de Implementación y Construcción**

El proceso se desarrolló e instaló el sistema automatizado con sensores de peso y flujo en la línea de envasado gracias a la integración de un PLC, se configuran los softwares de control y pruebas preliminares de comunicación entre los componentes del sistema.

Instalación de la interfaz de usuario para que los operarios puedan monitorear y ajustar el proceso mediante la programación ubicada en el PLC con esta tenemos un rendimiento correcto.

### 2.3.4 Fase de Pruebas y Ajustes

¿Cómo se validó el sistema automatizado funciona correctamente y cumple con los requisitos de dosificación?

#### Figura 9

Máquina dosificadora de Agua, aceite y proteína



Tabla 2

Fases de prueba y ajustes

<i>Fase</i>	<i>Actividades</i>	<i>Resultados</i>
<i>Pruebas de Dosificación</i>	-Se realizo de pruebas de dosificación. -Registro y análisis de datos obtenidos.	- Dosificación precisa y consistente. - Identificación de posibles desviaciones.
<i>Ajuste de Parámetros</i>	-Calibración de sensores. - Ajuste de parámetros en el PLC. - Modificación de tiempos y flujos si es necesario.	- Parámetros óptimos configurados. - Reducción de errores en la dosificación.
<i>Pruebas de Integración</i>	- Verificación del funcionamiento del PLC y su comunicación con otros sistemas. - Simulación de escenarios de falla y recuperación.	- Integración sin errores. - Respuesta eficiente del sistema ante variaciones del proceso.

### 2.3.5 Fase de Evaluación y Optimización Continua

Se analizó el rendimiento del sistema y realizar ajustes para asegurar la mejora continua, monitoreo del desempeño del sistema a lo largo del tiempo, asegurando la eficiencia y la precisión en el proceso de dosificación. Para ellos debemos realizar verificaciones periódicas de los parámetros de operación y ajustes basados en el feedback de los operarios, por lo tanto, la

Propuestas de mejoras y actualización del sistema en función de la evolución de las necesidades de la planta y las tecnologías disponibles.

**Figura 10**  
*PLC con diagrama de proceso*



## Capítulo 3

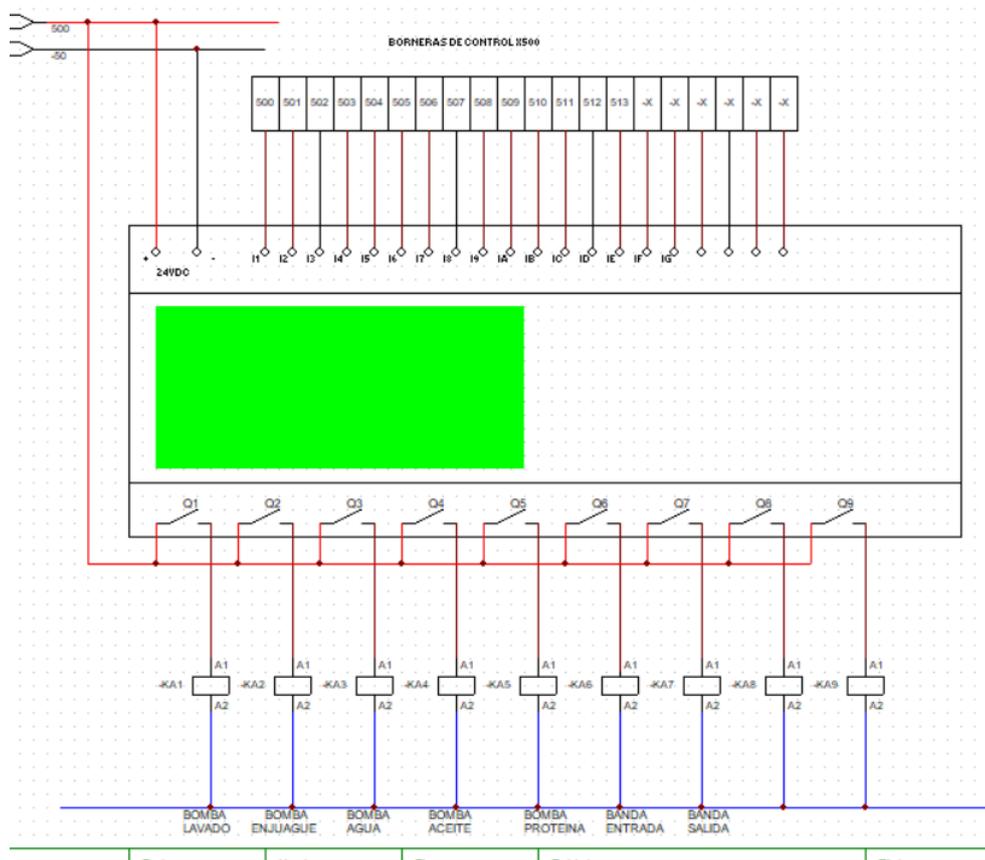
### 3. Resultados y análisis

A partir del desarrollo del sistema automatizado de dosificación para el envasado de atún, se lograron importantes avances en la optimización del proceso productivo, garantizando precisión, eficiencia y adaptabilidad a las necesidades de la planta.

#### 3.1 Análisis del Sistema

El análisis inicial permitió identificar las áreas críticas del proceso de dosificación, como la inconsistencia en la cantidad de producto dosificado y la falta de integración entre los componentes del sistema actual. La recopilación de requisitos técnicos y operativos permitió establecer especificaciones claras para el diseño del sistema, orientadas a resolver estas problemáticas mediante la automatización.

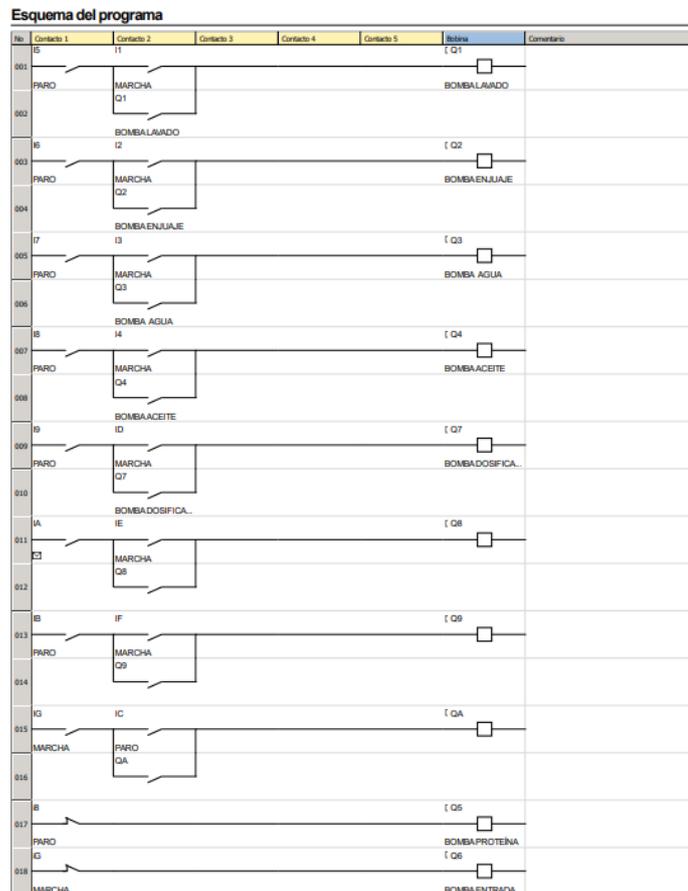
**Figura 11**  
*Diagrama en Cade Simu*



### 3.2 Desarrollo del Sistema

Se desarrolló un circuito eficiente que integró sensores de peso y flujo con un sistema de control basado en un PLC ajustando automáticamente las cantidades de producto en función de los parámetros programados, minimizando desperdicios, facilidad a la adaptación a diferentes formatos y tamaños de envases.

**Figura 12**  
Programación inscrita en el PLC



### 3.3 Implementación y construcción

La instalación de los componentes y su integración se realizaron de manera eficiente. Durante las pruebas preliminares, se verificó la comunicación entre sensores, lo que aseguró una operación sin interrupciones, mediante la creación del nuevo diagrama de programación.

**Figura 13**  
*Arrancadores directos con bloques de conexión*



### **3.4 Pruebas y Ajustes**

Las pruebas realizadas en condiciones reales de producción mostraron una mejora significativa en la precisión de la dosificación, con una variación mínima en el peso de los envases. Los ajustes realizados durante esta etapa permitieron, la Calibración de los sensores para evitar inconvenientes en producción, los sistemas de control funcionaron de manera integrada, eliminando errores en la línea.

### **3.5 Evaluación y Optimización Continua**

El monitoreo continuo permitió identificar áreas de mejora, como la necesidad de ajustar los parámetros de operación en función del tipo de producto o envase, así logramos el desempeño estable con la eficiencia deseada es así como se puede plantear propuestas de mejoras para este dosificado

### **3.6 Productividad**

La implementación del sistema automatizado de dosificación en las líneas de producción 5 y 7 de la planta procesadora de atún enlatado ha permitido optimizar significativamente el proceso de llenado, asegurando una mayor precisión en la cantidad de agua, aceite y proteína en cada envase.

Uno de los principales logros de este proyecto ha sido la reducción del margen de error en la dosificación, gracias a la integración de sensores de peso y flujo que garantizan la uniformidad en cada lata. Con este sistema, se ha minimizado la variabilidad en el llenado, lo que contribuye a mejorar la calidad del producto final y cumplir con los estándares establecidos en la industria alimentaria.

Asimismo, se ha evidenciado una disminución considerable en el desperdicio de insumos. Antes de la automatización, las imprecisiones en la dosificación generaban pérdidas de materia prima, afectando la eficiencia operativa y los costos de producción. La implementación del sistema automatizado ha permitido un uso más eficiente de los recursos, reduciendo las pérdidas y optimizando la rentabilidad del proceso productivo.

## **Capítulo 4**

## **4. Conclusiones y recomendaciones**

### **4.1 Conclusiones**

La automatización del proceso de dosificación en la producción de latas de atún representa una solución clave para mejorar la eficiencia, precisión y consistencia del envasado. La implementación de sistemas automáticos, como dosificadores volumétricos o de pesaje, transportadores controlados por sensores y electroválvulas que, garantiza que cada lata reciba la cantidad exacta de atún, optimizando la producción y reduciendo el margen de error humano.

El uso de tecnologías como los sensores de nivel no solo asegura un llenado adecuado, sino que también contribuye al control de calidad, evitando productos defectuosos o mal envasados. Asimismo, un sistema centralizado de control y monitoreo permite la supervisión en tiempo real del proceso y facilita la toma de decisiones rápidas ante posibles fallos o desviaciones.

A través de la integración de estos sistemas, el proceso de envasado no solo se hace más rápido y confiable, sino también más rentable, dado que se reduce el desperdicio de material y se optimiza el uso de recursos. Finalmente, con un enfoque en el mantenimiento predictivo y la automatización completa, la planta de envasado no solo mejora en términos operativos, sino también en su capacidad para adaptarse a futuros desafíos de producción.

Cada uno de los objetivos específicos planteados al inicio del proyecto ha sido alcanzado con éxito:

- Se logró mediante la implementación de sensores de peso y flujo, permitiendo un llenado exacto y reduciendo la intervención manual.
- Se implementó un controlador lógico programable que regula en tiempo real los parámetros del proceso de dosificación, asegurando la precisión y la estabilidad del sistema.

- Se reemplazó el sistema antiguo por un nuevo tablero compatible con las líneas de producción, facilitando la integración con tecnologías avanzadas y mejorando la operatividad del sistema.
- Se evidencia una mejora significativa en la eficiencia operativa, la reducción de errores y desperdicios, y el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos en la industria alimentaria.

Con estos logros, se confirma que la automatización de la línea de dosificación ha cumplido con los objetivos planteados, demostrando su efectividad y viabilidad dentro del proceso productivo de la planta.

## 4.2 Recomendaciones

Para asegurar que los logros obtenidos se mantengan y continúen mejorando, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Es fundamental que el equipo operativo reciba capacitación continua. Esto no solo les permitirá aprovechar al máximo las tecnologías implementadas, sino que también reducirá la dependencia de soporte externo y aumentará la autonomía del equipo. La formación constante es clave para un manejo eficiente del sistema automatizado.
- Es recomendable establecer un programa de mantenimiento preventivo que permita verificar regularmente el estado del sistema. Esto ayudará a detectar problemas antes de que se conviertan en fallas graves, asegurando que el proceso se mantenga funcionando sin interrupciones.
- Se debe realizar un análisis periódico de los parámetros de operación del sistema. Adaptar estos parámetros a las características de los productos y envases permitirá optimizar aún más el proceso y mantener la precisión en la dosificación.
- Es importante que todos los resultados obtenidos, así como los ajustes realizados en el sistema, sean cuidadosamente documentados. Esta documentación servirá para realizar análisis más profundos en el futuro, identificar tendencias y asegurar que se puedan hacer mejoras continuas en el proceso.
- Sería ideal evaluar la posibilidad de replicar esta tecnología en otras líneas de producción de la planta. De esta manera, no solo se mantendría la eficiencia en otras áreas, sino que también se podría lograr una estandarización de los procesos, lo que traerá mayores beneficios a largo plazo.

## 4.3 Referencias

### 4.3.1 Libros y artículos científicos.

- Khalil, M., y Jones, T. (2018). *Sistemas avanzados de automatización industrial: optimización y control*. Springer.
- Gómez, R., & Hernández, L. (2020). "Optimización del control de dosificación en la industria pesquera". *Revista de Ingeniería y Tecnología Industrial*, 35(2), 89-102.
- Pérez, J., & Rodríguez, M. (2019). *Obsolescencia tecnológica y modernización de procesos industriales*. McGraw-Hill.
- Silva, A., et al. (2021). "Mejoras en la precisión de la dosificación en plantas de alimentos mediante controladores PLC". *Revista de Automatización Industrial*, 28(4), 123-138.
- Romero, C., & Cedeño, P. (2022). "Automatización en plantas pesqueras en Ecuador: Impacto en la eficiencia operativa". *Revista de Ingeniería Aplicada*, 21(3), 77-90.
- Vásquez, D., & Ortega, E. (2021). "Actualización de sistemas de control en la industria alimentaria". *Revista de Ingeniería Industrial*, 19(1), 45-61.

### 4.3.2 Normativas aplicadas en el proyecto.

- **IEC 61131-3**.- Lenguajes de programación estándar para Controladores Lógicos Programables (PLC).
- **ANSI/ISA-95**.- Integración de sistemas empresariales con sistemas de control industrial.
- **ISO 13849-1**.- Seguridad funcional en sistemas de control automatizados.

### 4.3.3 Tesis y trabajos de grado

- Álvarez, S., & Sánchez, M. (2019). *Implementación de un sistema de dosificación automatizada en una planta de bebidas*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid].

- Torres, P. y Medina, R. (2020). *Monitoreo y optimización de procesos de dosificación en la industria alimentaria*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería].

#### **4.3.4 Fuentes en línea y bases de datos**

- Ministerio de Producción del Ecuador. (2021). *Regulaciones para la automatización en la industria alimentaria*. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec>
- Instituto Nacional de Normalización. (2022). *Estándares de automatización en la industria pesquera*. Disponible en: <https://www.normas.gob.ec>