



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**  
**ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"**

**MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

*Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021*

**PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGÍSTER**

<b>Título del proyecto:</b>
<b>SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO PARA PLANTACIÓN DE MORA EN EL CANTÓN PÍLLARO</b>
<b>Línea de Investigación:</b>
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
<b>Campo amplio de conocimiento:</b>
Ingeniería, industria y construcción
<b>Autor:</b>
Edwin Paúl Sánchez Gavilanes
<b>Tutor/a:</b>
Mg. René E, Cortijo Leyva PhD. Yoly Quintero Cordero

**Quito – Ecuador**

**2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR



Nosotros, Mg. **René Ernesto Cortijo Leyva** con C.I: **1719010108** y Ph.D. **Yolvy Quinteros Cordero** con C.I: **1759715301**, en calidad de Tutores del proyecto de investigación titulado: **“Sistema automático de riego para plantación de mora en el Cantón Pillaro.”**

Elaborado por: **Ing. Edwin Paúl Sánchez Gavilanes**, de C.I: **1850018282**, estudiante de la Maestría: **Electrónica y Automatización**, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, nos permitimos declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, se aprueba en todas sus partes.

Quito 4 de septiembre del 2024



Firmado electrónicamente por:  
**RENE ERNESTO  
CORTIJO LEYVA**

---

**Firma**

**Tutor Técnico**



Firmado electrónicamente por:  
**YOLVY JAVIER  
QUINTERO CORDERO**

---

**Firma**

**Tutor Metodológico**

## DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, **Edwin Paúl Sánchez Gavilanes** con C.I: **1850018282**, autor del proyecto de titulación denominado: **SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO PARA PLANTACIÓN DE MORA EN EL CANTÓN PÍLLARO**. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 4 de septiembre del 2024

---

**Firma**

## Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	3
INFORMACIÓN GENERAL	8
Contextualización del tema	8
Problema de investigación	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	10
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
1.1. Contextualización general del estado del arte	11
1.2. Proceso investigativo metodológico	14
CAPÍTULO II: PROPUESTA	16
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	16
2.1.1. Introducción	16
2.1.2. Métodos de riego	17
2.1.2.1 Sistema de riego por goteo	17
2.1.3. Internet de las cosas IoT	18
2.1.3.1. Monitoreo por IoT	18
2.1.3.2. Controlador Wecon V-BOX H-WF	19
2.1.5. HMI en la plataforma V-NET	19
2.1.6. Controlador Lógico Programable Siemens S7 1200	20
2.1.7. Sensores	21
2.1.7.1. Sensor capacitivo npn	22
2.1.7.2. Sensor de humedad de suelo Capacitive Soil v1.2	23
2.1.8. Actuadores	24
2.1.8.1. Relé	24

2.1.8.2. Bomba centrífuga	25
2.1.8.3. Electroválvula	25
2.1.9. Lenguaje de programación	26
2.2 Descripción de la propuesta	27
2.3 Validación de la propuesta	46
2.4 Matriz de articulación de la propuesta	46
2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.	48
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	57

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Direcciones IP del PLC y el módulo IoT Wecon	30
<b>Tabla 2.</b> Mediciones de humedad en suelo húmedo	37
<b>Tabla 3.</b> Mediciones de humedad en suelo seco	37
<b>Tabla 4.</b> Perfil de validadores de la propuesta	44
<b>Tabla 5.</b> Matriz de articulación	45
<b>Tabla 6.</b> Condición 1 de la automatización	49
<b>Tabla 7.</b> Condición 2 de la automatización	49
<b>Tabla 8.</b> Condición 3 de la automatización	49
<b>Tabla 9.</b> Condición 4 de la automatización	50

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Arquitectura general del prototipo	12
<b>Figura 2.</b> Esquema del sistema de riego por goteo.	18
<b>Figura 3.</b> Dispositivo WECON IoT V-BOX	20
<b>Figura 4.</b> Plataforma para el manejo de HMI con módulo Wecon	20
<b>Figura 5.</b> Dispositivo PLC 1212C AC/DC/RV	22
<b>Figura 6.</b> Sensor capacitivo npn	23
<b>Figura 7.</b> Sensor de humedad de suelo	24
<b>Figura 8.</b> Relé de estado sólido Siemens	25
<b>Figura 9.</b> Bomba Centrífuga utilizada en el proyecto	25
<b>Figura 10.</b> Electroválvula utilizada en el proyecto	26
<b>Figura 11.</b> Interfaz de TIA Portal para iniciar la programación	27
<b>Figura 12.</b> Esquema de conexión de equipos y sensores.	28
<b>Figura 13.</b> Diagrama de flujo del sistema	29
<b>Figura 14.</b> Plantación de mora en el Cantón Píllaro	30
<b>Figura 15.</b> Sistema Hidráulico instalado en la plantación	31
<b>Figura 16.</b> Bomba centrífuga utilizada para el sistema de riego	31
<b>Figura 17.</b> Tanque de suministro de agua para el sistema de riego	32
<b>Figura 18.</b> Electroválvula que suministra en agua al tanque	32
<b>Figura 19.</b> Diagrama eléctrico de control del sistema automático de riego	33
<b>Figura 20.</b> Diagrama eléctrico de fuerza del sistema automático de riego	34
<b>Figura 21.</b> Declaración de variables	35
<b>Figura 22.</b> Normalización de los sensores de humedad de suelo	35
<b>Figura 23.</b> Muestra de lectura tomada con el suelo húmedo	36
<b>Figura 24.</b> Muestra de lectura tomada con el suelo seco	37
<b>Figura 25.</b> Encendido de la bomba de riego	38
<b>Figura 26.</b> Encendido de electroválvula	38
<b>Figura 27.</b> Ubicación de sensores de nivel en el tanque	39
<b>Figura 28.</b> Control de horarios de tiempo	40
<b>Figura 29.</b> Ingreso a la plataforma V-NET	40
<b>Figura 30.</b> Colocación de variables en la plataforma V-NET	41
<b>Figura 31.</b> Variables colocadas para el monitoreo y control	41
<b>Figura 32.</b> Creación de la interfaz Humano – Máquina (HMI)	42
<b>Figura 33.</b> Monitoreo en línea del proceso	42

<b>Figura 34.</b> Página principal de la HMI en la plataforma de Wecon V-NET a través de IoT	46
<b>Figura 35.</b> Gráfica de Humedades	47
<b>Figura 36.</b> Pantalla del menú de opciones	47
<b>Figura 37.</b> Pantalla modo manual	48
<b>Figura 38.</b> Pantalla Horarios de riego	48
<b>Figura 39.</b> Elevación del tanque de suministro de agua	50
<b>Figura 40.</b> Accesorios para el sistema de riego	51
<b>Figura 41.</b> Pruebas de comunicación y control de sensores	51
<b>Figura 42.</b> Construcción del gabinete	52
<b>Figura 43.</b> Cableado eléctrico del sistema de control	52
<b>Figura 44.</b> Ubicación de sensores de humedad de suelo y sensores de nivel de tanque	53
<b>Figura 45.</b> Montaje de la bomba y electroválvula	53

## INFORMACIÓN GENERAL

### Contextualización del tema

Actualmente los recursos que nos brinda la naturaleza, se debe administrar de una manera eficiente, el agua, unos de los recursos más abundantes en nuestro planeta y líquido vital para los seres vivos, es utilizado también en la agricultura, que mediante el uso de sistemas de riego llega a las plantas, sin embargo, no siempre se lo realiza de una manera eficiente, por lo que en el presente proyecto el uso de nuevas tecnologías, ayuda administrar de manera adecuada los recursos, cambiando así la manera de riego hoy en día.

La aplicación del sistema de riego automático en plantas, se desarrolla dentro del área de conocimiento de ingeniería, específicamente la agrícola, quien se encarga de la aplicación de tecnologías y gestionar el uso adecuado del agua. El sistema automático de riego utilizando tecnologías de irrigación, permite controlar de manera eficiente el suministro del agua hacia los sembríos, garantizando una adecuada humedad al suelo y un producto de calidad, para ello de igual manera, interviene otra de las áreas de la ingeniería que es la electrónica, que, gracias a sus dispositivos, tenemos la posibilidad de monitorear y controlar variables de campo que influyen en el control.

La plantación de mora ubicada en el cantón Píllaro, cuenta actualmente con una cantidad aproximada de 200 plantas, divididas en 4 columnas o lotes, dentro de un área 600m<sup>2</sup>, esta plantación actualmente entrega al mercado nacional una cantidad de 12 baldes semanales de producto, cada balde con un peso entre 13 a 14 libras, es decir mensualmente unas 600 libras, la administra una sola persona, quien se encarga de la producción, y la cual será la beneficiaria del proyecto, ya que al contar con la implementación del sistema automático, se elimina el desperdicio de agua que actualmente existe ya que se lo realiza de manera tradicional por acequias y surcos, esto hace que la distribución del agua no sea la adecuado y en ocasiones deficiente, llevando así a producir enfermedades en la planta y en el peor de los casos la muerte.

Las aplicaciones del internet de las cosas (IoT) en los procesos automáticos, permite obtener de manera remota datos de diferentes variables en tiempo real, permitiendo el análisis de la información que nos ayuda eficientemente la toma de decisiones y mantener la calidad de la producción. Finalmente se puede decir que el sistema de riego que se pretende implementar impacta positivamente en el uso adecuado de los recursos naturales, siendo un claro ejemplo de sustentabilidad que puede ser replicado por diferentes tipos de plantaciones.

## **Problema de investigación**

Hoy en día la plantación de mora en el Cantón Píllaro cuenta con un sistema de riego tradicional por gravedad, a través de surcos en el suelo, que requiere de mucho tiempo de una persona para realizarlo, sin dejar a un lado el alto consumo de agua desperdiciada, ya que para llegar al lugar que se requiere debe recorrer una superficie no productiva, adicionalmente con este sistema en ocasiones el riego no es uniforme ya que la cantidad de agua que llega a las plantas puede ser deficiente o excesiva, esto conlleva directamente a la afectación del producto final y pérdidas económicas.

Con el contexto mencionado anteriormente, el problema de la plantación de mora es la falta de un sistema automático de regadío, al contar con un sistema de riego tradicional por gravedad.

De continuar aplicando este método de riego, necesariamente se necesitará la ayuda de personal dedicado específicamente a este trabajo, aumentando el costo de producción, pero aun si dar respuesta al uso eficiente de los recursos hídricos, de igual manera los problemas de calidad no cesarán ya que la cantidad de agua suministrada a cada planta no es controlada.

Por tal motivo es necesario automatizar el sistema de riego en la plantación de mora ubicado en el Cantón Píllaro, mejorando la calidad del producto final, uso eficiente de los recursos naturales, y el monitoreo en tiempo real de las condiciones de la producción desde cualquier parte del mundo que permita una pronta respuesta o toma de decisiones ante alguna situación.

## **Objetivo general**

Implementar un sistema de riego automático monitoreado por IoT en un lote de mora ubicado en el cantón Píllaro para mantener las condiciones de humedad en época de sequía.

## **Objetivos específicos**

- Contextualizar los fundamentos teóricos sobre sistemas de riego automático y producción de mora.
- Determinar los sensores, actuadores y sistemas de control para ejecutar el control de riego automático.
- Diseñar el sistema de riego automático a través del PLC S7 1200 Siemens y monitorearlo mediante la plataforma IoT del módulo Wecon.
- Validar el funcionamiento del sistema de riego a través del análisis de los resultados obtenidos.

**Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:**

La alternativa de adecuar un sistema de riego automático con monitoreo IoT para la plantación de mora, toma un papel fundamental en la utilización de los recursos que la naturaleza nos brinda, ya que al disponer de suficiente recurso en ocasiones no se lo administra de buena forma.

Los recursos tecnológicos que nos brinda este proyecto, aportan principalmente al medio ambiente, administrando el agua de una manera adecuada y en cantidades necesarias., en la parte de productividad directamente se beneficia el agricultor y los consumidores finales, al ser un sistema innovador ante la sociedad se lo puede replicar en el sector, mejorado aún más el bienestar de las personas y su producción.

## CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1.1. Contextualización general del estado del arte

Al ver la necesidad de un sistema de riego automático en la plantación de mora, se realizó el análisis de estudio del proceso productivo en campo, y al dar respuesta al problema en este proyecto, se tratarán temas relacionados a sistemas de riego, producción de mora, automatización, internet de las cosas (IoT), lenguajes de programación, sensores, que a través de recursos tecnológicos como internet, plataformas, repositorios, revistas científicas, podemos obtener la información relacionada al tema, en lo que corresponde a plataformas de programación se maneja el TIA Portal V16 de Siemens y la plataforma del módulo Wecon V- BOX (IoT) para el monitoreo en tiempo real y su control.

Los sistemas de riego automatizados se encargan de humedecer la tierra sin la necesidad de que una persona intervenga en el proceso, la producción de mora es muy sensible en lo que respecta a su humedad, ya que la mínima variación puede perjudicar a su productividad.

En relevancia a nuestro tema, se tomaron como antecedentes de información proyectos realizados con temas referentes a sistemas automáticos de riego.

Para lograr que los procesos sean automáticos, es necesario utilizar dispositivos que ayuden a controlar las variables de campo enviadas por los sensores dentro del proceso, los controladores lógicos programables (PLC) y módulos electrónicos son capaces de realizar el procesamiento de variables de entrada y salida, que mediante su programación interactúan entre sí y cumplen el trabajo designado cuantas veces sean necesario.

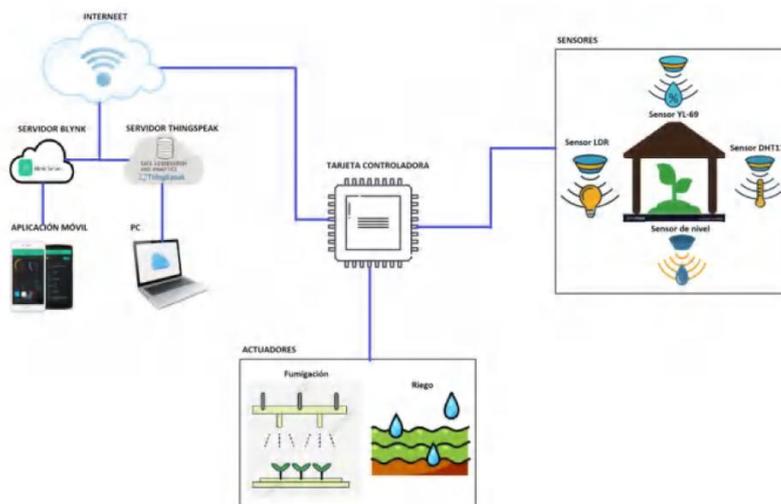
El hardware a utilizar en el presente proyecto es un PLC S7 1200 1212C AC/DC/RLY, que se lo puede programar mediante el software TIA PORTAL que nos otorga la empresa de Siemens, su lenguaje de programación es el Ladder que facilita la programación y verificación de los estados de sensores en línea mediante Ethernet. Adicionalmente se dispone de un módulo WECON V-BOX- que permite el monitoreo y control en tiempo real de las variables del proceso a través de la plataforma IoT que se maneja a través de Internet.

El trabajo de titulación de Jefferson Freire y Luis Chávez, presentado en el año 2021 con el “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA IOT PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE RIEGO POR GOTEO Y FUMIGACIÓN POR ASPERSIÓN EN CULTIVOS DE INVERNADERO”, previo a su graduación en la escuela de Ingeniería Electrónica y Automatización perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el objetivo principal de la automatización es realizar un sistema de riego por goteo y fumigación por aspersion, el proceso es controlado remotamente

por una aplicación de celular, además dispone de un monitoreo y almacenamiento de datos mediante el internet de las cosas, que se puede visualizar en una plataforma IoT, este proyecto da respuesta a la problemática del trabajo manual repetitivo para el riego de plantas y fumigación, que interfiere con una productividad eficiente y el uso adecuado de recursos humanos y naturales. El buen uso de los recursos hídricos que se encontraron dentro del proyecto a través de nuevas tecnologías, fue pieza fundamental para tomarlo como referencia para el presente trabajo, ya que utiliza la mayoría de sensores con características adecuadas para el funcionamiento de un sistema de riego y además de un controlador lógico programables para el control como se muestra en la Figura 1 (Freire y Chávez, 2021).

**Figura 1.**

*Arquitectura general del prototipo*



*Nota.* Arquitectura tomada del trabajo de (Freire y Chávez, 2021).

Así mismo, El proyecto de titulación realizado por Edgar Fernández Sarmiento, en el año 2024 con su “SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO CON MONITOREO IOT PARA UNA PARCELA DE PASTOS DEL EMPRENDIMIENTO CUYES FESA”, previo a la obtención del grado de magíster en electrónica y automatización, perteneciente a la Universidad Tecnológica Israel, trata del uso de tecnologías con conexión a internet que permiten monitorear desde cualquier parte del mundo un sistema automático de riego para pastos, garantizando el desarrollo y producción en épocas de sequía, el manejo adecuado de agua y la innovación presentada del trabajo, resultan atractivas como referencia adicional para el desarrollo del presente tema, adicionalmente da una visión de humedades necesarias clara de los protocolos de comunicación y control de variables de campo (Fernandez, 2024).

De acuerdo con el tema desarrollado por Edwin Siza y Silvio Toapanta en el año 2020, y la “REPOTENCIACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO Y CONTROL DE HUMEDAD, DENTRO DEL INVERNADERO #2 DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” se evidenció el uso del controlador lógico programables S7 1200 de Siemens con el cual se logra tomar lecturas de variables que influyen en el sistema a través de los sensores, este controlador es una de los más confiables del mercado y garantiza que su funcionamiento sea el adecuado, al igual que los valores administrados, es así que mediante el dispositivo se resuelve el inconveniente de la falta de variables de humedad para controlar el riego y garantizando el adecuado manejo de los recursos hídricos y energéticos (Siza y Toapanta, 2020).

Como parte del monitoreo en tiempo real a través del internet de las cosas, el trabajo de Marcos Fárez y Cristian Vinicio en el año 2024 y el “SISTEMA IOT PARA EL PROCESO DE COAGULACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE QUESO MADURO EN LA CORPORACIÓN EL SALINERITO” previo a la obtención del título de Ingeniero electrónico en la Universidad Politécnica Salesiana, brinda información correspondiente sobre el uso del módulo IoT Wecon V-BOX, el cual permite integrar los sensores hacia el internet, monitorear y realizar el control de variables de manera directa desde cualquier parte del mundo, esta información es fundamental para el desarrollo del sistema de riego automático a través de la plataforma propia de Wecon (Fárez y Pillajo, 2024).

Por otro lado, El trabajo realizado por Margarita Arroyo Paredes en el año 2023 y el “SISTEMA REMOTO DE MONITOREO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y LUMINOSIDAD EN BODEGAS DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS MÉDICOS, BAJO PLATAFORMA IOT”, previo a la obtención del grado de magíster en electrónica y automatización, perteneciente a la Universidad Tecnológica Israel, nos brinda información del ambiente ideal de una zona específica, controlada a través de variables ambientales percibidas por sensores que a través de nuestro controlador lógico programable se puede realizar acciones para mantener las condiciones ideales en el sistema, manteniendo en perfecto estado las medicinas, este tema relaciona directamente al acondicionamiento de lugares, por tal motivo es una base fundamental el análisis de la humedad del suelo de la plantación de mora, ya que el control de esta variable uniformemente, permite que tener una productividad de manera eficientes en las plantas (Arroyo Paredes, 2023).

El libro publicado por el Instituto nacional de investigadores agropecuarias (INiAP) en el año 2016 con su portada, “El cultivo de la mora en el Ecuador” brinda información sobre las bases técnicas a tomar en cuenta para una producción eficiente del producto, además nos mencionan

sobre los sistemas técnicos de riego más adecuados para la planta, ya que al ser un fruto delicado a las variaciones de humedad y temperatura, es necesario administrar el recurso natural de manera controlada, resolviendo así el problema del uso inadecuado del agua y los daños que generar en la planta, pero manteniendo el trabajo manual, por tal motivo se toma como base los datos técnicos y sistemas para que el proceso productivo sea de calidad (Ayala y otros, 2016).

El folleto publicado por H. Gobierno Provincial de Tungurahua en el año 2013 con su portada, manual de cultivo de mora de castilla, en base a las experiencias de los agricultores de la zona, muestran la información técnica recopilada para obtener una guía que permita difundir las bondades de la mora de castilla y su producción en suelos tungurahueses, las condiciones climáticas y de suelos hacen que el desarrollo del documento, sea apropiado para el presente trabajo de automatización ya que se utiliza información de la zona en la cual se implementará el proyecto (Tungurahua, 2013).

Con los trabajos de referencia y sus fundamentos podemos establecer que el sistema de riego eficaz para la plantación de mora, es con la técnica de goteo, el control principal se realiza mediante un PLC S7 1200 Siemens modelo 1212C AC/DC/RLY, programado con el software TIA Portal, de igual forma los datos serán monitoreados a través del módulo Wecon V-BOX y su plataforma IoT, que nos permite crear una interfaz Humano – Máquina (HMI), para el control de forma manual y la visualización de datos, la variables del control del proceso consta de sensores de humedad de suelo capacitivos, el suministro de agua automático lo controla tres sensores capacitivos npn en la parte externa del tanque, y finalmente como actuadores una electroválvula y la bomba de riego.

## **1.2. Proceso investigativo metodológico**

El enfoque de investigación aplicado al desarrollo y diseño del proyecto es cuantitativo, ya que las variables a medir nos permiten obtener datos numéricos, permitiendo evaluar la eficiencia del sistema. La base principal de la investigación es la implementación del sistema automático de riego controlado con una interfaz humano-máquina y monitoreado a través de IoT, en la plantación de mora del Cantón Pillaro, con el objetivo de manejar eficientemente el uso de los recursos naturales en la irrigación de las plantas, garantizando el consumo adecuado de agua y una producción de calidad.

La población en la cual se aplica la automatización es la plantación de mora, que actualmente dispone de riego tradicional por inundación, tal cantidad de agua es perjudicial para la planta ya que no se tiene un control del líquido vital, que en este caso es desperdiciado en zonas no

productivas, el método de riego por goteo aplicado en el proyecto permite distribuir el agua de manera eficiente y focalizada, garantizando el suministro adecuado con el proyecto propuesto.

Para la lectura de variables de los sensores se utilizará un tipo de muestra aleatorio, ya que los sensores de control se ubican en diferentes puntos del suelo para determinar la humedad.

Como técnicas de investigación el desarrollo de un banco de pruebas conectando los dispositivos de campo y su controlador, permite experimentar el sistema antes de ponerlo en funcionamiento en la zona de aplicación, evaluando las variables y poder calibrarlas en la plantación de mora. Los instrumentos aplicados en el desarrollo del proyecto, a través de softwares y las diferentes escalas de medición, permiten que el sistema automático de riego sea robusto y eficaz al momento de ser puesto en marcha en el proceso, permitiendo que el alcance de la investigación sea correlacional e integrativo.

Para el desarrollo del trabajo se aplicó la siguiente metodología:

Bases técnicas del proceso de riego: El objetivo de humedecer el suelo en la plantación de mora requiere de técnicas específicas, que permite establecer la cantidad de agua adecuada en la planta, el horario de riego, el tipo de riego, entre otros parámetros técnicos que permita que la producción del fruto sea el adecuado.

Conceptos básicos del tema: Aplicación de artículos de referencia en métodos de riego y programación de sistemas automáticos con el controlador lógico programable S7 1200 Siemens y el módulo Wecon V-BOX que dispone de su propia plataforma IoT, para control y monitoreo.

Diseño del proyecto: En la presente etapa a través de diagramas eléctricos, de flujo y su esquema de conexiones se puede establecer los componentes necesarios, la disposición y su funcionalidad.

Construcción del sistema de riego automático: La programación mediante el software TIA Portal de Siemens con el lenguaje de programación Ladder, mientras que el interfaz humano – máquina (HMI) y su monitoreo, a través de la plataforma IoT que dispone el módulo Wecon utilizado en el proyecto.

Implementación del sistema: En la plantación de mora ubicada en el Cantón Píllaro, se aplica el riego por goteo automático y monitoreado a través de internet.

Validación del proyecto: Una vez aplicado el sistema en la zona, se puede evaluar el comportamiento a través de la recolección de datos, identificando el uso eficiente del agua garantizando la calidad del producto al consumidor final.

## CAPÍTULO II: PROPUESTA

### 2.1 Fundamentos teóricos aplicados

#### 2.1.1. Introducción

El desarrollo productivo en el campo depende principalmente del sistema de riego aplicado, ya que garantiza el desarrollo de las plantas, la calidad del producto y el uso del agua actualmente se lo viene manejando a nivel mundial de forma eficiente, es decir aprovechar al máximo su beneficio, sin desperdiciarla, los sistemas de riego tradicionales gastan una gran cantidad de agua que no es aprovechada al 100% por la planta, el avance de la tecnología y el uso de sus sistemas de manera eficiente, ayudan administrar este recurso natural de una manera tecnificada y automática, esto permite suministrar el agua de manera eficiente y en cantidades adecuadas a nuestra plantación.

Los controladores lógicos programables brindan gran variedad de funciones, las variables suministradas por los sensores de campo, son administradas por el controlador a través de su programación y hoy en día pueden ser monitoreadas a través del internet de las cosas (IoT). En tal contexto y dentro del campo de la ingeniería agrícola, agronómica, y sus relacionadas, el presente proyecto describe la implementación de un sistema de riego automático monitoreado a través de internet, para una plantación de mora, garantizando una productividad adecuada, manejando eficientemente el uso de los recursos naturales y dando respuesta a las variaciones climáticas que enfrenta el mundo.

La implementación se realiza en la plantación dedicada a la producción de mora ubicada en el cantón Píllaro, perteneciente a la provincia de Tungurahua, una vez cosechado el producto sale al mercado local semanalmente, por lo que su producción debe ser continua y garantizada, el tiempo necesario para el regadío de las plantas actualmente es alto y deficiente, por tal motivo el proyecto pretende dar respuestas funcionales y amigables con el medio ambiente.

La carencia de un sistema de riego automatizado y controlado, actualmente es su principal problema, la automatización del regadío y el monitoreo a través del internet de las cosas permite dar solución al problema, aprovechando al máximo la productividad del proceso de producción y manejando eficientemente los recursos.

Para el desarrollo del proyecto se tomaron dos temas de referencia, el primero trata de un "Sistema automático de riego con monitoreo IoT para una parcela de pastos del emprendimiento cuyes FESA" que mediante su controlador administra los sensores de campo

adminstras variables de humedad de suelo y nivel de agua, las cuales son monitoreadas a través de la plataforma IoT (Fernandez, 2024).

Mientras que el segundo tema brinda información fundamental sobre “el diseño e implementación de un sistema IoT prototipo para el control de riego por goteo y fumigación por aspersión en cultivos de invernadero” el cual mediante un controlador wifi NodeMCU y sus sensores de humedad de suelo, temperatura relativa, humedad relativa, nivel de agua, son controlados a través de una aplicación móvil Blynk y la base de datos almacenados en la plataforma IoT (Freire Gavilanes & Chávez López, 2021).

Finalmente, la aplicación del “sistema IoT para el proceso de coagulación en la elaboración de queso maduro en la corporación El Salinerito” brinda la información necesaria para el manejo de una HMI y la incorporación de variables que controlan el proceso de riego automático, en la plataforma a través de internet de las cosas de la empresa Wecon y su módulo V-BOX, esta plataforma es ideal para el control a distancia y adquisición de datos en tiempo real.

### **2.1.2. Métodos de riego**

Existen dos métodos más utilizados para este sistema, el de superficie a través de Tendido, Surco o Melga, mientras que el presurizado mediante Goteo, Microaspersión y Aspersión (Demin, 2014).

La mora puede transportar enfermedades de planta en planta cuando utilizamos métodos de riego no adecuados, el riego por goteo llega a ser el más idóneo para la producción de mora, humedeciendo el suelo de manera focalizada, aprovechando el recurso hídrico de manera eficiente como menciona la “guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de cultivo de mora” (Felcán Mejía & Huaraca Huaraca, 2019).

#### **2.1.2.1 Sistema de riego por goteo**

La aplicación del agua en forma de gotas para humedecer el suelo, se la realiza mediante tuberías con agujeros que liberan la presión del sistema (Demin, 2014).

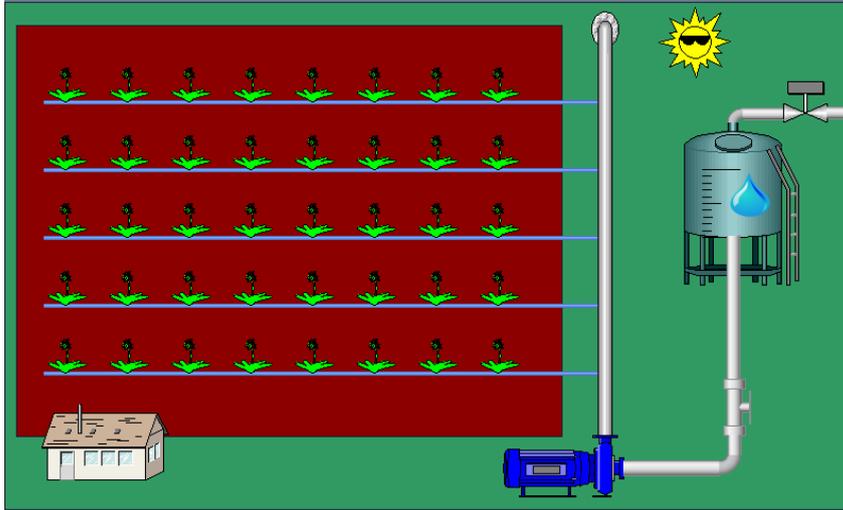
El método aplicado a la plantación de mora cuenta con un tanque de suministro, una bomba que presuriza el sistema para que fluya el agua a través de mangueras con goteros distribuidos y sea liberada cerca de las plantas de mora.

El agua necesaria para un perfecto desarrollo de la planta de mora según el “Manejo agronómico del cultivo de mora de castilla” realizado en la Universidad Agraria del Ecuador, corresponde a 3cm de humedad por semana, nivel adecuado para su desarrollo de la planta, debido a los cambios climáticos, en ocasiones el riego se lo debe realizar constantemente para

garantizar que humedad sea la adecuada, este dato de cantidad de agua sobre la superficie del suelo se utilizará para el control del sistema, posteriormente en la Figura 2, se muestra el esquema del sistema de riego automático propuesto (Cevallos, 2020).

**Figura 2.**

*Esquema del sistema de riego por goteo.*



### **2.1.3. Internet de las cosas IoT**

Es una tendencia que ha ido evolucionando con el tiempo y que hace referencia a la interconexión inteligente entre objetos cotidianos y personas mediante el uso de internet conectados a redes o servidores logrando obtener datos analíticos y correlación con IA inteligencia artificial para proporcionar toma de decisiones sin la necesidad de la intervención de humanos (Quiñonez, 2019).

IoT es una de las tecnologías con capacidad de conectar dispositivos al Internet, se ha implementado en áreas como educación, medicina, hogar, empresas, agricultura, sistemas de vigilancia, edificios inteligentes y muchas más, mejorando la calidad de vida de los consumidores, sin embargo, el desarrollo de los sistemas, es necesario que tenga una infraestructura que conste de protocolos y dispositivos para su manejo (Alvear et al., 2017).

#### **2.1.3.1. Monitoreo por IoT**

El internet de las cosas permite establecer comunicación con elementos que se encuentran en campo que son administrados y programados por el PLC mientras que el router IoT envía estos datos a través del internet, esto permite establecer plataformas en tiempo real, las cuales ayudan a tener un control y monitoreo desde cualquier parte del planeta, mejorando así los procesos productivos, y con la información recopilada por estos equipos, ayuda a determinar las

variación del proceso aplicado observando el comportamiento, logrando establecer posibles causas de algún problema, y actuar antes de que esto ocurra.

Una de las plataformas que brindan estos servicios es V-NET de la empresa Wecon, que con su módulo IoT, permite la integración de los controladores que reciben las variables, para de esa manera mediante interfaces creadas en un servidor web se puede monitorear y controlar los procesos.

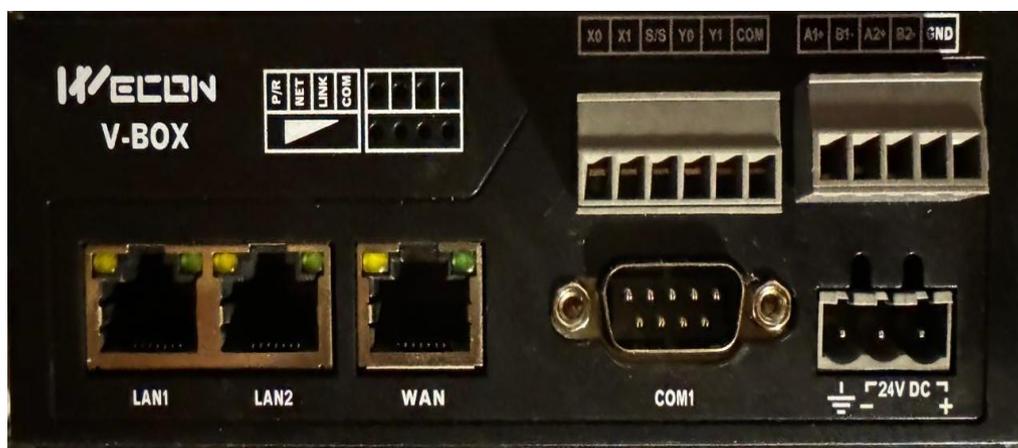
### 2.1.3.2. Controlador Wecon V-BOX H-WF

La página oficial Wecon nos dice que “El router V-Box de Wecon está diseñado para construir un sistema de IoT industrial seguro y fiable, utilizando las últimas tecnologías en la nube para lograr la conectividad entre los dispositivos, la información y los usuarios.” Por medio de este dispositivo router IoT nos ayudará en la implementación del proyecto por su capacidad de visualizar y almacenar datos en la nube facilitando la comunicación y el monitoreo de las variables en tiempo real. Si se requiere ver las demás características que el fabricante presenta de este dispositivo IoT revisar el Anexo 1 (Wecon, 2024).

De esta manera se podrá realizar la programación en nuestro PLC mediante un protocolo Modbus TCP/IP permitiendo una gestión eficiente de datos y un control remoto seguro. Además, su compatibilidad con múltiples interfaces (Ethernet, RS232, RS485) y su facilidad de configuración lo convierten en una opción versátil para proyectos que requieren una conectividad fiable y continua entre dispositivos distribuidos geográficamente. De esta manera se podrá tener una supervisión remota y una respuesta rápida a eventos críticos. En la Figura 3 se aprecia el modelo que se va a utilizar en el presente proyecto.

**Figura 3.**

*Dispositivo WECON IoT V-BOX*



### 2.1.5. HMI en la plataforma V-NET

Si requerimos de la necesidad de un interfaz humano – máquina (HMI) y poder controlarla, el módulo Wecon V\_BOX es una opción, ya que gracias a sus servidores de altas prestaciones brinda un servicio en el cual se desarrolla proyectos sin la necesidad de lógica cableada, se puede crear diseños de páginas con imágenes y objetos según requiera el usuario, la comunicación con los controladores receptor se la realiza mediante el Internet, la página principal de la plataforma se muestra en la Figura 4 (Wecon, 2024).

**Figura 4.**

*Plataforma para el manejo de HMI con módulo Wecon*



Nota: Imagen tomada de la plataforma (Wecon, 2024)

### 2.1.6. Controlador Lógico Programable Siemens S7 1200

De acuerdo con León (2023) se dice que el uso de un PLC (Controlador Lógico Programable) S7-1200 modelo 1212C de Siemens es popular en aplicaciones industriales debido a su versatilidad, fiabilidad y eficiencia en el control de procesos automatizados. Este dispositivo es adecuado para pequeñas y medianas aplicaciones, destacándose por su integración de

funcionalidades avanzadas como comunicación, control y monitoreo, todo en un solo dispositivo compacto.

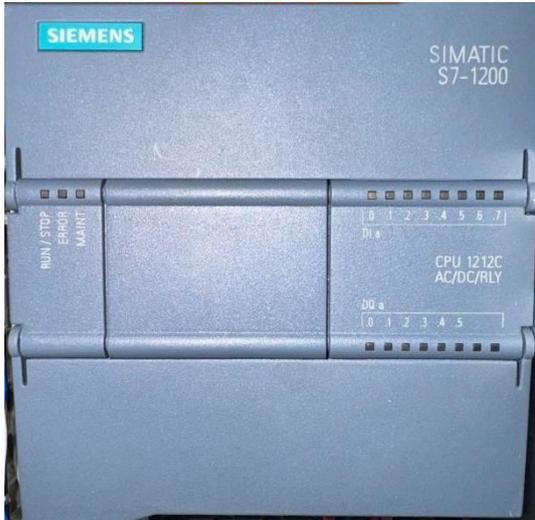
Existe una gran variedad de controladores en la familia de productos de Siemens, cada uno con sus características de construcción según la aplicación, por tal motivo de requerir más información del dispositivo actual, en el Anexo 2, se brinda las características que nos entrega página oficial del producto, sin embargo, se tomó en consideración las siguientes características principales para poder elegir el modelo 1212C (Siemens, 2024).

1. **Versatilidad en la programación:** Soporta diversos lenguajes de programación (Ladder, FBD, SCL) según la norma IEC 61131-3, lo que facilita su adaptación a diferentes requerimientos de automatización.
2. **Capacidad de comunicación:** Incorpora interfaces de comunicación como PROFINET, permitiendo la integración con otros dispositivos y sistemas dentro de la red industrial.
3. **Tamaño compacto y diseño modular:** El modelo 1212C es compacto y modular, permitiendo una fácil expansión con módulos adicionales según las necesidades específicas de la aplicación.
4. **Alto rendimiento:** A pesar de su tamaño, ofrece un rendimiento confiable en tiempo real, lo cual es crucial en procesos que requieren alta precisión y seguridad.
5. **Soporte y documentación:** Siemens ofrece un soporte técnico extenso y una gran cantidad de documentación, lo cual es valioso para los ingenieros durante la fase de diseño, implementación y mantenimiento.

Dadas las características que se las ha nombrado, se ha elegido el modelo 1212C AC/DC/RV debido a que cumple con la mayoría de requisitos para el presente proyecto, empezando por las 8 entradas digitales que permite dar lectura, 6 salidas digitales que de igual manera cumple con lo expuesto en el diagrama de flujo. Posee además dos entradas analógicas necesarias para la implementación del proyecto. La alimentación que posee la vivienda es de 110/220V puesto que también cumple con ese requisito primordial necesario. Es una serie simple pero efectiva debido a que el costo no es muy elevado en comparación a su otra gama de productos, por esta razón se eligió el modelo descrito, a continuación, en la Figura 5 se presenta el equipo electrónico.

**Figura 5.**

*Dispositivo PLC 1212C AC/DC/RY*



### **2.1.7. Sensores**

Son dispositivos desarrollados para interactuar con variables que modifican su estado ideal, son capaces de transformar estos cambios en señales y enviarlas hacia un controlador para que puedan ser administradas por un usuario. Existen varios tipos de sensores y aplicaciones, que se mencionan a continuación como parte de los requeridos en el proyecto.

#### **2.1.7.1. Sensor capacitivo npn**

Cuando se requiere tomar lecturas de los niveles de un tanque, es preciso utilizar los sensores capacitivos, en el caso del proyecto actual se utiliza de tipo npn, ya que identifica el cambio de densidad del tanque cuando el agua llega a su punto de medición.

Naylampmechatronics (2024) establece en su página oficial que este sensor capacitivo ayuda a detectar objetos de cualquier tipo pueden ser metálicos y no metálicos, posee un rango de proximidad hacia el objeto a medir de 5 mm. Es ideal y de fácil integración con equipos electrónicos como son el Arduino o PLC. Este sensor en el presente proyecto ayuda a identificar el nivel de agua en el tanque, colocándolo en tres niveles que son: mínimo, medio y máximo, lo que permite un control preciso del sistema de riego, activando o desactivando automáticamente las válvulas utilizadas para el llenado del tanque. Su naturaleza no invasiva minimiza el desgaste y la posibilidad de contaminación, y al ser un dispositivo NPN-NO, es fácil de integrar con sistemas de control basados en microcontroladores o PLC. Además, su alta sensibilidad y confiabilidad en diferentes condiciones ambientales lo hacen perfecto para aplicaciones como la agricultura donde la automatización y la eficiencia en el uso del agua son prioritarias.

Se tiene una alimentación de 24V con lo cual al detectar cambia de estado on/off de forma similar a un interruptor y esa señal la recibe nuestro PLC y se integra a la programación realizada. Si se necesita conocer más de características técnicas se debe revisar el Anexo 3, y en la Figura 6 se muestra al sensor dentro del tanque de este proyecto.

**Figura 6.**

*Sensor capacitivo npn*



#### **2.1.7.2. Sensor de humedad de suelo Capacitive Soil v1.2**

Para medir los niveles de humedad de suelo es recomendable utilizar un sensor capacitivo ya que su construcción, permite que sea el ideal para ambientes con agua, ya que es hermético y no presenta corrosión como los tradicionales, dispone de 3 pines de conexión, su alimentación con 5 VDC y el pin restante envió de información de manera analógica (A0), dicha variable es administrada según su conveniencia, su compatibilidad con microcontroladores es eficiente y su programación muy sencilla, el tipo de sensor se lo puede visualizar en la Figura 7.

**Figura 7.**

*Sensor de humedad de suelo*



### **2.1.8. Actuadores**

Son dispositivos accionadores capaces de transformar los tipos de energía como la eléctrica en trabajo, para el desarrollo de algún sistema.

En el proyecto como accionadores tenemos a los relés que controlan nuestro sistema de fuerza que acciona la bomba y la electroválvula.

#### **2.1.8.1. Relé**

Son dispositivos electromecánicos capaces de accionar ante un pulso eléctrico de acuerdo a la magnitud de construcción, el objetivo principal de estos dispositivos es abrir o cerrar contactos que controlen sistemas de fuerza de los sistemas.

Para el presente proyecto se utiliza relés de estado sólido Siemens como se muestra en la Figura 8, que por su rapidez de cierre y apertura y su durabilidad es excelente para aplicaciones con trabajos repetitivos, se alimentan a través de 24VDC y sus contactos pueden realizar la apertura o cierre de las cargas.

**Figura 8.**

*Relé de estado sólido Siemens*



### 2.1.8.2. Bomba centrífuga

Es un elemento eléctrico que tiene la capacidad de enviar fluidos a través de una tubería con una presión constante, sus aplicaciones son muy variadas, existen muchos tipos de bombas, pero para el tema presentado se utiliza una bomba de 110 VAC de alimentación de tipo centrífuga, que es la adecuada para el desarrollo y se la observa en la Figura 9.

**Figura 9.**

*Bomba Centrífuga utilizada en el proyecto*



### 2.1.8.3. Electroválvula

Es un dispositivo que, a través de la alimentación de su bobina principal, permite la apertura o cierre el paso de todo tipo de fluidos, en caso de los sistemas de riego se utiliza una adecuada para el trabajo, ya que permite una apertura de manera progresiva sin ocasionar daños por alta presión de agua, la alimentación de energía puede variar de acuerdo a las características de construcción, la que se presenta en el proyecto es accionada mediante 24VAC y la tenemos en la Figura 10.

**Figura 10.**

*Electroválvula utilizada en el proyecto*

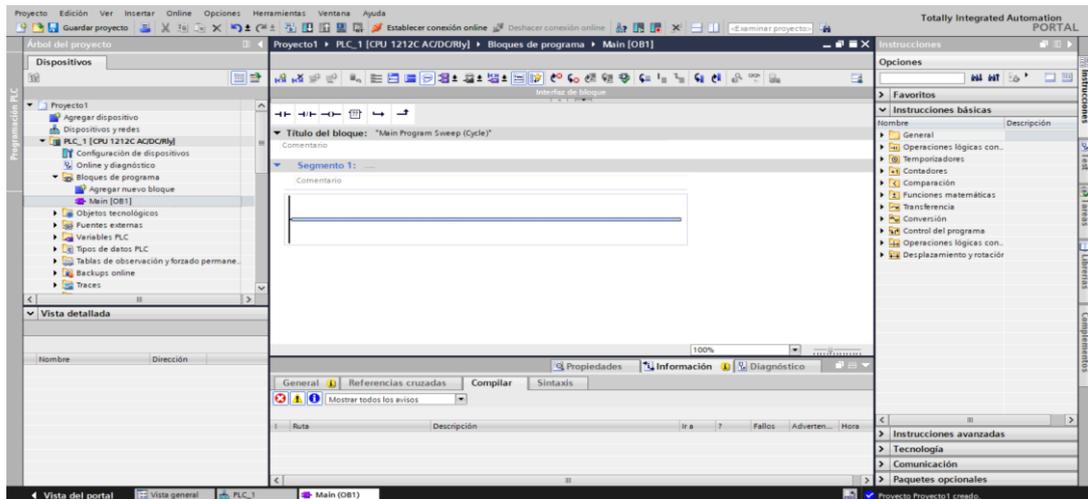


### 2.1.9. Lenguaje de programación

En el mundo de la automatización existen varios tipos de lenguaje de programación, como el Ladder, bloques, Grafcet, etc. Estos lenguajes permiten la comunicación entre los distintos controladores que existen en el mercado, el que se utiliza en el sistema de riego automatizado es lenguaje de programación Ladder, es cual a través del software TIA Portal mostrado en la Figura 11, nos permite la programación del sistema, de una manera muy versátil.

**Figura 11.**

*Interfaz de TIA Portal para iniciar la programación*



Nota: Captura de imagen, software TIA Portal Siemens

## 2.2 Descripción de la propuesta

La propuesta del proyecto es la automatización del sistema de riego en la plantación de mora ubicado en el cantón Píllaro, se encontró que no cuenta con un método eficaz de riego, ya que es el tradicional por surcos, por lo que es ineficiente.

Como parte del control automático de riego se diseña una interfaz Humano – Máquina (HMI) en la plataforma de Wecon V-NET, en la cual se puede ver el estado de las variables que intervienen en el proceso, además se incorpora el control en tiempo real, desde cualquier parte del mundo, es decir podremos llevar la interfaz en nuestro celular o computadora.

### a. Estructura general

El proceso de automatización en general consta de varios elementos eléctricos y electrónicos, los cuales permiten el correcto funcionamiento del mismo. El cerebro principal del sistema es el controlador lógico programable S7 1200 de Siemens el cual recepta las señales que son enviadas por los sensores y las administra, el PLC realiza una comunicación en red con el controlador Wecon, el cual es capaz de tomar las variables administradas y poder visual en tiempo real a través de IoT, además este controlador, brinda la oportunidad de controlar el proceso en de manera remota desde cualquier punto con acceso a la red, en lo que respecta al sistema de fuerza del sistema, disponemos de relés de estado sólido, electroválvula y bomba. En la Figura 12 se muestra el esquema de conexión de las variables hacia el controlador y la Figura 13 su diagrama de flujo.

**Figura 12.**

*Esquema de conexión de equipos y sensores.*

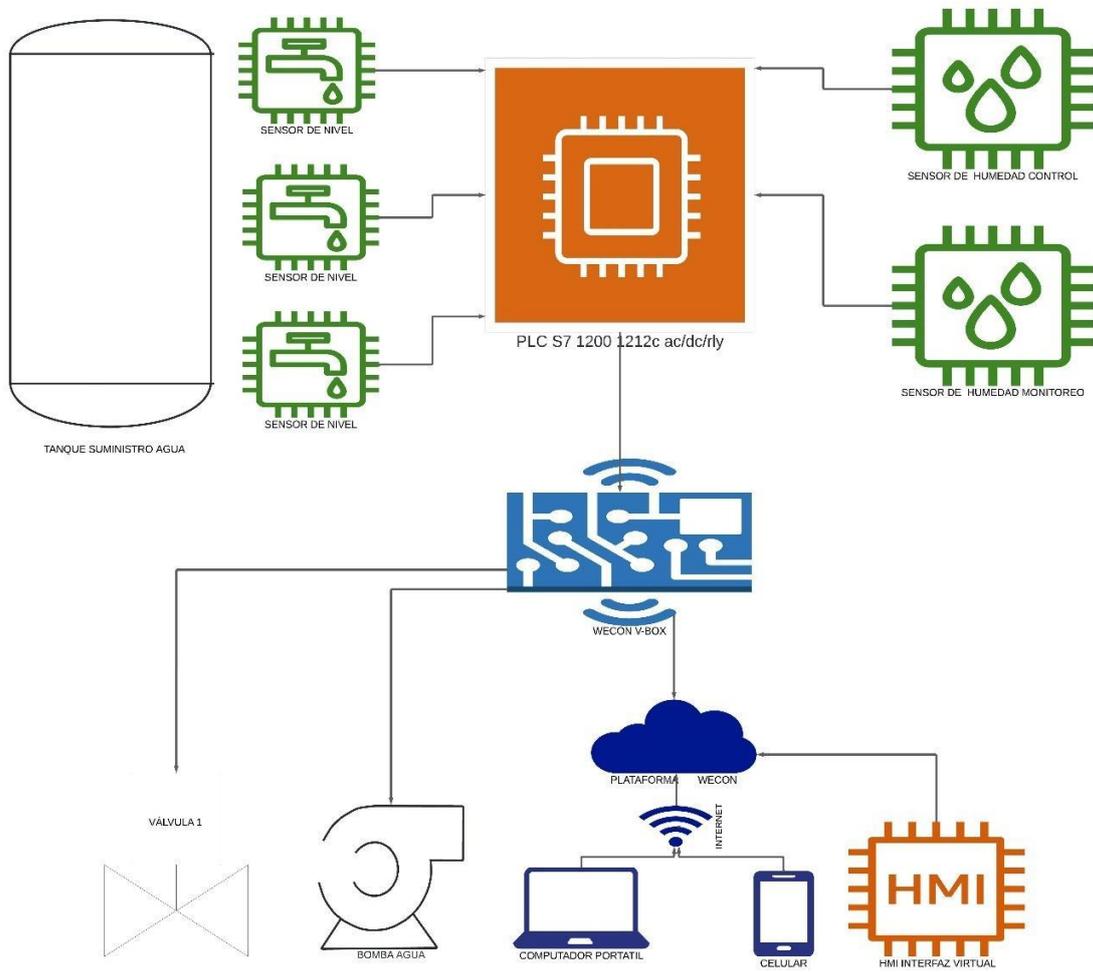
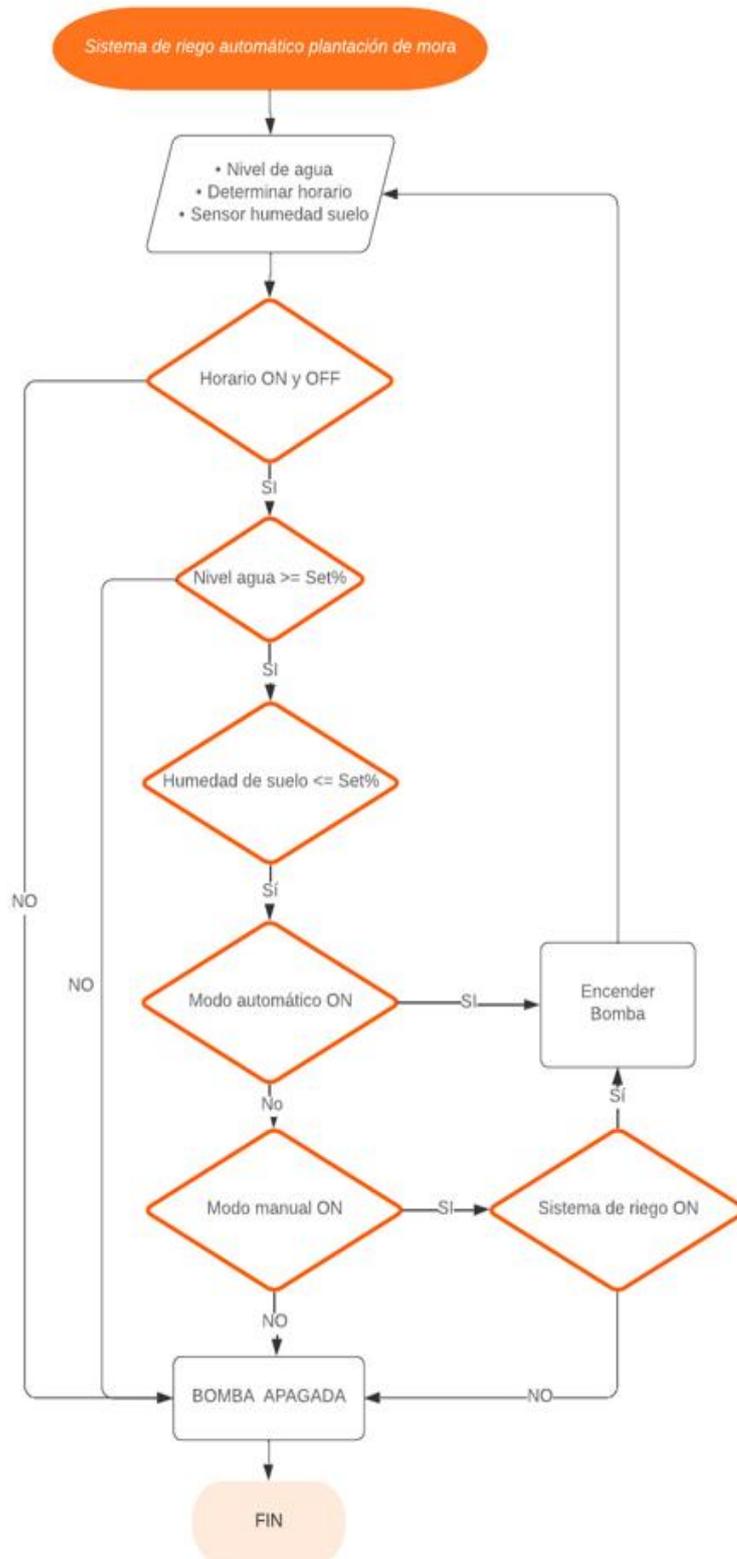


Figura 13.

Diagrama de flujo del sistema



## b. Explicación del aporte

Como inicio para la explicación del aporte y funcionamiento es necesario que los módulos de control se reconozcan y se puedan enlazar entre sí, para compartir la información y ser administrada, para ello es necesario que sus direcciones IP se encuentren dentro del mismo protocolo de comunicación.

**Tabla 1.**

*Direcciones IP del PLC y el módulo IoT Wecon*

Ítem	Equipo	IP
a	PLC S7 1200	192.168.1.5
b	Wecon V-BOX	192.168.1.15

Con lo mencionado anteriormente estos dos dispositivos son los que generan interactividad entre ellos y con las variables de campo de la plantación de mora en el cantón Píllaro.

El sistema cuenta con 4 columnas de mora o lotes distribuidos uniformemente en el terreno, como se muestra en la Figura 14 y se dispone de alrededor de 200 plantas.

**Figura 14.**

*Plantación de mora en el Cantón Píllaro*



El sistema hidráulico instalado, es capaz de distribuir el líquido vital en manera de gotas alrededor de la planta como se muestra en la Figura 15.

**Figura 15.**

*Sistema Hidráulico instalado en la plantación*



Quién garantiza que la presión necesaria llegue a los goteros es la bomba centrífuga que se muestra a continuación en la Figura 16.

**Figura 16.**

*Bomba centrífuga utilizada para el sistema de riego*



Como reserva del líquido vital para el regadío es necesario contar con un tanque el cual garantiza el suministro de agua en tiempos de sequía, este tanque contiene una cantidad de 50 galones (189 Lt), y se lo muestra en la Figura 17.

**Figura 17.**

*Tanque de suministro de agua para el sistema de riego*



Para el suministro de agua al tanque se cuenta con una electroválvula como se observa en la Figura 18.

**Figura 18.**

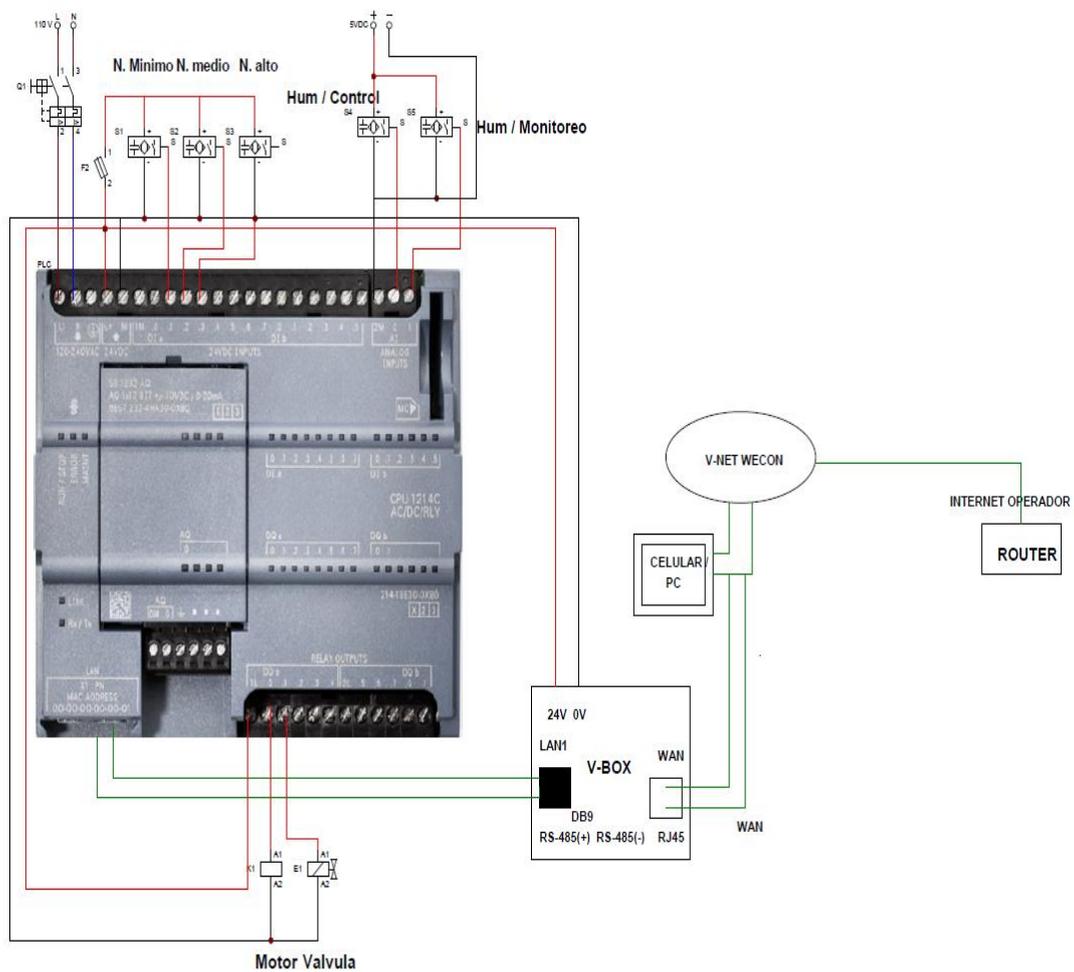
*Electroválvula que suministra en agua al tanque*



Una vez identificado el funcionamiento del sistema de riego, se realiza el diagrama eléctrico correspondiente en el cual se identifica las conexiones y elementos necesarios para que el proceso funcione correctamente, el nivel de voltaje a utilizar para el controlador lógico programable es de 110 Voltios, al igual que nuestra bomba, la electroválvula mediante un transformador de 24 Voltios, el módulo Wecon a través de 24VDC y por los últimos los sensores de Humedad a 5VDC, para observar más detalles en la Figura 19 sobre el control y la Figura 20 el diagrama de fuerza.

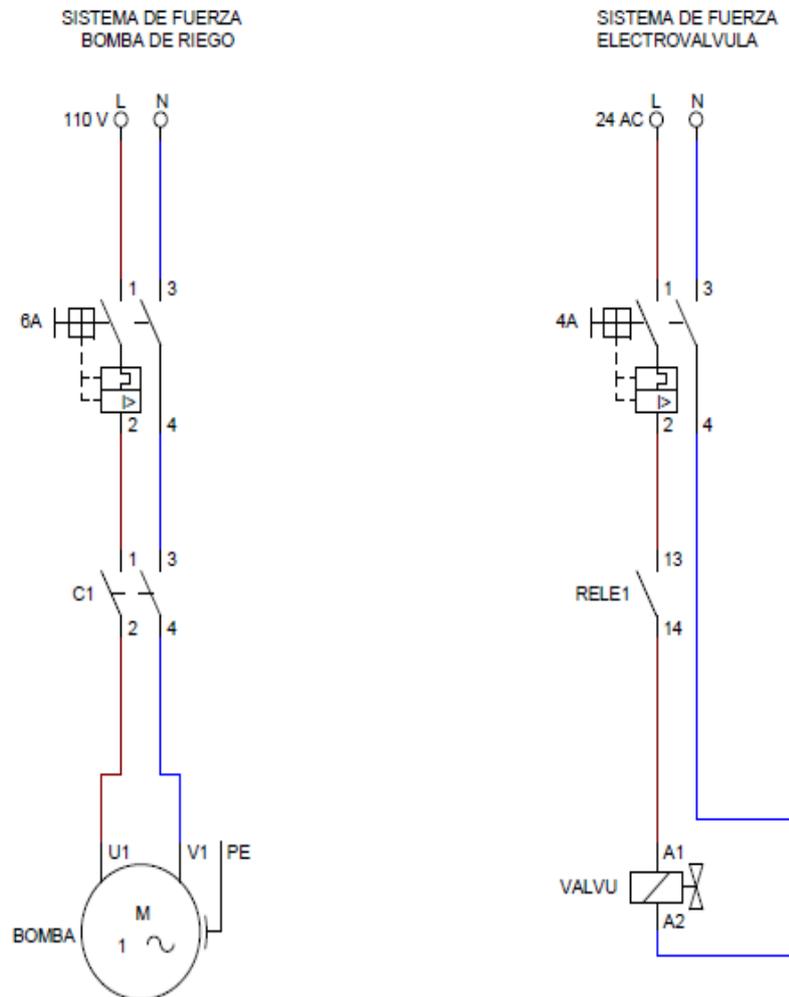
**Figura 19.**

*Diagrama eléctrico de control del sistema automático de riego*



**Figura 20.**

*Diagrama eléctrico de fuerza del sistema automático de riego*

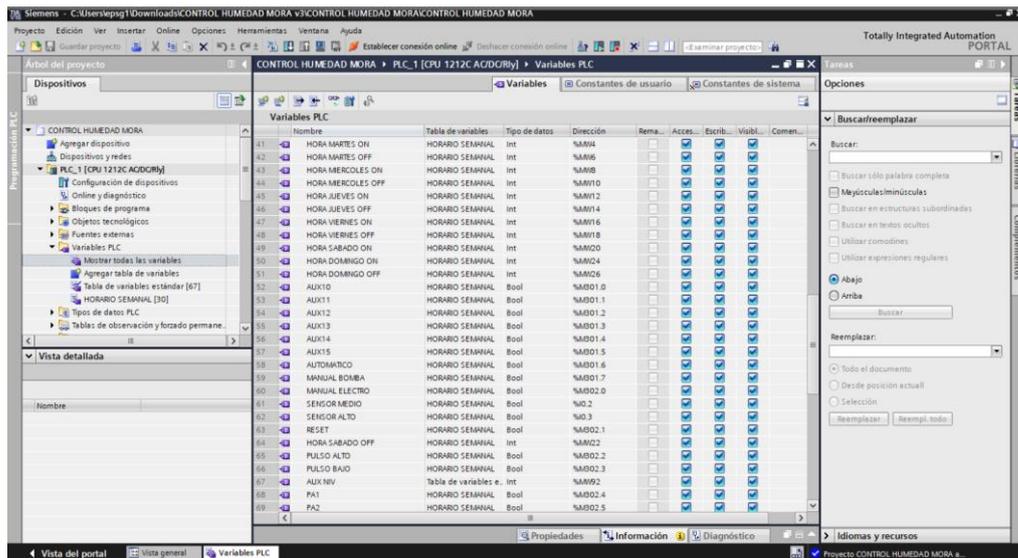


## Programación del sistema automático de riego

En lo que se refiere a la programación del sistema, TIA Portal nos brinda un espacio ideal para realizarlo, como punto inicial es la identificación de variables que intervienen en el proceso y declararlas como se muestra en la Figura 21

**Figura 21.**

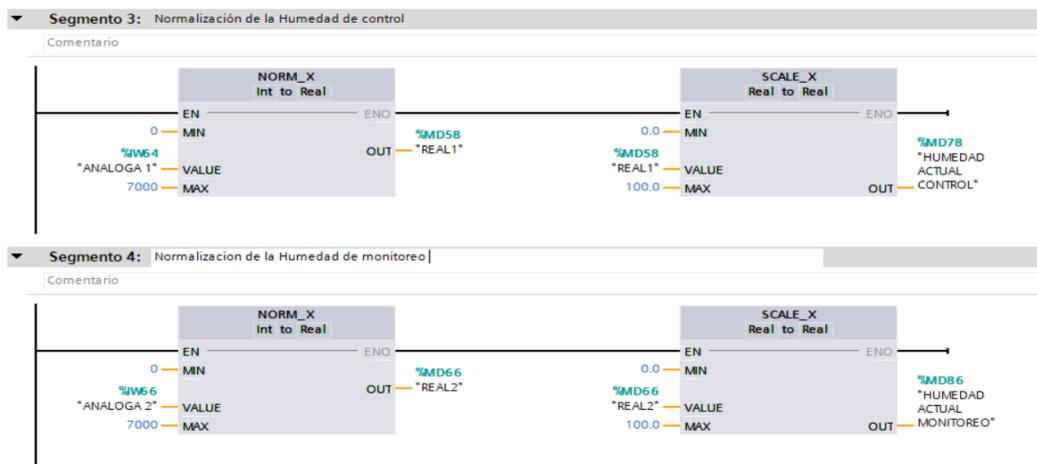
*Declaración de variables*



Una vez colocada las variables del sistema, procedemos con la escritura en los bloques del programa, según el proceso automático a realizar, esto permite establecer las condiciones que intervienen en cada control, como se lo da a conocer en la Figura 22 los bloques más esenciales de la programación.

**Figura 22.**

*Normalización de los sensores de humedad de suelo*



Para acondicionar las variables de humedad de suelo se utilizó el valor de voltaje de la salida analógica, que según la placa de datos del fabricante no dio 700 en normalización ya que es de 0 a 2.5 Voltios una vez extraído el valor escalamos el valor máximo en 100%, de acuerdo a eso tomamos como base el “manejo agronómico del cultivo de mora de castilla”, que brinda información relevante para el Ecuador sobre de riego en la planta, se requiere específicamente 3cm de riego a la semana (Cevallos, 2020). Con ese valor y de acuerdo a mediciones en el suelo se pudo establecer que para garantizar esos 3 cm de humedad cuando el valor de humedad suba de 85% apaga el sistema de riego ya que el sensor contiene más de humedad, mientras que cuando el valor disminuye del 10% quiere decir que el suelo está seco y enciende el sistema de riego, en las Figuras 23,24,25,26,28 se demuestra la medición y comprobación de la humedad a 3 cm de profundidad sobre el nivel del suelo, además de las programación realizada para cada variable.

**Figura 23.**

*Muestra de lectura tomada con el suelo húmedo*



De esta manera se verificó la humedad existente en el suelo mojado y de acuerdo a varias mediciones en campo se estableció la siguiente Tabla 2 de valores.

**Tabla 2.**

*Mediciones de humedad en suelo húmedo*

ítem	Distancia (cm)	Tipo de suelo	Medición Control (%)	Medición Monitoreo (%)
1	3	húmedo	86,8	83,14
2	3	húmedo	85,8	84,54
3	3	húmedo	88,48	87,14
4	3	húmedo	87,9	84,2
5	3	húmedo	84,5	83,7

**Figura 24.**

*Muestra de lectura tomada con el suelo seco*



De esta manera se verificó la humedad existente en el suelo seco y de acuerdo a varias mediciones en campo se estableció la siguiente Tabla 3 de valores.

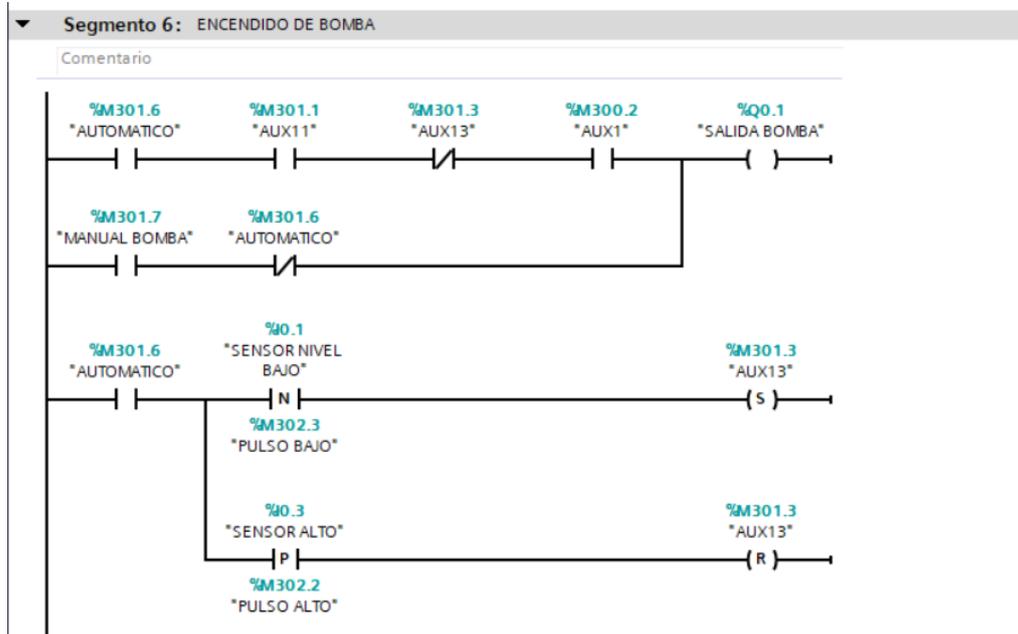
**Tabla 3.**

*Mediciones de humedad en suelo seco*

ítem	Distancia (cm)	Tipo de suelo	Medición Control (%)	Medición Monitoreo (%)
1	3	seco	10,03	11,12
2	3	seco	8,09	9,34
3	3	seco	7,04	6,56
4	3	seco	10,02	9,08
5	3	seco	9,33	10,02

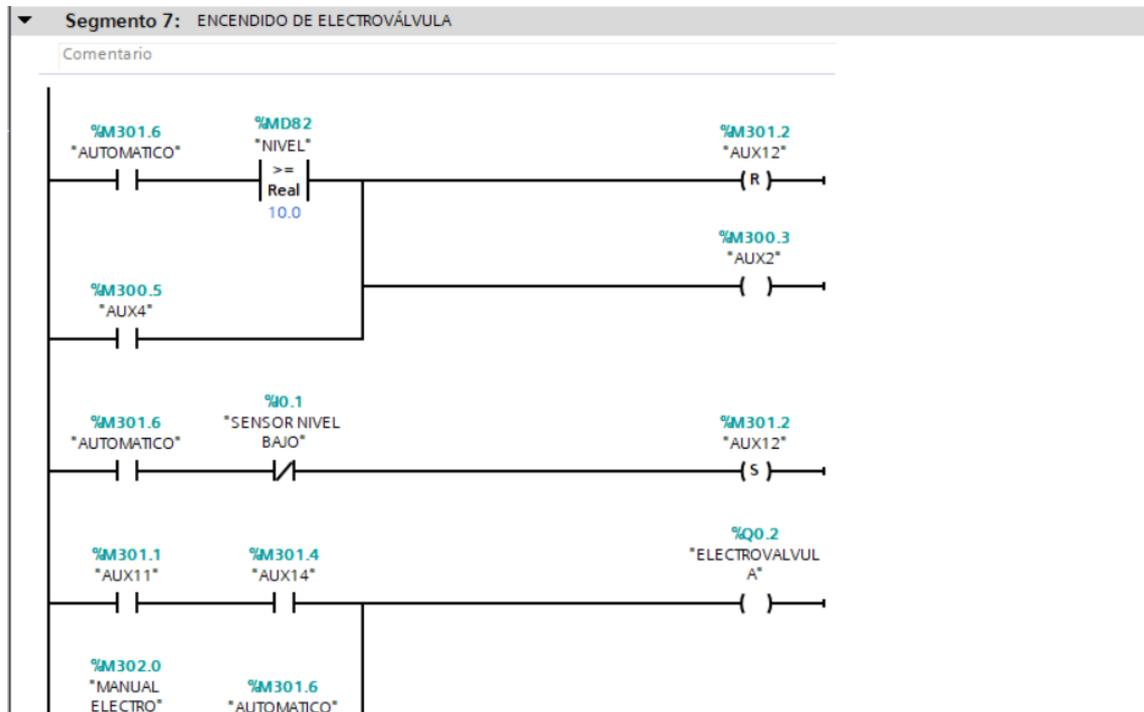
**Figura 25.**

*Encendido de la bomba de riego*



**Figura 26.**

*Encendido de electroválvula*



La electroválvula enciende para suministrar de agua al tanque, esta trabaja automáticamente con tres sensores ubicados estratégicamente para poder medir una sola cantidad de llenado, el tanque cuenta señales propias de medida, la cual nos permite establecer la cantidad exacta de

líquido a llenar y la posición adecuada de los sensores capacitivos como se muestra en la figura 27.

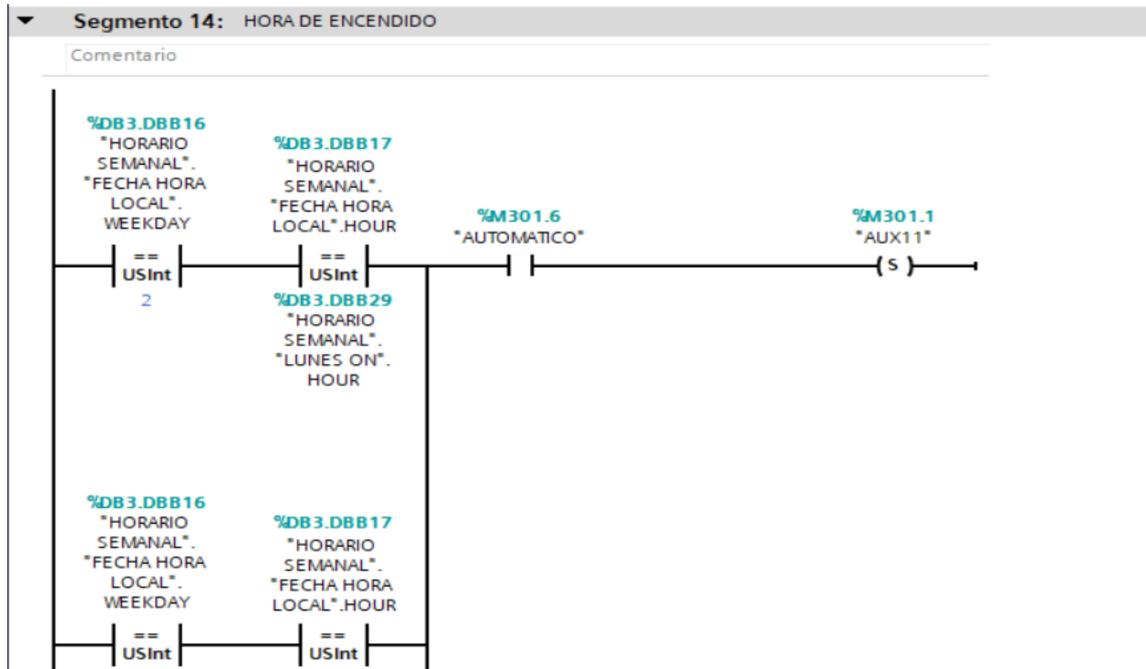
**Figura 27.**

*Ubicación de sensores de nivel en el tanque*



**Figura 28.**

*Control de horarios de tiempo*

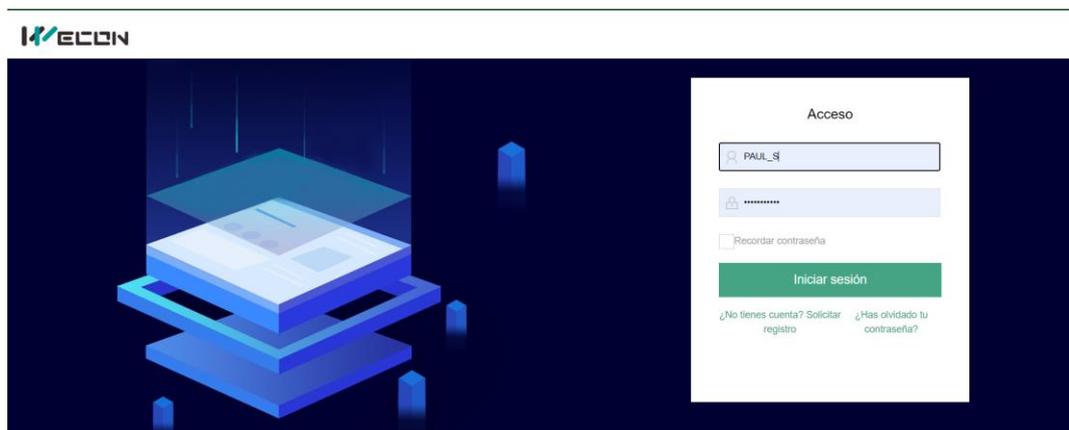


Una vez realizada la programación se procede con su carga en el PLC Siemens, con lo cual podremos establecer conexión en línea y monitorear el proceso.

Como lo mencionamos al inicio del tema, el módulo IoT Wecon nos permite establecer comunicación en tiempo real con nuestro PLC, controlarlos y monitorearlos en tiempo real, esta plataforma es muy amigable con el programador, ya que tan solo es necesario las variables creadas en nuestro controlador lógico programables y ubicarlas en la virtual en la plataforma Wecon V-NET como se muestra en las Figuras 29,30,31,32,33.

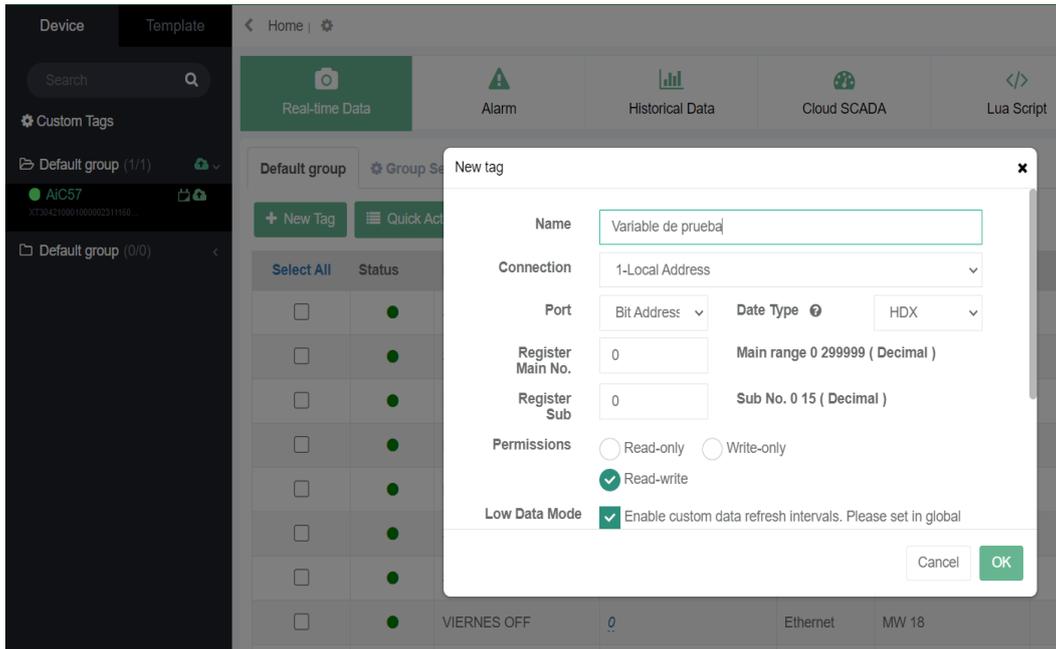
**Figura 29.**

*Ingreso a la plataforma V-NET*



**Figura 30.**

*Colocación de variables en la plataforma V-NET*



**Figura 31.**

*Variables colocadas para el monitoreo y control*

Default group Group Se... Setting

+ New Tag Quick Action Import/Export List configuration

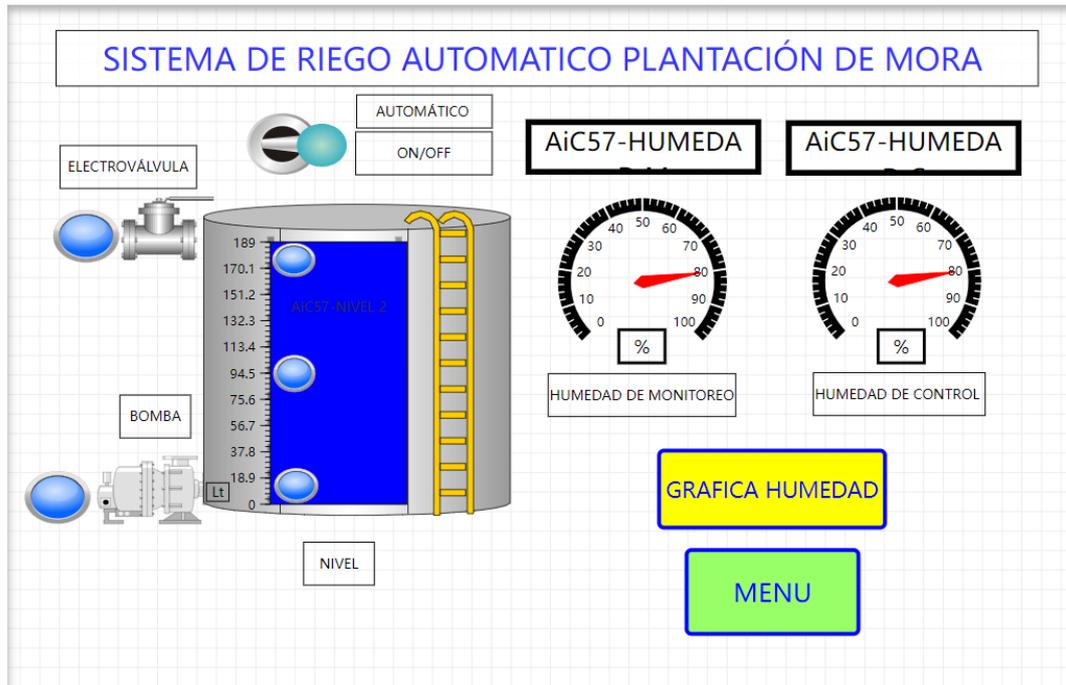
Enter a name or address Search

Select All	Status	Name	Value	Port	Read Address	Edit
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	SENSOR NH	<input checked="" type="checkbox"/> ON	Ethernet	I 0 . 3	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	SENSOR NM	<input checked="" type="checkbox"/> ON	Ethernet	I 0 . 2	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	RESET C	<input checked="" type="checkbox"/> OFF	Ethernet	M 302 . 1	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	DOMINGO OFF	0	Ethernet	MW 26	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	DOMINGO ON	0	Ethernet	MW 24	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	SABADO OFF	0	Ethernet	MW 22	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	SABADO ON	0	Ethernet	MW 20	Edit Copy Move Delete
<input type="checkbox"/>	<span style="color: green;">●</span>	VIERNES OFF	0	Ethernet	MW 18	Edit Copy Move Delete

« 1 2 3 4 » No. 1 Page Per page 10 /Count 32 Items

**Figura 32.**

*Creación de la interfaz Humano – Máquina (HMI)*



**Figura 34.**

*Monitoreo en línea del proceso*



### **c. Estrategias y/o técnicas**

Para el desarrollo del sistema automático de riego, se utilizaron etapas las cuales se presentan a continuación.

#### **Etapas I. Operación del sistema de riego**

Previo al análisis de dispositivos a utilizar, se determinó el actual sistema de riego en las plantas, las cuales no garantizaban el uso eficiente del agua ni su distribución en las plantas, por tal motivo se establecieron los tipos de sensores y los diagramas de conexión.

#### **Etapas II. Selección de dispositivos**

Al realizar los diagramas eléctricos correspondientes se establece los equipos necesarios que intervienen en el proceso de automatización, siendo así el PLC Siemens S7 1200 1214C AC/DC/RLY el utilizado en el tema, mientras que por otra parte el módulo Wecon V-BOX es el encargado de la comunicación con el internet de las cosas, de igual manera como actuadores una bomba y electroválvula que son los encargados de actuar al recibir las señales de mando.

#### **Etapas III. Programación**

La programación del sistema se realizó en la plataforma de TIA Portal, en lenguaje de programación Ladder, con lo cual se logra administrar las variables de humedad de suelo y nivel a través de sensores, que son los encargados de enviar datos a nuestro sistema.

#### **Etapas IV. HMI (Interfaz Humano – Máquina) en V-NET**

Una de las prestaciones que nos brinda el módulo IoT de Wecon, es su plataforma en la cual podemos crear una interfaz adecuada para el proceso, se cuenta con tres opciones dentro de la plataforma, el modo automático, manual y el respectivo horario de riego, estas variables son controladas a través del internet desde cualquier punto del mundo.

#### **Etapas V. Pruebas de funcionamiento**

Se realizaron las pruebas antes del montaje, con los sensores conectados y simulados externamente las condiciones que se pueden presentar, de igual manera se establecieron las comunicaciones con los diferentes módulos a través del internet y finalmente, se realiza el montaje del sistema.

## Etapa VI. Colocación del sistema en campo

Una vez realizadas las pruebas se construye el gabinete de control que se coloca en el interior del cuarto de control por seguridad, las señales de los 5 sensores son enviadas al PLC mediante lógica cableada, al conectarlo se realiza las pruebas en campo y se puede evidenciar que funciona correctamente y preparado para cumplir con el objetivo.

### 2.3 Validación de la propuesta

La tabla 4 muestra en detalle el perfil de los validadores del proyecto.

**Tabla 4.**

*Perfil de validadores de la propuesta*

<b>Nombres y Apellido</b>	<b>Años de experiencia</b>	<b>Titulación Académica</b>	<b>Cargo</b>
Fabrico Mosquera	4	MG. En Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia	FAE Teniente Especialista de Aviación Oficial de infraestructura ingeniería eléctrica
Paúl Pazuña	7	MG. En Electricidad	Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi
Yolvy Quintero	20	Doctor en ciencias pedagógicas	Docente Investigador

### 2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados, como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.**

*Matriz de articulación*

Ejes o partes principales del proyecto		Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1	Definición: Evaluación del sistema de riego que disponían en la plantación de mora y sus recursos, para determinar los elementos a controlar las variables y no depender de una persona.	<p>1.1. Evaluación del sistema más adecuado de riego para la plantación de mora.</p> <p>1.2. Sensores de campo que nos permitan reconocer las variables según su aplicación.</p> <p>1.3. Administración de variables enviados por los sensores a través del PLC y módulo IoT Wecon.</p>	<p>Programación</p> <p>Internet de las Cosas</p> <p>Comunicaciones Alámbricas</p> <p>Comunicaciones Inalámbricas</p> <p>Visión por Computador</p>	<p>Referencias Bibliográficas</p> <p>Contextualización del estado del arte</p>
2	Diseño: Programación del proceso automático, mediante el software TIA Portal, además de un control de monitoreo y control en un HMI en la plataforma de Wecon V-NET.	<p>2.1. Software TIA Portal V16 para programación en lenguaje Ladder.</p> <p>2.2. Protocolo de comunicación entre PLC - módulo Wecon - Internet de las cosas (IoT)</p> <p>2.3. Diseño de una interfaz humano - máquina en la plataforma V_NET de Wecon, la cual permite el monitoreo y control en tiempo real.</p>	<p>Programación de controladores lógicos programables</p> <p>Aplicaciones de automatización industrial</p> <p>TIA Portal, Plataforma IoT de Wecon</p> <p>V-BOX, CADeSIMU, Lucidchart</p>	<p>Software TIA Portal V16      Plataforma V-NET de Wecon</p>
3	Implementación: Construcción del gabinete eléctrico, colocación de sensores en campo, implementación del sistema hidráulico de riego, construcción del tanque de suministro, colocación de bomba y electroválvula.	<p>3.1. Montaje del sistema hidráulico en la plantación</p> <p>3.2. Colocación de sensores en campo.</p> <p>3.3. Construcción del gabinete eléctrico</p> <p>3.4. Montaje y puesta en marcha</p>	<p>Cableado estructurado</p> <p>Instalaciones eléctricas industriales</p> <p>Sistemas de comunicaciones</p> <p>Protocolos de comunicación</p>	<p>Manuales de usuario y Data Sheets</p>

## 2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

Como inicio de la implementación del proyecto se realizó el sistema hidráulico de la plantación, ubicando los materiales como mangueras, bomba, y válvula, en las zonas de riego, una prueba de forma directa dio a notar el correcto funcionamiento ya que las plantas obtuvieron la adecuada humedad y la distribución de irrigación fue uniforme.

Una vez realizada la parte hidráulica, se realizó un banco pruebas con los dispositivos electrónicos, software 's e interfaces a utilizar, verificando el correcto funcionamiento de los sensores que proporcionan las variables de control, para ser administradas por nuestro controlador, permitiendo establecer las condiciones para que el sistema trabaje de manera automática, monitoreado y controlado por IoT a través de la plataforma V-NET perteneciente a la empresa Wecon que proporcionó el módulo que se conecta al PLC S7 1200.

Establecida la programación se muestra de manera gráfica las variables recolectadas a través de los sensores en la HMI de la plataforma Wecon V-NET, la cual adicionalmente dispone de un control manual y horarios para cuando se lo requiera en las Figuras 34,35, 36, 37, 38, se evidencia las páginas creadas para el sistema de riego.

En cuanto a lo que respecta a la confiabilidad de los equipos y comunicaciones, en base a la experiencia los PLC Siemens 1200 garantizan el perfecto funcionamiento de los sistemas, ya que, en el lugar de trabajo, funcionan 24 horas diarias, en cuanto al módulo Wecon según su página principal es una de las empresas pioneras en el mundo de la tecnología de comunicaciones con varias patentes que, sus 50 distribuidores extranjeros lo avalan.

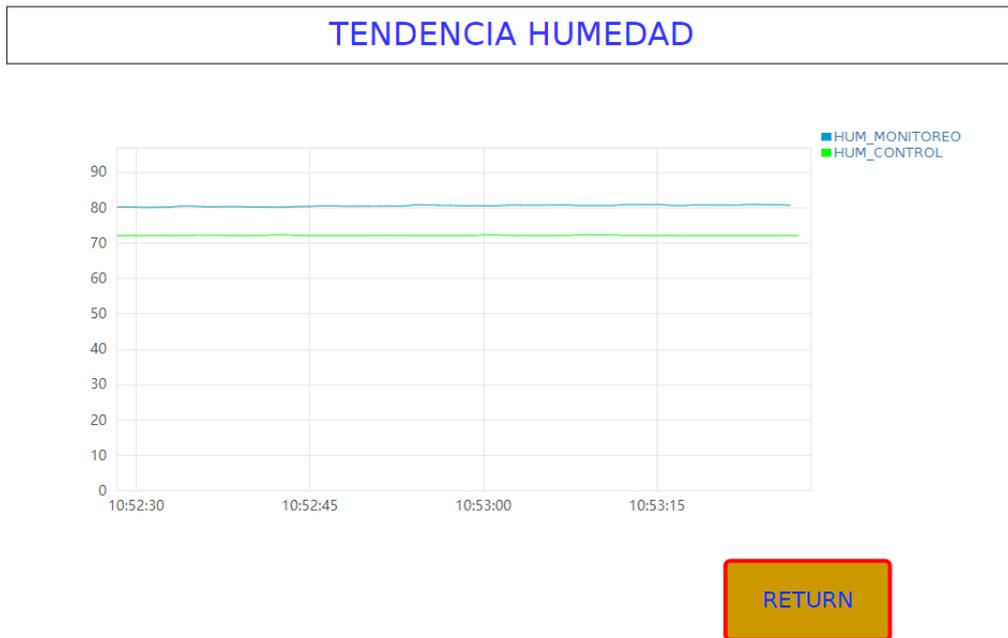
**Figura 34.**

*Página principal de la HMI en la plataforma de Wecon V-NET a través de IoT*



**Figura 35.**

*Gráfica de Humedades*



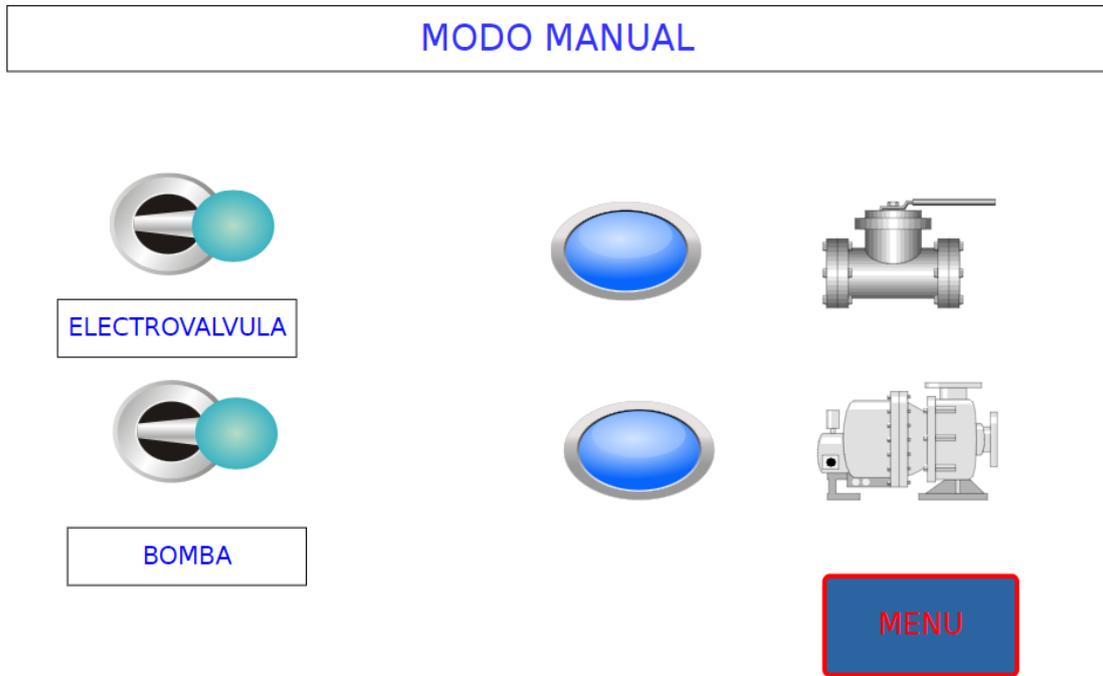
**Figura 36.**

*Pantalla del menú de opciones*



**Figura 37.**

*Pantalla modo manual*



**Figura 38.**

*Pantalla Horarios de riego*



Como resultado del proyecto de automatización establecimos algunos parámetros de control y seguridades que se los demuestra en las tablas 6,7,8,9.

**Tabla 6.***Condición 1 de la automatización*

<b>Condición 1</b>		<b>Para que el sistema funcione en automático es necesario colocar un horario en el Set Point de la HMI</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Sensores</b>	<b>Valor</b>	<b>Actuadores</b>	<b>Estado</b>
23/8/2024	21:00	Humedad de Control	86	Bomba	OFF
23/8/2024	21:00	Humedad de Monitoreo	87	Electroválvula	OFF
23/8/2024	21:00	Nivel Max	ON		
23/8/2024	21:00	Nivel medio	ON		
23/8/2024	22:00	Nivel mínimo	ON		
<b>Conclusión</b>		Fuera del horario no encenderá la bomba			

**Tabla 7.***Condición 2 de la automatización*

<b>Condición 2</b>		<b>Cuando el Nivel de Humedad disminuye del 10% enciende bomba, siempre y cuando el nivel de agua sea el suficiente y el horario establecido este dentro del rango</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Sensores</b>	<b>Valor</b>	<b>Actuadores</b>	<b>Estado</b>
23/8/2024	22:00	Humedad de Control	9.5	Bomba	ON
23/8/2024	22:00	Humedad de Monitoreo	10.2	Electroválvula	OFF
23/8/2024	22:00	Nivel Max	ON		
23/8/2024	22:00	Nivel medio	ON		
23/8/2024	22:00	Nivel mínimo	ON		
<b>Conclusión</b>		Condiciones normales bomba encendida			

**Tabla 8.***Condición 3 de la automatización*

<b>Condición 3</b>		<b>Nivel de humedad &gt; 85 pero el nivel de agua es insuficiente</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Sensores</b>	<b>Valor</b>	<b>Actuadores</b>	<b>Estado</b>
23/8/2024	23:00	Humedad de Control	87	Bomba	OFF
23/8/2024	23:00	Humedad de Monitoreo	85	Electroválvula	ON
23/8/2024	23:00	Nivel Max	OFF		
23/8/2024	23:00	Nivel medio	OFF		
23/8/2024	23:00	Nivel mínimo	OFF		
<b>Conclusión</b>		Cuando el nivel de agua es bajo del nivel mínimo enciende electroválvula			

**Tabla 9.**

*Condición 4 de la automatización*

Condición 4		Nivel de humedad >85			
Fecha	Hora	Sensores	Valor	Actuadores	Estado
23/8/2024	23:00	Humedad de Control	86	Bomba	OFF
23/8/2024	23:00	Humedad de Monitoreo	85	Electroválvula	OFF
23/8/2024	23:00	Nivel Max	ON		
23/8/2024	23:00	Nivel medio	ON		
23/8/2024	23:00	Nivel mínimo	ON		
Conclusión		Cuando el nivel de humedad sube hasta el seteo, se apaga la bomba hasta que su valor tome los nuevos parámetros			

### **Implementación del proyecto**

Para responder a la necesidad de un monitoreo desde cualquier parte del mundo, se establece la comunicación entre el PLC S7 1200 y la plataforma V-NET de Wecon en la cual realizaremos el monitoreo y control del proceso automático.

Para que todo ello se lleve a cabo fue necesario realizar las etapas de implementación como se muestra a continuación.

En la Figura 39 se observa la ubicación tanque colocado en la plantación de mora a 2 metros de altura, con capacidad de 200 litros de agua

**Figura 39.**

*Elevación del tanque de suministro de agua*



De igual forma en la Figura 40 se muestra los materiales comprados para la implementación del sistema de riego, parte hidráulica del proyecto

**Figura 40.**

*Accesorios para el sistema de riego*



En cuanto al emparejamiento de módulos y programación en la Figura 41, se muestra la conexión, entre PLC S7 1200 y módulo Wecon IoT.

**Figura 41.**

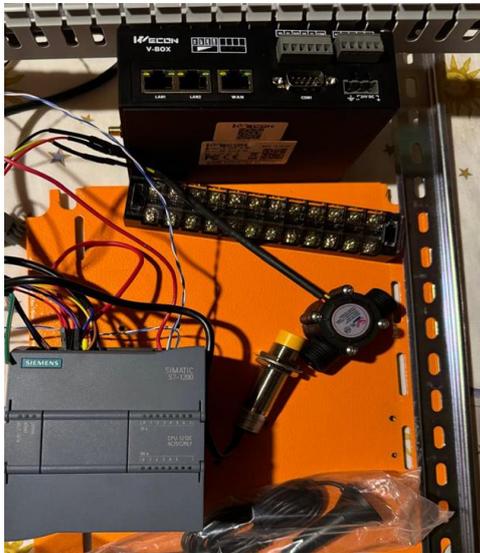
*Pruebas de comunicación y control de sensores*



Los elementos del sistema automático se ubican sobre la placa del gabinete para su fijación en el cuarto de control como se muestra en la figura 42.

**Figura 42.**

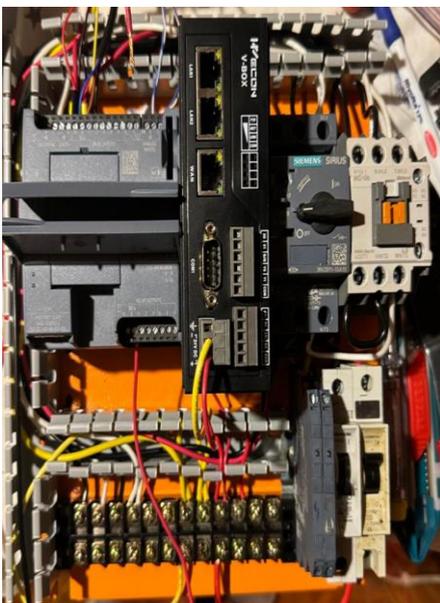
*Construcción del gabinete*



Una vez fijado los dispositivos, se procede a la conexión de los sistemas de control y de fuerza al interior del gabinete, módulos, controladores y actuadores mostrado en la Figura 43.

**Figura 43.**

*Cableado eléctrico del sistema de control*



Luego de realizar el cableado eléctrico al interior del gabinete, se colocaron los sensores de humedad en la tierra como se muestra en la Figura 44, cerca de la planta a 3 cm de la superficie para obtener las mediciones de la cantidad de humedad en el suelo y de igual manera la fijación de tres

sensores capacitivos npn 24 voltios DC, que muestra en nivel máximo, medio y mínimo el tanque para su control.

**Figura 44.**

*Ubicación de sensores de humedad de suelo y sensores de nivel de tanque*



Finalmente en la Figura 45 se muestra la instalación y puesta en marcha de la bomba de 0.5 Hp a 110 voltios, para extraer el líquido del tanque y presurizar el sistema de riego, de igual manera una electroválvula de 24 Voltios AC, ubicada al ingreso del tanque para el llenado automático.

**Figura 45.**

*Montaje de la bomba y electroválvula*



## CONCLUSIONES

Los fundamentos teóricos sobre los elementos claves dentro del proceso automático de regadío como son sensores, actuadores plataformas y controladores, es fundamental para comprender la necesidad de las plantas en lo que corresponde a humedad y como las nuevas tecnologías logran dar respuesta a estos objetivos, que además benefician directamente al medio ambiente.

Existe una gran variedad de sensores en el mercado, sin embargo, los sensores capacitivos que envían señales analógicas son eficaces en el uso diario y pueden ser sometido a condiciones ambientales variantes, en lo que respecta a actuadores, la válvula y bomba a utilizar es específicamente diseñado para el sistema, que es controlado a través de un PLC Siemens S7 1200 y HMI en una plataforma IoT de Wecon V-NET.

Durante el arranque del proceso automático, se valida el eficaz funcionamiento del sistema, con el análisis de resultados obtenidos en campo con la persona encargada de la plantación, se determina que el sistema actualmente administra de manera eficiente el uso del agua al momento de humedecer la tierra en la plantación de mora, dando como resultado una productividad alta, de igual forma se reduce el uso de recurso humano en el proceso, ya que no hay necesidad de que una persona intervenga en el riego, brindándole un tiempo adicional para que pueda realizar otras actividades.

## RECOMENDACIONES

Es importante el trabajo en campo, es necesario participar más de las labores en las cuales se va realizar los proyectos, esto permite determinar acciones antes de realizar compra de sensores, controladores o actuadores, se recomienda utilizar sensores de humedad de mayor prestaciones y sensores de nivel ultrasónicos que nos permita observar en tiempo real el nivel del agua, pero en esta ocasión el caso de estudio se basó en la humedad del suelo.

El uso de nuevas tecnologías permite que los procesos sean más fáciles de programar, determinar fallas y de igual manera su confiabilidad es mayor, para estos proyectos de uso diario es necesario contar con controladores que cuenten con prestaciones industriales, mas no utilizar microcontroladores.

Dimensionar con mayor capacidad los sistemas y brindar mayores prestaciones al usuario en lo que corresponde en la interfaz Humano – Máquina, ya que al disponer de otra plantación en la cual quiere un proceso similar es necesario adicionar variables y poco más de inversión sin dejar a un lado el recurso de tiempo, por tal motivo se debe realizar un análisis más profundo de los sistemas que se pueden incorporar en el futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano J. (2020). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y.
- Alvear Puertas, V., Rosero Montalvo, P., Peluffo Ordóñez, D., & Pijal Rojas, J. (2017). Internet de las cosas y visión artificial: rendimiento y aplicaciones: revisión de literatura. *ENFOQUE UTE REVISTA*, 13.
- Arroyo Paredes, M. G. (2023). Sistema remoto de monitoreo de temperatura, humedad y luminosidad en bodegas de almacenamiento de productos médicos, bajo plataforma IoT. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ayala, G., Jácome, R., Martínez, A., Villares, M., Viteri, P., Hinojosa, M. (2016). *El cultivo de la mora en el Ecuador*. INIAP.
- Cevallos Bermeo, L. A. (2020). MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE MORA DE CASTILLA.
- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones*. Catamarca: INTA.
- ElectroHobby. (2024). *ElectroHobby*. ElectroHobby: <https://www.electrohobby.es/138-esp32?srsId=AfmBOooDzCSqmuQCGZFlji3WhorQr9Djsb0-d8VQg-FpmZ-iuSfvB7vB>
- Fárez Rodriguez , M., & Pillajo Angos, C. (2024). SISTEMA IOT PARA EL PROCESO DE COAGULACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE QUESO MADURO EN LA CORPORACIÓN "EL SALINERITO". Quito.
- Felcán Mejía, C. G., & Huaraca Huaraca, H. F. (2019). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de mora*. Cuenca: Cuenca.
- Fernandez, E. J. (2024). Sistema automático de riego con monitoreo IoT para una parcela de pastos del emprendimiento cuyes FESA. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Freire Gavilanes, J. F., & Chávez López, L. F. (2021). Diseño e implementación de un sistema IoT prototipo para el control de riego por goteo y fumigación por aspersion en cultivos de invernadero. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Inc, M. (01 de 07 de 2024). *ThingSpeak*. ThingSpeak: <https://thingspeak.com/naylampmechatronics>. (2024). *naylampmechatronics.com*. <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/296-sensor-de-proximidad-capacitivo-ljc18a3-h-zbx-npn-no.html>
- NEXTION. (2024). *NEXTION*. NEXTION: <https://nextion.tech/>
- Quiñonez Muñoz, O. (2019). *Internet de las Cosas (IoT)*. Ibukku.
- Siza Jami , E. P., Toapanta Moposita , S. (Septiembre de 2020). REPOTENCIACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO Y CONTROL DE HUMEDAD, DENTRO DEL INVERNADERO #2 DEL CENTRO EXPERIMENTAL SALACHE EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. LATACUNGA, COTOPAXI, ECUADOR.
- Tungurahua, H. P. (2013). *Manual de cultivo de mora de castilla*. SANTANA.

W, L. (2023). AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL AMBIENTAL DE PLANTULADORA "SAN MARTÍN".

Wecon. (2024). *V-NET*. <https://eu.v-box.net/web/htmlnew/user/login.html>

Wecon. (2024). *wecon.com*. <https://wecon-iiot.com/router-wecon/>

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO WECON IoT V-BOX

## Serie Routers H

El Router Serie H de Wecon es un dispositivo para uso en control remoto, scada web, interfaz API o monitoreo de aplicaciones.

Sus principales características son:

ITEMS	H-00	H-WF	H-4G	H-AG
Ethernet port	3			
Almacenamiento histórico	90 días		180 días	
Monitoreo alarmas	200		300	
Monitoreo histórico	50		100	
Monitoreo tiempo real	300		500	600
Pass-through	WVPN/Serial			
Interficie API	Si			
WIFI / 4G	No / No	Si / No	No / Si	No / Si (Global)
Puertos COM	4 en 3			
E / S	2 entradas / 2 salidas relé			
Alimentación	24Vdc			

## ANEXO 2

### DATOS TÉCNICOS DEL PLC S7 1200 SIEMENS

# SIEMENS

#### Data sheet

6ES7212-1BE40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1212C, compact CPU, AC/DC/relay, onboard I/O: 8 DI 24 V DC; 6 DO relay 2 A; 2 AI 0-10 V DC, Power supply: AC 85-264 V AC at 47-63 Hz, Program/data memory 75 KB

General information	
Product type designation	CPU 1212C AC/DC/relay
Firmware version	V4.4
Engineering with	
• Programming package	STEP 7 V16 or higher
Supply voltage	
Rated value (AC)	
• 120 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
permissible range, lower limit (AC)	85 V
permissible range, upper limit (AC)	264 V
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Input current	
Current consumption, max.	240 mA at 120 V AC; 120 mA at 240 V AC
Inrush current, max.	20 A; at 264 V
I <sup>t</sup>	0.8 A <sup>2</sup> s
Output current	
for backplane bus (5 V DC), max.	1 000 mA; Max. 5 V DC for SM and CM
Encoder supply	
24 V encoder supply	
• 24 V	20.4 to 28.8V
Power loss	
Power loss, typ.	11 W
Memory	
Work memory	
• integrated	75 kbyte
• expandable	No
Load memory	
• integrated	2 Mbyte
• Plug-in (SIMATIC Memory Card), max.	with SIMATIC memory card
Backup	
• present	Yes
• maintenance-free	Yes
• without battery	Yes

### ANEXO 3

#### FICHA TÉCNICA SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO LJC18A3-H-Z/BX (NPN-NO)

##### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

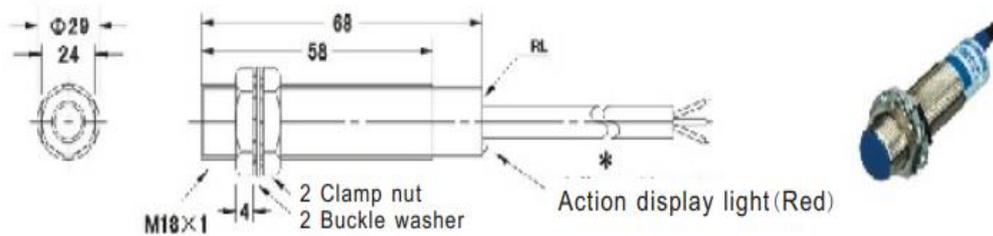
- Voltaje de Operación: 6 - 36V DC
- Corriente de trabajo: 20mA máx.
- Corriente de salida (carga): 300mA máx.
- Rango de detección: 1mm a 5mm (real)
- Salida: Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON:GND / OFF:VCC)
- Dimensiones: D18mm\*L70mm
- Cuerpo metálico roscado
- Longitud del cable: 1.80m
- Indicador de detección: LED rojo
- Protección: IP67
- Frecuencia de refresco: 0.5 Hz
- Temperatura de trabajo: -25 a 70°C
- Peso: 108 gr.

##### CONEXIÓN

- Marrón (BN): Alimentación 5-36V DC (VCC)
- Negro (BK): Salida NPN NO (Detección: GND, Reposo: VCC)
- Azul (BU): Alimentación GND

Chart 112

LJC18A3-5-□



## ANEXO 4

### DATOS DEL VALIDADOR MG. FABRICIO MOSQUERA

Nombres y Apellido	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Fabrico Mosquera	4	MG. En Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia	FAE Teniente Especialista de Aviación Oficial de infraestructura Ingeniería Eléctrica

Escala de evaluación MG. Fabricio Mosquera

#### EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD

Criterios	En total desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Actualidad					X
Calidad					X
Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					x



FABRICIO ISMAEL  
MOSQUERA VELASQUEZ

Firma:

## ANEXO 5

### DATOS DEL VALIDADOR MG. PAUL PAZUÑA

Nombres y Apellido	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
William Paul Pazuña Naranjo	7	MG. Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia	Docente Universitario
Escala de evaluación MG. William Paul Pazuña Naranjo			

### EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD

Criterios	En total desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Firma:



## ANEXO 6

### DATOS DEL VALIDADOR PhD. YOLVY QUINTERO CORDERO

<b>Nombres y Apellido</b>	<b>Años de experiencia</b>	<b>Titulación Académica</b>	<b>Cargo</b>
Yolvy Quintero Cordero	20	Doctor en ciencias pedagógicas	Docente Investigador
Escala de evaluación PhD. Yolvy Quintero Cordero			

### EVALUACIÓN SEGÚN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD

<b>Criterios</b>	<b>En total desacuerdo</b>	<b>En Desacuerdo</b>	<b>Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo</b>	<b>De Acuerdo</b>	<b>Totalmente Acuerdo</b>
Impacto				x	
Aplicabilidad					x
Actualidad				x	
Calidad Técnica				x	
Factibilidad				x	
Pertinencia				x	

Firma:



2024

# Manual de usuario sistema automático de riego plantación de mora



Elaborado por:

EDWIN PAUL SANCHEZ

GAVILANES

2-9-2024

## ANEXO 7

### MANUAL DE USUARIO

#### INTRODUCCIÓN

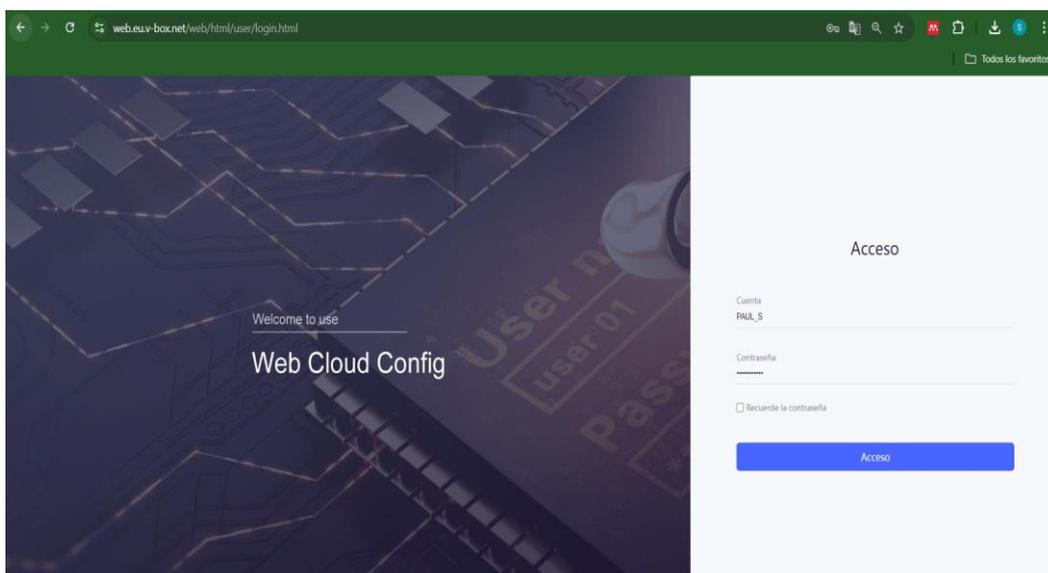
- **Propósito del manual:**
  - Proporcionar de las instrucciones necesarias para la adecuada operación del sistema automático de riego en la plantación de mora.
- **Alcance:**
  - Funcionamiento manual
  - Funcionamiento automático
  - Ingreso de horarios

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

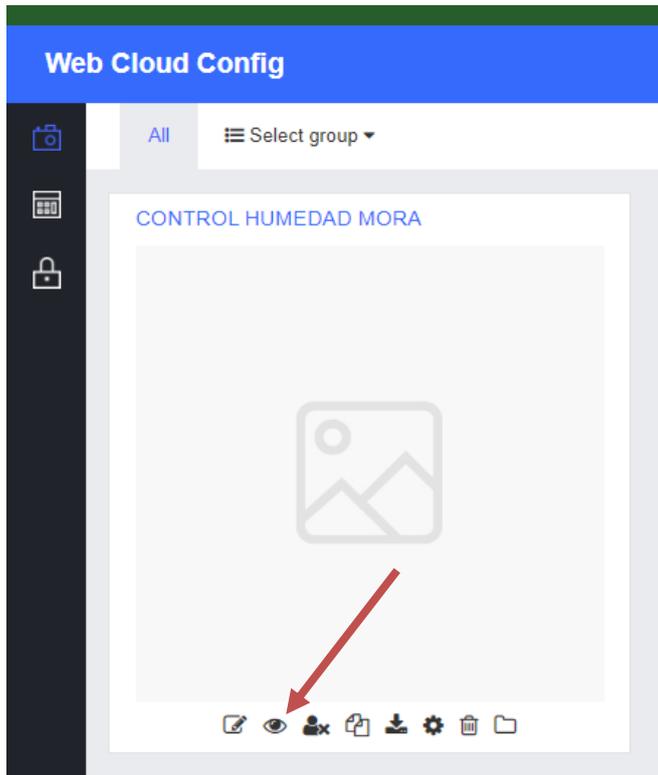
- La plantación de mora ubicado en el cantón Píllaro, cuenta con un sistema de riego automático, una serie de sensores envían las variables de campo hacia un PLC S7 1200 de siemens el cual administra y controla sus cambios, adicionalmente cuenta con un módulo IoT en el cual logra monitorear y controlar el proceso desde cualquier punto del planeta con acceso a internet.
- En su modo automático se puede establecer horarios de riego por cada día de la semana.
- Mientras que en su modo manual lograr el control del sistema a requerimiento del operador.

#### OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO

1. Para ingresar a la interfaz de usuario es necesario ingresar a la cuenta proporcionada como se lo muestra en la siguiente imagen.



2. Al iniciar sesión se despliega la configuración de la nube web, en la cual se pulsará el icono en forma de ojo para lograr visualizar nuestra interfaz (HMI) como se muestra en la imagen.



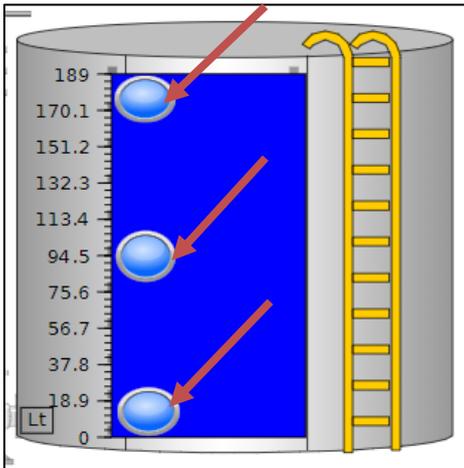
3. Una vez seleccionada la opción, se muestra de la siguiente manera la página principal, en la cual se observa una lista de opciones a elegir, iniciaremos con el modo automático.



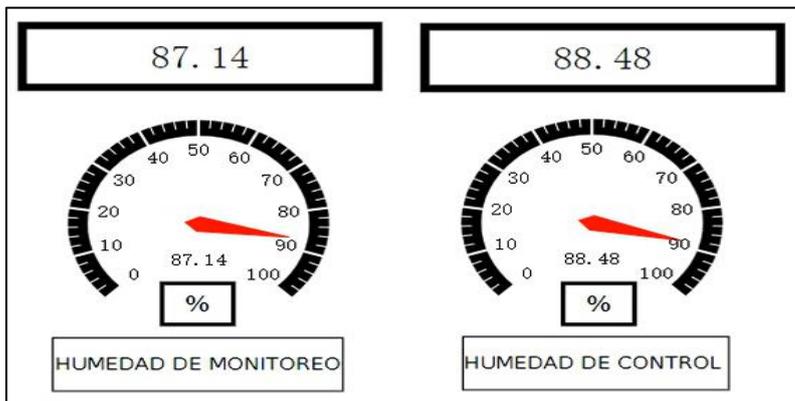
#### 4. MODO AUTOMÁTICO

- 4.1. La condición inicial para nuestro proceso automático de riego, es necesario disponer de los niveles de agua suficientes, y se los verifica cuando las luces pilotadas señaladas pasan a

estado de color verde. Si el nivel es bajo como se muestra en la figura no encenderá la bomba.



4.2. Una vez verificado el estado de nivel del tanque, observaremos el estado de las variables de humedad en nuestros monitores como se muestra en la imagen. La humedad de control es la encargada de enviar la señal a nuestro PLC, para que de acuerdo a eso disponga encender o apagar el sistema. El valor de apagado del sistema es mayor o igual al 85%, mientras que el encendido del riego es menor o igual a 10%.



4.2.1. Si queremos monitorear cómo se comparan las variables de humedad, se puede pulsar la siguiente opción.



4.2.2. Al seleccionar la opción se mostrará en pantalla una gráfica de la siguiente manera.



4.3. Verificado el nivel del tanque y las variables de humedad, se procede a colocar el horario de encendido y apagado del sistema de riego, según lo requiera el usuario, durante la semana y para ello se pulsa sobre el recuadro correspondiente y se coloca el valor deseado, y le damos OK para guardar.

The "RELOJ SEMANAL" form allows setting weekly on/off times. It features a header "RELOJ SEMANAL" and a row of days: LUN, MAR, MIE, JUE, VIE, SAB, DOM. Below are two rows of input fields: "HORA ON" and "HORA OFF". Each row has seven fields for the days and a final field for minutes. A red arrow points from a "MENU" button to a dialog box that says "Please input decimal data(0-65535)" with "Ok" and "Cancel" buttons.

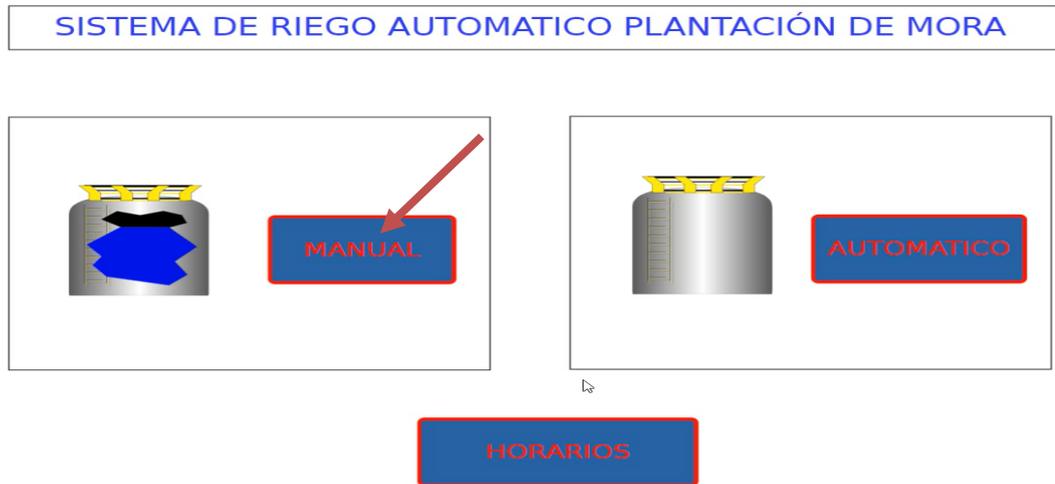
4.4. Una vez ingresados los valores regresamos a nuestra pantalla inicial pulsando MENU y verificamos en ella, si el sistema está encendido en modo automático.



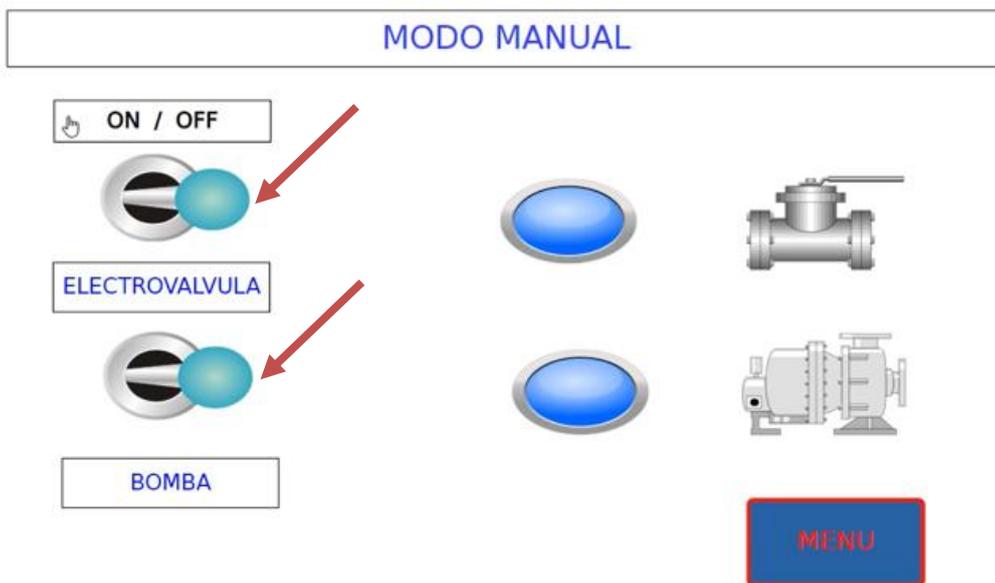
Si el estado es ON el sistema inicia y controla automáticamente.

## 5. MODO MANUAL

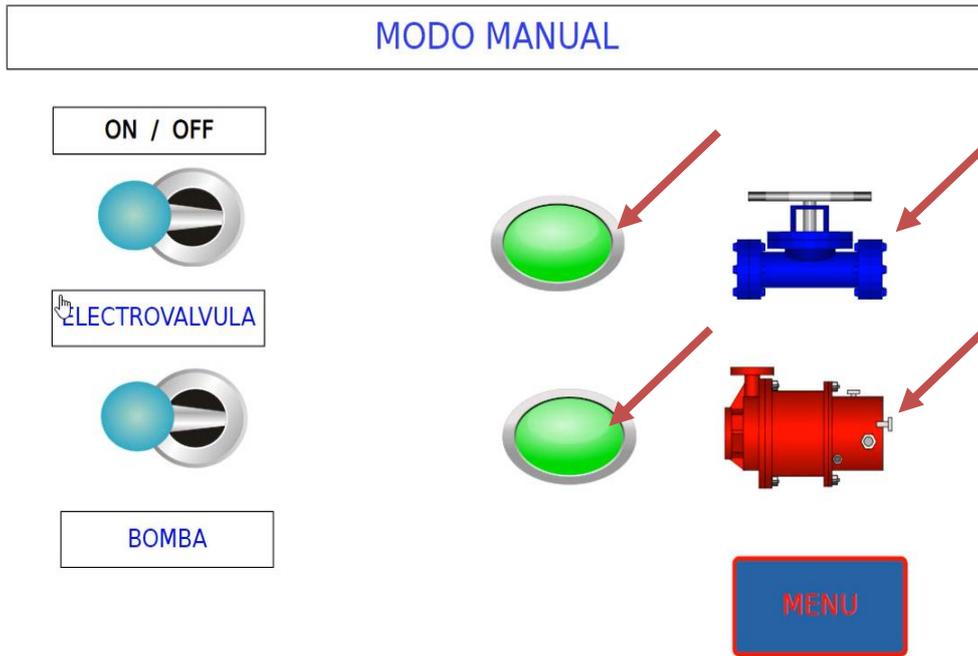
5.1. Para seleccionar el modo manual pulsaremos el botón MENÚ y nos llevará a la siguiente página y pulsaremos MANUAL.



5.2. Al seleccionar modo MANUAL se nos despliega la siguiente interfaz con dos accionadores, tanto para la válvula como para la bomba, cabe indicar que los equipos funcionarán independientemente.



5.2.1. Cuando se enciende los equipos se procederá a encender las luces piloto y los colores de los equipos cambiarán de color como se muestra en la figura actual.



6. Finalmente pulsando el botón MENU se regresa a la pantalla inicial a ver su monitoreo.

