

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

**Diagnóstico y propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego
existente en la florícola Lotus Flowers.**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de ingeniero en Mantenimiento
Eléctrico

Autor:

Frank Ricardo Montalvo Arteaga

Director:

Ing. Claudio Bruno Otero Sierra Msc.

Ibarra - Ecuador

Febrero, 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento al Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100368837-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Montalvo Arteaga Frank Ricardo		
DIRECCIÓN:	Ibarra, San Antonio – Barrio Moras		
EMAIL:	frank_ricar69@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO	062518303	TELÉFONO MOVIL:	0969592409

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	Diagnóstico y propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers.
AUTOR (ES):	Montalvo Arteaga Frank Ricardo
FECHA: DD/MM/AAAA	18/02/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR / DIRECTOR	Msc. Claudio Otero Ing.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de febrero de 2020

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: Montalvo Arteaga Frank Ricardo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Frank Ricardo Montalvo Arteaga, con cédula de identidad No. 100368837-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículo 4, 5 y 6 en calidad de autor del trabajo de grado denominado: **“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE EN LA FLORÍCOLA LOTUS FLOWERS”**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes mencionada, aclarando que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Frank Ricardo Montalvo Arteaga

C.I. 100368837-9

Ibarra, febrero de 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Msc. Claudio Otero Ing.

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante: Montalvo Arteaga Frank Ricardo, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA TECNOLÓGICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE EN LA FLORÍCOLA LOTUS FLOWERS"**. Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico aprobando la defensa, impresión y empastado.

Msc. Claudio Otero Ing.
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado le dedico principalmente a Dios, por guiarme por buen camino, por darme la fuerza para no desmayar en los momentos difíciles, por darme la sabiduría para poder seguir adelante y permitirme llegar a concluir con éxito una etapa más en mi formación profesional.

Con mucho amor y cariño a toda mi familia, que siempre estuvieron pendientes de mí, siendo el pilar de mi vida y que han estado presentes en todo momento; a mi padre Xavier Montalvo y a mi madre Nancy Arteaga por demostrarme su amor, su apoyo incondicional, por realizar esfuerzos y sacrificios que hoy se ven reflejados en mí, permitiéndome culminar mis estudios con satisfacción; a mi hermana Samantha por ser un apoyo emocional el cual me motiva a mejorar cada día como persona.

A mi abuelita Edilva Terán quien es un ejemplo, una inspiración y la mayor motivación de mi vida, persona incansable que me ha demostrado que, a base de sacrificios y esfuerzos, todo lo que uno se proponga lo puede lograr; a mi tía María Montalvo por estar presente siempre y por aconsejarme a lo largo de toda mi vida.

A mis primos y amigos que de una u otra forma me motivaban para poder culminar esta etapa académica.

De la misma manera a la persona más especial de mi vida, mi novia Verónica, quien se ha convertido en un apoyo emocional muy grande, acompañándome en los momentos más difíciles, enseñándome a no rendirme jamás, llegando a ser la persona que me motiva a mejorar cada día.

Frank Montalvo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con la familia y amigos que me asigno, por cuidarme y acompañarme a lo largo de mi vida y guiándome por el camino del bien.

A mis padres y a toda mi familia por brindarme todo su amor y apoyo incondicional, por todos los esfuerzos realizados, convirtiéndose en mi apoyo y mi sustento, por haberme dado la educación y haberme enseñado buenos valores. A mi madre por confiar siempre en mi y apoyarme en todo lo que hago.

A mi novia por darme las fuerzas, motivarme y darme el apoyo necesario para que siga adelante a pesar de las adversidades.

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas y permitirme formarme como profesional, a todos los docentes que me brindaron todos sus conocimientos a través de todo este proceso formativo universitario.

Agradecer también a mi tutor y a mis asesores por guiarme y ser quienes permitieron que este trabajo culmine.

Frank Montalvo

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	II
2. CONSTANCIAS	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
A1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	XV
A2. OBJETIVO GENERAL	XV
A3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XV
A4. ANTECEDENTES.....	XVI
A5. JUSTIFICACIÓN.....	XVII
A6. ALCANCE.....	XVII
CAPÍTULO 1	- 1 -
MARCO TEÓRICO	- 1 -
1.1 Automatización.....	- 1 -
1.1.1 Tecnologías inmersas en la automatización	- 2 -
1.2 Sistema de riego.....	- 2 -
1.2.1 Clases de sistemas de riego	- 3 -
1.2.2 Riego por goteo	- 3 -
1.2.3 Riego por Aspersión	- 4 -
1.3 Componentes del sistema de riego.....	- 5 -
1.3.1 Partes del sistema de riego:.....	- 5 -
1.4 Bombas de riego	- 6 -
1.4.1 Tipos de Bombas de Riego	- 6 -

1.5	Control Del Sistema de Riego.....	- 7 -
1.6	Electroválvula.	- 7 -
1.7	Manómetros.....	- 8 -
1.8	Sistema de filtrado.....	- 8 -
1.8.1	Tipos de filtros.....	- 9 -
1.9	Sistema de fertirriego.	- 9 -
1.10	Inyectores.....	- 9 -
1.11	Red de distribución	- 10 -
1.12	Cabezal de Campo.....	- 11 -
1.13	Línea de goteo.....	- 11 -
1.14	Emisores de riego por goteo (Goteros).	- 11 -
1.15	Variador de Frecuencia	- 13 -
1.16	Requerimiento de cultivos.....	- 13 -
1.16.1	Temperatura en las Rosas.....	- 14 -
1.17	Niveles y escalas de la automatización en sistemas de riego.....	- 14 -
1.18	Centro de control y sistema SCADA.....	- 14 -
1.18.1	Estaciones concentradoras.	- 15 -
1.18.2	Actuadores y sensores.....	- 15 -
1.18.3	Medidores y sensores de nivel de agua.	- 16 -
1.18.4	Sensor de humedad.	- 16 -
1.18.5	Sensor de temperatura.....	- 17 -
1.18.6	Temporizador.....	- 18 -
1.19	Consideraciones básicas de la relación suelo-agua-planta.....	- 18 -
1.20	Sistema de Puesta a Tierra.....	- 19 -
1.20.1	Tipos de sistemas de puesta a tierra.....	- 19 -
1.20.2	Clasificación de los sistemas de puesta a tierra.....	- 20 -
CAPÍTULO 2	- 21 -
DESARROLLO	- 21 -
2.1	Introducción.....	- 21 -
2.2	Diagnóstico del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers.	- 21 -
2.2.1	Estudio de la situación actual Lotus Flowers	- 21 -
2.2.2	Recopilación de información	- 21 -

2.2.3 Consumo de recursos	30 -
CAPÍTULO 3	32 -
RESULTADOS	32 -
3.1. Propuesta tecnológica para la automatización de la florícola Lotus Flowers	32 -
3.1.1. Diseño del sistema	32 -
3.1.2. Esquema del diseño de tuberías modificado	32 -
3.1.3. Descripción del sistema de riego automatizado.	33 -
3.1.4. Selección de equipos	40 -
3.1.5. Software (programa)	45 -
3.1.6. Análisis de costos	46 -
CONCLUSIONES	47 -
RECOMENDACIONES	48 -
Bibliografía	49 -
ANEXOS	52 -
Anexo 1: Entrevista	52 -
Anexo 2: Dimensión de los invernaderos	55 -
Anexo 3: Sistema de ventilación	56 -
Anexo 4: Características de la electroválvula	57 -
Anexo 5a: Ubicación del sensor de humedad	59 -
Anexo 5b: Ubicación del sensor de temperatura	60 -
Anexo 6: Calibración del acondicionador	61 -
Anexo 7: Características del Módulo SIEMENS SB1231	62 -
Anexo 8: Configuración del control de los procesos de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la florícola “Lotus Flowers”	65 -
Anexo 8a) Programación Manual	65 -
Anexo 8b) Programación Automática	66 -
Anexo 9a: Gráfico de humedad (mañana)	72 -
Anexo 9b: Gráfico de la humedad (Medio día)	73 -
Anexo 9c: Gráfico de la humedad (tarde)	74 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Temperatura en las rosas</i>	- 14 -
Tabla 2: <i>Temperatura optimas en el crecimiento y floración</i>	- 14 -
Tabla 3: <i>Actuadores y sensores</i>	- 15 -
Tabla 4: <i>Especificaciones de la bomba 1</i>	- 23 -
Tabla 5: <i>Especificaciones bomba 2</i>	- 24 -
Tabla 6: <i>Especificaciones bomba 3</i>	- 25 -
Tabla 7: <i>Número de camas por bloque</i>	- 30 -
Tabla 8: <i>Consumo Hídrico</i>	- 31 -
Tabla 9: <i>Variables de humedad</i>	- 34 -
Tabla 10: <i>Variables de temperatura</i>	- 34 -
Tabla 11: <i>Características de las mangueras de goteo</i>	- 43 -
Tabla 12: <i>Costos directos</i>	- 46 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de riego automatizado.....	- 1 -
Figura 2: Sistema de riego.....	- 2 -
Figura 3: Sistema de riego por goteo.....	- 3 -
Figura 4: Riego por aspersión.....	- 4 -
Figura 5: Componentes de un sistema de riego.....	- 5 -
Figura 6: Bomba de agua.....	- 6 -
Figura 7: Diagrama universal de un automatismo.....	- 7 -
Figura 8: Electroválvulas.....	- 8 -
Figura 9: Manómetros.....	- 8 -
Figura 10: Inyector tipo Venturi.....	- 10 -
Figura 11: Red de distribución.....	- 10 -
Figura 12: Cabezal de campo con válvulas hídricas.....	- 11 -
Figura 13: Tipos de goteros.....	- 12 -
Figura 14: Sensor de nivel de líquido.....	- 16 -
Figura 15: Sensor de humedad HMT 330.....	- 17 -
Figura 16: Sensor de temperatura.....	- 17 -
Figura 17: Reservorio de Lotus Flowers.....	- 22 -
Figura 18: Bomba número 1.....	- 23 -
Figura 19: Bomba número 2.....	- 24 -
Figura 20: Bomba número 3.....	- 25 -
Figura 21; Especificaciones sensor de humedad y temperatura.....	- 26 -
Figura 22: Sensor de humedad y temperatura.....	- 26 -
Figura 23: Distribución actual de las tuberías principales.....	- 27 -
Figura 24: Tuberías del invernadero.....	- 28 -
Figura 25: Ilustración de válvulas (bloque 1).....	- 29 -
Figura 26: Consumo hídrico en litros.....	- 31 -
Figura 27: Sistema de distribución de las tuberías principales modificado.....	- 33 -
Figura 28: Diagrama de flujo Riego manual.....	- 35 -
Figura 29: Diagrama de flujo Riego.....	- 36 -
Figura 30: Diagrama de flujo del control de ventilación.....	- 37 -
Figura 31: Diagrama de flujo del sistema de riego.....	- 38 -
Figura 32: Diagrama de flujo del sistema de ventilación.....	- 39 -
Figura 33: Electroválvula.....	- 40 -
Figura 34: Sensor de humedad.....	- 41 -
Figura 35: Acondicionador de sensor de humedad.....	- 42 -
Figura 36: Flotante de agua.....	- 42 -
Figura 37: Funcionamiento del flotador.....	- 43 -
Figura 38: Sensor de temperatura.....	- 44 -
Figura 39: Módulo Siemens SB 1231.....	- 45 -

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de grado tiene como objetivo realizar un diagnóstico y una propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego existente en la florícola “Lotus Flowers” ubicada en la Esperanza en el sector de Angochagua, y poder contribuir con criterios y fundamentos técnicos que permitan el progreso de la industria, a través del estudio, análisis y la evaluación de los equipos que se encuentran instalados en la florícola.

Actualmente, la florícola realiza todos los procesos de manera manual, requiriendo de varios trabajadores para ejecutar el proceso del riego y de la ventilación, lo que en pleno siglo XXI no es muy común en las industrias de este tipo, ya que, gracias al avance tecnológico, se pueden realizar estos procesos automáticamente.

Para realizar la propuesta tecnológica se hizo un estudio previo que devino en un diagnóstico más completo, que a través de mediciones y pruebas de campo nos permitió determinar las condiciones de los equipos encargados de ejecutar el riego dentro de la florícola. A demás se detallan específicamente, equipos que intervienen en el control y la realización de los procesos. Por medio de los estudios realizados en el trabajo de grado, se proponen equipos que se ajustan a las necesidades y condiciones que la florícola requiere para llevar a cabo la automatización de los procesos de riego, tales como: PLCs, electroválvulas, sensores de nivel, sensores de humedad y temperatura; dichos sensores son muy importantes para la medición de los parámetros que se establecerán para realizar el riego y la ventilación dentro de los invernaderos de la florícola.

ABSTRACT

The development of the present work has as objective to realize a diagnosis and a technological proposal for the automation of the existing irrigation system at florícola "Lotus Flowers", located in Angochagua, Esperanza sector, and to be able to contribute with criteria and technical foundations that allow the progress of the industry, through the study, analysis and evaluation of the equipment currently installed in the florícola.

Nowadays, floriculture performs all processes manually, requiring several workers to execute the irrigation and ventilation process, which in the 21st century is not very common in such industries, since, thanks to technological progress, these processes can be done automatically.

In order to fulfill the technological proposal, a previous study was developed that resulted in a more complete diagnosis, which through measurements and field tests allowed us to determine the conditions of the teams in charge of carrying out the irrigation within the florícola. In addition, equipment involved in the control and execution of processes are specified. Through the studies done in the present work, equipment is proposed that is adapted to the needs and conditions that the florícola requires to accomplish the automation of irrigation processes, such as PLCs, solenoid valves, level sensors, humidity and temperature sensors. These sensors are very important for the measurement of the parameters to be established for the irrigation and ventilation within the greenhouses of the florícola.



INTRODUCCIÓN

A1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la crisis ambiental que se atraviesa actualmente, las empresas tienen la necesidad de optimizar el agua y la energía eléctrica, implementando nuevos sistemas de riego, encaminados al uso adecuado de los principales recursos vitales.

La empresa LOTUS FLOWERS, tiene un sistema de riego ineficiente, los avances tecnológicos en este sector son muy reducidos, a esto se le puede sumar que además, la finca de producción ha cambiado de dueño constantemente en los últimos años, lo que ha conllevado a una vinculación lenta con la automatización hacia los procesos que hacen parte de esta área, debido a esto, no cuenta con la tecnología actual que le permitan tener un sistema de control para todos los procesos que intervienen en el sistema de riego.

Todos los procesos se ejecutan de manera manual, provocando un retraso al momento de realizar el riego de la plantación, debido a que el encargado tiene que dirigirse a cada bloque de producción para permitir el paso del agua para que funcione el sistema de riego.

A2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico y una propuesta tecnológica para la automatización del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers, para la optimización de agua y el ahorro de recursos energéticos.

A3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer fundamentos teóricos que sustenten la propuesta sobre el diseño de la automatización y control del sistema de riego.

- Determinar el estado actual del sistema de riego de la florícola Lotus Flowers.
- Diseñar el control para mejorar y optimizar el sistema de riego en la florícola Lotus Flowers.
- Elaborar una propuesta tecnológica para la automatización de la florícola.

A4. ANTECEDENTES

Mediante un estudio realizado por Fuentes Calderón & Pozo Benavides (2015), se realizó con la intención de contribuir ciertamente con el progreso de la industria florícola de la región sierra del Ecuador, desde un enfoque productivo-financiero centrado en demostrar que la tecnología actual debe contribuir a beneficiar el medio ambiente haciendo eficiente el uso de los escasos recursos que se necesitan para mantener nuestro modo de vida: el agua y la energía, se demostró que el uso de la tecnología disponible evaluada en forma técnica, ciertamente contribuye a ese objetivo; se efectuó en base a la necesidad del recurso hídrico para la plantación, evaluando las mejores formas de llevarlo a las 4 áreas definidas y de esa forma se logró establecer las necesidades de equipos para cumplir las metas propuestas de la reducción de costos de mantenimiento de las florícolas.

El avance tecnológico y el desarrollo de nuevos métodos y procedimientos para la producción, control y mantenimiento de plantas, se requiere la implementación de un sistema de control automatizado de los procesos del riego por goteo. Gracias a la utilización de sensores de humedad y sensores de temperatura que servirán para controlar los parámetros y recopilar la información, que requieren las rosas para el crecimiento.

Narvaez Ortiz (2010) realizó una tesis de grado titulada “AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO DEDICADO A LA PRODUCCIÓN FLORÍCOLA BASADO EN LAS TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y EN TELEMETRÍA UTILIZANDO LA PLATAFORMA DE COMUNICACIONES DE TELEFONÍA MÓVIL GPRS” en la Escuela Politécnica Nacional, la presente investigación se fundamenta en el análisis y el diseño

del sistema automatizado, determinando el mejor sistema que contribuya a un mejoramiento de la productividad agrícola desde un punto remoto de control, por medio de los dispositivos móviles.

A5. JUSTIFICACIÓN

Con el presente proyecto se busca que la empresa “LOTUS FLOWERS”, cuente con el diseño de un sistema de control automatizado, para llevar a cabo un sistema de riego, en donde optimice el tiempo y la producción de las flores, sin la necesidad de que las personas encargadas del sistema de bombeo y riego tengan que realizarlo de manera manual y sin tener que estar trasladándose de un área a otra para accionar las válvulas, que permiten el paso del flujo de agua para que los bloques cuenten con el servicio de riego.

Con la propuesta del proyecto, busca la manera de aportar a la empresa con un sistema de bombeo que cumpla con un óptimo consumo energético e hídrico, basado en controlar variables de presión y caudal en tiempo real, logrando así disponer todo el tiempo de un suministro continuo de agua.

Por lo cual, el presente proyecto permitirá tener un control adecuado de procesos en el sistema de riego, aprovechando al máximo el canal de riego existente en la localidad y a su vez ayudando a minimizar los costos y disminuir el tiempo de los procesos, con la optimización de agua y el ahorro de energía eléctrica trabajando conjuntamente para el beneficio del medio ambiente.

A6. ALCANCE

Este proyecto tiene como alcance recopilar la información que sea necesaria para realizar un estudio de las alternativas técnicas, para llevar a cabo la propuesta de diseñar un óptimo sistema de control que permitan mejorar el sistema de riego, ahorrando tiempo y dinero. Además, ayudar a solucionar con éxito el problema presente en la florícola

“LOTUS FLOWERS” que radica en la falta de desarrollo tecnológico dentro de un proceso productivo con mucha demanda. La metodología propuesta se basa en la teoría, la observación, la búsqueda de enriquecimiento cognoscitivo por medio del auto aprendizaje e investigación, disponible con respecto al tema del presente proyecto.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Automatización

Según, (Gutiérrez & Bocanegra, J, 2014), señala que, la automatización se la desarrolla con el objetivo de reemplazar la acción de los operarios dentro de un proceso o una determinada actividad, a través de la implementación de procedimientos y métodos que cumplan con las actividades plenamente físicas, mentales, o una combinación de ambas, las cuales han sido propuestas con anterioridad.

Por consiguiente, esto se da en industrias de procesos y hasta de servicios, ya que lo que se desea llegar es a la optimización de un proceso en particular, esto conlleva a la reducción de los costos de producción, como el mejoramiento de la calidad. Uno de los aspectos importantes es que la automatización permite la eliminación del error humano y la capacidad de efectuar tareas a velocidades mayores a las obtenidas tradicionalmente. (Gutiérrez & Bocanegra, J, 2014).

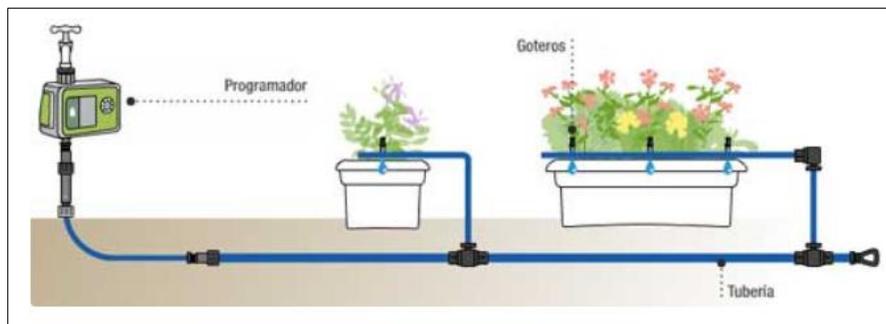


Figura 1: Sistema de riego automatizado.
Fuente: (LEROY, 2016).

Los beneficios que se obtiene al implementar un sistema de automatización, es que, se puede disminuir tiempo y costos de producción, ya que, se lograría reemplazar operadores humanos, evitando exponerlos a riesgos de accidentes, que representen un riesgo ergonómico elevado.

1.1.1 Tecnologías inmersas en la automatización

El desarrollo de procesos industriales automatizados hace uso de la interacción entre distintas tecnologías, cabe mencionar que esto depende del proceso y pueden variar en eléctricas, electrónicas, mecánicas, etc. Siendo las tecnologías mecánicas las que poseen más antigüedad y constituyen un apoyo fundamental en la automatización y el control de procesos. (Chulde Quiroz, 2017).

1.2 Sistema de riego

Según (Leroy S.A, 2016), define al sistema de riego como la conexión de varios componentes que ayudan a determinar sectores de cultivo, en los cuales es posible proveer del agua necesaria para cubrir los requerimientos hídricos, de acuerdo con las necesidades de cada plantación.

Al poseer un sistema de riego, se puede brindar una gran variedad de ventajas, ya que, permite la racionalización adecuada del agua. Una de las consideraciones importantes es que, para tener un adecuado sistema de riego, se necesita realizar estudios que comprueben que el sistema seleccionado sea el que mejor se adapte a las necesidades del cultivo obteniendo así un mejor rendimiento. (Leroy S.A, 2016).

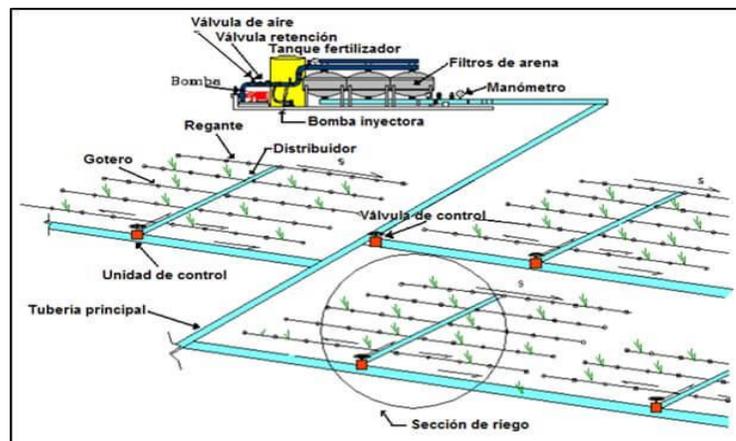


Figura 2: Sistema de riego
Fuente: (INTAGRI, 2019)

1.2.1 Clases de sistemas de riego

Con el transcurso de los años los sistemas de riego se han ido modificando y evolucionando conforme al desarrollo de la sociedad. En cuanto a los tipos de sistemas de riego, se encuentran en un constante cambio, ya que en la producción agrícola necesita un control más riguroso para aprovechar al máximo los recursos hídricos. Lo que en la actualidad han dejado ya de ser un lujo pues ahora se las considera como una necesidad, y los sistemas modernos de riego constituyen una herramienta de gran ayuda para mantenerlas. (Blair, 2008).

Existe gran variedad de sistemas de riego, entre las más comunes y las más destacadas tenemos:

- Riego por goteo
- Riego por aspersión
- Riego por Microaspersión (Blair, 2008).

1.2.2 Riego por goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas de riego presurizados más eficientes en la actualidad que suministra el agua gota a gota y presenta ventajas como eficiencia de conducción y aplicación, uniformidad de distribución y emisión, así como eficiencia en el uso del agua; razón por la cual ha sido implementado exitosamente en muchos cultivos hortícolas y frutícolas en todo el mundo. Dentro de la implementación de esta tecnología, el diseño del sistema de riego por goteo es quizá el paso más crítico, ya que del diseño adecuado depende una instalación y operación exitosa del sistema. El diseño de sistemas de riego por goteo consta de tres grandes partes: diseño agronómico, diseño geométrico y diseño hidráulico. (Intagri, 2019)



Figura 3: Sistema de riego por goteo
Fuente: (CHULDE QUIROZ, 2017)

- **Ventajas del sistema de riego por goteo.**

- Su eficiencia de riego es la más alta de entre todos los tipos de riego, entre un 90 a 95%, teniendo además una distribución de agua muy uniforme.
- Reduce las pérdidas directas por evaporación.
- No causa movimiento de gotas de agua por efecto del aire.
- Los intervalos de aplicación de riego se pueden ajustar exactamente al tipo de suelo y cultivo.
- El agua se aplica de modo que llegue sólo a las raíces del cultivo, evitando el crecimiento de malezas, pérdidas de agua, etc.
- Se puede aplicar fertilizantes y pesticidas solubles a través del riego.
- Ayuda a controlar la erosión. (Vergara, 2001)

1.2.3 Riego por Aspersión

El riego por aspersión es aquel que se aplica en forma parecida a la lluvia, resultado que se obtiene haciendo pasar el agua por orificios, necesitando para ello considerables presiones, obtenidas por gravedad o bombas de agua.

Este riego puede ser usado para una gran gama de suelos debido a la flexibilidad de su uso y control. Entre los suelos que no pueden ser regados eficientemente con métodos tradicionales tenemos los suelos arenosos, arcillosos y aquellos que poseen pendientes pronunciadas, es aquí donde el riego por aspersión trabaja de forma más eficiente que otros métodos. (Vergara, 2001)



Figura 4: Riego por aspersión
Fuente: (Vergara, 2001)

- **Ventajas del Sistema de Riego por Aspersión.**

- 80% en la aplicación, uniformidad y penetración en el perfil del suelo.

- No posee limitación en el tipo de suelo.
- Se pueden aplicar fertilizantes.
- Mano de obra muy económica si se cuenta con automatización.
- Se puede aplicar en suelos de cualquier pendiente sin necesidad de nivelación del suelo. (Vergara, 2001)

1.3 Componentes del sistema de riego.

Los elementos principales que conforman un sistema de riego por goteo son los siguientes: fuente de agua, unidad de bombeo, cabezal de abastecimiento y regulación y la red subterránea para la conducción, distribución y aplicación del agua, con sus respectivos accesorios los mismos se pueden observar en la figura y se describirán a continuación:

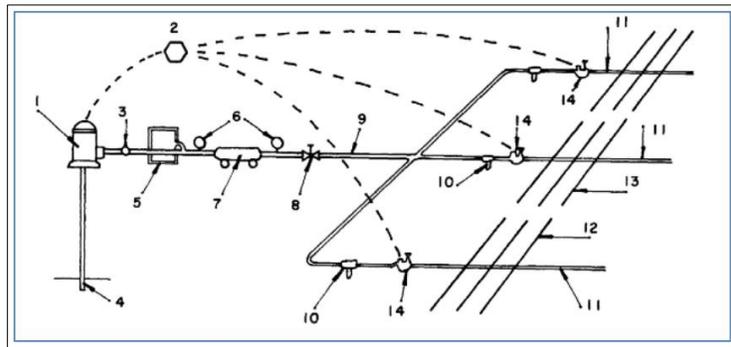


Figura 5: Componentes de un sistema de riego
Fuente: (Intagri.2019).

1.3.1 Partes del sistema de riego:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Bomba. | 8. Llave de paso. |
| 2. Control. | 9. Línea principal. |
| 3. Válvula de control. | 10. filtro secundario. |
| 4. Fuente de agua. | 11. línea secundaria. |
| 5. Inyector de fertilizantes. | 12. Línea de surtidores. |
| 6. Manómetros. | 13. Goteros o emisores. |
| 7. Filtro primario. | 14. Válvula solenoide. |

1.4 Bombas de riego

“La bomba es una de las primeras máquinas creada para sustituir con energía natural el esfuerzo físico humano. La bomba permanece seguramente como la segunda máquina de uso más común, excedida en número sólo por los motores eléctricos” (Blair, 2008).

El elemento principal para llevar a cabo un sistema de riego es la bomba, logrando diseños que pueden formarse por una o más de acuerdo con las necesidades requeridas para la producción, la selección de la bomba debe hacerse mediante un estudio, tomando en cuenta los cálculos de las pérdidas que se producen en las tuberías. Las bombas que son más comúnmente utilizadas en estos sistemas son las centrífugas por su alta eficiencia y su relativamente bajo costo de adquisición (Ruiz Canales & Martínez Molina, 2011)



Figura 6: Bomba de agua
Fuente: (Novagric, 2016)

1.4.1 Tipos de Bombas de Riego

El tipo de bombas que se utilizan en las instalaciones de riego se clasifican en función de la fuente de energía que requieren, así encontramos las siguientes:

- a) **Electrobombas:** Funcionan mediante un motor eléctrico monofásico (120v) o trifásico (220v), dependiendo de la potencia que posee el motor eléctrico.
- b) **Motobombas:** Emplean combustibles líquidos para su funcionamiento, ya que emplean motores de combustión. El combustible requerido suele ser gasolina en caso de

motobombas de pequeño caballaje o gasoil para las de mayor potencia. (Novedades Agrícolas S.A., 2016)

1.5 Control Del Sistema de Riego.

Son elementos electrónicos que permiten automatizar el accionamiento de la red y a la vez operar en forma de secuencias en distintos sectores. Su inclusión, aun cuando es opcional, se justifica en instalaciones de gran superficie o de difícil manejo. Se usan también para automatizar el proceso de limpieza de los filtros.

Entre los elementos de regulación y control de flujo están las válvulas de distinto tipo: de paso, reguladores de presión, de retención (check), hidráulicos, electrónicos, volumétricos, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regulan el comportamiento del flujo y la presión de la red. (Arismendi, E, 2013).

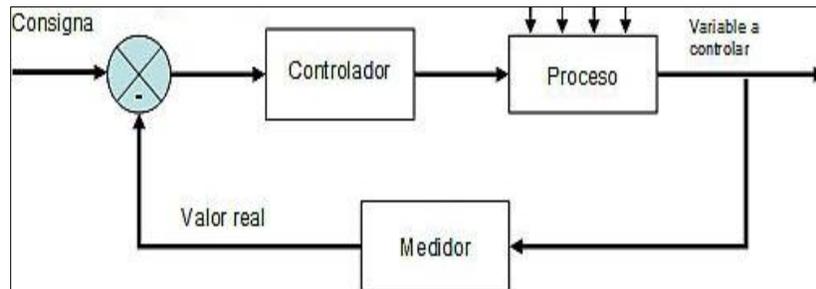


Figura 7: Diagrama universal de un automatismo
Fuente: (Infoagro, 2017)

1.6 Electroválvula.

Las electroválvulas son herramientas o componentes que, a través de la recepción de señales eléctricas, producen una acción mecánica para la apertura o cierre del paso de fluido en una determinada válvula hidráulica, este procedimiento se lo logra mediante electromagnetismo en dispositivos denominados solenoides. Después de efectuar la acción de cambio de estado de la válvula hidráulica la forma en la que regresa a su posición original puede ser muy variada, según los requerimientos del usuario. (CAPETE QUINTANA, 2016)



Figura 8: Electroválvulas
Fuente: (Altec, 2014)

1.7 Manómetros.

Son instrumentos de medición, muy esenciales en un sistema de riego presurizado, ya que es importante obtener la medición y llevar un control, de los valores de presión existentes en los tramos de la red que se considere, ya sea en el campo o en el cabezal. Los valores entregados por el manómetro corresponden a la diferencia de presión absoluta con la presión atmosférica, es decir la denominada “presión manométrica”. (CAPETE QUINTANA, 2016)



Figura 9: Manómetros
Fuente: (Instrutek, 2019).

1.8 Sistema de filtrado

En todos los sistemas de riego, es necesario y fundamental, disponer de un sistema de filtrado, debido a que las impurezas del agua pueden ocasionar inconvenientes como por ejemplo; si hablamos de un sistema de riego por goteo, las impurezas que se encuentran presentes en el agua pueden causar averías en los goteros, impidiendo que entreguen el caudal y la presión que han sido estudiados, analizados y diseñados; el lugar más importante para la

ubicación de un sistema de filtrado es en la toma principal de agua, antes del ingreso a la red de riego. (Chulde Quiroz, 2017)

1.8.1 Tipos de filtros.

La diferenciación del funcionamiento en los distintos tipos de filtro depende de la calidad de fluido que se dispone antes del filtrado, como la calidad que se deba obtener después del mismo. Se puede tener desde barreras físicas sencillas, en los que se encuentran los filtros:

- Rejillas
- Pre-filtradores
- Decantadores

El sistema de filtración más común y simple en un sistema de riego es el de rejillas y es empleado en caso de querer separar del fluido, elementos de gran tamaño. Los decantadores son depósitos ubicados entre la fluctuación del fluido en donde pierde velocidad y por medio de un proceso de sedimentación, son separadas las impurezas. Finalmente, los pre-filtradores son rejillas ubicadas en la zona de succión, separando impurezas y protegiendo así la integridad de la bomba (Chulde Quiroz, 2017).

1.9 Sistema de fertirriego.

La fertirrigación es una práctica imprescindible cuando se riega de manera localizada. Consiste en la distribución del fertilizante a través del agua de riego. Es una práctica bastante sencilla y usual en riego localizado para aportar al cultivo los elementos nutritivos necesarios para un desarrollo adecuado. (Blair, 2008)

1.10 Inyectores

Son dispositivos que introducen la solución contenida en un depósito accionando una bomba eléctrica o hidráulica. Inyectan, mediante una bomba conectada al motor, la solución nutritiva contenida en un depósito que no está conectada a la red y por tanto no está sometido a presión. Mantiene una concentración constante de fertilizante en el agua de riego que puede ser seleccionada con un dosificador acoplado al inyector. (Blair, 2008)

- **Tipo Venturi**

Son dispositivos muy sencillos que consisten en una pieza en forma de “T” con un mecanismo Venturi en su interior. El mecanismo Venturi aprovecha un efecto vacío que se produce a medida que el agua fluye a través de un pasaje convergente que se ensancha gradualmente. El Venturi funciona cuando hay diferencia entre la presión del agua entrante y la de la combinación de agua y fertilizante saliente al sistema de riego.

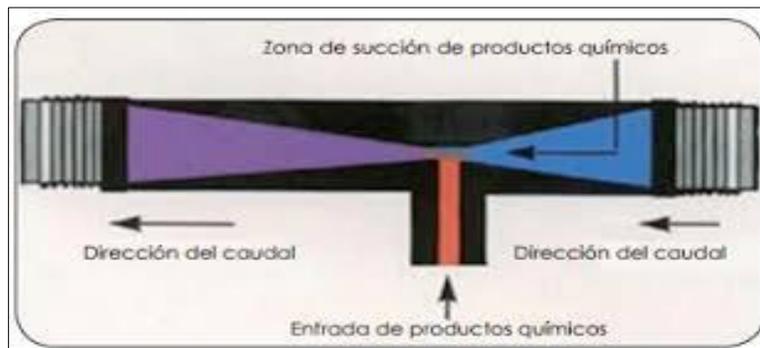


Figura 10: Inyector tipo Venturi.
Fuente: (Todoparaelriego,2018)

1.11 Red de distribución

La red de distribución conduce el agua desde el cabezal hasta las plantas. La tubería que parte del cabezal se denomina principal. El área para regar se divide en unidades de riego según determinados criterios, superficie, cultivo, suelo, etc., (Amézquita E. , 2012)

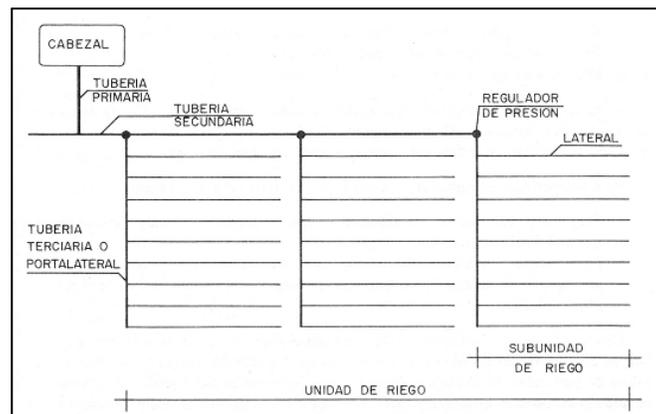


Figura 11: Red de distribución.
Fuente: (Salas, A. F., Urrestarazu, L. P, 2008)

1.12 Cabezal de Campo

Los cabezales de campo se encargan de abastecer hídricamente a las distintas líneas de riego, funcionan a través del manejo y el control de la apertura y cierre de válvulas, estas pueden ser de mecanismos simples como las de acción manual, como también pueden ser de accionamiento hidráulico o eléctrico. (Arismendi, E, 2013)



Figura 12: Cabezal de campo con válvulas hídricas.
Fuente: (Liotta, 2015).

1.13 Línea de goteo.

El transporte y conducción del agua en los sistemas de riego por goteo, se hace mediante tuberías denominadas línea de goteo, que posteriormente pasa por medio de los goteros, en donde se encarga de suministrar el agua a las plantas, la línea de goteo está diseñada y ubicada de forma que conduzca el agua a los puntos específicos en donde la planta lo requiere, es decir a su zona radicular. (Chulde Quiroz, 2017).

1.14 Emisores de riego por goteo (Goteros).

Estos componentes denominados emisores o goteros, son los encargados de establecer en un gran porcentaje la capacidad de flujo que circulara por el sistema, son utilizados como disipadores y dosificadores de agua permitiendo seleccionar y regular el caudal que va a entregar de acuerdo con los requerimientos de cultivo. (Chulde Quiroz, 2017).



Figura 13: Tipos de goteros.
Fuente: (Plasticpipeswelding, 2014)

Los goteros son el componente final del sistema de riego por goteo, ya que depende del gotero que se seleccione, para poder ajustar la cantidad del fluido que va a proveer a las plantas o a la siembra; estos pueden ser de tres tipos:

- Goteros auto-compensantes
- Goteros anti-drenantes
- Goteros regulables

a) Gotero auto-compensante

Proporcionar al cultivo un caudal fijo, cuenta con un rango de presión elevado. Normalmente dentro de las líneas de goteo en la cual se tiene una presión menor, ya que se dan pérdidas de energía en la tubería debido al rozamiento, los goteros auto compensantes permiten igualar el riego a lo largo de la tubería (Chulde Quiroz, 2017).

b) Goteros anti-drenantes.

Mediante los goteros anti drenantes, es posible una optimización energética por parte de la bomba, pues estos goteros evitan la entrada de aire al sistema al cerrarse con una disminución de presión, lo que permite que no sea necesario cargar inicialmente el sistema para dar inicio a su funcionamiento. (Chulde Quiroz, 2017)

c) Goteros regulables

Se caracterizan particularmente por disponer de un mando mecánico que es capaz de regular el caudal que se va a suministrar a la planta.

1.15 Variador de Frecuencia

El variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor de la electrobomba. Es decir, un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. (Novedades Agrícolas S.A., 2016).

La instalación de variadores de frecuencia para el control de la bomba tiene dos objetivos:

- El arranque y parada pausados de la bomba para evitar grandes sobrepresiones en el inicio del riego que puedan provocar situaciones de golpe de ariete en las tuberías. Además, al evitar el arranque a tensión plena del motor se evita el consumo tan elevado que se produce al inicio del riego.
- El cambio de caudal en función de las necesidades de diferentes sectores de riego. (Novedades Agrícolas S.A., 2016).

1.16 Requerimiento de cultivos

El objetivo de los cultivos de flores es cubrir las necesidades tanto de agua como de nutrición mediante soluciones nutritivas que las plantas requieren. Como es bien conocido, el agua es un componente principal en la estructura de todo ser vivo y las plantas no son una excepción, se constituyen en promedio de un 90% a 95% de agua, el resto de su composición corresponde a cenizas que son las portadoras de los nutrientes de la planta. (Chulde Quiroz, 2017)

“Lámina de agua es la expresión del contenido de la humedad del suelo en términos equivalentes a altura de agua. Entre mayor sea la lámina a capacidad de campo, mayor es la disponibilidad de agua para las plantas y mayor la frecuencia entre riegos sucesivos” (Amézquita E. , 2012, pág. 218)

“Frecuencia de riego es el período de tiempo generalmente en días, que debe transcurrir entre la aplicación de un riego y la necesidad de volver a aplicar otro. Es variable en época de lluvias o de verano”. (Amézquita E. , 2012, pág. 218).

1.16.1 Temperatura en las Rosas

Tabla 1: Temperatura en las rosas

Rosas	Temperatura
Mínima letal	0 °C
Mínima biológica	12 °C
Óptima	18-21 °C
Máxima biológica	25 °C
Máxima letal	35 °C
Delta térmico ideal	9-10 °C
Óptima del suelo	15-16 °C

Fuente: El Autor

Tabla 2: Temperatura óptimas en el crecimiento y floración

Cultivo	Crecimiento		Floración	
	Noche	Día	Noche	Día
Rosas	10-12 °C	20-25 °C	14-16 °C	24-25 °C
Clavel	10-12 °C	22 °C	10-12 °C	20-22 °C
Crisantemo	16-18 °C	18-22 °C	13-15 °C	15-17 °C

Fuente: El Autor

1.17 Niveles y escalas de la automatización en sistemas de riego

La aplicación de la automatización en los sistemas de riego pueden ser realizados por distintos parámetros como: escalas y niveles, refiriéndose por escala a la parte de la instalación en que es aplicada, por ejemplo, se puede realizar automatizaciones individuales de riego en parcelas, con el propósito de establecer cantidades y tiempos de riego óptimos en función de mediciones constantes de los parámetros de humedad y de la temperatura, esto se logra mediante la inserción de sensores, un programador y electroválvulas. (Chulde Quiroz, 2017)

1.18 Centro de control y sistema SCADA.

Los centros de control generalmente se componen de un servidor en el cual se puede visualizar y manipular parámetros del sistema, esto se logra por medio de software en el cual se maneja la tecnología SCADA (Control de supervisión y adquisición de datos), adicionalmente

pueden disponer de un disco duro por medida de seguridad ante el riesgo de una rotura del principal y de sistemas SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida) que permite tolerar caídas de tensión y cortes eléctricos. (CAPETE QUINTANA, 2016)

1.18.1 Estaciones concentradoras.

Son las encargadas de la ejecución de acciones, proporcionando y generando instrucciones de funcionamiento a las electroválvulas, con respecto a su activación, estas órdenes de funcionamiento pueden ser quienes envíen las ordenes de apertura o de cierre de las válvulas. Estas acciones se logran por medio de controladores lógicos programables (PLC), que en caso de recibir instrucciones por medio de la tecnología de telecontrol posee fuentes de energía propias para su funcionamiento autónomo. (CHULDE QUIROZ, 2017).

1.18.2 Actuadores y sensores.

Tabla 3: Actuadores y sensores

<p>Actuadores</p>	<p>Los actuadores en los sistemas de riego se encuentran en las electroválvulas de bajo consumo, mismas que se encargan de abrir o cerrar las válvulas hidráulicas para el paso del agua según se los requerimientos. Debe ser importante determinar el tipo de electroválvula, el lugar en donde va a trabajar y las condiciones de operación de la electroválvula, se deberá tomar en cuenta que las electroválvulas seleccionadas estén protegidas contra las condiciones del entorno a las que son expuestas como polvo, suciedad e impurezas del agua, etc. Evitando así que se atasquen y queden imposibilitadas de cumplir su función.</p>
<p>Sensores</p>	<p>En cuanto a los sensores involucrados en un sistema de riego automático se tiene a los contadores, funcionan mediante un emisor de pulsos que les permite hacer mediciones con respecto a la media del volumen de agua. También es usual encontrar transductores de presión</p>

	<p>ubicados en ciertos puntos del sistema hidráulico, esto permite verificar que los bombeos funcionen de manera adecuada. Los detectores de paso permiten identificar fugas en la red hidráulica. La inserción de otros dispositivos depende del nivel de automatismo del sistema de riego, que puede integrar al sistema sensores de nivel, sondas, dispositivos de detección agroclimática, etc.</p>
--	---

Fuente: (CHULDE QUIROZ, 2017)

1.18.3 Medidores y sensores de nivel de agua.

Según, (Ogata, K, 2012), señala que los sensores de nivel “cumplen la función de determinar la cantidad del fluido presente en un recipiente en un rango determinado, existen diferentes tipos de medidores que cumplen con esta función mediante un funcionamiento distinto por lo que a su vez la información de salida que otorgan también difiere en función del medidor seleccionado”. Por ejemplo, existen medidores de funcionamiento mecánico como el de boya, generalmente estos provocan una acción mecánica al detectar cierto nivel de fluido, como el cierre de la válvula hidráulica.

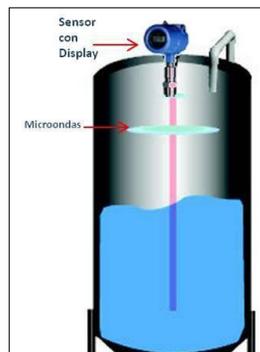


Figura 14: Sensor de nivel de líquido
Fuente: (Quiminet, 2019)

1.18.4 Sensor de humedad.

Los sensores de humedad se han convertido en implementos muy utilizados en los sistemas de riego automatizados, ya que permiten el control del riego a través de mediciones de la humedad del suelo, ayudándonos a determinar el punto exacto en que la planta necesita de

hidratación, y a su vez permite evitar exceder los niveles de agua requeridos por la misma. El funcionamiento de los sensores de humedad está basado en medir la conductividad del suelo. Por medio de dos electrodos se toma la medición, basándose en las propiedades conductivas del agua, a mayor nivel de humedad del suelo, la conductividad detectada entre los dos electrodos será mayor, mientras que entre más seco se encuentre el suelo, se elevará la resistencia y la conductividad medida decaerá. (CAPETE QUINTANA, 2016)



Figura 15: Sensor de humedad HMT 330
Fuente: Álava Ingenieros

1.18.5 Sensor de temperatura.

Los sensores de temperatura tienen la capacidad de convertir las señales físicas producidas por las variaciones de temperatura en señales eléctricas para su post - procesamiento. Suelen estar compuestos de un envoltorio formado por materiales altamente conductores de temperatura para así detectar cambios con la mayor brevedad posible, hay tres tipos principales de sensores; detectores de temperatura resistivos (RTD), termopares y termistores. Los termistores obtienen su medición por cambios en la resistencia de sus semiconductores por variación de la temperatura. (Cadena Navarro, 2016)



Figura 16: Sensor de temperatura
Fuente: (Arequipa Fernández, 2016)

1.18.6 Temporizador.

Son instrumentos de control muy imprescindibles en sistemas automatizados, ya que son los que permiten establecer tiempos que definirán el funcionamiento del sistema, existen distintos tipos de temporizadores, basando su funcionamiento tanto en sistemas mecánicos, como eléctricos, sin embargo en la industria los más ocupados son los relés temporizados que mediante una señal eléctrica inician su conteo y tras el tiempo programado proceden a cerrar el circuito por medio de relés; también existen temporizadores totalmente electrónicos como son los presentes en los microcontroladores. Los temporizadores pueden ser usados tanto como retardo a la conexión (TON) como retardo a la desconexión (TOFF), dependiendo de las necesidades y programación del usuario. (CAPETE QUINTANA, 2016)

1.19 Consideraciones básicas de la relación suelo-agua-planta.

Según (Cadena Navarro, 2016) la relación existente entre estos tres componentes, es un factor muy importante para la producción agrícola, en algunas ocasiones, el sistema de riego natural o por lluvia no es suficiente para proveer el agua a los cultivos, así también hay que tener en cuenta las condiciones del suelo, ya que podrían no ser las más óptimas en cuanto a retención de agua, por tal motivo se requiere realizar un estudio de la relación de estos tres componentes que son parte fundamental para la producción agrícola. Las necesidades de agua van a variar dependiendo del tipo de cultivo en el que se va a trabajar. diferentes dependiendo del tipo de cultivo, su suelo tiene características que varían de alguna forma el suministro de agua.

La temperatura también puede jugar un factor importante, debido a que el nivel de evaporación también cambiará el requisito de agua del cultivo. Las propiedades hidráulicas evaluadas en el suelo son (Cadena Navarro, 2016):

- Porosidad
- Conductividad hidráulica
- Capacidad de retención de agua

1.20 Sistema de Puesta a Tierra

Es un elemento de protección que se conecta a los sistemas eléctricos para disipar las corrientes de falla al piso o suelo, en caso de un desperfecto en el sistema eléctrico, el sistema de puesta a tierra está compuesto por una o varias varillas conectados mediante uniones de compresión o suelda exotérmica, esta se encuentra enterrada en el suelo y conectadas al sistema eléctrico mediante un cable desnudo denominado bajante de aterramiento. El objeto de la puesta a tierra es asegurar la seguridad de las personas ante contactos indirectos. (Valencia Potosí, 2019)

1.20.1 Tipos de sistemas de puesta a tierra

a) Electrodo tipo varilla

Las varillas o electrodos tipo varilla son los más ampliamente recomendados, tienen una longitud de 3.00m y un diámetro de 1/8 de pulgada, está conformada por una barra de acero recubierta con 0.025mm de cobre. (Valencia Potosí, 2019)

b) Electrodo tipo rehilete.

Cuando no es posible clavar una varilla en el suelo debido a las condiciones de este, por ejemplo, el suelo es tepetate, es utilizado el electrodo tipo rehilete. El rehilete es un electrodo formado por cuatro placas metalizadas que forman una cruz. (Harper Enríquez, 2004, pág. 226)

c) Electrodo tipo placa.

Son de forma rectangular de cobre o hierro cincado, de al menos 4mm de grosor, y una superficie útil nunca inferior a 0.5m². Se colocan enterradas en posición vertical de modo que su arista superior quede, como mínimo a 50cm bajo la superficie del terreno. En caso de ser necesarias varias placas, éstas se colocan separadas a una distancia de 3m. (Valencia Potosí, 2019)

1.20.2 Clasificación de los sistemas de puesta a tierra.

Los sistemas de puesta a tierra se pueden clasificar por diferentes aspectos, estos pueden ser por el tipo de sistema eléctrico al que está instalado (electrónico, eléctrico, conexión neutra), por la naturaleza de este, sea artificial o neutral etc. (Valencia Potosí, 2019)

a) Sistema de puesta a tierra simple.

Estos sistemas de puesta a tierra son los más convencionales, son sistemas simples que no necesitan de gran capacidad para disipar las corrientes de falla, tampoco de modelación matemática para instalar en un sistema eléctrico conformados por un solo electrodo o varilla enterrada en el piso, este sistema es para niveles de tensiones bajos, ya que su capacidad de resistividad es alta y está en el rango de los 15Ω a 25Ω , este sistema de puesta a tierra se lo emplea en casas y sistemas de área de baja y media tensión. (Valencia Potosí, 2019)

b) Sistema de puesta a tierra de malla.

Este sistema de puesta a tierra es más complejo, normalmente se lo denomina malla de puesta a tierra, por su configuración estructural su unión puede ser de varios electrodos y conductores desnudos de cobre mediante suelda exotérmica, se los utiliza en sistemas eléctricos de potencia como son subestaciones eléctricas, centros de generación eléctrica y transformadores de altos valores de potencia. Para construir e instalar estos sistemas de puesta a tierra es necesario realizar la modelación matemática con base a los valores de operación de los sistemas eléctricos a los que se los instalará; Existen normas que regulan y fiscalizan la modelación matemática, construcción e instalación de estos sistemas de puesta a tierra como es la norma internacional IEEE Std 80-2000. (Valencia Potosí, 2019)

CAPÍTULO 2

DESARROLLO

2.1. Introducción

Este capítulo se centra en la situación actual en la que se encuentra atravesando la florícola Lotus Flowers, detallando los niveles de consumo, sus falencias y el estado de los equipos. El trabajo de grado estará enfocado en la investigación y aplicación de diversas metodologías con bases teóricas acerca de los procesos que se deben llevar a cabo para realizar un óptimo sistema de riego automatizado que permita el ahorro de los recursos naturales y energéticos, y así realizar la propuesta que permita a la florícola mejorar el ahorro y mejorar la confiabilidad de la producción a través de procesos automatizados.

2.2 Diagnóstico del sistema de riego existente en la florícola Lotus Flowers.

2.2.1 Estudio de la situación actual Lotus Flowers

La florícola “Lotus Flowers” es una empresa que está tomando fuerza a nivel nacional para la producción y exportación de rosas, pero desafortunadamente los procesos de riego todavía lo hacen de manera manual y con los avances tecnológicos que se viene implementando en las industrias florícolas, se ha visto en la necesidad la realización de este proyecto tecnológico que le permita mejorar el sistema de riego a través de la automatización y el control de los procesos ayudando a optimizar los recursos.

2.2.2 Recopilación de información

La florícola Lotus Flowers tiene 7 hectáreas de terreno de las cuales 3.5 hectáreas están destinadas para la producción y recolección de rosas; se encuentra ubicada en el sector de la Esperanza de Ibarra en la comunidad de Angochagua; lugar en donde se realizó el debido levantamiento de información de todos los componentes y equipos que forman parte del sistema de riego. En el trabajo de campo se recolecto información, características y funciones que cumplen los equipos dentro de la empresa, para posteriormente llegar a la evaluación y el

planteamiento de mejoras para que el sistema de riego y todos sus procesos sean más eficientes y confiables. Se describe a continuación los componentes que se encuentran instalados dentro de la florícola.

a) Reservorio.

La recolección y el almacenamiento del agua es una parte fundamental para cubrir con la necesidad de realizar el riego en la florícola, para ello la florícola cuenta con un reservorio cuyas dimensiones son las siguientes: 41 metros de largo por un ancho de 26 metros y una profundidad de 2,76 metros teniendo una capacidad de almacenamiento de 2'942.160 litros de agua que es abastecido desde el río Tahuando. En la figura 17 se muestra el reservorio con el que dispone la florícola.



Figura 17: Reservorio de Lotus Flowers
Fuente: Lotus Flowers

b) Bombas eléctricas.

La florícola cuenta con un total de 3 bombas eléctricas que están diseñadas para cumplir con la función del riego de los cuatro bloques con los que cuenta la florícola, para la producción. Por medio de las inspecciones realizadas se pudo comprobar que el tipo de sistema con el que cuenta la florícola es un sistema mixto, es decir que posee un sistema de riego por goteo y un sistema de riego por aspersión.

En la figura 18 se muestra la bomba número 1, esta bomba absorbe el agua desde el reservorio y va conectada a las tuberías que atraviesa por los cuatro bloques de producción para poder realizar el riego por aspersión.



Figura 18: Bomba número 1
Fuente: Lotus Flowers

Tabla 4: Especificaciones de la bomba 1

Características de la bomba número 1	
ID	M1
Nombre	Bomba 1
Modelo	WEG
Alimentación	220/380/440 VCA – 60Hz
Caudal máximo	60000 L/hora
Potencia	3 HP
Tipo	Centrifuga

Fuente: El Autor

En la figura 19 se muestra la bomba número 2, esta bomba sirve para absorber el líquido fertilizante de los tanques de fertirriego, que a su vez va conectado a las válvulas inyectoras tipo Venturi que sirven para la regulación y el control de los nutrientes, insecticidas y fungicidas que van al sistema de riego, para el cuidado y el manejo de una buena producción.

El personal encargado del riego manifestó que, el sistema de riego se le han realizado algunas modificaciones por problemas de funcionamiento, y cómo podemos observar en la figura 19, se ve claramente la parte que ha sido suspendida por los operadores, ya que tenían problemas con el sistema de fertilización, por lo que optaron en corregir ese problema diseñando una conexión alternativa para que realice el mismo proceso, pero con mejor rendimiento.



Figura 19: Bomba número 2
Fuente: Lotus Flowers

Tabla 5: Especificaciones bomba 2

Características de la bomba número 2	
ID	M2
Nombre	Bomba 2
Modelo	WEG
Alimentación	220/380/440 VCA – 60Hz
Caudal máximo	60000 L/hora
Potencia	3 HP
Tipo	Centrifuga

Fuente: El Autor

La bomba número 3 viene conectada desde el reservorio, atravesando por los filtros de arena para el control de todas las impurezas que llegan desde el mismo, para luego pasar por la tubería principal que recorre por todos los bloques de producción y así poder circular por las tuberías secundarias, que éstas son las encargadas de realizar el riego por goteo a toda la plantación de las rosas.



Figura 20: Bomba número 3
Fuente: Lotus Flowers

Tabla 6: Especificaciones bomba 3

Características de la bomba número 3	
ID	M3
Nombre	Bomba 3
Modelo	WEG
Alimentación	220/380/440 VCA – 60Hz
Caudal máximo	120000 L/hora
Potencia	10 HP
Tipo	Centrifuga

Fuente: El Autor

c) Sensores

La florícola cuenta con sensores de humedad y de temperatura, que están instalados en cada uno de los invernaderos, los valores de los sensores son revisados todos los días para determinar el tiempo de riego que deben aplicar a cada bloque, en la figura número 22 se puede apreciar el sensor de temperatura que está instalado actualmente en la florícola.

Datasheet sensor RadioSharck



The image shows a white RadioShark digital sensor device with a large LCD screen. The screen displays three values: 58.2°F, 72.3°F, and 60%. The device has a small antenna on top and a speaker grille at the bottom.

Características técnicas

- Gran pantalla de cristal líquido (LCD) con muestras de temperatura y humedad
- Escalas:
- Temperatura:
 - Unidad principal: -5 a 50°C / -23 a 122°F
 - Sonda externa: -50 a 70°C / -58 a 158°F
 - Precisión: ± 1.8 a -5 a 50°C (32 a 104°F)
 - ± 5.4 a -50 a 70°C (-40 a 122°F)
 - ± 3.6 a -40 a 50°C (-40 a 122°F)
- Humedad: 25% a 95% HR
- Precisión: ± 5% HR
- Velocidad de muestreo: 10 segundos
- Unidades de medida: °C o °F
- Memoria: Máx. Y Mín.
- Potencia: 2 x 1.5V (AA) baterías
- Dimensiones / Peso: 142 x 84 x 24 mm / aprox. 50g
- Suministrado: manual de instrucciones

Figura 21; Especificaciones sensor de humedad y temperatura
Fuente: Intagri, 2019



Figura 22: Sensor de humedad y temperatura
Fuente: El autor

d) Sistema de distribución

El sistema de distribución se representa en la siguiente ilustración en donde se detalla cómo está constituido el sistema de riego.

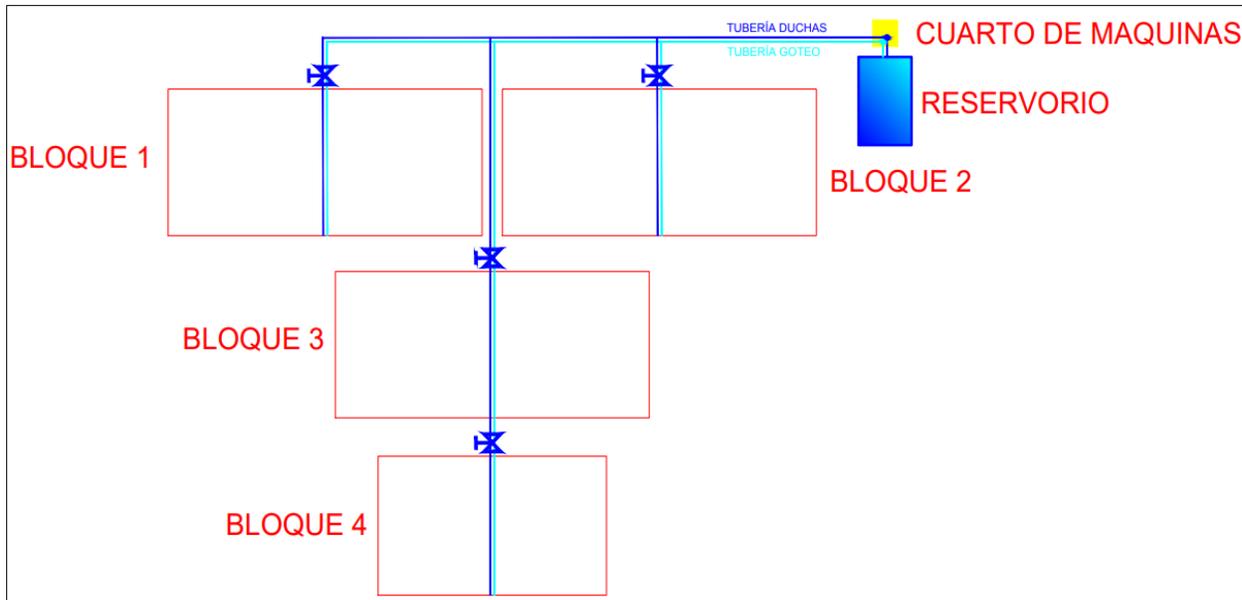


Figura 23: Distribución actual de las tuberías principales
Fuente: El autor

Como se observa en la figura anterior, se pueden ver las tuberías principales que recorren los cuatro bloques de producción, pero este diseño presenta un gran inconveniente, las personas que realizaron la ingeniería del diseño de la distribución de las tuberías, no consideraron el hecho de que una falla en el bloque 3 interrumpe el riego en el bloque 4, ya que están tecnológicamente ubicados en forma secuencial y la maniobra de solución de esta falla implicaría cerrar la válvula principal de dicho bloque y al hacer este procedimiento, el bloque número 4 se quedará sin agua, hasta que la falla en el bloque anteriormente señalado, sea corregida. Dando como lugar a retrasos en el proceso de riego, lo que podría producir pérdidas para la empresa.

e) Tuberías

La florícola cuenta con sistemas de distribución primarios y secundarios, que han sido evaluados individualmente, para poder determinar su funcionalidad y el estado técnico de dicho sistema en dependencia de la exigencia que tiene en el proceso productivo. A continuación, se describen como están distribuidas las tuberías de la florícola.

Las **tuberías primarias** son las que van conectadas desde las bombas de absorción y llegan a cada uno de los bloques de producción para ser controladas por válvulas independientes mismas que son accionadas manualmente para el manejo y control del agua.

Las **tuberías secundarias** van conectadas desde las válvulas, atravesando todo el invernadero, cubriendo la zona de producción de las rosas, siendo estas tuberías la encargadas de realizar el riego por goteo de los invernaderos.

Para realizar el diagnóstico de las tuberías se lo hizo a través de inspecciones visuales y también poniendo a prueba el funcionamiento, para verificar el estado de las tuberías; la tubería principal se encuentra en perfecto estado, pero el problema surge en las tuberías secundarias, ya que tienen muestras de deterioro en diversos sectores de los invernaderos, dando como resultado fugas del agua, produciendo una pérdida del recurso hídrico con el que cuenta la florícola.



Figura 24: Tuberías del invernadero
Fuente: El autor

f) Válvulas

El sistema de riego de la florícola cuenta con un total de 19 válvulas, las cuales son encargadas de controlar el agua para el riego de las rosas. A continuación, se detalla más a fondo la distribución de las válvulas con respecto al número de naves a las que están conectadas para realizar el riego de la florícola. Se tomo como referencia el bloque número 1 para realizar las ilustraciones.

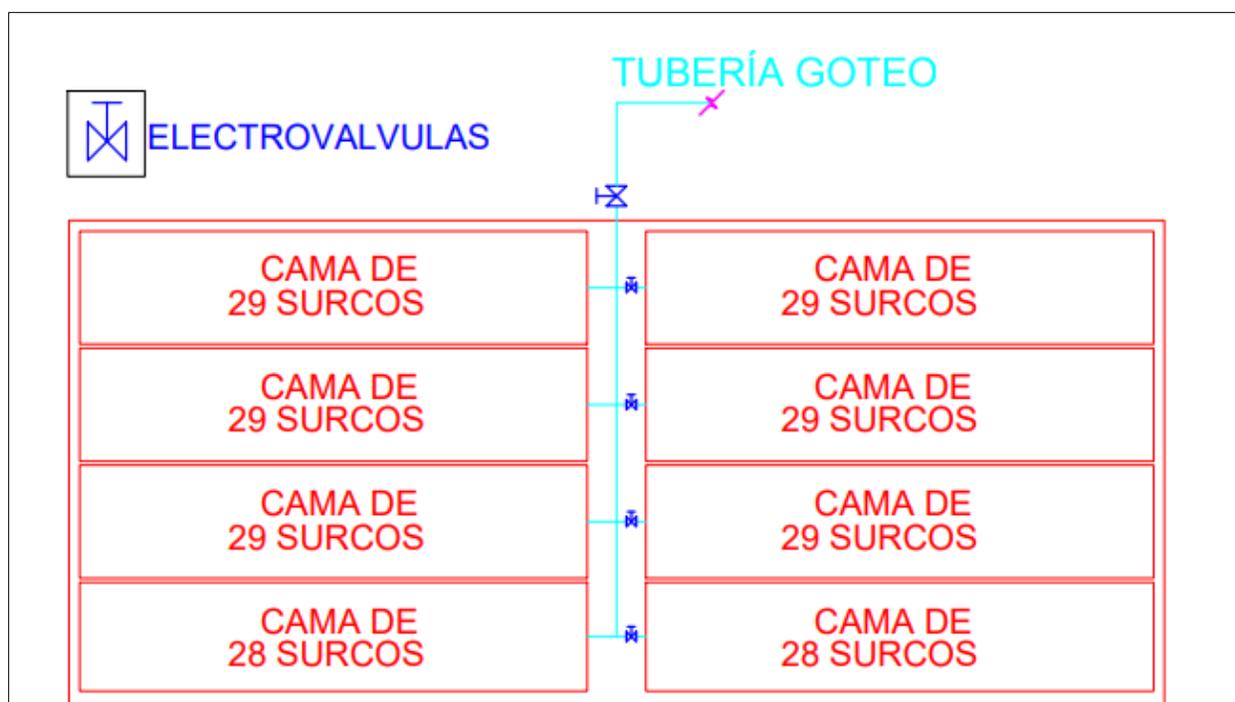


Figura 25: Ilustración de válvulas (bloque 1)
Fuente: El autor

Los bloques número 1, 2 y 3, cuentan con un total de 5 válvulas por cada bloque como se muestra en la figura 25, que son distribuidos de la siguiente manera; cada bloque cuenta con la válvula principal que sirve para habilitar el riego de todo el sistema de cada uno de los bloques, y otras cuatro válvulas que deben ser accionadas y alternadas de manera manual para que se realice el riego del cultivo, ejemplo: se abre la válvula uno (v1) durante 6 minutos, una vez que se cumple el tiempo de riego, la persona encargada deberá cerrar la válvula uno y la válvula siguiente por el mismo periodo de tiempo y así sucesivamente hasta terminar con todas las válvulas del bloque número uno. El bloque número 4 al ser un bloque de menor dimensión cuenta con un total de 4 válvulas; la válvula principal y tres válvulas que son destinadas para el control del riego en el bloque.

g) Invernaderos

La florícola cuenta con un total de cuatro bloques de producción como se muestra en el **anexo 2**.

Los bloques 1, 2, 3 son de las mismas dimensiones, ya que son los primeros bloques con los que inicio la empresa, tienen las siguientes medidas: 154 metros de largo y un ancho de 68 metros. El bloque 4 se lo construyó en el año 2017 debido al crecimiento y aumento de demanda que adquirió la florícola, lo cual se vio en la necesidad de crear este bloque que tiene las siguientes dimensiones: 112 metros de largo y un ancho de 64.5 metros.

En la tabla número 7 se detalla el número de camas con las que cuenta cada bloque de producción de la florícola.

Tabla 7: Número de camas por bloque

Número de camas de cada bloque de la florícola	
Bloque 1	230 camas
Bloque 2	232 camas
Bloque 3	238 camas
Bloque 4	164 camas

Fuente: El Autor

h) Ventilación

Los invernaderos cuentan con ventanas de ventilación como se muestra en el **anexo 3**, que deben ser abiertas de manera manual como todo proceso que se lleva a cabo en la florícola, este procedimiento se lo realiza cuando la temperatura se eleva demasiado, sobrepasando los niveles requeridos para la producción de rosas en la florícola, estos valores se ven reflejados y detallados en la **tabla 2** ubicada en la página 14.

2.2.3 Consumo de recursos

a) Consumo hídrico

En la figura 26 se muestra el consumo hídrico total de los cuatro bloques que ha sido empleada para la producción, teniendo en cuenta la temperatura de cada mes, que ha sido facilitada por el personal de la florícola.

Tabla 8: Consumo Hídrico

Fecha	Consumo Hídrico en litros
sep-18	295562,7
oct-18	315851,2
nov-18	302566,5
dic-18	297324,9
ene-19	315851,2
feb-19	301165,7
mar-19	301843,5
abr-19	287158,0
may-19	300036,1
jun-19	305835,0
jul-19	310428,9
ago-19	335733,2
sep-19	317041,1

Fuente: El Autor

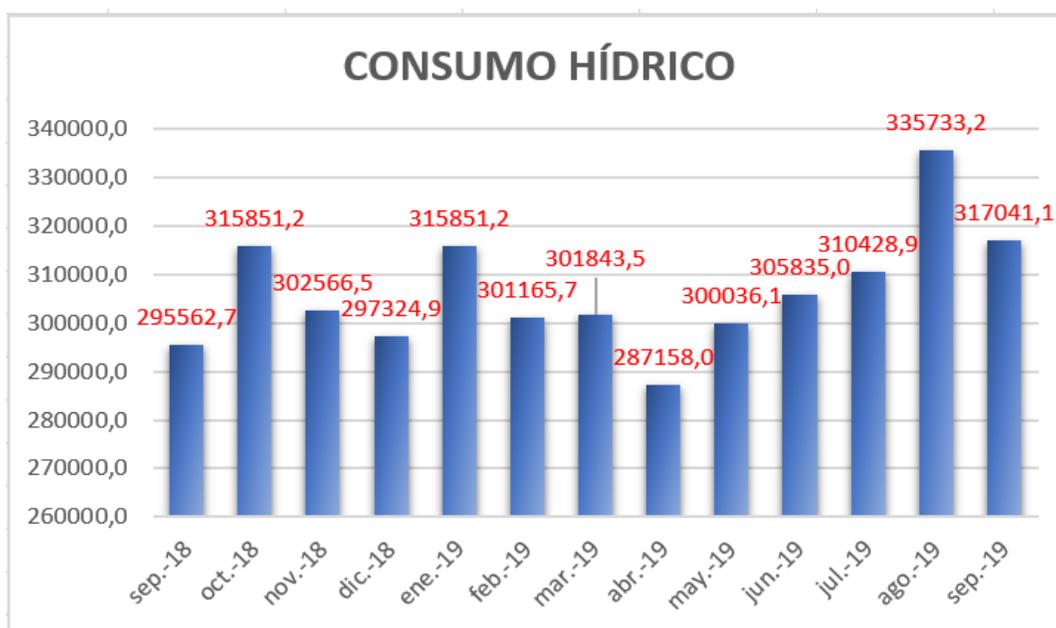


Figura 26: Consumo hídrico en litros.

Fuente: El autor

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1. Propuesta tecnológica para la automatización de la florícola Lotus Flowers

3.1.1. Diseño del sistema

Una vez levantada la información del estado actual por el que está atravesando el sistema de riego de la florícola Lotus Flowers, se está al tanto de las deficiencias que presenta dicho sistema, por tal motivo es recomendable rediseñar el sistema principal de tuberías de riego, ya que el sistema actual gasta recursos innecesarios debido a la mala distribución de la tubería principal; las tuberías secundarias deben ser remplazadas en su totalidad porque se encuentran en mal estado (fig. 24), siendo causantes de fugas de agua, ocasionando pérdidas para la empresa.

Con respecto al control y la automatización se realizará una instalación completamente nueva, debido a que la florícola realiza todos los procesos de manera manual.

3.1.2. Esquema del diseño de tuberías modificado

El nuevo diseño del sistema de riego se lo puede verificar en la figura 27, en donde se encuentra realizadas las correcciones con respecto al sistema actual, obteniendo una mejor distribución de las tuberías principales.

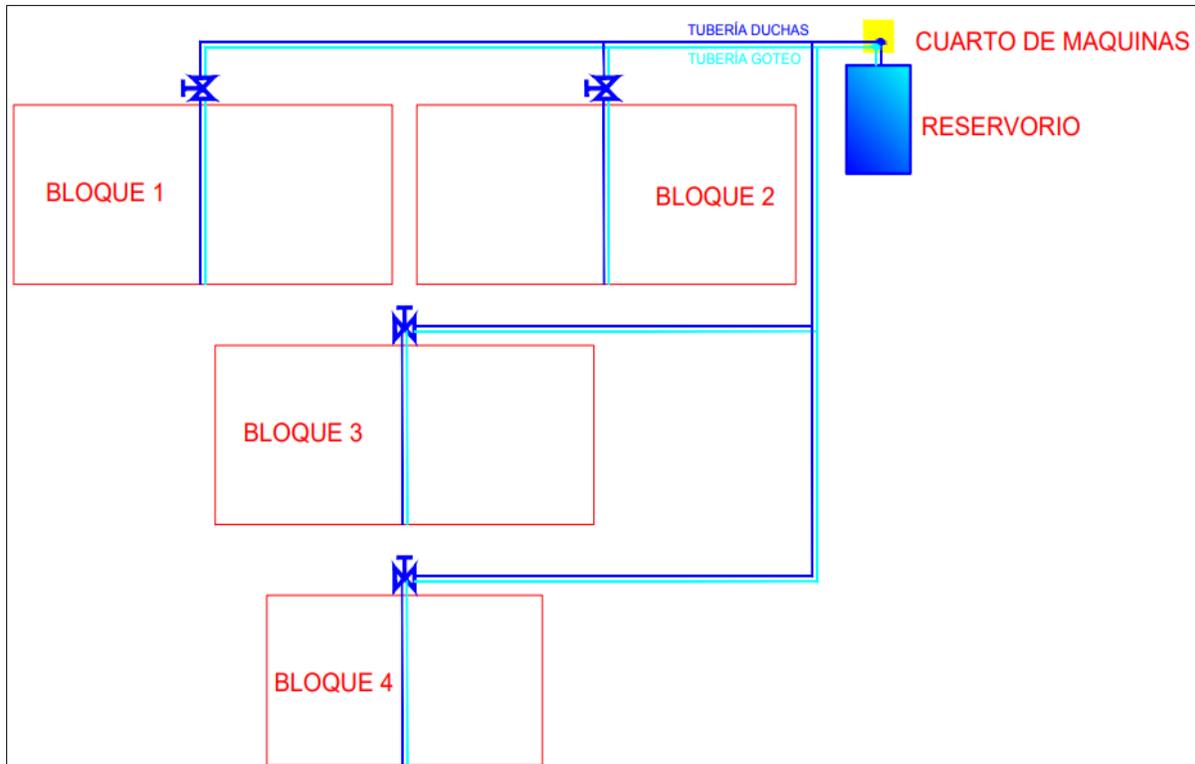


Figura 27: Sistema de distribución de las tuberías principales modificado
Fuente: El autor

Como se puede ver en la figura 27, se corrigió la falla que se pudo llegar a conocer gracias al diagnóstico realizado anteriormente, con respecto al bloque número 3 y al bloque número 4, que ahora están conectados de manera independiente, haciendo que no se tenga ningún inconveniente al momento de realizar alguna reparación o mantenimiento en las tuberías de cada uno de los bloques.

3.1.3. Descripción del sistema de riego automatizado.

La automatización del sistema de riego debe cumplir ciertos parámetros y lineamientos para que su procedimiento se pueda considerar como óptimo y adecuado dando confiabilidad a la empresa, cumpliendo así los requerimientos y objetivos establecidos en el Trabajo de Grado.

Se deben considerar distintas variables para establecer ciertos criterios de riego, entre las cuales tenemos: nivel de agua del tanque principal, temperatura dentro de los invernaderos y lo más importante que se debe considerar para el riego, la humedad del suelo.

3.1.3.1. Variables para realizar el riego automático en la florícola.

a) Humedad

Tabla 9: Variables de humedad

Rangos de Humedad del invernadero			
Humedad	Ciclo de cultivo		
	Siembra	Crecimiento	En florecimiento
Muy húmedo	Nada	Nada	Nada
Húmedo	Ev ₁₋₁₅ (1 min)	Ev ₁₋₁₅ (1 min)	Ev ₁₋₁₅ (1 min)
Normal	Ev ₁₋₁₅ (3 min)	Ev ₁₋₁₅ (3 min)	Ev ₁₋₁₅ (3 min)
Seco	Ev ₁₋₁₅ (6 min)	Ev ₁₋₁₅ (6 min)	Ev ₁₋₁₅ (6min)
Muy seco	Ev ₁₋₁₅ (8 min)	Ev ₁₋₁₅ (8 min)	Ev ₁₋₁₅ (8 min)

Fuente: Autor

Los rangos de los parámetros de la humedad se encuentran detallados en el **anexo 6**; estos valores serán los que determinaran el tiempo de riego que se deberá realizar en cada bloque, de acuerdo con los valores que se obtenga en tiempo real. Por ejemplo, si el sensor determina que el parámetro de la humedad está en normal, esto quiere decir, que las electroválvulas (Ev) de la 1 a la 15 realizarán el riego durante 3 minutos cada una.

b) Temperatura

Tabla 10: Variables de temperatura

Rangos de temperatura del invernadero		
Entrada 1: Temperatura (°C)	Entrada 2: Tiempo (Horas)	Salida: ventilación (Activación de cortinas)
Frio (16°C a 19°C)	Noche – Alba	Cerrado
Moderado (20°C a 23°C)	Mañana	Cortina abierta 1/4
Cálido (24°C a 27°C)	Día	Cortina abierta a la mitad
Caluroso (28° a 36°C)	Tarde	Cortina totalmente abierta

Fuente: Autor

En la propuesta se plantea que, el sistema de riego debe cumplir con las siguientes funciones para que se obtenga un funcionamiento óptimo y pleno. Tomando en cuenta los posibles fallos

que se pueden presentar en una industria y poder solucionarlos de manera inmediata; y para ello se toma en cuenta que el sistema de riego debe estar compuesto por:

- **Riego manual**

El sistema de riego de la florícola debe ser capaz de realizarse y controlarse de forma manual, ya que se puede originar fallas de diversos indoles como, por ejemplo: rompimientos en las mangueras, dando como origen a apagones, suspensión del servicio eléctrico, impidiendo que se lleve a cabo el riego automatizado hasta que entre en funcionamiento el generador de la florícola.

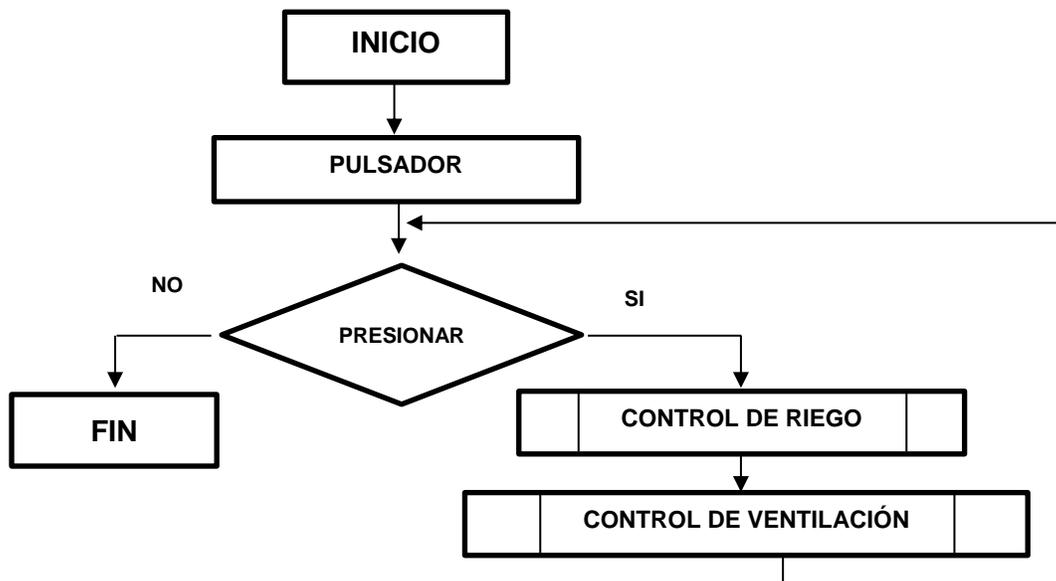


Figura 28: Diagrama de flujo Riego manual
Fuente: El Autor

- **Riego automático**

El sistema de riego se controlará de manera autónoma, sin necesidad de que los operadores de la finca estén activando o desactivando el riego; si no que, basándose en los parámetros de la humedad del suelo y la temperatura ambiente harán que el riego se efectúe; logrando así, el aprovechamiento y ahorro al máximo del agua.

a) Diagrama de flujo de Control de Riego

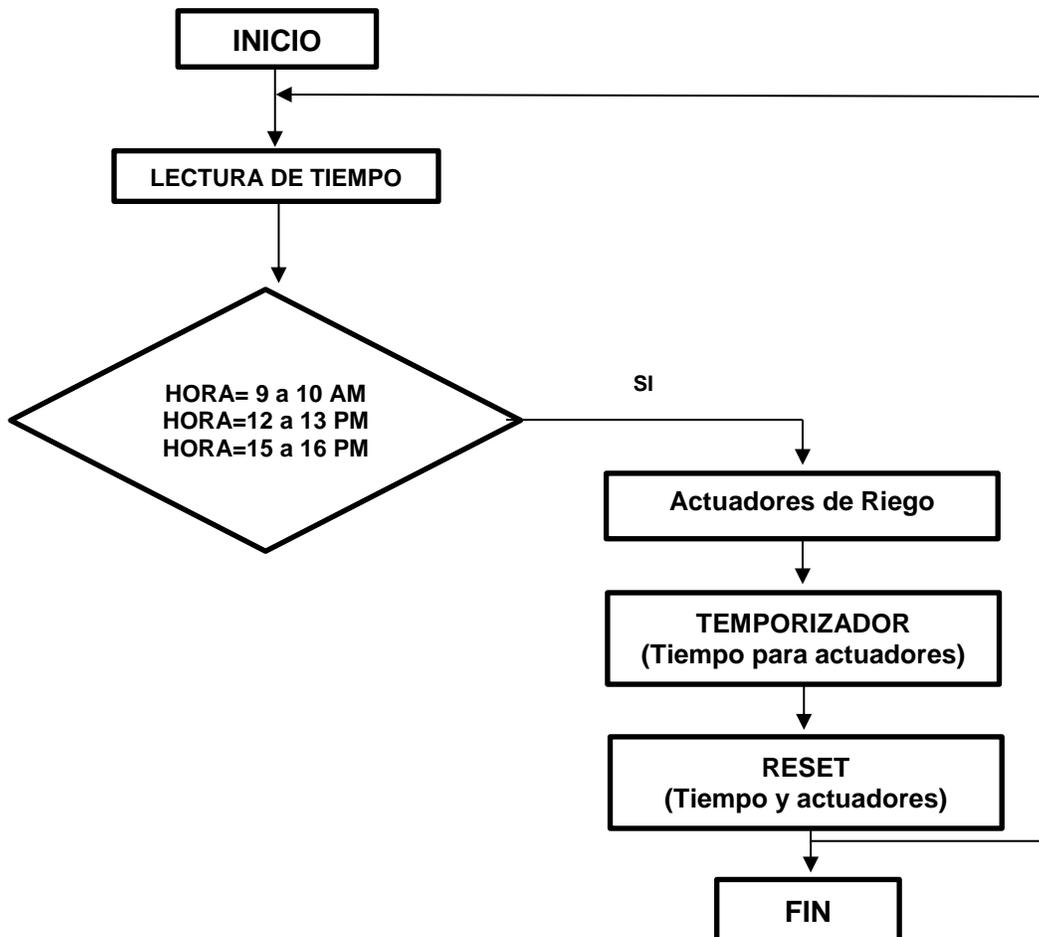


Figura 29: Diagrama de flujo Riego
Fuente: El Autor

En la figura 29 se hace la configuración del control del riego automático en base a los parámetros y los datos con los cuales la florícola hace sus labores diarias; configurando las horas de adquisición de datos de nuestro sensor, las cuales serán de tres veces al día tal y como se puede observar en el diagrama anteriormente detallado. El sensor determinará el rango de humedad en el que se encuentra el suelo basándose en el **anexo 6**, haciendo este parámetro el que determine el tiempo de riego que se realizará por cada bloque tal y como se muestra en la **tabla 9** ubicada en la página 34.

b) Diagrama de flujo del control de ventilación

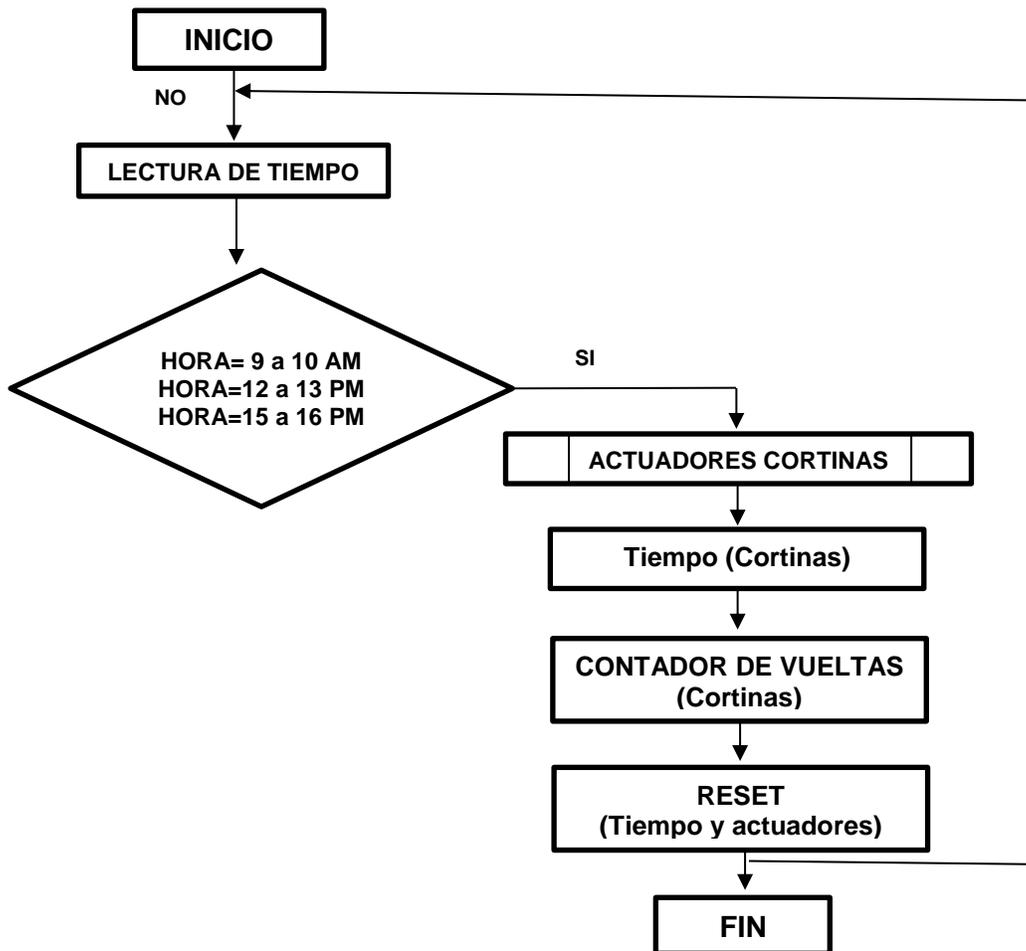


Figura 30: Diagrama de flujo del control de ventilación
Fuente: El Autor

De la misma manera que en el caso anterior, en la figura número 30, se realizó la configuración de la programación del sistema de ventilación, que está programado para que las lecturas de los valores a obtenerse se los realicen en el transcurso de las horas establecidas en el diagrama, en este caso, hará que el sensor de temperatura cense los valores que existe dentro del bloque (invernadero) de producción, haciendo que de acuerdo con el valor que mida el sensor, funcionen las cortinas de los invernaderos de la florícola.

c) Diagrama de flujo de los actuadores del sistema de riego

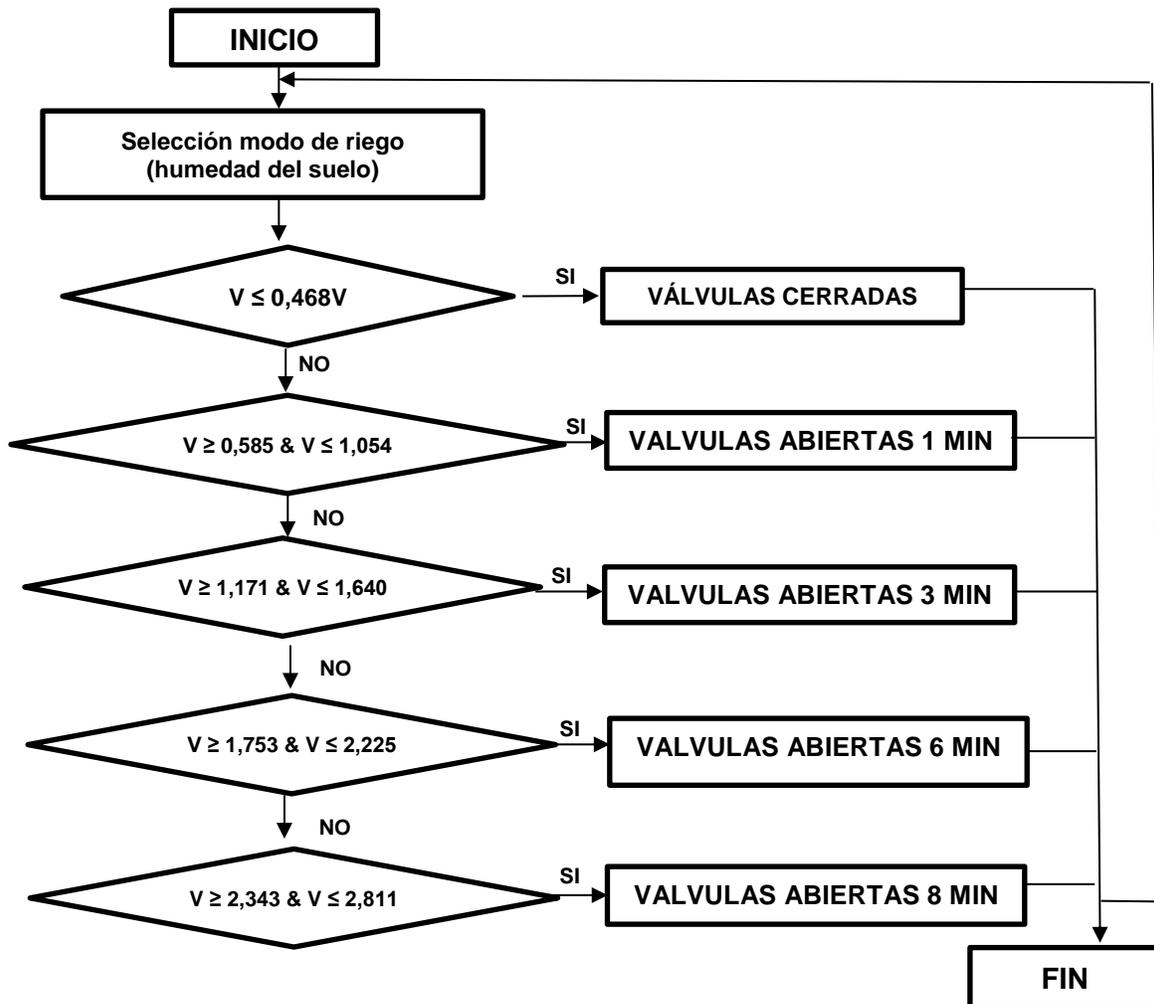


Figura 31: Diagrama de flujo del sistema de riego
Fuente: El Autor

En la figura 31 se puede observar los rangos de los valores del suelo que medirá el sensor de humedad, dependiendo de los parámetros que se obtenga, el programa ordenará que se realice el riego en todos los bloques, habilitando las electroválvulas por el tiempo configurado de acuerdo con la humedad del suelo. Los valores de la humedad y los tiempos están basados en los procesos que realiza el encargado del riego diariamente.

d) Diagrama de flujo de los actuadores del sistema de ventilación

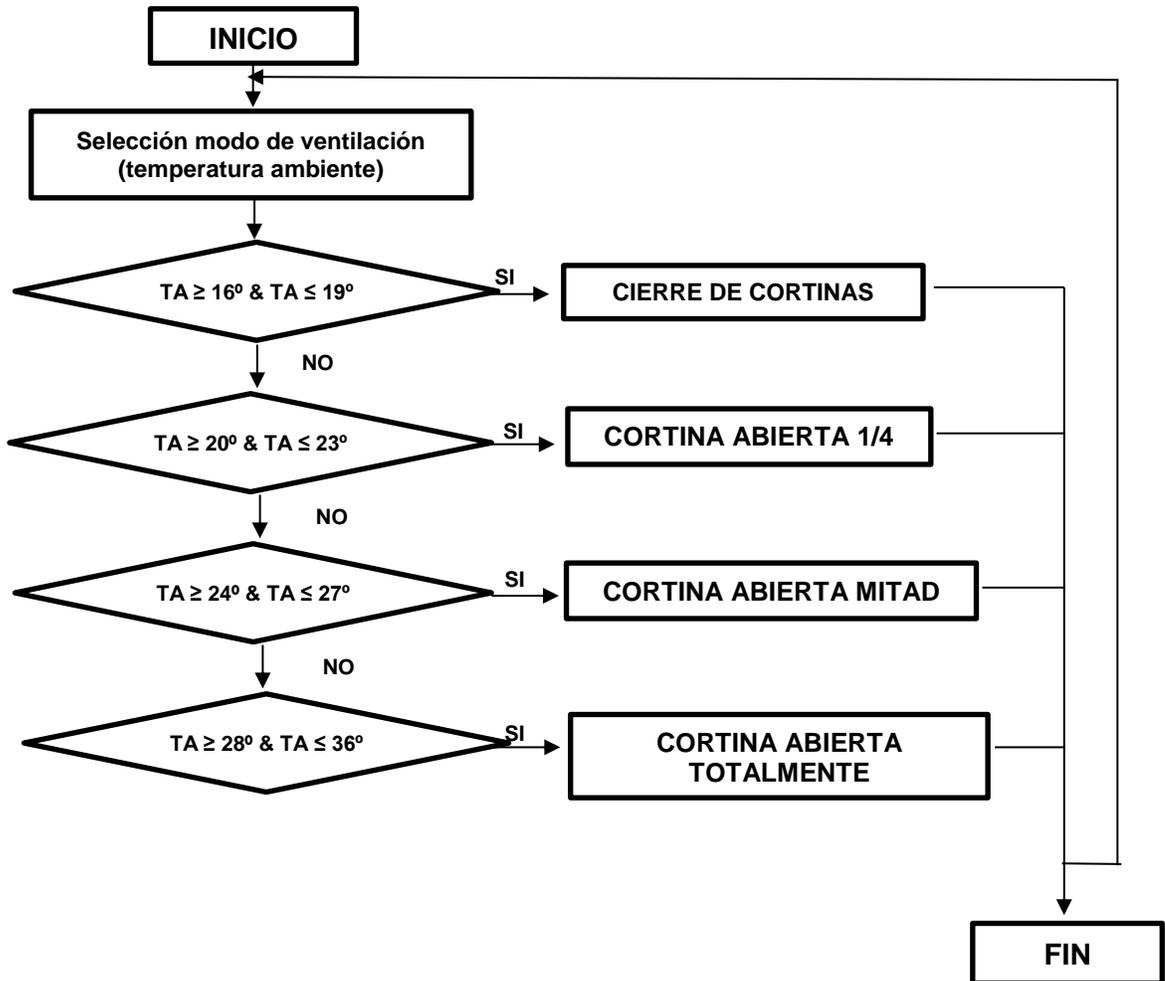


Figura 32: Diagrama de flujo del sistema de ventilación
Fuente: El Autor

De acuerdo con el diagrama de flujo de la figura 32, se establece los parámetros de la temperatura que el sensor deberá medir, dependiendo del valor que se obtenga del sensor, se determinará la posición de apertura de la cortina del invernadero. Esta configuración se la realizo a través de pruebas de campo por medio de los procedimientos que realiza el encargado de la ventilación.

3.1.4. Selección de equipos

a) Bombas de riego

Las bombas instaladas en la florícola se encuentran en perfectas condiciones y lo más importante, es que cumplen con la capacidad requerida para realizar el riego automático tal cual se describe en las tablas número 4, 5 y 6 ubicadas en las páginas 23, 24 y 25 respectivamente.

b) Electroválvulas

De acuerdo con el diseño del sistema de riego en la florícola, se cuenta con un total de 19 válvulas, que serán activadas en secuencia, de acuerdo con el número de bloque, tal y como se muestra detallada en la descripción de la figura 25 ubicada en la página 29.

Para poder seleccionar las electroválvulas, una de las cuestiones fundamentales es el análisis del fluido a trasegar, en este caso es de poca exigencia ya que se trata de agua para riego, además de esto, la florícola tiene instalado un sistema de filtros que mejora considerablemente la pesadez química, se basó en los requerimientos de la empresa y se comparó con los datos técnicos y las múltiples opciones que los fabricantes dieron a conocer, obteniendo como mejor opción y una buena selección, la electroválvula de la figura 33, cuyas características están detalladas en el **anexo 4**.



Figura 33: Electroválvula
Fuente: El Autor

c) Sensor de humedad

Para el presente proyecto se usará el sensor de humedad del suelo que se muestra en la figura 34, ya que este sensor tiene una alta eficiencia de medida obteniendo valores exactos en tiempo real, detectando rápidamente los cambios de humedad en el suelo de manera inmediata, para poder controlar y cumplir con los parámetros establecidos. Son de uso industrial, efectivamente para realizar controles de riego.



Figura 34: Sensor de humedad
Fuente: El Autor

Para determinar la ubicación y el número de sensores que se va a proponer para la realización del proyecto se tomó en cuenta, las indicaciones y los procedimientos que realizaba el encargado del riego, donde supo indicar los puntos específicos en donde él medía la humedad diariamente para realizar todo el proceso de riego. Gracias a las pruebas que efectúa el encargado diariamente, explicó que al medir la humedad del suelo lo realiza en tres puntos diferentes del bloque de producción, obteniendo como resultado los mismos valores en todos los puntos de los bloques de producción.

En el **anexo 5a** se muestra la ubicación del sensor de humedad, que será colocado en el bloque 1, se propone la instalación de un solo sensor, debido a las mediciones que se realizaron en el campo donde se obtuvo valores similares en todos los bloques.

- **Acondicionador**

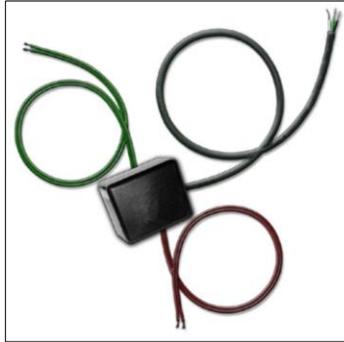


Figura 35: Acondicionador de sensor de humedad
Fuente: El Autor

El sensor de humedad de la figura 34 viene con un acondicionador de señal que cambia los valores de muestreo del sensor, que inicialmente censa los valores en Centibares; lo que hace el acondicionador es que, la señal de salida se convierta en voltaje, como se observa en el **anexo 6**, haciendo más fácil la integración con los sistemas electrónicos.

d) Sensor de nivel

Para la propuesta se seleccionó como sensor de nivel, un flotador de agua eléctrico que es capaz de enviar señales al PLC indicando el estado actual del reservorio, el cual será el encargado de desactivar el funcionamiento en caso de que el agua llegue a la zona más baja del tanque, evitando que de esta manera se produzca un mal funcionamiento de la bomba por falta de agua o por la absorción de cantidades considerables de arena o suciedades que se alojan en el fondo del reservorio.



Figura 36: Flotante de agua
Fuente: El Autor

En la figura número 37 se muestra el funcionamiento del flotador, en donde nos indica que en su interior tiene dos contactos, uno normalmente cerrado y uno normalmente abierto; su función

es que, cuando el nivel del tanque es demasiado bajo hace que el contacto se cierre indicándonos que el nivel del agua del reservorio no está en niveles óptimos para que la bomba pueda trabajar, requiriendo la revisión del reservorio. Cuando el nivel del agua cumple con el nivel requerido, el contacto se abrirá permitiendo que el riego se realice sin que sea propenso a sufrir fallas en el sistema.

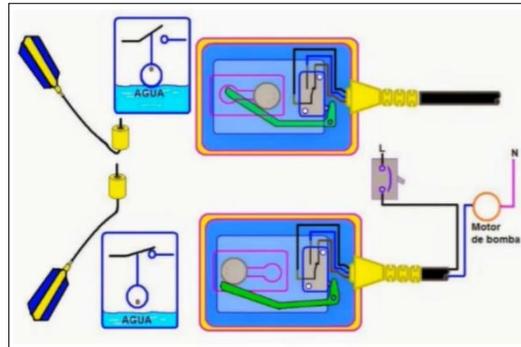


Figura 37: Funcionamiento del flotador
Fuente: El Autor

e) Selección de la manguera de goteo.

Se seleccionaron tuberías de polietileno de 1,5 pulgadas de diámetro que recorrerá por toda la zona de plantación (surcos), para que ejecute el goteo dentro de los invernaderos. La selección se la efectuó de acuerdo con la cantidad de plantas (2 goteros/planta), debido a que en el diseño se realizó con manguera en paralelo (dos mangueras por canal); y a los parámetros establecidos por los fabricantes de la manguera de goteo que se muestra en la tabla 11.

Tabla 11: Características de las mangueras de goteo

Características técnicas de la manguera de goteo	
Distancia entre goteros	0,2 m
Diámetro	0,016 m
Caudal mínimo	(300 goteros) / (1500 L/h)
Caudal máximo	(300 goteros) / (5000 L/h)

Fuente: El autor

f) Sensor de temperatura

Para la medición de la temperatura se consideró la propuesta de compra de una termocupla, debido a su alto rendimiento y su precisión al momento de evaluar las temperaturas en las que se encuentra, de manera rápida y confiable.



Figura 38: Sensor de temperatura
Fuente: El Autor

- **Características del sensor de temperatura**

- Está diseñado para cultivos de producción constante.
- Es adecuado para trabajar dentro de invernaderos.
- No requieren un método de un manteniendo constante.
- Su rango de medición va desde los -60°C a los 200°C
- Rango de salida del sensor de 4-20 mA

En el **anexo 5b** se muestra la ubicación de los sensores de temperatura, en donde se propone que se coloquen un sensor por cada bloque debido a la alta eficiencia y precisión de medición, y hace que no se requiera de muchos instrumentos medidores de temperatura.

g) Módulo de entradas analógicas del PLC para la medición de la PT-100

El módulo de entradas analógicas SB 1231, como se muestra en la figura 39, es un acondicionador de señales para termopares o termocuplas como se las conoce normalmente, este módulo facilita el montaje y ayuda a realizar una conexión directa entre la PT-100 y el controlador lógico programable. Las especificaciones se encuentran detalladas en el **anexo 7**.



Figura 39: Módulo Siemens SB 1231
Fuente: El Autor

h) Selección del PLC

Debido al estudio técnico realizado, se conoció todos los parámetros que se tendrá en cuenta para ser controlados y para poder seleccionar el PLC, que será el encargado de controlar y realizar los procesos de riego, se tomó en cuenta todas las entradas y salidas que se requiere para llevar cabo el almacenamiento de todos los parámetros con los que se va a trabajar en la finca, para poder realizar las actividades y procedimientos correspondientes.

Se propone la adquisición de un PLC ya que cuenta con las especificaciones y los requerimientos requeridos para realizar este tipo de procesos. Los datos técnicos se encuentran en el **Anexo 7**. Se seleccionó este controlador debido a su velocidad de funcionamiento y su capacidad de responder a las mediciones de los parámetros que son requeridos para realizar el riego para la florícola.

3.1.5. Software (programa)

Luego de haber seleccionado los materiales que están detallados en la propuesta tecnológica del proyecto, se procedió al desarrollo de la programación y control de todos los procesos que intervienen en el sistema de riego utilizando el software TIA PORTAL para la programación del PLC. Los mismos que están detallados paso a paso en el **anexo 8**.

3.1.6. Análisis de costos

- **Costos directos**

En la tabla 12, se describen los costos de materiales que se seleccionó para la elaboración de la propuesta y que la florícola necesita.

Tabla 12: Costos directos

Cantidad	Detalle	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
19	Electroválvulas	32.01	608.19
1	Sensor de humedad WATERMARK	55.00	55.00
1	Acondicionador de señal WATERMARK	96.54	96.54
1	Sensor de nivel tipo flotador	22.00	22.00
1	Manguera para goteo 8000 m	7520.00	7520.00
1	PLC S7-1200 CPU 1214 AC/DC/RLY	460.00	460.00
1	Signal Board 1231	80.00	80.00
1	PT-100 Siemens	150.00	150.00
		Subtotal	8991.73
		IVA 12%	1079.06
		Total	10070.74

Fuente: El Autor

CONCLUSIONES

Para poder llevar a cabo el presente trabajo de grado, se realizó una investigación de campo, dando como lugar al levantamiento de información de cada uno de sus equipos, evaluando sus condiciones técnicas y condiciones de operación a las que el equipo está expuesto diariamente, con la finalidad de conocer cuál es el estado por el que están atravesando.

La propuesta tecnológica se la desarrolló con la finalidad de que se pueda llevar a cabo la automatización de los procesos del sistema de riego, ya que la florícola se encuentra atascada tecnológicamente, realizando los procesos manualmente, lo que a nivel industrial ya no es común en la actualidad.

Este proyecto, es un apoyo fundamental al momento de realizar la implementación de los equipos para la automatización de los procesos, ya que está basada en los parámetros, estadísticas y necesidades reales de la florícola Lotus Flowers, además se detalla las características y especificaciones técnicas de los instrumentos, para que cumplan con los valores requeridos y establecidos para el crecimiento y la producción de las rosas

Con las pruebas realizadas a cada uno de los componentes que actualmente se encuentran instalados en la florícola, se determinó que la florícola necesita realizar cambios que optimicen el sistema de riego y complementen la manera de realizar los procesos.

Esta investigación permite ver la importancia de la implementación de la automatización y el control de los procesos que son desarrollados actualmente de manera manual por personal de la florícola, ya que asegura la optimización de recursos energéticos y brinda una mayor seguridad en todo el proceso productivo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar el sistema de riego automatizado, ya que es un método confiable y práctico que ayuda a optimizar los tiempos, ahorrar recursos energéticos y económicos de la florícola.

En el caso de llevar a cabo la implementación del proyecto, se recomienda comprar los equipos seleccionados para el mismo, ya que son escogidos especialmente para el tipo de funciones y requerimientos que la empresa necesita.

Para un sistema de riego automatizado, es recomendable realizar programas de mantenimiento de los equipos y sensores, para poder conseguir una mayor vida útil y aprovechar de mejor manera el funcionamiento de los mismos.

Con la nueva implementación del sistema de riego automatizado, es necesario capacitar a todo el personal de la florícola sobre el buen funcionamiento de dicho sistema, ya que ellos serán los encargados de controlar los parámetros de los procesos de la automatización.

Se recomienda realizar mantenimientos preventivos del PLC antes de iniciar un nuevo ciclo de cultivo, para evitar errores por mal funcionamiento, debido a que el equipo esté expuesto a la adversidad del clima.

Bibliografía

- Amézquita, E. (2012). *Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores*. Cali-Colombia.
- Angulo, E. (2012). *SELECCION DE MUESTRA*. Obtenido de http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/seleccion_muestra.html
- Arismendi, E. (2013). *INVESTIGACION DE CAMPO*. Obtenido de http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html
- Baena, G. (1985). *INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- Beltrano, J. (2006). *cultivo de hidroponia* . universidad de la plata.
- Blair, E. (2008). *Manual de riego y avenamiento*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Cadena Navarro, V. H. (2016). *Hablemos de Riego*. Quito.
- Canales, A. R. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona.
- CAPETE QUINTANA, J. S. (2016). *Analisis Tematico de Principios de Automatizacion en el Desarrollo de Cultivos Hidroponicos*. QUITO. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/12862-Texto%20del%20art%C3%ADculo-61556-1-10-20171214.pdf>
- Castro, G. (2012). *muestra de la investigacion*. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2012/01/poblacion-y-muestra.html>
- Chulde Quiroz, K. (14 de Noviembre de 2017). *Implementación de un sistema automatizado de riego por goteo parcial, a campo abierto en el centro experimental del riego de la facultad de recursos naturales*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7620/1/108T0209.pdf>
- CHULDE QUIROZ, K. A. (2017). *IMPLEMENTACION DE SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR GOTEO PARCIAL*. RIOBAMBA. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7620/1/108T0209.pdf>
- Fernando Reyes Cortés, J. C. (2000). *Mecatrónica: control y automatización*. Alfaomega.
- FRANCO ORTEGA, V. A. (2018). *EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL METODO RIEGO POR GOTEO*. CEVALLOS. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27290/1/Tesis-191%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20563.pdf>
- Fuentes Calderón, E., & Pozo Benavides , L. M. (12 de Julio de 2015). *Diagnóstico y propuesta tecnológica que permita diseñar y automatizar el control del sistema de riego, para la*

- optimización de agua y ahorro de energía en la empresa Gardaexport S.A.* Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3276/1/05%20FECYT%201748%20%20TESIS.pdf>
- Gutiérrez & Bocanegra, J. (13 de Julio de 2014). *Automatización Industrial*. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Automatizacion-industrial,-del-vapora-laluz+98162>
- Harper Enríquez. (2004).
- Hernández, R, Fernández, C y Baptista, P. (2006). *METODOLOGIA DE LA INVETIGACION*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Documents/TESIS%20JUAN%20R/metodologia.pdf>
- Hernández, R. Fernández, C y Baptista, P. (2006). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Documents/TESIS%20JUAN%20R/metodologia.pdf>
- Hernández, R. Fernández, C y Baptista, P. (2006). *METODOLOGIA PARA LA INVESTIGACION*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Documents/TESIS%20JUAN%20R/metodologia.pdf>
- Intagri. (2019). *Diseño Agronómico del Sistema de Riego por Goteo*. México.
- Leroy S.A. (12 de Julio de 2016). *Productos de riego*. Obtenido de http://www.leroymerlin.es/productos/jardin/riego/programadores_de_riego/como-elegir-programadores-de-riego.html
- Matos, A. (2010). *INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA O DOCUMENTAL*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-bibliografica/>
- Moreno, E. (2013). *POBLACION DE LA INVESTIGACION*. Obtenido de <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html>
- Narvaez Ortiz, G. C. (28 de Septiembre de 2010). *Automatización de un sistema de riego dedicado a la producción florícola basado en las tecnologías de agricultura de precisión y en telemetría utilizando la plataforma de comunicaciones de telefonía móvil GPRS*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1308/1/CD-2028.pdf>
- Novedades Agrícolas S.A. (2016). *novagric.com*. Obtenido de <https://www.novagric.com/es/riego/materiales-de-riego/bombas-de-riego>
- Nuñez, M. (2017). *LA INVESTIGACION DE CAMPO*. Obtenido de <https://www.recursosdeautoayuda.com/investigacion-de-campo/>
- Nuria Oliva Alonso, V. (2013). *Redes de comunicaciones industriales*. Editorial UNED.
- Ogata, K. (2012). *Ingeniería de control moderno*. Pearson Prentice Hall, 140-220.

- Patricio, S. (2011). *POBLACION Y MUESTRA* . Obtenido de http://udocente.sespa.princast.es/documentos/Metodologia_Investigacion/Presentaciones/4_%20poblacion&muestra.pdf
- Pérez, E. M. (2009). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Barcelona: MARCOMBO.
- Robles, F. (2012). Obtenido de <https://www.lifeder.com/metodo-inductivo-deductivo/>
- Robles, F. (2012). *metodo inductivo y deductivo*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/metodo-inductivo-deductivo/>
- Rojas, F. (2014). *POBLACION Y MUESTRA*. Obtenido de <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html>
- Ruiz Canales, A., & Martínez Molina, J. M. (2011). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona: Marcobo.
- Sánchez, J. A. (2006). *Instrumentación y Control Avanzado de Procesos* . Ediciones Diaz de Santos.
- Valencia Potosí, D. J. (2019). *Propuesta de un Manual de Procedimientos para el Análisis y Mejoramiento de los Distemas de Puesta a Tierra*. Ibarra.
- Vásquez, A. (2012). *Principios básicos del riego*. Lima: Fimart.
- Vergara, L. G. (2001). *Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado*. universidad de Talca, Chile.

ANEXOS

Anexo 1: Entrevista

Realizada al propietario de la florícola y al experto en su desempeño cotidiano como operario del sistema de riego, con la finalidad de determinar y obtener datos relevantes para la puesta en marcha de la propuesta del proyecto.

Entrevista: Formato



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS



TEMA: LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE EN LA FLORÍCOLA

DATOS INFORMATIVOS:

LUGAR: Lotus Flowers

SECTOR: Angochagua (La Esperanza)

Nombre del entrevistado: Santiago Xavier Ramos Pinto

Nombre del entrevistador: Frank Ricardo Montalvo Arteaga

Fecha: **Hora:**

INSTRUCCIONES:

Señor operario del sistema de riego:

La florícola Lotus Flowers a través de críticas y pruebas, ha determinado que todo el proceso que interviene en la producción de flores, desde el sistema de riego, mediciones de suelo y

temperatura, lo cual presenta un gran desperdicio de tiempo que el personal realice levantamiento de información diariamente haciendo un mal uso y desperdicio de recursos; lo cual se presenta para el mejoramiento de la calidad dentro de la florícola, los procesos de automatización del sistema de riego, brindando ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social y fundamentalmente tecnológico.

Sus opiniones serán muy importantes y fundamentales para valorar el desarrollo productivo de la florícola. Le pedimos contestar:

Objetivo: Delimitar todos los problemas sistemáticos del sistema de riego existente en la florícola, para realizar la propuesta del sistema de riego automatizado.

Indicadores:

1.- ¿Cómo es el proceso de riego que realizan a diario dentro de la florícola?

Se lo realiza de manera presencial y manual con un monitoreo visual de como se encuentra el suelo en cada invernadero de eso depende el tiempo de riego.

2.- Cómo operario encargado del sistema de riego, ¿cuáles son los factores que debe tener en cuenta para realizar el riego?

- La temperatura de ambiente en 3 horarios, en la mañana, medio día y en la tarde.
- Humedad del suelo se lo realiza de la misma manera.

3.- ¿Cómo realiza el proceso de recopilación de información?

- Se tiene un termómetro estacionario.
- y un medidor de humedad general.

4.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de tecnología para controlar el proceso dentro de la florícola?

Si ya que se haría la recopilación de datos más fácil. y el proceso de riego más eficiente.

5.- ¿Cómo califica el sistema de riego con el que cuenta la florícola actualmente?

Muy adecuado Adecuado Parcialmente adecuado Inadecuado

Porque: Ya que por ser obtenidos los datos por el hombre existe falla en su ejecución

6.- ¿Cree usted que la automatización es fundamental para realizar el control del sistema de riego? Si No

Porque: Se optimiza todos los recursos y se hace un proceso confiable.

7.- ¿Cómo se beneficiaría la florícola con la automatización?

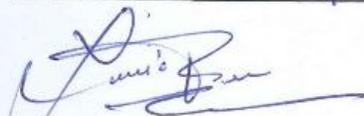
Se beneficia en el tiempo hombre y falla por el mismo en ejecución de procesos.

8.- ¿Cómo se beneficiaría el operario o encargado del sistema de riego?

Se beneficia en su tiempo de ejecución en mezclas y monitoreo general.

9.- ¿Qué propuesta de mejoramiento sugiere o la sugerida está acorde a las necesidades de la florícola?

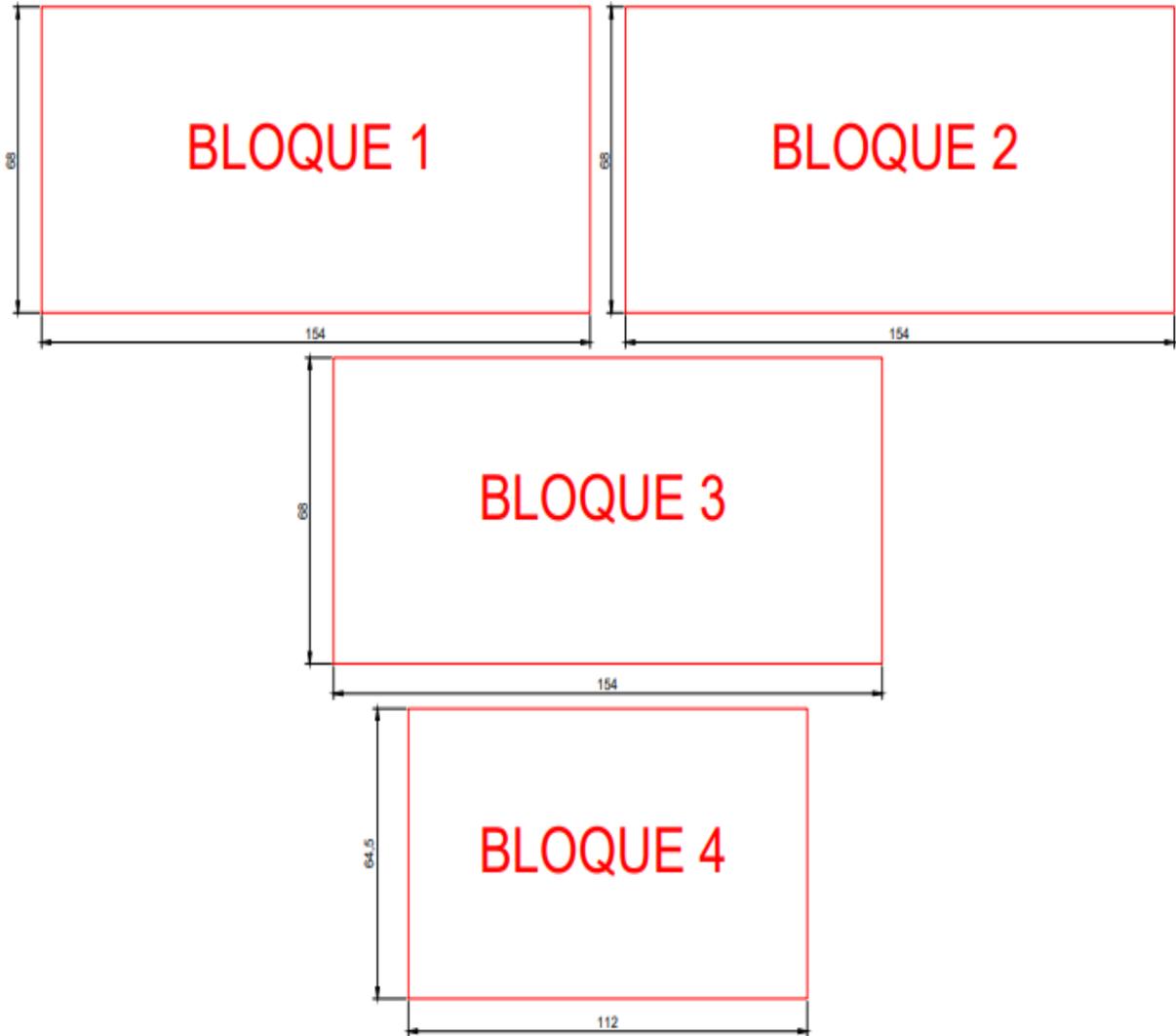
Se sugiere la toma de información de temperatura y humedad de 9 a 10 AM de 12pm a 13pm y de 15 a 16 pm.



Sr. Xavier Ramos
C.I. 1004541676

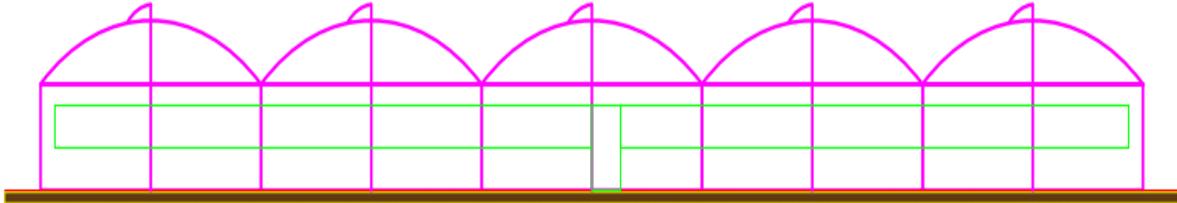
Gracias.

Anexo 2: Dimensión de los invernaderos



Anexo 3: Sistema de ventilación

Vista frontal



ELEVACIÓN FRONTAL BLOQUE 1

Vista Lateral



ELEVACIÓN LATERAL BLOQUE 1

Anexo 4: Características de la electroválvula

BERMAD Irrigación



Serie 200

Serie 200

Válvulas Plásticas de Control Hidráulico/Eléctrico

Para Residencias, Comercios y Sistemas de Riego Agrícola

Las válvulas plásticas de control hidráulico, **Bermad Serie 200**, son fabricadas en tamaños de 3/4" a 2" de tipo globo o angular. Estas válvulas de control permiten alta capacidad de funcionamiento, siendo prácticamente la última palabra en hidráulica y tecnología de plásticos.

Características

- Fabricadas en plásticos de alta tecnología, resistentes a la corrosión y a la radiación U. V., con partes de goma sintética y acero inoxidable.
- Alta capacidad de flujo con bajas pérdidas de carga.
- Operan en un amplio margen de presiones.
- Limitador de caudal manual, permite regular la apertura de la válvula de acuerdo al flujo requerido.
- Llave de operación manual, para abrir la válvula en caso de fallo en el suministro de electricidad.
- Solenoide de alta performance y bajo consumo eléctrico.
- Variada gama de modelos de válvula de control, eléctricas y operadas por presión hidráulica.
- Orificio autolimpiante asegura el funcionamiento confiable de la válvula aún con "Aguas duras". (En modelos eléctricos).



Datos Técnicos

Tipo de válvula:

Globo, Angular y Oblicuo (Y)

Tamaños: 3/4", 1", 1 1/2" y 2"

Conexión: Rosca hembra, BSP, NPT

Norma de Presión:

– ISO: PN 10

– ANSI: Clase 125

Rango de Presión:

0.7-10 bar (10-150 psi)

Rango de Temperatura:

Agua hasta 80°(180°F)

Datos Eléctricos:

– Estándar:

Voltaje: 24V AC (50-60-Hz)

Corriente de operación sostenida: 0.20 A

Corriente de arranque: 0.40A

– Voltajes Opcionales:

6V DC, 12V DC, 24V DC

12V AC, 24V AC

Materiales:

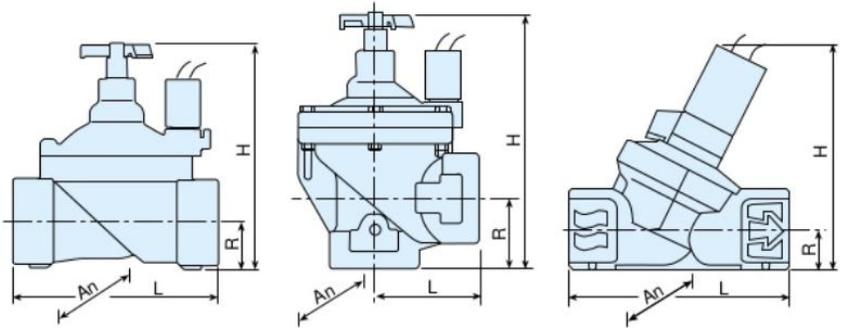
– Cuerpo y tapa: Nylon reforzado

– Partes Metálicas: Acero Inoxidable

– Diafragma: Goma Natural

– Juntas: Buna-N y NR

Dimensiones y Pesos



	Tipo Globo				Tipo Angular		Tipo Oblicuo (Y)
Tamaños	3/4"	1"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2"	1"
L(mm)	110	110	160	170	80	85	114
H (mm)*	115	300	180	190	190	210	115
R (mm)	22	22	35	38	40	60	21
Ancho (mm)	78	78	125	125	125	125	68
Peso (kg)*	0.35	0.33	1.0	1.1	0.95	0.91	0.30

* Sin el vástago de control de flujo

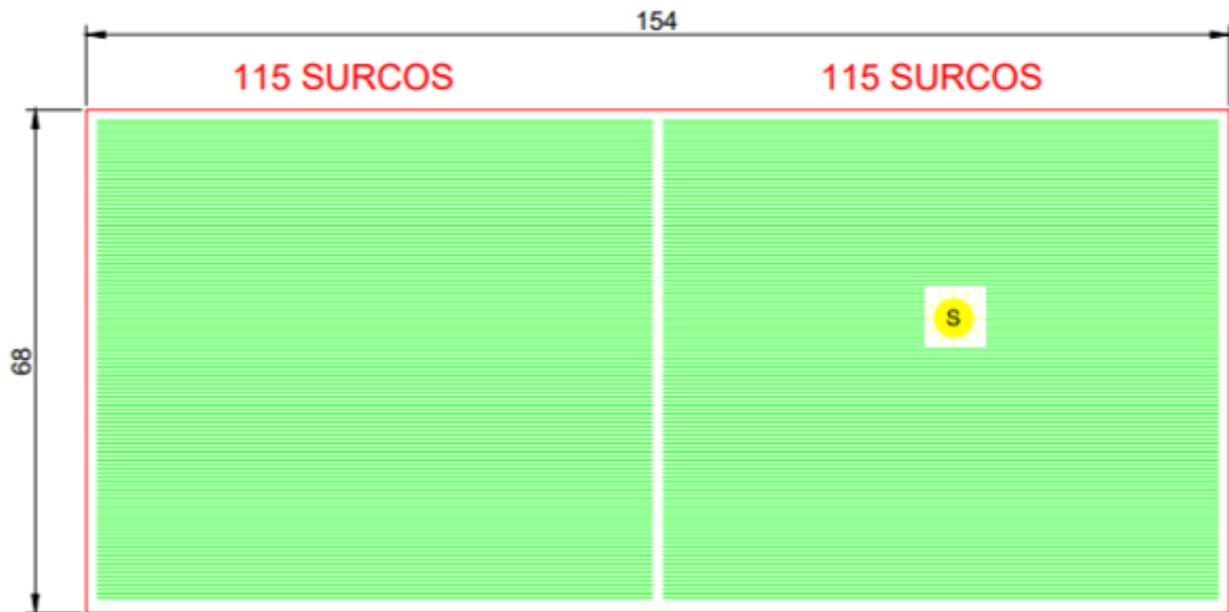
Activar Windows

Ve a Configuración para activar W

Anexo 5a: Ubicación del sensor de humedad

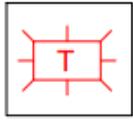


SENSOR DE HUMEDAD



UBICACIÓN SENSORES
DE HUMEDAD

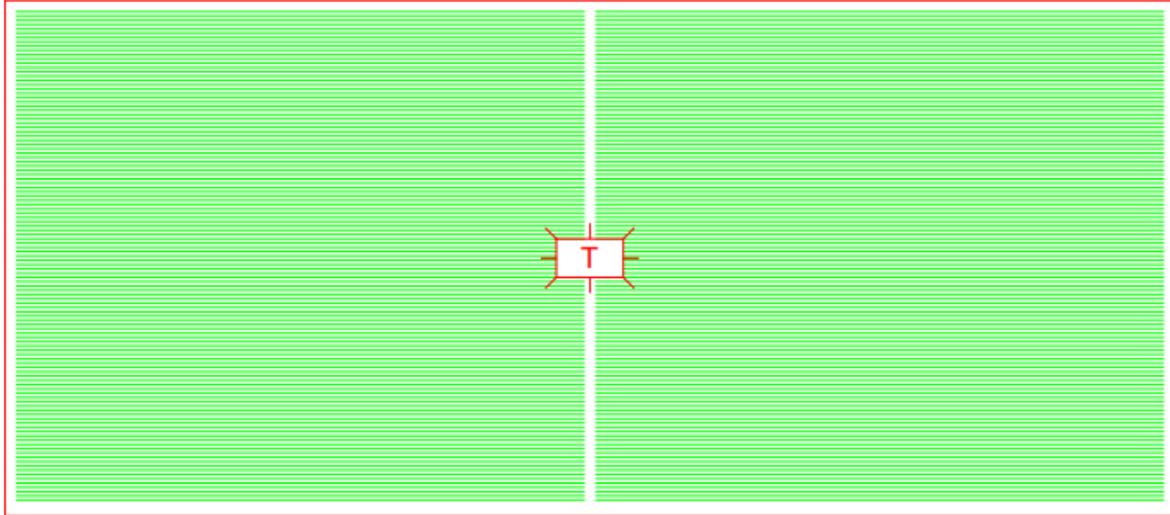
Anexo 5b: Ubicación del sensor de temperatura



SENSOR DE TEMPERATURA

115 SURCOS

115 SURCOS



UBICACIÓN SENSORES
DE TEMPERATURA

Anexo 6: Calibración del acondicionador

Centibares (CB)	Voltaje (v)	
0	0.0000	MUY HUMEDO
10	0.1172	
20	1,2343	
30	0,3515	
40	0,4686	
50	0,5858	HUMEDO
60	0,7029	
70	0,8201	
80	0,9372	
90	1,0544	
100	1,1715	NORMAL
110	1,2345	
120	1,4059	
130	1,5230	
140	1,6402	
150	1,7573	SECO
160	1,8745	
170	1,9916	
180	2,1088	
190	2,2259	
200	2,3431	MUY SECO
210	2,4603	
220	2,5774	
230	2,6946	
240	2,8117	

Anexo 7: Características del Módulo SIEMENS SB1231

Datos técnicos			
	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0
Nombre del producto	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC	CPU 1214C DC/DC/relé
Versión			
Paquete de programas correspondiente	STEP 7 Basic V 10.5	STEP 7 Basic V 10.5	STEP 7 Basic V 10.5
Tensiones de alimentación			
Valor nominal			
• 24 V DC		Sí	Sí
• 120 V AC	Sí		
• 230 V AC	Sí		
• Rango admisible, límite inferior (DC)		20,4 V	20,4 V
• Rango admisible, límite superior (DC)		28,8 V	28,8 V
• Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V		
• Rango admisible, límite superior (AC)	264 V		
• Rango admisible de frecuencias, límite inferior	47 Hz		
• Rango admisible de frecuencias, límite superior	63 Hz		
Tensión de carga L+			
• Valor nominal (DC)	24 V	24 V	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	5 V	20,4 V	5 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	250 V	28,8 V	250 V
Consumo			
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC 50 mA con 240 V AC		500 mA; típico
Consumo máx.	300 mA con 120 V AC 150 mA con 240 V AC	1,5 A; 24 V DC	1,2 A; 24 V DC
Intensidad al conectar, máx.	20 A; con 264 V	12 A; con 28,8 V	12 A; con 28,8 V
Corriente suministrada al bus de fondo (5 V DC), máx.	1600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM	1600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM	1600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Consumo/pérdidas			
Pérdidas, típ.	14 W	12 W	12 W
Memoria			
Memoria útil para datos de usuario	50 kbyte	50 kbyte	50 kbyte
Memoria de trabajo			
• Integrada	50 kbyte	50 kbyte	50 kbyte
• Ampliable	No	No	No
Memoria de carga			
• Integrada	2 Mbytes; memoria de carga ampliable mediante SIEMENS Memory Card	2 Mbytes; memoria de carga ampliable mediante SIEMENS Memory Card	2 Mbytes; memoria de carga ampliable mediante SIEMENS Memory Card
• Ampliable, máx.	24 Mbytes; con SIEMENS Memory Card	24 Mbytes; con SIEMENS Memory Card	24 Mbytes; con SIEMENS Memory Card
Respaldo			
• Disponible	Sí; todo el proyecto en la EEPROM integrada (solución libre de mantenimiento)	Sí; todo el proyecto en la EEPROM integrada (solución libre de mantenimiento)	Sí; todo el proyecto en la EEPROM integrada (solución libre de mantenimiento)
• sin pila	Sí	Sí	Sí

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0
Nombre del producto	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC	CPU 1214C DC/DC/relé

CPU/tiempos de procesamiento			
para operaciones de bits, mín.	0,1 µs; cada operación	0,1 µs; cada operación	0,1 µs; cada operación
para operaciones de palabras, mín.	12 µs; cada operación	12 µs; cada operación	12 µs; cada operación
para aritmética en coma flotante, mín.	18 µs; cada operación	18 µs; cada operación	18 µs; cada operación
Áreas de datos y su remanencia			
Área de datos remanente en total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	2048 bytes	2048 bytes	2048 bytes
Área de direccionamiento			
Área de direccionamiento de la periferia			
• Área de direccionamiento de periferia (total)	1024 bytes para entradas/ 1024 bytes para salidas	1024 bytes para entradas/ 1024 bytes para salidas	1024 bytes para entradas/ 1024 bytes para salidas
• Entradas	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
• Salidas	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Canales digitales			
• Canales integrados (DI)	14	14	14
• Canales integrados (DO)	10	10	10
Canales analógicos			
• Canales integrados (AI)	2	2	2
Configuración de hardware			
Número de módulos por sistema, máx.	3 Communication Modules, 1 Signal Board, 8 Signal Modules	3 Communication Modules, 1 Signal Board, 8 Signal Modules	3 Communication Modules, 1 Signal Board, 8 Signal Modules
Hora			
Reloj			
• Reloj en hardware (reloj tiempo real)	Sí	Sí	Sí
• Duración del respaldo	240 h; típica	240 h; típica	240 h; típica
• Desviación diaria, máx.	60 s/mes a 25°C	60 s/mes a 25°C	60 s/mes a 25°C
Funciones de test y puesta en marcha			
Estado/forzado			
• Estado/Forzado de variables	Sí	Sí	Sí
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, entradas/salidas de la periferia, temporizadores, contadores	Entradas/salidas, marcas, DB, entradas/salidas de la periferia, temporizadores, contadores	Entradas/salidas, marcas, DB, entradas/salidas de la periferia, temporizadores, contadores
Forzado permanente			
• Forzado permanente	Sí	Sí	Sí
Funciones de comunicación			
Comunicación S7			
• Soportada	Sí	Sí	Sí
• como servidor	Sí	Sí	Sí
• como cliente	Sí	Sí	Sí
Comunicación IE abierta			
• TCP/IP	Sí	Sí	Sí
- tamaño de los datos, máx.			
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí	Sí	Sí
Número de conexiones			
• Total	16; dinámicas	16; dinámicas	16; dinámicas

Datos técnicos (continuación)

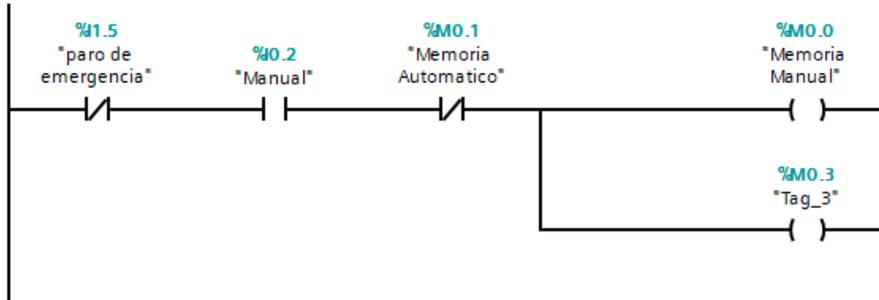
	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0
Nombre del producto	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC	CPU 1214C DC/DC/relé
Entradas digitales			
Nº de entradas digitales	14; integradas	14; integradas	14; integradas
• de ellas, entradas útiles para las funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero	Sí	Sí	Sí
Entradas analógicas			
Cantidad de entradas accesibles simultáneamente			
• todas las posiciones de montaje - cantidad de entradas accesibles simultáneamente, hasta 40 °C	14	14	14
Formación de valores analógicos			
Tensión de entrada			
• Valor nominal, DC	24 V	24 V	24 V
• para señal "0"	5 V DC con 1 mA	5 V DC con 1 mA	5 V DC con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC con 2,5 mA	15 V DC con 2,5 mA	15 V DC con 2,5 mA
Intensidad de entrada			
• para señal "1", tip.	1 mA	1 mA	1 mA
Formación de valores analógicos (en modo isócrono)			
Número de entradas analógicas	2	2	2
Longitudes del cable con pantalla, máx.	10 m; trenzado y apantallado	10 m; trenzado y apantallado	10 m; trenzado y apantallado
Alimentación de sensores			
Rangos de entrada			
• Tensión	Sí	Sí	Sí
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones			
• 0 ... +10 V	Sí	Sí	Sí
• Resistencia de entrada (0 ... 10 V)	≥100 kohmios	≥100 kohmios	≥100 kohmios
Tiempo de integración y de conversión/resolución por canal			
• Resolución con rango de rebase (bits más signo), máx.	10 bits	10 bits	10 bits
• Tiempo de integración parametrizable	Sí	Sí	Sí
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs	625 µs	625 µs
Sensores			
Longitud de cable			
• Longitudes del cable con pantalla, máx.	10 m; trenzado	10 m; trenzado	10 m; trenzado
Alimentación de sensores con 24 V			
• 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Sensores compatibles			
• Detectores de proximidad a 2 hilos	Sí	Sí	Sí

Anexo 8: Configuración del control de los procesos de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la florícola “Lotus Flowers”

Anexo 8a) Programación Manual

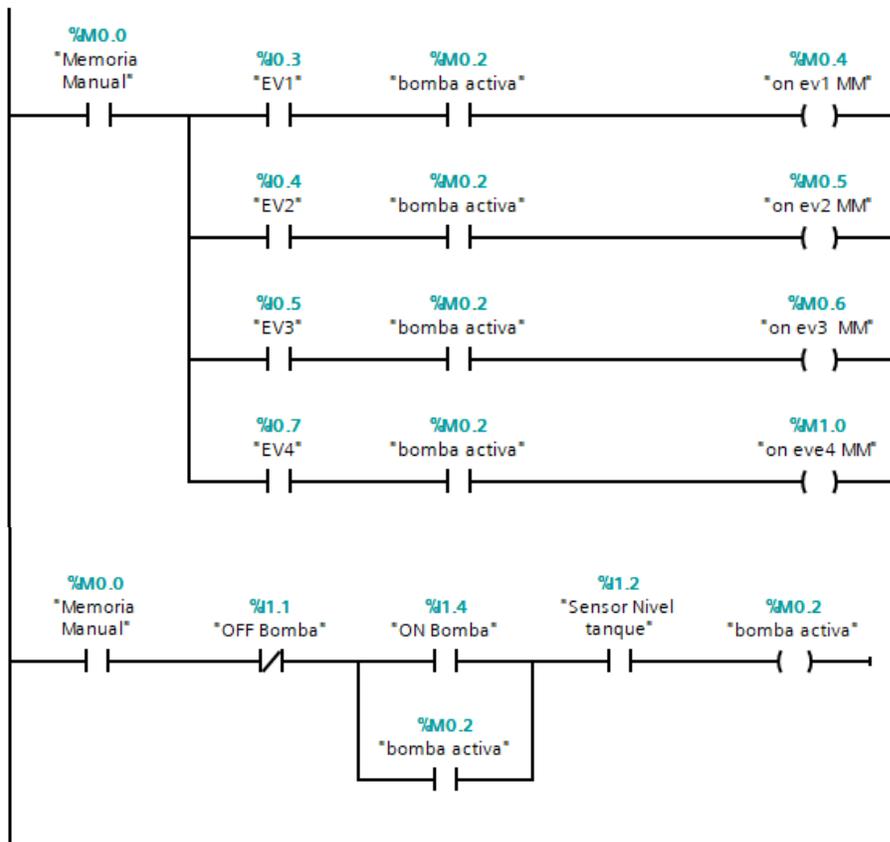
Segmento 1: Inicio Manual

Comentario



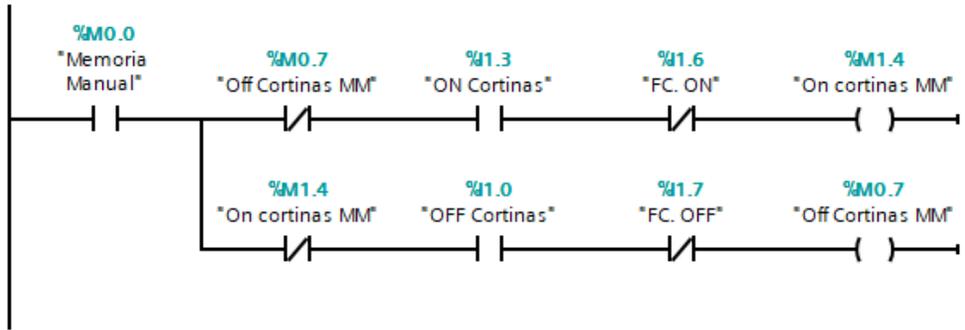
Segmento 2: Activación de Ev1, Ev2, Ev3, Ev4 conjuntamente con la bomba

Comentario



▼ **Segmento 3: Sistema de ventilacion**

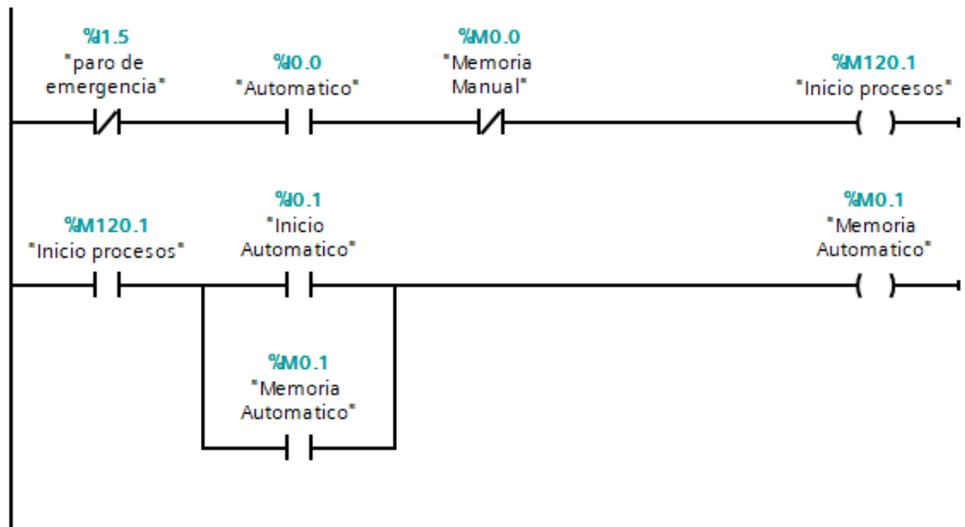
Comentario



Anexo 8b) Programación Automática

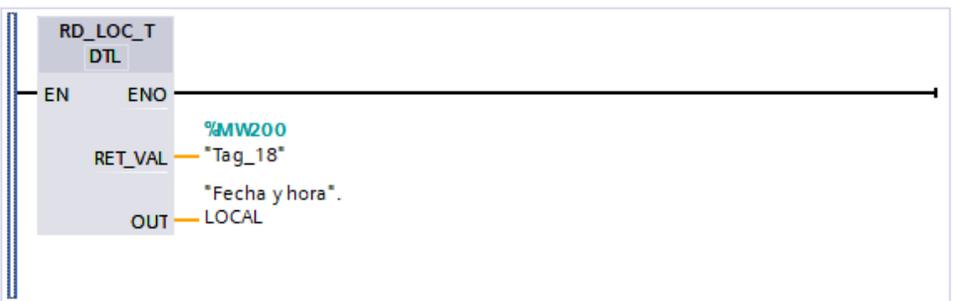
▼ **Segmento 1: Automatico**

Comentario



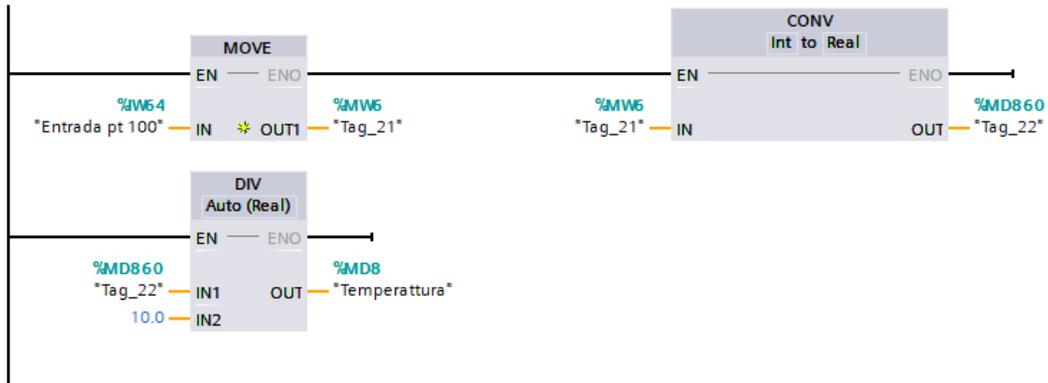
▼ **Segmento 2: Configuaraon de la hora y la fecha**

Comentario



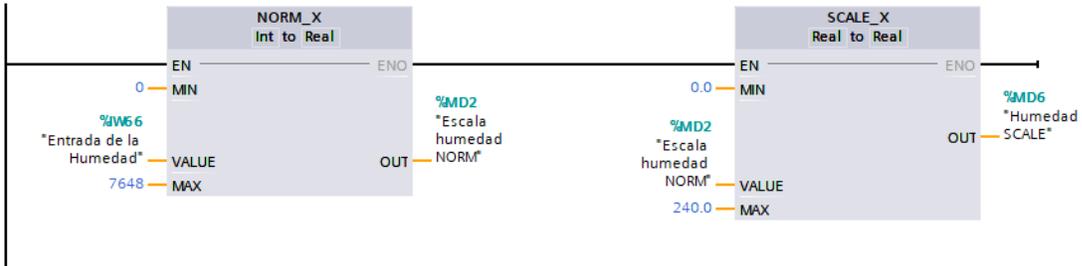
▼ **Segmento 3:** Acondicionamiento de la señal de temperatura

Comentario



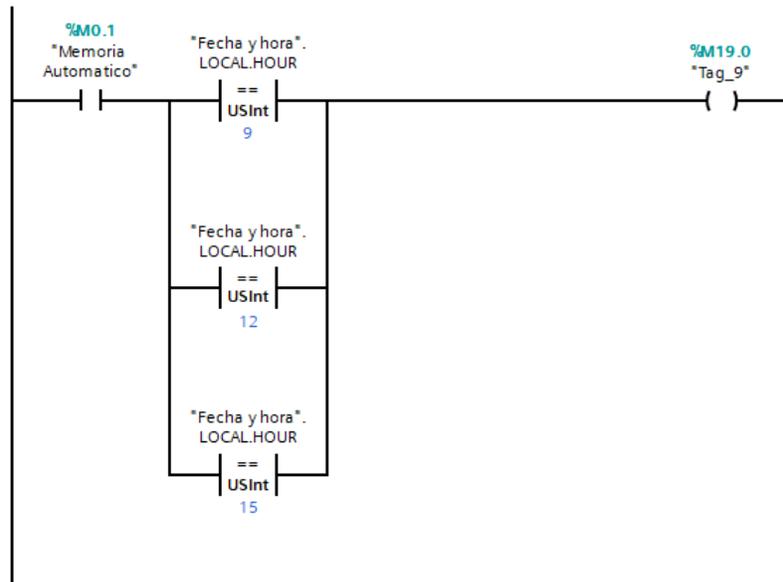
▼ **Segmento 4:** Acondicionamiento de la señal de humedad

Comentario



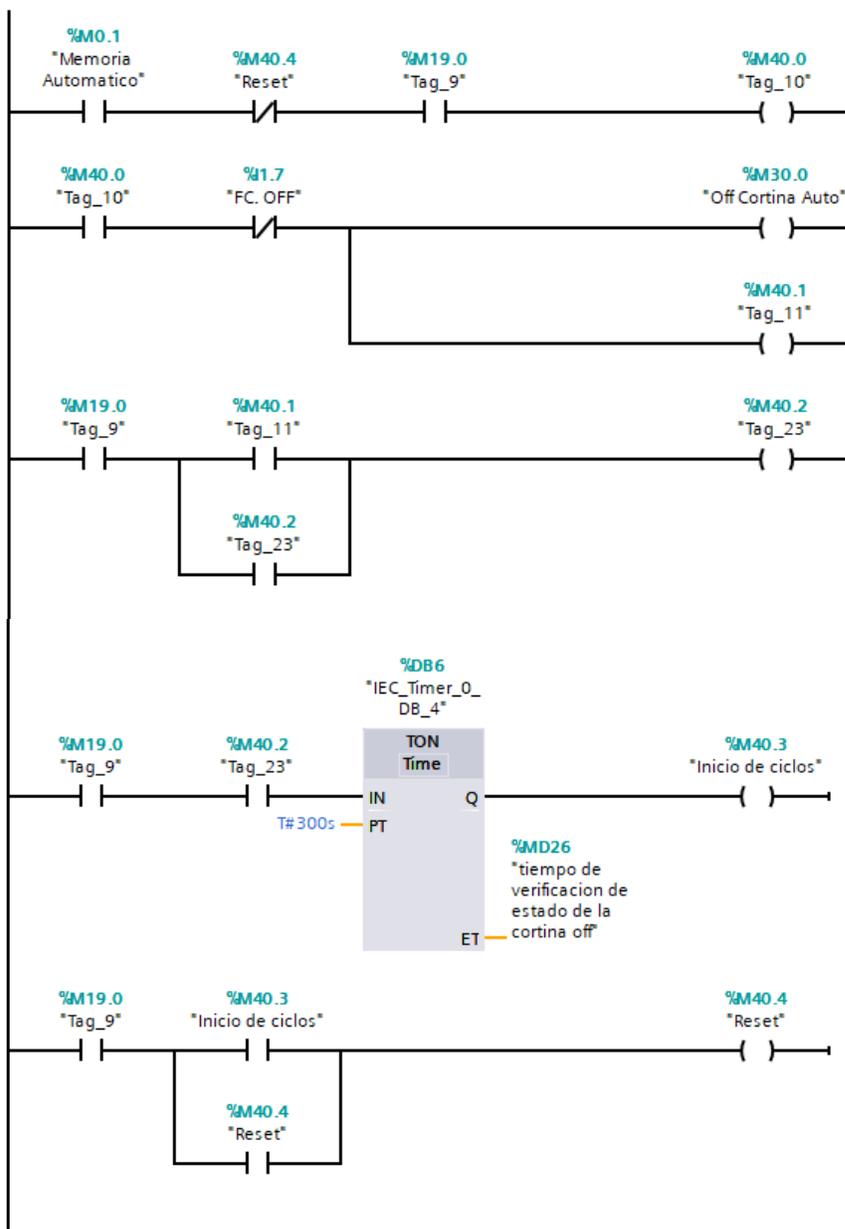
▼ **Segmento 5:** Inicia la obtención de la temperatura y Humedad desde la 9:00 a 9:59, 12:00 a 12:59 y de 15:00 a 15:59

Comentario



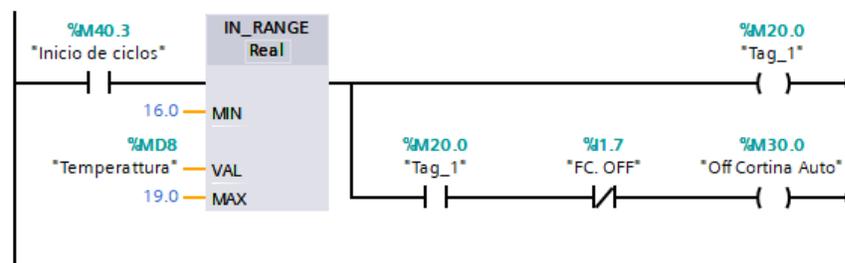
▼ **Segmento 6:** Reset para obtener la lectura a la hora zeteada

Comentario



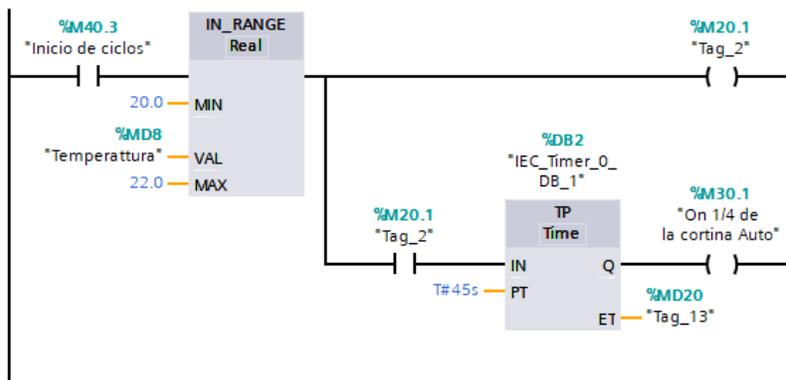
▼ **Segmento 7:** Acionamiento de cortinas en funcion de la temperatura de 16°C a 19°C (Frio), cortinas cerradas

Comentario



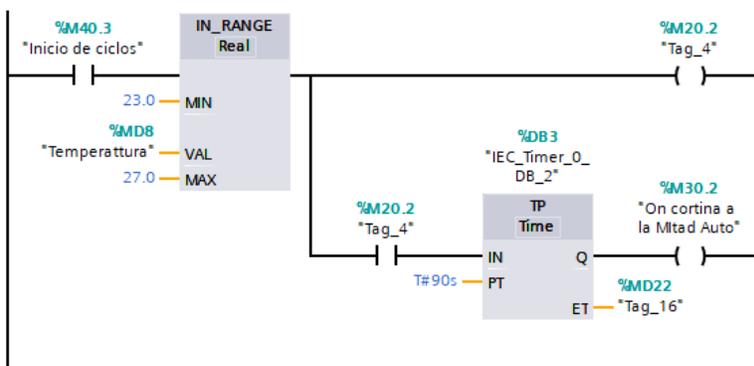
▼ **Segmento 8:** Acionamiento de cortinas en funcion de la temperatura de 20°C a 22°C (Moderado), cortinas abiertas 1/4

Comentario



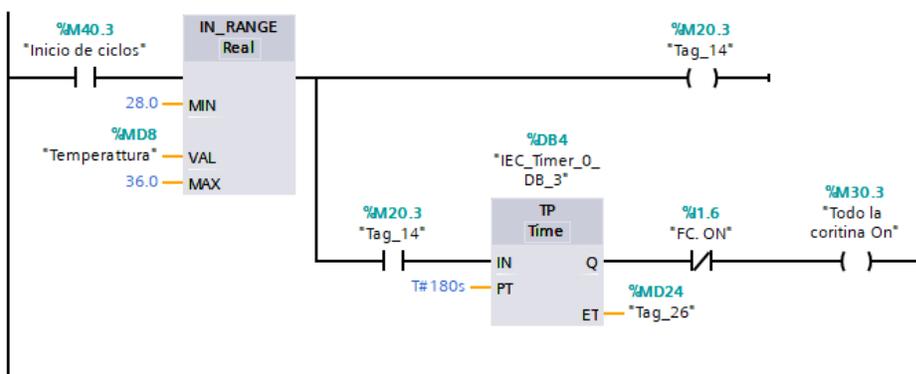
▼ **Segmento 9:** Acionamiento de cortinas en funcion de la temperatura de 23°C a 27°C (Calido), cortinas abiertas a la mitad

Comentario



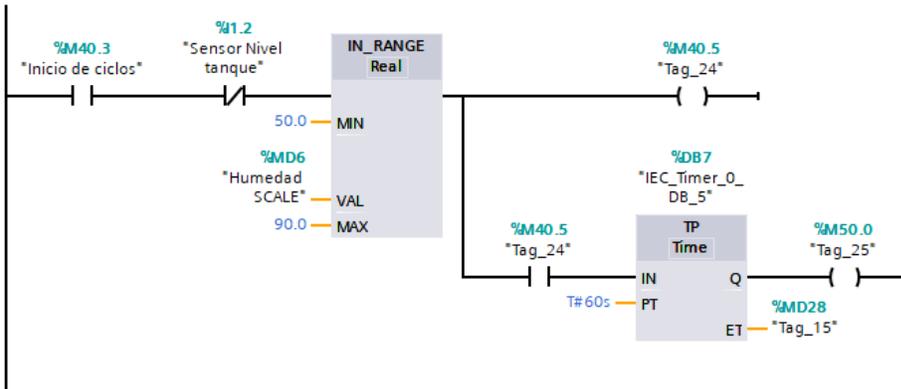
▼ **Segmento 10:** Acionamiento de cortinas en funcion de la temperatura de 28°C a 36°C (Caluroso), cortinas totalmente abi.

Comentario



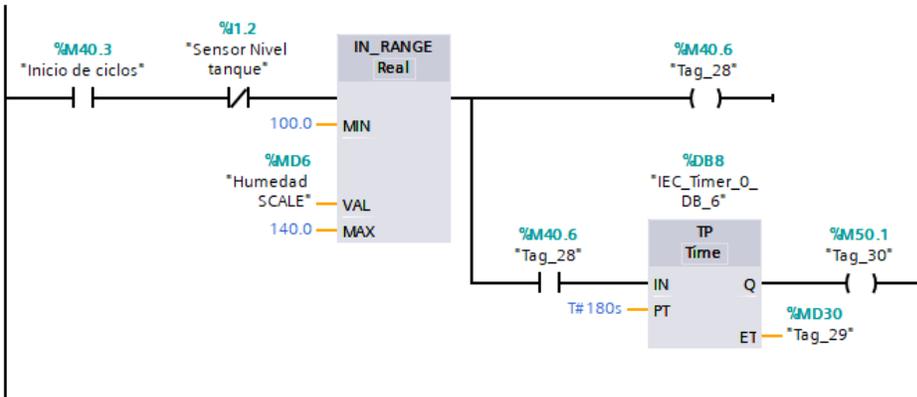
▼ **Segmento 11:** Tiempo de Riego en funcion del rango de humedad de 50 a 90 Centivares (Humedo)

Comentario



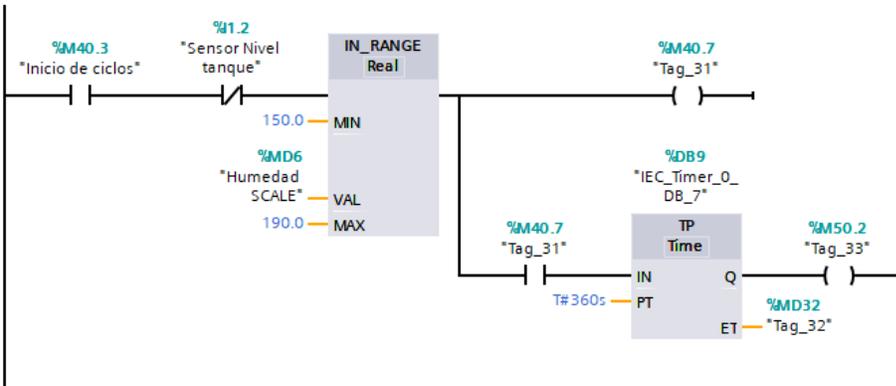
▼ **Segmento 12:** Tiempo de Riego en funcion del rango de humedad de 100 a 140 Centivares (Normal)

Comentario



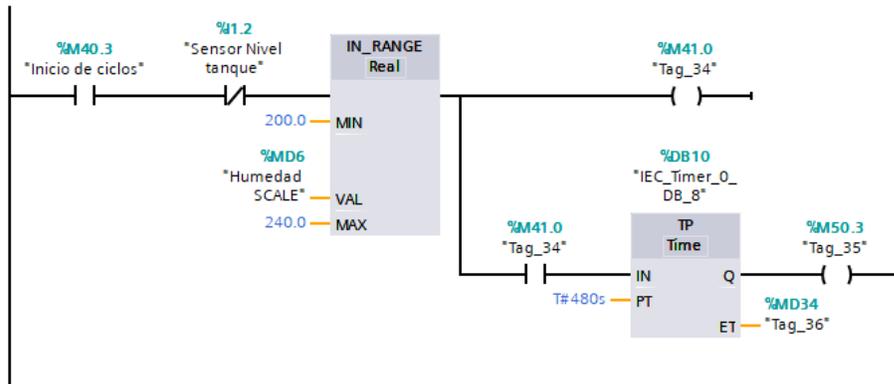
▼ **Segmento 13:** Tiempo de Riego en funcion del rango de humedad de 150 a 190 Centivares (Seco)

Comentario



Segmento 14: Tiempo de Riego en funcion del rango de humedad de 200 a 240 Centivares (Muy Seco)

Comentario



Anexo 9a: Gráfico de humedad (mañana)

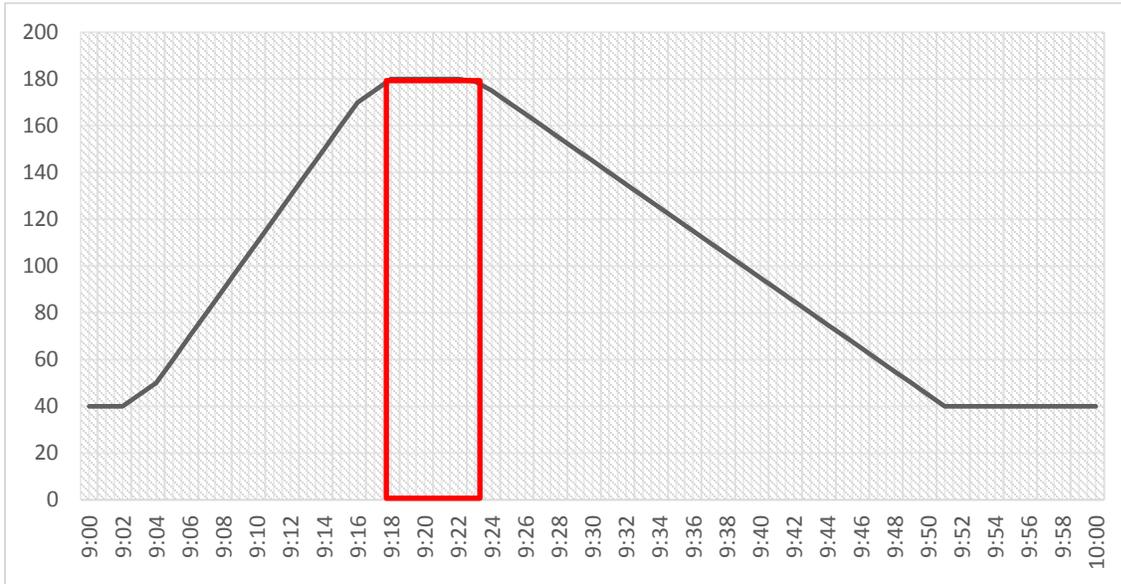
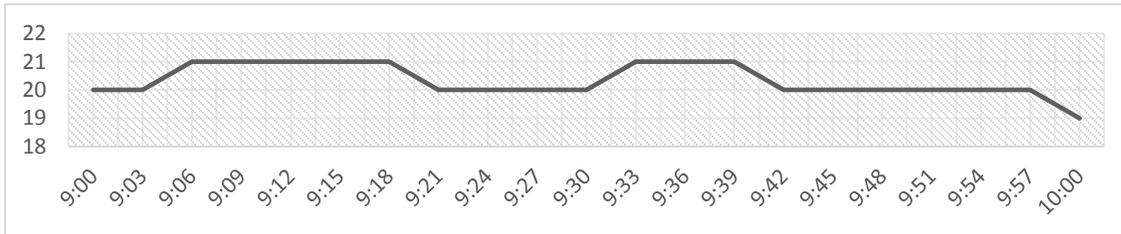
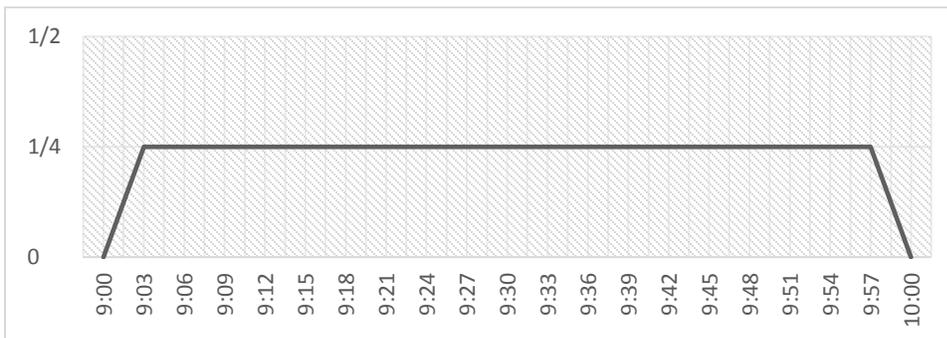


Gráfico Temperatura



Altura de Cortina



Anexo 9b: Gráfico de la humedad (Medio día)

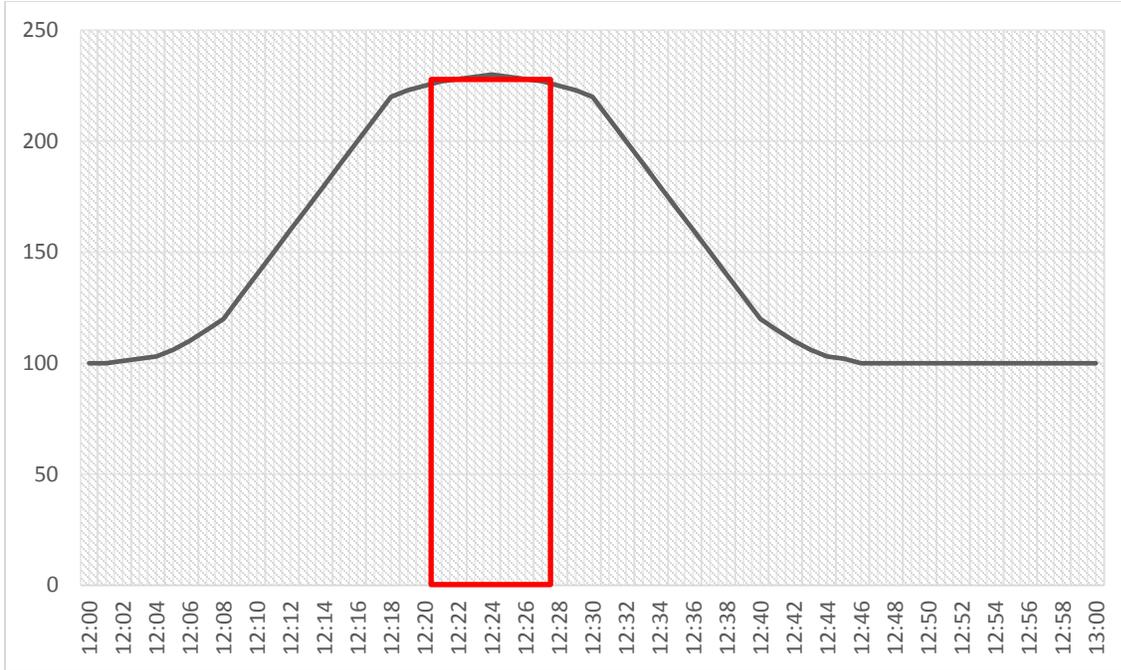
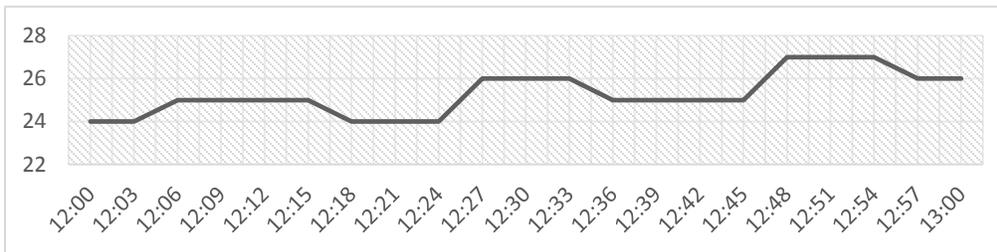
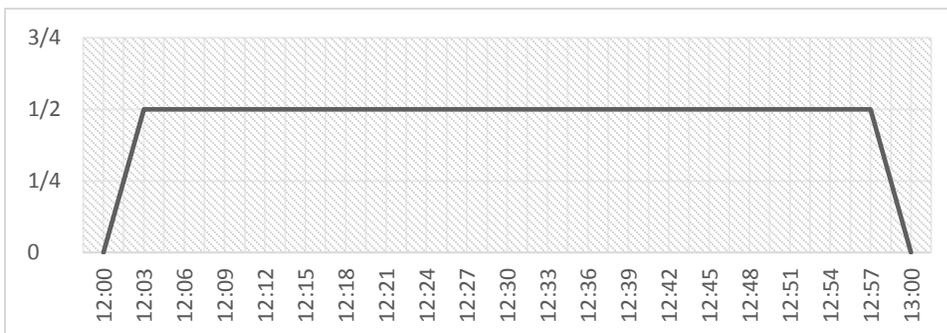


Gráfico temperatura



Altura de Cortina



Anexo 9c: Gráfico de la humedad (tarde)

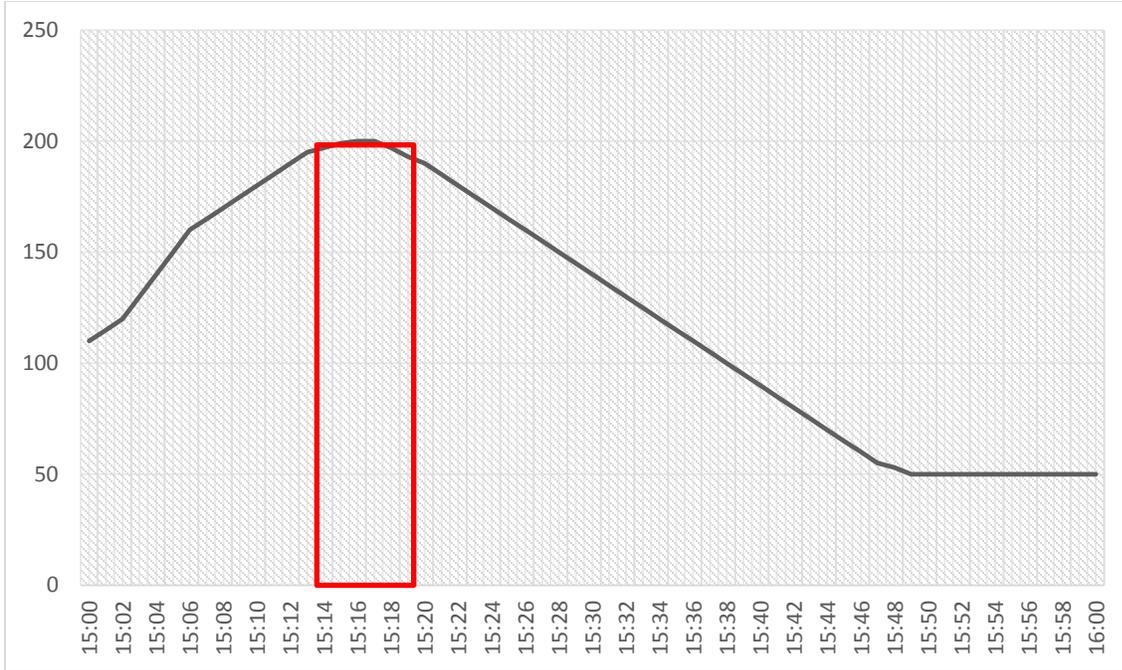
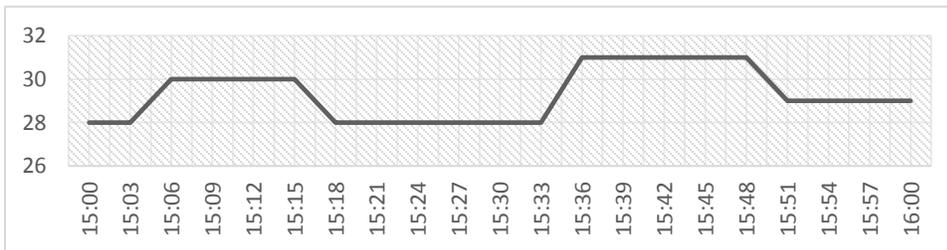


Gráfico Temperatura



Altura de Cortina

