

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“AUTOMATIZACIÓN BAJO EL ENFOQUE DE LA LÓGICA
PROGRAMADA DEL PROCESO DE DESAMARGADO DEL TARWI Y
DEL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL POR INTERCAMBIO
IÓNICO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ARCE SANTILLÁN, DORA YVONNE

**Villa El Salvador
2017**

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo desde lo más profundo de mi corazón a mi madre por ser ejemplo de perseverancia, humildad, amor, y por ser la inspiración para realizar cada uno de mis sueños y a mi familia, gracias por demostrarme su apoyo, confianza, amistad, cariño y amor, para ustedes este mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

A los buenos docentes de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur por ser parte de mi desarrollo profesional y a todas las personas que colaboraron de una u otra manera para la culminación de este trabajo de investigación. Siempre los llevaré en mi corazón.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	12
1.2 Justificación del Proyecto.....	13
1.3 Delimitación del Proyecto.....	13
1.4 Formulación del Problema.....	13
1.4.1 Problema General.....	13
1.4.2 Problemas Específicos.....	13
1.5 Objetivos.....	14
1.5.1 Objetivo General.....	14
1.5.2 Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	15
2.2 Bases Teóricas.....	18
2.3 Marco Conceptual.....	38
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 Descripción del Sistema a Automatizar.....	40
3.2 Desarrollo del Automatismo del Proceso.....	46
3.3 Revisión y Consolidación de Resultados.....	54
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	62

LISTADO DE FIGURAS

- Figura N° 01: Control en lazo abierto
- Figura N° 02: Control en lazo cerrado
- Figura N° 03: Lógica cableada
- Figura N° 04: Simbología de la lógica cableada
- Figura N° 05: Funciones de la lógica cableada
- Figura N° 06: Controlador Lógico Programable
- Figura N° 07: Señales digitales y analógicas comportamiento
- Figura N° 08: Símbolo del contacto normalmente abierto (NA)
- Figura N° 09: Símbolo del contacto normalmente cerrado (NC)
- Figura N° 10: Etapas del desamargado del Tarwi
- Figura N° 11: Etapas del proceso de desamargado del Tarwi en la empresa Andina S.A.C
- Figura N° 12: Descripción de las etapas de desamargado del Tarwi y del tratamiento del agua residual
- Figura N° 13: Proceso de desamargado del Tarwi y tratamiento del agua por intercambio iónico
- Figura N° 14: Diagrama de tiempo del proceso a automatizar
- Figura N° 15: Diagrama de Gantt del proceso a automatizar
- Figura N° 16: Bomba _ muestra
- Figura N° 17: Válvulas ON / OFF
- Figura N° 18: Proceso de desamargado del Tarwi y sus direccionamientos al PLC
- Figura N° 19: Diseño del llenado de agua en la etapa de hidratación

- Figura N° 20: Diseño de la etapa de hidratación
- Figura N° 21: Diseño de la etapa de cocción
- Figura N° 22: Diseño de la etapa de salida del agua residual
- Figura N° 23: Diseño de la etapa del tratamiento de agua por intercambio iónico
- Figura N° 24: Diseño del proceso de reutilización del agua para la etapa de lavado
- Figura N° 25: Diseño de la etapa de lavado
- Figura N° 26: Apertura de la válvula para el llenado del tanque de agua residual
- Figura N° 27: Diagrama de conexión al PLC
- Figura N° 28: Simulación de la etapa de hidratación
- Figura N° 29: Simulación de la salida del agua de las etapas de hidratación y cocción hacia el tanque de almacenamiento
- Figura N° 30: Simulación de la etapa de lavado y del proceso final de descarga del agua al tanque de almacenamiento

LISTADO DE TABLAS

- Tabla N° 01: Elementos básicos empleados en la programación de un PLC
- Tabla N° 02: Contenido de minerales en el Tarwi
- Tabla N° 03: Características de la bomba
- Tabla N° 04: Características de la válvula ON /OFF
- Tabla N° 05: Elementos de entrada del proceso
- Tabla N° 06: Elementos de salida del proceso
- Tabla N° 07: Direccionamiento de las entradas al PLC
- Tabla N° 08: Direccionamiento de las salidas del PLC
- Tabla N° 09: Resultados de la optimización de los tiempos de las etapas
- Tabla N° 10: Análisis costo-beneficio operarios

INTRODUCCIÓN

El Tarwi es una leguminosa muy antigua y típica de Provincia de Huaylas, así como de los Andes Peruanos con un alto contenido de proteínas mayor que el de la soja, sin embargo, el grano de Tarwi contiene sustancias antinutricionales que no permite el consumo directo debido a que contiene alcaloides que le confieren un sabor amargo y ciertos niveles de toxicidad. Para el consumo del grano de Tarwi es necesario realizar un proceso de desamargado con el fin de eliminar los alcaloides en su totalidad.

En la actualidad la empresa Andina S.A.C se dedica al proceso de desamargado de Tarwi este procedimiento se realiza de forma manual y cuenta con un gran número de operarios que supervisan e intervienen en el proceso productivo, esto genera imprecisiones y aumento en los costos referente a la gran cantidad de operarios existentes. Hay que tener en cuenta que al no haber exactitud en las diferentes etapas de desamargado cambiarían algunas propiedades del grano de Tarwi por ello es necesario que el proceso cumpla con los tiempos precisos.

La automatización de una máquina o proceso tiene entre otras consecuencias la liberación física y mental del hombre de dicha labor. Ésta, quizás sea la manera más relevante de asegurar económicamente la operación y eficiencia de los diferentes equipos e instalaciones que pueden tener los procesos y obras civiles, la automatización incluye en un proceso “evolutivo”. A lo largo de

este proceso “evolutivo” el número de operarios involucrados es cada vez menor.

En ese sentido y con la finalidad de aportar para el desarrollo de alternativas automatizadas bajo el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo es que he dividido mi proyecto de Ingeniería en 3 capítulos.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, que está basado en reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo del sistema de desamargado del Tarwi mediante la automatización bajo el enfoque de la lógica programada, ya que en la actualidad se realiza de forma manual.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico en el cual se sustenta la propuesta de solución, referente a la automatización industrial y la lógica programada.

Finalmente en el Capítulo III, se describe el desarrollo de la propuesta, que consiste en diseñar y programar el automatismo mediante el enfoque de la lógica programada utilizando el Controlador Lógico Programable Siemens 314C-2DP y verificar mediante la simulación si se establece la automatización del sistema de desamargado de Tarwi con el objetivo de reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo, que finalmente nos permitirá determinar los resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente en la empresa Andina S.A.C ubicada en el distrito de Caraz en la Provincia de Huaylas en el Departamento de Ancash, principal región productora de cultivo de Tarwi, se encuentra un sistema de desamargado de Tarwi que se desarrolla de forma manual, siendo todas sus etapas manejadas por operarios.

En ese sentido el principal problema en la empresa Andina S.A.C es que no cuenta con un sistema de desamargado de Tarwi automatizado, es decir el desarrollo del sistema se realiza de forma manual con una gran cantidad de operarios esto genera un sobre aumento en los costos de la empresa e imprecisiones en el proceso productivo ya que no se utiliza el uso de la tecnología.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se justifica que al automatizar el sistema de desamargado de Tarwi se reducirá el personal y por ende la reducción de costos en la empresa Andina S.A.C, ya que muchas actividades realizadas por operarios ahora formara parte de un accionamiento secuencial controlado por un PLC.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 ESPACIAL

El proyecto se desarrolla en la empresa Andina S.A.C ubicada en la Avenida La Merced 141 en el distrito de Caraz – Huaylas – Ancash – Perú.

1.3.2 TEMPORAL

El proyecto de ingeniería comprende del nueve (09) de Enero de 2017 al veintisiete (27) de Enero de 2017.

1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo realizar la automatización bajo el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

- PE1: ¿Cómo diseñar el automatismo mediante el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo?

- PE2: ¿Cómo programar el Controlador Lógico Programable Siemens 314C- 2DP y verificar mediante la simulación si se establece la automatización del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la Automatización bajo el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- OE1: Diseñar el automatismo mediante el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo.
- OE2: Programar el Controlador Lógico Programable Siemens 314C- 2DP y verificar mediante la simulación si se establece la automatización del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Requena (2012), en su tesis titulada “Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahoria de 10 t/h” para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Pontificia Universidad Católica del Perú de Lima, concluye que: “. La simulación del sistema de control desarrollado en lenguaje escalera (Ladder), mostró un control efectivo de cada proceso llevando a cabo el sistema de lavado automático en 55 minutos, permitiendo una reducción en el tiempo de lavado y dando la posibilidad que la Planta pueda operar más veces al día”.¹

¹REQUENA, J. (2012). Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahoria de 10 t/h. (Tesis de Pre Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Aquize (2003), en su tesis titulada “Control y Supervisión de los procesos de fermentación y estabilización de vinos Tabernero” para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima, concluye que: “A su vez esto permitirá una acción de control oportuna y sin los eventuales errores humanos, eliminándose las probabilidades de falla ocasionadas por operarios, y las consecuentes paralizaciones del proceso, que a la larga implican pérdidas económicas en la producción. El haberse optado por el control basado en lógica programada mediante un PLC, en lugar del control mediante lógica cableada, se ejercerá las acciones de control con eficiencia y con costos óptimos, porque está probado que en plantas industriales donde se emplea control programable, las utilidades son mayores”.²

Rodríguez (2005), en su tesis titulada “Diseño de la automatización del equipo de tratamiento de agua de una fábrica de dulces”, para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Universidad San Carlos de Guatemala, concluye que: “Con un sistema automático con lazo de retroalimentación de control, tipo apagado/encendido y sus elementos de control, se puede automatizar el equipo de tratamiento de agua actual, garantizando agua con la calidad adecuada para la generación de vapor requerido para la fabricación de dulces. Con el conocimiento de los conceptos y aplicaciones de los modos de control

²AQUIZE, P. (2003). Control y Supervisión de los procesos de fermentación y estabilización de vinos Tabernero. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

automáticos en equipos y procesos, se puede mejorar la eficiencia y facilitar la operación de los sistemas de trabajo actual, en la industria”.³

Peralta (2001), en su libro titulado “Poscosecha y Mercado de Tarwi” señala que: “El Tarwi, cuyo contenido de proteína supera el 50%, es un alimento que consumen el 80% de la población rural. Este grano andino tiene como principal obstáculo para el uso directo en la alimentación humana, la presencia de alcaloides de tipo quinolizidinicos, los cuales son tóxicos y de sabor amargo, por lo que se hace necesario aplicar un proceso de desamargado previo a su utilización”.⁴

Guadayol (2010), en su libro titulado “La Automatización en la industria química” señala que: “La automatización en el campo industrial químico se desarrolla en dos vertientes. En primer lugar, sustituyendo al operador humano. En segundo lugar, mejorando la calidad del producto final y abaratando los costes del proceso. Las ventajas de aplicar automatización a un proceso industrial son: aumenta la productividad y la flexibilidad de la máquina y de las instalaciones, incrementa la seguridad del operario, minimiza los tiempos de espera y parada por cambios de producción o alarmas en los procesos”.⁵

³RODRÍGUEZ, G. (2005).Diseño de la automatización del equipo de tratamiento de agua de una fábrica de dulces. (Tesis de Pre Grado). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

⁴PERALTA, E. (2001). Poscosecha y Mercado de Tarwi. Quito, Ecuador: INIAP

⁵GUADAYOL, J. (2010). La Automatización en la industria química. Barcelona, España: UPC

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 DEFINICIÓN DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización es un conjunto de técnicas asociadas con la aplicación de sistemas de tipo mecánico/electrónico y basado en ordenadores, cuyo objetivo es la operación y control de la producción. También se le puede definir como el estudio de los métodos y procedimientos al control de los procesos industriales, cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial, en la generación de una tarea física o mental previamente programada. Tomando como referencia las definiciones de automatización planteadas existen desventajas e inconvenientes que influyen en su implantación.

Las primeras investigaciones que exponen este conjunto de ventajas son:

- Aumento de la productividad y consistencia en los productos.
- Las tecnologías de automatización no presentan fallos.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles físicamente para el operador humano.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo generar las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Integrar la gestión y producción.

Las desventajas sobre la implantación de la automatización son:

- El software de automatización solo responde a situaciones previamente establecidas en el diseño. Los sistemas automáticos presentan varios grados de fragilidad en función de la actividad que realizan
- La aparición de las islas de automatización. Estas islas consisten en la unión de sistemas independientes y parcialmente automatizados para actuar como un solo sistema.

2.2.1.1 CONTROL AUTOMÁTICO

El control automático es la fabricación de un producto producido en un número de etapas sucesivas y su uso es para cualquier rama de la ciencia o aplicación en la industria.

a) Control en lazo abierto

El control en lazo abierto, se caracteriza porque la información o variables que controlan el proceso circulan en una sola dirección, desde el sistema de control de proceso.

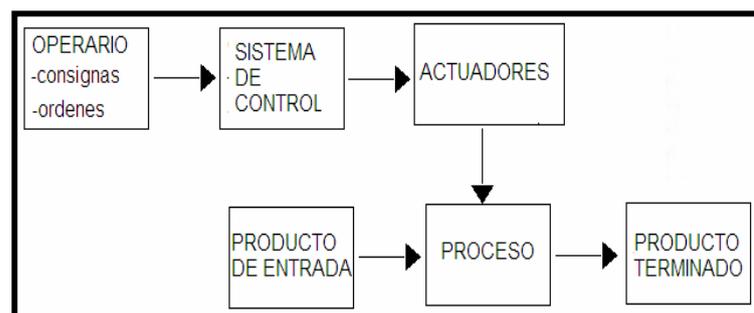


FIGURA Nº 01: CONTROL EN LAZO ABIERTO

b) Control en lazo cerrado

El control en lazo cerrado, se caracteriza por que existe una realimentación a través de los sensores desde el proceso hacia el sistema de control, que permite a este último conocer si las acciones ordenadas a los actuadores se han realizado correctamente sobre el proceso.

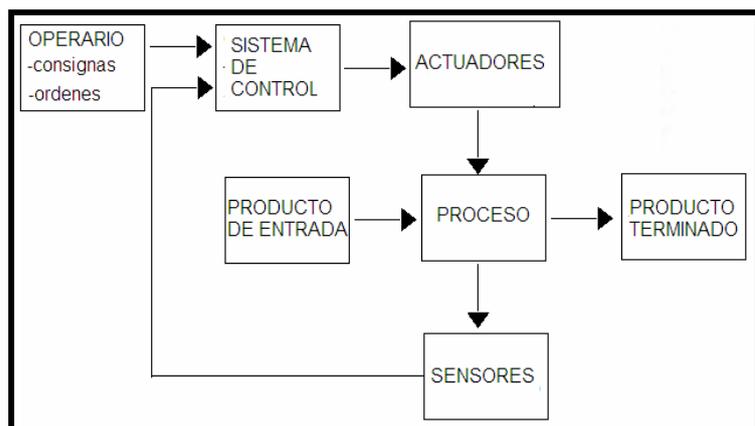


FIGURA Nº 02: CONTROL EN LAZO CERRADO

En la mayoría de procesos existentes en la industria utilizan el control en lazo cerrado, bien, porque el producto que se pretende obtener o la variable que se controla necesita un control continuo en función de unos determinados parámetros de entrada.

La configuración del sistema de control, el número de variables de entrada y salida de que dispone, así como la naturaleza, de estas variables, depende del tipo de proceso industrial que se pretende controlar.

2.2.2 DIFERENCIA ENTRE LÓGICA CABLEADA Y LÓGICA PROGRAMADA

A la hora de explicar los automatismos se deben de distinguir dos tipos o sistemas diferentes, los automatismos eléctricos de lógica cableada y los automatismos eléctricos de lógica programada. A continuación vamos a explicar detalladamente cada uno de ellos.

2.2.2.1 LÓGICA CABLEADA

La lógica cableada industrial es la técnica de diseño de pequeños a complejos autómatas utilizados en plantas industriales, básicamente con relés cableados.

Consiste en el diseño de automatismos mediante la utilización de circuitos cableados, utilizando para ello contactos auxiliares de relés electromecánicos, contactores de potencia, relés temporizados, relés contadores, válvulas oleohidráulicas y neumáticas. Los circuitos cableados incluyen funciones de mando y control, de señalización, de protección y de potencia.

Sin olvidar la correspondiente protección de la instalación mediante sus correspondientes elementos de protección, magnetotérmicos, guardamotores, variadores de frecuencia, fuentes de potencia y diferenciales.

La práctica de la lógica cableada ha sido asimilada por otras ramas de la tecnología como las telecomunicaciones y la informática, con la introducción del cableado estructurado en edificios, oficinas y locales comerciales, lugares donde es poco usual el manejo de esquemas y dibujos de las instalaciones eléctricas, excepto la de potencia, la elaboración de proyectos de detalle y el cableado en forma ordenada mediante el uso de bornas y regletas.

a) Ventajas de la lógica cableada:

- Relés electromagnéticos, contactos accionados por bobinas.
- Módulos lógicos neumáticos, contactos accionados por aire.

b) Desventaja de la lógica cableada:

- La tecnología cableada no es muy adecuada para implementar sistemas de control complejos.
- Ofrecen una gran dificultad para la búsqueda de averías.
- A veces se deben realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

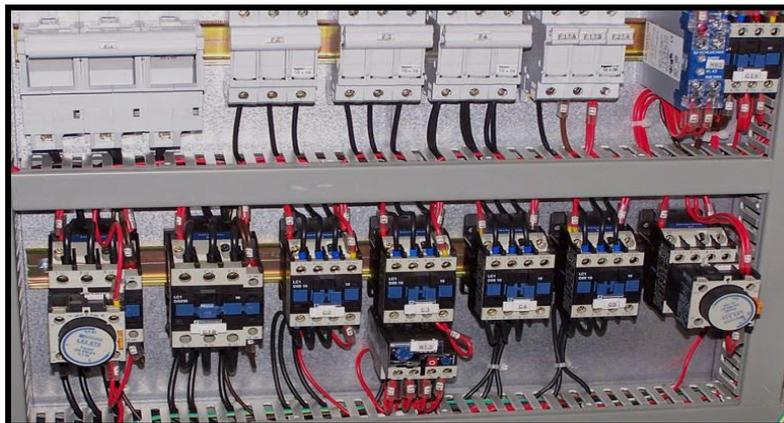


FIGURA N° 03: LÓGICA CABLEADA

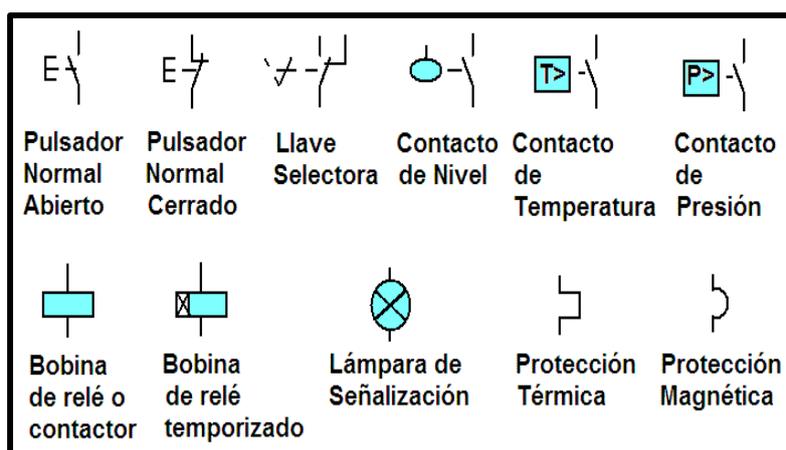


FIGURA N° 04: SIMBOLOGÍA DE LA LÓGICA CABLEADA

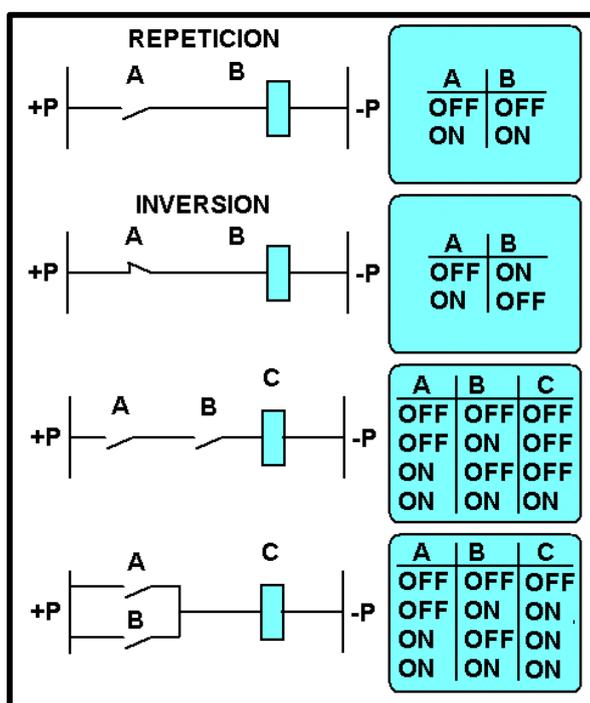


FIGURA N° 05: FUNCIONES DE LA LOGICA CABLEADA

2.2.2.2 LÓGICA PROGRAMADA

La función principal del control automático de procesos es mantener en determinado valor de operación las variables del proceso tales como: temperaturas, presiones, flujos y compuestos, y para lograrlo es necesario el uso de un PLC. Un PLC (Programmable Logic Controller - controlador lógico programable) es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar secuencialmente procesos en tiempo real en un ámbito industrial.

Dentro de las funciones del PLC se puede mencionar:

- Almacenar datos en memoria.
- Tomar decisiones en base a reglas programadas.
- Adquirir datos del proceso por medio de las entradas digitales y analógicas.
- Generar ciclos de tiempo.
- Actuar sobre dispositivos externos mediante las salidas digitales y analógicas.
- Comunicarse con otros sistemas externos.

Un PLC es un dispositivo que fue desarrollado para reemplazar los circuitos secuenciales de relés para el control de máquinas.

Entonces se define un PLC como una computadora especializada, diseñada para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales operando en tiempo real.



FIGURA Nº 06: CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

La estructura básica de cualquier autómatas es la siguiente:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulo de entradas
- Módulo de salida
- Terminal de programación
- Periféricos.
- Interfaces

Respecto a su disposición externa, los autómatas pueden contener varias de estas secciones en un mismo módulo o cada una de ellas separadas por diferentes módulos. Así se pueden distinguir autómatas Compactos y Modulares.

a) Fuente de alimentación

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 220V C.A., a baja tensión de C.C, normalmente 24 V.

b) CPU

La Unidad Central de Procesos (CPU) es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las órdenes, del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas.

c) Módulo de entradas

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.).

d) Módulo de salidas

El módulo de salida del autómata es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactares, lámparas, motores pequeños, etc). La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

e) Terminal de programación

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema.

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- ❖ Transferencia y modificación de programas.
- ❖ Verificación de la programación.
- ❖ Información del funcionamiento de los procesos.

f) Periféricos

Elementos auxiliares físicamente independientes del controlador que se unen a él mismo para realizar su función específica, no intervienen directamente ni en la elaboración, ni en la ejecución del programa. Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario.

g) Interfaces

Son circuitos que permiten la comunicación de la CPU con el exterior llevando la información acerca del estado de las entradas y transmitiendo los órdenes de activación de las salidas. Así mismo permite la introducción, verificación y depuración del programa mediante la consola de programación.

- **Señales analógicas y digitales**

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente).

- ❖ Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off.
- ❖ Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos.

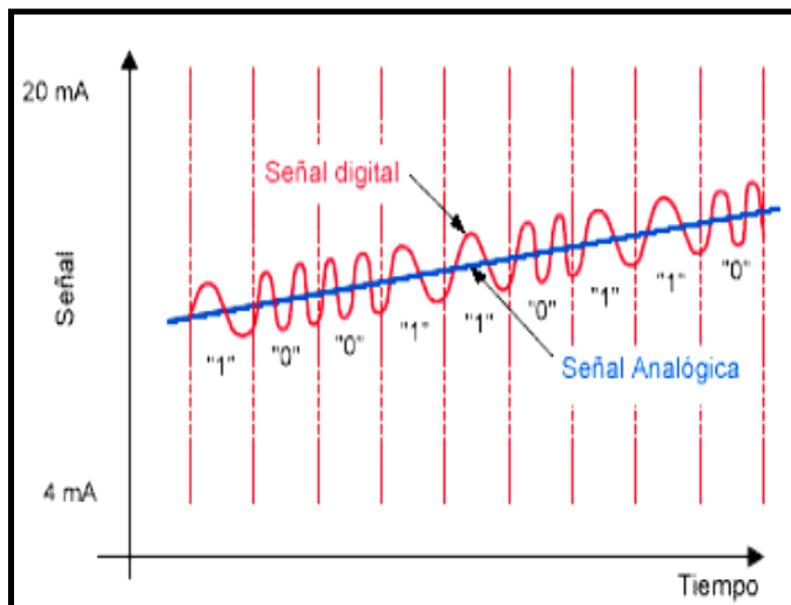


FIGURA Nº 07: SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS
COMPORTAMIENTO

2.2.3 ELEMENTOS PRINCIPALES UTILIZADOS EN LA PROGRAMACIÓN DE UN PLC

Los elementos principales son: contactos y bobinas. Los contactos o condiciones pueden ser de: entradas digitales, salidas digitales, temporizadores, contadores o marcas. Lo que llamamos "bobinas" es el resultado de la operación y "enciende" cuando las condiciones precedentes se cumplen, o en términos eléctricos, existe un camino de contactos en serie cerrados.

Símbolo	Concept
I	Entrada digital
A	Entrada analógica
Q	Salida digital
A	Salida analógica
M	Marca o bobina interna
T	Temporizador
Contador	C
Instrucción Set	S
Instrucción	R

TABLA Nº 01: ELEMENTOS BÁSICOS EMPLEADOS EN LA PROGRAMACIÓN DE UN PLC

2.2.3.1 CONFIGURACIONES BÁSICAS

a) Contacto normalmente abierto (NA)

Este tipo de contacto sigue el mismo estado del elemento de campo (físicamente) al cual está asociado.



FIGURA Nº 08: SÍMBOLO DEL CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO (NA)

b) Contacto normalmente cerrado (NC)

Este contacto refleja un estado contrario o inverso al estado del elemento de campo (Físicamente) al que está asociado.

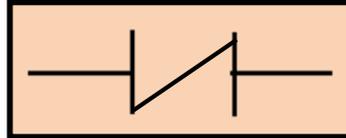


FIGURA N° 09: SÍMBOLO DEL CONTACTO NORMALMENTE CERRADO (NC)

c) Temporizadores (TIMERS)

Los TIMERS son elementos internos de un PLC que cuentan incrementos de tiempo. Por ejemplo son usados en la programación de semáforos para controlar el lapso de tiempo entre cambio de señales.

d) Contadores

Los contadores son posiciones de memoria que almacenan un valor numérico, el mismo que se incrementa o decrece según la configuración dada al contador. Como los temporizadores, un contador debe tener un valor prefijado como meta o Preset (P), el cual es un número que el usuario programa para que dicho contador sea activo o inactivo según el valor alcanzado.

2.2.3.2 SENSORES Y ACTUADORES

Son componentes que forman el nivel más bajo de un sistema de automatización (nivel de entrada y salida), estos componentes son los sensores y los actuadores.

a) Sensores

Los sensores o transductores son los dispositivos encargados de capturar la magnitud física que se desea medir. Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, calor, movimiento) a valores medibles de dicha magnitud. Los sensores aportan información tanto del entorno de trabajo como del estado interno del robot o del elemento donde estén instalados, para que realice su tarea eficientemente.

b) Actuadores

Los actuadores actúan como reguladores de la potencia de la planta. Existen multitud de actuadores como por ejemplos los destinados a movimientos (motores, cilindros), los térmicos (hornos, intercambiadores) etc. En estudios recientes, se define un actuador como el dispositivo que conmuta la señal de un tipo de energía eléctrica a otra.

2.2.4 PROCESO DE DESAMARGADO DEL TARWI

El Tarwi o chocho, es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú, tiene relevancia en la gastronomía de esos países desde la época prehispánica. Su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soja, lo hace una planta de interés para la nutrición humana y animal. Según los especialistas, su consumo en diversas presentaciones (cremas, guisos, postres) ayuda a los niños en su crecimiento y desarrollo cerebral, pues tiene calcio y aminoácidos.

Cuando se compara el Tarwi con otras leguminosas, como la soja y el frijol, es clara la diferencia en contenido de proteína a favor del Tarwi; sin embargo se debe considerar que ese elevado contenido de proteína, se puede incrementar de 47 a 64% cuando se extraen los lípidos y los alcaloides. La proteína del Tarwi es rica en globulina y albúmina, sin embargo es deficiente en triptófano, con mayor cantidad de aminoácidos azufrados que la mayoría de leguminosas.

Macroelementos	mg/g	Microelementos	mg/kg
Calcio	1.07 -1.53	Hierro	46.00 – 73.3
Magnesio	2.00 – 3.02	Zinc	40.00 – 51.66
Sodio	0.25 – 0.75	Manganeso	21.33 – 29.10
Potasio	11.06 – 13.56	Cobre	4.00 – 12.10
Fósforo	0.44 – 0.88		

TABLA N° 02: CONTENIDO DE MINERALES EN EL TARWI

2.2.4.1 MÉTODOS DE DESAMARGADO DEL TARWI

Para desamargar el grano de Tarwi existen varios métodos: extracción mediante agua u otros solventes, como soluciones de alcohol o gasificación con óxido de etileno.

A continuación se presentaran algunos métodos de desamargado del Tarwi:

a) Desamargado tradicional

Durante el desamargado de Tarwi antiguamente los campesinos lo realizaban de manera rudimentaria, el proceso consta de una hidratación por un tiempo de 24 h y se lo realiza con agua de acequia o vertiente, después se realiza la cocción del grano hidratado por un periodo de 1 hora en cocinas de leña o gas, y el lavado se realiza en bolsas de tela por cinco a diez días en acequias o vertientes.

b) Desamargado mediante proceso de Tapia

Fue desarrolla en 1981, consiste en estas etapas:

- **Hidratación**

Se realiza con agua a temperatura ambiente durante 21 h, obteniendo 240% de incremento del peso inicial del grano de Tarwi.

- **Cocción**

Esta etapa se realiza en una olla de presión 2 veces durante 40 minutos cada uno y con un cambio de agua, se observó que se reduce en mayor porcentaje los alcaloides.

- **Lavado**

Esto se realiza en un tanque de agua con un motor de 1 HP para agitar cuatro canastillas con los granos de Tarwi, durante un período de 1 a 2 h con agua a 80°C para eliminar los alcaloides.

2.2.4.2 PLANTA DE DESAMARGADO Y PROCESAMIENTO DEL TARWI EN EL CUSCO

En la planta agroindustrial de la Granja Experimental K'aira. Cusco, se llega a procesar entre 80 a 100 kg / diarios, con un equipo sencillo y procesos bastante simples, copiados del sistema tradicional.

En este proceso, el grano es sumergido en agua durante 24 horas hasta que todos los granos se han hidratado uniformemente. Luego se someten a la cocción en una olla de presión durante 30 a 40 minutos, con la adición de lejía, y de allí se pasa a una máquina lavadora diseñada especialmente con canastas para el Tarwi que son sometidas a un

movimiento giratorio, en donde se agita el grano por un periodo de 80 minutos. El secado se efectúa en un área cubierta de plástico, en donde se acumula el calor solar y se ayuda al movimiento del aire con el empleo de un ventilador corriente.

El método del desamargado mejorado incluye las siguientes fases:

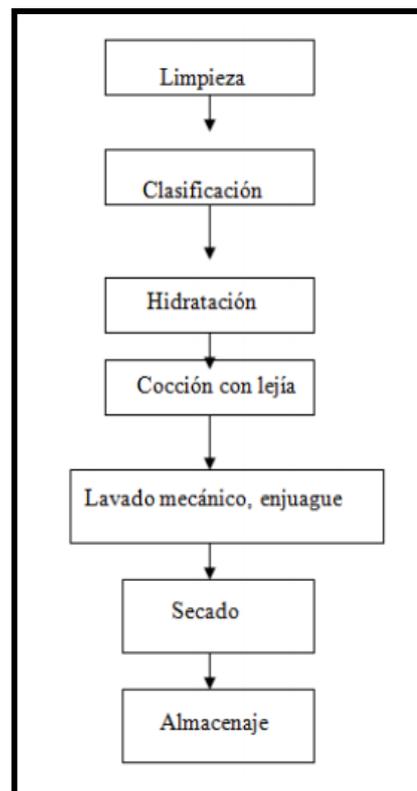


FIGURA Nº 10: ETAPAS DEL PROCESO DE DESAMARGADO DEL TARWI

Características técnicas del proceso

- **Limpieza**

El grano puede venir con piedras, tierra, paja y otras materias extrañas por lo que es necesario clasificarlo

con una zaranda de 5 mm. Existe también, según las variedades o ecotipos empleados, una cantidad variable de granos no llenados o chupados, que son clasificados con una zaranda de 7 mm.

- **Clasificación**

Los lotes de semilla de Tarwi no son uniformes en cuanto al tamaño, forma y consistencia del grano. En la actualidad la mayoría de la materia prima es una mezcla de varios ecotipos, sin embargo cuando no se trabaja con variedades seleccionadas es posible ajustar el desamargado a las características de dicha variedad.

- **Hidratación**

Se efectúa en una poza de agua fría y se ha encontrado que el periodo adecuado es de 12 a 18 horas, hasta que todos los granos estén hinchados.

- **Cocción con lejía**

Después de escurrir el agua, se somete el grano a la cocción durante 25 minutos, añadiéndole 50 gr. de lejía (ceniza de horno de pan). La cocción se efectúa con el objetivo de coagular las proteínas y de esta manera lograr una menor pérdida de proteína y

ablandamiento de la cáscara. En este proceso es donde se extrae la mayor cantidad de alcaloides.

- **Lavado mecánico y enjuague**

Las muestras de 20 kilos de grano cocido se someten a una máquina de lavado especialmente diseñada en la planta de procesamiento en la Granja Experimental K'aira.

El grano, finalmente, se somete a la fricción del agua durante 30 minutos y con ello se consigue un grano libre del sabor amargo. La máquina está diseñada para dos velocidades y con la alta velocidad y libre de agua se consigue un enjuague que facilita el secado.

- **Secado**

Los granos son llevados a bandejas diseñadas para el escurrido y secado al sol. Las bandejas con los granos casi secos se colocan en carritos que son expuestos al túnel calentado con la energía solar y con un ventilador que permite la circulación de aire para terminar el secado.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Ablandamiento:** Proceso de reducir el contenido de sales minerales.
- **Actuador:** Transductor, que transforma señales eléctricas en movimientos mecánicos.
- **Alcaloides:** Sustancias propias de las plantas sintetizadas a través de un aminoácido que presentan hidrosibilidad en pH ácido.
- **Alcaloides quinolizidinicos:** Tipo de alcaloides unidos con sales con base de nitrógeno, soluble en agua en altas dosis puede ser fatal.
- **Bascula:** Instrumento para medir pesos, generalmente grandes.
- **BTU:** Cantidad de energía térmica que se necesita para elevar en 1 °F la temperatura de 1 libra de agua.
- **Compuertas lógicas:** Las compuertas son bloques del hardware que producen señales en binario 1 ó 0.
- **Control:** Dispositivo para regular la acción de un mecanismo.
- **Desmineralización:** Eliminación de todas las sales minerales que lleva disueltas el agua.
- **Enclavamiento:** Creación inadvertida de una resistencia eléctrica entre el suministro de energía de un circuito MOSFET.
- **Fisicoquímicos:** La fisicoquímica es una rama de la ciencia que estudia y desarrolla los principios que gobiernan las propiedades y el comportamiento de los sistemas químicos.
- **G.P.M:** Galones por minuto.
- **Hardware:** Partes físicas tangibles de un sistema informático; sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos.

- **Hidroxilo:** Radical compuesto de un átomo de oxígeno y uno de hidrógeno.
- **Leguminosas:** Son las semillas comestibles que crecen en vainas en plantas anuales, arbustos.
- **Lípidos:** Formaciones moleculares que sirven como reserva de energía y son la base de las estructuras bióticas.
- **Patcheras:** Panel de conexiones.
- **PH:** Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
- **Presión:** Fuerza que ejerce un gas, líquido o sólido, sobre una unidad de superficie de un cuerpo: la presión se mide en pascales.
- **Proceso:** Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico.
- **Simulación:** Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital.
- **Software:** Se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de una Computadora digital.
- **TTL:** Lógica transistor a transistor.
- **Zeolitas:** Son minerales aluminosilicatos microporosos que destacan por su capacidad de hidratarse y deshidratarse reversiblemente.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A AUTOMATIZAR

A continuación describo el proceso a automatizar del proceso de desamargado del Tarwi de la Empresa Andina S.A.C.

La secuencia de este proceso se realiza en 6 etapas:

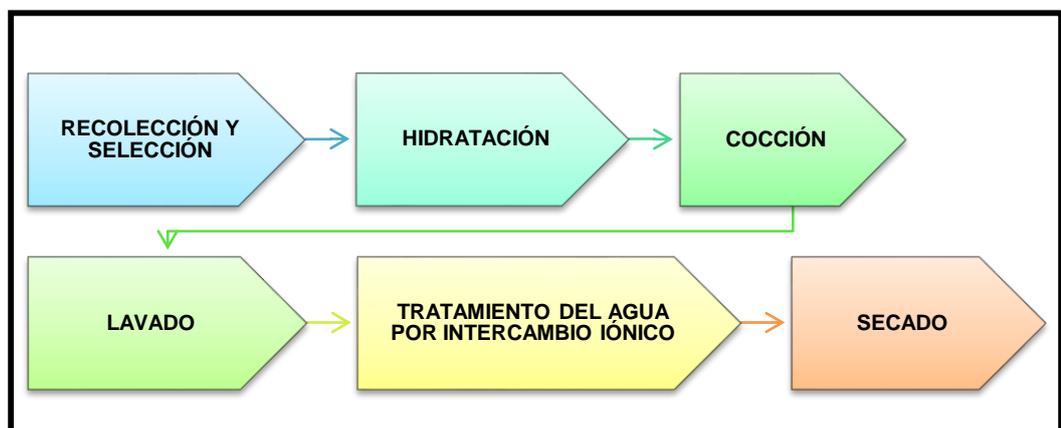


FIGURA Nº 11: ETAPAS DEL PROCESO DE DESAMARGADO DEL TARWI EN LA EMPRESA ANDINA S.A.C

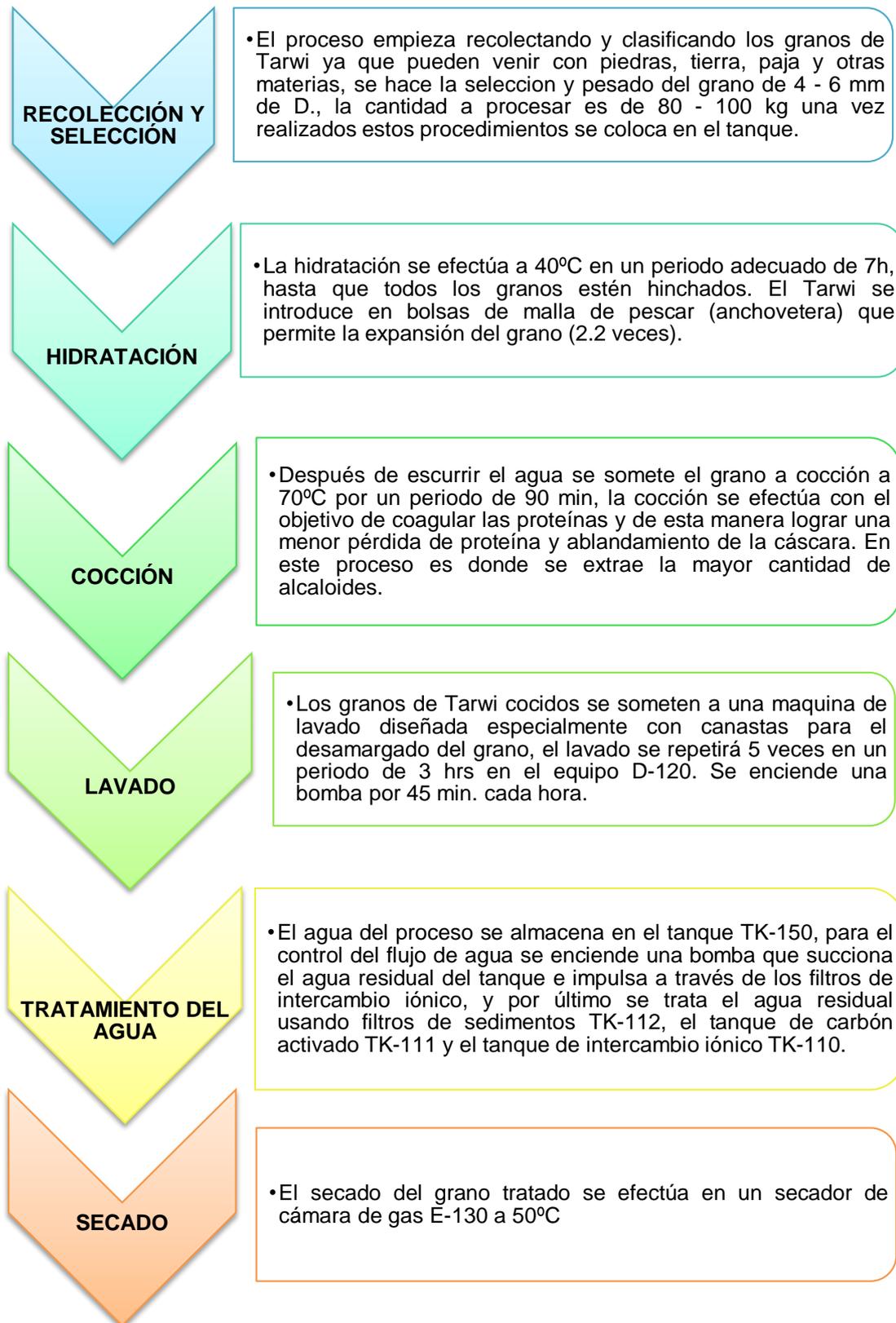


FIGURA Nº 12: DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE DESAMARGADO DEL TARWI Y DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

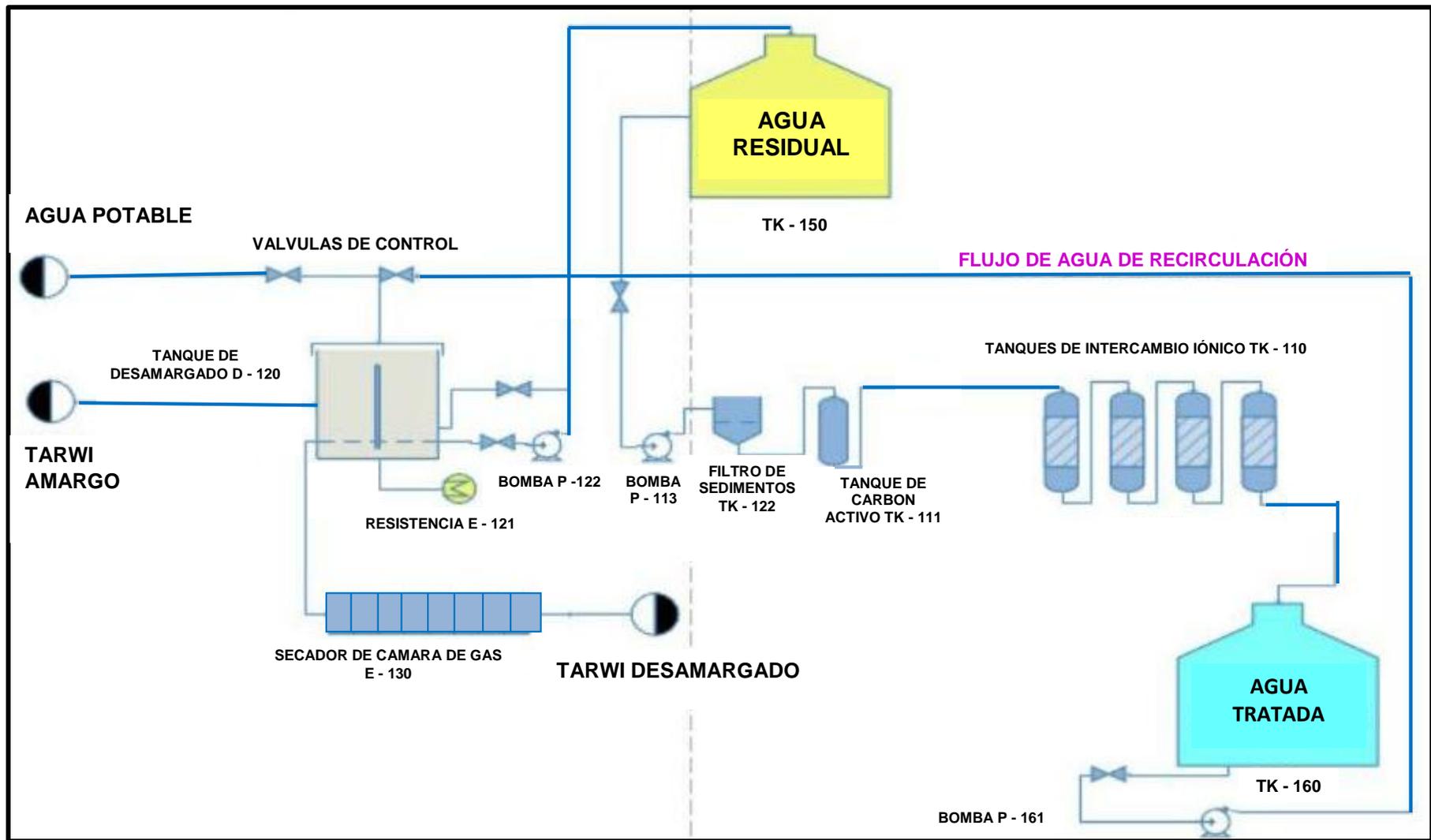


FIGURA Nº 13: PROCESO DE DESAMARGADO DEL TARWI Y TRATAMIENTO DEL AGUA POR INTERCAMBIO IÓNICO

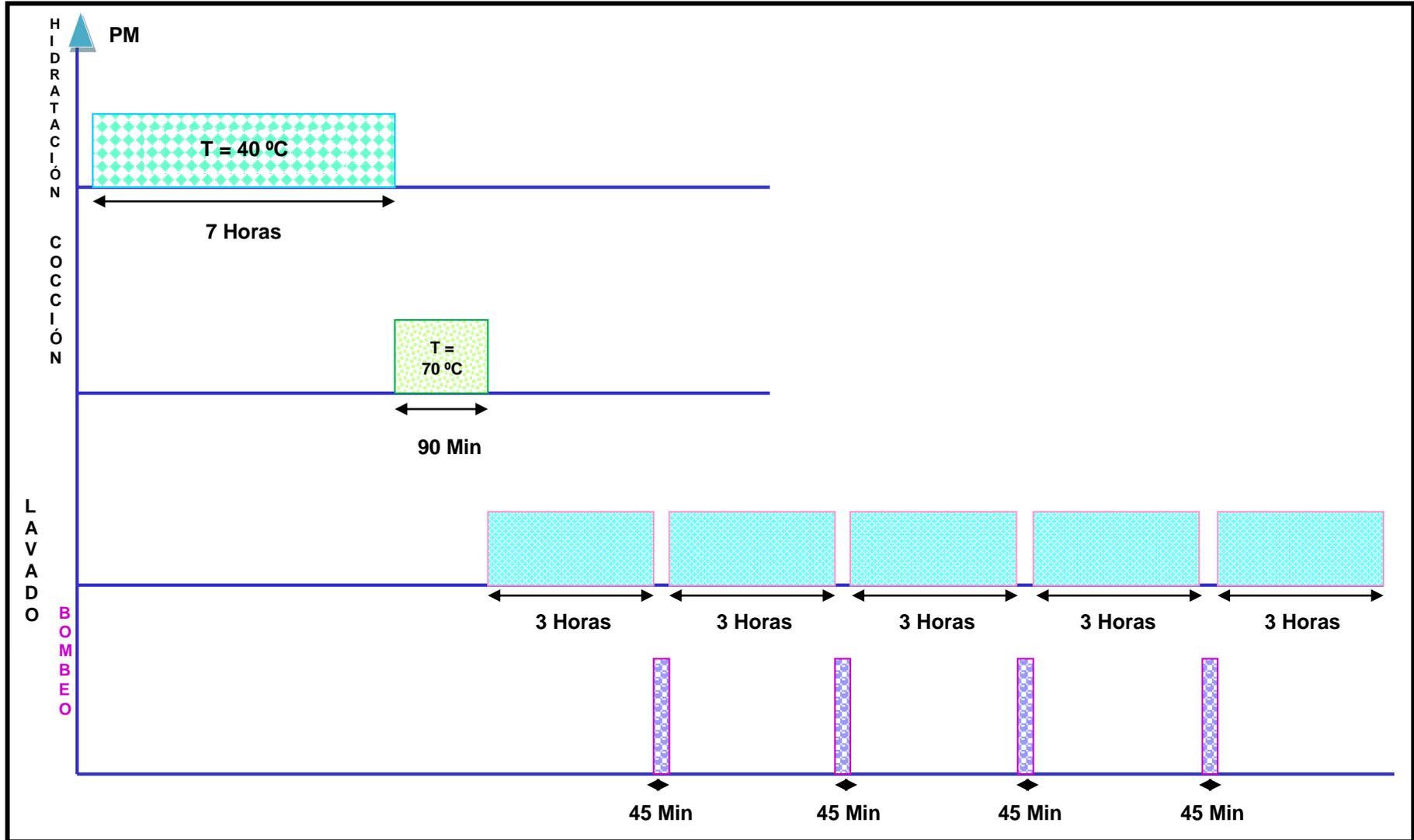


FIGURA N° 14: DIAGRAMA DE TIEMPO DEL PROCESO A AUTOMATIZAR

A continuación, se procede a indicar las actividades que formaran parte del como automatizar el sistema de desamargado de Tarwi, para lo cual se muestra el siguiente diagrama de GANTT a través del programa MS PROJECT.

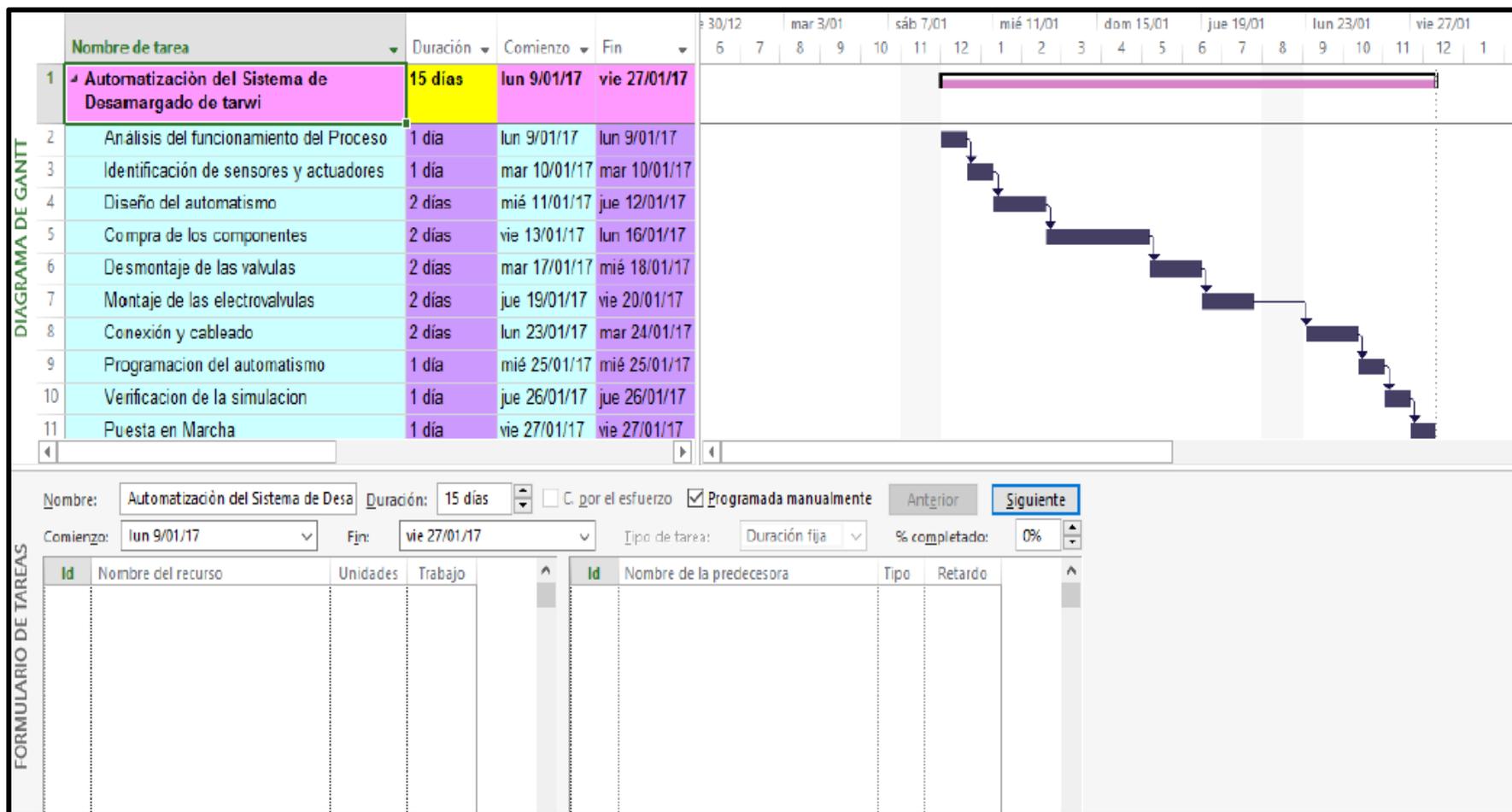


FIGURA Nº 15: DIAGRAMA DE GANTT DEL PROCESO A AUTOMATIZAR

En la siguiente figura se muestra los elementos que formaran parte del automatismo en el proceso desamargado del Tarwi.

ELEMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PROCESO DE DESAMARGADO



FIGURA Nº 16: BOMBA _ MUESTRA

CARACTERÍSTICAS	VALORES
MARCA	PEDROLLO
VOLTAJE	220 V
CAUDAL	450 L
POTENCIA	2. 00 HP
n	3450 rpm

TABLA Nº 03: CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA



FIGURA Nº 17: VÁLVULAS ON / OFF

CARACTERÍSTICAS	VALORES
MARCA	SUN
TIPO DE VÁLVULA	BOLA
MATERIAL	ACERO INOXIDABLE ASTM A351
PRESION	1000 PSIG

TABLA Nº 04: CARACTERÍSTICAS DE LA VALVULA ON /OFF

3.2 DESARROLLO DEL AUTOMATISMO DEL PROCESO

El diseño del automatismo está basado en un accionamiento secuencial controlado por un Controlador Lógico programable (PLC) SIEMENS 314C-2DP.

La nomenclatura determinada en los elementos de entrada y salida del proceso se muestra en la siguiente tabla:

ELEMENTOS DE ENTRADA DEL PROCESO	
PM	Pulsador de marcha
P	Pulsador de parada

TABLA N° 05: ELEMENTOS DE ENTRADA DEL PROCESO

ELEMENTOS DE SALIDA DEL PROCESO	
KM1	Válvula 1
KM2	Elemento del sistema de control de temperatura 1
KM3	Elemento del sistema de control de temperatura 2
KM4	Válvula 2
KM5	Bomba impulsadora 1
KM6	Válvula 3
KM7	Bomba impulsadora 2
KM8	Válvula 4
KM9	Bomba impulsadora 3
KM10	Válvula 5
KM11	Válvula 6
KM12	Válvula 7

TABLA N° 06: ELEMENTOS DE SALIDA DEL PROCESO

A continuación en la siguiente tabla se detalla el direccionamiento de entradas y salidas al PLC.

DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS DEL PLC	
PM	I1
P	12

TABLA N° 07: DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS AL PLC

DIRECCIONAMIENTO DE SALIDAS DEL PLC	
KM1	Q1
KM2	Q2
KM3	Q3
KM4	Q4
KM5	Q5
KM6	Q6
KM7	Q7
KM8	Q8
KM9	Q9
KM10	Q10
KM11	Q11
KM12	Q12

TABLA N° 08: DIRECCIONAMIENTO DE SALIDAS DEL PLC

A continuación en la siguiente figura se muestra el sistema de desamargado de Tarwi con sus respectivos direccionamientos al PLC.

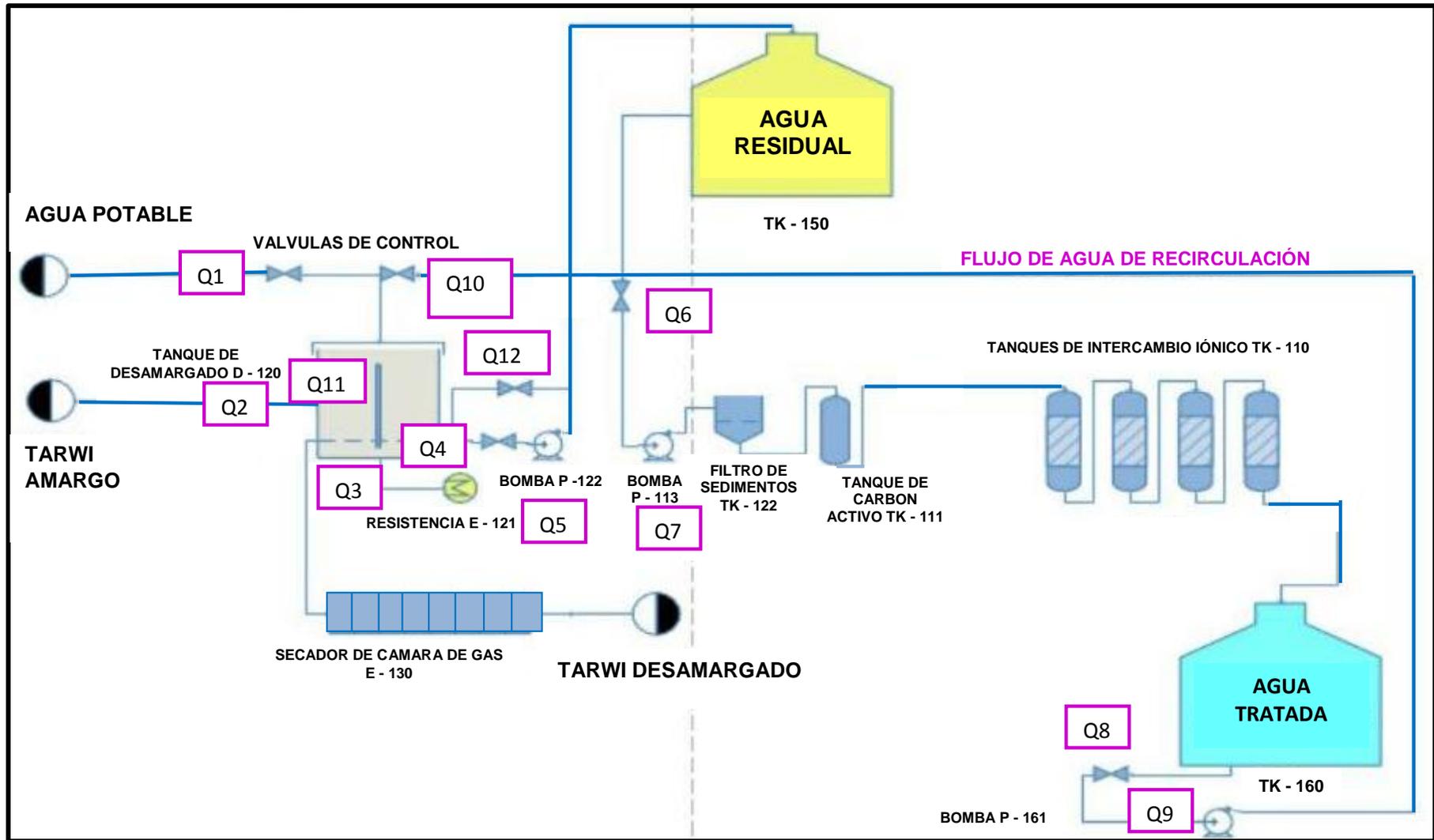


FIGURA N° 18: PROCESO DE DESAMARGADO DEL TARWI Y SUS DIRECCIONAMIENTOS AL PLC

A continuación procederé a realizar la programación del Controlador Lógico Programable Siemens 314C- 2DP, para lo cual utilizare el lenguaje Ladder (esquema de contactos).

- **PASO 1**

El paso 1 es el llenado de agua para la etapa de hidratación donde Q1 representa la válvula de ingreso de agua que está controlada con un temporizador T001 con referencia a un tiempo programado de 5 seg.

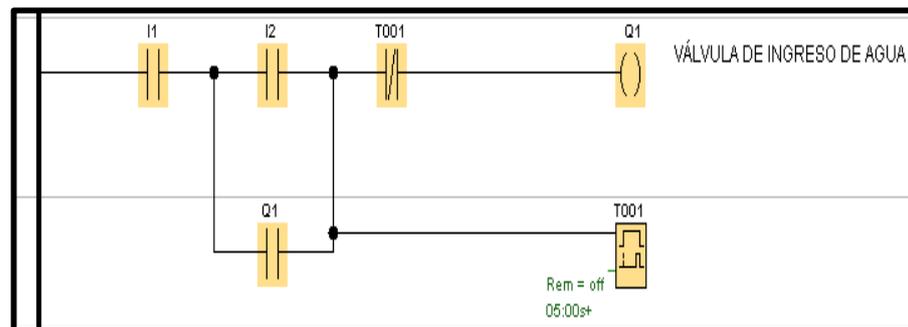


FIGURA N° 19: DISEÑO DEL LLENADO DE AGUA EN LA ETAPA DE HIDRATACIÓN

- **PASÓ 2**

En este proceso se realiza la etapa de hidratación, la bobina Q2 es el elemento que acciona el sistema de control de temperatura para el proceso.

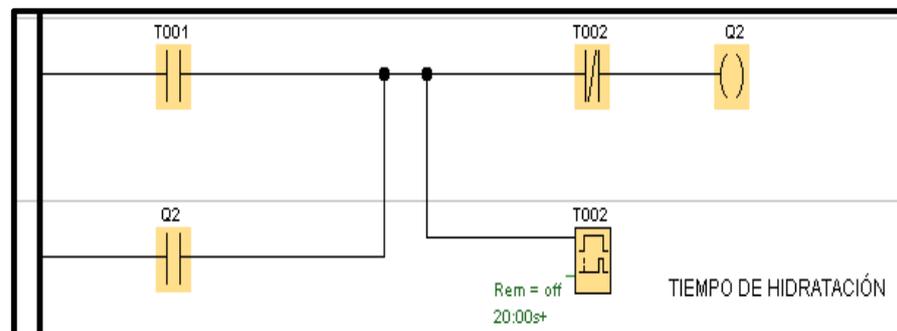


FIGURA N° 20: DISEÑO DE LA ETAPA DE HIDRATACIÓN

▪ PASO 3

En este proceso se realiza la etapa de cocción, la bobina Q3 es el elemento que acciona el sistema de control de temperatura para el proceso en el cual está integrado un temporizador con un tiempo referencial de 10s.

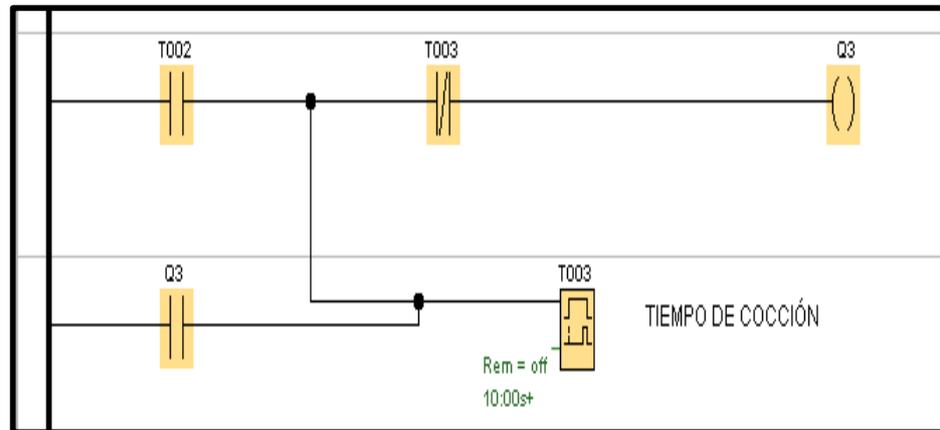


FIGURA N° 21: DISEÑO DE LA ETAPA DE COCCIÓN

▪ PASO 4

En este proceso se diseña la salida del agua residual la bobina Q5 es el elemento que acciona a la bomba impulsadora de agua residual de las etapas de hidratación y cocción al tanque de almacenamiento. El tiempo de descarga está representado por el temporizador T004.

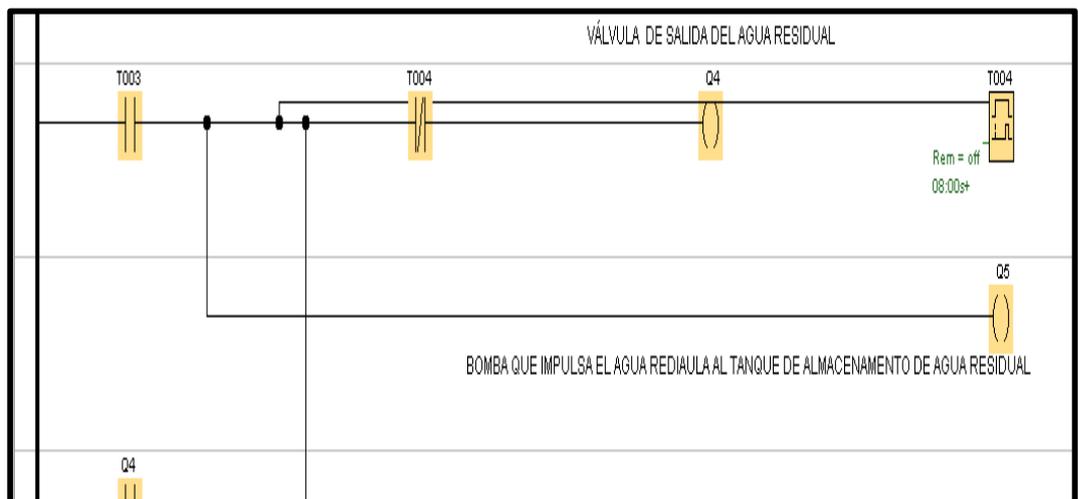


FIGURA N° 22: DISEÑO DE LA ETAPA DE SALIDA DEL AGUA RESIDUAL

▪ PASÓ 5

En esta etapa la bobina Q6 establece el proceso de tratamiento de agua por intercambio iónico. El tiempo que dura el proceso está representado por el temporizador T005.

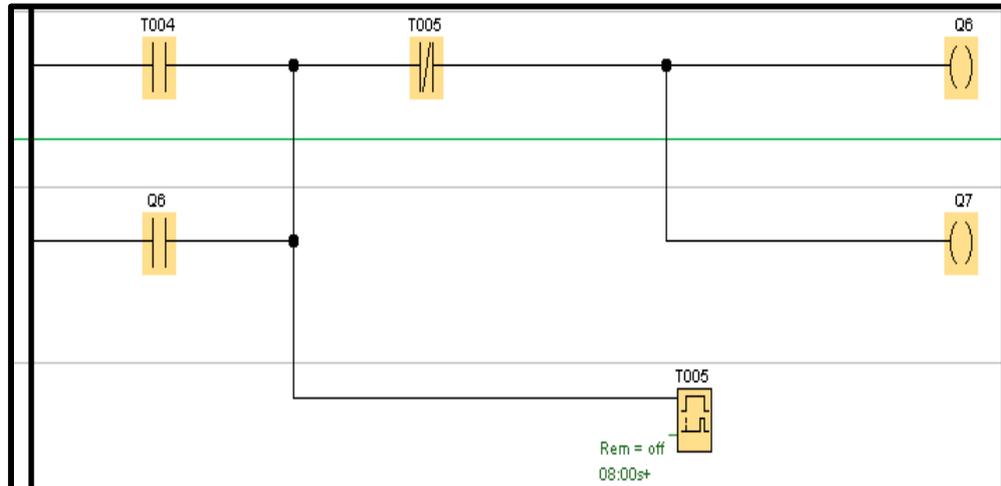


FIGURA Nº 23: DISEÑO DE LA ETAPA DEL TRATAMIENTO DE AGUA POR INTERCAMBIO IONICO

▪ PASÓ 6

En esta etapa la bobina Q8 establece la apertura de la válvula para que el agua se reutilizada en el proceso de lavado, el tiempo de salida y llenado del recipiente está representado por el temporizador T006.

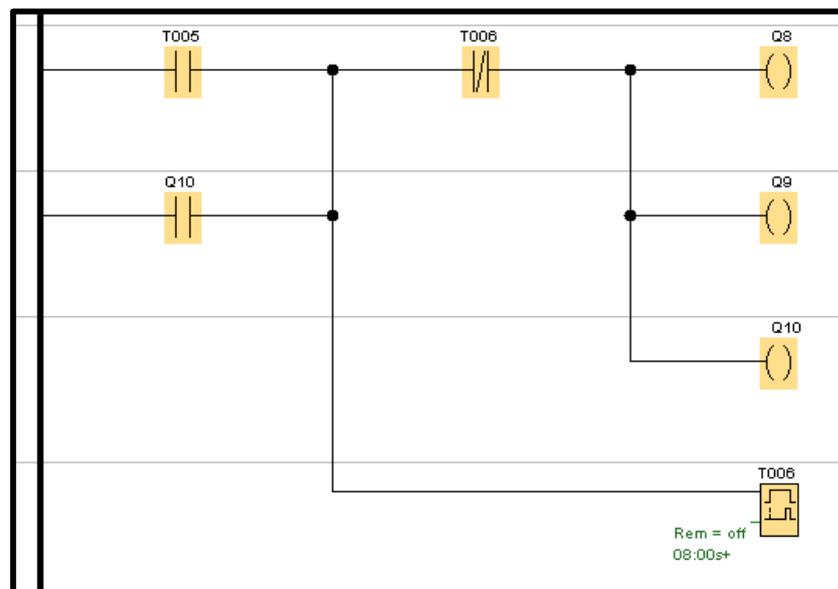


FIGURA Nº 24: DISEÑO DEL PROCESO DE REUTILIZACIÓN DEL AGUA PARA LA ETAPA DE LAVADO

▪ PASÓ 7

Esta etapa está diseñada para representar al proceso de lavado con temporizador T007.

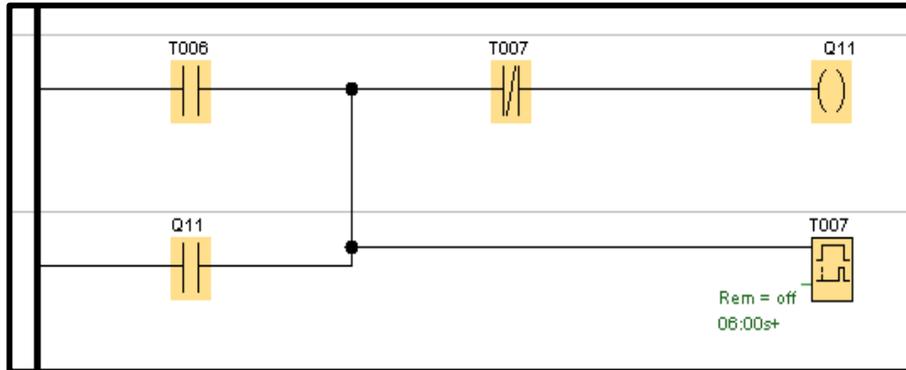


FIGURA Nº 25: DISEÑO DE LA ETAPA DE LAVADO

▪ PASÓ 8

Es la etapa final la bobina Q12 representa a la apertura de la válvula para que el agua del proceso del lavado sea llevado al tanque de agua residual.

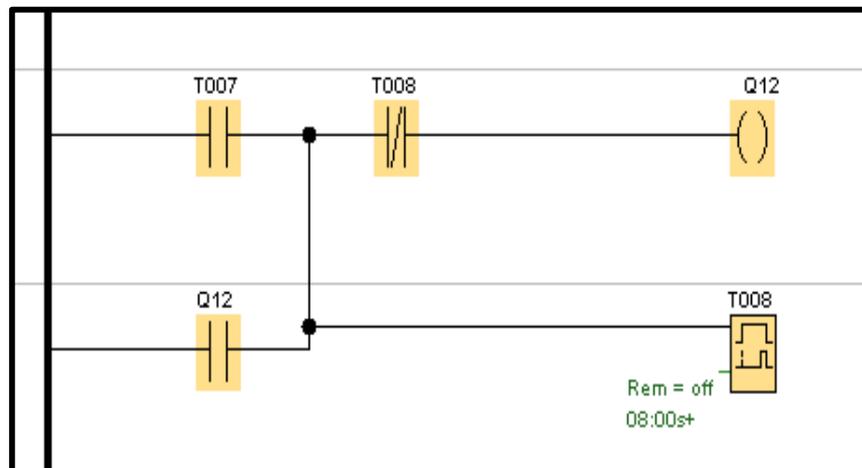


FIGURA Nº 26: APERTURA DE LA VALVULA PARA EL LLENADO DEL TANQUE DE AGUA RESIDUAL

Finalizando el punto de Desarrollo del proceso a continuación en la siguiente figura se detalla la conexión del Controlador lógico Programable Siemens 314C -2DP con los elementos de entrada, también denominados sensores (PM Y PP) y los elementos de salida del proceso, también denominados actuadores (KM1, KM2, KM3, KM4, KM5, KM6, KM7, KM8, KM9, KM10, KM11 Y KM12), el sistema emplea un voltaje de 220V /Ac.

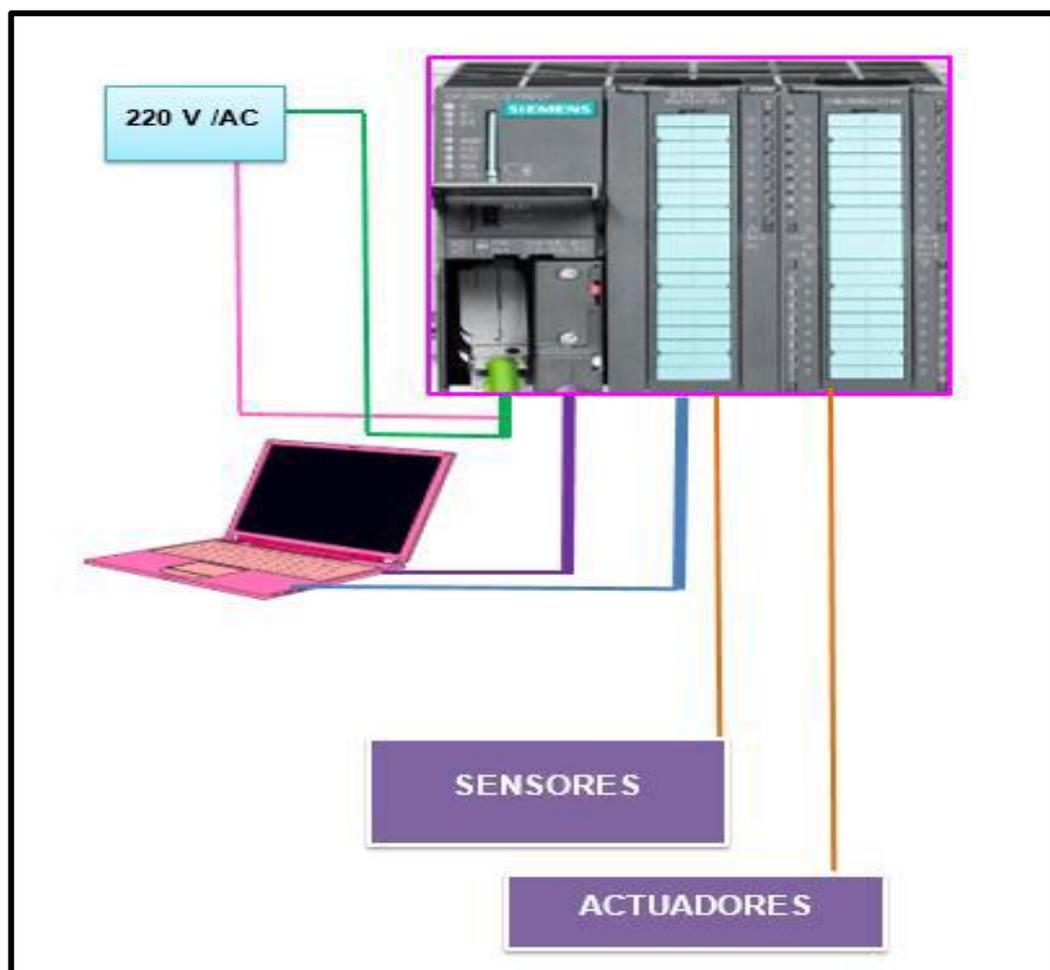


FIGURA Nº 27: DIAGRAMA DE CONEXIÓN AL PLC

3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

Como parte de lo obtenido en la programación del PLC SIEMENS 314C - 2DP se muestra a continuación la simulación y su descripción, verificando si el procedimiento a automatizar establece el mecanismo de accionamiento y control.

La siguiente figura representa la simulación del inicio del proceso de llenado automático, controlado por Q1 el cual se activa al presionar el pulsador de marcha.

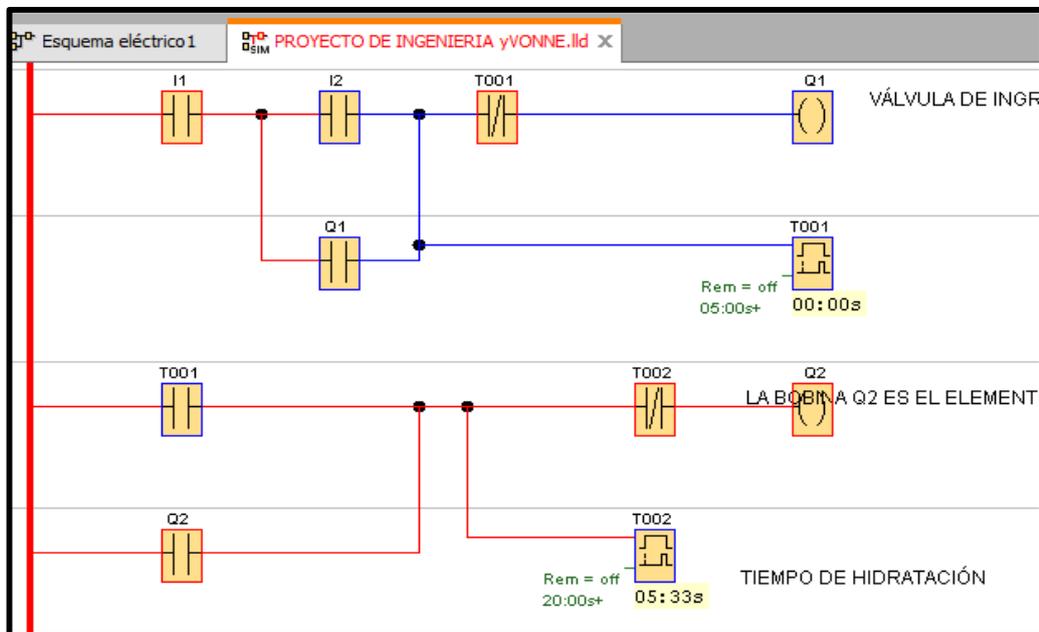


FIGURA Nº 28: SIMULACIÓN DE LA ETAPA DE HIDRATACIÓN

La figura 29 representa la simulación de la apertura de la válvula Q4 para la salida del agua residual al tanque después de haberse realizado la etapa de hidratación y cocción del grano de Tarwi. La bomba que impulsa el agua está representada por la bobina Q5.

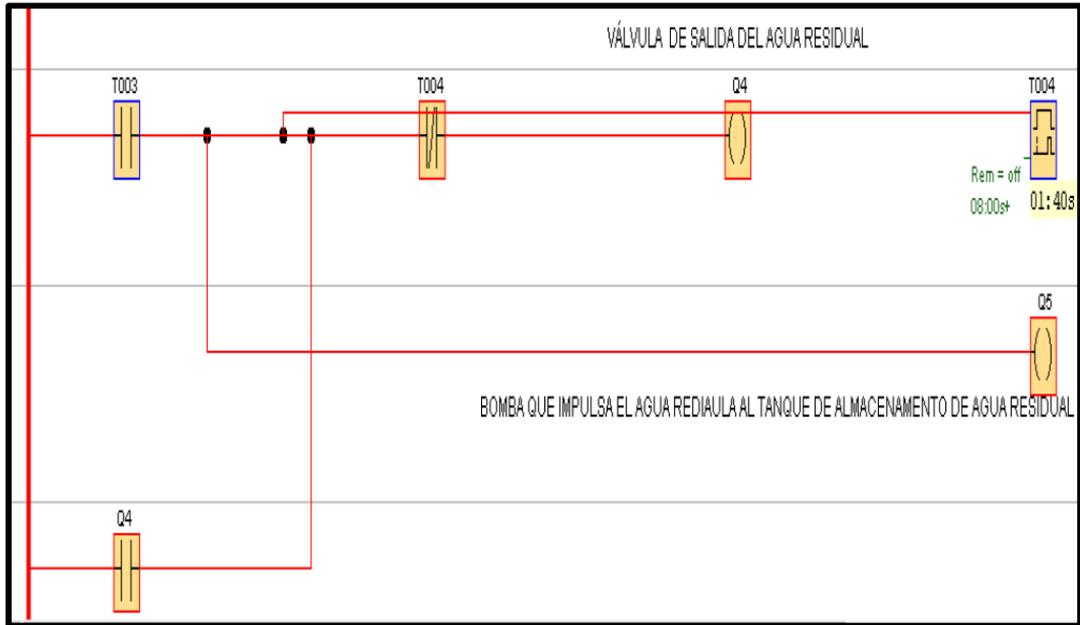


FIGURA Nº 29: SIMULACIÓN DE LA SALIDA DEL AGUA DE LAS ETAPAS DE HIDRATACIÓN Y COCCIÓN HACIA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Finalmente en la figura 30 se puede observar la simulación de la bobina Q11 que al accionarse da marcha al proceso de lavado, una vez finalizado el proceso se activa la bobina Q12 que da apertura a la válvula para la salida final del agua hacia el tanque de agua residual.

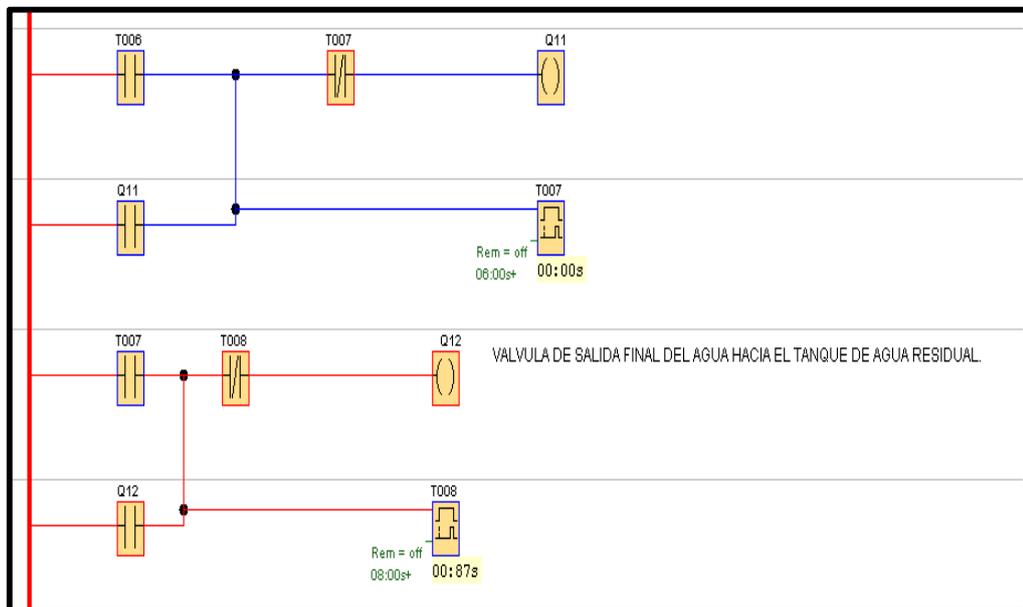


FIGURA Nº 30: SIMULACIÓN DE LA ETAPA DE LAVADO Y DEL PROCESO FINAL DE DESCARGA DEL AGUA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

En las simulaciones vistas, se logro verificar que si se establece la automatización del sistema de desamargado de Tarwi, ya que se consiguió ejercer el dominio sobre los elementos de entrada y los elementos de salida, consiguiendo de esta forma el óptimo funcionamiento al momento de desarrollar las pruebas.

Por otro lado se obtuvo al realizar la Automatización bajo el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi se logró reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo como también se llegó a optimizar los tiempos en las etapas del desamargado logrando así la conservación de las propiedades del grano de Tarwi.

En la siguiente tabla se muestra el antes y el después de la optimización de los tiempos en las etapas de desamargado de Tarwi esta información fue proporcionada por la Empresa Andina S.A.C.

ETAPAS	TIEMPO ESTABLECIDO	TIEMPO REALIZADO MANUALMENTE	TIEMPO UNA VEZ DESARROLLADO EL PLC
HIDRATACIÓN	7hrs	7 hrs 10min.	7hrs
COCCIÓN	90min.	98min.	90min.
LAVADO	3hrs	3 hrs 7min.	3hrs

TABLA Nº 09: RESULTADOS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE LAS ETAPAS

En la siguiente tabla se muestra el análisis costo – beneficio del proyecto teniendo que cumple con el objetivo general en la reducción de operarios en

el proceso productivo. Esta información fue otorgada por la Empresa Andina S.A.C.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO OPERARIOS						
	ANTES DEL PROYECTO			CON EL PROYECTO INPLEMENTADO		AHORRO O BENEFICIO
COSTOS ASOCIADOS	CANTIDAD DE OPERARIOS AL MES	PAGO POR OPERARIO	COSTO MENSUAL	CANTIDAD DE OPERARIOS AL MES	COSTO MENSUAL	MENSUAL
OPERARIOS TURNO DIA	6	900	5400	2	1800	3600
OPERARIOS TURNO NOCHE	4	1100	4400	2	2200	2200
TOTAL			9800		4000	5800

TABLA N° 10: ANALISIS COSTO – BENEFICIO OPERARIOS

Finalmente según lo mostrado en la Tabla N° 10, se puede concluir que al reducir la cantidad de operarios en el sistema de desamargado de Tarwi automatizado, se lograra obtener un ahorro de S/. 5800 mensuales, desde el punto de vista económico resulta factible, ya que en un corto tiempo se lograra recuperar el monto total de inversión que genero la implementación de este proyecto.

CONCLUSIONES

CONCLUSION GENERAL

Se concluye que se realizó la automatización bajo el enfoque de la lógica programada del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo, representado en un 60%.

CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- CE1: Se concluye que se diseñó el automatismo mediante el enfoque de la lógica programada haciendo uso del PLC SIEMENS 314C – 2DP conectados con 2 elementos de entrada discretos (PM: Pulsador de Marcha, PP: Pulsador de Parada) y 12 elementos de salida discretos (KM1: válvula 1, KM2: elemento de control de temperatura 1, KM3: elemento de control de temperatura 2, KM4: válvula 2, KM5: bomba impulsadora 1, KM6: válvula 3, KM7: bomba impulsadora 2, KM8: válvula 4, KM9: bomba impulsadora 3, KM10: válvula 5, KM11: válvula 6 y K12: válvula 7).
- CE2: Finalmente se concluye que se realizó la programación del Controlador Lógico Programable Siemens 314C-2DP utilizando la función especial temporizador con retardo a la conexión, siendo estos 8 temporizadores y se verifico mediante la simulación, que si se establece la automatización del sistema de desamargado de Tarwi para reducir la cantidad de operarios en el proceso productivo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar capacitaciones a los operarios con respecto al uso del Controlador Lógico Programable (PLC), con la finalidad de realizar las operaciones de manera adecuada. También se recomienda implementar planes de mantenimiento programado.
- Se recomienda incluir en el diseño un panel HMI con la finalidad de monitorear a distancia el funcionamiento óptimo de los procesos que forman parte del sistema de desamargado de Tarwi.
- Finalmente se recomienda la inclusión dentro de la programación, la etapa de control de temperatura esto es a través del uso de termocuplas que enviaran las señales analógicas hacia el PLC el cual deberá incluir en su programación una función PID.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] **REQUENA, J.** (2012). Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahoria de 10 t/h. (Tesis de Pre Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú
- [2] **AQUIZE, P.** (2003). Control y Supervisión de los procesos de fermentación y estabilización de vinos Tabernero. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- [3] **RODRÍGUEZ, G.** (2005).Diseño de la automatización del equipo de tratamiento de agua de una fábrica de dulces. (Tesis de Pre Grado). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- [4] **PERALTA, E.** (2001). Poscosecha y Mercado de Tarwi. Quito, Ecuador: INIAP
- [5] **GUADAYOL, J.** (2010). La Automatización en la industria química. Barcelona, España: UPC
- [6] **MEDINA, G.** (2010). La Automatización en la Industria Química. España: UPC.
- [7] **MANDADO. E.** (2009). Autómatas programables y sistemas de automatización. Barcelona, España: MARCOMBO

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- **TRANSPORT PHENOMENA IN FOOD PROCESS ENGINEERING**
[http://bvirtual.epn.edu.ec/login?url=http://site.ebrary.com/lib/epn/docDetail.action?docID=10415537\(Diciembre,%202014\).](http://bvirtual.epn.edu.ec/login?url=http://site.ebrary.com/lib/epn/docDetail.action?docID=10415537(Diciembre,%202014).)

- **LEGUMINOSA. GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO**
[https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2390.2005.pdf.\(Noviembre,2013\)](https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2390.2005.pdf.(Noviembre,2013))
:

- **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)**
<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgic oProgramablePLC.pdf>

- **SISTEMAS DE APRENDIZAJE PARA LA AUTOMATIZACIÓN Y LA COMUNICACIÓN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**
<file:///C:/Documents%20and%20Settings/BONOBON/Mis%20documentos/Downloads/Manual%20Teorico%20PLC%20%20Festo%20didactic.pdf>

- **INTRODUCCIÓN A LA FUNCIÓN PRINCIPAL DEL CONTROL AUTOMÁTICO**
<http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/195/2/PARTE%202.pdf>

- **SIEMENS SIMATIC S7-300**
<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7300-CONFIGURACION.PDF>

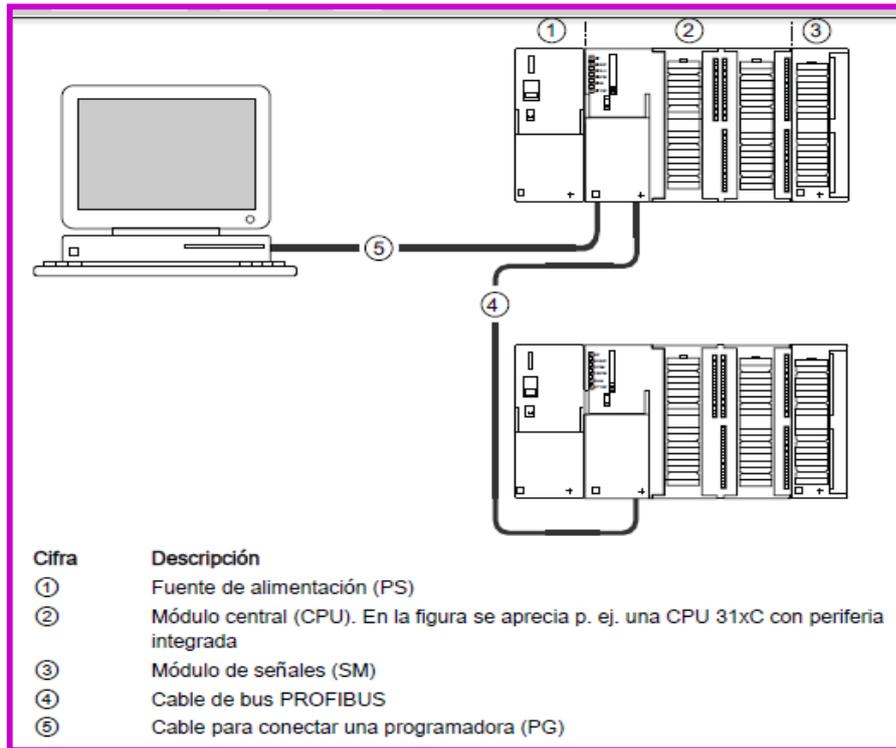
- **SIEMENS SIMATIC DATOS TECNICOS**
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/149/36305149/att_1849/v1/s7300_cpu_31xc_and_cpu_31x_manual_es-ES_es-ES.pdf

ANEXOS

COSTOS DE INVERSIÓN

COSTO DE LA MANO DE OBRA			
PERSONAL	DIAS TRABAJADOS	PAGO POR DÍA	PAGO TOTAL
INGENIERO MECANICO ELECTRICO	15	150	2250
TÈCNICO ELECTRÒNICO	15	150	2250
TECNICO ELÈCTRICO	15	150	2250
TOTAL	15	450	6750
			6750
COSTO INVERSIÓN			
COMPONENTES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PLC SIEMENS 314C-2DP	1	12000	12000
ROLLOS DE CABLE	3	80	240
ELECTOVALVULAS	6	120	720
TOTAL	7	1360	12960
			12960
TOTAL			19710

DATOS TECNICOS DEL PLC SIEMENS 314C-2DP



COMPONENTES DEL PLC SIEMENS 314C-2DP

y CPU 314C-2 DP

Las entradas y salidas integradas de estas CPUs tienen las siguientes direcciones:

Tabla 7-4 Entradas y salidas integradas de las CPUs 314C-2 PtP y 314C-2 DP

Entradas/salidas	Direcciones predeterminadas	Observaciones
24 entradas digitales	124.0 a 126.7 16 de estas entradas sirven para las funciones tecnológicas: 124.0 a 125.7	Todas las entradas digitales pueden parametrizarse como entradas de alarma. Funciones tecnológicas posibles: <ul style="list-style-type: none"> • Contaje • Medición de frecuencia • Modulación de ancho de impulso • Posicionamiento
16 salidas digitales	124.0 a 125.7 4 de estas salidas sirven para las funciones tecnológicas: 124.0 a 124.3	
4 + 1 entradas analógicas	752 a 761	
2 salidas analógicas	752 a 755	

ENTRADAS Y SALIDAS INTEGRADAS DE LAS CPUS 314C-2 PTP Y 314C-2 DP

FOTOS DEL PROYECTO



SENSOR DE TEMPERATURA



TANQUE DE LOS PROCESOS DEL TARWI



SISTEMA DE DESAMARGADO DE TARWI