



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA FLORÍCOLA
LOS ÁNGELES ROSES.

AUTOR:

TIBANQUIZA GUATO SAÚL HERNÁN

TUTOR:

ING. RENÉ ERNESTO CORTIJO LEYVA, Mg.

QUITO - ECUADOR

2020

DECLARACIÓN

Yo, SAÚL HERNÁN TIBANQUIZA GUATO con C.I. N° 1804777850; declaro que le presente proyecto de tesis de grado, denominado “**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA FLORÍCOLA LOS ANGELES ROSES**”. es de mi autoría el cual se lo ha realizado de manera íntegra y respetando los derechos intelectuales de las personas y a la vez adjuntando conceptos mediante citas en las cuales indican la autoría cuales datos se detallan de manera más completa en la bibliografía. Debido a lo expuesto en esta declaración, me responsabilizo del contenido, la autenticidad y el alcance del proyecto por lo tanto cedo los derechos a la Universidad Tecnológica Israel para que de uso del mismo como materia de consulta o lectura.

Quito, 03 de Agosto de 2020

AUTOR

Saúl Hernán Tibanquiza Guato

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA FLORÍCOLA LOS ANGELES ROSES.**” presentado por el señor **Saúl Hernán Tibanquiza Guato**. Estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, 03 de Agosto de 2020

TUTOR

.....

Ing. René Ernesto Cortijo Leyva, Mg.

AGRADECIMIENTO

A la florícola Ángeles Roses por darme la oportunidad de desarrollar el proyecto de tesis con la cual se adquirió una gran experiencia profesional.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por su comprensión y estímulo constante además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A todas las personas que una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

Saúl Hernán Tibanquiza Guato

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia, por permitirme llegar a este momento tan crucial de mi vida, por la alegrías, logros y momentos difíciles cuales me han enseñado a valorar cada día más. A mis padres por ser las personas que me ha acompañado en todo momento de este periodo formativo de mi vida profesional. A mis profesores por el apoyo y comprensión incondicional brindado en todo el transcurso de mi vida formativa para de lograr obtener el tan anhelado título de Ingeniero. Lo cual ha sido mi motivación de superarme y sacrificarme diariamente.

Saúl Hernán Tibanquiza Guato

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
TABLA DE CONTENIDO	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE ECUACIONES	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
Presentación y justificación del problema	2
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
La hipótesis o ideas a defender en el proceso investigativo	3
Alcance	4
Descripción de capítulos	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1 Riego por goteo	6
1.2 Tecnología GSM	7
1.2.1 Arquitectura de la red GSM	7
1.2.2 Servicio SMS	11
1.3 Controlador Lógico Programable	12
1.4 Módulo GSM/GPRS	13
1.5 Antena GSM	14
CAPÍTULO II	15

MARCO METODOLÓGICO	15
2.1 Tipo de investigación utilizada	15
2.2 Técnicas para recolección de datos	15
2.3 Fases del desarrollo	16
Fase I. Reconocimiento del área.	16
Fase II. Selección del sistema y equipos.	16
Fase III. Implementación del sistema eléctrico	16
Fase IV. Programación de los distintos equipos	16
Fase V. Pruebas de funcionamiento	17
CAPÍTULO III	18
PROPUESTA	18
3.1 Análisis de la ubicación.	18
3.1.1 Ubicación del lugar donde se encuentra el tablero de control.	19
3.2 Análisis técnicos de los equipos.	26
3.2.1 Características del Logo 8.	27
3.2.2 Módulo CMR2020	29
3.2.3 Cálculo de corrientes de equipos de control.	30
3.2.4 Cálculo de corrientes de PLC Siemens LOGO.	31
3.2.5 Cálculo de corrientes bomba.	32
3.2.6 Conductor para conexión de equipos de control.	33
CAPÍTULO IV	34
IMPLEMENTACIÓN	34
4.1 Desarrollo	34
4.1.1 Planos eléctricos.	35
4.1.2 Inspección y mantenimiento de la bomba.	36
4.1.3 Distribución de equipos en el Tablero de control.	40
4.1.4 Tablero de control.	43

4.1.5 Configuración del módulo CMR2020.....	45
4.2 Programación del PLC Logo.	55
4.3 Pruebas de funcionamiento.....	56
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Riego por goteo.....	6
Figura 1.2 Arquitectura de la red GSM.....	8
Figura 1.3 Esquema del reparto territorial de BTS a varias BSC.....	9
Figura 1.4 Red de acceso radio - interfaz Um.....	9
Figura 1.5 Red de transmisión de acceso - interfaz A-bis.....	10
Figura 1.6 Red de transmisión UM.....	11
Figura 1.7 Interfaz Abis - Red de Transmisión de Acceso.....	11
Figura 1.8 Estructura del servicio SMS.....	12
Figura 1.9 Estructura interna de un PLC.....	13
Figura 1.10 Diagrama de bloques de una red GSM.....	13
Figura 1.11 Antena GSM.....	14
Figura 3.1 Ubicación de las diferentes partes que forman el sistema de riego.....	18
Figura 3.2 Proyecto sistema de riego.....	19
Figura 3.3 Colores según el nivel de la señal.....	21
Figura 3.4 Nivel de señal 2G de la operadora CNT.....	22
Figura 3.5 Nivel de señal 3G de la operadora CNT.....	22
Figura 3.6 Nivel de señal 4G de la operadora CNT.....	23
Figura 3.7 Nivel de señal 2G de la operadora movistar.....	23
Figura 3.8 Nivel de señal 3G de la operadora movistar.....	24
Figura 3.9 Nivel de señal 4G de la operadora movistar.....	24
Figura 3.10 Nivel de señal 2G de la operadora claro.....	25
Figura 3.11 Nivel de señal 3G de la operadora claro.....	25
Figura 3.12 Nivel de señal 4G de la operadora claro.....	26
Figura 3.13 Logo 8.....	28
Figura 3.14 Módulo de radio comunicaciones CMR2020.....	30

Figura 3.15 Comunicación de telefonía móvil.	30
Figura 4. 1 Sistema de recirculación del agua.	34
Figura 4.2 Escala de pH-Fix.	35
Figura 4. 3 Cinta de pH.	35
Figura 4.4 Diagrama eléctrico.	36
Figura 4.5 Diagrama eléctrico desde el tablero de control hacia las electroválvulas.	36
Figura 4.6 Estado inicial de la bomba de agua.	37
Figura 4.7 Mantenimiento de la bomba de agua.....	38
Figura 4.8 Bomba de agua después del mantenimiento.....	38
Figura 4.9 Válvulas manuales.	39
Figura 4.10 Electroválvulas instaladas.....	39
Figura 4.11 Electroválvulas con el respectivo control.	40
Figura 4.12 Montaje previo.	40
Figura 4.13 Tablero de control.	41
Figura 4.14 Información de los LED del módulo CMR2020.....	42
Figura 4.15 Cables de alimentación.	43
Figura 4.16 Protección de los cables de alimentación.	43
Figura 4.17 Tablero de control parte externa.	44
Figura 4.18 Tablero de control parte interna.	45
Figura 4.19 Inicio de sesión en la interfaz Web.	45
Figura 4. 20 Datos de seguridad para el ingreso a la interfaz Web.	46
Figura 4.21 Parámetros Iniciales de la interfaz web.....	46
Figura 4.22 Información general.	47
Figura 4.23 Ventana de eventos del módulo CMR2020.	47
Figura 4.24 Configuración de la interfaz ethernet.	48
Figura 4.25 Clave para los mensajes de texto.	49
Figura 4.26 Ventana de usuarios.	49

Figura 4.27 Ventana de creación de nuevo usuario.	50
Figura 4.28 Ventana de grupo de destinatarios.	50
Figura 4.29 Ventana de monitoreo.	51
Figura 4.30 Monitoreo del PLC.....	52
Figura 4.31 Monitoreo de los mensajes de texto.	52
Figura 4. 32 Ventana para asignar instrucciones a los mensajes.....	53
Figura 4.33 Configuración de la definición de cada señal.	53
Figura 4.34 Ventana de configuración de eventos.....	54
Figura 4.35 Programación de los mensajes.	54
Figura 4.36 Configuración de asignaciones.	55
Figura 4.37 Lógica de programación en el software Logo Soft 8.2.	56
Figura 4. 38 Cinta de pH.	56
Figura 4.39 LED de nivel de señal color naranja.	57
Figura 4.40 LED de nivel de señal en color verde.....	57
Figura 4.41 Mensaje de confirmación de señal.	58
Figura 4. 42 Mensaje de Bomba de riego encendida.....	58
Figura 4.43 Mensaje de bomba de riego apagada.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Especificaciones técnicas de la antena GSM.....	14
Tabla 3.1.Datos de la ubicación del tablero de control.....	19
Tabla 3.2.Operadores móviles en el Ecuador.....	20
Tabla 3.3.Niveles mínimos de acuerdo a la tecnología.....	21
Tabla 3.4.Análisis comparativo de acuerdo a su gama.....	27
Tabla 3.5 Datos técnicos	29
Tabla 3.6.Elección de cable conductor para conexión de equipos	33

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 3.1 Ecuación de corriente de las electroválvulas.....	30
Ecuación 3.2 Ecuación de corriente del PLC Logo.....	31
Ecuación 3.3 Ecuación de corriente del PLC Logo.....	32

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal el diseño, desarrollo, implementación y automatización del sistema de riego en la Hortiflorícola los Ángeles Roses, este sistema de riego contará con dos electroválvulas que se encargará del regadío de 1000 m² de superficie. Debido a la escasez de agua se ha optado por un sistema de riego a goteo permitiendo economizar este elemento.

Para la realización del proyecto se hizo un análisis de la situación actual, de las variables involucradas y de las necesidades del usuario. La programación del PLC se creó en el software Soft Comfort V8.

El equipo utilizado para este proyecto es un PLC Logo el cual tiene un tamaño pequeño con 4 salidas tipo relé y 8 entradas digitales, siendo una solución preferida para aplicaciones domésticas y para sistemas de control. Enlazado con el módulo CMR2020 el cual permite realizar el control remotamente mediante mensajes de texto. Los mensajes de texto se enlazan con la red GSM/GPRS desde cualquier lugar donde exista cobertura, y con el controlador LOGO V8 combinado con el módulo CMR2020 se tiene un sistema con las capacidades y ventajas que requiere este proyecto.

Este documento muestra paso a paso la forma de implementar un módulo de comunicación enlazado a un equipo autómatas programable de bajo costo para el control y monitoreo del riego en un cultivo de hortalizas y la optimización de los recursos que conlleva esta actividad.

Palabras clave: automatización de riego, módulo CMR2020, PLC Logo, comunicación GSM.

ABSTRACT

The current job has principal objective, the design, the development, implementation and automation of the irrigation system in the Hortifloricola los Angeles Roses, this irrigation system will have two electro valves that will be responsible for the irrigation of 1000m². Due of the lack of water, drip irrigation has been chosen, which allows saving this element called water.

For the execution of the project, it undertakes an analysis of the current situation, about variables involved and the user necessities. PLC programming was design in the Soft Comfort V8 software.

The equipment used for this project is a PCL logo which has a small size with 4 outputs type relay and 8 digital inputs being a preferred solution to domestic applications and control systems. Linking with the module CMR2020 which allows to undertake remotely the control through text messages. The text messages are associated with the network GSM/GPRS from whatever place where exists coverage with the controller LOGO V8 combined with Module CMR2020, we have a system with the capacities and advantages that requires this project.

This equipment shows up step by step the way of implementing a communication module linking to a programmable automata equipment of low cost for the control and irrigation monitor in a growing vegetable and the optimization of the resources that involves this activity.

Keywords: irrigation automation, CMR2020 module, PLC Logo, GSM communication.

INTRODUCCIÓN

Debido a la escasez de agua, los métodos de riego en cultivos de flores en el Ecuador están emigrando a los sistemas de riego presurizado (aspersión y goteo) como un método alternativo para mejorar la eficiencia de aplicación, entre otros beneficios. Estos son métodos que, aunque sean relativamente nuevos y ahorrativos del recurso hídrico, su masificación es tardía, al requerir una inversión apreciable, un manejo más intensivo y especializado. (Pilataxi Carlos, 2016)

Según Calle F. y Gaibor J., el método de riego manual consume mucho tiempo, además del desperdicio de un elemento no renovable como es el agua, las personas citadas anteriormente con el objeto de proponer una solución, presentan el diseño y desarrollo de la automatización de un sistema de riego con monitoreo local utilizando una pantalla Touch y control remoto inalámbrico vía GSM, el mismo que realiza el control, supervisión y adquisición de datos mediante un sistema SCADA para el mejoramiento de la producción frutícola. Este trabajo se relaciona con el proyecto en curso, ya que propone el mismo método de control inalámbrico y se detalla cómo debe estructurarse un sistema de riego automatizado. (Calle Zambrano, 2016)

Chávez L., García V. y Ortiz E. mencionan que la automatización puede llegar a revolucionar los cultivos en invernaderos, ya que por medio de esta se pueden optimizar los ciclos de riego y fertirriego, las personas citadas anteriormente desarrollaron la automatización en el sistema de riego de un invernadero que tiene como objetivo optimizar el uso del agua, nutrientes y energía eléctrica, mediante un PLC que controla el recurso hidrológico. Los autores concluyen que su proyecto aumenta la eficiencia del uso de agua y recomiendan controlar más variables para hacer del invernadero mucho más productivo. Este trabajo es pertinente con la investigación aquí planteada pues tiene la finalidad de mejorar el aprovechamiento en el uso racional y eficiente del agua haciendo uso de la tecnología. (Chávez Ramírez, García Barrera, & Ortíz Ramirez, 2011)

Presentación y justificación del problema.

La empresa Hortiflorícola los Ángeles Roses cuenta con pozos de agua que se utilizan para la irrigación de un invernadero mediante un sistema de riego a goteo de forma manual y visual lo que provoca no saber la cantidad de agua que se suministra a las plantas. Al no tener datos técnicos, el porcentaje de humedad lo determina el agricultor, provocando en los tejidos radiculares exceso de agua haciendo que se pudran. El control del pH del agua se realiza con sustancias químicas que poseen un alto potencial de contaminación ambiental.

El presente proyecto tiene como finalidad automatizar la actividad de riego en la Hortiflorícola los Ángeles Roses implementando un método automatizado que permita mejorar el pH del agua, también permitirá supervisar y controlar la cantidad de agua justa directamente en la zona radicular de las plantas, este sistema estará controlado mediante electroválvulas y bomba de agua que se podrá controlar remotamente con la tecnología GSM.

La Hortiflorícola los Ángeles Roses con la implementación de este sistema automatizado podrá programar el riego cada cierto intervalo de tiempo, controlar el riego desde cualquier lugar que cuente con cobertura de la operadora, por medio del envío de mensajes de texto.

Objetivo General

- Automatizar el sistema de riego en la Hortiflorícola los Ángeles Roses para el control y monitoreo de la irrigación de las plantas en el invernadero empleando comunicación remota GSM.

Objetivos Específicos

- Determinar la mejor solución respecto al nivel de pH del agua y los elementos electrónicos que formarán el sistema de control y monitoreo.
- Diseñar la lógica de programación y el circuito de control para el sistema de riego automatizado por medio de un PLC.
- Implementar los sensores, actuadores, sistema eléctrico y de control.
- Realizar pruebas del sistema de riego utilizando la tecnología GSM y validar resultados.

La hipótesis o ideas a defender en el proceso investigativo

La implementación de este sistema ayudará a mejorar las labores del floricultor, podrá controlar el recurso hídrico de mejor manera sin generar mayor desperdicio, todo esto se podrá evidenciar en el tiempo que conllevará la actividad de riego.

La implementación de este sistema dará a las personas un indicio para encaminarse al avance tecnológico ya que muchas veces en zonas rurales se tiene desconocimiento del gran potencial de ayuda que es hoy en día la tecnología.

Alcance

Este proyecto práctico se pretende desarrollar durante 5 meses, tiempo en el cual se definirá el tipo de controlador lógico, el módulo GSM que se utilizará teniendo en consideración las características y el costo así también se diseñará el circuito eléctrico y electrónico para la apertura, cierre, de la bomba y las electroválvulas.

El área que se va a controlar es un invernadero de 1000 m², que actualmente tiene una plantación de verduras que tienen un tiempo de vida de 14 meses, la forma de riego es a goteo, se contará con dos electroválvulas y una bomba de agua, además contará con un tablero donde se ubicará el controlador lógico con las respectivas protecciones.

El control se lo realizará desde un teléfono celular mediante mensajes de texto a través del módulo de comunicaciones GSM, desde el cual se podrá controlar la apertura y cierre de las electroválvulas, el encendido y apagado de la bomba de agua además contará con un manual técnico para el correcto manejo y el mantenimiento de los elementos y dispositivos electrónicos.

Al finalizar el proyecto se realizará la entrega y recepción de todos los equipos en pleno funcionamiento a la empresa Hortiflorícola los Ángeles Roses. Se entregará un manual técnico donde se incluirá, planos de la red de tuberías, diagramas de diseño eléctrico, diagrama de programación y manuales de los equipos.

Descripción de capítulos

La presente implementación está estructurada en cuatro capítulos. El primero muestra la fundamentación teórica del proyecto argumentando desde el punto de vista científico y tecnológico, se abordarán temas como: el riego a goteo, el desarrollo de la tecnología GSM su arquitectura y funcionamiento así también una introducción a los PLC.

En el segundo capítulo, se presenta lo concerniente al marco metodológico de la investigación, en donde se aplicó todo lo definido en el Plan del Proyecto Integrador de Carrera, métodos utilizados para el desarrollo del proyecto.

En el tercer capítulo se establece el análisis geográfico de la propiedad, se realizan los planos y se indaga sobre los equipos a utilizar

Finalmente, el último capítulo se refiere al proceso de implementación del sistema, presentado de forma coherente la puesta en marcha con sus resultados y pruebas de funcionamiento.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Riego por goteo.

El agua es importante para el desarrollo de las plantas y mucho más en lugares áridos, es por ello que se han creado diferentes tipos de riego, con el fin de economizar el agua. El sistema de riego por goteo como se muestra en la Figura 1.1 donde se observa el agua caer directamente en la zona radicular, siendo uno de los más eficientes al tener valores de 90%-95% de eficiencia, lo que permite hacer un uso adecuado de este elemento.

Según el portal web “ingemecanica.com”, en una instalación de riego por goteo se pueden distinguir, a grandes rasgos, los siguientes componentes:

- El grupo de bombeo de agua: que comprende, además de la bomba de agua, la tubería de aspiración de agua desde la fuente (pozo o depósito) y la tubería de impulsión a la salida de la bomba;
- La red de distribución de tuberías: que la forman por un lado las líneas principales y secundarias de distribución que suelen ir enterradas, y, por otro lado, los ramales portagoteros que recorren por la superficie del terreno las hileras de cultivo para la descarga del agua. (Rodríguez Galbarro, 2020)



Figura 1.1 Riego por goteo.
Fuente: (www.hortalizas.com, 2019)

1.2 Tecnología GSM

Formalmente conocida como "Group Special Mobile" (GSM, Grupo Especial Móvil) aunque también llamada Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), por el influjo del mundo anglosajón, es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por el ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo (aún en desarrollo) y es el estándar predominante en Europa, así como el mayoritario en el resto del mundo (alrededor del 80% de los usuarios de teléfonos móviles del mundo en 2004 usaban GSM). GSM difiere de sus antecesores principalmente en que tanto los canales de voz como las señales son digitales. Para lograr así un moderado nivel de seguridad. (Velasco, 2005)

GSM tiene cuatro versiones principales basadas en las bandas: GSM-850, GSM- 900, GSM-1800 y GSM-1900. GSM-900 (900 MHz) y GSM-1800 (1,8 GHz) son utilizadas en la mayor parte del mundo, salvo en Estados Unidos, Canadá y el resto de América Latina, lugares en los que se utilizan las bandas de GSM-850 y GSM-1900 (1,9 GHz), ya que en EE.UU. las bandas de 900 y 1800 MHz están ya ocupadas para uso militar. Inicialmente, GSM utilizó la frecuencia de 900 MHz, pero tras su rápida expansión, pronto se saturó el espacio radioeléctrico entorno a esa frecuencia por lo que las redes de telecomunicación pública empezaron a utilizar las frecuencias de 1800 y 1900 MHz, con lo cual es habitual que los equipos móviles de hoy en día sean tribandas. (Velasco, 2005)

1.2.1 Arquitectura de la red GSM

La red del sistema global comunicaciones móviles conocido por sus siglas GSM, en la Figura 1.2 se muestra los componentes involucrados en una red celular GSM. (Muñoz, 2013)

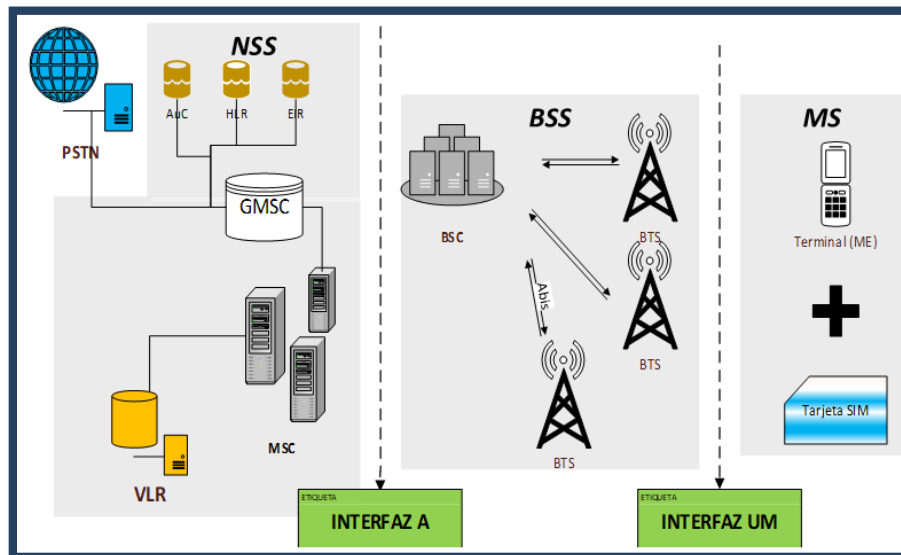


Figura 1.2 Arquitectura de la red GSM.

Fuente: Elaborado por el autor.

1.2.1.1 Estación móvil (MS: Mobile Station).

Es el teléfono móvil utilizado por el usuario para acceder a la red. Podría subdividirse, a su vez, en la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) y el Mobile Equipment que básicamente es el dispositivo de usuario. (Muñoz, 2013)

La tarjeta SIM es una tarjeta inteligente desmontable donde se almacena de forma fiable la información de suscripción del usuario, datos necesarios para identificarse en la red, parámetros de red, contactos y mensajes de texto. Esto permite al usuario cambiar de dispositivo manteniendo su información, existen diferentes tamaños, regular (25x15mm), Micro (15x12mm) y tarjeta SIM Nano (12.3x8.8mm). (Muñoz, 2013)

1.2.1.2 Subsistema de Estaciones Base (BSS) / Red de Acceso.

El conjunto de BSS en una red también se denomina Red de Acceso, pues su función es facilitar y dirigir el acceso de los terminales al espectro disponible, así como de realizar el envío y admisión de los datos MS – BTS – BSC. Está compuesto por los siguientes elementos:

- **Estación Base (BTS: Base Transceiver Station)**

Gestiona los canales de radio y realiza la conexión con el teléfono móvil.

- **Controladora de Estaciones Base (BSC: Base Station Controller)**

Cada BSC controla las BTSs ubicadas dentro de su área de influencia a través de una interfaz llamada interfaz Abis con canales de 16Kbits/s, así también se comunica a través de la interfaz A, con la MSC con canales de 64Kbits, como

se muestra en la Figura 1.3. Cada subconjunto de BTSs junto a su BSC constituyen un Subsistema de Estaciones Base (BSS) diferente. (Muñoz, 2013)

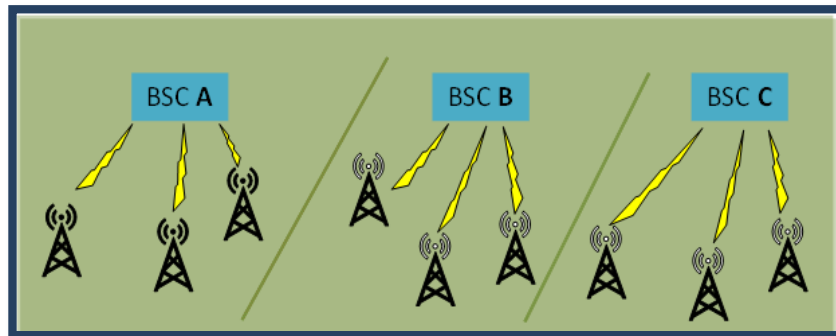


Figura 1.3 Esquema del reparto territorial de BTS a varias BSC.

Fuente: Elaborado por el autor.

- **Red de Acceso Radio:** Es la sección donde se realiza el envío de datos y el acceso del MS a la red a través del interfaz aire Um, como se muestra en la Figura 1.4. (Muñoz, 2013)

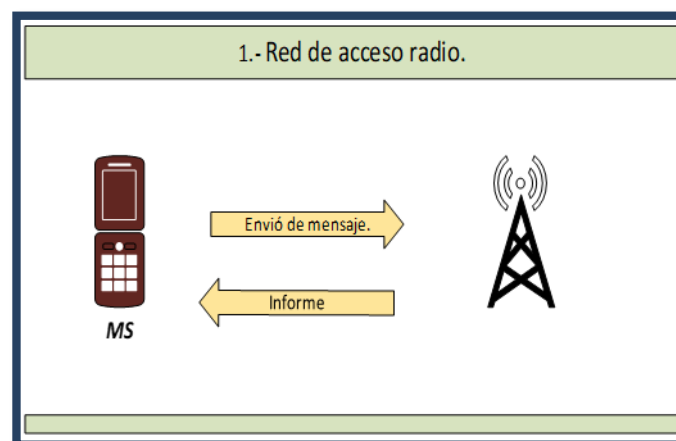


Figura 1.4 Red de acceso radio - interfaz Um.

Fuente: Elaborado por el autor.

Red de Transmisión de Acceso: es la sección comprendida desde la Estación Base hasta la BSC (Interfaz A-bis), realiza el transporte de la información (voz, datos, gestión, señalización) entre ambos elementos como se aprecia en la Figura 1.5. (Muñoz, 2013)

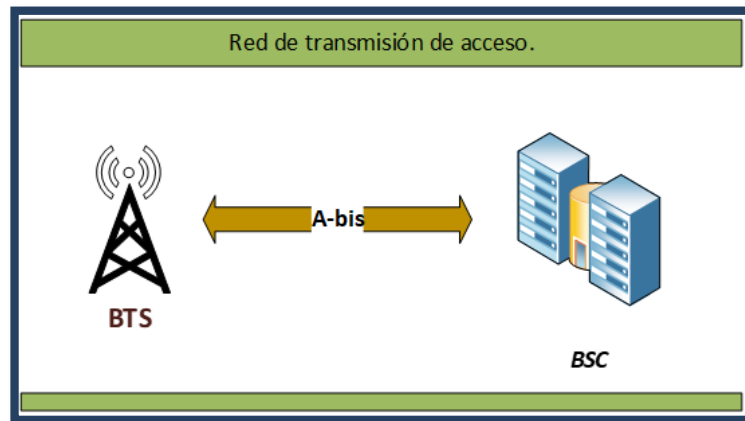


Figura 1.5 Red de transmisión de acceso - interfaz A-bis.

Fuente: Elaborado por el autor.

1.2.1.3 Subsistema de Conmutación de Red (NSS) / Red Troncal

Este subsistema es el que realiza las funciones de portar y administrar las comunicaciones entre teléfonos móviles y la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) en una red GSM. Su mantenimiento es realizado por los operadores de telefonía móvil y permite a los teléfonos móviles establecer comunicación de unos a otros dentro y/o fuera de su propia red. Su arquitectura tecnológica está muy relacionada con las centrales telefónicas tradicionales de la red fija, sin embargo, son necesarias funciones adicionales ya que los teléfonos no se encuentran fijos en una única ubicación. (Muñoz, 2013)

- **MSC (Mobile Switching Center). Centro de Conmutación.**

Es el sistema encargado de realizar el control de las llamadas (establecimiento, encaminamiento, control y terminación) a través de las BSCs y BTSs correspondientes hasta el usuario llamado. Es similar a una centralita telefónica de red fija, aunque como los usuarios pueden moverse dentro de la red realiza más actualizaciones en su base de datos interna. Además de transmisión de voz, también proporciona datos y servicios de fax, así como Servicios de Mensajes Cortos o SMS y desvío de llamadas. Cada MSC controla las BSCs de su área de influencia. Además, debe tener acceso tanto al VLR, así como a los HLRs de los distintos operadores e interconexión con las redes de telefonía de otros operadores. (Muñoz, 2013)

1.2.1.5 Interfaz Um.

El interfaz Um es aquél que une la MS con la BTS que se muestra en la Figura 1.6, es decir, el dispositivo de usuario con la Estación Base correspondiente, y por lo tanto el medio de transmisión se basa en señales radioeléctricas a través del aire. Este interfaz está definido en las tres capas más bajas del modelo OSI: nivel físico, nivel de enlace de datos y nivel de red. (Muñoz, 2013)

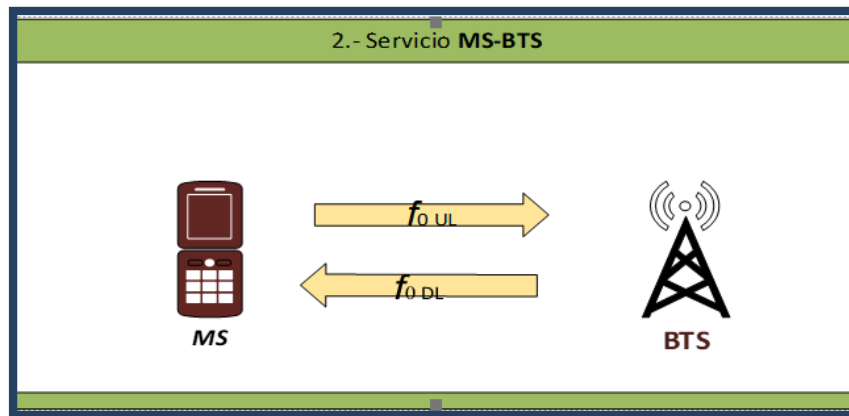


Figura 1.6 Red de transmisión UM.
Fuente: Elaborado por el autor.

1.2.1.6 Interfaz Abis

Se denomina interfaz Abis a aquél existente entre una Estación Base y su BSC como se observa en la Figura 1.7. Sin embargo, a diferencia del interfaz Um que se trata de una conexión directa a través de ondas radioeléctricas por el aire, el interfaz Abis es mucho más complejo y nunca es una conexión directa entre ambos equipos. (Muñoz, 2013)

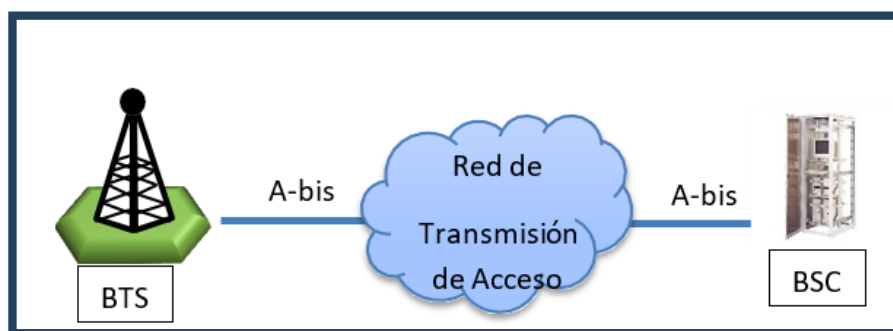


Figura 1.7 Interfaz Abis - Red de Transmisión de Acceso.
Fuente: (Muñoz, 2013)

1.2.2 Servicio SMS.

El servicio SMS, permite enviar un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otro equipo en este caso un PLC (Controlador Lógico Programable) a través de un centro de servicio (SC). El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre

la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar situado en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio de valor añadido, un extremo es una estación móvil y la otra es un servidor que atiende las peticiones, como puede ser un PLC, como se observa en la Figura 1.8. En la norma GSM sólo se especifica la parte de comunicaciones entre las estaciones móviles (MS) y el Centro de servicio. La comunicación entre el Centro de Servicio y las entidades fijas, queda fuera del ámbito de esta norma. (Muñoz, 2013)

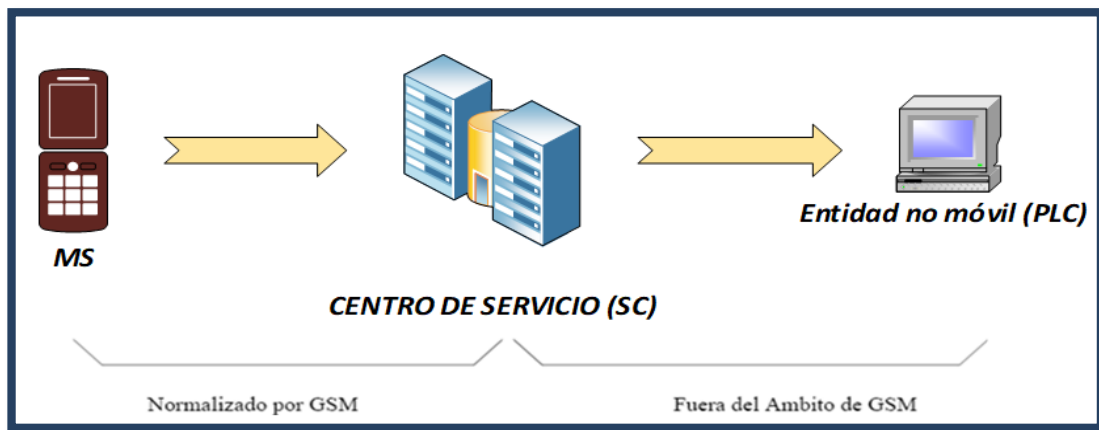


Figura 1.8 Estructura del servicio SMS.

Fuente: Elaborado por el autor.

1.3 Controlador Lógico Programable.

Según la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de Estados Unidos, un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. (INFAIMON S.L, 2018)

En la parte inferior de la Figura 1.9 se observa la comunicación del PLC con el exterior, en la parte superior se aprecia la interfaz de salida que cuenta con salidas digitales y analógicas. Los PLC de gama alta suelen ser de tipo modular e incluyen su propia fuente de alimentación, en la parte derecha se observa la sección de entradas de tipo digitales y analógicas.

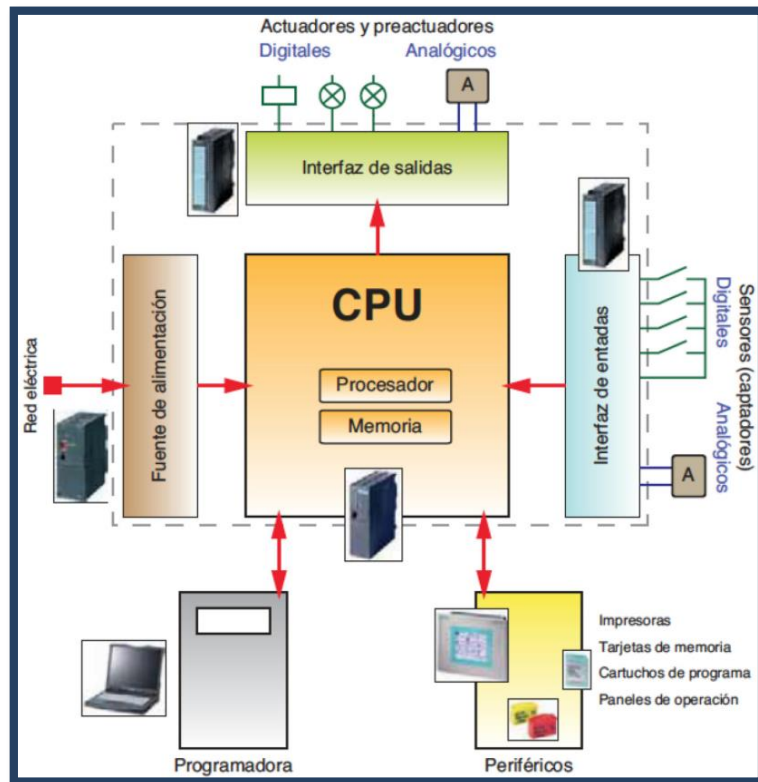


Figura 1.9 Estructura interna de un PLC.
Fuente: (EEYMUC, 2016)

1.4 Módulo GSM/GPRS.

Los módulos GSM son dispositivos que pueden enviar y recibir llamadas o mensajes de texto, deben estar conectados con una tarjeta SIM (tarjeta de telefonía móvil), además debe contar una antena que soporte esta tecnología para poder acceder a la red de la operadora, quien a su vez estará conectado con el terminal móvil como se observa en la Figura 1.10.

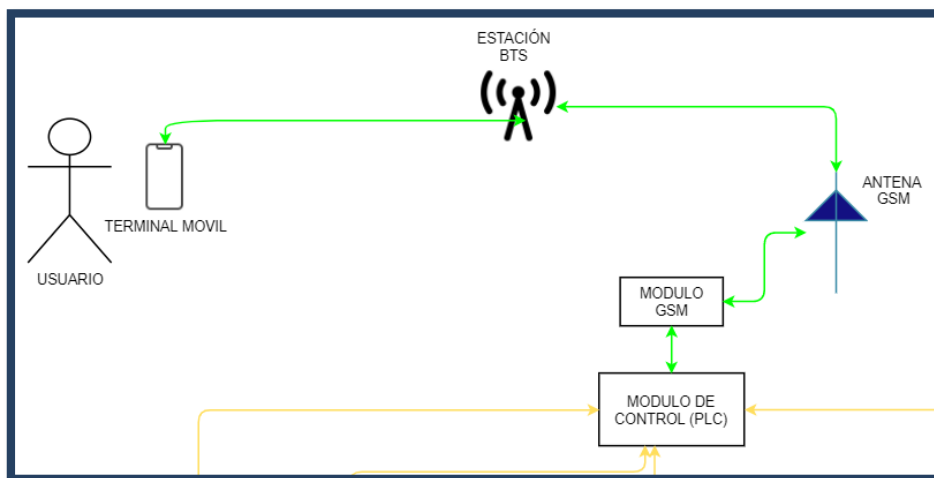


Figura 1.10 Diagrama de bloques de una red GSM.
Fuente: Autor.

1.5 Antena GSM.

Existe una amplia variedad de antenas que soportan esta tecnología, la antena remota GSM-ANT3dB que se muestra en la Figura 1.11 es de las más usadas para este tipo de aplicaciones pues está diseñada para permitir una integración flexible con dispositivos de comunicaciones GSM, en la Tabla 1.1 se aprecia las características técnicas que posee esta antena. Resistente a la intemperie, optimiza las transmisiones con tecnología de diversidad de campo. El diseño versátil, adecuado para interiores y aplicaciones al aire libre, por todas estas características es muy utilizado en proyectos de automatización.

Tabla 1.1

Especificaciones técnicas de la antena GSM.

ESPECIFICACIONES		
Rango de Frecuencias	824-896 MHz	1850-1990 MHz
Ganancia promedio	1 dBi	
Potencia máxima	10 W	
Impedancia nominal	50 ohms	
Modelo	Omni direccional	
Terminal	SMA Hembra	

Fuente: (Siemens, 2018).



Figura 1.11 Antena GSM.

Fuente: (Siemens, 2018)

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo plantea aspectos metodológicos que se utilizaron para realizar el presente proyecto tratándose de la Automatización del sistema de riego perteneciente a la Hortiflorícola los Angeles Roses ubicada en el barrio San Buenaventura del cantón Latacunga, este proyecto utilizará una metodología descriptiva que se usaran para detallar los aspectos de la situación actual.

2.1 Tipo de investigación utilizada

La investigación será de campo pues se realiza varias visitas al sitio donde se observa con mayor detalle la actividad de riego, permitiendo recopilar datos de los equipos que existen, levantamiento de planos de la propiedad y los planos eléctricos.

Para el desarrollo teórico del proyecto se utilizará la investigación comparativa, para elegir equipos que posean características acordes a las necesidades del proyecto y tengan ciertas ventajas sobre otros. Se utilizará el método experimental en el mejoramiento del nivel de pH del agua, al no tener referencias prácticas en el tema.

Para la parte de diseño se utilizará el método científico tecnológico, basándose en los manuales técnicos y en los cálculos previamente realizados.

2.2 Técnicas para recolección de datos

Este punto se refiere a las diversas técnicas que se ha utilizado para la recolección de datos que servirán para buscar soluciones al problema, esta información es de mucha importancia ya que debido a la información recolectada se puede respaldar la propuesta planteada.

Pues basándose en lo expuesto anteriormente y centrándose al proyecto de implementación del sistema de automatización de riego se realizará mediante la observación, medición y la recolección de datos, revisión de manuales técnicos indispensables para expandir propuestas al proyecto.

2.3 Fases del desarrollo

Las fases que se detallan a continuación, se basan en el procedimiento a realizar según las etapas que se ejecutarán y servirá para solventar el problema planteado.

En la primera fase se realiza una inspección detallada del invernadero tomando en cuenta el tipo de cultivo, el método de riego empleado, las distancias entre los elementos que van a conformar el sistema de riego y el posible lugar donde se instalen los equipos; la segunda fase se establece los equipos que cumplan con las características técnicas que se requieren en este proyecto se realiza una inspección minuciosa, así también de los problemas que se tiene actualmente y de las posibles soluciones técnicas; en la tercera fase, se procede a la instalación del sistema eléctrico y de control; mientras que en la cuarta fase, se llevó a cabo la configuración e instalación de los equipos; culminando con la quinta fase, realizando las distintas pruebas de funcionamiento. Cada una de las fases se exponen a continuación.

Fase I. Reconocimiento del área.

Se elaboraron los planos eléctricos, de control y planos de tuberías. Para esto se realizaron 3 visitas donde se observó, midió, el terreno, la posible ubicación de los equipos y los materiales y herramientas necesarias para la implementación.

Fase II. Selección del sistema y equipos.

Luego de haber verificado el lugar geográfico y haber levantado los diferentes planos se procede a decidir el tipo de PLC, electroválvulas y sensores adecuados para el sistema de riego automatizado.

Fase III. Implementación del sistema eléctrico

Luego de haber levantado los planos del sistema eléctrico y decidir los equipos que se utilizaran, se procede a instalar el cableado eléctrico para la alimentación de los equipos, también se realiza el cableado para el control de las electroválvulas, sensores, antena y bomba.

Fase IV. Programación de los distintos equipos

En la fase IV se procedió a la configuración de los equipos según los requerimientos

del propietario.

Fase V. Pruebas de funcionamiento

En la fase quinta y última se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento respectivas, utilizando un celular con tecnología GSM, realizando un recorrido por las distintas parroquias cercanas al invernadero y entre provincias, validando la calidad del nivel de recepción de la señal con diferentes operadoras. Se verifica el nivel de señal en el módulo GSM y se ubica la antena en diferentes partes de la caseta hasta obtener la máxima señal de recepción. Se envían los mensajes de texto para activar y desactivar las electroválvulas, así como el encendido y apagado de la bomba. El correcto funcionamiento de los focos indicadores del tablero de control.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1 Análisis de la ubicación.

El invernadero se encuentra ubicado en el cantón Latacunga en el barrio San Buenaventura, actualmente se encuentra en etapa de producción hortalizas y legumbres. El sembrío se lo hace de manera rotativa y se cultiva con productos orgánicos los cuales dan un valor agregado al momento de expender los productos. La Figura 3.1 muestra la ubicación de las diferentes partes que forman el sistema de riego.

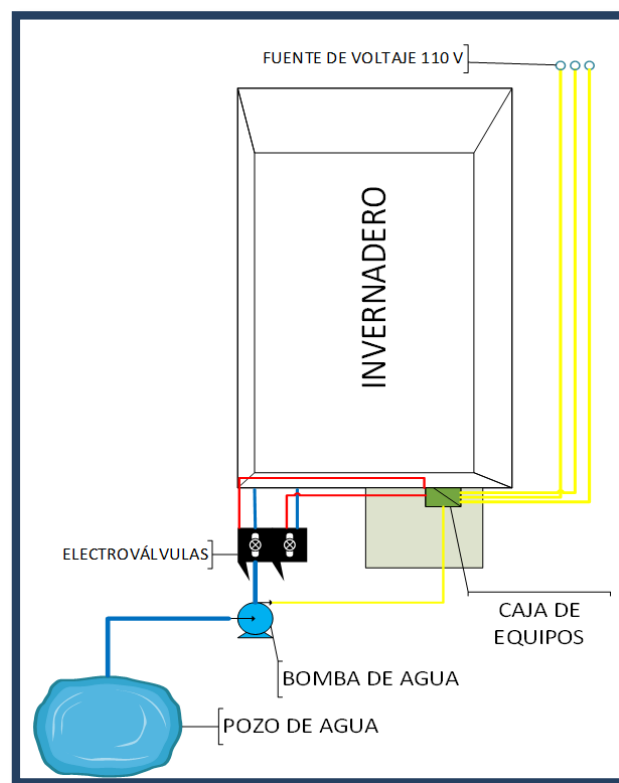


Figura 3.1 Ubicación de las diferentes partes que forman el sistema de riego.

Fuente: Elaborado por el autor.

A continuación, en la Figura 3.2, se muestra el diagrama de control y diagrama de potencia donde se representa de manera gráfica los circuitos principales y los elementos de mando que forman parte y enlazarán al circuito de control con el circuito de potencia.

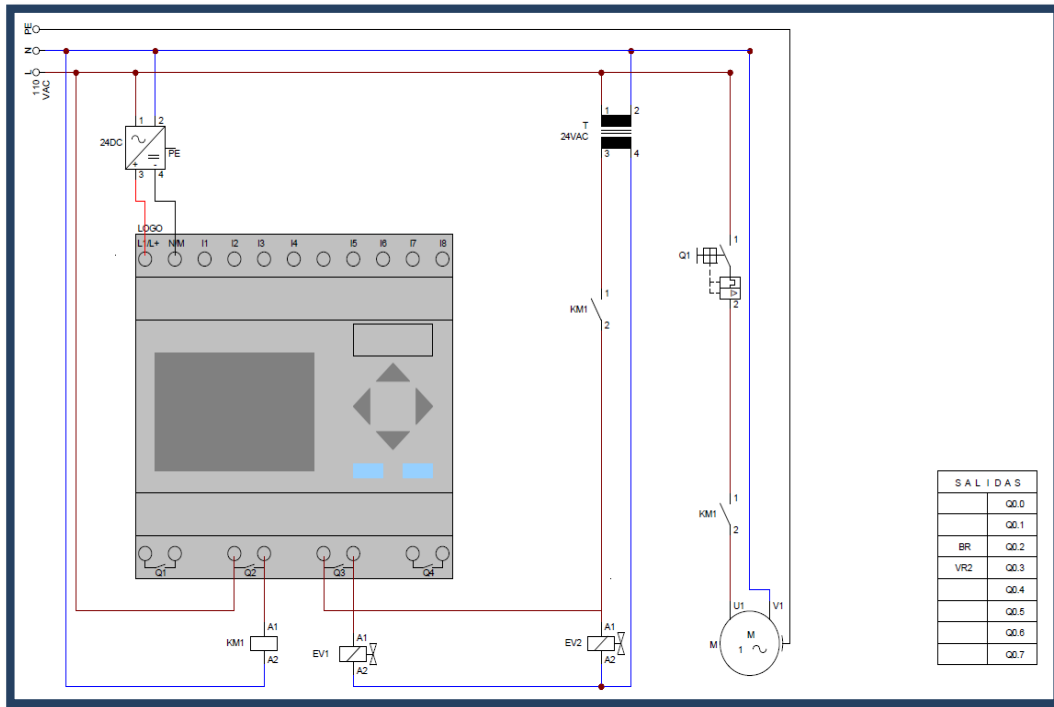


Figura 3.2 Proyecto sistema de riego.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.1.1 Ubicación del lugar donde se encuentra el tablero de control.

El proyecto constara de un módulo GSM que necesita de una tarjeta SIM donde se almacena de manera segura el número de identificación del subscritor. Para esto se debe elegir la tarjeta SIM de una operadora, por tal motivo se realiza un análisis de cobertura donde se ubicarán los equipos. La Tabla 3.1 muestra los datos de la ubicación exacta donde se instalará el tablero de control.

Tabla 3.1.

Datos de la ubicación del tablero de control.

Ubicación	
Latitud:	0°53'56.20"S
Longitud:	78°36'46.54"O
Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Latacunga
Parroquia:	San Buenaventura

Fuente: Elaborado por el autor.

El control del PLC Logo se lo realizará mediante mensajes de texto SMS por ser un medio compatible con celulares de todas las gamas además de poseer una cobertura global, una bandeja de entrada poco saturada ideal para este tipo de proyectos puesto que el SMS llega directamente al usuario y en la mayoría de los casos se lo puede leer sin necesidad de desbloquear el celular, siendo muy útil para emergencias. Los SMS son compatibles con la mayoría de las redes móviles como: 2G, 3G, 4G.

Las operadoras de redes de telefonía que actualmente existe en el país son Claro, CNT, Movistar. A continuación, en la Tabla 3.2 se detalla el tipo de tecnología que ofrecen cada una.

Tabla 3.2.

Operadores móviles en el Ecuador.

	Propietario	Servicios	Tecnología y espectro
Claro	América Móvil	Telefonía y Banda Ancha Móvil	850MHz–1900MHz GSM; 850MHz– 1900MHz UMTE/HSPA; 1700/2100 MHz LTE
CNT	Estado de Ecuador	Telefonía y Banda Ancha Móvil	1900 MHz GSM; 1900 MHz UMTS / HSPA; LTE 1700/2100MHz 700MHz
Movistar	Telefónica	Telefonía y Banda Ancha Móvil	850MHz–1900MHz GSM; 850MHz– 1900MHz UMTE/HSPA; 1900MHz LTE

Fuente: (TeleSemana, 2020)

A continuación, se muestra los mapas de cobertura de las diferentes operadoras que dan su servicio al Ecuador, estos mapas se basan en simulaciones generadas a partir de modelos de propagación. Las simulaciones generan estimaciones de cobertura y pueden

verse afectadas por obstáculos naturales o artificiales, el clima o la sensibilidad de los equipos terminales.

El nivel mínimo de señal que permite la prestación del servicio en la zona de medición y/o carretera, establecida por la SUPERTEL, dentro de la cobertura ofertada por el prestador de servicio e informada al abonado/cliente-usuario sobre la disponibilidad del mismo, de conformidad con los valores establecidos, como se muestra en la Tabla 3.3. (SENATEL, 2014).

Tabla 3.3.

Niveles mínimos de acuerdo a la tecnología.

Nivel de señal	
Bajo	Nivel de señal baja que permitiría utilizar el servicio de voz solo en exteriores con la posibilidad de que existan caídas de llamadas. No se puede garantizar los servicios de internet y otros.
Medio	$-95 \text{ dBm} \leq \text{cobertura} < -85 \text{ dBm}$. Nivel de señal adecuado para uso en exteriores que permitiría utilizar el servicio de voz y SMS. No se podría garantizar la prestación de servicios de datos.
Alto	Cobertura con niveles $\geq -85 \text{ dBm}$. Niveles de señal adecuado para el uso en interiores y exteriores que permitirían utilizar el servicio de voz, SMS y datos.

Fuente: (SENATEL, 2014)

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT, posee 3 colores para diferenciar el nivel de cobertura, rojo el cual se refiere a un nivel de señal bajo, celeste se relaciona con el nivel de señal medio y verde siendo este el nivel de señal alto, como se observa en la Figura 3.3.

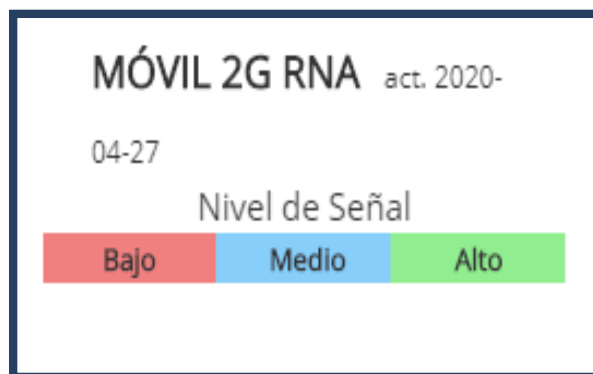


Figura 3.3 Colores según el nivel de la señal.

Fuente: (CNT, 2020)

La Figura 3.4 representa el nivel de la señal 2G de la operadora CNT en donde se encuentran los equipos.

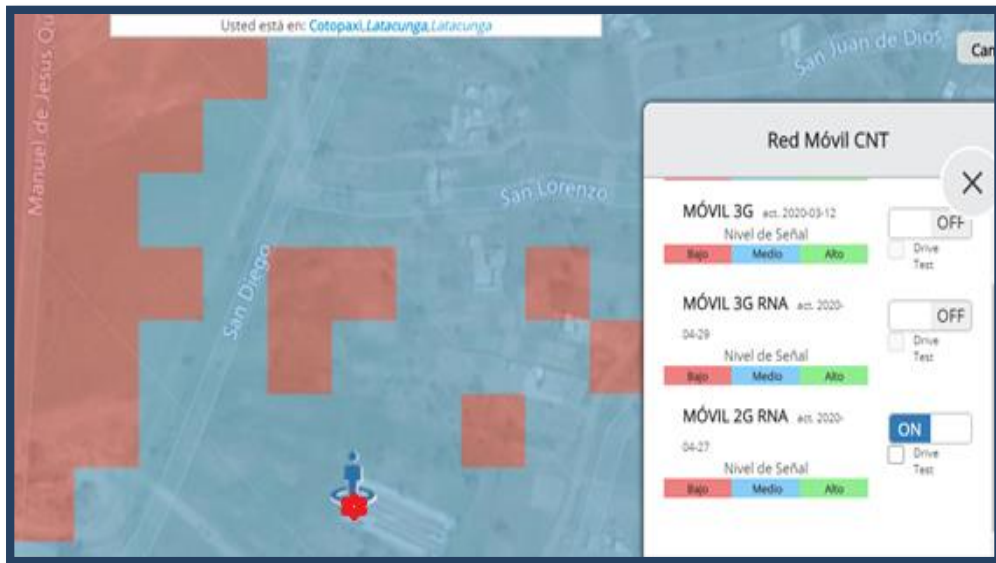


Figura 3.4 Nivel de señal 2G de la operadora CNT.

Fuente: (CNT, 2020)

La Figura 3.5 representa el nivel de la señal 3G de la operadora CNT en donde se encuentran los equipos, se observa una cobertura muy débil con esta tecnología.

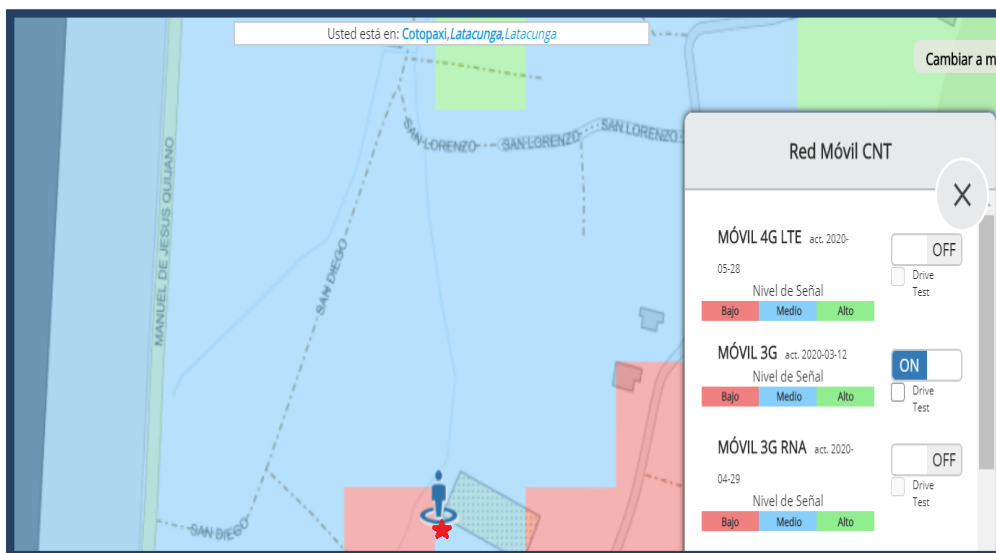


Figura 3.5 Nivel de señal 3G de la operadora CNT.

Fuente: (CNT, 2020)

La Figura 3.6 representa el nivel de la señal 4G de la operadora CNT en donde se encuentran los equipos.

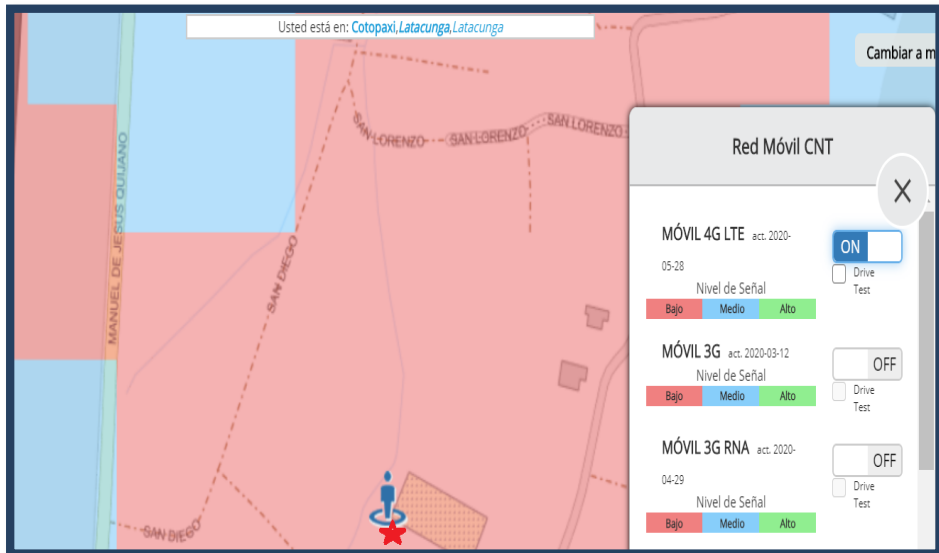


Figura 3.6 Nivel de señal 4G de la operadora CNT.

Fuente: (CNT, 2020)

La Figura 3.7 representa el nivel de la señal 2G de la operadora movistar en el lugar donde se encuentran los equipos.

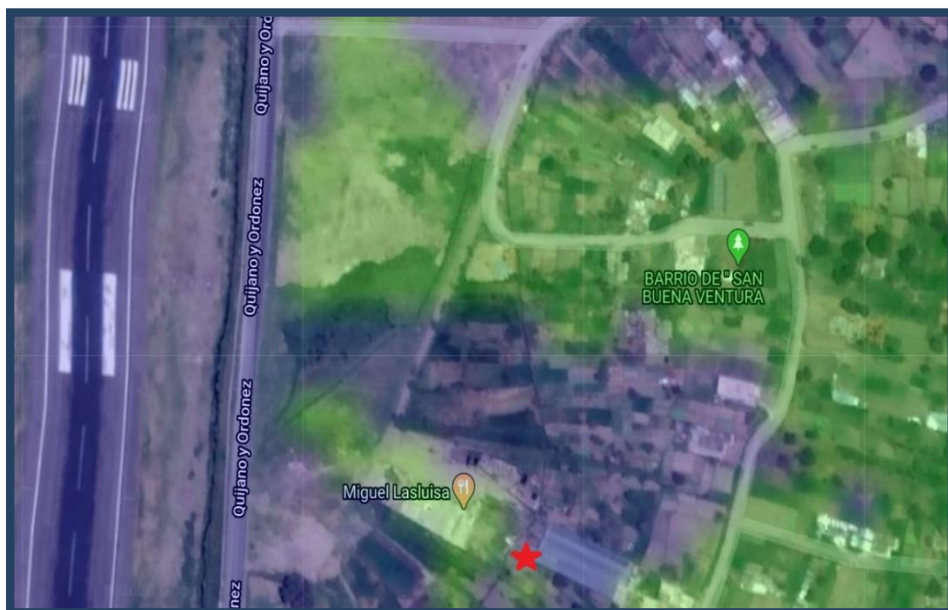


Figura 3.7 Nivel de señal 2G de la operadora movistar.

Fuente: (movistar, 2020)

La Figura 3.8 representa el nivel de la señal 3G de la operadora movistar en el lugar donde se encuentran los equipos.



Figura 3.8 Nivel de señal 3G de la operadora movistar.
Fuente: (movistar, 2020)

La Figura 3.9 representa el nivel de la señal 4G de la operadora movistar en el lugar donde se encuentran los equipos.

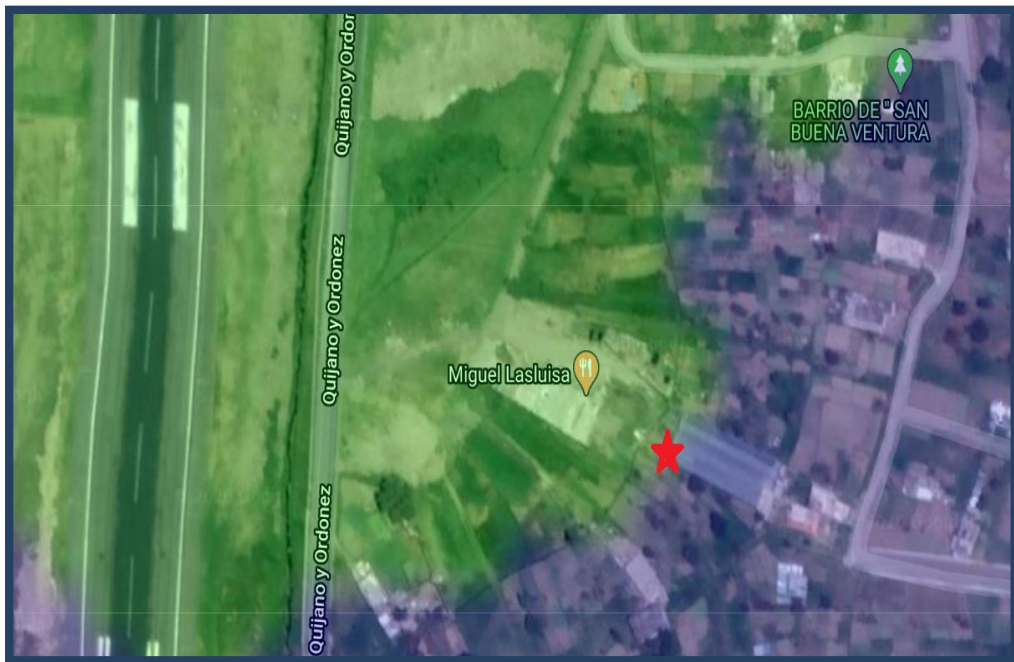


Figura 3.9 Nivel de señal 4G de la operadora movistar.
Fuente: (movistar, 2020)

La Figura 3.10 representa el nivel de la señal 2G de la operadora claro en el lugar donde se encuentran los equipos.



Figura 3.10 Nivel de señal 2G de la operadora claro.
Fuente: (claro, 2020)

La Figura 3.11 representa el nivel de la señal 3G de la operadora claro en el lugar donde se encuentran los equipos, se aprecia que no existe cobertura de esta tecnología.

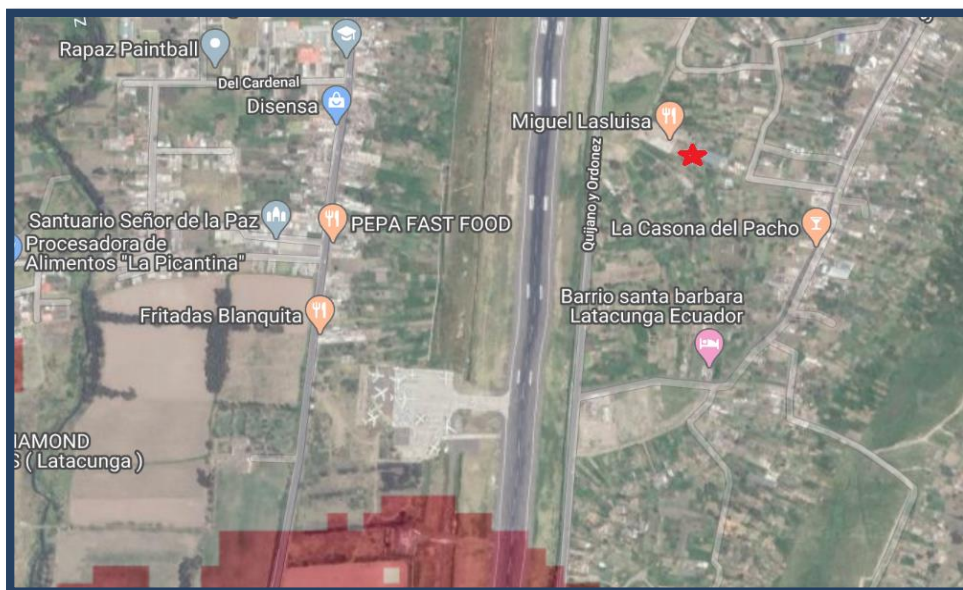


Figura 3.11 Nivel de señal 3G de la operadora claro.
Fuente: (claro, 2020)

La Figura 3.12 representa el nivel de la señal 4G de la operadora claro en el lugar donde se encuentran los equipos.

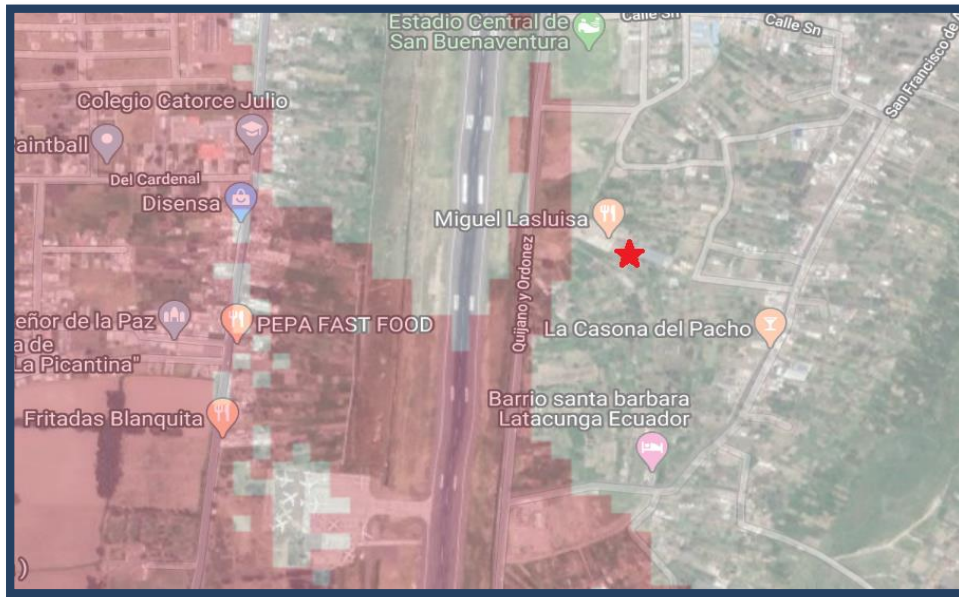


Figura 3.12 Nivel de señal 4G de la operadora claro.

Fuente: (claro, 2020)

La tarjeta SIM que se utilizará será de la operadora movistar al tener cobertura 2G, 3G y 4G en niveles aceptables para el PLC LOGO.

3.2 Análisis técnicos de los equipos.

Es preciso mencionar que en el mercado existen diferentes tipos de marcas y modelos de PLC, para la implementación del sistema de riego se hace una valoración del software de programación, utilidad, durabilidad y costo de los equipos y mantenimiento, también se realiza un análisis de las características técnicas de los PLC que tienen el mismo rango de precio como se puede observar en la Tabla 3.4.

Después de un análisis de las características técnicas de los equipos se evidenció que el PLC Logo de la marca Siemens cumplía con las características técnicas que se requieren para este tipo de proyectos, además de tener un coste relativamente menor a sus competidores más cercanos. Por lo mencionado anteriormente se decide adquirir este equipo y utilizarlo en la automatización del sistema riego para la Hortiflorícola los Ángeles Roses.

Tabla 3.4.

Análisis comparativo de acuerdo a su gama.

<u>RELES PROGRAMABLES</u>			
Características	IDEC relé inteligente	LOGO Siemens	Eaton Easy
Máximo I/O	60	60	40
Voltaje disponible	24VDC- 24/100/240VAC	24VDC- 24/100/240VAC	24VDC- 24/100/240VAC
Port Ethernet RJ45	Si incluye	Si incluye	No incluye
Port Memoria SD	Micro SD	Micro SD	No incluye
Datos de inicio de sesión	Si incluye	Si incluye	No incluye
Redes	Datalink up to 16	Datalink up to 16	No incluye
Funciones servidor Web	Si incluye	Si incluye	No incluye
Apps Android/iOS	Si incluye	Si incluye	No incluye
Entrada Analógica	4x0-10 VDC, 10 bits	4x0-10 VDC, 10 bits	2x0-10 VDC, 10 bits
Entrada de alta velocidad	4x5 Khz	4x5 Khz	2x1 Khz
Pantalla de información	Si incluye	Si incluye	Si incluye

Fuente: (Pham, 2017)

3.2.1 Características del Logo 8.

El PLC Logo 8 de Siemens que se muestra en la Figura 3.13, son módulos lógicos inteligentes para proyectos de automatización a pequeña escala. Incluye una pantalla grande, completas opciones de comunicación a través de Ethernet, un servidor web integrado y salidas en los módulos digitales y analógicos. La pantalla de 6 líneas con 16 caracteres por línea, admite el doble de caracteres en cada mensaje de texto ofreciendo mensajes de texto más detallados. (Interempresas, 2017)



Figura 3.13 Logo 8.
Fuente: (SIEMENS, 2020)

Según el departamento de Ingeniería de la universidad Don Bosco, el PLC de SIEMENS LOGO, posee 8 entradas digitales (que por cierto funcionan con 1 lógico= 110Vac y 0 lógico= 0V) y cuenta con 4 poderosas salidas de Relé que manejan hasta 8A para corriente alterna y 220Vac, en la Tabla 3.5 se observa los datos técnicos del PLC. Si un proceso solamente requiere de 8 entradas y 4 salidas o menos, el LOGO es la mejor solución pues es muy económico.

El LOGO incluye una pantalla de cristal líquido a través de la cual se puede introducir casi cualquier función digital. No hay mayor complicación con respecto a los módulos de programación y otras funciones que son necesarias en un proceso. (UNIVERSIDAD DON BOSCO , 2018)

Posee una interfaz Ethernet que amplía las capacidades de comunicación, al tiempo que simplifica la instalación al eliminar la necesidad de cables adicionales de programación o los cables del display de texto Logo TDE. (Interempresas, 2017)

Es compatible con el módulo CMR2020 que permite realizar el control por medio de la red móvil de telefonía utilizando mensajes de texto, también es posible enviar mensajes de texto desde el PLC hacia el usuario como medio de información si así lo requiera el usuario.

Maneja el software Soft Comfort V8 cómodo para la creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta

tres programas a la vez. Además, los usuarios pueden transferir una señal de un programa a otro arrastrando y soltando en el programa. Soft Comfort V8 también facilita la migración de los programas de las versiones anteriores. (Interempresas, 2017)

Tabla 3.5

Datos Técnicos del PLC.

Características Técnicas	
SIMBOLO	
DESIGNACIÓN	LOGO 12/24RC
ALIMENTACIÓN	24 Vcd
ENTRADAS	8 digitales
SALIDAS	4 tipo relé-10A max/cdu
PARTICULARIDAD	No posee reloj
CONSUMO CORRIENTE	130 mA (DC)
SEÑAL 0	Menor de 5 VDC
SEÑAL 1	Mayor de 5 VDC

Fuente: (SIEMENS, 2020)

3.2.2 Módulo CMR2020

El CMR o Modulo de Radio Comunicación que se muestra en la Figura 3.14 permite la conexión del PLC Logo a una red de telefonía móvil LTE, UMTS o GSM/GPRS, la tasa de transferencia de bits en la red GSM es de 150 Kbit/s, esta velocidad es aceptable para proyectos de control.



Figura 3.14 Módulo de radio comunicaciones CMR2020.

Fuente: (siemens, 2014)

El módulo posee una interfaz web WBM (Web Based Management) para realizar la configuración del módulo, además de tener ranura para tarjeta SD donde se puede guardar la configuración.

En el caso de tener solo la antena GSM y el módulo tal como se muestra en la Figura 3.15, se puede controlar de forma remota mediante SMS las entradas y salidas.

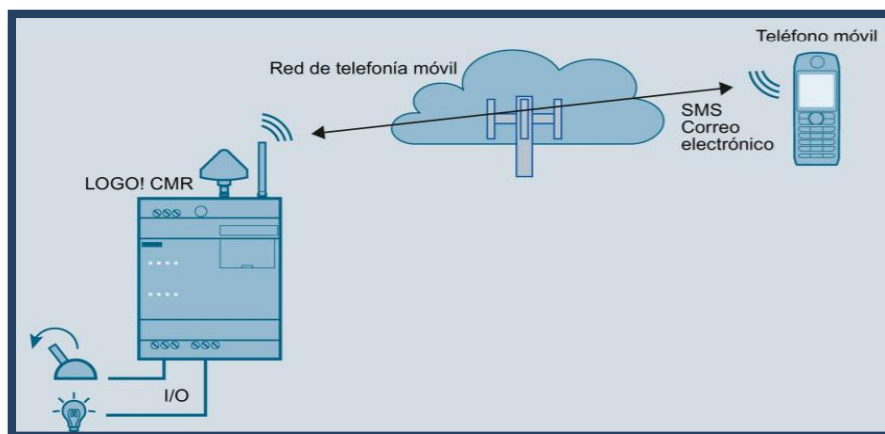


Figura 3.15 Comunicación de telefonía móvil.

Fuente: (siemens, 2014)

3.2.3 Cálculo de corrientes de equipos de control.

Para dimensionar la protección de los equipos de control se debe tomar en cuenta los valores de voltaje y potencia como se muestra en la Ecuación 3.1.

Datos:

$$I_L = \frac{P[w]}{V[v]}$$

Ecuación 3.1 Ecuación de corriente de las electroválvulas.

En donde

- I_L = corriente por electroválvula
- I_T = corriente total
- $V = 24 \text{ Vac}$
- $P = 0,006\text{W}$

Se considera lo siguiente:

$$I_L = \frac{P[w]}{V[v]}$$

$$I_L = \frac{0,006}{24}$$

$$I_L = 25\text{mA}$$

El número total de las electroválvulas es 2 por lo tanto, la corriente total que consume es:

$$I_T = 2 * I_L$$

$$I_T = 2 * 25\text{mA}$$

$$I_T = 50\text{mA}$$

La protección que se debe colocar para control es un breaker de un polo de 1A (amperio).

3.2.4 Cálculo de corrientes de PLC Siemens LOGO.

Para dimensionar la protección del PLC Siemens LOGO se debe tomar en cuenta los valores de voltaje y potencia como se muestra en la Ecuación 3.2.

$$I_L = \frac{P[w]}{V[v]}$$

Ecuación 3.2 Ecuación de corriente del PLC Logo.

Datos:

- $V = 24 \text{ Vdc}$
- $P = 18\text{W}$
- I_L = corriente de línea

Se considera lo siguiente:

$$I_L = \frac{P[w]}{V[v]}$$

$$I_L = \frac{24}{18}$$

$$I_L = 1,33A$$

La protección que se debe colocar para el PLC LOGO es un breaker de un polo de 2A (amperio).

3.2.5 Cálculo de corrientes bomba.

Para dimensionar la protección de la bomba se debe tomar en cuenta los valores de voltaje y potencia como se muestra en la Ecuación 3.3.

$$I_L = \frac{P[w]}{V[v]}$$

Ecuación 3.3 Ecuación de corriente del PLC Logo.

Datos:

- V= 110 Vac
- P = ¾ HP ~ 559.27 [w]
- I_L = corriente de línea

Se considera lo siguiente:

$$I_L = \frac{P[w]}{V[v]}$$

$$I_L = \frac{559,27}{110}$$

$$I_L = 5,08A$$

La protección que se debe colocar, por regla general debe ser del 125%, en este caso para la bomba será un breaker de 10A (amperios).

3.2.6 Conductor para conexión de equipos de control.

Para la elección del calibre del cable conductor, se basa en los cálculos de consumo de corriente de cada equipo que fue mencionado anteriormente, para ello se decide utilizar el cable de calibre 16AWG y para la conexión de la bomba se considera la utilizar el cable de calibre 12AWG que se especifica en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6.

Elección de cable conductor para conexión de equipos.

AWG	Diámetro mm	Ohms/100 m	Máxima Corriente
11	2.30	0.47	12
12	2.05	0.67	9.3
13	1.83	0.85	7.4
14	1.63	1.07	5.9
15	1.45	1.35	4.7
16	1.29	1.48	3.7
18	1.024	2.04	2.3

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN

4.1 Desarrollo

El agua usada para el sistema de riego contaba con niveles de pH alcalino entre 7 y 8, luego se implementó un sistema de recirculación del agua, para esto se ubicaron dos tuberías una de entrada y otra de salida de agua como se muestra en la Figura 4.1.



Figura 4. 1 Sistema de recirculación del agua.

Fuente: Autor.

Para comprobar los niveles de pH se utiliza tiras de pH-fix, que se comparan con una escala de colores como se observa en la Figura 4.2. Suelen mostrar el pH de forma rápida, son tiras de alta calidad muy utilizadas para identificar el pH de los estanques.



Figura 4.2 Escala de pH-Fix.

Fuente: Autor.

En la Figura 4.3 se observa una cinta, que ha sido sumergida en el estanque antes de tener el sistema de recirculación donde se puede apreciar un nivel de pH entre 8.6 a 8.8, según la escala de pH-Fix.



Figura 4.3 Cinta de pH.

Fuente: Autor.

4.1.1 Planos eléctricos.

El invernadero cuenta con 1000 m² de superficie, el tablero de control se ubicará al frente del invernadero, por lo cual es necesario realizar un tendido de cable desde la parte posterior del invernadero hasta el lugar donde se va a colocar el tablero de control conjuntamente con los equipos de control, tal como se observa en la Figura 4.4.

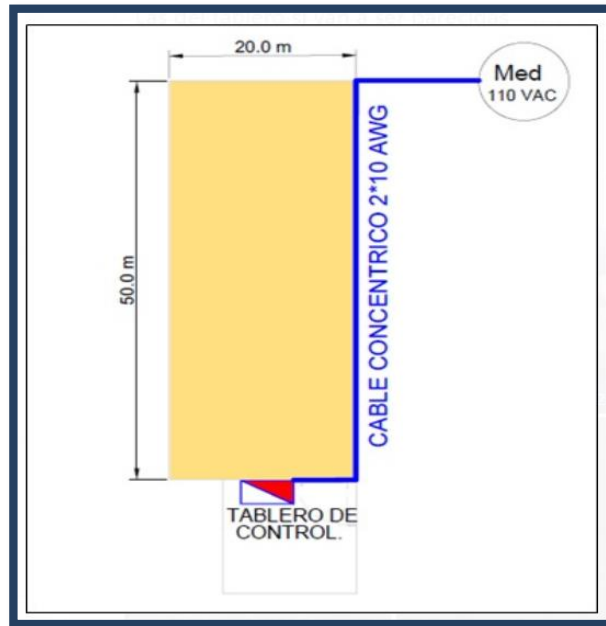


Figura 4.4 Diagrama eléctrico.

Fuente: Autor

Desde el tablero de control es necesario realizar el tendido eléctrico para la bomba de agua y las dos electroválvulas como se aprecia en la Figura 4.5, las mismas que se dividirán la superficie de riego en 500 m² de superficie cada una.

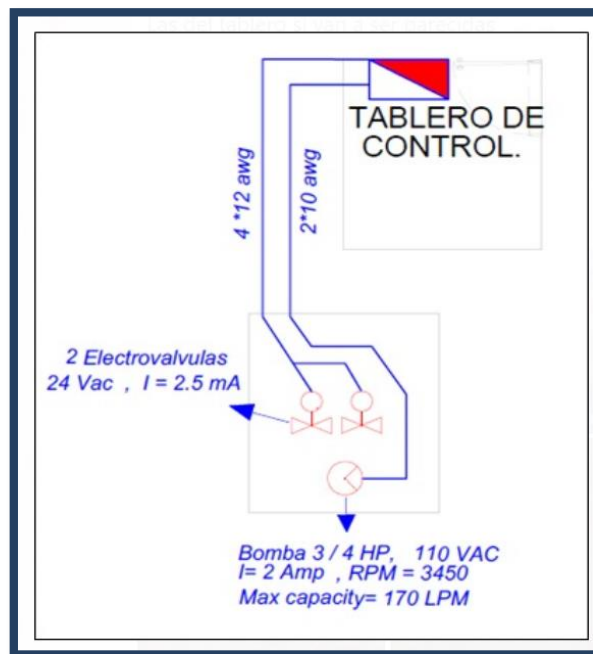


Figura 4.5 Diagrama eléctrico desde el tablero de control hacia las electroválvulas.

Fuente: Autor

4.1.2 Inspección y mantenimiento de la bomba.

La hortiflorícola los Ángeles Roses cuenta con una bomba de agua de ¾ HP que se observa en la Figura 4.6, funciona con un voltaje de 120VAC, frecuencia de 60 Hz con

una corriente pico de 5A. Posee una capacidad máxima de 170 LPM a 3450 RPM, tiene un conducto de salida de pulgada y media.



Figura 4.6 Estado inicial de la bomba de agua.

Fuente: Autor

Se realiza un mantenimiento preventivo con el fin de tener a la bomba en óptimas condiciones para el sistema de riego automatizado, se le procedió a limpiar toda la corrosión y verificar que los contactos, carcasa y rotor se encuentren en condiciones óptimas. En la Figura 4.7 se observa el estado de la bomba y los elementos que se utilizaron para quitar la corrosión de la carcasa metálica.



Figura 4.7 Mantenimiento de la bomba de agua.

Fuente: Autor

Al finalizar el mantenimiento se le procede a conectar la alimentación de voltaje y verificar su funcionamiento, además de darle una capa de pintura para prevenir la corrosión como se observa en la Figura 4.8.



Figura 4.8 Bomba de agua después del mantenimiento.

Fuente: Autor

Se procede a cambiar las válvulas de accionamiento manual que se observa en la Figura 4.9 por las nuevas electroválvulas las mismas que funcionan con un voltaje de 24VAC y consume una corriente 2.5 mA cada una.



Figura 4.9 Válvulas manuales.

Fuente: Autor

Las electroválvulas que se observan en la Figura 4.10 se pueden operar de forma manual en caso de que ocurriera algún imprevisto, de esta manera se asegura no interrumpir el riego en el invernadero y causar molestias mientras se terminan de realizar las pruebas y demás actividades.



Figura 4.10 Electroválvulas instaladas.

Fuente: Autor

La Figura 4.11 muestra el sistema de accionamiento de las electroválvulas, que debe conectarse a un voltaje de 24 VAC.



Figura 4.11 Electroválvulas con el respectivo control.
Fuente: Autor

4.1.3 Distribución de equipos en el Tablero de control.

Para la instalación de los equipos se realizará un montaje previo, que se observa en la Figura 4.12, con el fin de realizar una lista detallada de los materiales necesarios, la longitud de los cables y su distribución, también se coloca terminales punta a todos los cables para optimizar el espacio en los bornes de los equipos.



Figura 4.12 Montaje previo.
Fuente: Autor.

Se realizó la instalación del sistema de tierra conectada al chasis del tablero, la tierra se lo hizo con una varilla de cobre y una unión, el cable que se utilizó es cable multifilar #10.

Para una mejor distribución se decidió tener a la fuente del PLC y al módulo CMR2020 en la parte central del tablero de control y en la parte superior a los dos relés, disyuntor de la bomba de agua y sockets de 24VAC. La fuente de voltaje de 24 VAC se encuentra fuera del tablero de control, debido a sus dimensiones y desde ahí se toman línea y neutro que va hacia los bornes de la parte superior derecha como se muestra en la Figura 4.13 donde se conectan el neutro de las electroválvulas y la fase se coloca en los contactos tipo relé del PLC directamente, por tener una corriente de consumo de 2.55mA cada electroválvula.

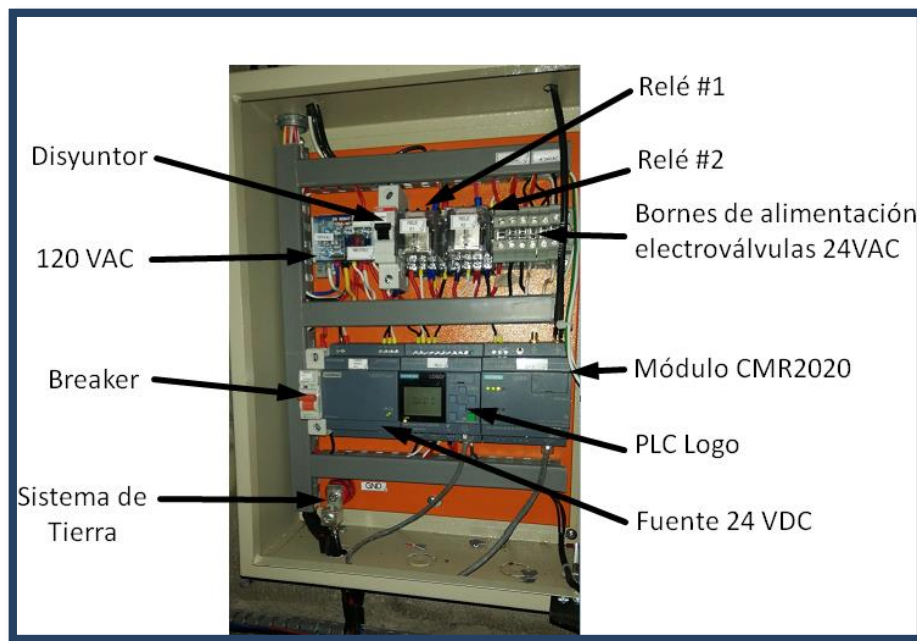


Figura 4.13 Tablero de control.

Fuente: Autor.

Una vez que se energiza los equipos se debe prestar atención a los indicadores LED del módulo CMR, para observar si existe algún error de: comunicación con el PLC, baja recepción de señal, falla de alimentación o algún otro error que se pueda dar. En la Figura 4.14 se observa los indicadores LED del módulo CMR2020.

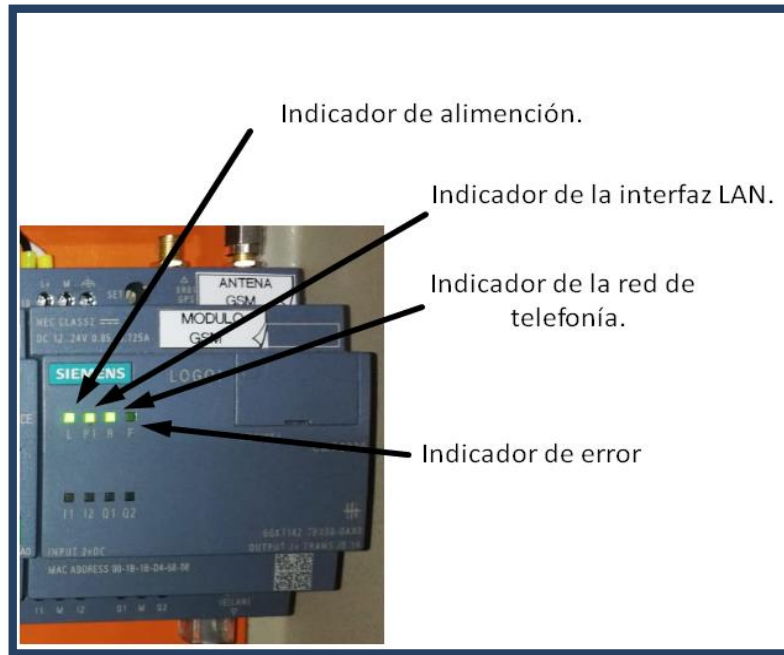


Figura 4.14 Información de los LED del módulo CMR200.
Fuente: Autor.

Para la conexión de los elementos de control se utilizó cable flexible #16, para la alimentación de la bomba se utilizó cable flexible #12 debido a la distancia que se encuentra la bomba con respecto del tablero de control y al amperaje pico que consume, para la alimentación y control de las electroválvulas se realizó un tendido de cable eléctrico #12 rígido con el fin de tener la menor pérdida de tensión en el trayecto del tablero de control hacia el lugar donde se encuentran instaladas.

Para tener una mayor protección del cableado se colocó dentro de tubería corrugada desde el tablero de control hacia las electroválvulas y la bomba. Se soldó las puntas de los cables hacia la bomba y las dos electroválvulas con estaño y fueron cubiertas con cinta térmica para el aislamiento de las misma y brindar seguridad y protección al usuario y a los elementos, como se muestra en la Figura 4.15.



Figura 4.15 Cables de alimentación.
Fuente: Autor.

La Figura 4.16 muestra la protección que se instaló para proteger a los cables de la intemperie y de posibles agentes que puedan causar algún tipo de daño de los cables y de los elementos.



Figura 4.16 Protección de los cables de alimentación.
Fuente: Autor.

4.1.4 Tablero de control.

La Figura 4.17 muestra la parte externa del tablero de control, donde se observa una luz piloto de color rojo que muestra cuando el tablero de control esta energizado, además cuenta con otra luz piloto de color verde que muestra cuando la bomba de agua esta en funcionamiento y en la parte inferior se observa un pulsador de emergencia que pone al PLC en modo standby.

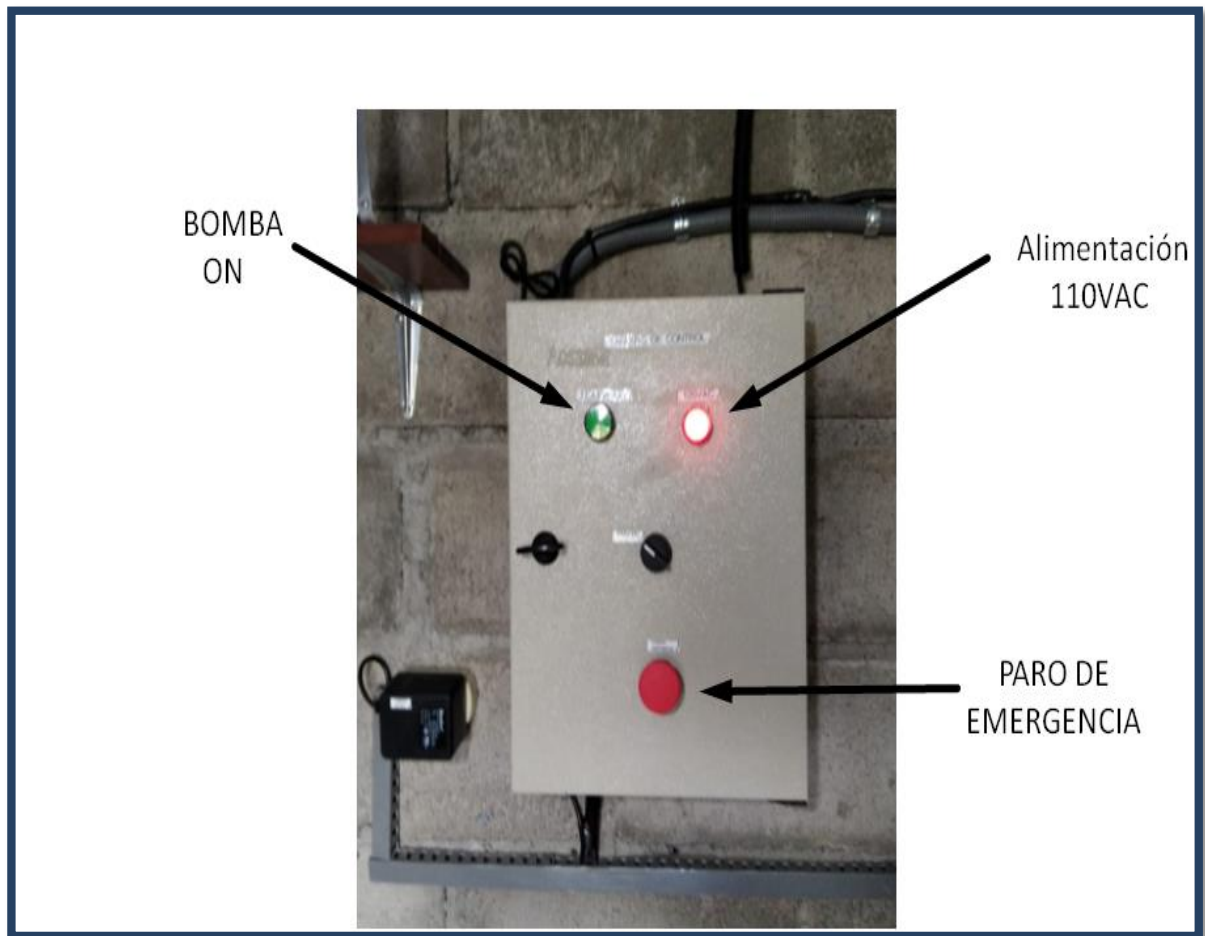


Figura 4.17 Tablero de control parte externa.
Fuente: Autor.

En la Figura 4.18 se puede observar la parte interna del tablero de control junto con el cableado de los dispositivos como disyuntor, relés, fuente, PLC, módulo CMR2020, cable Ethernet.



Figura 4.18 Tablero de control parte interna.

Fuente: Autor.

4.1.5 Configuración del módulo CMR200.

Para configurar el CMR está disponible una interfaz de administración basada en web (WBM - Web Based Management).

Para poder establecer la comunicación con el CMR se necesita un computador con un navegador web, en este caso se utilizó Google Chrome.

Para llamar a la página inicial del MR se debe introducir la dirección IP en el navegador, la dirección IP es 192.168.0.3 como se observa en la Figura 4.19.

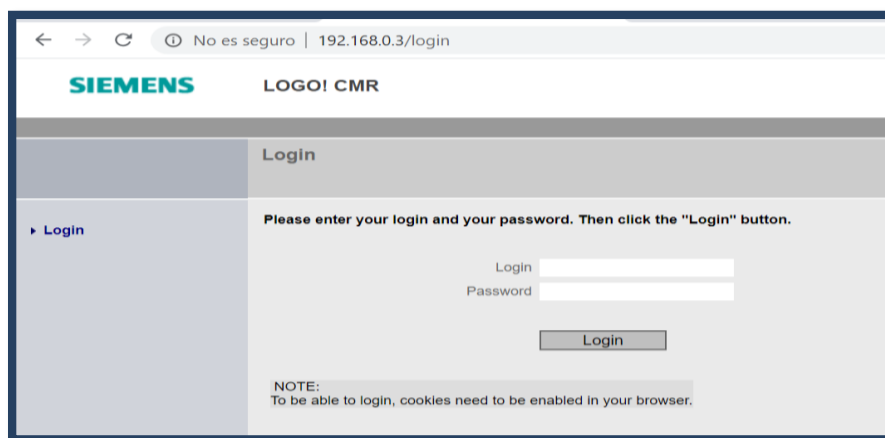


Figura 4.19 Inicio de sesión en la interfaz Web.

Fuente: Autor.

Una vez llegado a este paso se le pedirá que introduzca el nombre del usuario y la

contraseña como se observa en la Figura 4.20. En la opción Login escribir **admin** y en password escribir **Saultesis1**.

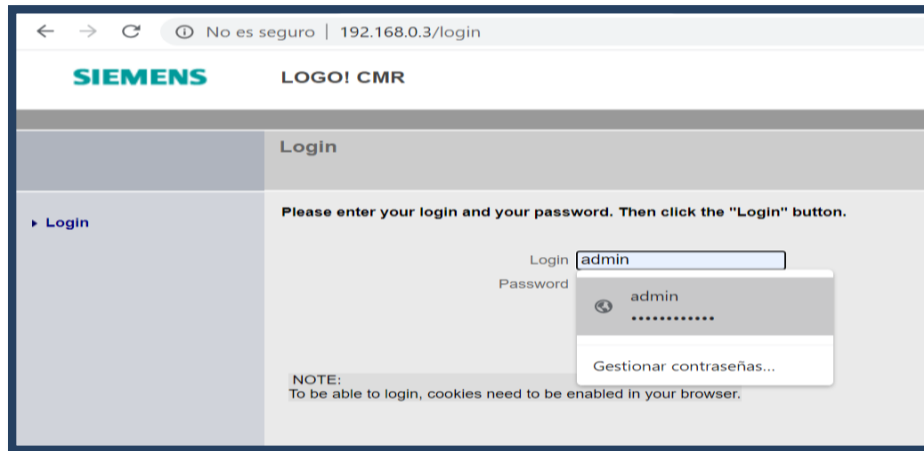


Figura 4. 20 Datos de seguridad para el ingreso a la interfaz Web.
Fuente: Autor.

En la Figura 4.21 se observa la página inicio donde se muestra la información general, interfaz ethernet, interfaz inalámbrica y la información del GPS.

1. tiempo de ejecución del sistema desde el último rearranque completo
2. referencia del CMR
3. número de serie del CMR
4. versión de hardware del CMR

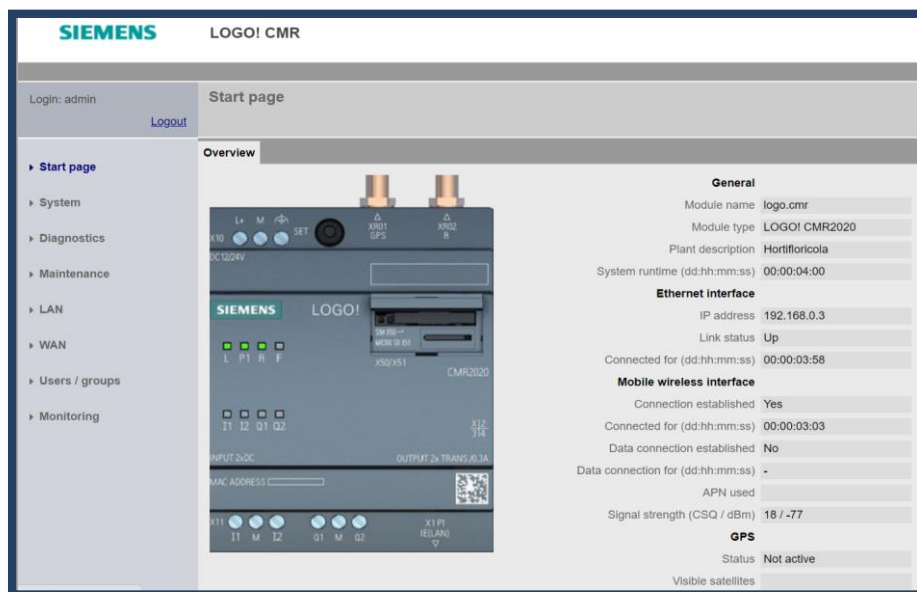


Figura 4.21 Parámetros Iniciales de la interfaz web.
Fuente: Autor

La Figura 4.22 muestra la ventana System en donde se puede cambiar el nombre del Logo y la descripción de la planta que en este caso es Hortiflorícola.

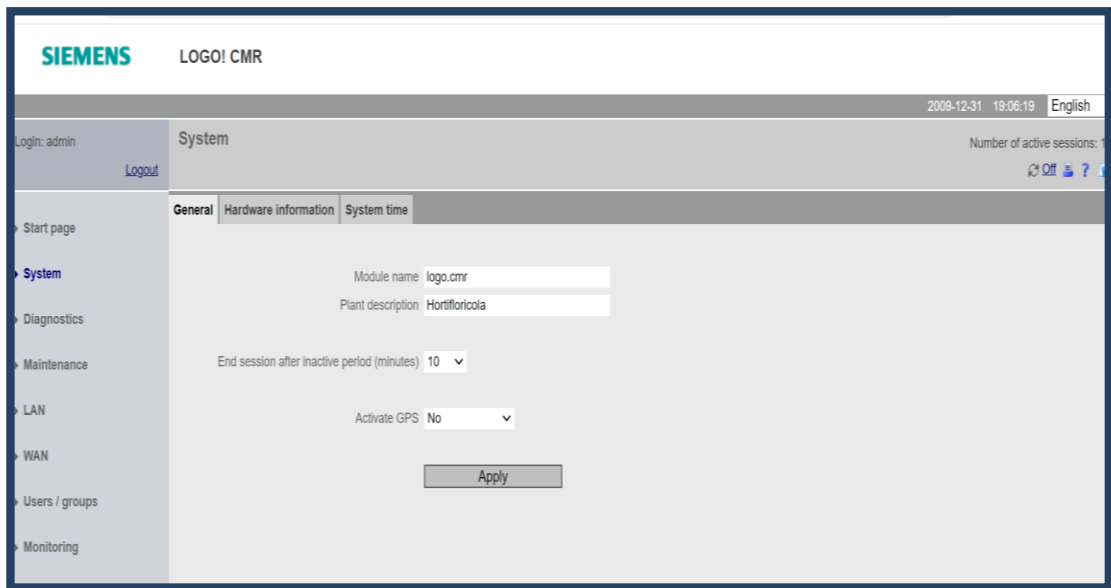


Figura 4.22 Información general.

Fuente: Autor

La pestaña diagnóstico de la Figura 4.23 contiene varios avisos de diagnóstico sobre eventos y errores internos. Comprende como máximo 200 entradas. Cuando se rebasa el número máximo, se sobrescriben las entradas más antiguas.

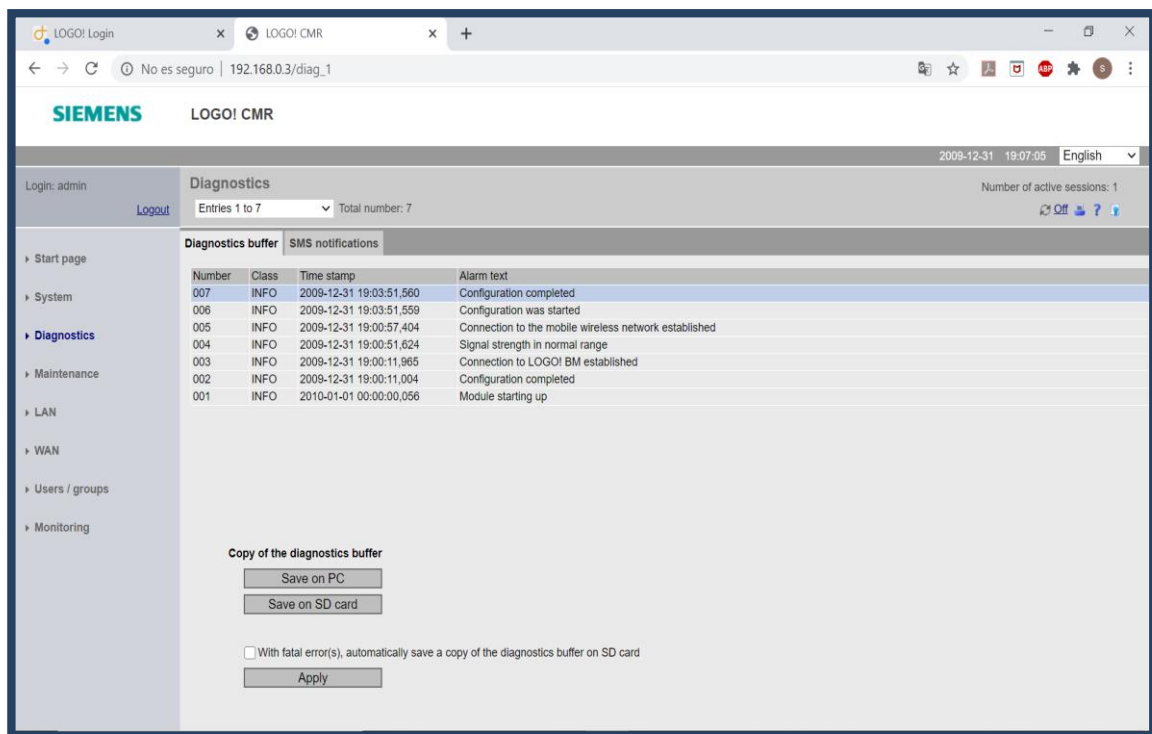


Figura 4.23 Ventana de eventos del módulo CMR2020.

Fuente: Autor

La dirección IP de módulo CMR y del PLC se puede configurar, la IP por defecto es 192.168.0.3, para el modulo y del PLC es 192.168.0.4.

Si se detecta una dirección IP duplicada, el LED de error rojo empieza a parpadear y no es posible acceder al CMR a través de la interfaz Ethernet. El resto de la funcionalidad no se ve afectado.

La Figura 4.24 muestra la ventana LAN donde se puede realizar cambios de dirección ip, además se observa la dirección MAC del equipo si está conectado y las propiedades de transmisión.

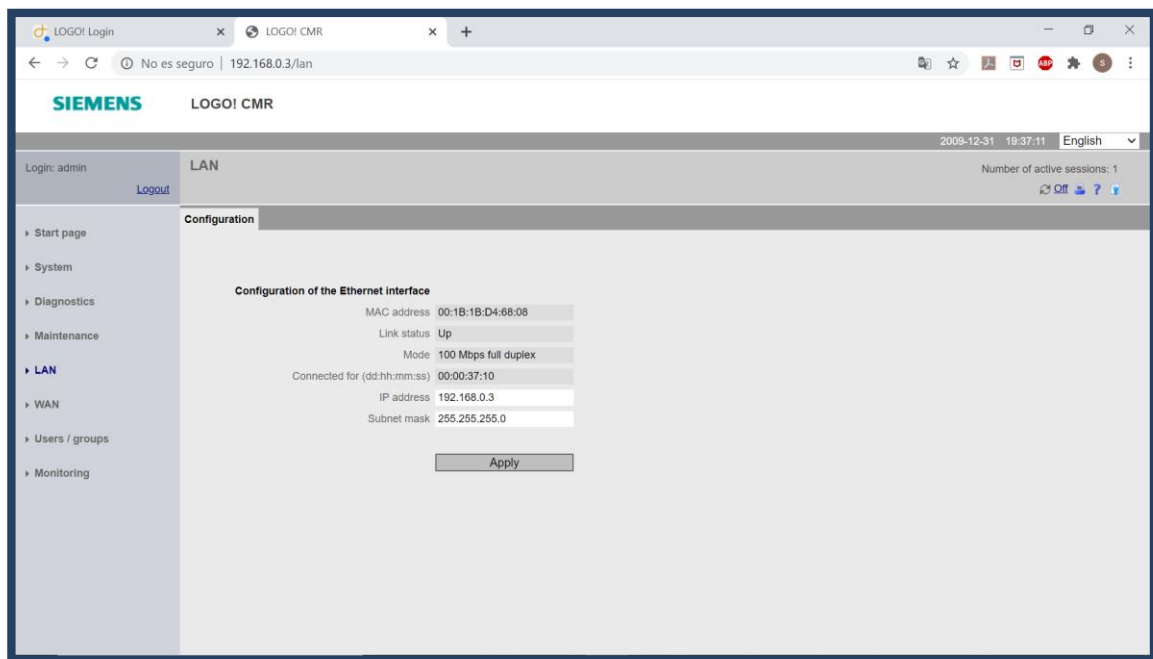


Figura 4.24 Configuración de la interfaz ethernet.

Fuente: Autor

En la Figura 4.25 se observa la ventana WAN luego SMS se escribe la contraseña en este caso será **hfsbv** que deberán tener todos los mensajes al inicio de cada texto que se va a enviar desde el celular de los usuarios hacia el dispositivo, sin esta clave cualquier mensaje enviado hacia el PLC será un código inválido.

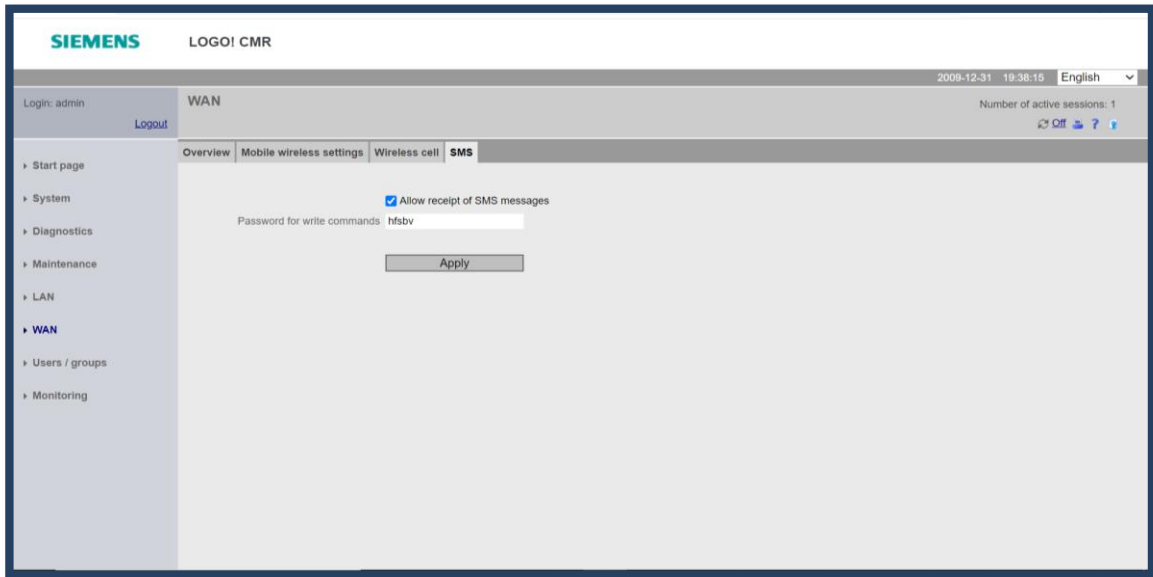


Figura 4.25 Clave para los mensajes de texto.

Fuente: Autor

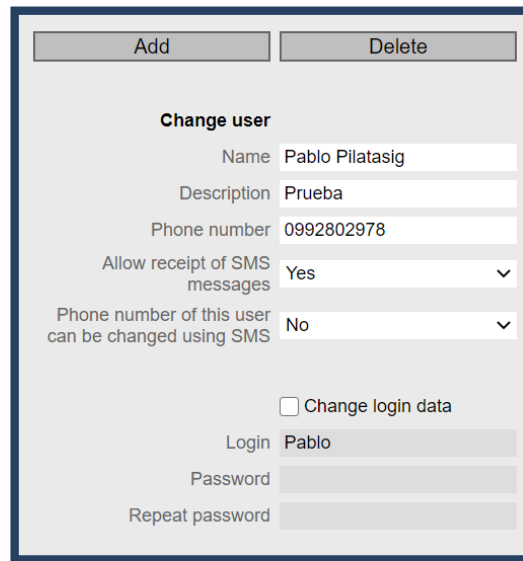
La Figura 4.26 muestra la pestaña USERS donde se añaden los usuarios y los números de teléfono a los cuales se enviarán las alertas y de los cuales se recibirán los mensajes. El módulo CMR es capaz de enviar notificaciones, clasificar mensajes, y se puede programar a los diferentes destinos que puede enviar simultáneamente a un total de 20 usuarios.

User	Recipient groups					
NOTE: Maximum number of users: 20.						
	Name	Description	Login	Phone number	Allow receipt of SMS messages	Phone number of this user can be changed using SMS
1	Pablo Pilatasig	Prueba	Pablo	0992802978	Yes	No
2	Administrator		admin		Yes	Yes
3	saul	usuario	saul	0980302487	Yes	No
4	Miguel Lasluisa	Operador	Miguel	0997565577	Yes	No

Figura 4.26 Ventana de usuarios.

Fuente: Autor

Para añadir un nuevo usuario se debe ingresar el nombre, descripción, número de teléfono, señalar si en la pestaña de permitir recibir todos los mensajes de texto, además se le pedirá una contraseña no menor a seis letras que contengan un número, una letra, un carácter especial y una letra mayúscula, como se muestra en la Figura 4.27.



Change user

Name Pablo Pilatasig

Description Prueba

Phone number 0992802978

Allow receipt of SMS messages Yes

Phone number of this user can be changed using SMS No

Change login data

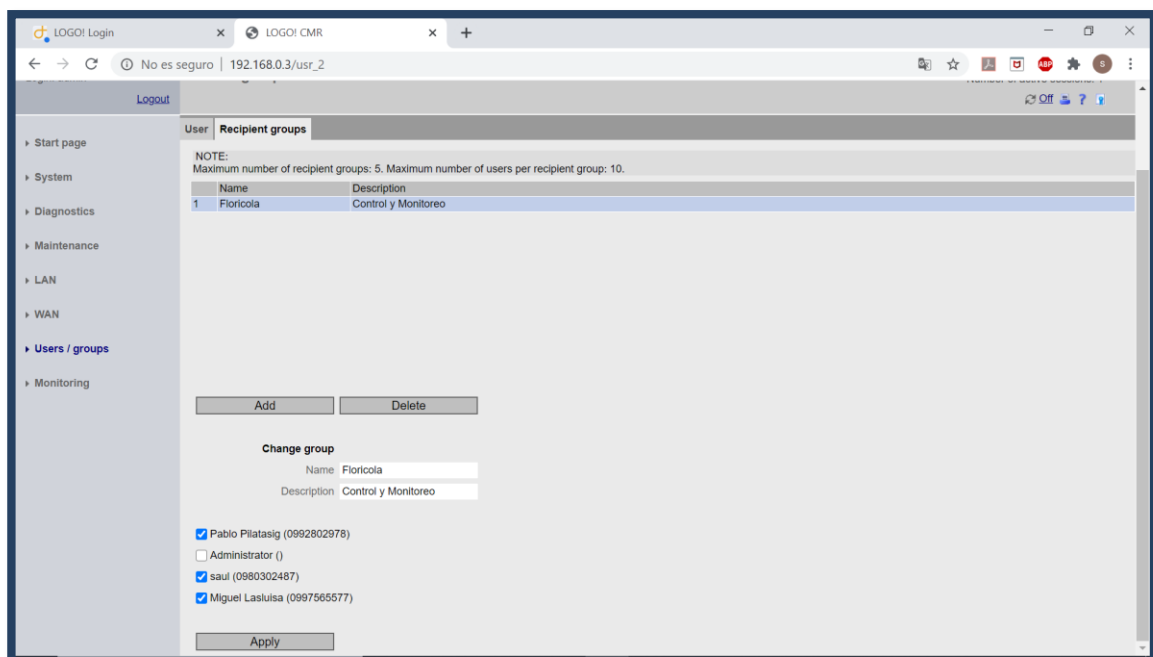
Login Pablo

Password

Repeat password

Figura 4.27 Ventana de creación de nuevo usuario.
Fuente: Autor

La Figura 4.28 muestra la pestaña grupos de destinatarios, donde se agrega el nombre de un grupo, en este caso será Florícola al cual se han añadido los usuarios que recibirán los mensajes de texto desde el PLC, a cada grupo se le puede asignar un máximo de 10 usuarios así también se puede crear un máximo de 10 grupos en este caso se creó el grupo **florícola** en el cual participan 3 usuarios, esto significa que los 3 usuarios podrán recibir y enviar mensajes.



Logout

Start page

System

Diagnostics

Maintenance

LAN

WAN

Users / groups

Monitoring

User Recipient groups

NOTE:
Maximum number of recipient groups: 5. Maximum number of users per recipient group: 10.

User	Name	Description
1	Florícola	Control y Monitoreo

Add Delete

Change group

Name Florícola

Description Control y Monitoreo

Pablo Pilatasig (0992802978)

Administrator ()

sauli (0980302487)

Miguel Laskuisa (0997565577)

Apply

Figura 4.28 Ventana de grupo de destinatarios.
Fuente: Autor

En la ventana "Overview" se muestran todas las señales configuradas con su estado actual. En el estado de suministro, las entradas y salidas del CMR ya están creadas como señales. Las señales que provienen del LOGO BM se muestran en rojo cuando no hay conexión entre el CMR y el BM.

La Figura 4.29 muestra la configuración de las entradas y salidas conjuntamente con las variables internas que se programaron tanto en el Logo como en el módulo CMR.

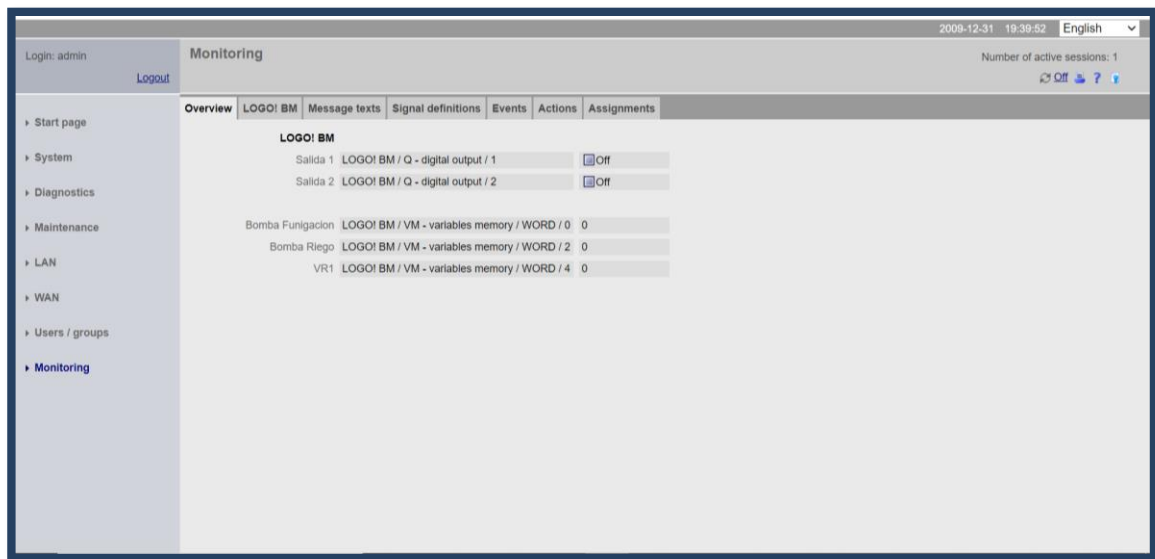


Figura 4.29 Ventana de monitoreo.

Fuente: Autor

La Figura 4.30 muestra donde configurar para la conexión entre el CMR y el BM si se ha activado la opción "Active". Si la opción está desactivada, no se establece conexión alguna con el BM.

- Introduzca la dirección IP del BM.
- Compruebe que la dirección IP introducida sea accesible para el CMR.
- Query interval for process image: Define los intervalos de tiempo en los que el CMR debe leer la memoria imagen de proceso del BM.

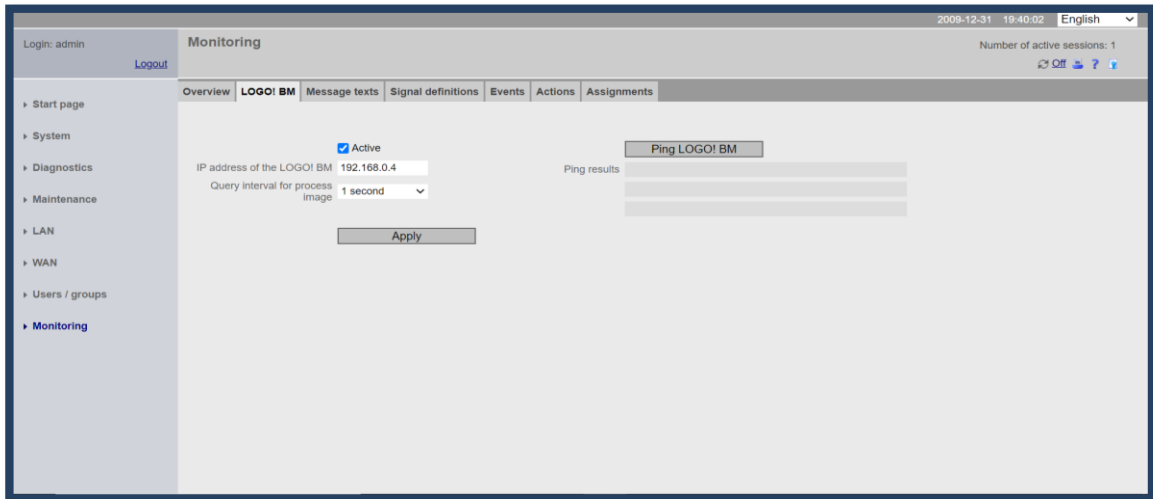


Figura 4.30 Monitoreo del PLC.
Fuente: Autor

Deben crearse textos que se enviarán por SMS. Los textos del mensaje reciben nombres simbólicos.

La Figura 4.31 muestra la ventana donde se configuran los mensajes de texto y se asignan instrucciones a los mensajes. El envío de estos textos a un destinatario o a un grupo destinatario se configura como acción en la ficha "Actions". Esta acción se asigna a un evento en la ficha "Assignments". Para el control del sistema de riego se programó dos mensajes de texto bomba de riego encendida y bomba de riego apagada.

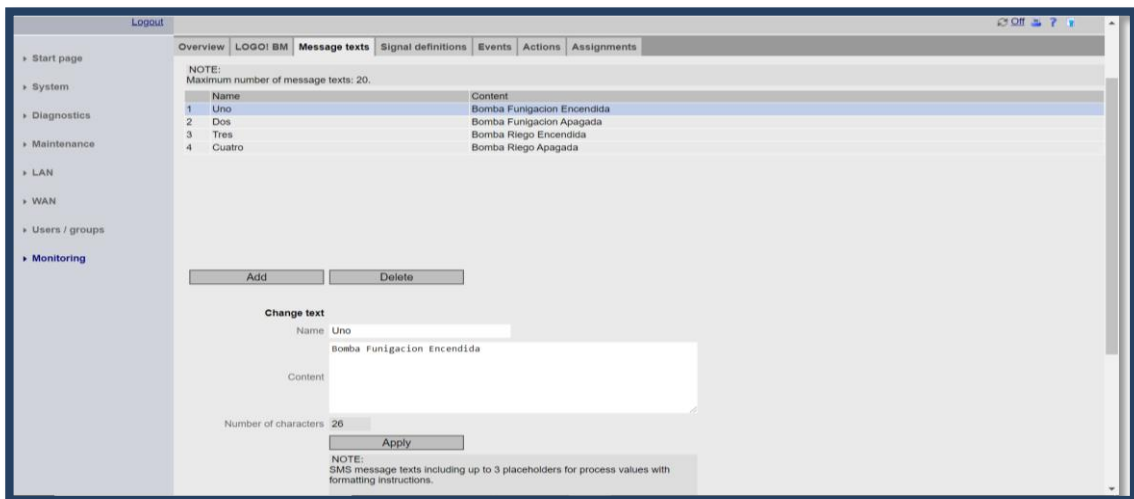


Figura 4.31 Monitoreo de los mensajes de texto.
Fuente: Autor

La Figura 4.32 muestra la ventana donde se configura el nombre del mensaje y el contenido que se enviara el cual puede tener hasta 160 caracteres, si se excede este número de caracteres se enviara otro mensaje con los caracteres sobrantes.

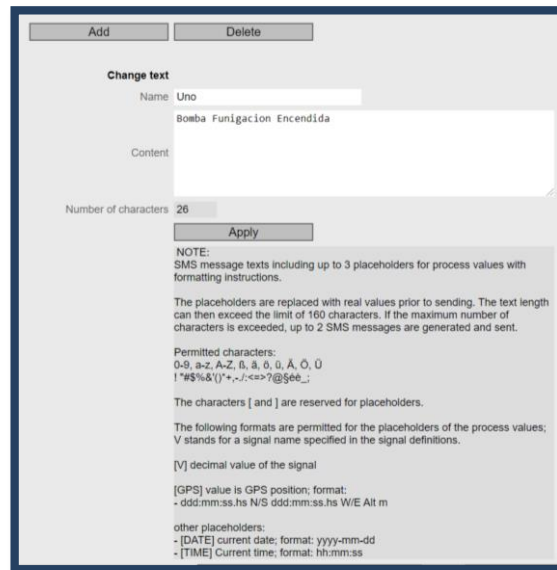


Figura 4. 32 Ventana para asignar instrucciones a los mensajes
Fuente: Autor

La Figura 4.33 muestra la ventana donde se configuran las señales para controlar el PLC o el CMR. Todas las señales pueden recibir nombres simbólicos, por ello se muestra Bomba de riego, salida1, salida2.

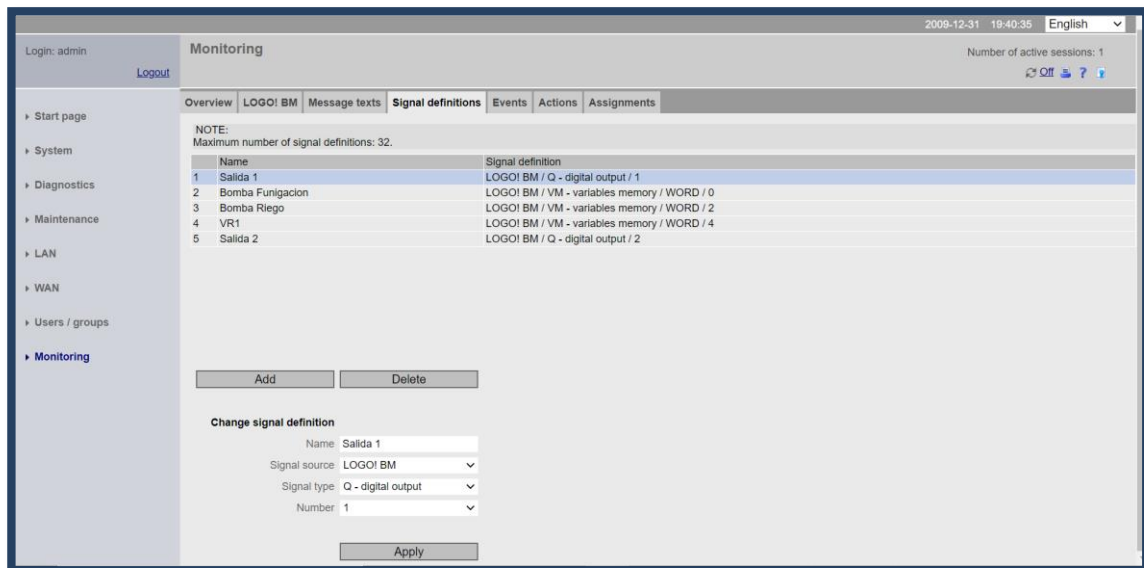


Figura 4.33 Configuración de la definición de cada señal.
Fuente: Autor

La Figura 4.34 muestra la pestaña eventos donde se configuran las acciones que se controlan desde el celular del usuario, por ejemplo, BR_ONN hará que la salida 2 cambie a un estado 1 refiriéndose a estar encendido y BR_OFF cambia la salida 2 a

un estado 0 que se relaciona a estar apagado.

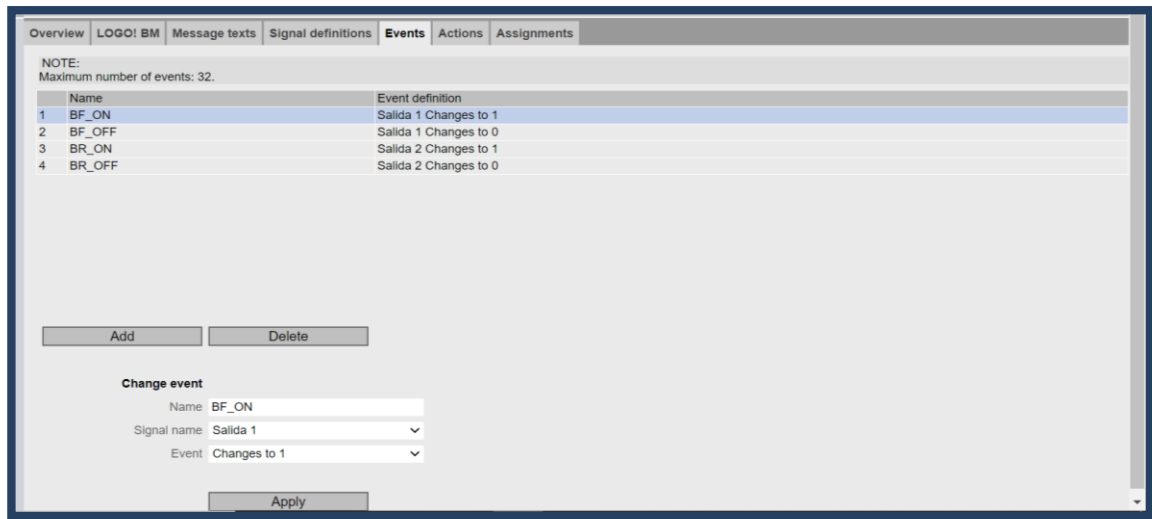


Figura 4.34 Ventana de configuración de eventos.

Fuente: Autor

Se programan las acciones independientemente de cualquier evento como se muestra en la Figura 4.35, en el mensaje1 enviara el mensaje uno a todas las personas del grupo Florícola.

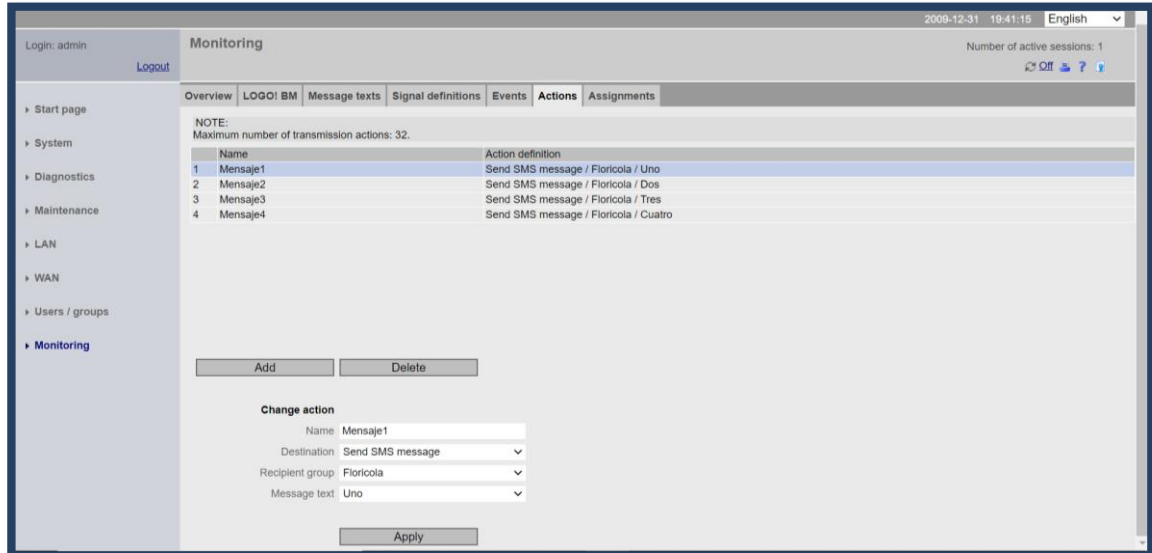


Figura 4.35 Programación de los mensajes.

Fuente: Autor

Deben asignarse acciones concretas a los eventos configurados como se muestra en la Figura 4.36, los SMS a un grupo destinatario concreto cuando cambia una salida del BM. En la parte inferior de la página, en "If:" y "Then:", se muestra la acción que debe ejecutarse una vez que se haya configurado los demás datos.

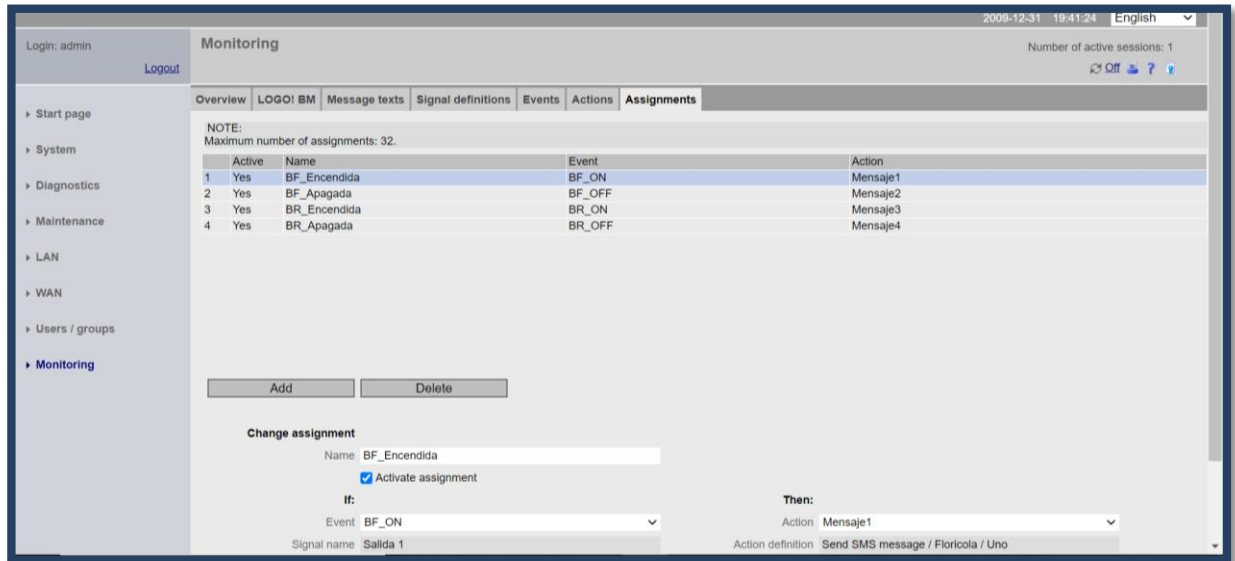


Figura 4.36 Configuración de asignaciones.

Fuente: Autor

4.2 Programación del PLC Logo.

La programación del PLC se lo realizó en el software LogoSoft8.2 que se observa en la Figura 4.37, el cual muestra un contacto PE que vendría a ser el paro de emergencia a la entrada de I2 del PLC este va a ser un contacto normalmente abierto mientras que en el hardware se colocó un contacto normalmente cerrado, dejando así circular la corriente hacia la bobina del relé y posteriormente activar la bobina.

La condición para encender la electroválvula número 1 y bomba de agua es comparar las marcas que envía el módulo CMR >2 y < 1 esta comparación permite activar y desactivar de acuerdo a los mensajes enviados. El umbral que se programo es de 1 y 2, cuando es mayor a 2 los números 3, 4 o cualquier número que se envíe en nuestro caso será el número 3 el cual active la bomba de riego junto con la electroválvula #1, y cuando el módulo CMR envíe valores menores a 1 se apague la bomba de agua con las electroválvulas que estén activas.

Para el encendido de la electroválvula #2 se podrá activar una vez que primero se haya activado la bomba con la electroválvula #1, esta lógica se lo realiza de acuerdo a las especificaciones del propietario del invernadero, debido a que necesita tener todo el caudal de agua en una de las tuberías y no se podrá tener las dos válvulas abiertas al mismo tiempo.

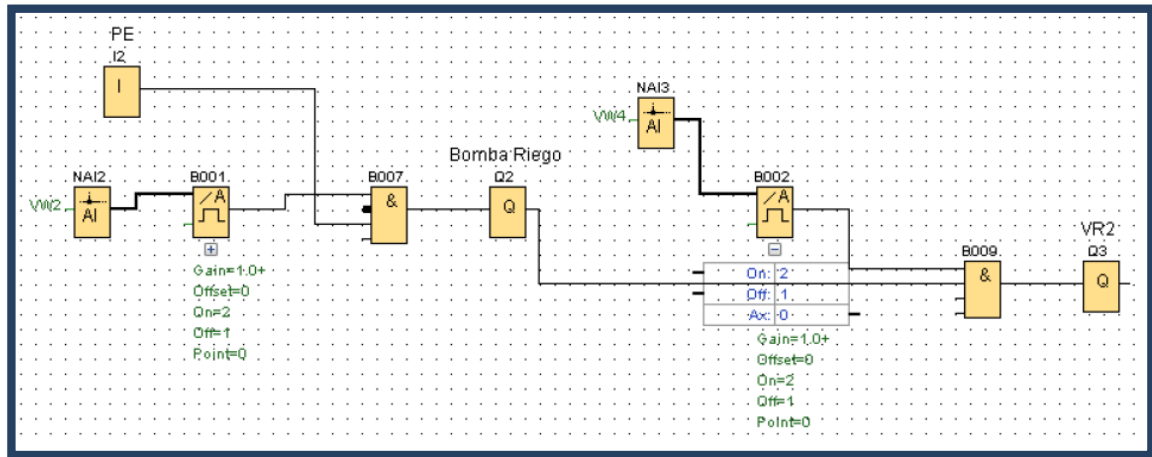


Figura 4.37 Lógica de programación en el software Logo Soft 8.2.

Fuente: Autor

4.3 Pruebas de funcionamiento.

Los niveles de pH descendieron a valores de 6 a 7 gracias a la recirculación del agua, lo que significa que los valores actuales se acercan a un pH neutro, gracias a esto se tiene agua de calidad para los cultivos. En la Figura 4.38 se puede observar la cinta que se utilizó, junto a la escala de pH-Fix después de poner en práctica la recirculación del agua y se observa que los colores de la cinta se asemejan a los niveles de pH número 7, es decir a niveles de pH neutro.



Figura 4. 38 Cinta de pH.

Fuente: Autor

Al momento de probar el funcionamiento de los equipos se notó el bajo nivel de recepción que tenía la antena GSM dentro de la caseta, donde se encontraba el tablero de

control, es por eso que se enciende el LED de color naranja, como se muestra en la Figura 4.39.



Figura 4.39 LED de nivel de señal color naranja.

Fuente: Autor

La baja recepción de señal de la operadora movistar se solucionó al sacar la antena GSM y ubicarla en un poste de madera, a 4 metros fuera de la caseta, se observa en la Figura 4.40 el cambio de color del indicador Led.



Figura 4.40 LED de nivel de señal en color verde.

Fuente: Autor

Para comprobar el nivel de señal se envió el comando “**DIAG?**” Desde el celular hacia el módulo CMR200, y se obtuvo el mensaje que se muestra en la Figura 4.41, donde se observa que la señal es buena.

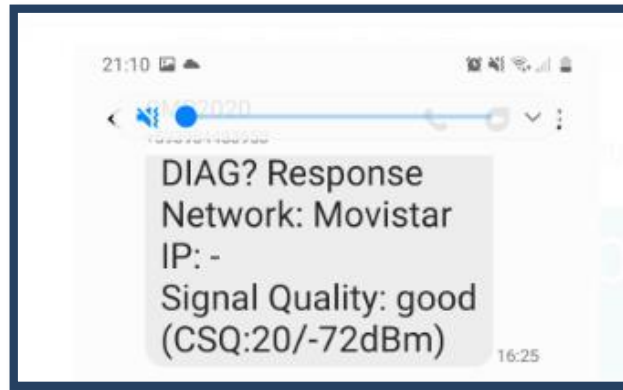


Figura 4.41 Mensaje de confirmación de señal.

Fuente: Autor

Una vez comprobado el nivel de señal se procede a activar la bomba de riego junto con la primera electroválvula. Para esto se escribe primero el clave seguido de punto y coma (hfsbv;), luego en mayúsculas la palabra (LOGO=VM2,3,WORD), en donde VM es una variable de tipo bit y el número se refiere a la salida Q2 del PLC, el número 3 es el número que se programó para que el PLC encienda la bomba con la electroválvula #1 y la palabra WORD se refiere al valor del tipo de dato, tal como se muestra en la Figura 4.42.

Luego el sistema responde con el mismo mensaje seguido de la palabra OK para confirmar que recibió el mensaje y la bomba está encendida, adicional está programado para que envíe un mensaje más claro al usuario como es Bomba Riego Encendida.

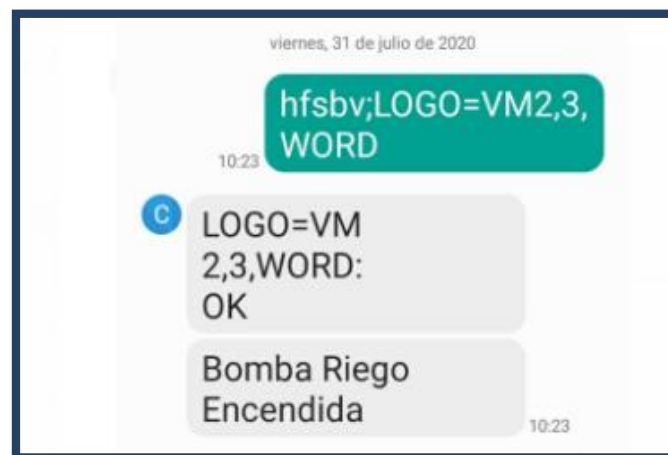


Figura 4. 42 Mensaje de Bomba de riego encendida

Fuente: Autor

Para desactivar la bomba de riego junto con la electroválvula que se encuentre activa. Se debe escribir primero la clave seguido de punto y coma (hfsbv;), luego en mayúsculas la palabra (LOGO=VM2,0,WORD), como se muestra en la siguiente Figura, en donde VM es una variable de tipo bit y el número se refiere a la salida Q2 del PLC, el número 0 es el número que se programó para que el PLC apague la bomba con la electroválvula

#1 y la palabra WORD se refiere al valor del tipo de dato, tal como se observa en la Figura 4.43.

El sistema responde con el mismo mensaje seguido de la palabra OK para confirmar que recibió el mensaje y la bomba está encendida, adicional está programado para que envíe un mensaje claro al usuario de bomba de riego apagada.

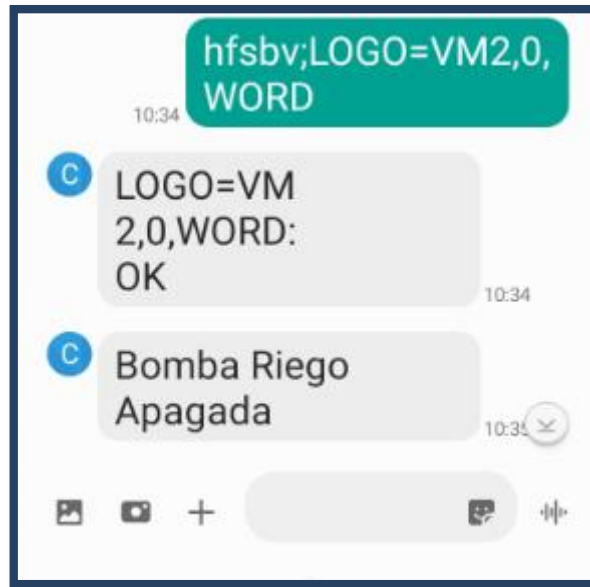


Figura 4.43 Mensaje de bomba de riego apagada.
Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación realizada y el sistema desarrollado en la presente investigación, se permite proponer las conclusiones que se presentan a continuación, mismas que se abordaron a partir de la concepción otorgada por los objetivos previamente establecidas.

- En primera instancia, se realizó un análisis del nivel del pH del agua que se encontraba en los pozos de donde se obtenía este recurso para el riego de los cultivos, obteniendo un resultado de entre 8.6 a 8.8 según la escala de pH-fix; luego de atravesar el proceso recirculación del presente proyecto, se evidenció un valor de 6 a 7 puntos, lo que indica que el valor descendió hacia una tendencia de pH más neutro, y esto se dio, gracias a la circulación del agua, que permitió la presente investigación, impactando de manera positiva, en la labor de los trabajadores de esta empresa.
- Se diseñó la lógica de programación en el software Soft Comfort V8.2 utilizando el lenguaje de programación booleano y el circuito de control en el software CADe SIMU V3.0. El sistema utiliza la tecnología GSM para, a través de mensaje de texto, entrar en funcionamiento. Adicionalmente se realizó un tendido de cable en su mayoría #12 que permita el correcto funcionamiento del sistema y se protegió de factores externos que pudieran afectar el cableado, soldándose en las dos puntas para mayor seguridad.
- Se implementó el sistema eléctrico, así también el sistema de control con el PLC de marca Siemens, modelo LogoV8, el cual controla las electroválvulas y la bomba de agua, que a su vez se conecta mediante Ethernet al módulo CMR2020 y este establece una conexión con la red de telefonía móvil. El panel de control muestra luces de color rojo o verde que permiten conocer el estado de funcionamiento del sistema, donde el rojo significa que está conectado y el verde para confirmar el estado activo del mismo; por otra parte, este panel cuenta con un botón para detener el sistema en caso de alguna novedad.

- En las pruebas realizadas, se pudo observar que el lugar inicial donde se había ubicado el módulo GSM de la operadora movistar, no se encontraba funcionando bien, sin embargo, luego de utilizar un soporte de madera, la señal fue óptima, ya que se realizaron las pruebas pertinentes con los mensajes de texto, en donde se recibió la confirmación del sistema en cuanto la bomba del sistema de riego se activaba o desactivada, de acuerdo a los comandos utilizados, los cuales fueron programados previamente. Finalmente, se comprobó que el sistema funcionara correctamente con mensajes enviados desde diferentes operadoras y provincias del Ecuador.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos que se establecieron previo al desarrollo de la presente investigación, se pudo validar los resultados obtenidos a través del correcto funcionamiento del sistema de riego para la Hortiflorícola Los Ángeles Roses, es por este motivo que se permiten presentar las siguientes recomendaciones que sirvan como guía para futuras investigaciones ya sea de la facultad de la Universidad Israel

- En el momento de desarrollar algún sistema que implique la utilización de recursos naturales para la producción de alimentos, es necesario realizar pruebas de los mismos, evitando que algún cambio en el estado químico de los elementos pueda afectar negativamente en el proceso de producción. Es por esto que en la presente investigación se desarrolló estudios del pH, antes y después del funcionamiento del sistema.
- Para garantizar el buen funcionamiento de los equipos es importante realizar un mantenimiento preventivo periódico, además de tener en cuenta las condiciones climáticas del sector en donde opere cualquier tipo de sistema, para prevenir los riesgos que lo puedan afectar, sobre todo en tema de riesgo eléctrico o de otro tipo, que evite la operación correcta del mismo.
- Se debe procurar que la antena GSM tenga suficiente cable para tener movilidad alrededor del módulo GSM y obtener una buena calidad de la señal con niveles de cobertura ≥ -85 dBm; además se recomienda que el mismo se ubique en un soporte de madera para garantizar la óptima cobertura y en caso de tener inconvenientes con la conexión, realizar pruebas desde diferentes ubicaciones para conseguir el correcto funcionamiento del sistema.
- Para futuras investigaciones e implementaciones de sistemas desarrolladas en la Universidad Tecnológica Israel, se recomienda continuar con las pruebas de funcionamiento de los mismos, pues esto permitirá tomar acciones pertinentes que garanticen resultados exitosos en la presente línea de investigación, demostrando de esta forma, la alta calidad y óptimo desarrollo del proceso de Enseñanza-aprendizaje de la carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calle Zambrano, F. A. (2016). AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA DE RIEGO CON MONITOREO LOCAL USANDO UNA TOUCH Y CONTROL REMOTO INALAMBRICO VIA GSM (ARDUINO OPEN SOURCE) PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO AGRÍCOLA EN ASOFRUT DE LA CIUDAD DE AMBATO. Riobamba.
- Chávez Ramírez, L., García Barrera, V. H., & Ortíz Ramirez, E. V. (2011). AUTOMATIZACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO DE UN INVERNADERO DE JITOMATE UBICADO EN SAN FRANCISCO LACHIGOLO, TLACOLULA DE MATAMORROS, OAXACA. Mexico.
- claro. (29 de Julio de 2020). www.claro.com.ec. Obtenido de www.claro.com.ec: <http://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/>
- CNT. (07 de JULIO de 2020). [appgeoportal](http://appgeoportal.gob.ec). Obtenido de [appgeoportal](http://appgeoportal.gob.ec): <https://gis.cnt.gob.ec/appgeoportal>
- EEYMUC. (28 de Agosto de 2016). <https://www.ivoox.com/>. Obtenido de <https://www.ivoox.com/>: https://www.ivoox.com/7-estructura-interna-plc-aeeymuc-audios-mp3_rf_12693380_1.html
- INFAIMON S.L. (14 de Febrero de 2018). <https://blog.infaimon.com/>. Obtenido de <https://blog.infaimon.com/>: <https://blog.infaimon.com/programmable-logic-controller-memoria-programable/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Nacional%20de,de%20funciones%20espec%C3%ADficas%20como%20ser%3A>
- Interempresas. (2017). www.interempresas.net. Obtenido de www.interempresas.net: <http://www.interempresas.net/Robotica/FeriaVirtual/Producto-Controladores-logicos-inteligentes-Siemens-LOGO-8-129784.html>
- movistar. (29 de Julio de 2020). www.movistar.com.ec. Obtenido de www.movistar.com.ec: <https://www.movistar.com.ec/productos-y-servicios/cobertura>
- Muñoz, L. (2013). Evolución de la Red de Transmisión de Acceso Móvil desde TDM a All-IP. Evolución de la red de transmisión de acceso móvil desde TDM a ALL-IP. Univesitat Politècnica de Valencia - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Valencia.
- Pham, D. (28 de 01 de 2017). www.wolfautomation.com. Obtenido de www.wolfautomation.com: <https://www.wolfautomation.com/media/pdf/smartrelay/idec/idec-flonef-competitorcomparison.pdf>
- Pilataxi Carlos. (2016). www.ecuadorencifras.gob.ec. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web>

inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/informe_ejecutivo_ESPAC_2016.pdf

Rodríguez Galbarro, H. (Junio de 2020). ingemecanica.com. Obtenido de ingemecanica.com: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>

SENATEL. (Noviembre de 2014). <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/INSTRUCTIVO-ACTUALIZADO-PARAMETROS-QoS.pdf>. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/INSTRUCTIVO-ACTUALIZADO-PARAMETROS-QoS.pdf>

siemens. (06 de Abril de 2014). www.infopl.net. Obtenido de www.infopl.net: <https://www.infopl.net/noticias/item/101826-logo-cmr2020-control-remoto-monitorizacion-sms>

Siemens. (2018). rs-online. Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/modulos-logicos/1653227/>

SIEMENS. (31 de Julio de 2020). SIEMENSLOGO.com. Obtenido de SIEMENSLOGO.com: https://siemenslogo.com/module/ph_simpleblog/module-ph_simpleblog-single?sb_category=general&rewrite=logo-8-y-nuevo-logo-soft-comfort-v8

TeleSemana. (29 de JULIO de 2020). Telesemana.com. Obtenido de Telesemana.com: <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/ecuador/>

UNIVERSIDAD DON BOSCO . (16 de Junio de 2018). NANOPDF.COM. Obtenido de NANOPDF.COM: https://nanopdf.com/download/tema-el-plc-logo_pdf

Velasco, N. (2005). Sistema embebido para la conexión de un PLC SIEMENS S7-200 A LA RED GSM. Universidad de Sevilla, Sevilla. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F0+portada+e+%C3%ADndices.pdf+>

www.hortalizas.com. (22 de Julio de 2019). PortalFruticola.com. Obtenido de PortalFruticola.com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/07/22/por-que-elegir-el-riego-por-goteo-sobre-otras-tecnicas-de-irrigacion/>

ANEXOS

- MANUAL DE SOPORTE TÉCNICO DEL PLC LOGO.
- MANUAL DE SOPORTE TECNICO DEL MODULO CMR2020.
- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.
- PLANOS ELECTRICOS.
- PLANO DE TUBERIAS.
- ACTA DE ENTREGA Y RECEPCION



MANUAL DE SOPORTE TÉCNICO DE LOS EQUIPOS

Objetivo general

Especificar la información técnica de los equipos que conforman el sistema de riego automatizado

Objetivos específicos

- Descripción técnica de los equipos que conforman la automatización del sistema de riego.
- Ofrecer la información necesaria para realizar el mantenimiento del sistema de riego.

INTRODUCCIÓN

Este manual explica de forma elemental la conexión eléctrica de los equipos, así como las características técnicas que son necesarias para poder dar mantenimiento del sistema de riego y soporte técnico de los equipos. Está enfocado para la persona o personas encargadas del funcionamiento del sistema, que puedan instruirse y puedan operar el sistema sin conflictos, además de poder realizar un mantenimiento preventivo de los equipos y correctivo de ser necesario.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PLC

Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
24 V AC	NO
Hora	
Programadores horarios.	
Cantidad	8
Reserva de marcha	80 h
Entradas digitales	
Cantidad/entradas binarias	8
Salidas digitales	
Número/salidas binarias	4; Relé
Funcionalidad/resistencia a cortocircuitos	No; requiere protección externa
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
con carga inductiva, máx.	3 A

Poder de corte/contactos/con carga resistiva/máximo	10 A
CEM	
Emisión de radio interferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	Sí
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	0 °C
máx.	55 °C
Dimensiones	
Anchura	72 mm
Altura	90 mm
Profundidad	55 mm

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL MODULO CMR2020.

en la interfaz 1	100 Mbit/s
con transferencia GPRS	con Downlink / máx. 80 kbit/s con Uplink / máx. 40 kbit/s
Interfaces	
Número de interfaces / según Industrial Ethernet	1
en la interfaz 1 / según Industrial Ethernet	1
para antenas externas	2
para alimentación	1
Número de slots	
para tarjetas SIM	1
para tarjetas de memoria	1
Tipo de conexión eléctrica	
en la interfaz 1 / según Industrial Ethernet	Puerto RJ45

para antenas externas	Conector hembra SMA (50 Ohm)
para alimentación	Regleta de bornes de 3 polos
Tipo de antena	
en conexión 1 / conectable	Antena GPS
en la conexión 2 / conectable	Antena de telefonía móvil (GPRS/GSM)
Longitud del cable / del cable de antena / máx	15 m
Tipo de slot	
de la tarjeta SIM	Estándar
de la tarjeta de memoria	microSD
Capacidad de memoria / de la tarjeta de memoria / máx.	32 Gíbyte
Clase de prestaciones de la tarjeta de memoria / mínima necesaria	Clase 6
Tipo de sistema de archivos / de la tarjeta de memoria	FAT32
Entradas / salidas	
Número de conexiones eléctricas / para señales digitales de entrada	2

Tipo de conexión eléctrica / para señales digitales de entrada	Bloque de bornes de 3 polos
Tensión de entrada / en entrada digital	
con señal <0> / con DC	0 ... 5 V
con señal <1> / con DC	8,5 ... 24 V
Corriente de entrada / en entrada digital / con señal <1> / máx.	5,5 mA
Número de conexiones eléctricas / para señales digitales de salida	2
Tipo de conexión eléctrica / para señales digitales de salida	Bloque de bornes de 3 polos
Tipo de salidas digitales	Transistor, sin aislamiento galvánico
Tensión de salida / en salida digital	
para señal <1>	12 ... 24 V
para la señal <0>	0 ... 5 V
Intensidad de salida / en salida digital / con señal <1> / máx	0,3 A

Tecnología inalámbrica	
Tipo de conductor de fibra óptica	
soportado / SMS	SI
soportado / GPRS	SI
Observación	GPRS (Multislot Class 10, Mobile Station Class B)
Tipo de la red de radiotelefonía / soportado	
GSM	SI
UMTS	NO
LTE	NO
Frecuencia de empleo	
con transferencia por GSM / 850 MHz	SI
con transferencia por GSM / 900 MHz	SI
con transferencia por GSM / 1800 MHz	SI
con transferencia por GSM / 1900 MHz	SI
con transferencia UMTS / 850 MHz	NO
con transferencia UMTS / 900 MHz	NO
con transferencia UMTS / 2100 MHz	NO
con transferencia LTE / 800 MHz	NO
con transferencia LTE / 1800 MHz	NO

con transferencia LTE / 2600 MHz	NO
Tensión de alimentación, consumo, pérdidas	
Tipo de corriente / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación / externa	12 ... 24 V
Tensión de alimentación / externa / con DC	12 ... 24 V
Tensión de alimentación / para antena GPS / máx.	3,8 V; a 5 mA: 3,575 V / a 10 mA: 3,35 V / a 15 mA: 3,125 V
tolerancia positiva relativa / con DC / con 24 V	20 %
tolerancia negativa relativa / con DC / con 12 V	10 %
Corriente consumida	
de la tensión de alimentación externa / con DC / con 12 V / máx.	0,25 A
de la tensión de alimentación externa / con DC / con 24 V / máx.	0,125 A
Intensidad de salida / para antena GPS / máx.	15 mA
Pérdidas [W]	3 W
Datos de prestaciones	

Número de conexiones posibles / con el módulo lógico LOGO!	1
Número de usuarios/números de teléfono/direcciones de correo electrónico / definible / máx.	20
Número de grupos de usuarios / definible / máx.	10
Número de señales / para vigilancia o control de equipos / definible / máx.	32
Número de eventos / para vigilancia / definible / máx.	32
Número de acciones / definible / máx.	32
Número de asignaciones / definible / máx.	32
Número de comandos SMS alias / definible / máx.	20
Número de constantes / definible / máx.	32
Condiciones ambientales admisibles	
durante el funcionamiento	-20 ... +70 °C
durante el almacenamiento	-40 ... +85 °C
durante el transporte	-40 ... +85 °C

humedad relativa del aire / con 25 °C / sin condensación / durante el funcionamiento / máx.	95 %
Grado de protección IP	IP20

CONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS.

En la siguiente imagen se puede observar un disyuntor de 2 amperios que energiza la fuente del LOGO.

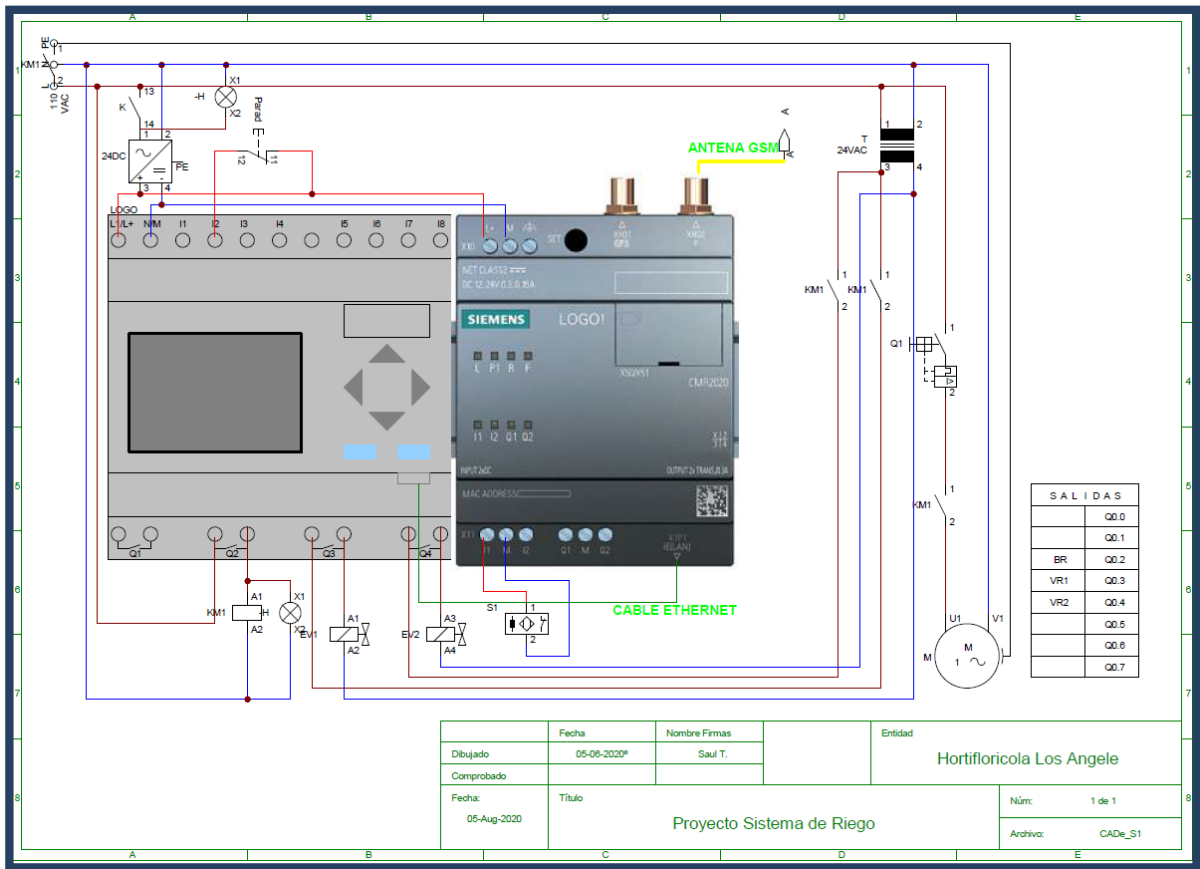
El PLC funciona con un voltaje de 24 VDC, este voltaje sale de los terminales positivo (+) y negativo (-) de la fuente.

El terminal positivo de la fuente se conecta en el terminal **L+** del PLC y el terminal negativo de la fuente en el terminal **M** del PLC, la misma lógica se aplica para energizar el módulo CMR2020.



El control de la bomba del sistema de riego se lo realiza desde la salida **Q2** del PLC, la salida Q2 energiza la bobina del **relé #1** y este a su vez activa la bomba de agua y la electroválvula #1. La segunda electroválvula se activará solo una vez que se haya activado la primera electroválvula.

En la siguiente imagen se muestra la representación gráfica del circuito eléctrico de los diferentes equipos que conforman el sistema de riego, donde se observa la conexión de los dispositivos.



ELECTROVÁLVULAS.

Las electroválvulas de 1 ½ pulgadas de material plástico de marca HUNTER, las electroválvulas, funcionan con 24 VAC, con una corriente de consumo de 25 mA.

Estas electroválvulas normalmente están cerradas hasta que se activan con el controlador lógico PLC LogoV8, en caso de existir alguna falla eléctrica, se pueden operar

de forma manual. En la siguiente Figura se muestra el sentido de giro de las electroválvulas para abrir o cerrar las electroválvulas, un giro de 90° será suficiente para abrir la electroválvula.

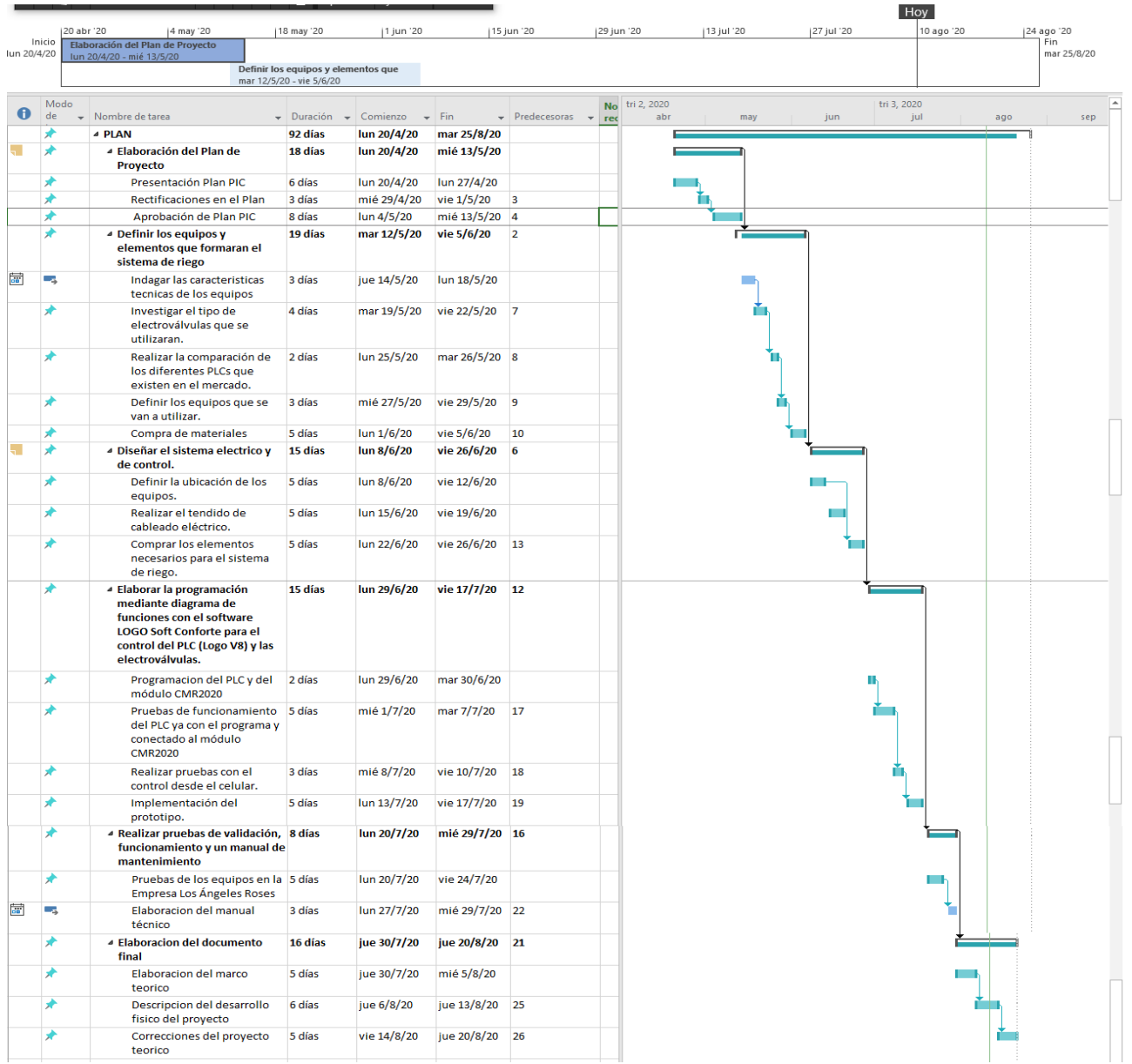


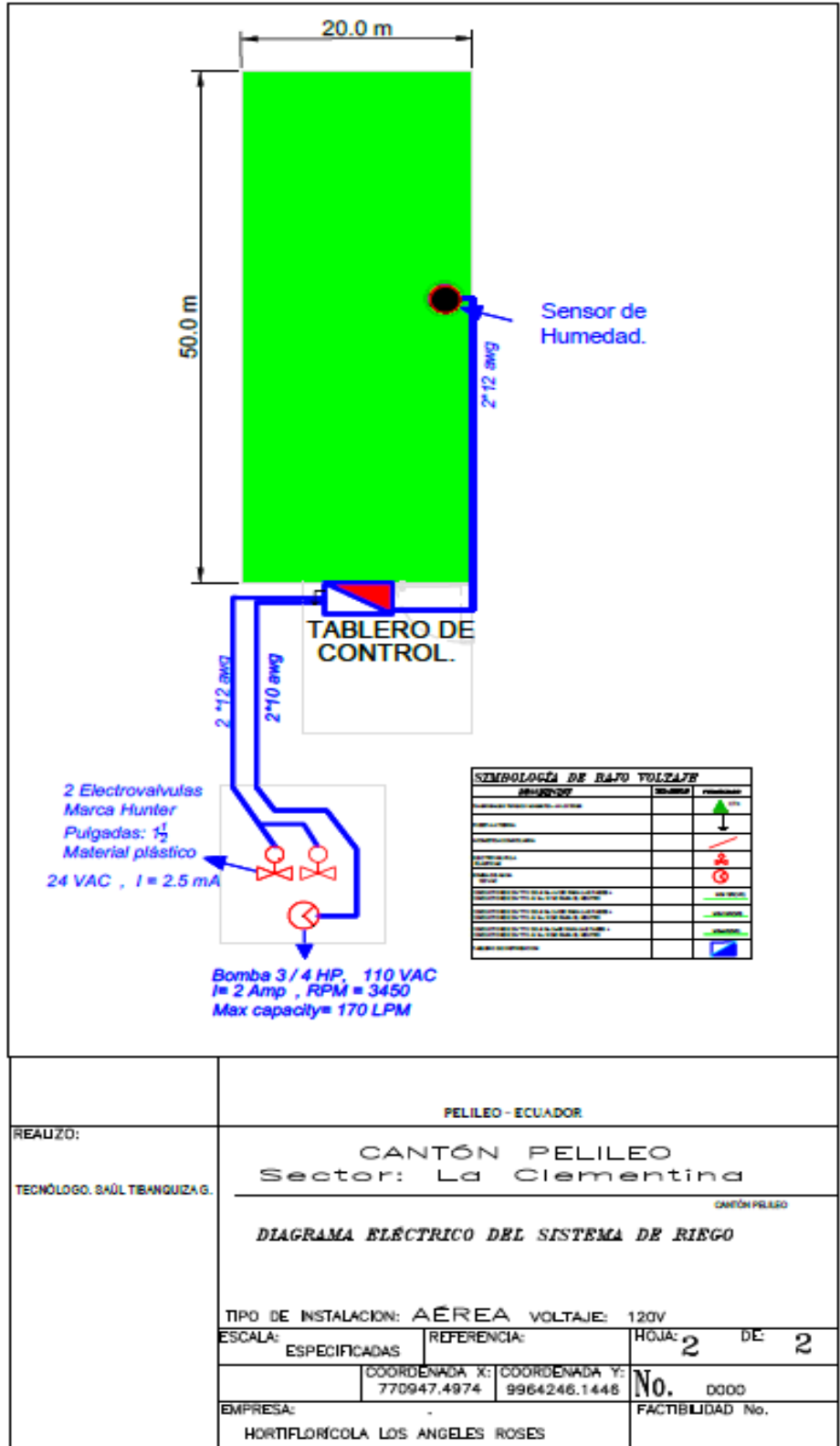
DATOS TECNICOS DE LA BOMBA DE RIEGO.

BOMBA ELECTRICA DE AGUA MARCA PAOLO	
Modelo	CP-2003
Salida	¾ HP
Voltaje	120 VAC
Frecuencia	60 Hz
Corriente	2 A
RPM	3450

Capacidad Máxima	170 LPM
Entrada y Salida	1 1/2 X 1 1/2 pulgadas

CRONOGRAMA





PELILEO - ECUADOR

REALIZÓ:
TECNÓLOGO. SAÚL TBANGUIZA G.

CANTÓN PELILEO
Sector: La Clementina

CANTÓN PELILEO

DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE RIEGO

TIPO DE INSTALACION: AÉREA VOLTAJE: 120V

ESCALA: ESPECIFICADAS REFERENCIA: HOJA: 2 DE 2

COORDENADA X: 770947.4974 COORDENADA Y: 9964246.1446

No. 0000

EMPRESA: HORTIFLORICOLA LOS ANGELES ROSES FACTIBILIDAD No.

Red de distribución hídrica.

Saúl Tibanquiza | August 18, 2020

