



## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA**

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PLC PARA MEJORAR EL  
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO ADULTO-1 EN  
MOLINO LA PERLA S.A.C.

**Línea de investigación:  
Sistemas eléctricos y electrónicos**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico

### **Autor**

Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso

### **Asesor**

Casas Miranda, Roberto José María

ORCID: 0000-0002-2648-167X

### **Jurado**

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Pastor Castillo, José Enrique

**Lima - Perú**

**2025**



# Implementación de un sistema de control PLC para mejorar el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en molino la perla S.A.C.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
3	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="https://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
5	Fernando Cebrián, Francisco Carroquino, Ignacio Pedrinaci. "Mandibular Rotated Pediculated Flap: A Technique to Increase Peri-Implant Mucosa Thickness", Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2025 Publicación	<1%
6	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe:8080">repositorio.unfv.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1%
8	Gutiérrez R., Jorge E.. "Competencias Ambientales Desde la Economía Circular Con el ATE "Educación en Tecnología Hacia Una Economía Circular" para Estudiantes de Grado Octavo del Colegio Rufino José Cuervo Bogotá D.C", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), 2024 Publicación	<1%
9	<a href="https://pyme.lavoztx.com">pyme.lavoztx.com</a> Fuente de Internet	<1%



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA**

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PLC PARA MEJORAR EL  
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO ADULTO-1 EN  
MOLINO LA PERLA S.A.C.

Línea de Investigación:  
Sistemas Eléctricos y Electrónicos

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico

**Autor:**

Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso

**Asesor:**

Casas Miranda, Roberto José María

ORCID: 0000-0002-2648-167X

**Jurado:**

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Pastor Castillo, José Enrique

Lima - Perú

2025

## Índice

Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Formulación y descripción del problema.....	2
1.1.1 Problema general .....	4
1.1.2 Problemas específicos .....	4
1.2    Antecedentes .....	4
1.2.1 Antecedentes internacionales.....	4
1.2.2 Antecedentes nacionales .....	6
1.3    Objetivos .....	8
1.3.1 Objetivo general .....	8
1.3.2 Objetivos específicos .....	8
1.4    Justificación .....	9
1.5    Hipótesis .....	10
1.5.1 Hipótesis general.....	10
1.5.2 Hipótesis específicas .....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	11
2.1.    Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	11
2.1.1 Teoría de la automatización industrial .....	11
2.1.2 Teoría de Control de Procesos .....	12
2.1.3 Teoría de la Productividad y Producción .....	14
2.1.4 Teoría de la Mejora Continua .....	15
2.1.5 Teoría de la Gestión de la Calidad Total.....	15
2.1.6 Teoría de la Ingeniería de Control y Sistemas Dinámicos.....	16

2.1.7	Sistema de Control PLC.....	17
2.1.8	Sistema de Control PLC.....	19
2.2	Proceso de Producción.....	20
2.2.1	Estilos del Proceso de producción.....	21
2.2.2	Dimensiones del Proceso de Producción .....	23
III.	MÉTODO .....	25
3.1	Tipo de investigación.....	25
3.1.1	Enfoque de la investigación .....	25
3.1.2	Diseño de la investigación .....	25
3.2	Ámbito temporal y espacial .....	26
3.3	Variables .....	26
3.3.1	Definición conceptual de la variable: Sistema de Control PLC.....	26
3.3.2	Definición conceptual de la variable: Proceso de Producción .....	26
3.3.3	Operacionalización de las variables .....	27
3.4	Población y muestra.....	28
3.4.1	Población.....	28
3.4.2	Muestra.....	28
3.5	Instrumentos.....	29
3.5.1	Validez de los instrumentos de medición de las variables.....	30
3.5.2	Confiabilidad de los instrumentos de medición de las variables .....	30
3.5.3	Estrategias de prueba de hipótesis.....	33
3.6	Procedimientos.....	33
3.7	Análisis de datos .....	33
3.8	Consideraciones éticas .....	34
IV.	RESULTADOS .....	36

4.1	Propuesta sobre la aplicación de SCADA como un sistema integrado y control PLC para la gestión de procesos .....	36
4.1.1	Descripción del proceso .....	36
4.1.2	Transportes helicoidales .....	37
4.1.3	Verificación de compuertas.....	37
4.1.4	Asignación de tolvas .....	38
4.1.5	Selección de receta .....	38
4.1.6	Pesaje secuencial .....	39
4.1.7	Verificación de la mezcladora.....	40
4.1.8	Descarga a la mezcladora.....	40
4.1.9	Cierre de compuertas.....	41
4.1.10	Reinicio del pesaje .....	42
4.1.11	Ciclo de mezcla .....	42
4.1.12	Descarga de aceite .....	43
4.1.13	Fin del ciclo.....	43
4.1.14	Reportes.....	44
4.1.15	Integración con Scada .....	44
4.2	Resultados descriptivos.....	44
4.2.1	Estadísticos descriptivos de la dimensión eficacia de acuerdo a su indicador (Porcentaje de productos no defectuosos).....	44
4.2.2	Estadísticos descriptivos de la dimensión eficiencia de acuerdo a su indicador (Porcentaje de optimización temporal) .....	46
4.3	Resultados Inferenciales .....	48
4.3.1	Pruebas de Normalidad .....	48
4.3.2	Prueba de Hipótesis .....	49

4.3.3 Prueba de Hipótesis Específica 2 .....	50
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	52
VI. CONCLUSIONES .....	54
VII. RECOMENDACIONES .....	56
VIII. REFERENCIAS .....	57
IX. ANEXOS .....	63

## Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de la variable independiente: Sistema de control PLC .....	27
Tabla 2 Validez del instrumento mediante juicio de expertos .....	30
Tabla 3 Porcentaje de productos no defectuosos a nivel de Pretest y Postest.....	45
Tabla 4 Porcentaje de optimización temporal a nivel de Pretest y Postest .....	46
Tabla 5 Prueba de Normalidad según la muestra.....	49
Tabla 6 Prueba de T-Student para muestras relacionadas de la dimensión eficacia ....	50
Tabla 7 Prueba de T-Student para muestras relacionadas de la dimensión eficiencia.	51

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Esquema de un Sistema de Automatización Industrial Básico .....	12
<b>Figura 2</b> Ejemplo de Automatización en el Control de Procesos Industriales.....	14
<b>Figura 3</b> Gestión de la Calidad Total .....	16
<b>Figura 4</b> Diagrama Modelo del uso de Sistemas de Control PLC .....	19
<b>Figura 5</b> Diseño metodológico de la investigación.....	26
<b>Figura 6</b> Validez y Confiabilidad.....	31
<b>Figura 7</b> Nivel de Confiabilidad .....	32
<b>Figura 8</b> Correlación de Pearson.....	32
<b>Figura 9</b> Diseño esquemático de la propuesta a implementarse .....	36
<b>Figura 10</b> Proceso: Pesaje en tolva báscula .....	37
<b>Figura 11</b> Transportadores helicoidales .....	37
<b>Figura 12</b> Verificación de compuertas.....	38
<b>Figura 13</b> Asignación de tolvas .....	38
<b>Figura 14</b> Selección de receta .....	39
<b>Figura 15</b> Pesaje secuencial .....	39
<b>Figura 16</b> Verificación de la mezcladora .....	40
<b>Figura 17</b> Descarga a la mezcladora .....	41
<b>Figura 18</b> Cierre de compuertas.....	41
<b>Figura 19</b> Reinicio del pesaje.....	42
<b>Figura 20</b> Ciclo de mezcla .....	42
<b>Figura 21</b> Descarga de aceite .....	43
<b>Figura 22</b> Fin del ciclo .....	43
<b>Figura 23</b> Reportes.....	44

<b>Figura 24</b> Niveles de la dimensión eficacia basado en el indicador (porcentaje de productos no defectuosos) a nivel de pretest y postest .....	46
<b>Figura 25</b> Niveles de la dimensión eficiencia basado en el indicador (porcentaje de optimización temporal) a nivel de pretest y postest .....	48

## Resumen

La tesis “Implementación de un sistema de control PLC para mejorar el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en Molino La Perla S.A.C.” tuvo como objetivo optimizar el proceso productivo mediante la automatización con PLC, debido a problemas de demoras, errores humanos y variabilidad en la calidad que afectaban la eficiencia y rentabilidad de la empresa. Para ello, se diseñó e implementó un sistema automatizado con sensores, actuadores y una interfaz HMI, que permitió controlar con precisión las etapas de dosificación, mezcla y empaquetado. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y un diseño pre-experimental, comparando mediciones antes y después de la intervención. Se trabajó con una muestra de 24 registros de producción durante tres meses. Las variables analizadas fueron la eficacia, medida como el porcentaje de productos no defectuosos, y la eficiencia, asociada a la optimización del tiempo de producción. Los resultados mostraron mejoras significativas: la eficacia aumentó de 59.7% a 85.7% y se redujeron considerablemente los tiempos de operación. Estos resultados fueron validados mediante la prueba de Wilcoxon ( $p = 0.000$ ). Además, se evidenció una mejora en el ambiente laboral, la supervisión y la toma de decisiones, gracias a la generación de reportes automáticos y la trazabilidad del proceso. Se concluye que la automatización con PLC tuvo un impacto positivo en la productividad, calidad y competitividad de Molino La Perla S.A.C.

*Palabras clave:* sistema de control PLC, flexibilidad, proceso de producción, Eficiencia, Eficacia

### **Abstract**

The thesis “Implementation of a PLC control system to improve the adult-1 balanced feed production process at Molino La Perla S.A.C.” aimed to optimize the production process through PLC automation, due to problems with delays, human error, and variability in quality that affected the company's efficiency and profitability. To this end, an automated system with sensors, actuators, and an HMI interface was designed and implemented, allowing for precise control of the dosing, mixing, and packaging stages. The research took a quantitative approach and a pre-experimental design, comparing measurements before and after the intervention. A sample of 24 production records was used over a period of three months. The variables analyzed were effectiveness, measured as the percentage of non-defective products, and efficiency, associated with the optimization of production time. The results showed significant improvements: effectiveness increased from 59.7% to 85.7% and operating times were considerably reduced. These results were validated using the Wilcoxon test ( $p = 0.000$ ). In addition, there was evidence of improvement in the work environment, supervision, and decision-making, thanks to the generation of automatic reports and process traceability. It is concluded that automation with PLC had a positive impact on the productivity, quality, and competitiveness of Molino La Perla S.A.C.

*Keywords:* PLC control system, flexibility, production process, Efficacy , Efficiency

## I. INTRODUCCIÓN

Este estudio investigó los requisitos operativos y de productividad de Molino La Perla S.A.C., que es la empresa para este proyecto, para mejorar el proceso de producción de alimento balanceado para adultos-1 con el sistema de control PLC (Controlador Lógico Programable). El objetivo de este marco es aumentar la eficiencia operativa, mejorar la productividad y garantizar la calidad del producto, lo cual es crítico para la rentabilidad y competitividad de la organización. Para esta parte, se llevó a cabo un análisis situacional en el área de producción donde se descubrieron los principales problemas que afectan la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado. Por ejemplo, el control de fallos en el dosificado, mezclado y empaquetado provocó retrasos, inconsistencias en la calidad, aumento de los costos operativos y reducción de la capacidad de producción, lo que afectó las ganancias, por lo tanto, la pérdida de márgenes.

Los problemas eran evidentes a partir del tiempo de ciclo y la cantidad de producto final y eran perjudiciales para la rentabilidad de la empresa. Se desarrolló e implementó un sistema de control PLC, personalizado para las necesidades específicas de Molino La Perla S.A.C., para automatizar las diversas etapas del proceso de producción y superar estos aspectos. No se trataba solo de mejorar la eficiencia de la planta y prevenir el tiempo de inactividad de la planta y los errores humanos; se buscaba minimizar el tiempo de producción, asegurar alta calidad del alimento balanceado y al mismo tiempo reducir los costos operativos.

La implementación del sistema PLC con la línea de producción también marca un paso importante hacia el aumento de la competitividad y viabilidad económica de la empresa. El estudio descrito está organizado en varias estructuras de capítulos. El Capítulo Uno consta del problema y la descripción y formulación del problema. La investigación previa sobre el tema también se menciona en este capítulo (tanto a nivel internacional como nacional). Finalmente, se proporciona la discusión de la importancia del estudio, las limitaciones del estudio, la

determinación de sus objetivos y las hipótesis propuestas que informarían la realización de la investigación. El Capítulo II trata del marco teórico, incluidas las bases teóricas correspondientes a las dos variables. El Capítulo III discute el método de estudio, como el enfoque, tipo y diseño del estudio, así como la población y muestra. Se discute la operacionalización de variables, los instrumentos utilizados, los métodos empleados y el análisis de los datos obtenidos. Los resultados obtenidos después del procesamiento se presentan en el Capítulo IV, que dio lugar al contenido de los Capítulos V, VI y VII, que, a su vez, fueron donde se discutieron los resultados y seguidos por la conclusión y recomendaciones.

### **1.1 Formulación y descripción del problema**

La producción avícola ha experimentado una industrialización global y su crecimiento está en línea con el crecimiento de la población nacional, el aumento del poder adquisitivo y la urbanización. En el contexto de los países ricos y pobres, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), la producción de pollo se considera un medio crucial para la nutrición y la generación de ingresos. Las instalaciones de procesamiento avícola en Perú también están evolucionando para cubrir el mercado con marcas, ejecución de estándares de calidad y cría. A nivel nacional, según el Sistema Integrado de Estadísticas Agrícolas (SIEA, 2022), las granjas de pollos están concentradas a lo largo de la costa y cerca de los consumidores primarios. Es un contribuyente importante al Valor Bruto de la Producción Agrícola, ya que es clave para obtener alimentos (como pollo y huevos). Muchos procesos de la avicultura involucran una serie de pasos técnicos, incluyendo el monitoreo genético, la cría y la comercialización, y representan el 26.9% (2022) del valor bruto de la producción agrícola.

La avicultura es una industria significativa relacionada con la alimentación y la seguridad, siendo la principal fuente de proteína animal. A nivel nacional y regional, es el

sector principal de suministro de alimentos, con el aumento de los costos de los piensos afectando los costos de insumos, especialmente el maíz y la soja, pero la industria sigue siendo el principal proveedor de proteína animal en el país. Como fuente de proteína animal a gran escala, la industria avícola posee el requisito fundamental de tener una alimentación adecuada para los resultados de producción anticipados. Los controladores lógicos programables (PLC) son ahora indispensables para modernizar el sector avícola, en particular enfocados en optimizar el consumo de alimento.

Según Jara y Guzmán (2023) hacer eficiente el alimento es clave para controlar los costos de producción avícola que han aumentado enormemente y, por lo tanto, han impactado la rentabilidad de la industria. La adopción de tecnologías avanzadas, incluyendo la automatización de PLCs, permite un monitoreo controlado y una cadena de suministro de alimentos optimizada para una mejor distribución del alimento y la correcta ingesta y entrega nutricional, trazabilidad, análisis de datos en tiempo real y más. La ausencia de tecnología en esta área del mundo resultó en el debilitamiento de la industria avícola en las décadas de 1950 y 1960. Esta situación comenzó a cambiar en la década de 1990 cuando la introducción de servicios de ingeniería junto con estas nuevas tecnologías permitió el desarrollo de razas de alta productividad y mejoró la producción, lo que aumentó significativamente la eficiencia de la producción y las ganancias resultantes (Romero, 2023).

Sin embargo, la adopción de tecnologías de automatización sigue siendo insuficiente. La modernización de los sistemas de alimentación avícola mediante el uso de PLC puede ser un factor decisivo para optimizar la operación, reducir costos y mejorar el equilibrio nutricional necesario para la producción avícola, haciendo que el sector no solo sea más rentable, sino también más sostenible. En ese sentido es necesario plantearse la siguiente pregunta de investigación; Cómo influye la implementación de un sistema de control PLC en la mejora del proceso de producción de alimento balanceado adulto<sup>1</sup> en la empresa Molino La Perla S.A.C.

### ***1.1.1 Problema general***

- ¿En qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.?

### ***1.1.2 Problemas específicos***

- ¿En qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficacia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.?
- ¿En qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.?

## **1.2 Antecedentes**

### ***1.2.1 Antecedentes internacionales***

Cuantitativamente, los resultados generales indicaron una reducción notable del tiempo de operación, completándose durante un ciclo de lavado promedio de 27 minutos, mientras que el ahorro de agua ascendió al 15% en comparación con los métodos convencionales. Además, el sistema ha optimizado recursos, mejorado la interacción operativa y se ha demostrado que es una solución eficiente y adaptable para procesos industriales, sirviendo como base efectiva para futuras aplicaciones de automatización. Esta investigación, que Pérez (2023) llevó a cabo, buscó diseñar y desplegar un sistema de control a escala industrial para un biorreactor diseñado para la producción de etanol. La metodología se basó en el desarrollo de un gemelo digital del proceso basado en modelos no lineales y lineales ajustados en MATLAB y Simulink. Luego, las estructuras de control se llevaron a cabo dentro de un PLC industrial con el software CODESYS, y se diseñó un sistema SCADA utilizando IGSS para la monitorización y operación. Los resultados producidos mostraron un control eficiente de los parámetros clave

del proceso, controlando el volumen del reactor a 1000 L y estabilizando la temperatura interna a 29.57 °C y la concentración de etanol a 12.51 g/L. Como conclusión, el sistema propuesto optimizó el rendimiento del biorreactor, mejorando la eficiencia y la calidad de la producción de etanol, además de ser escalable para aplicaciones industriales similares.

Ponce y Solano (2024) establecen como objetivo principal de su investigación el implementar un sistema de control y monitoreo en el proceso de purificación de agua embotellada utilizando un PLC. La metodología incluyó la automatización de las etapas del proceso, la programación de un controlador PID en TIA Portal para regular el nivel del tanque, y el desarrollo de una interfaz HMI para la supervisión y generación de alertas en tiempo real. Como resultados cuantitativos, se logró mantener un nivel de llenado del tanque con una precisión superior al 80 %, reduciendo la variabilidad del proceso y mejorando la eficiencia energética, al registrar una corriente de arranque de 11.93 A y de funcionamiento de 6.9 A en las bombas principales. En conclusión, la implementación del sistema mejoró significativamente la calidad y consistencia del agua purificada, optimizó los recursos operativos y aumentó la capacidad de respuesta ante fallos en la planta de tratamiento.

Flores et al. (2020) propusieron como finalidad primordial de su estudio el diseño y poner en práctica un sistema de control y vigilancia que se base en HMI y PLC para la automatización de una máquina utilizada para cortar de manera horizontal bloques de esponja, la cual se emplea en la producción de colchones. La metodología incluyó el desarrollo de un algoritmo de control programado en lenguaje Ladder Diagram mediante el software Proficy Machine Edition, así como la integración de sensores tipo encoder, módulos de comunicación Ethernet y actuadores para el desplazamiento de la sierra y la plancha de esponja. Los resultados cuantitativos mostraron una reducción significativa en el desperdicio de materia prima, con un margen de error en el corte menor al 2 % y un incremento del 40 % en la capacidad de producción. Como conclusión, el sistema mejoró la precisión, la eficiencia y la

calidad del proceso de corte, optimizando los recursos y facilitando la operación a través de una interfaz intuitiva.

Pinta y Nincacuri (2021) realizaron un trabajo investigativo, cuyo objetivo general fue diseñar e implementar un sistema de control y mantenimiento preventivo remoto para una línea de producción industrial que integra los procesos de mezclado, dosificación y transporte. La metodología incluyó la configuración y programación de tres PLCs Schneider (un Modicon M241CE40R y dos M221CE16T), conectados a través de la pasarela industrial EWON Flexy 205, y el desarrollo de una interfaz humano-máquina (HMI) en el software Lookout de National Instruments. Los resultados cuantitativos demostraron una reducción del tiempo de respuesta de mantenimiento preventivo en un 30 % y una mejora del 20 % en la eficiencia operativa, con tiempos de comunicación remota promedio de 1.5 segundos. Como conclusión, el sistema permitió monitorear y controlar los procesos en tiempo real desde ubicaciones remotas, optimizando recursos y reduciendo paradas imprevistas en la línea de producción.

### ***1.2.2 Antecedentes nacionales***

Rojas (2023) planteó como objetivo general de su investigación el implementar un sistema automatizado para la dosificación de aditivos en la producción de cemento, optimizando la eficiencia del proceso y reduciendo errores humanos. La metodología consistió en la instalación de bombas dosificadoras y flujómetros conectados a un sistema PLC con supervisión mediante SCADA, permitiendo el control en tiempo real de los parámetros del proceso. Los resultados cuantitativos mostraron una precisión en la dosificación de  $\pm 1.5$  % en el flujo de aditivos y una mejora del 12 % en el rendimiento energético del molino de cemento al emplear el aditivo SikaGrind ML 2022-002. Como conclusión, la implementación del sistema mejoró significativamente la calidad del producto final, redujo costos operativos y aumentó la productividad, evidenciando el impacto positivo de la automatización en la industria cementera.

Perez (2020), en su investigación, estableció como objetivo principal el proponer e implementar un sistema automatizado en la línea de producción de velas para eliminar reprocesos y mejorar la productividad de la empresa. La metodología incluyó el diseño del sistema en software CAD, la programación del PLC TM241CE40R utilizando SoMachine y la integración de una interfaz HMI para supervisión y control. Los resultados cuantitativos mostraron un incremento en la productividad del 30 % al 95.19 %, una reducción del porcentaje de saturación del operario en 3.95 % y la eliminación de reprocesos, evitando pérdidas económicas significativas. Además, se evidenció una rentabilidad del 22 %, con un valor actual neto (VAN) de S/. 89,315 en un plazo de cinco años y un periodo de recuperación de la inversión de dos años y ocho meses. En conclusión, el sistema automatizado optimizó los procesos, mejoró la calidad del producto final y resultó ser una inversión viable y rentable para la empresa.

Ayala (2022), en su investigación, estableció como objetivo general el diseñar e implementar un sistema de control distribuido (SCD) para integrar equipos de diferentes marcas en plantas multipropósito del Laboratorio de Automatización de UTEC, utilizando un servidor OPC para la comunicación entre dispositivos. La metodología incluyó el diseño de arquitecturas de red para equipos Siemens y Rockwell, la programación de estrategias de control como el control de razón, en cascada y descentralizado, y el desarrollo de una interfaz SCADA para supervisar y controlar las plantas. Los resultados mostraron que el SCD permitió supervisar y monitorear simultáneamente procesos de diferentes marcas, logrando precisiones del 95 % en el control de nivel y un error máximo del 0.5 % en la adquisición de datos de flujo. Como conclusión, el sistema mejoró significativamente la eficiencia operativa y la integración de equipos heterogéneos, estableciendo un modelo funcional para aplicaciones académicas e industriales.

Rodríguez (2024) estableció como objetivo principal de su investigación implementar un sistema de visualización y control de temperatura para automatizar e incrementar la producción de productos lácteos en una empresa ubicada en la ciudad de Comas, Lima, Perú. La metodología empleada incluyó el diseño e integración de un PLC Siemens S7-1200 con una interfaz HMI para controlar y monitorear el proceso, con fases automáticas para pasteurización, enfriamiento y fermentación, utilizando la técnica de control PID. Los resultados cuantitativos demostraron un aumento en la capacidad de producción diaria de 20 litros a 80 litros, reduciendo las horas de trabajo de 18 a 13 horas diarias, y logrando un control de temperatura preciso en el rango de 42-45 °C durante el proceso de fermentación. En conclusión, el sistema automatizado permitió optimizar los recursos, optimar la eficacia del proceso y garantizar la calidad del producto final, contribuyendo al crecimiento sostenible de la empresa.

### **1.3      Objetivos**

#### ***1.3.1      Objetivo general***

- Determinar en qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino la Perla S.A.C.

#### ***1.3.2      Objetivos específicos***

- Determinar en qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficacia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.
- Determinar en qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

## 1.4 Justificación

La fundamentación de este proyecto se basa en la necesidad urgente de optimizar los procesos de producción en Molino La Perla S.A.C., específicamente en la fabricación de alimento balanceado adulto-1. Un sistema de control PLC (Controlador Lógico Programable) puede ser una solución para diversos problemas operativos y estratégicos que afectan la operación y rentabilidad de la planta. El método de producción actual está plagado de desafíos como altos tiempos de inactividad, errores humanos, fluctuaciones en la calidad final del producto terminado, lo que afecta significativamente la economía y competitividad de la organización.

Como el objetivo de la automatización a través de un PLC es aumentar la precisión y el control en cada paso de la producción, desde la dosificación de ingredientes hasta el empaquetado del producto terminado, el resultado final está destinado a lograr la máxima precisión. Esta solución abrirá el camino para la optimización del flujo de trabajo, reducirá el tiempo de ciclo, disminuirá el desperdicio y, por lo tanto, logrará una mejora considerable en los gastos operativos (Opex). Mientras tanto, el sistema PLC proporcionará monitoreo continuo, garantizando así un proceso más confiable y estandarizado que conducirá directamente a un aumento en la calidad de la productividad del producto alimenticio balanceado.

El sistema PLC también mejorará la capacidad de respuesta rápida y bajo demanda de la planta al minimizar el tiempo de procesamiento y entrega, un atributo importante en un entorno empresarial caracterizado por una feroz competencia. Además, la automatización conduciría a una mayor precisión en lograr una mezcla exacta de ingredientes para cumplir con los estándares nutricionales y de calidad de la industria alimentaria. Por lo tanto, para este propósito, el sistema PLC ayudará no solo a un mejor rendimiento del proceso interno de la

planta, sino también a mejorar la posición en el mercado de Molino La Perla S.A.C., para aumentar la rentabilidad y la capacidad de entrega.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 *Hipótesis general***

- La puesta en marcha de un sistema de control PLC optimiza el proceso de manera significativa de la producción de alimento balanceado adulto-1 en la compañía Molino La Perla S.A.C.

### **1.5.2 *Hipótesis específicas***

- La eficacia mejora notablemente con la puesta en marcha de un sistema de control PLC del proceso de elaboración de alimento balanceado adulto-1 en la compañía Molino La Perla S.A.C.
- La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1 *Teoría de la automatización industrial*

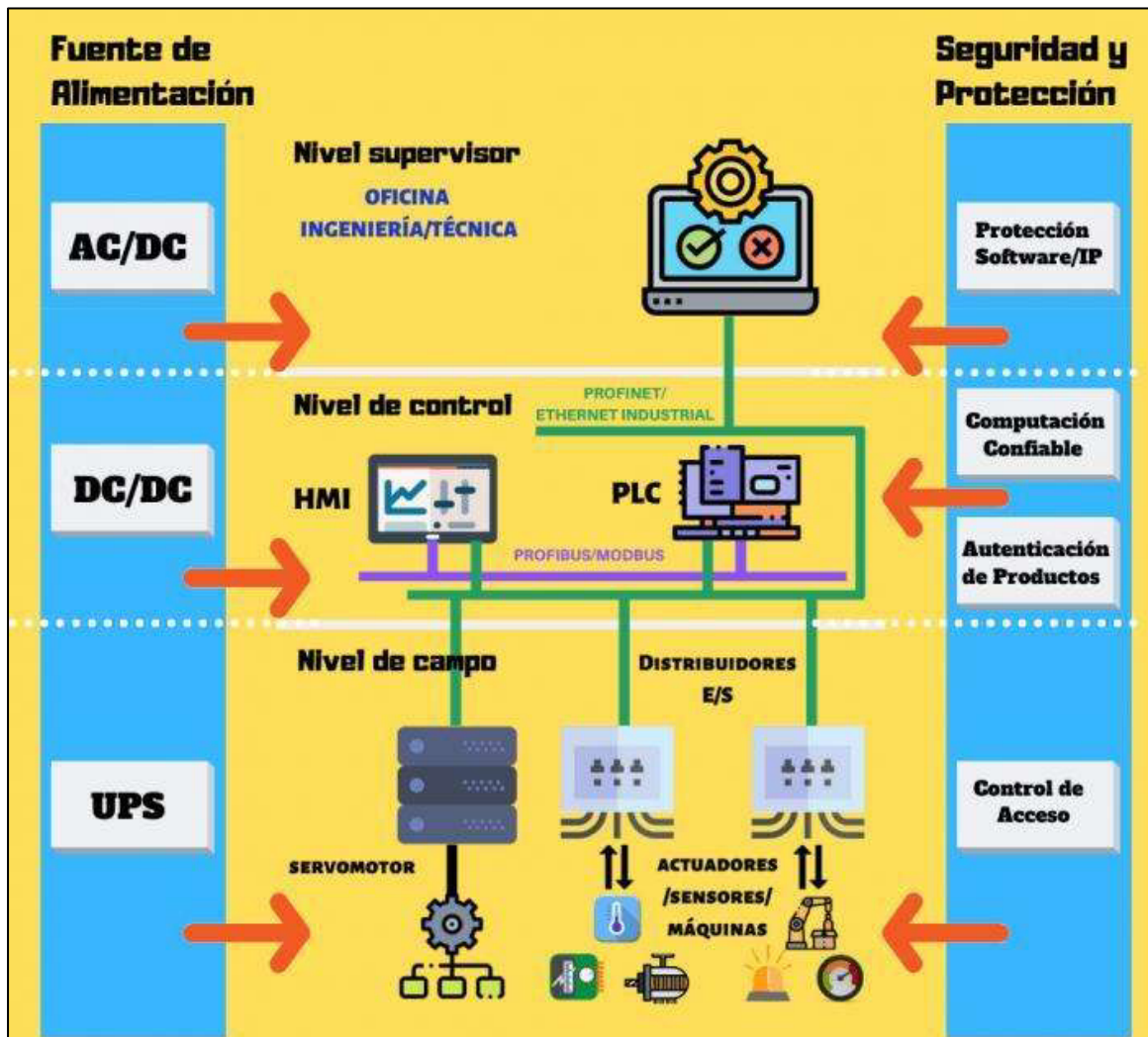
En el corazón de esta teoría está la perspectiva de reemplazar la acción humana directa con sistemas automatizados que controlan y supervisan la fabricación, producción o cualquier procedimiento industrial. Esto abarca desde el diseño y control de maquinaria hasta la integración de sistemas complejos como robots industriales, sensores, actuadores y sistemas de control de procesos (Zapata et al., 2021).

Alcocer et al. (2020) señalan que la metodología de la automatización industrial es un marco de procedimientos y prácticas estructuradas para implementar sistemas automatizados en cualquier tipo de entorno industrial. La metodología consta de varias fases desde la fase de diseño preliminar hasta la puesta en marcha del sistema de automatización. En la fase inicial, se eligen las mejores tecnologías como controladores lógicos programables (PLC), sensores, actuadores y sistemas de comunicación. Luego, incorporamos estos a los sistemas de producción existentes para maximizar la eficiencia, precisión y flexibilidad de la funcionalidad industrial.

Desde una perspectiva estratégica, la automatización ha permitido la transformación digital en las industrias, permitiendo que los sistemas integren tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos. Esto también apoya la transición hacia la llamada Industria 4.0, donde los procesos de producción son más autónomos, interconectados y responden a los cambios rápidos que demanda el mercado. En conclusión, cuando se implementa la automatización industrial, no solo ayuda a aumentar la eficiencia y competitividad de la empresa, sino que también allana el camino para la innovación y el desarrollo tecnológico en la industria (Barragán y Zaldívar, 2023).

Figura 1

Esquema de un Sistema de Automatización Industrial Básico



Nota. Adaptada de "Esquema de un sistema de automatización industrial básico", por Aula21, s. f.

### 2.1.2 Teoría de Control de Procesos

Los paradigmas industriales para la teoría del control de procesos tienen un elemento común que involucra la gestión y optimización de sistemas para mantener el comportamiento de los sistemas dentro de parámetros deseados, reducir errores, mantener las operaciones funcionando de manera eficiente, correcta y estable. Varios parámetros de los datos del proceso de producción se controlan mediante modelos matemáticos y algoritmos de control – temperatura, presión, velocidad, etc.– para garantizar que el sistema continúe funcionando al mismo nivel bajo la influencia de perturbaciones externas para no tener un efecto variable.

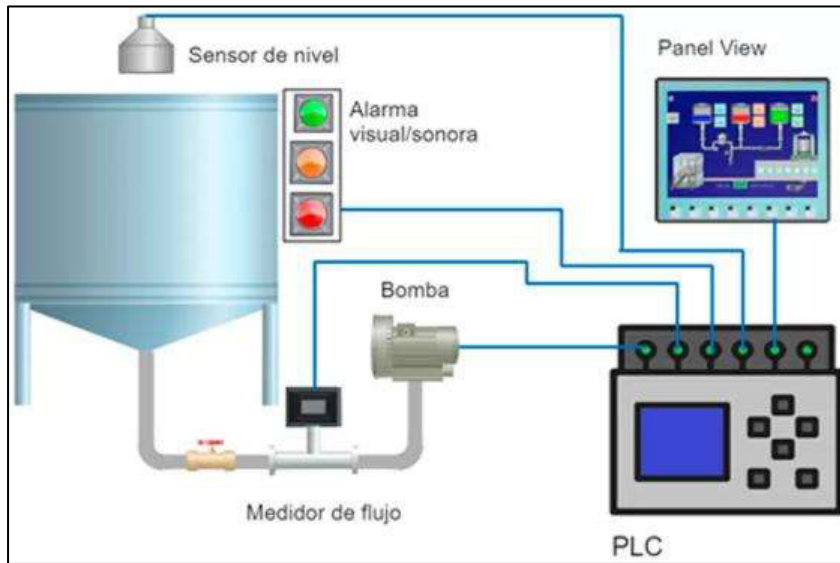
Dentro de esa teoría existen diferentes metodologías como el control en lazo cerrado, es decir, métodos basados en monitorear continuamente las salidas del sistema y ajustarlas para minimizar errores, y el control en lazo abierto que asume que el proceso hará lo que el operador esperaba y continuará con el proceso. El control predictivo también se realiza aplicando modelos para predecir alteraciones y controlar el sistema antes de que se desvíe el comportamiento (Franco, 2021).

Arbildo (2011) señala que el valor de la literatura sobre el control de procesos industriales radica en su capacidad para garantizar la estabilidad y efectividad del proceso de producción. El monitoreo y análisis de variables clave del proceso brindan la oportunidad de tomar decisiones inteligentes y actuar como correctivo para asegurar que el proceso operativo mantenga el comportamiento deseado. Tal ejercicio es integral al construir en la operación de sistemas de mantenimiento predictivo basados en información obtenida a través de equipos y maquinaria para predecir y prevenir fallas antes de que ocurran, y así reducir el tiempo de inactividad y el costo de las reparaciones.

Además, el control de procesos se integra en el control de calidad en línea de la misma manera que otros sistemas en línea, para asegurar productos de alta calidad junto con procesos eficientes. El primer paso de dicho análisis consiste en obtener el sistema a controlar, similar al control del nivel de líquido en una planta piloto. Primero, calibramos el equipo de medición, con curvas que definen las reacciones que se pueden usar para construir modelos matemáticos del sistema. Comprender cómo opera el proceso, cómo se comporta el sistema, detectar inconsistencias y refinar los parámetros de control con precisión son posibles utilizando los modelos dados. Mientras que los métodos de control están bien establecidos, este enfoque metodológico conduce a una metodología clara para su aplicación en diferentes escenarios industriales, aumentando la eficiencia y el control de los procesos de producción (Pérez et al., 2021).

## Figura 2

### *Ejemplo de Automatización en el Control de Procesos Industriales*



*Nota.* Adaptada de “Diagrama de control y potencia para un tanque mediante PLC”, por Asercontrol, s. f.

### **2.1.3 Teoría de la Productividad y Producción**

La teoría de la producción se ocupa de cómo las empresas utilizan los recursos que tienen: sus empleados, su capital y sus recursos naturales, para desarrollar y fabricar productos. Busca saber cómo los insumos (recursos para la producción) se convierten en productos y cómo las empresas deben usar y gestionar estos recursos en un proceso que logre los mejores resultados para su negocio. Fundamentalmente, intenta localizar los mejores usos de los factores productivos existentes para obtener el máximo rendimiento (Álvarez et al., 2022).

La productividad es la capacidad de la empresa para producir más bienes y servicios con los mismos recursos, o para adquirir la misma cantidad de producción utilizando menos insumos. En pocas palabras, es un barómetro de la eficiencia general de la empresa. Para calcularla, se comparan los productos con los insumos utilizados. Mejorar la productividad implica aplicar técnicas para hacer el mejor uso de los recursos disponibles, optimizar procesos y reducir el desperdicio. Por lo tanto, una mayor productividad implica no solo más producción, sino también una producción de manera más inteligente (Travieso, 2022).

#### **2.1.4 Teoría de la Mejora Continua**

La mejora continua es un mecanismo estratégico para mejorar la eficiencia de las organizaciones, el mejoramiento de procesos y la competitividad. Se basa en el principio de que siempre se pueden cambiar y optimizar procesos para minimizar el desperdicio, mejorar la eficiencia y aumentar la calidad. La mejora continua no solo busca corregir los errores, sino también predecirlos y evitar fallos, minimizando así costos innecesarios (Lay et al., 2022).

Según García y Ormaza (2021), la metodología de mejora continua es el esfuerzo por mejorar óptimamente los procesos en la empresa con el objetivo de promover la calidad de los productos o servicios proporcionados. Este modelo se compone de una secuencia de etapas que están lógicamente vinculadas: reconocer las oportunidades, medir su desempeño, analizar el resultado, realizar mejoras y controlar el progreso. El enfoque es responder rápidamente a los cambios en los requisitos de los clientes, así como a las amenazas en el entorno, y ser competitivo en un mercado en movimiento. Pero la mejora continua no es una actividad o algo que simplemente se hace de vez en cuando; más bien, es un compromiso constante que debe permear la organización de arriba hacia abajo. Necesitamos incluir a la alta dirección y al personal operativo, para ser incluidos y todos deben estar involucrados en la implementación efectiva de cambios y mejoras. También hay un énfasis deliberado en la formación continua, particularmente para los líderes senior de la organización, quienes lideran el proceso de cambio y mejora.

#### **2.1.5 Teoría de la Gestión de la Calidad Total**

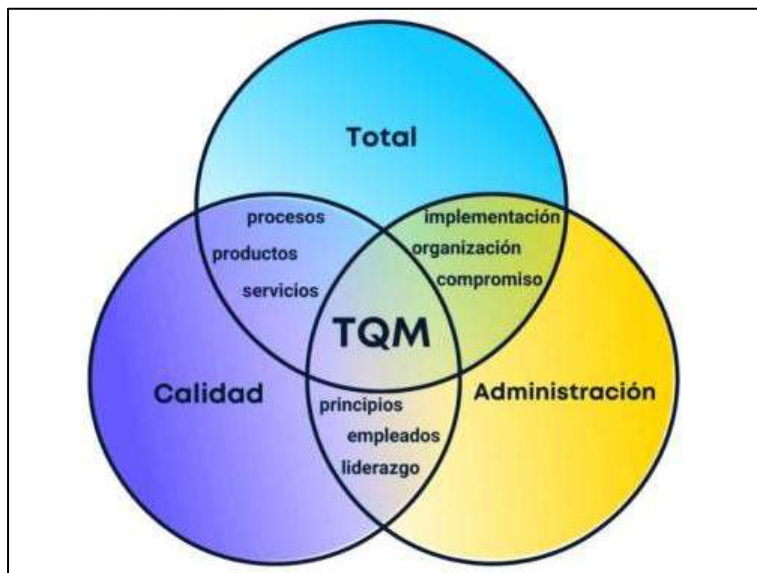
La gestión de la calidad total (TQM) es un enfoque organizacional que se centra en cumplir y superar las expectativas de todos los interesados, tales como trabajadores, clientes, los accionistas, los proveedores y la sociedad en su conjunto. Su principal objetivo es llegar a la excelencia en todos los aspectos de la compañía, mientras siempre busca perfeccionar los resultados y los procedimientos. Esta perspectiva de gestión promueve una

actitud organizativa que integra la calidad en todos los ámbitos de la empresa, en vez de restringirse a emplear ciertas herramientas o procedimientos. La calidad total pretende optimizar la productividad y la eficiencia, al tiempo que maximiza la rentabilidad y mantiene la competitividad de la organización mediante la creación de valor (Navas et al., 2023).

Díaz y Salazar (2021) indican que la metodología de la teoría se basa en principios clave como poner al cliente en el centro de todas las decisiones, fomentar el liderazgo para guiar a la organización, y promover la participación activa del personal en los procesos de mejora. Además, pone énfasis en optimizar los procesos para garantizar eficiencia y calidad, tomando decisiones basadas en datos concretos y no en suposiciones. La metodología también promueve relaciones de alianza con los proveedores para asegurar la calidad en toda la cadena de producción.

**Figura 3**

*Gestión de la Calidad Total*



### 2.1.6 Teoría de la Ingeniería de Control y Sistemas Dinámicos

El campo de la ingeniería de control se centra en diseñar, analizar y regular sistemas dinámicos para garantizar que funcionan de acuerdo con unos objetivos predeterminados. Se

define que un sistema dado tiene un estado dinámico si su estado cambia con el tiempo y puede expresarse en ecuaciones diferenciales. Estos sistemas pueden ser algo tan sencillo como un termostato o quizás más complejo como un avión o una planta industrial. En las teorías de ingeniería de control, el objetivo es desarrollar los principios y procedimientos para cambiar las variables de entrada de un sistema con el fin de que su salida se ajuste a un comportamiento predefinido. Los controles proporcionales (P), integral (I), derivativo (D) y los controladores PID con todos estos tipos de controladores que, a lo largo de esta teoría, se examinan para los cuales un sistema es estable y eficiente y estos controladores se toman como entrada para mantener los sistemas estables y eficientes (Hernández, 2011). La teoría de la ingeniería de control y los sistemas dinámicos son útiles para la evolución del sistema a lo largo de múltiples etapas, por ejemplo, para industrias, aeronáutica, sistemas biológicos. Este concepto puede ayudar a entender cómo controlar y regular el comportamiento de estos sistemas para que exhiban ciertos comportamientos o respondan de maneras específicas, apoyando su estabilidad y operación efectiva. El poder de modelar y predecir el comportamiento de sistemas complejos es una de las cosas clave en esta área. El uso de métodos sofisticados como las Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) permite construir modelos muy precisos en el caso de que las técnicas clásicas fallen. Tales modelos predictivos pueden producir señales de control anticipadas para mejorar el rendimiento y la estabilidad del sistema (Martínez, 2021).

### **2.1.7      *Sistema de Control PLC***

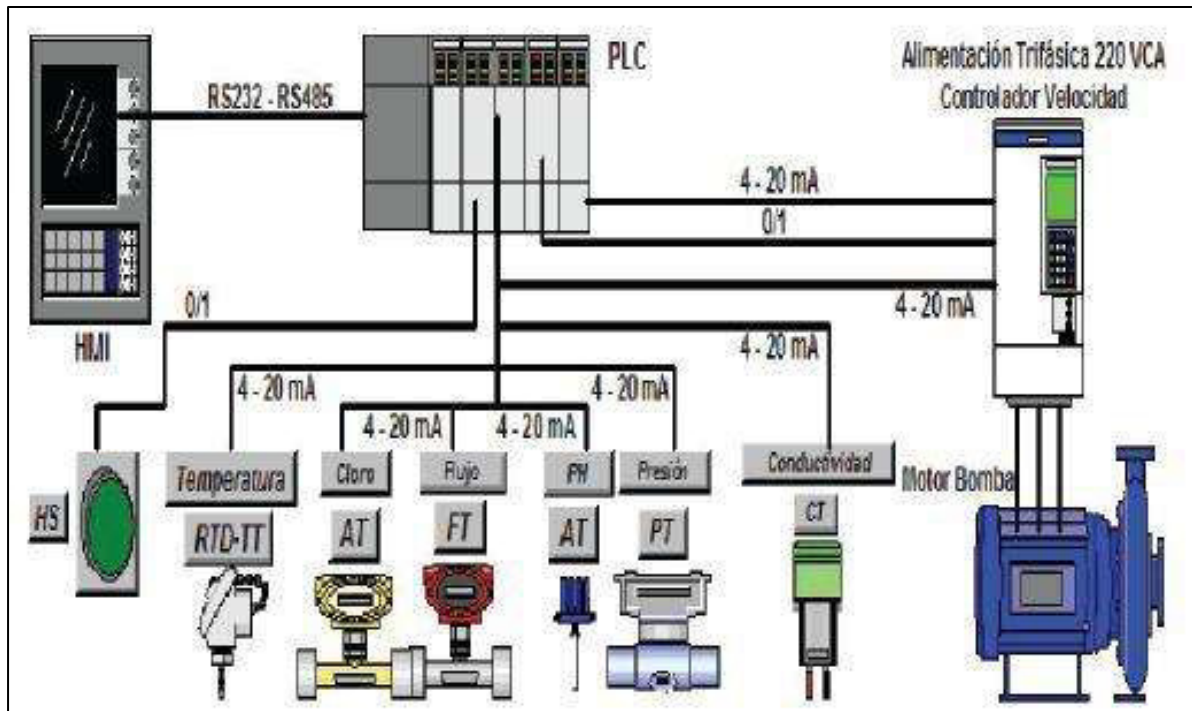
Un PLC (Controlador Lógico Programable) es una de las herramientas esenciales para operar la automatización industrial y es responsable de supervisar el funcionamiento exitoso de los procesos de producción. Puede encender o apagar dispositivos, ajustar la velocidad de los motores y controlar las entradas y salidas de los sistemas de control. Su beneficio fundamental es la flexibilidad, ya que puede ser reprogramado con respecto a los requisitos del proceso sin necesidad de modificar el hardware. En tales casos, el PLC reemplaza los sistemas

de control tradicionales y proporciona conexiones más eficientes y control de múltiples sistemas. El PLC permite el control de sistemas avanzados y simplifica el manejo de variables de proceso como temperatura, presión, nivel y velocidad. Puede ser programado para introducir control sofisticado como sistemas PID (Proporcional–Integral–Derivativo) para mantener los procesos estables y funcionar eficazmente (Mesa, 2004). Flores et al. (2020) sugieren que cuando se trata de las principales dimensiones de los sistemas de control PLC, incluyen:

- **Flexibilidad:** Al ser programable, el PLC puede adaptarse fácilmente a los cambios en los parámetros del proceso sin cambiar el hardware. Esto es particularmente ventajoso para las industrias que a menudo tienen que cambiar operaciones rápidamente.
- **Supervisión y monitoreo en tiempo real:** Las interfaces de usuario ayudan en el monitoreo y supervisión en tiempo real de las variables del proceso y el ajuste de parámetros. Hace posible el monitoreo activo y actualizado y la observación de variables de proceso y ajuste de parámetros. Esto aumenta la eficiencia de los operadores en el control de procesos y les ayuda a gestionar el proceso realizando un control adecuado, permitiendo así la identificación oportuna de problemas.
- **Reducción de los tiempos de ejecución:** Para la mejora de la productividad. Optimización del tiempo de ejecución: Esto mejora la eficiencia del trabajo. Con los sistemas PLC, las tareas repetitivas pueden ser automatizadas y los procesos optimizados. Significan mejores resultados en menos tiempo; por lo tanto, aumentan la producción.

**Figura 4**

*Diagrama Modelo del uso de Sistemas de Control PLC*



*Nota.* Adaptada de “Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable”, por Pérez, Flores y Aguilar, 2014.

### 2.1.8 Sistema de Control PLC

**2.1.8.1 Automatización de Procesos.** Los PLC se emplean de manera extensa para automatizar procesos industriales, lo que posibilita un funcionamiento constante y eficaz de equipos y maquinaria. Esto abarca desde la regulación de la temperatura hasta el manejo de sistemas y motores para el transporte de materiales.

**2.1.8.2 Control en Tiempo Real.** Los PLCs permiten el control y monitoreo de procesos industriales en tiempo real. Esto significa que las empresas pueden reaccionar inmediatamente ante cualquier variación o anomalía, lo que contribuye a una mayor seguridad y eficiencia.

**2.1.8.3. Flexibilidad y Escalabilidad.** El equipo de control PLC puede ser programado para realizar diferentes tipos de operaciones y configuraciones. Esto ofrece una excelente adaptabilidad para cambiar en las operaciones o satisfacer las necesidades del mercado.

También son escalables: sin la necesidad de un sistema completamente nuevo, pueden ser extendidos o modificados rápidamente sin ningún problema.

**2.1.8.4. Mejora de la Eficiencia Energética.** Los PLCs ahorran tiempo y costos de producción y recursos al reducir los costos operativos. Los desechos y la ineficiencia se reducen mediante el ajuste fino de los procesos.

**2.1.8.5. Interconexión de Sistemas.** Un sistema PLC facilita la fusión de diferentes sistemas y tecnologías dentro de un área de producción. Esto permite que múltiples hardware y procesos se comuniquen.

**2.1.8.6. Facilidad de Programación y Mantenimiento.** Los PLCs están diseñados con programas de programación/gestión para ser simples de codificar. Los operadores y técnicos pueden actualizar fácilmente su propio hardware y optimizar configuraciones y rendimiento utilizando lenguajes de programación visual. (Además, se reducen los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento).

**2.1.8.7. Monitorización e Informes.** Los PLCs permiten la recopilación y análisis de detalles operativos con el objetivo final de producir informes y revisiones de rendimiento. Estos datos son esenciales para las decisiones gerenciales y la mejora de procesos.

**2.1.8.8. Aumento de la Seguridad.** Esta forma de hacer las cosas tiene el potencial de mejorar la seguridad de los entornos industriales utilizando PLCs. Dichos sistemas facilitan el establecimiento de sistemas autónomos y automatizados de medidas de seguridad que pueden implementar medidas para reducir accidentes en el lugar de trabajo y el riesgo de trabajar en un entorno laboral.

## **2.2 Proceso de Producción**

Es una cadena de procesos y métodos conectados y secuenciales que transforman insumos o materias primas en productos terminados que están listos para su uso o consumo. Mena (2024) sostiene que el proceso de producción comprende la planificación,

programación y control de la fabricación de bienes, así como la gestión de recursos materiales y humanos. Para abordar esta necesidad, los procesos y sistemas de fabricación pueden agruparse bajo la gestión de materias primas, gestión de procesos y gestión de servicios (CSM) por parte de los proveedores. Es mediante este proceso holístico que las empresas pueden ajustar sus procesos para aumentar la productividad mientras entregan bienes que cumplen tanto con las regulaciones de calidad como con los mandatos corporativos. Además, la fabricación no es el único aspecto de la producción, los servicios y los procesos digitales también están incluidos.

Tello et al. (2025) refieren que la conversión de insumos en ofertas que satisfacen las demandas y expectativas de los consumidores es una fase en el proceso de producción. En consecuencia, las etapas del proceso de producción, desde la obtención de materias primas hasta la entrega del producto final, son igualmente críticas para hacer que la operación sea exitosa y satisfaga al cliente. La operación también es flexible, o un proceso en constante mejora.

Barragán y Zaldívar (2023) mencionan que, para ser receptivos a los cambios en la demanda del mercado y las tecnologías emergentes y condiciones económicas, las organizaciones necesitan adaptarse, innovar, modificar los procesos de producción, ello implica que, además de la eficiencia, las empresas también deben considerar la sostenibilidad.

### ***2.2.1 Estilos del Proceso de producción***

**2.2.1.1 Producción en Masa.** La producción de productos fabricados en masa es el proceso de construir y fabricar grandes cantidades de productos mediante el uso de maquinaria y tecnología automatizada. Esto se basa en la eficiencia y el costo a través de economías de escala. Mena (2024) sugiere la categoría para opciones de productos de alta demanda y bajo costo por unidad, por ejemplo, alimentos enlatados, ropa. Al tener este método, las empresas pueden maximizar su capacidad de producción y minimizar los tiempos de ciclo.

**2.2.1.2 Producción por Lotes.** Durante el proceso de producción por lotes, los productos se producen en grupos o en pequeños lotes. Este método permite a las empresas producir numerosos productos a una escala reducida, pero no se requiere una línea de producción dedicada a un solo producto. Romero (2023) afirma que esto tiende a ocurrir en los sectores de fabricación de alimentos, textiles y juguetes, por ejemplo, que son diversos en productos. Los costos por unidad son más altos que en la producción en masa, pero proporciona a las empresas la flexibilidad para reaccionar a un número creciente de necesidades del consumidor.

**2.2.1.3 Producción continua.** La producción continua es un método de fabricación ininterrumpida, donde los materiales se producen de manera continua. Este estilo se utiliza ampliamente en industrias químicas o de refinación con grandes ciclos de producción. Por ejemplo, este enfoque para la producción de petróleo o productos químicos funciona porque ninguna línea de producción podría detenerse sin costos significativos. Travieso (2022) señala que este estilo de producción necesita tener mucha planificación y control para la calidad y eficiencia de todos los elementos que funcionan en este entorno.

**2.2.1.4 Producción Personalizada o Bajo Pedido.** Una de estas, o producción personalizada o también conocida como producción bajo pedido, se utiliza para hacer cada producto según lo que el cliente quiere/necesita. Este es el mismo enfoque en toda la fabricación especializada y producción de muebles. Zapata et al. (2021) definen tal estilo como proporcionar un alto grado de personalización; las empresas pueden encontrar que este enfoque resulta en costos más altos y tiempos de entrega más largos que la producción en masa.

**2.2.1.5 Producción Justo a Tiempo (JIT).** El enfoque JIT o Just-In-Time se basa en el principio de minimizar el inventario y producir solo según sea necesario. Este método tiene sus raíces en Japón y está estrechamente vinculado al Sistema de Producción Toyota. Navas et al. (2023) afirman que esta forma de ser reduce el costo de almacenamiento y las muertes de

inventario y, por lo tanto, mejora la eficiencia y la respuesta a la demanda del cliente. Pero puede ser sensible a las interrupciones de la cadena de suministro y necesita ser gestionado con cuidado.

**2.2.1.6 Producción Ágil.** La producción ágil es la práctica de hacer que las empresas sean más receptivas en un mercado que cambia rápidamente. Es flexible en términos de producción y cambia rápidamente dependiendo de los requisitos del cliente. La producción ágil es una forma de gestión de la producción en la que se integran tácticas de fabricación ajustada dentro del contexto de nuevos modelos de negocio que apuntan a los clientes (Pérez, 2020).

## **2.2.2 Dimensiones del Proceso de Producción**

El proceso de producción de alimento balanceado es una serie compleja de procesos interrelacionados que transforman materias primas en productos terminados. Los procesos de producción, según lo definido por Mena (2024), están altamente regulados y varían enormemente con respecto a la temperatura, humedad, presión y tiempos de mezcla. La automatización a través de sistemas de control PLC (Controlador Lógico Programable) ha transformado estos procesos y ha proporcionado mayor precisión, consistencia y optimización a lo largo de las fases del proceso (Tello et al. 2025).

Pinta y Nincacuri (2021) indican que el proceso de producción en alimento balanceado se presenta en varios segmentos críticos como dosificación, molienda, mezcla, peletización, enfriamiento y empaque, que necesitan varios parámetros de control. La variable dependiente "proceso de producción" puede ser evaluada a través de dos dimensiones fundamentales: eficacia y eficiencia.

**2.2.2.1 Dimensión Eficacia.** La eficacia en el contexto de producción de alimento balanceado se refiere a la capacidad del sistema para alcanzar los objetivos planificados en términos de calidad del producto, cumplimiento de estándares nutricionales y volumen de producción establecido (García y Ormaza, 2021). De acuerdo con estos autores, la eficacia

debe medirse considerando no solo el logro de metas productivas, sino también el cumplimiento de los estándares de calidad inherentes al tipo de alimento balanceado, en este caso el denominado "adulto-1".

Rodríguez (2024) define la eficacia en procesos industriales como el grado en que el sistema logra los resultados planificados, considerando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos del producto final. Por su parte, Zapata et al. (2021) proponen que la eficacia en sistemas automatizados de producción de alimentos debe evaluarse mediante indicadores como, porcentaje de conformidad nutricional, Tasa de cumplimiento de producción, porcentaje de estabilidad del producto (variabilidad en características físico-químicas entre lotes)

**2.2.2.2 Dimensión Eficiencia** La eficiencia en el contexto de producción de alimento balanceado se refiere a la optimización de recursos empleados para lograr los objetivos de producción (Mesa, 2004). Los autores establecen que la eficiencia evalúa la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, considerando aspectos como consumo energético, aprovechamiento de materias primas, utilización de equipos y mano de obra. Esta definición resulta particularmente relevante en la producción de alimentos balanceados, donde los márgenes de ganancia dependen significativamente del aprovechamiento óptimo de insumos y energía.

Rojas (2023) destaca que la eficiencia en procesos de producción de alimento balanceado debe analizarse desde múltiples perspectivas; eficiencia energética: Relación entre producción obtenida y energía consumida; eficiencia material: aprovechamiento de materias primas y reducción de mermas.

### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo de investigación

El objetivo principal de la investigación presentada en este trabajo es mejorar el proceso de producción de alimento balanceado para adultos-1 en el molino La Perla S.A.C. mediante la implementación de un sistema de control PLC. Esta investigación es de tipo aplicado, ya que busca maximizar directamente y de manera práctica la eficiencia del proceso de producción en un entorno real. Según Castro et al. (2023), la investigación aplicada es un subconjunto de la investigación cuyo objetivo principal es utilizar el conocimiento científico y tecnológico en contextos reales para resolver problemas prácticos y concretos.

##### 3.1.1 *Enfoque de la investigación*

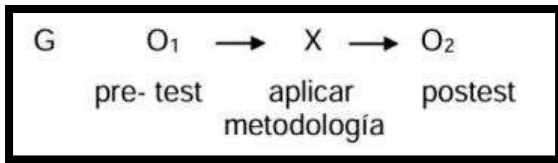
El presente estudio se llevó a cabo utilizando una metodología cuantitativa. Según Yucra y Bernedo (2020), los estudios cuantitativos se basan en metodologías positivistas y post-positivistas y buscan analizar fenómenos sociales mediante la recopilación y el análisis de datos estadísticos para obtener resultados numéricos y cuantificables. Su objetivo principal fue validar los hallazgos de la investigación al confirmar las hipótesis formuladas.

##### 3.1.2 *Diseño de la investigación*

Esta investigación se realizó utilizando un diseño preexperimental, que es del tipo pretest y posttest en un grupo experimental, con el objetivo de analizar la repercusión de la Aplicación de un sistema PLC para el control en la fabricación de alimentos balanceado adulto-1 en Molino La Perla S.A.C. El proceso es la variable que se estudia de producción, en contraposición a la variable independiente, que es el sistema de automatización y control con PLC:

## Figura 5

*Diseño metodológico de la investigación*



donde:

O1 = Mediciones del pretest del sistema de control PLC

O2 = Mediciones del postest del proceso de producción

X = Metodología aplicada.

G = Grupo experimental.

### 3.2 **Ámbito temporal y espacial**

El estudio se centró en la implementación de un sistema de control PLC, con el objetivo de optimizar el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en el molino La Perla S.A.C. en el año 2024.

### 3.3 **Variables**

#### 3.3.1 ***Definición conceptual de la variable: Sistema de Control PLC***

Se trató de una herramienta para la automatización de procesos industriales, que permitió el control y la supervisión en tiempo real de maquinaria o equipo mediante un programa específico. La función principal del PLC fue recibir entradas de sensores o dispositivos de medición, manejarlas conforme a un razonamiento preestablecido y llevar a cabo acciones de salida para ajustar el desempeño del sistema (Gómez et al., 2020).

#### 3.3.2 ***Definición conceptual de la variable: Proceso de Producción***

Se refiere a la integración de actividades involucradas en la generación de bienes y servicios, desde la planificación hasta la ejecución, pasando por la transformación de insumos, la organización de recursos y la distribución de productos terminados (Alzate et al., 2022).

### 3.3.3 Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Matriz de operacionalización de la variable independiente: Sistema de control PLC*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala
<b>Variable independiente:</b> Sistema de control PLC	es un dispositivo que automatiza procesos industriales al controlar y monitorear equipos en tiempo real. Recibe señales de sensores, las procesa según una lógica programada y ejecuta acciones para gestionar el funcionamiento de los sistemas (Gómez et al., 2020)			Propuesta de acción		
<b>Variable dependiente:</b> Proceso de Producción	Se refiere al conjunto de actividades involucradas en la creación de bienes y servicios, desde la planificación hasta la ejecución, pasando por la transformación de materiales, la organización de recursos y la distribución de productos terminados (Alzate et al., 2022)	Se llevará un registro de cada lote producido, identificando los productos defectuosos y no defectuosos. Los datos se recopilarán de informes de calidad generados por el sistema de información. El tiempo empleado se registrará mediante un sistema de seguimiento de producción, Se comparará con el tiempo proyectado establecido previamente para determinar la eficiencia temporal	Eficacia	Porcentaje de productos no defectuosos	$\frac{\text{Total de Productos no defectuosos}}{\text{Total de Productos producidos}} \times 100\%$	Razón
			Eficiencia	Porcentaje de optimización temporal	$\frac{\text{Tiempo empleado}}{\text{Tiempo proyectado}} \times 100\%$	Razón

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población objeto de estudio está compuesta por todos los procesos de producción de alimento balanceado que realiza Molino La Perla S.A.C. Se centrará en el análisis de todas las líneas de producción activas durante el período de evaluación.

Tal como indican Alzate et al. (2022), un análisis detallado de la producción puede revelar mejoras significativas en la eficiencia y calidad cuando se implementan sistemas de control. Esta perspectiva justifica el enfoque selectivo en esta empresa en particular. Producción total anual: Aproximadamente 109,500 toneladas, con un total de registros de producción: Aproximadamente 1,095 registros, con un total de registros de control de calidad: Aproximadamente 3,285 registros.

Por otro lado, Hernández-Sampieri et al. (2014) enfatizan que, en contextos específicos, es muy relevante considerar la totalidad de los registros pertinentes para obtener una visión integral de los procesos evaluados (p. 216). Por lo tanto, la población incluirá todos los registros de producción y control de calidad generados a lo largo del proceso de producción de alimento balanceado.

#### **3.4.2 Muestra**

Para llevar a cabo el análisis, se establecerá una muestra compuesta por un total de 24 registros de producción mensual, que se recopilarán durante un período de tres meses y tomando como referencia el laboral está en función de 12 horas diarias (Optimización temporal) Estos registros incluirán datos pretest y postest relacionados con los indicadores de eficacia (porcentaje de productos no defectuosos) y eficiencia (porcentaje de optimización temporal).

La elección se realizará a través de formularios de registro para evaluar la evolución del rendimiento. Según estudios previos, como el de Gómez et al. (2020), algunos registros

comparables a este tamaño pueden ser suficientes para detectar patrones claros o diferencias en los resultados y mejoras en los procesos de producción. Se emplea un muestreo no probabilístico por criterios y conveniencia para elegir la muestra. Este enfoque ayudará a crear un período claro de recolección de datos en el que se deben registrar situaciones de operación diaria de la planta. Este enfoque es para ayudar a verificar que los datos adquiridos reflejan el verdadero entorno de producción en Molino La Perla S.A.C. Esto también facilitará examinar el efecto de la implementación de PLC en la mejora de los indicadores de producción.

### **3.5 Instrumentos**

La recolección de datos en la investigación realizada sobre los procesos de producción de alimento balanceado en Molino La Perla S.A.C. se llevará a cabo utilizando técnicas e instrumentos adecuados para el estudio. Según la investigación de Hernández et al. (2014), las técnicas de recolección de datos son vitales para asegurar la validez y fiabilidad de los descubrimientos realizados.

La Técnica de Observación Directa es una de las principales técnicas que se utilizarán en este estudio para capturar tanto el trabajo de las líneas de producción como los métodos de control de calidad. Tener la capacidad de registrar el proceso en el tiempo proporcionará más información sobre la planta y su funcionamiento al brindar al investigador la oportunidad de seguir los procesos de producción a medida que se desarrollan. La observación es adecuada para contextos en los que se desea una evaluación detallada de las prácticas (Yucra y Bernedo, 2020).

Se compilarán formularios de registro en conexión con estas dos fuentes de datos para ingresar como un registro de observación tanto los datos previos como posteriores a las pruebas en relación con los indicadores de efectividad y eficiencia para la recopilación y análisis de datos en lo que respecta a los índices de efectividad y eficiencia. Hernández-Sampieri et al. (2014) afirman que, al desarrollar formularios de registro bien estructurados, la información se

ordena de manera más sistemática y esto apoya el análisis posterior y la identificación de patrones significativos basados en evidencia en el rendimiento.

Estos instrumentos se diseñarán de acuerdo con los indicadores establecidos, asegurando así que la información recopilada sea relevante y útil para medir el impacto de la implementación del sistema de control PLC en la mejora de la producción en Molino La Perla S.A.C.

### 3.5.1 *Validez de los instrumentos de medición de las variables*

El proceso de validación de los instrumentos de medición de las variables otorga un valor científico a dicho acto, cuyo nivel de aplicabilidad y suficiencia, demostrará que el contenido de tales instrumentos será: pertinentes, relevantes y claros, los cuales conllevará a la obtención de resultados acorde con los objetivos de la investigación (Hernández, et al, 2014). En ese sentido, el contenido de los instrumentos que se aplicarán a la muestra del siguiente estudio, serán validados mediante la técnica conocida como juicio de expertos, a cargo de investigadores quienes evaluarán la consistencia y otorgarán valor científico a cada uno de los ítems de los instrumentos de medición. Este procedimiento quedará plasmado en el certificado de validez del instrumento y establecido en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Validez del instrumento mediante juicio de expertos*

Exp.r	Nombres de los expertos	A	S
Juez 1	(Metodólogo)	X	X
Juez 2	(Temático)	X	X
Juez 3	(Especialista)	X	X

*Nota.* Se presenta la validez del instrumento por juicio de expertos. Tomado de *Metología de las ciencias humanas*, por Giroux y Tremblay, 2004.

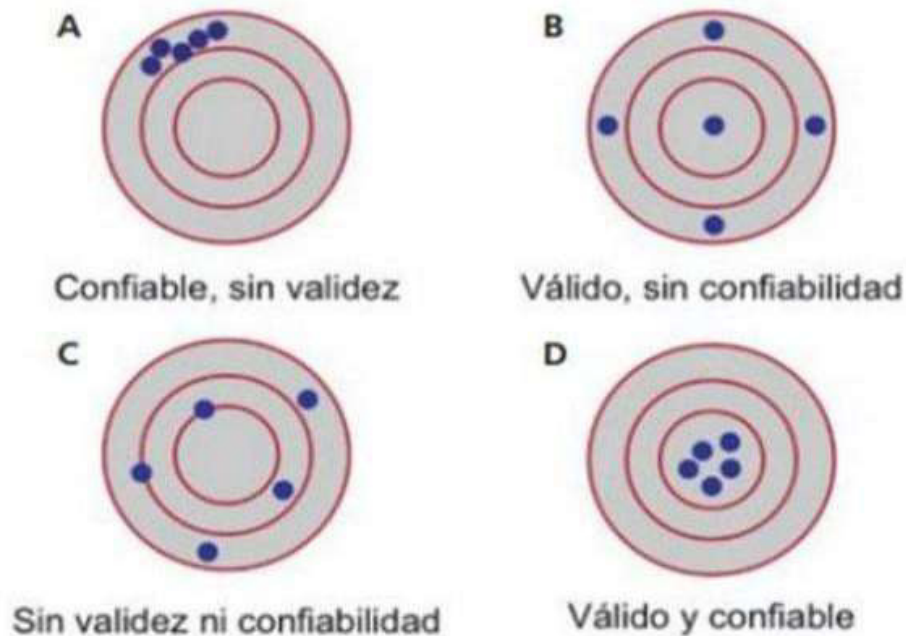
### 3.5.2 *Confiabilidad de los instrumentos de medición de las variables*

En este trabajo de investigación se debe validar que sea válido y al mismo tiempo confiable. Por ello, Manterola (2018) define que es muy importante para la investigación, que

un instrumento sea confiable, debido a que las mediciones realizadas darán un resultado similar.

### Figura 6

#### *Validez y Confiabilidad*



*Nota.* Se presenta la validez y la confiabilidad. Tomado de "Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Método de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica", por Manterola, 2018, *Revista Chilena de Infectología*, 35(6).

- A. reseñas similares, pero no verdaderas.
- B. Cumplen el objetivo, pero no son equivalentes.
- C. No cumple el objetivo, pero son equivalentes.
- D. La evaluación es la misma, y se ajusta al objeto que se está midiendo.

**Figura 7***Nivel de Confiabilidad*

<b>&lt;0,01</b>	<b>No acuerdo</b>
<b>0,01 – 0,20</b>	<b>Ninguna a escaso</b>
<b>0,21 – 0,40</b>	<b>Regular o razonable</b>
<b>0,41 – 0,60</b>	<b>Moderado</b>
<b>0,61 – 0,80</b>	<b>Substancial</b>
<b>0,81 – 1,00</b>	<b>Casi perfecto</b>

*Nota.* Se presenta el nivel de confiabilidad. Tomado de “Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Método de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica”, por Manterola, 2018, *Revista Chilena de Infectología*, 35(6).

Asimismo, se define qué técnica se usará para obtener el grado de coeficiente de correlación de Pearson. Hernández (2018) menciona que la medida que se ha utilizado en diferentes estudios estadísticos, va a mostrar la asociación entre las 2 variables cuantitativas.

**Figura 8***Correlación de Pearson*

$$\text{Población: } \rho_{xy} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y},$$

$$\text{Muestra: } r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_X S_Y}$$

*Nota.* Adoptada de *Metodología de la Investigación*, por Hernández Sampieri, Collado y Baptista, 2014.

Se llevó a cabo la medición utilizando la aplicación SPSS, para analizar el PCGA. El resultado arrojó una confiabilidad de 0.729, lo cual indica que la correlación es substancial, concluyendo que el instrumento utilizado es confiable. Se llevó a cabo la medición utilizando la aplicación SPSS, para analizar POT. El resultado arrojó una confiabilidad de 0.649, lo cual

indica que la correlación es substancial y esto demuestra que el instrumento utilizado es confiable. Esto demuestra que los instrumentos utilizados son confiables.

### **3.5.3 Estrategias de prueba de hipótesis**

Excel y SPSS, programas estadísticos que nos permiten confirmar la normalidad de los datos y realizar un análisis comparativo antes y después de la prueba, son algunos de los métodos para comprobar las hipótesis. Para determinar si los datos tienen una distribución normal, se utilizarán pruebas de normalidad como Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. A continuación, se compararán los resultados obtenidos antes y después de la adopción del sistema de control PLC mediante análisis pre-test y post-test. Se emplearán pruebas paramétricas para muestras relacionadas si los datos son normales; en caso contrario, se utilizarán pruebas no paramétricas. Mediante el uso de estas técnicas, será posible determinar si existen variaciones dignas de mención que apoyen las teorías propuestas en dicha investigación.

### **3.6 Procedimientos**

Luego del procedimiento de recolección de datos mediante los instrumentos de medición de las variables, se procederá con el procesamiento de los datos, los cuales serán ordenados y tabulados en el software Excel y luego en el programa estadístico SPSS, que conllevará a la obtención de los datos porcentuales.

Dicha información será analizada, interpretada y expresada mediante tablas y figuras para demostrar las hipótesis. Seguidamente, se procederá con las conclusiones y el planteamiento de las recomendaciones en concordancia con los objetivos de la investigación.

### **3.7 Análisis de datos**

El análisis de datos para el presente estudio se realizó después de administrar los formularios de registro, lo cual tomó aproximadamente quince minutos por participante. Posteriormente, se utilizaron Microsoft Office Excel y SPSS v.27 para calcular los indicadores

de efectividad y eficiencia. Asimismo, el indicador de efectividad se definió como el porcentaje de productos no defectuosos y se calculó dividiendo el número total de productos no defectuosos por el total producido. El análisis facilitó una evaluación de la calidad de producción, determinando si la mayoría de los productos cumplían con las especificaciones requeridas.

De igual manera, el indicador de eficiencia se examinó a través del porcentaje de optimización del tiempo, considerando la relación entre el tiempo dedicado a la producción y el tiempo proyectado. Este método proporcionó información útil sobre la utilización efectiva del tiempo dentro del proceso de producción y es crucial para optimizar operaciones y reducir costos. Para confirmar el análisis estadístico de ambos indicadores, se realizó una prueba de normalidad utilizando Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. La prueba de Shapiro-Wilk se utilizó para una muestra de 30 registros, permitiendo el uso de pruebas no paramétricas como la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. De esta manera, un análisis apropiado no se limita solo a los datos, sino que también permite la formulación de conclusiones y recomendaciones pertinentes basadas en los resultados obtenidos.

### **3.8 Consideraciones éticas**

Se tuvo cuidado en respetar la autoría de las fuentes bibliográficas, asegurando que las fuentes utilizadas fueran citadas adecuadamente con sus datos editoriales y que se aplicaran protocolos éticos. Las fuentes citadas fueron evaluadas por el autor de la tesis según criterios y principios de autoría relevantes. De manera similar, las técnicas para la recolección de datos fueron identificadas por el autor y validadas por expertos antes de su implementación. Los participantes fueron informados y se les proporcionó el consentimiento informado, así como detalles sobre los objetivos del estudio y garantías de que la información recopilada se mantendría en estricta confidencialidad y se usaría únicamente para fines de investigación. Se

garantizó, además, la confidencialidad con la promesa de que la información obtenida y los resultados se emplearían exclusivamente para este estudio.

## IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan los hallazgos obtenidos durante la investigación sobre la implementación de tecnología SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y su integración con controladores lógicos programables (PLC). Estos resultados son fundamentales para comprender cómo la tecnología mejoró el proceso de producción en un entorno industrial.

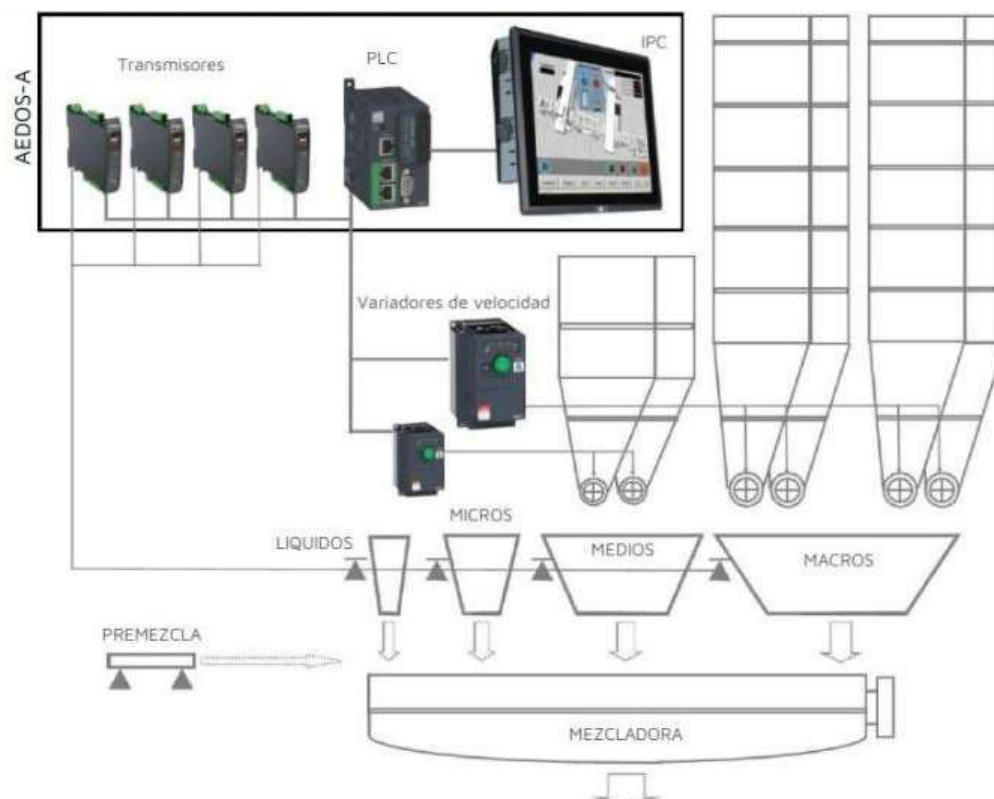
### 4.1 Propuesta sobre la aplicación de SCADA como un sistema integrado y control PLC para la gestión de procesos

#### 4.1.1 Descripción del proceso

A continuación, se presenta el diseño breve de la propuesta de introducción:

#### Figura 9

*Diseño esquemático de la propuesta a implementarse*

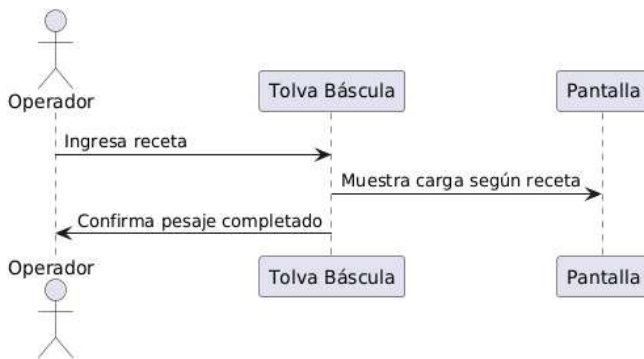


Pesaje en Balanza de Tolva. Cada ingrediente se pesa en una balanza de tolva estándar según una receta determinada. La carga en tiempo real a través de la pantalla vinculada a la HMI (Interfaz Hombre-Máquina) o SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)

muestra el peso actual y el peso objetivo para una medición precisa. Las celdas de carga de alta sensibilidad se integrarán en el sistema para realizar mediciones incluso con pequeñas variaciones, respetando los parámetros establecidos.

**Figura 10**

*Proceso: Pesaje en tolva báscula*

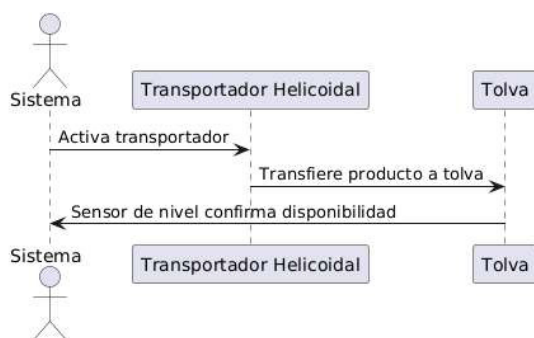


#### 4.1.2 Transportes helicoidales

El transporte de ingredientes se realizará a través de tolvas de almacenamiento hacia transportadores de helicoidales. Los transportadores tendrán sensores de nivel para asegurar la disponibilidad del producto antes del pesaje inicial. El sistema dará una alerta si la tolva está vacía. También tendrá controles de velocidad variable para asegurar que el material se dosifique uniformemente a lo largo de los transportadores.

**Figura 11**

*Transportadores helicoidales*



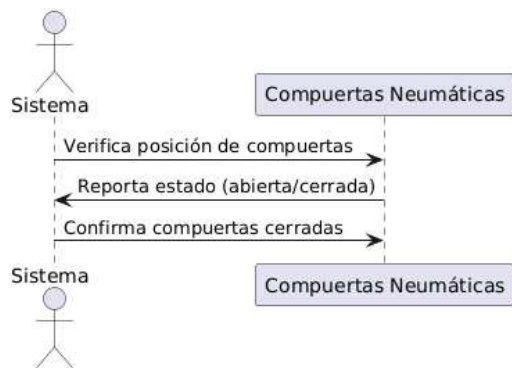
#### 4.1.3 Verificación de compuertas

Con el inicio del proceso de pesaje, el sistema siempre verificará si las compuertas neumáticas de la balanza de tolva están cerradas. En este proceso, se colocan interruptores de

posición en las compuertas, que transmiten señales al controlador lógico programable (PLC). Si las compuertas no están en la posición correcta, se detendrá hasta que se establezca el cierre, sin fugas ni colocarlas en el lugar equivocado.

**Figura 12**

*Verificación de compuertas*

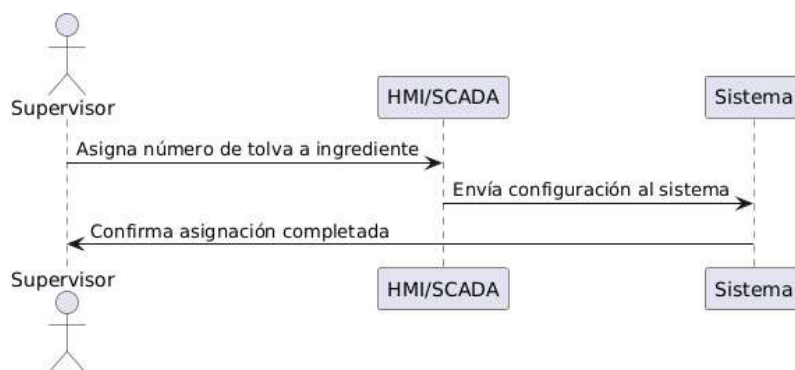


#### 4.1.4 Asignación de tolvas

El supervisor asignará un número de tolva a cada ingrediente de acuerdo con la receta, desde el sistema HMI o SCADA, manualmente. La siguiente tarea se realiza esporádicamente y no está automatizada, porque debe ser verificada y controlada por personal capacitado. La asignación de tolva asegura que cada ingrediente se transporte y dosifique correctamente.

**Figura 13**

*Asignación de tolvas*



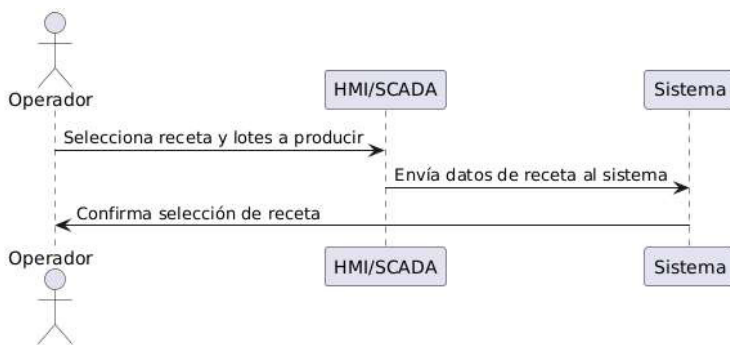
#### 4.1.5 Selección de receta

El operador seleccionará una receta del sistema disponible y su lista incorporada. Estas recetas contendrán información detallada como ingredientes principales, proporciones de

aceite y micro-ingredientes requeridos. Además, el operador ingresará el número de lotes o repeticiones a producir. Al realizar este paso, se garantiza la flexibilidad para variar el proceso según los requisitos de producción.

**Figura 14**

*Selección de receta*

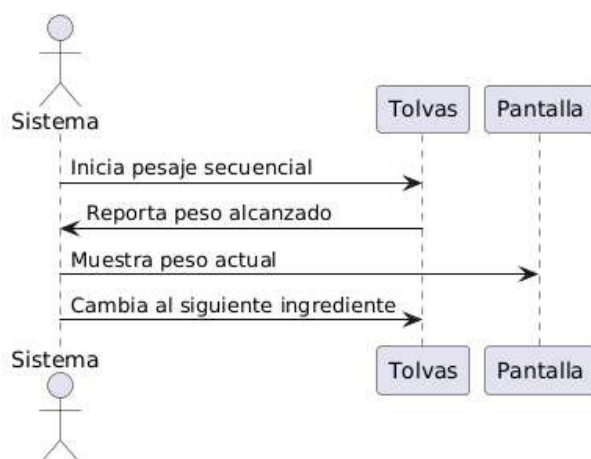


#### 4.1.6 Pesaje secuencial

El sistema pesará los ingredientes en orden secuencial. Cuando cada tolva tenga su peso especificado del ingrediente, se detendrá automáticamente para comenzar con el siguiente. Los ingredientes principales, aceite, y micro ingredientes podrán ser pesados de forma simultánea en diferentes tolvas para optimizar los tiempos de producción.

**Figura 15**

*Pesaje secuencial*

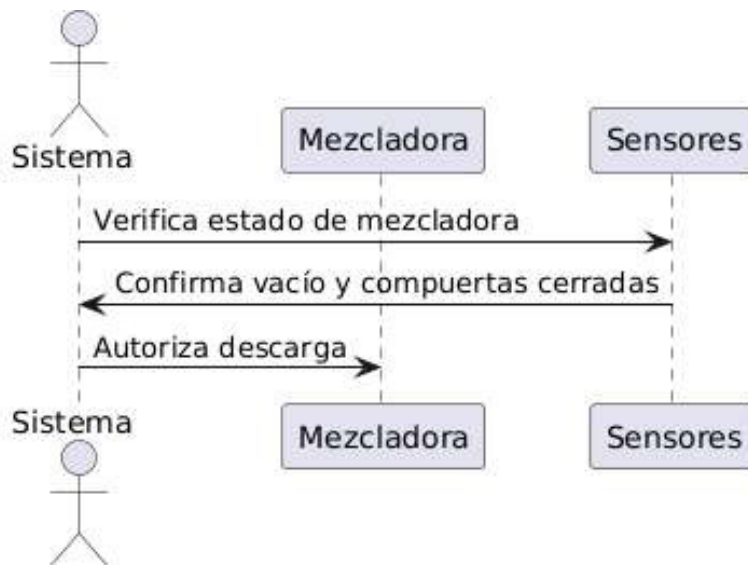


#### 4.1.7 Verificación de la mezcladora

Antes de que se abran las puertas de descarga de las balanzas de tolva, el sistema verificará que el mezclador ubicado debajo esté completamente vacío y que sus puertas de descarga estén cerradas. Se utilizan sensores de posición y nivel para realizar esta verificación en el mezclador y asegurar que no haya interferencia con la transferencia de lotes.

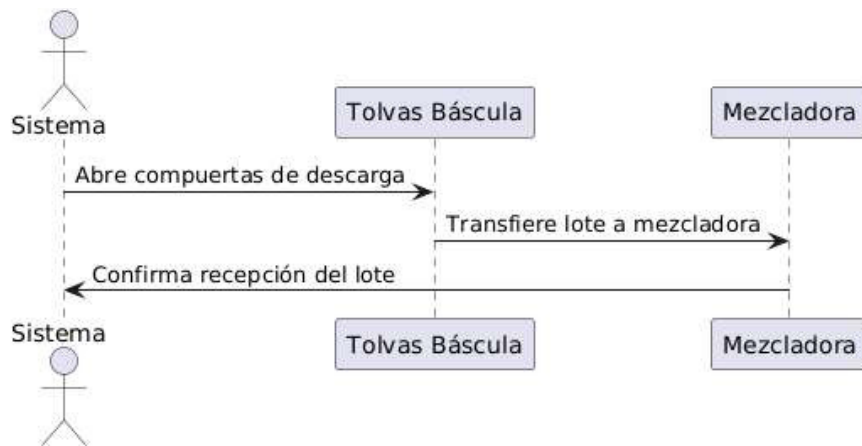
**Figura 16**

*Verificación de la mezcladora*



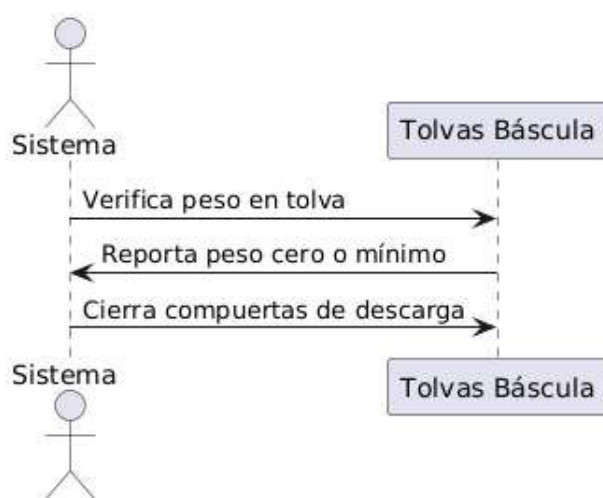
#### 4.1.8 Descarga a la mezcladora

Después de verificar las condiciones del mezclador, las puertas de descarga de las balanzas de tolva se abrirán automáticamente. Los ingredientes se transferirán al mezclador, buscando caídas uniformes para evitar bloqueos o pérdida de material. A través de actuadores neumáticos que sincronizan a su vez el PLC con los sistemas de control en varias etapas, se abrirá la puerta.

**Figura 17***Descarga a la mezcladora*

#### 4.1.9 Cierre de compuertas

Al llevar los ingredientes al mezclador, las puertas de las balanzas de tolva se cerrarán automáticamente cuando las tolvas pesen cero o alcancen un umbral mínimo establecido por el sistema. Al hacerlo, no dejamos residuos que puedan interferir con el siguiente ciclo de pesaje.

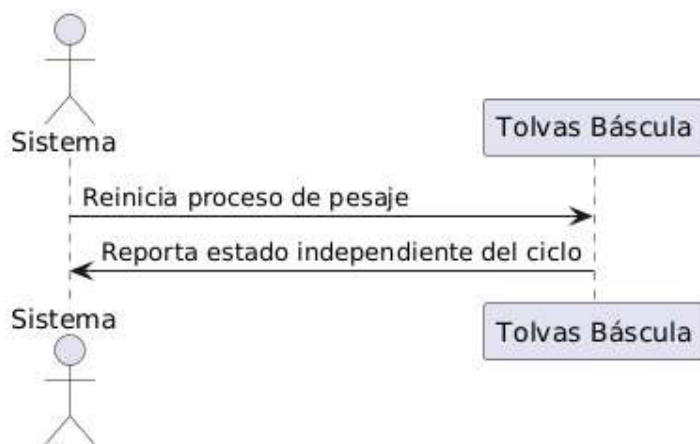
**Figura 18***Cierre de compuertas*

#### 4.1.10 Reinicio del pesaje

Después de que se complete el pesaje y la transferencia de ingredientes, las tolvas de la báscula reiniciarán el proceso de manera independiente, sin depender del estado del mezclador.

**Figura 19**

*Reinicio del pesaje*

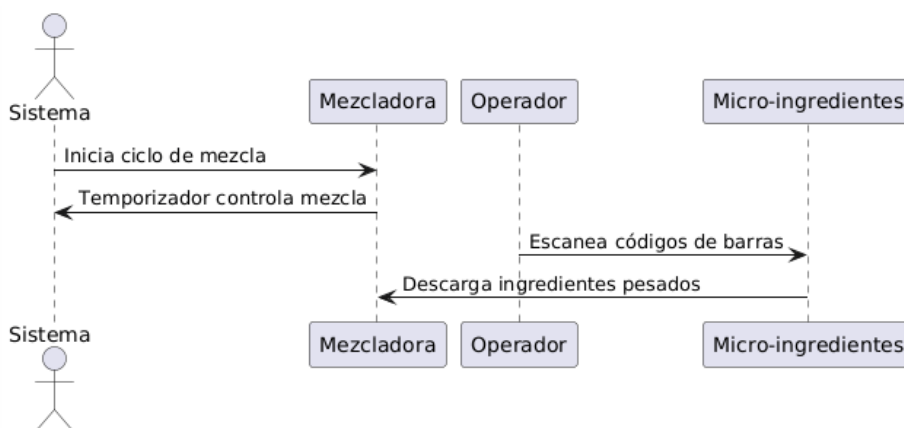


#### 4.1.11 Ciclo de mezcla

El proceso de mezcla será controlado por un temporizador programado para asegurar un tiempo óptimo para la homogeneización de los ingredientes. Diez segundos después de que comience el ciclo, se descargarán los microingredientes previamente pesados. Si se utiliza el método de identificación por código de barras, el operador debe escanearlos antes de cargar los microingredientes, registrando los componentes como condición para proceder con la mezcla.

**Figura 20**

*Ciclo de mezcla*

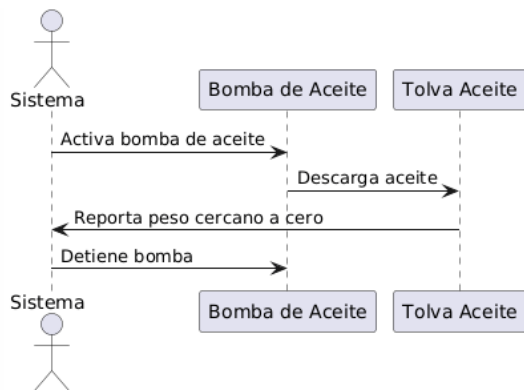


#### 4.1.12 Descarga de aceite

El sistema activará una bomba para transferir el aceite desde su tolva de pesaje al mezclador. La bomba se detendrá automáticamente cuando el peso de la tolva llegue a cero o a un umbral mínimo, asegurando una dosificación precisa y evitando el desperdicio.

**Figura 21**

*Descarga de aceite*

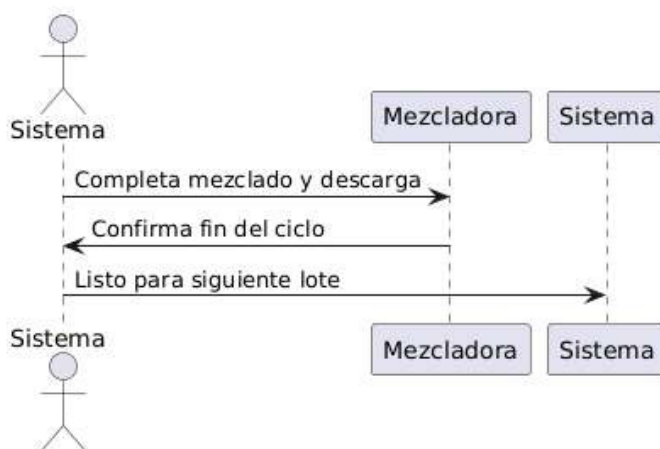


#### 4.1.13 Fin del ciclo

El ciclo se completará cuando el proceso de mezcla y la descarga del mezclador hayan terminado. Una vez completada esta etapa, el sistema estará listo para comenzar un nuevo lote o se detendrá automáticamente según el número de lotes preestablecidos por el operador.

**Figura 22**

*Fin del ciclo*

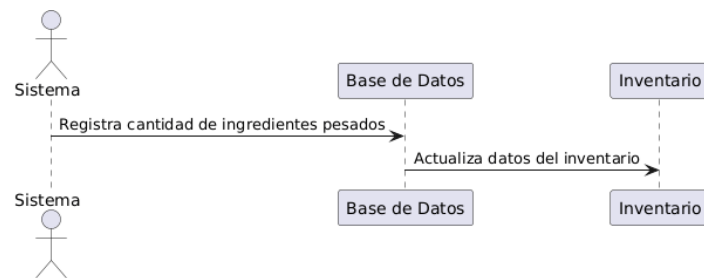


#### 4.1.14 Reportes

El sistema generará reportes detallados que incluirán la cantidad de cada ingrediente añadido durante el pesaje, el tiempo empleado en cada etapa, y los parámetros configurados. Estos datos serán utilizados para actualizar el sistema de inventario de la empresa y para evaluar el desempeño del proceso.

**Figura 23**

#### Reportes



#### 4.1.15 Integración con Scada

Opcionalmente, el sistema podrá integrarse con SCADA para capturar archivos de las recetas utilizadas y almacenar datos en tiempo real. Esto permitirá una supervisión más precisa y una trazabilidad completa del proceso, facilitando la toma de decisiones y el mantenimiento predictivo del sistema.

### 4.2 Resultados descriptivos

#### 4.2.1 Estadísticos descriptivos de la dimensión eficacia de acuerdo a su indicador

*(Porcentaje de productos no defectuosos)*

**Tabla 3***Datos de productos no defectuosos a nivel de Pretest y Postest*

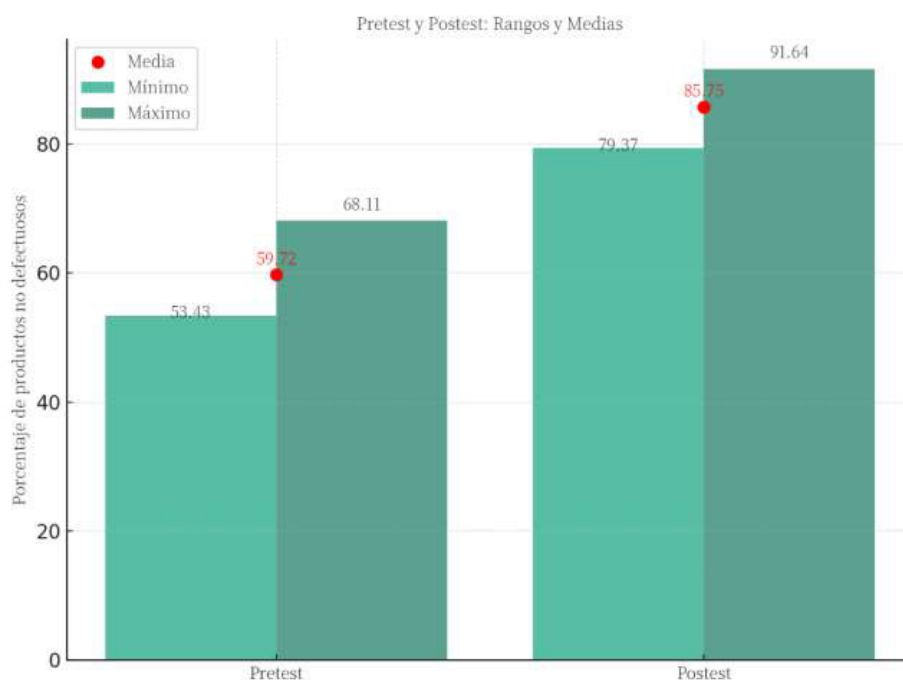
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Porcentaje de Productos no defectuosos <b>Pretest</b>	24	53,43	68,11	59,7157	3,72156
Porcentaje de Productos no defectuosos <b>Postest</b>	24	79,37	91,64	85,7515	3,12715
<b>N válido (por lista)</b>	24				

Según la Tabla 3 a nivel de Pretest, se analizaron 24 muestras de volumen de productos para determinar el porcentaje de los que no presentaban defectos. Los resultados mostraron que el porcentaje mínimo de productos sin defectos fue de 53.43%, mientras que el porcentaje máximo alcanzó el 68.11%. El promedio general fue de aproximadamente 59.72%, lo que indica que, en promedio, un poco más de la mitad de los productos cumplían con los estándares de calidad en ese momento. La desviación estándar fue de 3.72%, señalando que la variabilidad en estos porcentajes fue moderada, es decir, que los valores no estuvieron excesivamente dispersos, pero sí mostraron fluctuaciones entre los diferentes casos.

Según la Tabla 3 a nivel de Postest, en la fase de Postest, realizada también sobre 24 muestras, se observó una mejora sustancial en el porcentaje de productos sin defectos. El valor mínimo registrado en esta etapa fue de 79.37%, mientras que el máximo fue de 91.64%, mostrando que incluso el peor rendimiento fue mejor que el mejor indicador del Pretest. La media de productos no defectuosos aumentó a 85.75%, reflejando un alto nivel de calidad logrado tras la intervención o mejora aplicada. Además, la desviación estándar bajó a 3.13%, lo que indica que los resultados fueron un poco más consistentes y homogéneos en esta etapa.

**Figura 24**

*Niveles de la dimensión eficacia basado en el indicador (porcentaje de productos no defectuosos) a nivel de pretest y postest*



De acuerdo a la figura 21, muestra que el porcentaje de productos no defectuosos aumentó notablemente después del proceso evaluado. En el pretest, la media estaba cerca del 60%, mientras que en el postest subió a más del 85%. Esto indica una mejora clara y significativa en la calidad del producto, con menos defectos y resultados más consistentes tras la intervención.

#### **4.2.2 Estadísticos descriptivos de la dimensión eficiencia de acuerdo a su indicador**

*(Porcentaje de optimización temporal)*

**Tabla 4**

*Porcentaje de optimización temporal a nivel de Pretest y Postest*

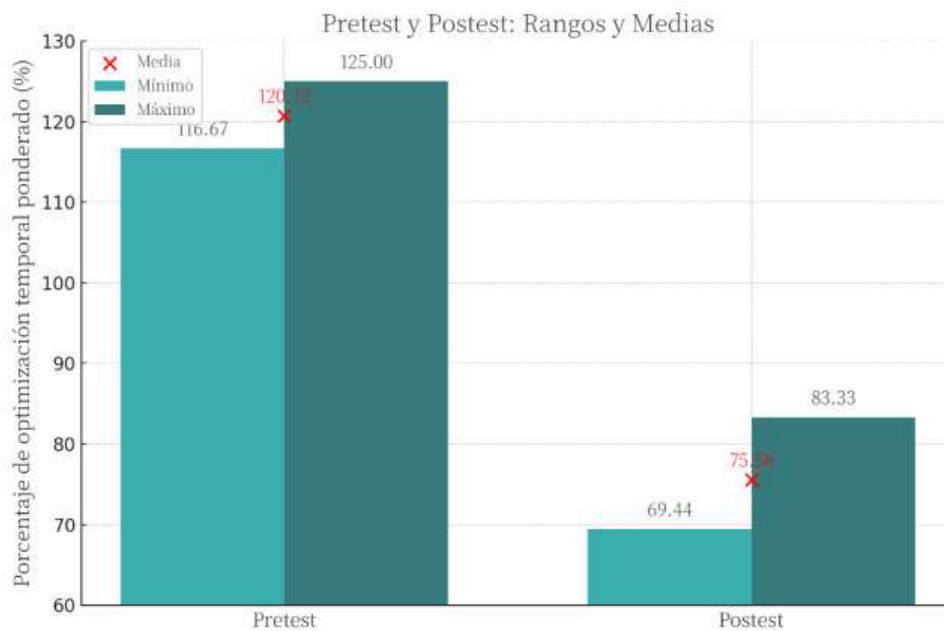
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Porcentaje de optimización temporal ponderado <b>Pretest</b>	24	116,67	125,00	120,7176	2,45452
Porcentaje de optimización temporal ponderado <b>Postest</b>	24	69,44	83,33	75,5787	3,27435
<b>N válido (por lista)</b>	24				

Según la Tabla 4 a nivel de Pretest, se analizaron 24 muestras relacionadas con el tiempo requerido para llenar camiones de producto, tomando como referencia una jornada estándar de 12 horas diarias. Los resultados mostraron que el porcentaje de optimización temporal fue superior al 100%, con un valor mínimo registrado de 116.67% y un máximo que alcanzó 125.00%. La media general se situó en aproximadamente 120.72%, lo que indica que el proceso sin la implementación de la tecnología SCADA superaba el tiempo estándar esperado para completar la tarea, es decir, se requería más tiempo del estipulado para llenar los camiones. La desviación estándar fue de 2.45, señalando que la variabilidad en los tiempos fue moderada, lo que implica fluctuaciones en la duración, pero sin grandes discrepancias entre las diferentes muestras.

Según la Tabla 4 a nivel de Postest, también basado en 24 muestras relacionadas con el tiempo requerido para llenar camiones de producto, se evidenció una mejora significativa tras la implementación de la tecnología SCADA. Los valores mínimos de porcentaje de optimización temporal descendieron a 69.44%, mientras que el máximo fue de 83.33%. La media se redujo notablemente a 75.58%, reflejando una optimización sustancial en el tiempo necesario para llenar los camiones, llevándolo a menos del 100% del tiempo estándar, es decir, logrando completar la tarea en menos horas de las que se consideraban inicialmente. Además, la desviación estándar aumentó ligeramente a 3.27%, lo que sugiere una pequeña variabilidad adicional en los resultados, pero que no compromete la consistencia general de la mejora alcanzada.

**Figura 25**

*Niveles de la dimensión eficiencia basado en el indicador (porcentaje de optimización temporal) a nivel de pretest y postest*



De acuerdo a la figura 22, muestra que el porcentaje de optimización temporal disminuyó notablemente después del proceso evaluado. En el pretest, la media estaba cerca del 120%, mientras que en el postest bajó a aproximadamente 76%. Esto indica una mejora clara y significativa en la eficiencia operativa, con tiempos de proceso reducidos y resultados más óptimos tras la implementación de la tecnología SCADA. La reducción del porcentaje refleja que se requiere menos tiempo para completar las mismas tareas, lo que representa un avance importante en la productividad del sistema.

### 4.3 Resultados Inferenciales

#### 4.3.1 Pruebas de Normalidad

Para analizar los resultados, utilizaremos en primer lugar la prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para evaluar el tipo de distribución de los datos a nivel de la variable dependiente. Dado que el valor de la muestra es inferior a cincuenta.

Planteando la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) y la Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

**$H_0$ :** Los datos analizados siguen una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** Los datos analizados no siguen una distribución normal.

**Tabla 5**

*Prueba de Normalidad según la muestra*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia de Postest y,147 Pretest de porcentaje de productos no defectuosos		24	,193	,965	24	,549
Diferencia de Postest y,181 Pretest de Optimización temporal		24	,041	,950	24	,272

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la Tabla 5, el test de Normalidad, y específicamente los resultados de Shapiro-Wilk, revelan que los valores de significancia (Sig.) son superiores a 0.05. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis del investigador. En otras palabras, podemos aseverar que los datos de la muestra analizada se ajustan a una distribución normal. Por lo tanto, es apropiado emplear estadísticos paramétricos, como la prueba de t students para una muestra apareada o relacionada.

#### 4.3.2 *Prueba de Hipótesis*

**H<sub>1</sub>:** La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

##### *Prueba de Hipótesis Específica 1*

**H<sub>0</sub>:** La implementación de un sistema de control PLC no mejora significativamente la eficacia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

**H<sub>1</sub>:** La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente la eficacia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

**Tabla 6***Prueba de T-Student para muestras relacionadas de la dimensión eficacia*

		95% de intervalo de confianza de la diferencia					
		Media	Inferior	Superior	-t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	% de Productos no defectuosos <b>Pretest</b>	-26,03575	-28,02641	-24,04509	-27,056	23	,000
	% de Productos no defectuosos <b>Postest</b>						

De la tabla 10. El valor t obtenido de -27.056 supera ampliamente, en términos absolutos, el valor crítico de 2.069 correspondiente a 23 grados de libertad con un nivel de confianza del 95%. Este resultado, respaldado por un valor p menor a 0.001, permite rechazar con seguridad la hipótesis nula que sugería que el sistema PLC no mejoraría significativamente la eficacia del proceso. La evidencia estadística demuestra que la implementación del sistema de control PLC ha generado una mejora real y significativa en la eficacia del proceso productivo.

#### **4.3.3 Prueba de Hipótesis Específica 2**

**H<sub>0</sub>:** La implementación de un sistema de control PLC no mejora significativamente la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

**H<sub>1</sub>:** La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

**Tabla 7**

*Prueba de T-Student para muestras relacionadas de la dimensión eficiencia*

		Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		-t	gl	Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior			
Par 1	% de Optimización temporal <b>Pretest</b>	45,13889	43,26823	47,00955	49,917	23	,000
	% de Optimización temporal <b>Posttest</b>						

De la tabla 7 la evidencia más contundente surge del valor t de 49.917, notablemente superior al valor crítico establecido para el nivel de confianza del 95%. Este resultado, respaldado por una significancia estadística incuestionable ( $p < 0.001$ ), Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se confirma que la implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

Es preciso mencionar que el incremento del 45.14% en la optimización temporal del proceso, indicando que la producción de alimento balanceado adulto-1 ahora requiere considerablemente menos tiempo para completarse. Esta mejora sustancial en la eficiencia operativa representa una ventaja competitiva clara para la empresa.

En consecuencia, se concluye que la puesta en marcha de un sistema de control PLC optimiza el procedimiento de producción del alimento balanceado adulto-1 en la compañía Molino La Perla S.A.C.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El siguiente análisis de los resultados obtenidos tras la adopción de un sistema de control PLC en el proceso de producción de alimento balanceado para adultos-1 en Molino La Perla S.A.C. contrasta con diferentes antecedentes nacionales e internacionales, y revela tendencias y hallazgos significativos en el área de automatización industrial.

Según el Objetivo General; el sistema de control PLC implementado resultó en una mejora significativa en el proceso de producción con una significancia de 0.000 en la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Los datos indican resultados estadísticamente significativos y apoyan el rechazo de la hipótesis nula, lo que significa que la mediana de las diferencias entre el proceso antes y después de la implementación no es igual a cero. Este resultado resuena bien con Jara y Guzmán (2023): el análisis de un sistema PLC implementado para una lavadora industrial encontró una disminución significativa del tiempo de operación y una reducción del 15% en el consumo de agua, indicaciones de mejora de la eficiencia y sostenibilidad.

De acuerdo al Objetivo Específico 1: Implementar un sistema de control PLC para mejorar la dimensión de efectividad del proceso de producción de alimento balanceado para adultos-1 en Molino La Perla S.A.C.

Sobre la mejora en la dimensión de efectividad, el valor p de 0.000 también sugiere que hay una mejora positiva en la dimensión de efectividad atribuida a la implementación del PLC. Este hallazgo está de acuerdo con el informe experimental de Pérez (2023) en el que diseñó un sistema de control para un biorreactor con control eficiente sobre variables esenciales, reminiscente del avance técnico visto en nuestro estudio.

Y el trabajo de Pinta y Nincacuri (2021) destaca de manera similar el efecto sobre el tiempo tomado para el mantenimiento preventivo de la instalación de un sistema de control en una línea de producción con un resultado de una reducción del 30%. Esto también apoya el papel de la automatización en lograr procesos de producción óptimos.

De acuerdo con el Objetivo Específico 2: Implementar un sistema de control PLC para mejorar la dimensión eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.

El sistema PLC demostró tener un efecto significativo, con un p-valor de 0.000. Al contrastar con los hallazgos de Rodríguez (2024), quien implementó un control de temperatura en productos lácteos, se observa que la automatización condujo a una disminución de costos operativos y una mejora en la eficiencia general. Igualmente, la investigación de Ayala (2022) resalta que la implementación de un sistema de control distribuidor logró mejorar la eficiencia operativa en un 20%, un impacto coherente con los resultados obtenidos en nuestra tesis.

Comparando este hallazgo con Rojas (2023), quien implementó un sistema de dosificación de aditivos para la producción de cemento, se observa que las mejoras en la eficiencia de los procesos también llevaron a un uso más responsable de los recursos, corroborando que la automatización puede contribuir positivamente al medio ambiente.

Finalmente, se observa que los hallazgos de Molino La Perla S.A.C. coinciden con varios estudios relacionados a nivel nacional e internacional, demostrando que la implementación de sistemas de control PLC proporciona beneficios significativos en términos de efectividad y eficiencia. La evidencia indica que la automatización es un camino viable para mejorar la eficiencia y competitividad de los procesos industriales, así como para promover prácticas más sostenibles y un entorno laboral más satisfactorio. Dicha información sirve como base para futuras investigaciones que exploren más a fondo las aplicaciones de la automatización en otros sectores industriales.

## VI. CONCLUSIONES

- El sistema de control PLC ha implementado un rendimiento significativamente mejor en cuanto al proceso de producción de alimento balanceado para adultos-1 en Molino La Perla S.A.C. La prueba T-Student confirmó esto al arrojar un valor t de -27.056, mucho mayor que el valor crítico de 2.069, y resultó en el rechazo de la hipótesis nula. La disminución del 26.04% de la proporción de productos no defectuosos demuestra que el PLC mejora la calidad del proceso de producción.
- El sistema de control PLC también tuvo un efecto positivo en la eficiencia del proceso, como lo demuestra la mejora del 45.14% en la eficiencia del tiempo del proceso. Una prueba T-Student tuvo un valor t de 49.917, muy por encima del valor crítico, y también rechazó la hipótesis nula en esta dimensión. El tiempo necesario para lograr la producción de alimento balanceado para adultos-1 se ha reducido considerablemente como resultado de esta mejora en la eficiencia, lo que coloca a la empresa en una mejor posición competitiva en el mercado.
- Actualmente, se encuentra en funcionamiento un sistema de control PLC, lo que lleva a una notable mejora en la efectividad y eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado para adultos-1 en Molino La Perla S.A.C. En resumen, estos resultados estadísticos del análisis de los resultados anteriores refuerzan la inversión en que la tecnología debe ser parte de la estrategia tecnológica de la empresa y que el mismo nivel de cobertura en otras partes de la organización podría traer beneficios similares, haciendo así a la organización más competitiva.
- Los resultados que muestran el análisis del porcentaje de productos no defectuosos antes (pretest) y después (postest) de la aplicación del sistema de control PLC revelan una mejora sustancial de la efectividad del proceso de producción después de un postest. El porcentaje promedio de productos no defectuosos en el pretest era alrededor

del 59.72%, y en el posttest, este porcentaje aumentó al 85.75%. El rendimiento general mejoró en un 26.03%, lo que se traduce en una marcada mejora en la calidad del producto final, menos defectos y un resultado final más consistente.

- A nivel de eficiencia, los datos revelan una mejora notable en el proceso de optimización de la carga de camiones en base al tiempo. El tiempo promedio utilizado en el pretest de optimización temporal era del 120.72%, el proceso era más largo en comparación con el estándar. Sin embargo, como el tiempo real se redujo al 75.58% con el uso de tecnología basada en SCADA, la tarea se resolvió en menos tiempo del planeado. Los tiempos de tarea por debajo del 100% indican una gran mejora en la eficiencia operativa. Así que la intervención ha mejorado la calidad del producto y minimizado los tiempos de producción, permitiendo así una reducción.

## VII. RECOMENDACIONES

- En producción, se recomienda el monitoreo continuo del sistema de control PLC para rastrear su efectividad a lo largo del tiempo. Esto incluye recopilar información adicional sobre la calidad del producto y el porcentaje de productos no defectuosos con el fin de mantener la calidad, así como identificar áreas potenciales de mejora.
- Se sugiere una capacitación continua para el personal sobre el sistema PLC y la tecnología SCADA. Una capacitación exhaustiva sobre cómo los empleados utilizan estas herramientas optimizará su eficiencia y la efectividad del sistema, y conducirá a una mayor calidad del proceso.
- La incorporación de múltiples tecnologías para complementar el sistema PLC también puede hacer que el proceso PLC sea más eficiente. Las herramientas de análisis de datos con automatización para la verificación de calidad como herramientas de entrada ayudan a reducir defectos e interrupciones en la producción.
- Periódicamente, revise los procesos operativos para el llenado de camiones y otras partes de la producción para encontrar cuellos de botella e ineficiencias. Esto ayudará a la empresa a tomar medidas correctivas o ajustarse inmediatamente de acuerdo con los requisitos de calidad establecidos, optimizando la velocidad.
- Apoye un proceso continuo para que los clientes den y reciban comentarios sobre sus opiniones sobre la calidad del producto final. Tener este conocimiento puede ser extremadamente útil para la corrección de rumbo y la optimización del producto, de modo que la experiencia del cliente nunca sea gratuita; la empresa puede ser más consistente en cumplir con las expectativas del cliente y será competitiva.

## VIII. REFERENCIAS

- Alcocer, P., Calero, M., Cedeño, N., & Lapo, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Journal of Business and Entrepreneurial*, 4(2). <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.82>
- Álvarez, E. M., Ruiz, M. E., Mayorga, C. M., & Poaquiza, W. R. (2022). Factores productivos como determinantes de la eficiencia de las empresas del sector calzado. *Revista Eniac Pesquisa*, 11(2), 222–234. <https://doi.org/10.22567/rep.v11i2.858>
- Alzate, P. M., Hurtado, B. D., & Gómez, M. (2022). Gestión de la producción: Evolución y tendencias de investigación. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 9(18), 29–46. <https://doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n18.a118>
- Arbildo, A. (2011). El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 0(029), 35. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.227>
- Asercontrol. (s. f.). Diagrama de control y potencia para un tanque mediante PLC. [Imagen]. Recuperado el 29 de enero de 2026, de <https://www.asercontrol.com/automatizacion-de-procesos-industriales-2/>
- Aula21. (s. f.). Esquema de un sistema de automatización industrial básico. [Imagen]. Recuperado el 29 de enero de 2026, de <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-automatizacion-industrial/>
- Ayala, S. (2022). *Diseño e implementación de un sistema de control distribuido para plantas multipropósito del laboratorio de automatización de UTEC*. [https://cris.utec.edu.pe/ws/portalfiles/portal/21804279/Ayala\\_Cabrera\\_Tesis.pdf](https://cris.utec.edu.pe/ws/portalfiles/portal/21804279/Ayala_Cabrera_Tesis.pdf)
- Barragán, L. A., & Zaldívar, D. A. (2023). Automatización de procesos en la industria 4.0. *Revista de Investigación Formativa: Innovación y Aplicaciones Técnico-Tecnológicas*, 5(1), 2023. <https://doi.org/10.34070>

- Castro, J., Gómez, L., & Camargo, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140–174. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/19171>
- Díaz, G. A., & Salazar, D. A. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Podium*, 39, 19–36. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2>
- FAO. (2023). *Gateway to poultry production and products*. Fao.Org.
- Flores, E., Quezada, J. C., Vargas, L., & Calderón, R. V. H. (2020). Sistema de control basado en PLC y monitoreo mediante HMI para la automatización de una máquina de corte horizontal de bloques de esponja en el proceso industrial de fabricación de colchones. *Boletín Científico INVESTIGIUM de La Escuela Superior de Tizayuca*, 6(11), 42–49. <https://doi.org/10.29057/est.v6i11.5694>
- Franco, R. (2021). Las teorías del control y evaluación organizacional independiente. *Criterio Libre*, 18(32), 71–107. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2020v18n32.7112>
- García, K. M., & Ormaza, J. E. (2021). Mejora continua de los procesos de recuperación de valores en organizaciones. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 6(12). <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i12.1294>
- Giroux, S. y Tremblay, G. (2004). *Metodología de las ciencias humanas: la investigación en acción*. Fondo de Cultura Económica. [https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_las\\_ciencias\\_humanas.html?id=FsnrGDk5tVYC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_las_ciencias_humanas.html?id=FsnrGDk5tVYC&redir_esc=y)
- Gómez, M. I., Acosta, A. V., & Fundora, Y. (2020). Programación de un controlador lógico difuso en un PLC M241: Aplicación práctica a un túnel de lavado industrial de textil.

*Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 4(3), 105–125.

<http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v14n3/2227-1899-rcci-14-03-105.pdf>

Hernández, R. (2011). Introducción a los sistemas de control. In *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* (Vol. 44, Issue 8).

[http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion\\_a\\_Los\\_Sistemas\\_de\\_Control.pdf](http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion_a_Los_Sistemas_de_Control.pdf)

Hernández-Sampieri, R., Collado, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Educación

Jara, S. F., & Guzmán, E. S. (2023). Implementación de un sistema de control basado en un PLC “CLICK PLUS” con conexión a internet para el control y monitoreo de una lavadora industrial. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26341/1/UPS-CT010965.pdf>

Lay, R. N., Acevedo, A. J., & Acevedo, J. A. (2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial*, 43(3), 30–48. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362022000300030&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000300030&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Manterola, C. (2018). Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Método de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Revista Chilena de Infectología*, 35(6), 680-688. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182018000600680>

Martínez, Á. (2021). Modelado y predicción de sistemas dinámicos mediante el uso de máquinas de soporte vectorial (SVM). [https://oa.upm.es/68650/1/TFG\\_MartinezNotarioAlvaro.pdf](https://oa.upm.es/68650/1/TFG_MartinezNotarioAlvaro.pdf)

Mena, L. (2024). *Planteamiento de mejora de productividad, utilizando la metodología Lean Manufacturing, en el proceso de producción de cerveza artesanal en la empresa "Quiteña" de la ciudad de Quito* [Escuela Politécnica Nacional]. [https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/25296/1/CD\\_13916.pdf](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/25296/1/CD_13916.pdf)

- Mesa, P. (2004). Implementación de un PLC en un sistema de regulación PID para el control de procesos de nivel, presión, temperatura y velocidad. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/642/1/T.E.G.pdf>
- Navas, W., Catota, V., & Ramírez, S. (2023). Calidad total. Herramienta para crear valor. In *Calidad total. Herramienta para crear valor*. <https://doi.org/10.46652/religacionpress.49>
- Pérez, D. (2023). *Desarrollo e implementación del sistema de control industrial de un biorreactor para la producción de etanol*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/197420/Perez-Desarrollo-e-implementacion-del-sistema-de-control-industrial-de-un-biorreactor-para-la-p.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, J. D., Flores, J. M. A., & Aguilar, V. H. A. (2014). Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable. *Revista de Ingeniería*, 15(1), 51-57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774315300056>
- Pérez, D. V. (2020). *Propuesta de automatización en la línea de producción para mejorar la productividad de una empresa de velas*. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USAT\\_87f7c6c3b1713b40dc1d7fc2c35e490b](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USAT_87f7c6c3b1713b40dc1d7fc2c35e490b)
- Pérez, J. A., Díaz, L. R., Rodríguez, C. G., Llosas, Y. E., & Cuenca, L. A. (2021). Aspectos prácticos del control PID en procesos industriales. *Practical, Dominio de Las Ciencias*, 7(3), 98–120. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.1984>
- Pinta, D. R., y Nincacuri, G. A. (2021). Diseño e implementación de un sistema de control y mantenimiento preventivo remoto para un sistema de producción. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/20669/1/108T0382.pdf>

- Ponce, D. M., & Solano, J. J. (2024). *Implementación de un sistema de control en el proceso de purificación de agua embotellada mediante un PLC*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27770/1/UPS-GT005256.pdf>
- Rodríguez, C. D. (2024). *Diseño e implementación de un sistema de visualización y control de temperatura para automatizar e incrementar la producción de lácteos en una empresa del distrito de Comas, Lima – Perú*. [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/8773/J.Aragon\\_Trabajo\\_de\\_Suficiencia\\_Profesional\\_Titulo\\_Profesional\\_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/8773/J.Aragon_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rojas, M. A. (2023). *Implementación de un sistema de control automatizado para la dosificación de aditivos en la producción de cemento*. [http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/1297/4/TSP\\_R\\_46763936.pdf](http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/1297/4/TSP_R_46763936.pdf)
- Romero, L. Y. (2023). *Propuesta de mejora e implementación de un sistema de gestión para reducir los costos en el traslado de aves vivas de una empresa avícola, Trujillo - 2022*. Sistema Integrado de Estadísticas Agraria. (2022). *Producción y comercialización de productos avícolas*.
- Tello, Á., Tenelema, A. y Travez, J. (2025). *Análisis y optimización de la gestión productiva empresarial*. *Minerva*, 6(16). [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S2697-36502025000100060&script=sci\\_arttext](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S2697-36502025000100060&script=sci_arttext)
- Travieso, C. (2022). *La productividad y las teorías de crecimiento económico*. *Cofin Habana*, 16(1), 1–10. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612022000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612022000100004)
- Wongnaa, C. A., Mbroh, J., Mabe, F. N., Abokyi, E., Debrah, R., Dzaka, E., Cobbinah, S., & Adusei Poku, F. (2023). *Profitability and choice of commercially prepared feed and farmers' own prepared feed among poultry producers in Ghana*. *Journal of Agriculture*

*and Food Research*, 12(Noviembre 2022), 100611.

<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100611>

Yucra, T., & Bernedo, L. Z. (2020). Epistemología e investigación cuantitativa. *Igobernanza*, 3(12), 107–120. <https://doi.org/10.47865/igob.vol3.2020.88>

Zapata, M., Topón, L., & Tipán, E. (2021). *Fundamentos de automatización y redes industriales* (Issue 112).

[https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2226/2/Libro\\_Fundamentos\\_automatizacion.pdf](https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2226/2/Libro_Fundamentos_automatizacion.pdf)

## IX. Anexos

### Anexo A: Matriz de Consistencia

Título: “Implementación de un sistema de control PLC para mejorar el proceso de producción de alimento balanceado Adulto-1 en Molino La Perla S.A.C”

<b>Implementación de un sistema de control PLC para mejorar el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en Molino La Perla S.A.C.</b>								
<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Niveles / Rango</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	Sistema de control PLC	<b>Propuesta de Acción</b>				<b>Enfoque:</b> Cuantativo
¿En qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.?	Determinar en qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino la Perla S.A.C..	La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente el proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.						<b>Tipo:</b> Aplicada
								<b>Diseño:</b> Pre experimental
								<b>Corte:</b> Longitudinal
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	<b>Nivel:</b> Explicativo					
¿En qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficacia del proceso	Determinar en qué medida la implementación de un sistema de control PLC	La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente la eficacia del proceso de	Proceso de Producción	Eficacia	Porcentaje de productos no defectuosos	(Total de Productos no defectuosos / Total de Productos	Excelente, Regular	<b>Muestra:</b> por criterio del investigador, se ha considerado 24 registros de

de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.?	mejora la eficacia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C. .	producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.				producidos) x 100%	Malo	operación mensuales del Sistema de Control PLC
								<b>Técnica.</b> Se aplicó la Observación directa
¿En qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.?	Determinar en qué medida la implementación de un sistema de control PLC mejora la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.	La implementación de un sistema de control PLC mejora significativamente la eficiencia del proceso de producción de alimento balanceado adulto-1 en la empresa Molino La Perla S.A.C.		Eficiencia	Porcentaje de optimización temporal	(Tiempo empleado / Tiempo proyectado) x 100%		<b>Instrumentos.</b> Fichas de registro
								<b>Estadísticas:</b> De acuerdo a la prueba de normalidad, se eligió una prueba no paramétrica, como los rangos de Wilcoxon  Se ha presentado tanto las estadísticas descriptivas como inferenciales.

## INSTRUMENTOS

Anexo B: Ficha de registro de porcentaje de productos no defectuosos

pretest (Dimensión Eficacia)

FICHA DE REGISTRO					
Investigador	Cabrera Ramos Diego		Investigación		
Organización	Molino la Perla S.A.C		Pre-Test		
Dirección	John F. Kennedy 189, Trujillo 13008				
Motivo de Investigación	Académico				
Fecha inicio	1-Abr-25	Fecha Final	30-Jun-25		
Variable	Indicador	Medida	Formula		
Proceso de Producción	Porcentaje de productos no defectuosos	razón	$\frac{\text{Total de Productos no defectuosos}}{\text{Total de Productos producidos}} * 100\%$		
N°	fecha		Total de productos no defectuosos	Total de productos producidos	% de productos no defectuosos
			⟨Abr May Jun⟩	⟨Abr May Jun⟩	
1					
2					
3					
4					
5					
6					

7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

## Instrumentos

Anexo C: Ficha de registro de porcentaje de productos no defectuosos

Postest (Dimensión Eficacia)

FICHA DE REGISTRO				
Investigador	Cabreria Ramos Diego	Investigación		
Organización	Molino la Perla S.A.C	Post-Test		
Dirección	John F. Kennedy 189, Trujillo 13008			
Motivo de Investigación	Académico			
Fecha inicio	1-Abr-25	Fecha Final	30-Jun-25	
Variable	Indicador	Medida	Formula	
Proceso de Producción	Porcentaje de productos no defectuosos	razón	$\frac{\text{Total de Productos no defectuosos}}{\text{Total de Productos producidos}} * 100\%$	
N°	fecha	Total de productos no defectuosos	Total de productos producidos	% de productos no defectuosos
		⟨Abr May Jun⟩	⟨Abr May Jun⟩	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

## Instrumentos

### Anexo D: Ficha de registro de porcentaje de optimización temporal

pretest (Dimensión Eficiencia)

FICHA DE REGISTRO				
Investigador	Cabrera Ramos Diego		Investigación	
Organización	Molino la Perla S.A.C		Pre-Test	
Dirección	John F. Kennedy 189, Trujillo 13008			
Motivo de Investigación	Académico			
Fecha inicio	1-Abr-25	Fecha Final	30-Jun-25	
Variable	Indicador	Medida	Formula	
Proceso de Producción	Porcentaje de optimización temporal	razón	$\frac{\text{Tiempo empleado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100\%$	
N°	fecha	Tiempo empleado	Tiempo proyectado	% de optimización temporal
		<i>(Abr May Jun)</i>	<i>(Abr May Jun)</i>	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

## Instrumentos

### Anexo E: Ficha de registro de porcentaje de optimización temporal

#### pretest (Dimensión Eficiencia)

FICHA DE REGISTRO				
Investigador	Cabrera Ramos Diego		Investigación	
Organización	Molino la Perla S.A.C		Pos-Test	
Dirección	John F. Kennedy 189, Trujillo 13008			
Motivo de Investigación	Académico			
Fecha inicio	1-Abr-25	Fecha Final	30-Jun-25	
Variable	Indicador	Medida	Formula	
Proceso de Producción	Porcentaje de optimización temporal	razón	$\frac{\text{Tiempo empleado}}{\text{Tiempo proyectado}} * 100\%$	
N°	fecha	Tiempo empleado	Tiempo proyectado	% de optimización temporal
		<i>&lt;Abr May Jun&gt;</i>	<i>&lt;Abr May Jun&gt;</i>	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

## Anexo F. Validación de instrumentos por expertos

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: OPTIMIZACION TEMPORAL

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **Arones Donayre, Ivan Carlos**  
 Titulo y/o Grado Academico: **Magister**

Doctor ( )    Magister ( X )    Ingeniero ( )    Licenciado ( )    Otro ( ) .....

Universidad que labora: **Universidad Nacional Federico Villarreal**  
 Fecha: **5/07/2025**

**Título de Investigación:** Implementación De Un Sistema De Control PLC Para Mejorar El Proceso De Producción De Alimento Balanceado Adulto-1 En Molino La Perla S.A.C.

**Autor:**

Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso

Deficiente 0-20%    Regular (21-50%)    Bueno (51-70%)    Muy Bueno (71-80%)    Excelente(81-100%)

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicador	Criterio	Valoración				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Es formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Esta Expresado en conducta Observable				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnología				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización Logica				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodologico y científico				X	
CONSISTENCIA	Esta basado en aspectos teoricos y científicos			X		
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador				X	
METODOLOGIA	Responde al proposito de investigación				X	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación				X	
<b>TOTAL</b>				1	9	

## III. PROMEDIO DE VALIDACION

**Muy Bueno 78%**

## IV. OPCION DE APLICABILIDAD

- ( x ) El instrumento puede ser aplicado, tal como esta elaborado  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado



Firma del Experto

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: OPTIMIZACION TEMPORAL

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **CRISPIN SANCHEZ IVAN**  
 Titulo y/o Grado Academico: **MAGISTER**

Doctor ( )      Magister ( X )      Ingeniero ( X )      Licenciado ( )      Otro ( ) .....

Universidad que labora: **Universidad Nacional Federico Villarreal**  
 Fecha: **5/07/2025**

**Título de Investigación:** Implementación De Un Sistema De Control PLC Para Mejorar El Proceso De Producción De Alimento Balanceado Adulto-1 En Molino La Perla S.A.C.

**Autor:**  
**Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso**

Deficiente 0-20%      Regular (21-50%)      Bueno (51-70%)      Muy Bueno (71-80%)      Excelente(81-100%)

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicador	Criterio	Valoracion				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Es formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Esta Expresado en conducta Observable				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnologia				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización Logica				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodologico y cientifico				X	
CONSISTENCIA	Esta basado en aspectos teoricos y cientificos				X	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador				X	
METODOLOGIA	Responde al proposito de investigacion				X	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigacion				X	
<b>TOTAL</b>					<b>80%</b>	

III. PROMEDIO DE VALIDACION      **Muy Bueno (80%)**

## IV. OPCION DE APLICABILIDAD

El instrumento puede ser aplicado, tal como esta eleaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado



Firma del Experto

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: PORCENTAJE DE PRODUCTOS NO DEFECTUOSOS

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **Arones Donayre, Ivan Carlos**  
 Titulo y/o Grado Academico: **Magister**

Doctor ( )    Magister ( X )    Ingeniero ( )    Licenciado ( )    Otro ( ) .....

Universidad que labora: **Universidad Nacional Federico Villarreal**  
 Fecha: **5/07/2025**

**Título de Investigación:** Implementación De Un Sistema De Control PLC Para Mejorar El Proceso De Producción De Alimento Balanceado Adulto-1 En Molino La Perla S.A.C.

**Autor:**

Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso

Deficiente 0-20%    Regular (21-50%)    Bueno (51-70%)    Muy Bueno (71-80%)    Excelente(81-100%)

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicador	Criterio	Valoracion				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Es formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Esta Expresado en conducta Observable				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnologia				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización Logica			X		
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodologico y cientifico				X	
CONSISTENCIA	Esta basado en aspectos teoricos y cientificos			X		
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador				X	
METODOLOGIA	Responde al proposito de investigacion				X	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigacion				X	
<b>TOTAL</b>				2	8	

## III. PROMEDIO DE VALIDACION

**Muy Bueno 75%**

## IV. OPCION DE APLICABILIDAD

- ( x ) El instrumento puede ser aplicado, tal como esta elaborado  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado



Diego Alfonso Reyes Cabrera Ramos  
 INGENIERO ELECTRICIANO  
 Reg. CIP. N° 112128

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: PORCENTAJE DE PRODUCTOS NO DEFECTUOSOS

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **MADRID CISNEROS JUAN FRANCISCO**  
 Titulo y/o Grado Academico: **MAGISTER**

Doctor ( )    Magister ( X )    Ingeniero ( X )    Licenciado ( )    Otro ( ) .....

Universidad que labora: **Universidad Nacional Federico Villarreal**  
 Fecha: **5/03/2025**

**Título de Investigación:** Implementación De Un Sistema De Control PLC Para Mejorar El Proceso De Producción De Alimento Balanceado Adulto-1 En Molino La Perla S.A.C.

**Autor:**

Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso

Deficiente 0-20%    Regular (21-50%)    Bueno (51-70%)    Muy Bueno (71-80%)    Excelente(81-100%)

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicador	Criterio	Valoracion				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Es formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Esta Expresado en conducta Observable				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnologia				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización Logica				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodologico y cientifico				X	
CONSISTENCIA	Esta basado en aspectos teoricos y cientificos				X	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador				X	
METODOLOGIA	Responde al proposito de investigacion				X	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigacion				X	
<b>TOTAL</b>					<b>80%</b>	

III. PROMEDIO DE VALIDACION    **Muy Bueno (80%)**

## IV. OPCION DE APLICABILIDAD

( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como esta elaborado

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

.....  
 Firma del Experto

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: PORCENTAJE DE PRODUCTOS NO DEFECTUOSOS

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **CRISPIN SANCHEZ IVAN**  
 Título y/o Grado Académico: **MAGISTER**

Doctor ( )      Magister ( X )      Ingeniero ( X )      Licenciado ( )      Otro ( ) .....

Universidad que labora: **Universidad Nacional Federico Villarreal**  
 Fecha: **5/07/2025**

**Título de Investigación:** Implementación De Un Sistema De Control PLC Para Mejorar El Proceso De Producción De Alimento Balanceado Adulto-1 En Molino La Perla S.A.C.

**Autor:**

Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso

Deficiente 0-20%      Regular (21-50%)      Bueno (51-70%)      Muy Bueno (71-80%)      Excelente(81-100%)

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicador	Criterio	Valoracion				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Es formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Esta Expresado en conducta Observable				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnologia				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización Logica				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodologico y cientifico				X	
CONSISTENCIA	Esta basado en aspectos teoricos y cientificos				X	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador				X	
METODOLOGIA	Responde al proposito de investigacion				X	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigacion				X	
<b>TOTAL</b>					<b>80%</b>	

III. PROMEDIO DE VALIDACION      **Muy Bueno (80%)**

## IV. OPCION DE APLICABILIDAD

( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como esta eleaborado

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado



Firma del Experto

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE EXPERTOS: OPTIMIZACION TEMPORAL

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto: **MADRID CISNEROS JUAN FRANCISCO**  
 Titulo y/o Grado Academico: **MAGISTER**

Doctor ( )      Magister ( X )      Ingeniero ( X )      Licenciado ( )      Otro ( ) .....

Universidad que labora: **Universidad Nacional Federico Villarreal**  
 Fecha: **5/03/2025**

**Titulo de Investigacion:** Implementación De Un Sistema De Control PLC Para Mejorar El Proceso De Producción De Alimento Balanceado Adulto-1 En Molino La Perla S.A.C.

**Autor:****Reyes Cabrera Ramos, Diego Alfonso**

Deficiente 0-20%      Regular (21-50%)      Bueno (51-70%)      Muy Bueno (71-80%)      Excelente(81-100%)

## II. ASPECTOS DE VALIDACION

Indicador	Criterio	Valoracion				
		0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-100%
CLARIDAD	Es formulado con lenguaje apropiado				X	
OBJETIVIDAD	Esta Expresado en conducta Observable				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado el avance, la ciencia y tecnologia				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización Logica				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos del sistema metodologico y cientifico				X	
CONSISTENCIA	Esta basado en aspectos teoricos y cientificos				X	
COHERENCIA	En los datos respecto al indicador				X	
METODOLOGIA	Responde al proposito de investigacion				X	
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigacion				X	
<b>TOTAL</b>					<b>80%</b>	

III. PROMEDIO DE VALIDACION      **Muy Bueno (80%)**

## IV. OPCION DE APLICABILIDAD

El instrumento puede ser aplicado, tal como esta eleaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

.....  
 Firma del Experto

## Anexo G: Confiabilidad de los instrumentos

Interpretación del coeficiente de Confiabilidad de Pearson y tablas de correlación de dicho coeficiente de las Fichas de Registros de los dos indicadores

<b>&lt;0,01</b>	<b>No acuerdo</b>
<b>0,01 – 0,20</b>	<b>Ninguna a escaso</b>
<b>0,21 – 0,40</b>	<b>Regular o razonable</b>
<b>0,41 – 0,60</b>	<b>Moderado</b>
<b>0,61 – 0,80</b>	<b>Substancial</b>
<b>0,81 – 1,00</b>	<b>Casi perfecto</b>

## Correlaciones

		Porcentaje de productos no defectuosos Pretest	Porcentaje de productos no defectuosos Postest
Porcentaje de productos no defectuosos Pretest	Correlación de Pearson	1	,729
	Sig. (bilateral)		,003
	N	24	24
Porcentaje de productos no defectuosos <u>Postest</u>	Correlación de Pearson	,729	1
	Sig. (bilateral)	,003	
	N	24	24

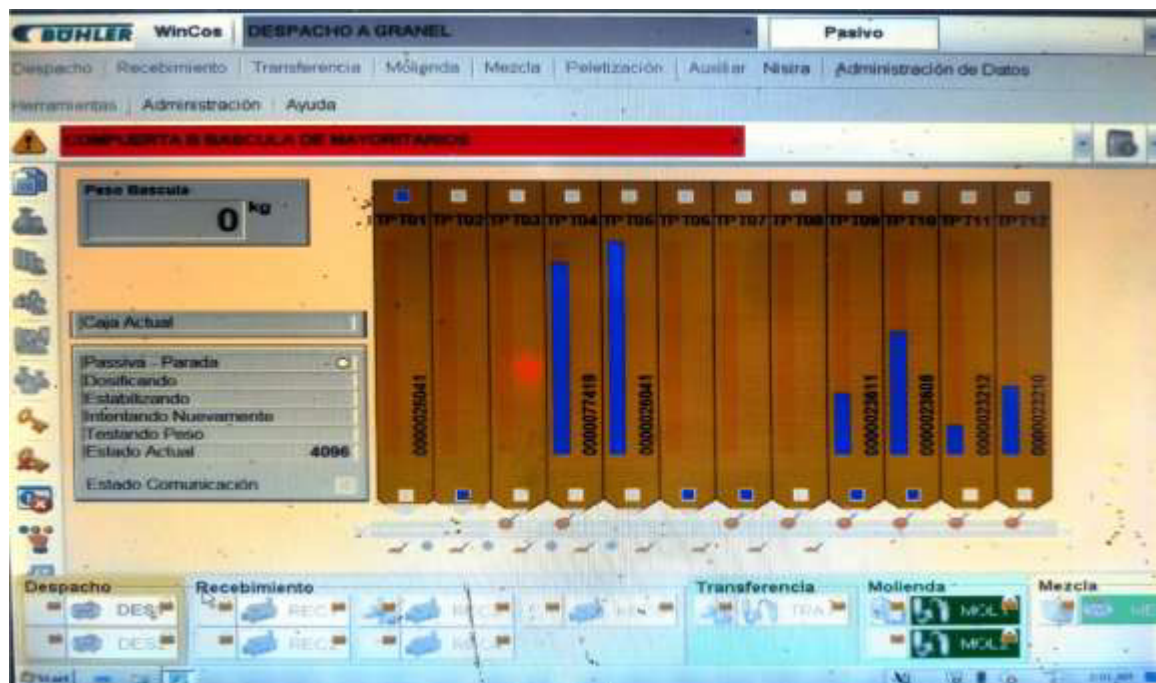
<b>Correlaciones</b>		Porcentaje de optimización temporal Pretest	Porcentaje de optimización temporal <u>Postest</u>
Porcentaje de optimización temporal Pretest	Correlación de Pearson	1	-,649
	Sig. (bilateral)		,002
	N	24	24
Porcentaje de optimización temporal <u>Postest</u>	Correlación de Pearson	-,649	1
	Sig. (bilateral)		,002
	N	24	24

*Nota.* Elaborado por Manterola.

## Anexo H: Fotos del sistema PLC y SCADA

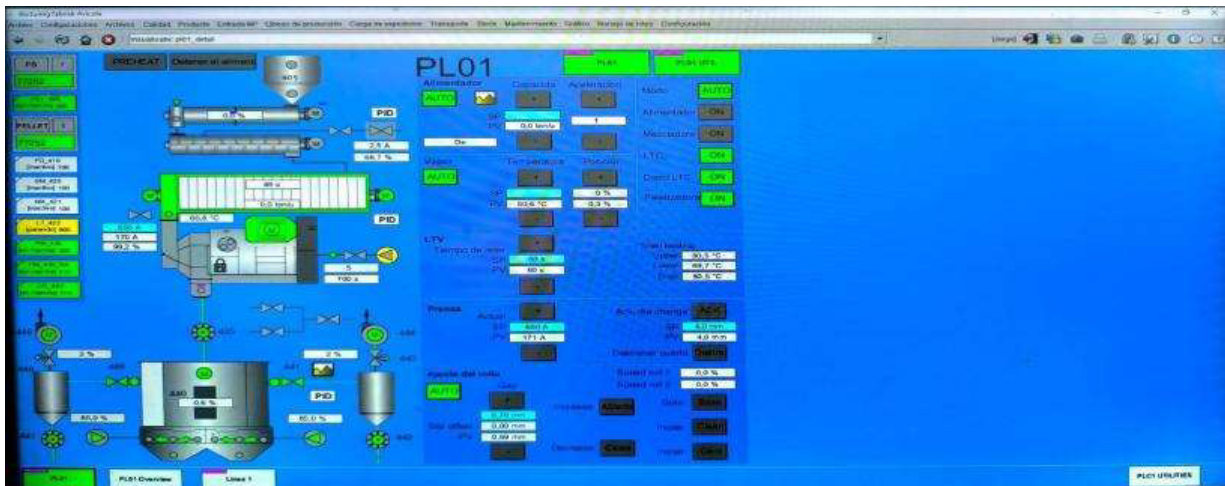


Interfaz SCADA en SIMAC HMI de Mezcladora de Productos

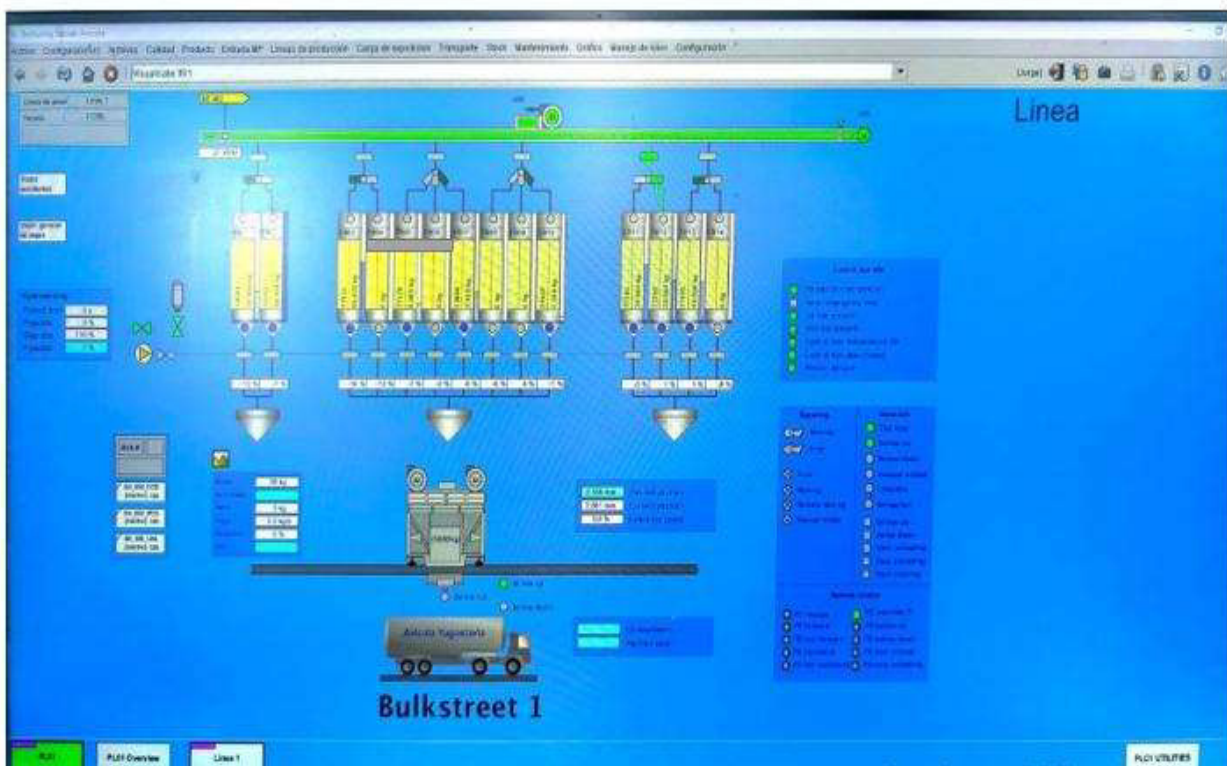


Interfaz SCADA en SIMAC HMI de la Zona de Despacho de las Tolvas de Producto

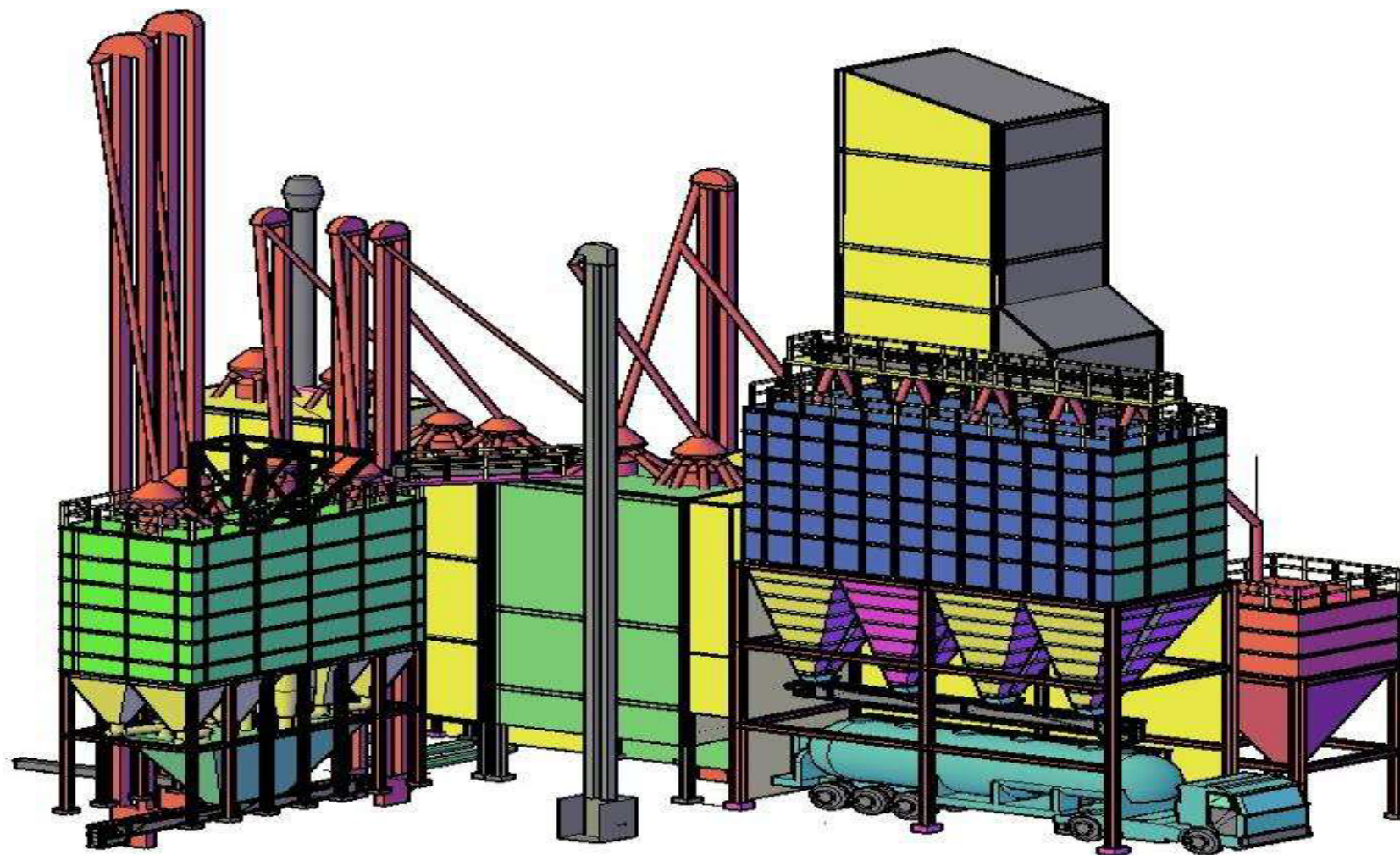
Terminado TPT 1-12



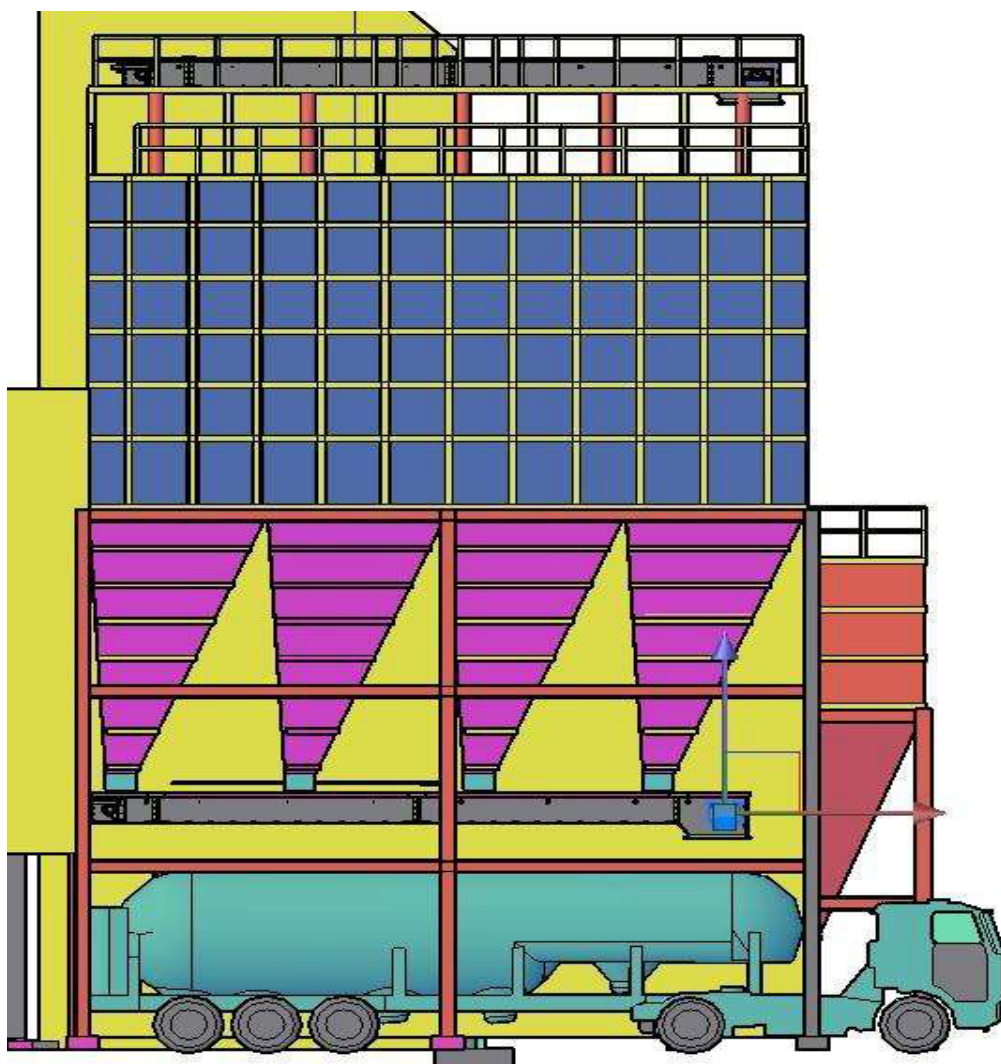
Interfaz SCADA de Zona de Molienda



(Dosificador de Maíz, Ablandador, Acondicionador, Prensa)



Interfaz SCADA de Tolvas de Dosificación de Producto Terminado en Planta Molino.



Vista lateral de la Zona de despacho de la Planta Molino, Se aprecian las tolvas de Producto

Terminado, Las rastras de despacho



Sistema Modular de Protección SIRIOUS de Siemens para conmutación y protección de equipos



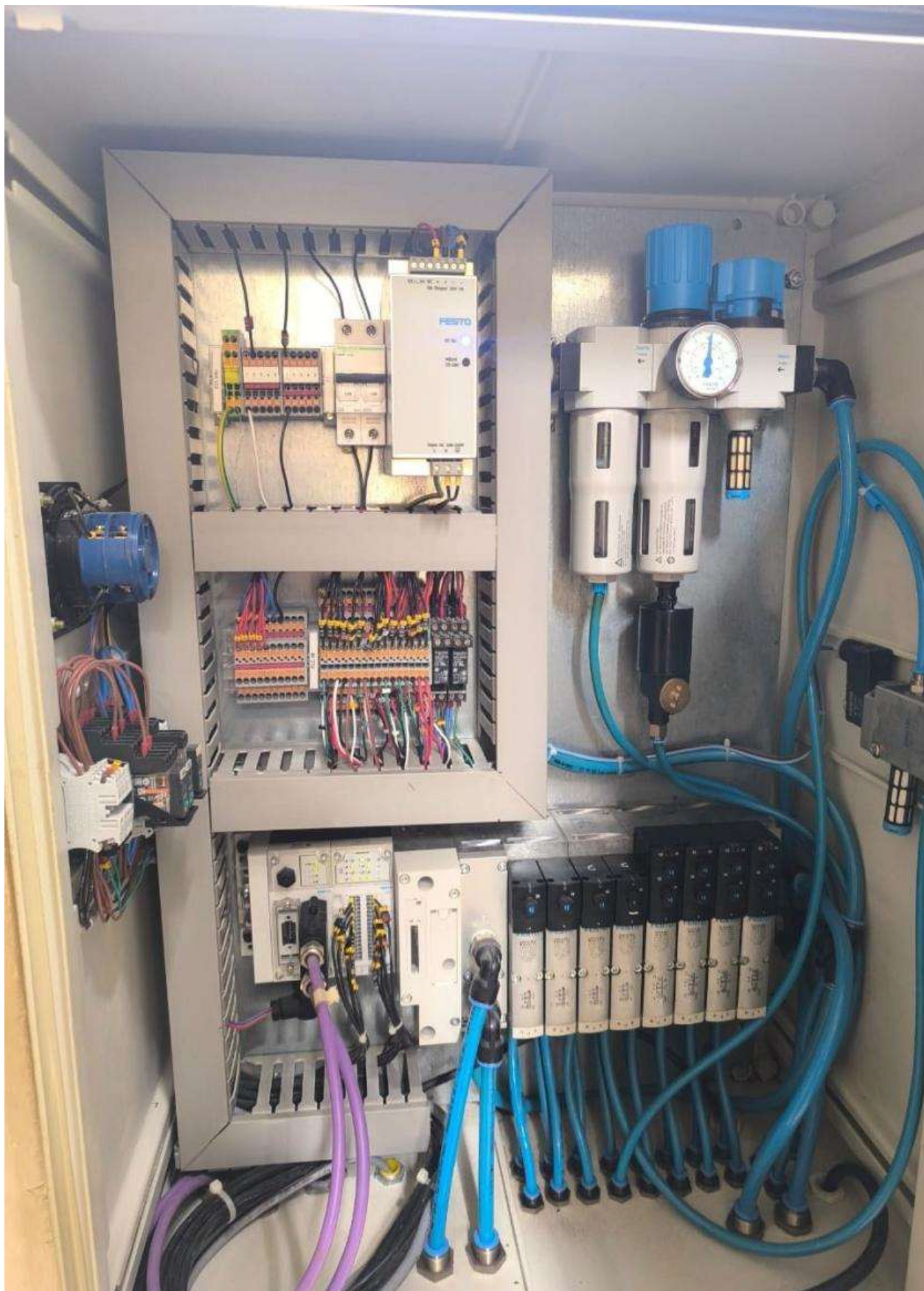
Tablero de Control con Módulos SIMATIC ET200SP



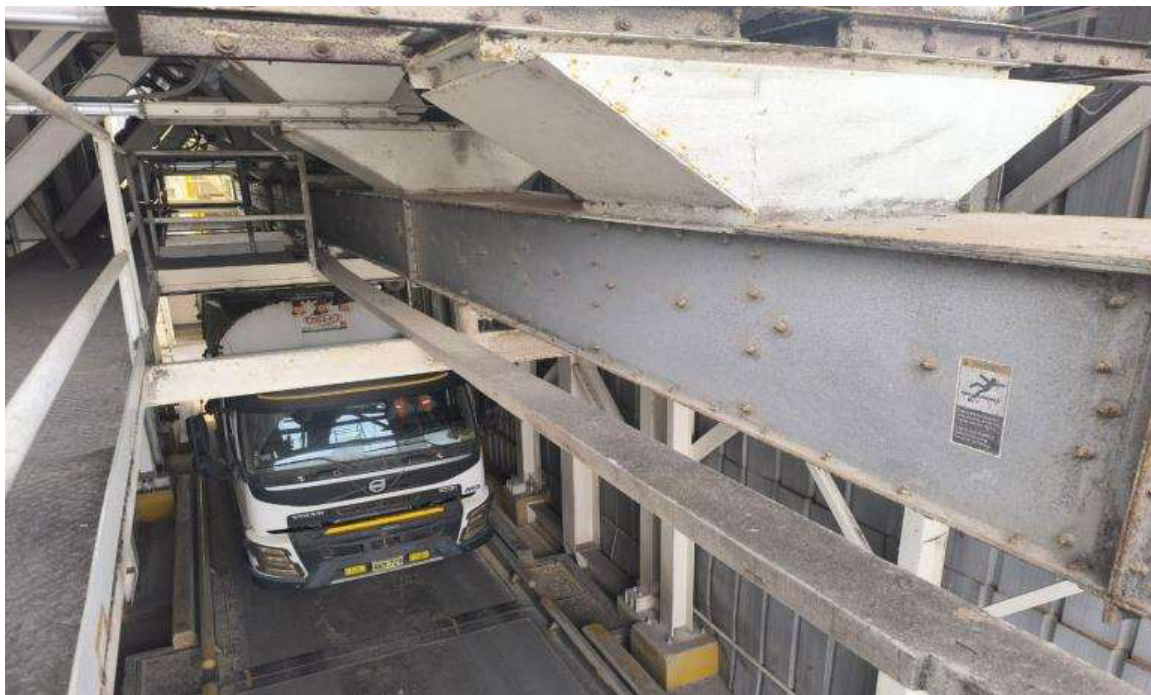
Variador de Velocidad G120X para motores trifásicos de Rastras Transportadoras



Módulo de Comunicación SIMATIC ET200SP de SIEMENS, un sistema de periferia escalable modular, para la recopilación de señales



Sistema de Control FESTO para la Apertura Clausura de Comp. Neumáticas



Rastra de Transporte para el desplazamiento de Producto terminado para el despacho



Visualización de Tolvas y Compuertas Neumáticas Automatizadas Producto Adulto – 1



Dosificación a través de compuertas Neumáticas de Alimento Balanceado Adulto-1 sobre Camión

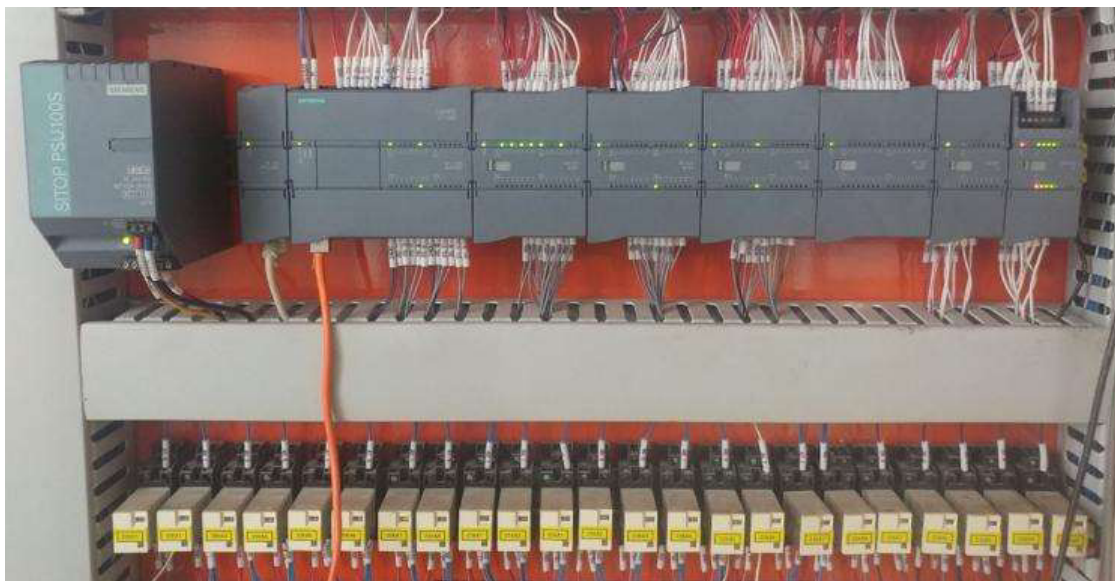
Granelero 20TN



Rastra de dosificación con compuertas abiertas de Camión Granelero



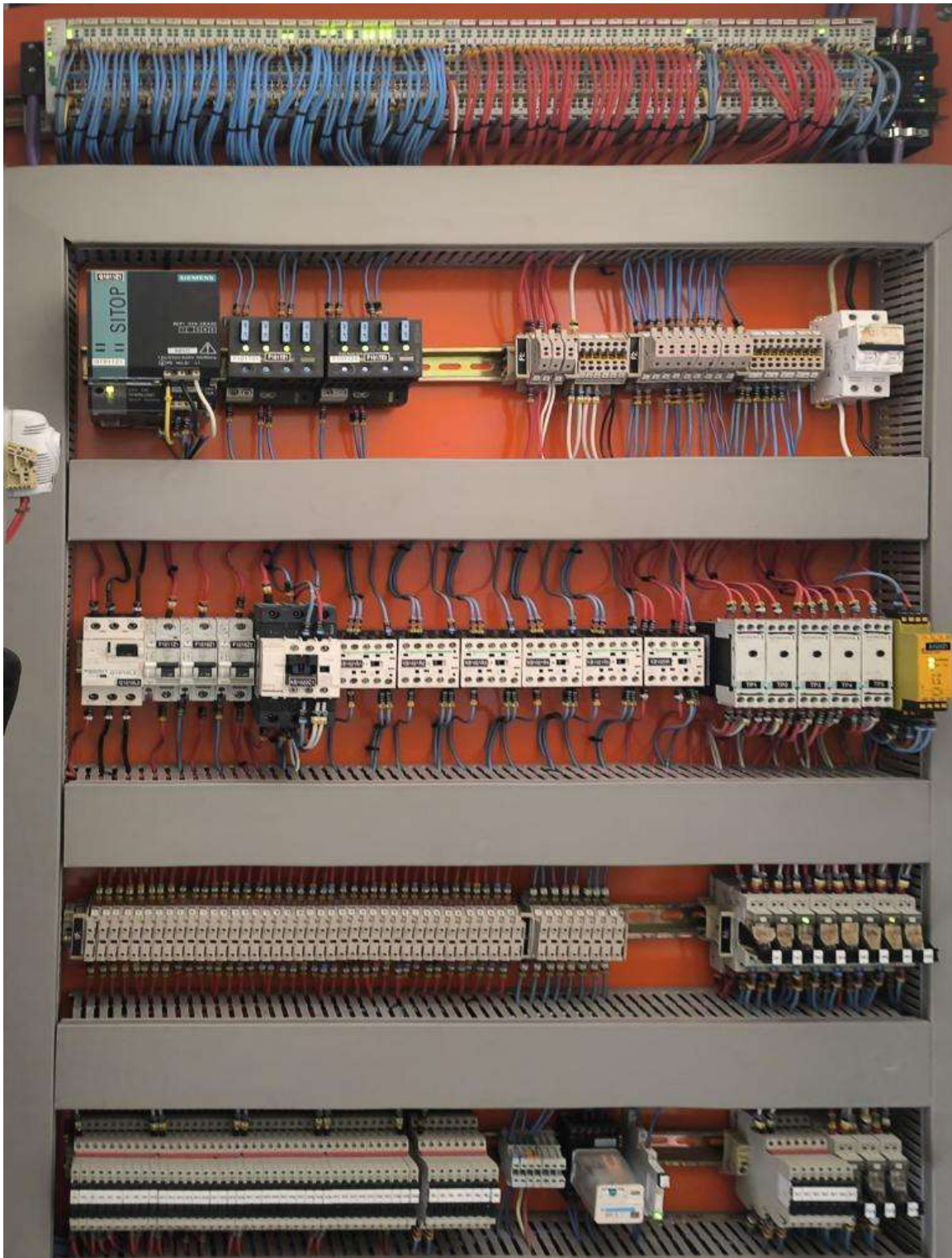
Camión Granelero con Alimento Balanceado Cargado



Módulo PLC S7 -1200 con Módulo SITOP



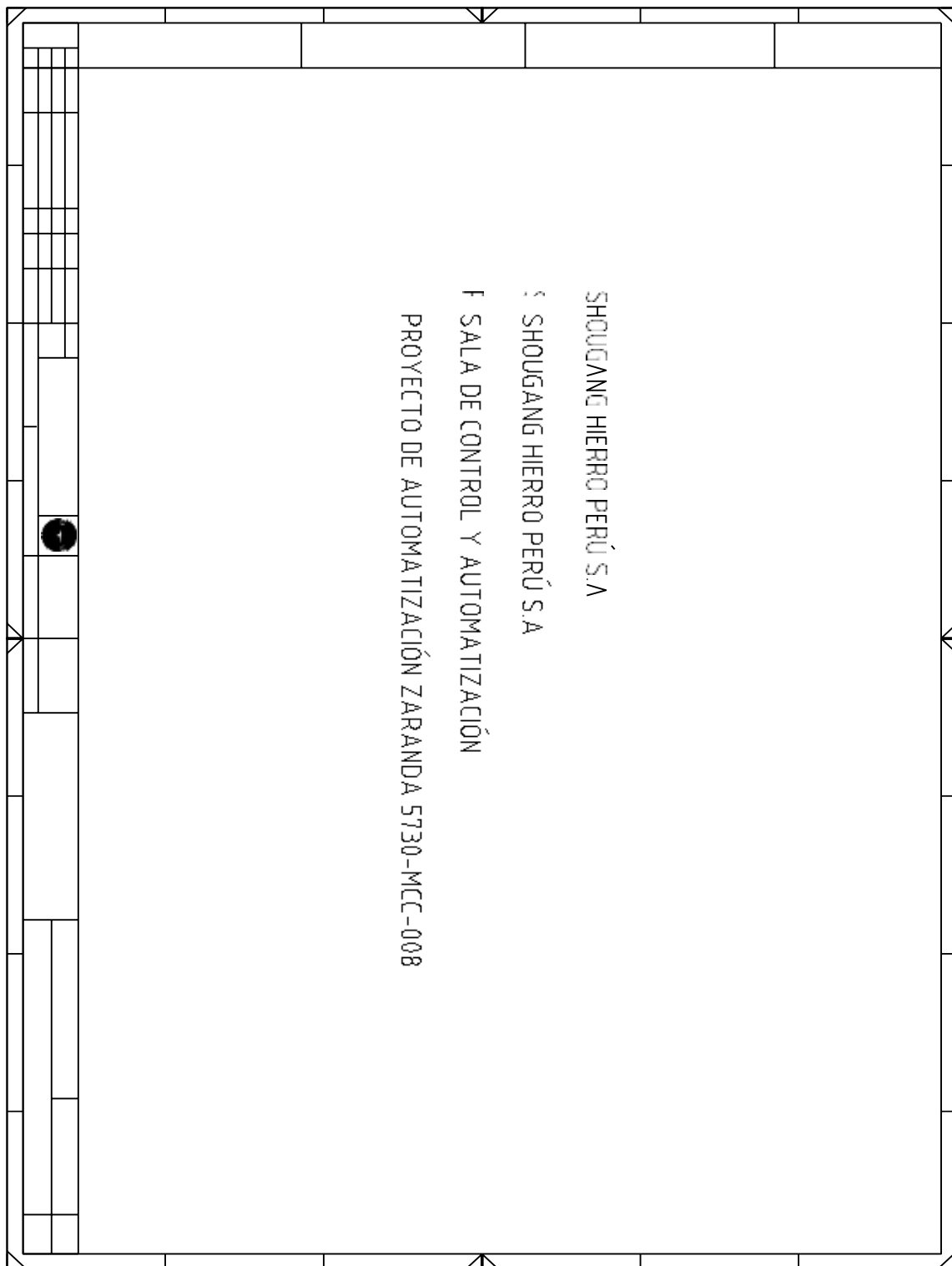
Módulos de Diagnósticos 6EP1961-2BA00




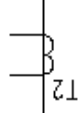
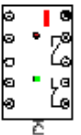

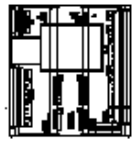
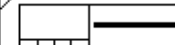





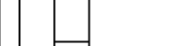
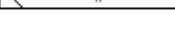



Tablero PLC Siemens de Control de Rastras con Modulo SITOP y Módulos de Diagnostico



Anexo J: Plano eléctrico del proyecto (actual)



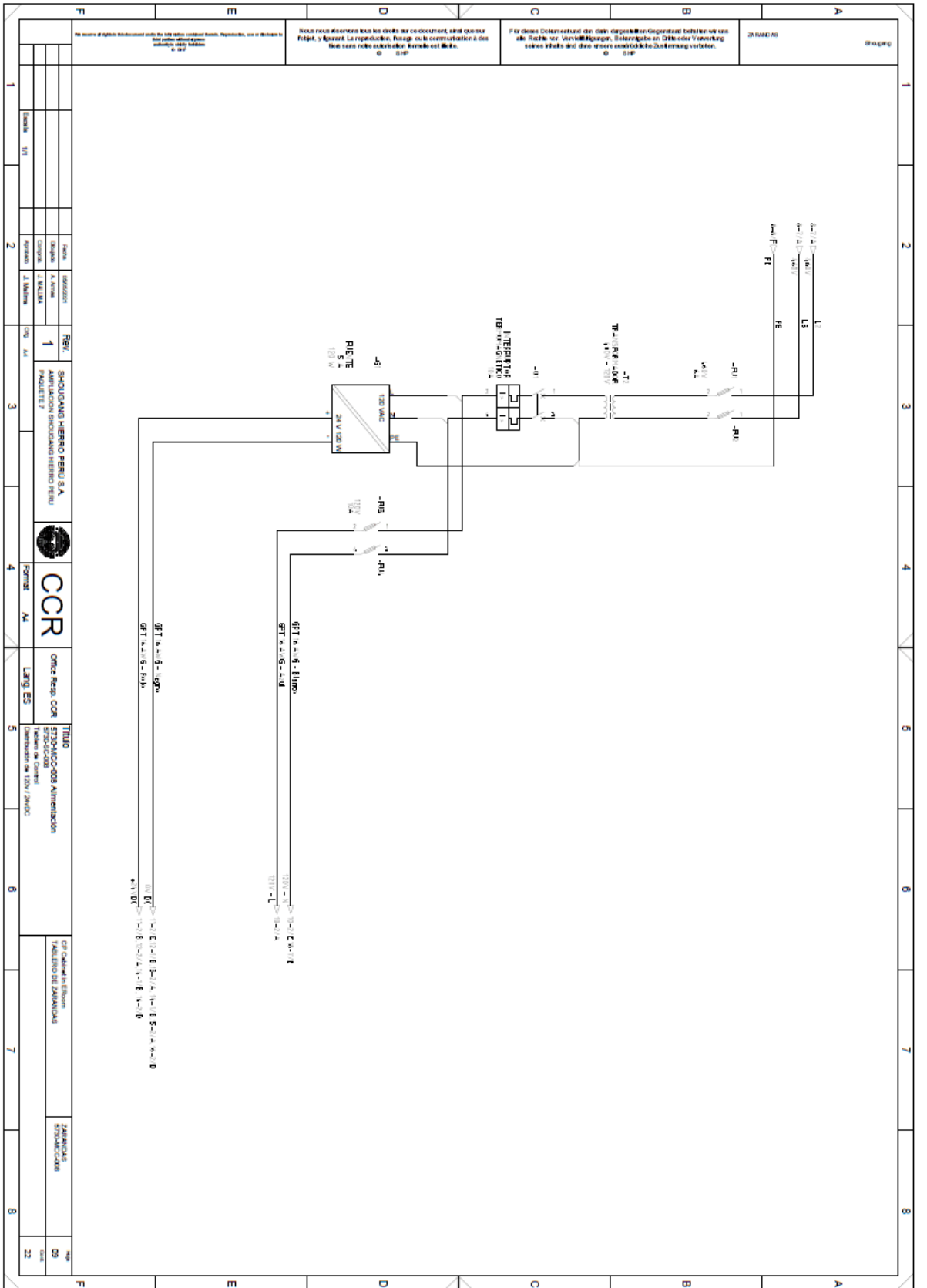
		Transformador				
	Interrupor					
	Transmisor de corriente					
	Transformador de corriente					
	Falla tierra					
	Rele falla tierra					
	PLC S7 -1200					
						
						
						
						
						
						
						
						
						











1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<p>REVISOR: J. MORALES</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>	
<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>	
<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>	

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

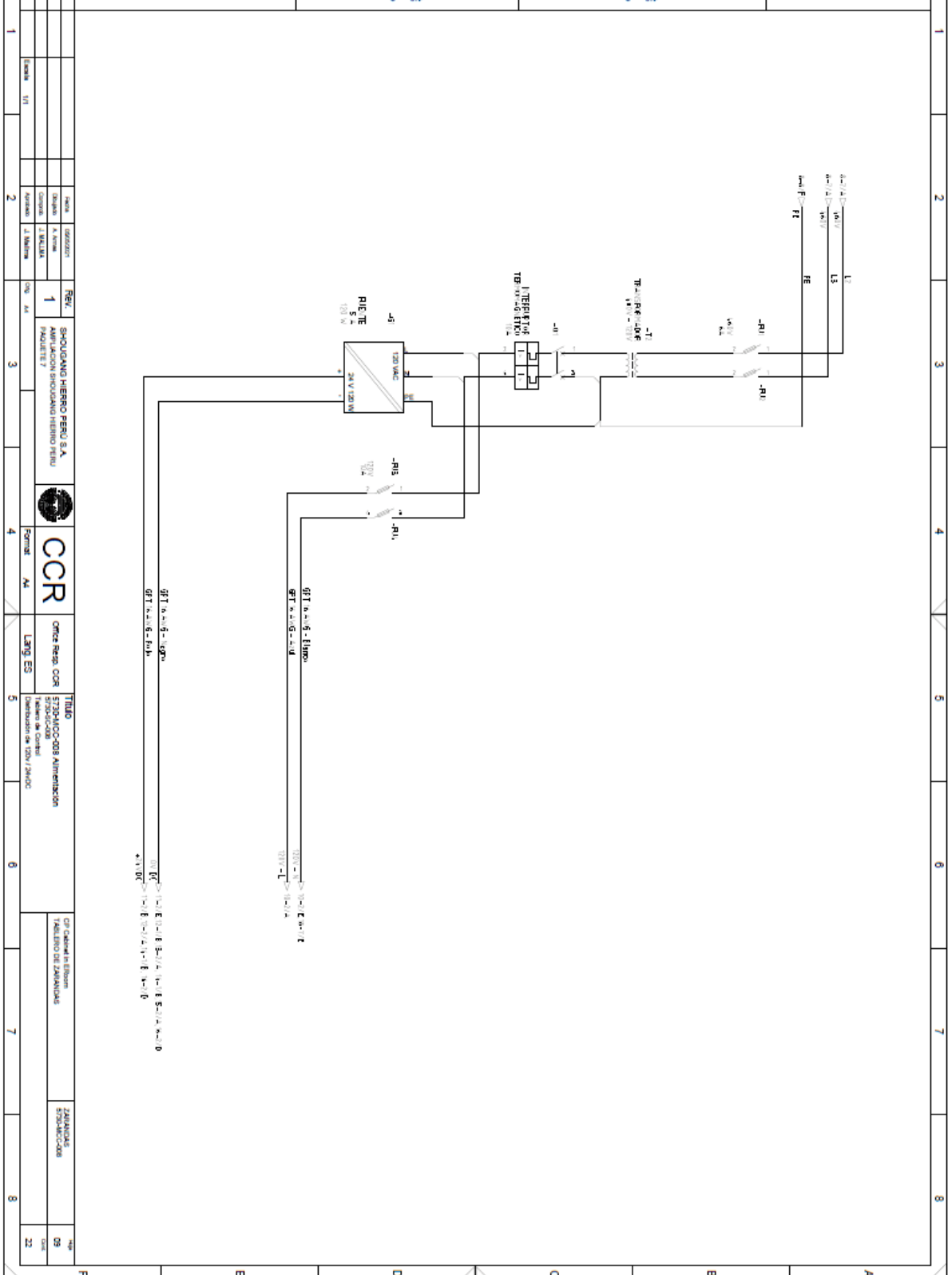
Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.



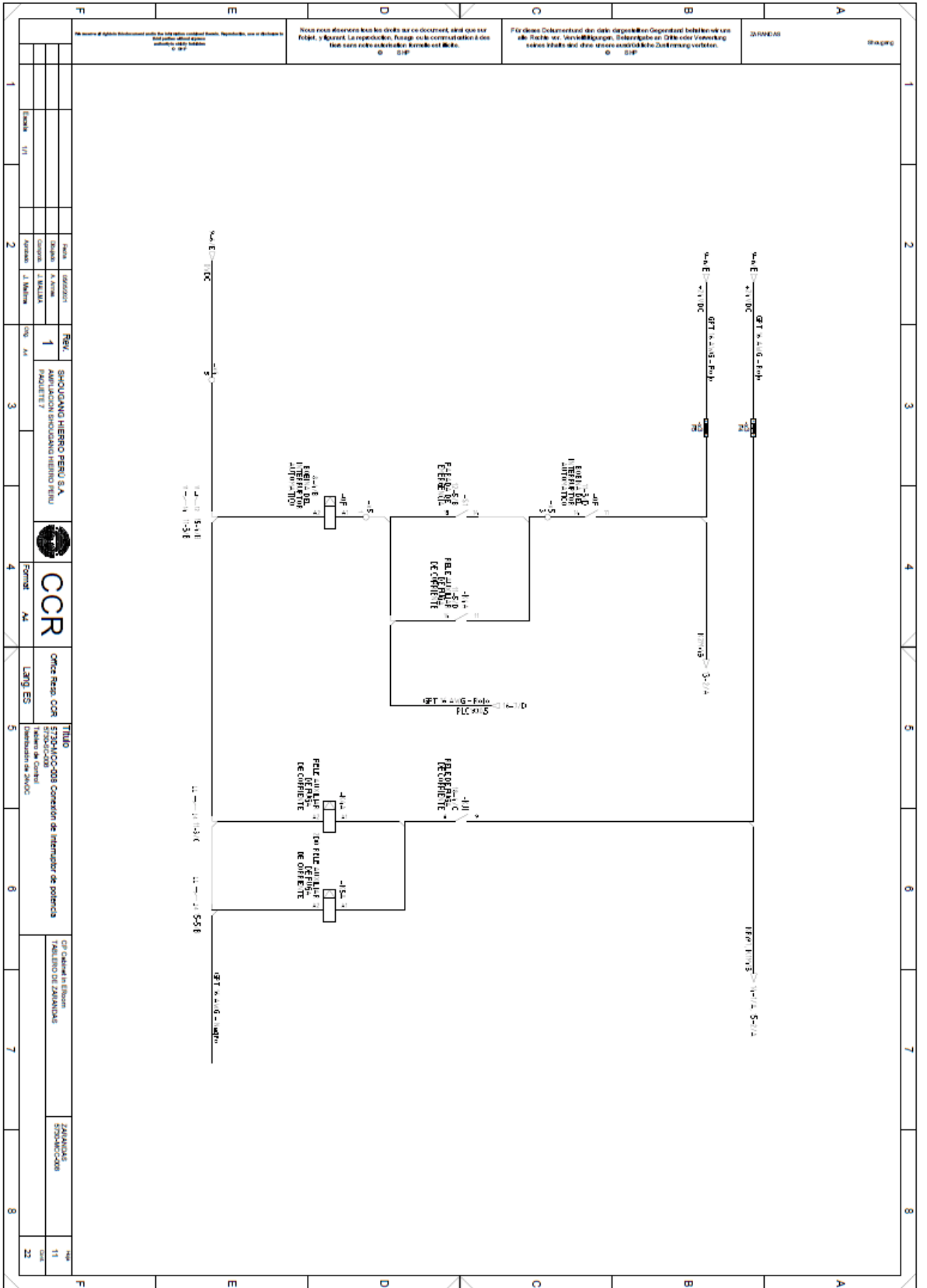
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>	
<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>	
<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>		<p>PROYECTO: 1</p> <p>PROYECTISTA: J. MORALES</p> <p>FECHA: 10/10/2011</p>	

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.

Si se copia o reproduce este documento sin el consentimiento escrito de la empresa, quedará sujeta a las sanciones de ley.



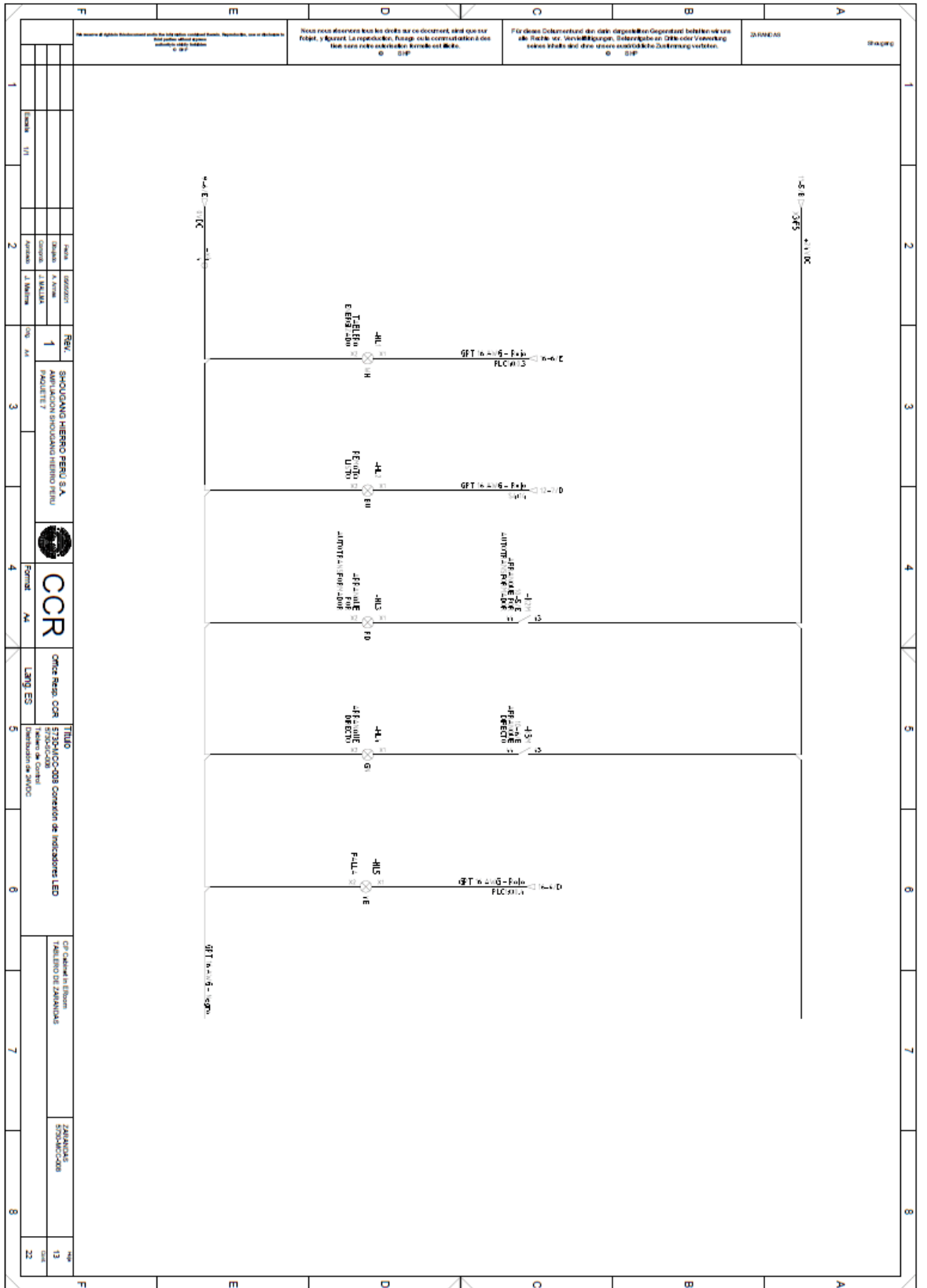


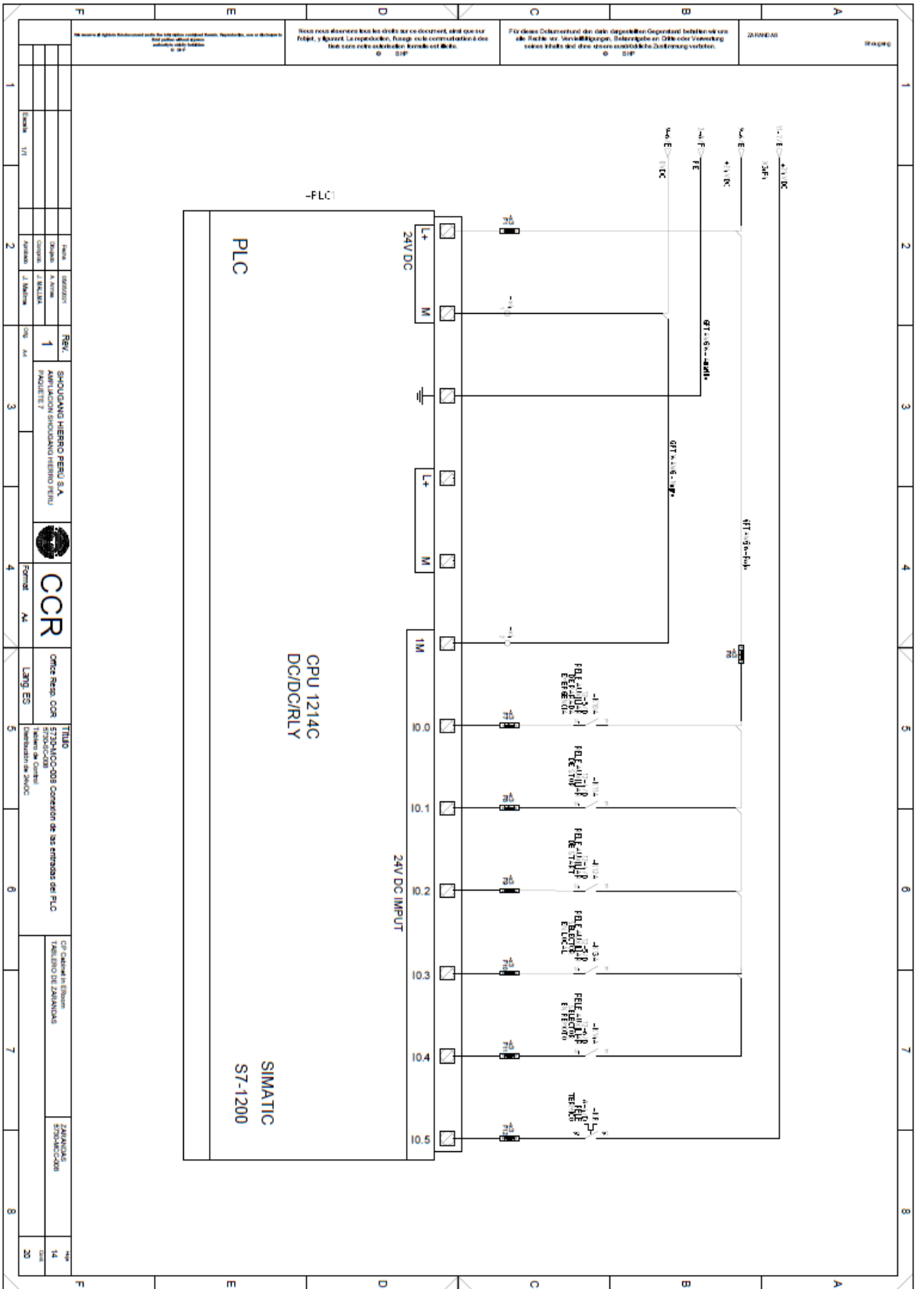
**A** **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7** **8** **9**  
**F** **M** **D** **C** **B** **A**

No se permite el copiado ni la reproducción de este documento sin el consentimiento escrito de la empresa que lo emite.  
 Toute réimpression ou reproduction de ce document sans la permission écrite de la société qui l'a émis est formellement interdite.  
 No es permitida la copia ni la reproducción de este documento, sino que se requiere el consentimiento escrito de la empresa que lo emite.  
 Für diesen Dokumententext sind alle gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich des Kopierens, der Reproduktion, der Vervielfältigung, der Verbreitung oder der Verwendung dieses Inhalts und des sonstigen geschützten Inhalts zu beachten.

No. de Hoja: 111 Hoja: 111	Nombre: SQUILANG HERRERO PERU S.A. Usuario: S. Alvarez Proyecto: 1. MANTENIMIENTO	REV. 1 AUTORIZACION SQUILANG HERRERO PERU S.A. PROYECTO 7	Formato: A4	TITULO: ESTACION DE TRANSFORMACION DE ALTA TENSION DE OBTENCION DE ALTA TENSION DESCRIPCION: ESTACION DE TRANSFORMACION DE ALTA TENSION DE OBTENCION DE ALTA TENSION	Creador: S. Alvarez Modificado: S. Alvarez	ZONAS: ZONAS DE OBTENCION DE ALTA TENSION	No. de Hoja: 111 Hoja: 111
-------------------------------	---	---	-------------	---	---	---	-------------------------------







A  
 B  
 C  
 D  
 E  
 F

1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8

No se permite el empleo no autorizado de este producto en ningún país. Reservados todos los derechos de propiedad intelectual.

Tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Siemens est formellement interdite.

Für dieses Dokument sind die deutschen Originalunterlagen zu beziehen. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung der Siemens AG.

REV. 1  
 SHOUJIAN HIERRO PERU S.A.  
 SIMULACION SHOUJIAN HIERRO PERU

CCR  
 Ofice Reg. CCR  
 5720400-008 Corporación de las empresas de PLCC

TITULO  
 SIMULACION DE CONTROL  
 DISTRIBUCION DE SIMATIC

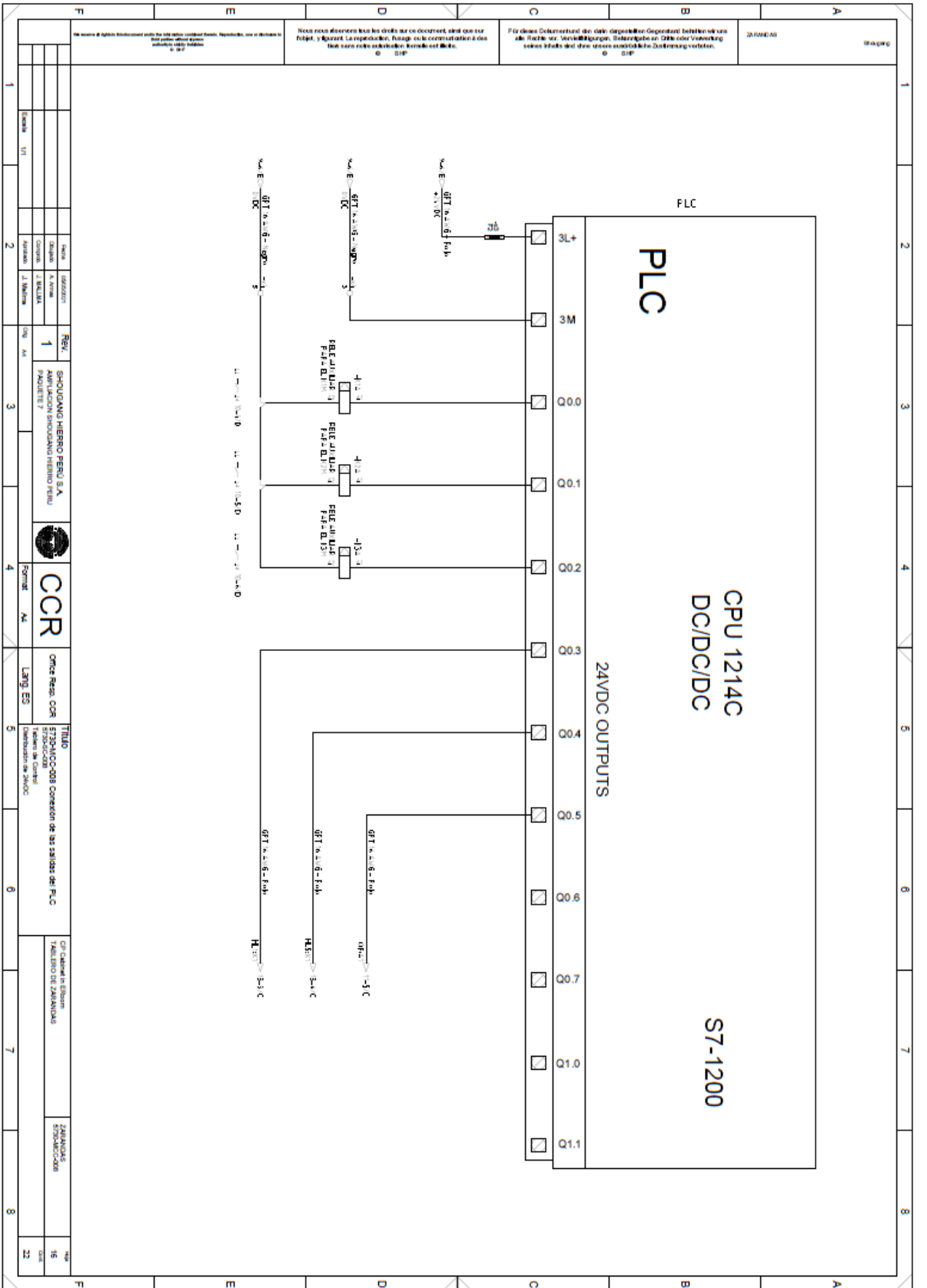
CP Control in Ethernet  
 INGENIERIA DE SISTEMAS

ZAMORA  
 ESPECIALIDAD

No  
 14

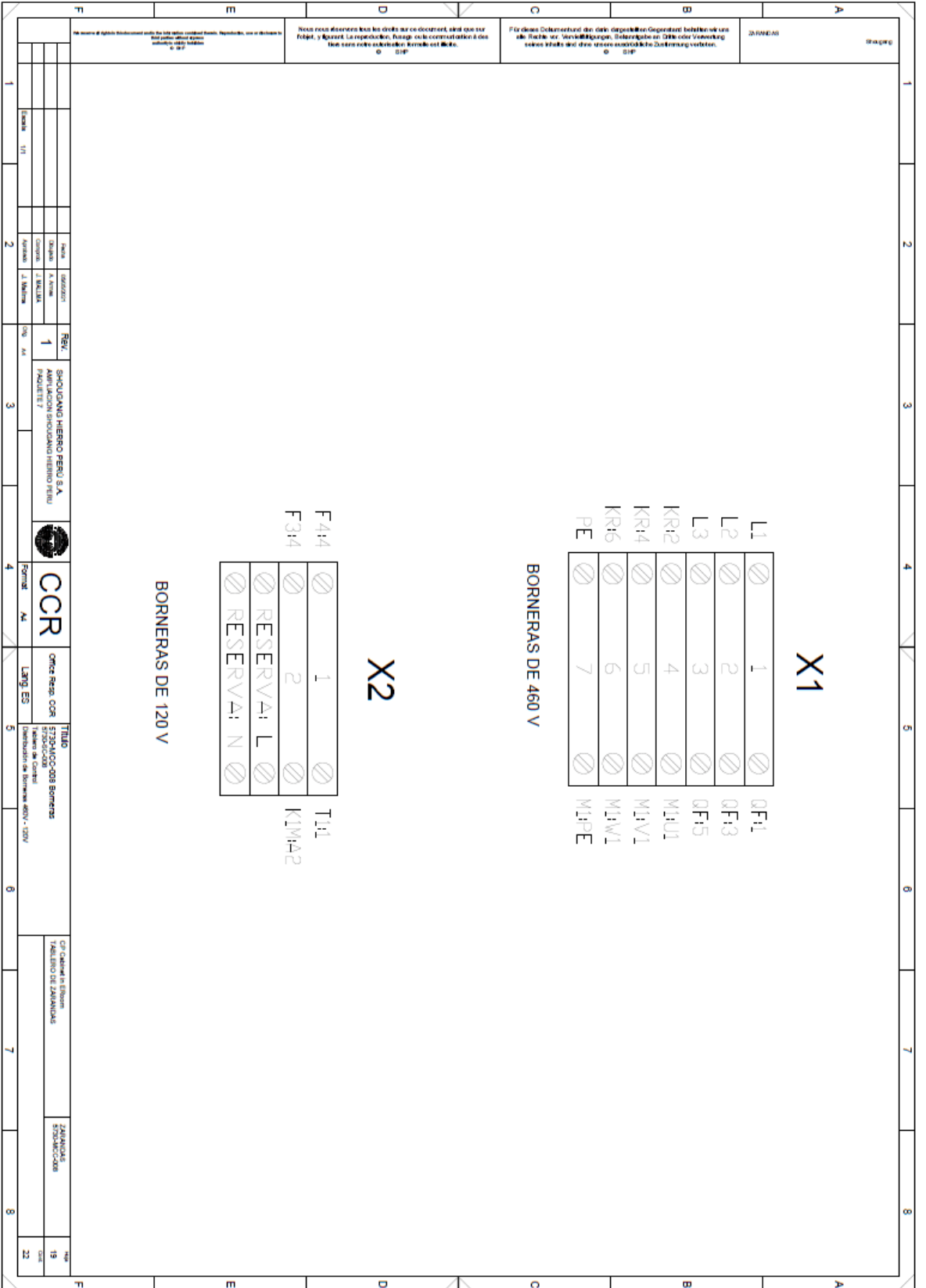
Date  
 20







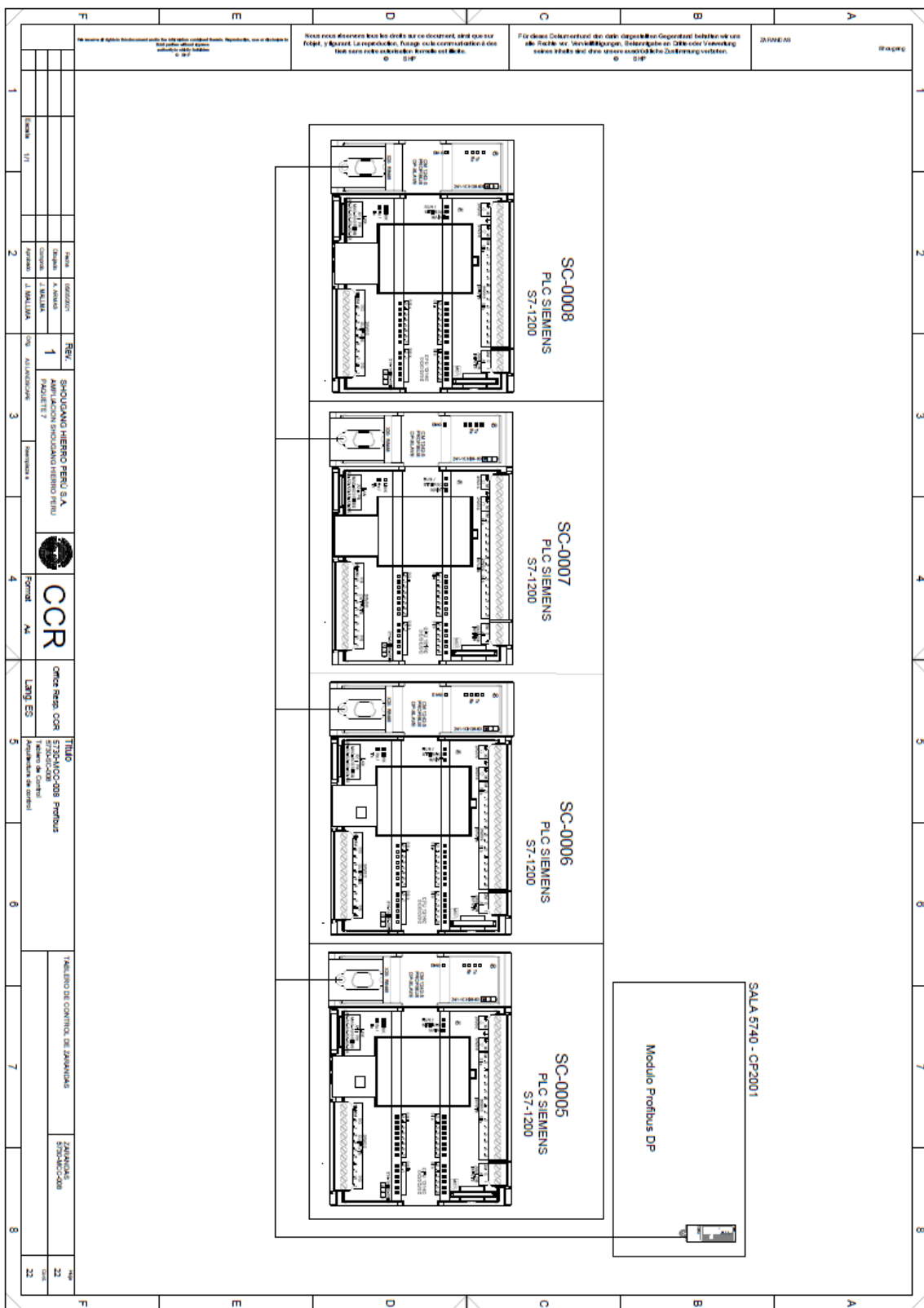








Anexo K: Red profibus para integrar las zarandas vibratorias





Anexo M: Plano de ubicación de equipos dentro del tablero

