

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA EL VIVERO SILVERIO
ROCHA MAYE DEPENDIENTE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DE PANDO”**

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO ACADÉMICO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

Postulante : Univ. Julia Salvatierra Solares
Tutor : Ing. Juan Carlos Gallardo Jiménez
Asesor : Ing. Alex Argandoña Crispín

Cobija - Pando – Bolivia

2019

A decorative scroll graphic with a black outline and rounded corners. It features two grey circular accents on the left side, one at the top and one at the bottom, resembling the ends of a rolled-up scroll. The text is contained within the scroll's frame.

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a Dios por guiarme a lo largo de mi vida, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradecer a mis padres: Ezequiel Salvatierra Loras y Dunia Solares Rojas por ser los principales promotores de alcanzar mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres Ezequiel Salvatierra Loras y Dunia Solares Rojas y a mi hijo Ithan Ezequiel Méndez Salvatierra que me han apoyado siempre y me dan fuerzas y ánimos para seguir luchando por cumplir mis objetivos y no rendirme.

Y a cada una de las personas que de alguna u otra forma estuvieron apoyándome siempre, en especial al Ing. Juan Carlos Gallardo Jiménez tutor de taller II. A mi asesor Ing. Alex Argandoña Crispín y a todos los docentes que fueron parte de mi formación

RESUMEN

El presente proyecto de grado hace énfasis en el diseño de un sistema automatizado para el vivero Silverio Rocha Maye ubicado en el municipio de Porvenir dependiente del Gobierno Autónomo Departamental de Pando. Consiente de las necesidades que se tiene y por la cual atraviesa el municipio de Porvenir concerniente al sistema de agua potable carente y racionalizado en todo el departamento de pando es que nace la idea de este proyecto de grado.

Ante lo anterior descrito y sabiendo la importancia del el agua, que es un recurso que escasea cada vez más es que debemos aplicar conocimientos tecnológicos para no malgastarla y hacer un uso más sostenible y eficiente, puesto que el hombre desde la antigüedad tuvo que ingeniarse formas y mecanismos para poder transportar agua hasta sus dominios, desde ese punto de partida es que se construyeron los primeros pantanos, los acueductos, los canales de riego para poder cultivar las plantas que eran necesarias para su subsistencia.

Los sistemas de riego automatizados nos presentan unas series de beneficios tales como ahorro y gestión del agua mucho más eficaz y sostenible, coste del sistema de riego accesible para la institución, mejora la producción, reduce el tiempo del personal administrativo, frente a estos beneficios que nos brinda el sistema de riego automatizado es que se desarrolla el presente proyecto de grado aplicando la metodología basada en fases, para optimizar el sistema de riego de forma automatizada, la misma que mejorara y aumentara la capacidad productiva de plantines en el vivero Silverio Rocha Maye.

Abstract

This degree project emphasizes the design of an automated system for the Silverio Rocha Maye nursery located in the municipality of Porvenir under the Departmental Autonomous Government of Pando.-Aware of the needs you have and through which the municipality of The future concerning the lacking and rationalized drinking water system throughout the pando department is that the idea of this degree project is born.

Given the above described and knowing the importance of water, which is a resource that is increasingly scarce is that we must apply technological knowledge to not waste it and make more sustainable and efficient use, since man since ancient times had to devise ways and mechanisms to transport water to their domains, from that starting point is that the first swamps, aqueducts, irrigation channels were built to be able to grow the plants that were necessary for their subsistence.

Automated irrigation systems present us with a series of benefits such as saving and water management much more efficient and sustainable, cost of the irrigation system accessible to the institution, improving production, reducing administrative staff time, compared to these benefits The automated irrigation system offers us is that the present grade project is developed by applying the phase-based methodology, to optimize the irrigation system in an automated way, which will improve and increase the production capacity of seedlings in the Silverio Rocha Maye nursery .

Índice

| | |
|---|----|
| CAPITULO I | 11 |
| MARCO INTRODUCTORIO | 11 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 1 |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS | 3 |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL | 3 |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.4.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA | 3 |
| 1.4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL..... | 3 |
| 1.4.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA | 4 |
| 1.5 METODOLOGÍAS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES UTILIZADOS 4 | |
| 1.6 METODOLOGÍA BASADA EN FASES | 4 |
| 1.6.1 Planeación | 4 |
| 1.6.2 Diseño y construcción | 4 |
| 1.6.3 Diseño e implementación de los módulos..... | 4 |
| 1.6.4 Integración..... | 5 |
| 1.7 ALCANCES | 6 |
| 1.8 RESULTADOS OBTENIDOS | 6 |
| 1.9 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO | 6 |
| CAPITULO II | 1 |
| 2.1. MARCO INSTITUCIONAL | 7 |
| 2.2. MARCO LEGAL | 9 |
| 2.3. MARCO TEÓRICO | 12 |
| 2.3.1. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 2.3.2. VIVERO..... | 12 |
| 2.3.3. CRITERIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO | 14 |
| 2.3.4. EL RIEGO..... | 15 |
| 2.3.5. LA IMPORTANCIA DEL RIEGO PARA LA PRODUCCIÓN..... | 16 |
| 2.3.6. RIEGO DE CULTIVO..... | 17 |
| 2.3.7. SISTEMA DE RIEGO | 18 |
| 2.3.7.1. TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO | 18 |
| 2.3.8. HERRAMIENTAS Y SOFTWARE DE DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO ... | 26 |
| 2.3.8.1 Software para el diseño de sistema de riego. | 26 |

| | | |
|---------------------------------------|---|-----------|
| 2.3.9 | MATERIALES DEL SISTEMAS DE RIEGO: | 28 |
| 2.3.9.1. | Nebulizadores: | 28 |
| 2.3.9.2. | Tipos De Nebulizadores | 29 |
| 2.3.9.3. | Tuberías. | 35 |
| 2.3.9.4. | Collarín de toma. | 36 |
| 2.3.9.5. | Enlace mixto rosca macho. | 38 |
| 2.3.9.6. | Codo. | 39 |
| 2.3.9.7. | Tapón Hembra. | 39 |
| 2.3.9.8. | Electrobomba | 40 |
| 2.3.9.9. | Electroválvula. | 41 |
| 2.3.9.10. | Cable de energía. | 43 |
| 2.3.9.11. | Sensor de Humedad. | 44 |
| 2.3.9.12. | Sensor de Temperatura. | 46 |
| 2.3.9.1. | Sensor de nivel de agua. | 48 |
| 2.3 | MARCO METODOLÓGICO | 49 |
| 2.3.1 | Metodología Basada en Fases | 49 |
| 2.3.2 | Planeación | 49 |
| 2.3.3 | Diseño y construcción del plano de la red de conexiones. | 50 |
| 2.3.2. | Diseño e implementación de módulos | 51 |
| 2.3.5. | Integración. | 52 |
| | <i>Cuadro N°2: Software</i> | 54 |
| | <i>Fuente: Elaboración propia.</i> | 54 |
| CAPITULO III | | 7 |
| 3.1.1 | Fase 1: Planeación | 57 |
| 3.1.2 | Fase 2: Diseño y construcción del plano de la red de conexiones | 64 |
| 3.1.3 | Fase 3 Diseño e implementación de los módulos | 67 |
| 3.1.4 | Fase 4 Integración | 77 |
| CAPITULO IV | | 83 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 83 |
| 4.1 | CONCLUSIONES | 83 |
| 4.2 | RECOMENDACIONES | 83 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 84 |

ÍNDICE DE CUADRO

| | |
|---|------------|
| <i>Cuadro N°1 : Herramientas.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Cuadro N°2: Software.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Cuadro N°3: Materiales</i> | <i>57</i> |
| <i>Cuadro N°4: Materiales Automatizados.....</i> | <i>62</i> |
| <i>Cuadro N°5: Presupuesto De Materiales</i> | <i>64</i> |
| <i>Cuadro N°6: Equipo de Trabajo.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Cuadro N° 7: Selección de Materiales.</i> | <i>73</i> |
| <i>Cuadro N°8: Medición.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Cuadro N°9: Modulo Hidráulico.....</i> | <i>75</i> |
| <i>Cuadro N° 10 : Modulo Eléctrico.....</i> | <i>76</i> |
| <i>Cuadro N°11: Cuadro N°11: Modulo de sensores.</i> | <i>76</i> |
| <i>Cuadro N°12: Módulo de lógica y comunicación.</i> | <i>77</i> |
| <i>Cuadro N°13: Funcionamiento de la aplicación.....</i> | <i>766</i> |
| <i>Cuadro N°14: Validación del diseño.....</i> | <i>777</i> |

ÍNDICE DE ESQUEMA

| | |
|--|-----------|
| <i>Esquema N°1: Sistema hidráulico</i> | <i>67</i> |
| <i>Esquema N°2: Sistema eléctrico.....</i> | <i>68</i> |
| <i>Esquema N°3: Esquema de los sensores</i> | <i>68</i> |
| <i>Esquema N°4: Sistema de riego.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Esquema N°5: Diseño en general del sistema automatizado.</i> | <i>78</i> |

ÍNDICE DE IMAGEN

| | |
|--|-----------|
| <i>Imagen N° 3: Plano del sistema de riego automatizado.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Imagen N°2: Plano del sistema eléctrico.....</i> | <i>65</i> |
| <i>Imagen N°1: Plano del vivero en general.....</i> | <i>66</i> |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----------|
| <i>Gráfico 1: Organigrama institucional SEDEPRO.....</i> | <i>8</i> |
| <i>Gráfico 2: Vivero.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Gráfico 3: Vivero temporal o volante.....</i> | <i>13</i> |

| | |
|--|----|
| Gráfico 4: Vivero..... | 14 |
| Gráfico 5: Riego por Nebulizador..... | 19 |
| Gráfico 6: Riego por gravedad. | 20 |
| Gráfico 7: Riego por aspersión..... | 21 |
| Gráfico 8: riego por microaspersion..... | 23 |
| Gráfico 9: Riego por goteo..... | 24 |
| Gráfico 10: WinSIPP3..... | 26 |
| Gráfico 11: Irri-Maker. | 26 |
| Gráfico 12: IrriExpress. | 27 |
| Gráfico 13: IRRICAD..... | 27 |
| Gráfico 14: Lenguaje de programación Visual Basic..... | 28 |
| Gráfico 15: Miniválvula antigoteo con entrada y salida lisa. | 29 |
| Gráfico 16: Nebulizador HT de una salida de 6.6 a 7.2 LPH color gris. | 30 |
| Gráfico 17: Nebulizador HT de una salida de 8.3 a 9.2 LPH color negro. | 30 |
| Gráfico 18: Nebulizador de 4 cabezas de 24 a 31 LPH color gris. | 31 |
| Gráfico 19: Nebulizador de 4 cabezas de 32 a 40 LPH negro..... | 31 |
| Gráfico 20: Pulverizador de corto alcance (microjet) de 25 lph boquilla negra. | 31 |
| Gráfico 21: Pulverizador de corto alcance (microjet) de 70 litros por hora boquilla roja..... | 32 |
| Gráfico 22: Pulverizador de largo alcance (microjet) de 40 litros por hora boquilla gris..... | 32 |
| Gráfico 23: Pulverizador de largo alcance (microjet) de 130 litros por hora boquilla roja. | 33 |
| Gráfico 24: Pulverizador de largo alcance (microjet) de 150 litros por hora boquilla amarilla. | 33 |
| Gráfico 25: Tubin con peso de 50 cm y adaptadores para sistemas colgantes de nebulización y aspersión..... | 34 |
| Gráfico 26: Aspensor Plástico de $\frac{3}{4}$ de pulgada. 15 m Disparo. Conexión tipo macho. Morado. | 34 |
| Gráfico 27: Policloruro de vinilo..... | 35 |
| Gráfico 28: Polietileno de baja densidad..... | 35 |
| Gráfico 29: Polietileno de alta densidad. | 36 |
| Gráfico 30: Aluminio..... | 36 |
| Gráfico 31: Collarín de banda de acero inoxidable. | 36 |
| Gráfico 32: Collarín de toma para tubo de polietileno y PVC. | 37 |
| Gráfico 33: Collarines polietileno. | 37 |
| Gráfico 34: Enlace mixto macho 40-1. 1/4" fitting gama'55. | 38 |
| Gráfico 35: Enlace Mixto Rosca Macho 25-3/4" Fitting Gama'55. | 38 |

| | |
|--|----|
| <i>Gráfico 36: Enlace Mixto Macho 25-3/4" Laton Gama'95.</i> | 38 |
| <i>Gráfico 37: Codo So 1/2" Tee So 1/2".</i> | 39 |
| <i>Gráfico 38: Tee SO 1/2.</i> | 39 |
| <i>Gráfico 39: Codo HI HE 3/4"x1/2".</i> | 39 |
| <i>Gráfico 40: Tapón Hembra.</i> | 40 |
| <i>Gráfico 41: Bomba periférica.</i> | 40 |
| <i>Gráfico 42: Bomba centrífuga.</i> | 41 |
| <i>Gráfico 43: Motobomba.</i> | 41 |
| <i>Gráfico 44: Electroválvula.</i> | 42 |
| <i>Gráfico 45: Electroválvula de acción mixta.</i> | 42 |
| <i>Gráfico 46: Electroválvula de acción directa 2 vías.</i> | 42 |
| <i>Gráfico 47: Electroválvula de acción directa 3 vías.</i> | 43 |
| <i>Gráfico 48: Conductor de alambre desnudo.</i> | 43 |
| <i>Gráfico 49: Conductor de alambre aislado.</i> | 44 |
| <i>Gráfico 50: Conductor de cable flexible.</i> | 44 |
| <i>Gráfico 51: Conductor de cordón.</i> | 44 |
| <i>Gráfico 52: Sensor de humedad PCE-MWM 230.</i> | 45 |
| <i>Gráfico 53: Sensor de humedad PCE-MWM 240B.</i> | 45 |
| <i>Gráfico 54: Sensor de humedad PCE-MWM 300P.</i> | 46 |
| <i>Gráfico 55: Sensor de humedad PCE-MWM 220.</i> | 46 |
| <i>Gráfico 56: Sensor de Temperatura.</i> | 47 |
| <i>Gráfico 57: Sensor de temperatura por resistencia (RTD).</i> | 47 |
| <i>Gráfico 58: Sensores de temperatura Infrarrojos.</i> | 48 |
| <i>Gráfico 59: Sensor de temperatura WTR 120.</i> | 48 |
| <i>Gráfico 60: Sensor analógico / digital.</i> | 49 |
| <i>Gráfico 61: Diagrama de flujo del proceso de sistema de riego</i> | 79 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| <i>Ilustración N°2: Diagrama de clases administrador</i> | 69 |
| <i>Ilustración N° 3: Diagrama de clases operador.</i> | 70 |
| <i>Ilustración N°4: Diagrama de secuencia sistema de riego automático.</i> | 70 |
| <i>Ilustración N°5: Diagrama de secuencia sistema de riego manual.</i> | 71 |

CAPITULO I

MARCO INTRODUCTORIO

1.1 ANTECEDENTES

El vivero Silverio Rocha Maye se encuentra ubicado en el municipio de Porvenir comunidad Villa Rojas del Departamento Pando, el mismo que es administrado por el ente desconcentrado SEDEPRO dependiente del Gobierno Autónomo de Pando; lleva en funcionamiento alrededor de 20 años, el Vivero se dedica a la producción de hortalizas y otros plantines de diversos tipos de especies [ver anexos E], las mismas que son ofertadas al sector productivo indígenas, campesinos e instituciones públicas y privadas del Departamento de Pando. (Loras, 2019), El vivero Silverio Rocha Maye cuenta con 6 personas de trabajo, el cual está conformado con un ingeniero agroforestal y 5 funcionarios que tienen como objetivo producir cinco mil plantas de la región al mes.

La producción es de cinco mil plantines de diferentes especies al mes, dichos plantines, son regadas todos los días de forma manual llevándoles un tiempo mínimo de 6 horas por día, después de un tiempo de aclimatación de aproximadamente 4 meses son entregadas a los productores de acuerdo a solicitud, que realizan la reforestación y forestación con el propósito de preservar la amazonia. (Ver anexo A)

Para el cumplimiento de este proyecto se tiene como referencia algunos proyectos relacionados al tema:

“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA RIEGO POR GOTEO PARA PALTA HASS” Este proyecto tiene como objetivo principal reducir la cantidad de agua utilizada en el proceso de riego de una parcela ubicada en el distrito de Abelardo Pardo Lezameta – Llaclla, provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash, y la metodología utilizada para la elaboración de este proyecto de desarrollo de sistema fue la metodología MeiA (torres, 2014).

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA RIEGO TECNIFICADO BASADO EN EL BALANCE DE HUMEDAD DE SUELO CON TECNOLOGÍA ARDUINO EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION EPIME 2016” Este proyecto consiste en el diseño de un sistema automatizado para riego tecnificado, realizando un balance de humedad de suelo el cual tiene como objetivo el uso eficiente del agua conjuntamente con la implementación de la tecnología

arduino y el ensamblamiento de los componentes eléctricos y electrónicos, y la metodología utilizada para la elaboración de este proyecto es diseño de metodología de la investigación (MAMANI, 2017).

“SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO CON ARDUINO”, Este proyecto consiste en la disponibilidad que tienen las personas para mantener hidratados los cultivos o jardines domésticos, es decir, evitar que sufran deterioro por falta de hidratación, y la metodología utilizada para la elaboración de este proyecto es metodologías tradicionales, y por otra el desarrollo de software con metodología ágiles para la creación de la aplicación móvil. (GUIJARRO-Rodríguez, 2018).

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El vivero Silverio Rocha produce diferentes especies de plantines y estos antes de ser entregados a los comunarios pasan por tres etapas como ser: Plántulas, plantines y plantas, las cuales son regadas considerando la etapa en la que se encuentre:

- Las plántulas son semilleros y el riego debe hacerse en forma suave para evitar el daño a las semillas con la presión del agua, lo más recomendable es utilizar una regadera que simule gotas suaves como en forma de lluvia.
- Los plantines son pequeñas plantas y el riego debe hacerse por lo menos tres veces al día y para esto se utilizan diferentes tipos de riego, siempre se debe regar en las primeras horas de la mañana, para que el follaje pueda secarse completamente durante el día y reducir la aparición de enfermedades.
- Las plantas ya no necesitan que se lo riegue, solo se esperarían el tiempo de lluvia.

En el vivero Silverio Rocha las dos primeras etapas que consiste en plántulas y plantines, el riego se los realiza de forma manual que consiste en transportar agua del tanque de almacenamiento para su posterior riego a los cultivos ocasionando pérdida de tiempo que lo hace un sistema deficiente.

Al realizar el riego de forma manual, el funcionario deja sectores de los plantines más húmedos que otros provocando enfermedades de diferentes tipos de hongos como ser: Antracnosis,

Negrilla, Blanquilla ,etc... y al dejar sectores no húmedos induce a que los plantines se sequen y mueran, ocasionando baja producción y algunas veces la pérdida en su totalidad.

Con todo lo anterior mencionado se plantea el siguiente problema principal:

“¿Cómo optimizar el sistema de riego en el vivero Silverio Rocha Maye Dependiente del Gobierno Autónomo de Pando, para mejorar la producción de plantines? “.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el Diseño de un sistema de riego automatizado para el vivero Silverio Rocha Maye Dependiente del Gobierno Autónomo de Pando mediante la metodología basada en fases.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual del sistema de riego del vivero.
- Determinar el hardware necesario para el sistema de riego.
- Diseñar la red hidráulica del sistema de riego.
- Diseñar el Software requerido para el control de variables.
- Evaluar el diseño del sistema de riego automatizado.

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El presente proyecto tiene como argumentación, mejorar la eficiencia y tiempo para reducir costos económicos.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Con el sistema de riego en funcionamiento se beneficiaran de manera directa los funcionarios encargados del vivero y los comunarios al adquirir plantines en óptimo estado de desarrollo de acuerdo a la certificación por el INIAF.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El presente proyecto servirá como guía para la región al contar con un sistema de riego automatizado con equipos computarizados y electrónicos.

1.5 METODOLOGÍAS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES UTILIZADOS

Para el desarrollo de este proyecto de grado se utilizó la Metodología basada en fases.

1.6 METODOLOGÍA BASADA EN FASES

Esta metodología consiste en las siguientes fases:

Fase 1: Planeación.

Fase 2: Diseño y construcción del plano de red de conexiones.

Fase 3: Diseño e implementación de los módulos.

Fase 4: Integración.

A continuación, se explican cada una de las fases mencionadas.

1.6.1 Planeación

La fase 1, llamada “Fase de planeación”, define los detalles del producto final de manera minuciosa, tales como, las características físicas, las posiciones de los sensores y actuadores y la lógica general del ambiente.

1.6.2 Diseño y construcción

Una vez se tuvo una idea clara de los elementos, se empieza la construcción del componente más importante del proyecto, denominada como “Fase de diseño y construcción”. En esta fase se diseñó un plano con los detalles necesarios para construcciones, de una manera tal, que cumpliera con los objetivos funcionales.

1.6.3 Diseño e implementación de los módulos

En la fase 3, “Fase de diseño e implementación de un prototipo”, se diseñan los componentes hidráulicos, eléctricos, electrónicos y sistémicos.

1.6.4 Integración

En la última fase, “Fase de integración”, se combina todos los componentes con el plano para obtener el producto final. En este punto se puede ver los beneficios de trabajar con esta metodología, al igual que observar algunas fallas clave. (Camila Sánchez, 2014).

Las herramientas utilizadas para el desarrollo de este proyecto fueron:

HARDWARE:

- Computadora
- Desarmadores estrella y plano
- Alicata
- Perforador de mangueras

SOFTWARE

- Lenguaje de programación visual Basic 6.0
- Irricad.
- Lengua de modelado unificado.

Los materiales utilizados para el desarrollo de este proyecto son:

- Sensor de humedad.
- Sensor de temperatura.
- Sensor de nivel de agua
- Nebulizador
- Electrobomba
- Electroválvulas
- Tubería Eco Tubo
- Collarín de toma simple
- Enlace Mixto Rosca Macho
- Codo
- Llave de Paso
- Tapón de Anillas
- Tampón Hembra
- Térmico
- Cable
- Tarjeta de interfaz

1.7 ALCANCES

El diseño del presente proyecto abarca solo para plantines de diversos tipos de especie y para su desarrollo contempla los siguientes módulos.

- Módulo de la red hidrológica, el mismo que se encargará de transportar el agua por su red hacia los plantines para su posterior riego.
- Módulo de la red eléctrica, el mismo que se encargará de transportar energía eléctrica a los diferentes componentes eléctricos electrónicos para el funcionamiento del sistema de riego.
- Módulo de los sensores, el mismo que se encargará de simular la humedad y la temperatura de forma inteligente.
- Módulo de lógica de control, se encarga de la comunicación entre el software del sistema de riego y los dispositivos automatizados.

1.8 RESULTADOS OBTENIDOS

- Se hizo el análisis de la situación actual del sistema de riego del vivero.
- Se estableció el hardware necesario para la implementación del sistema de riego.
- Se hizo el diseño de la red hidráulica del sistema de riego.
- Se realizó el diseño de la red eléctrica del sistema automatizado de riego.
- Se hizo el diseño del Software requerido para el control de variables.
- Se evaluó el diseño del sistema de riego automatizado mediante el prototipo de acuerdo a la producción de plantines en el vivero Silverio Rocha Maye (ver anexos B).

1.9 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El presente proyecto se organiza de la siguiente manera:

CAPÍTULO I, se refiere a los antecedentes, el problema, la solución propuesta, los objetivos y la metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos.

CAPÍTULO II, presenta el marco legal, institucional, marco teórico y conceptual del trabajo, hace referencia a la metodología, herramientas y técnicas aplicadas para el desarrollo del proyecto de grado.

CAPÍTULO III, presenta la ingeniería del proyecto, el desarrollo del proyecto, y la implementación del sistema.

CAPÍTULO IV, presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto

CAPITULO II

MARCO INSTITUCIONAL

MARCO LEGAL

MARCO TEORICO

2.1. MARCO INSTITUCIONAL

El vivero Silverio Rocha Maye se encuentra ubicado en el municipio de Porvenir comunidad (Villa Rojas) del Departamento Pando, el mismo que es administrado por el ente desconcentrado SEDEPRO dependiente del Gobierno Autónomo de Pando; lleva en funcionamiento alrededor de 20 años, se dedica a la producción de hortalizas y otros plantines de diversos tipos de especies.

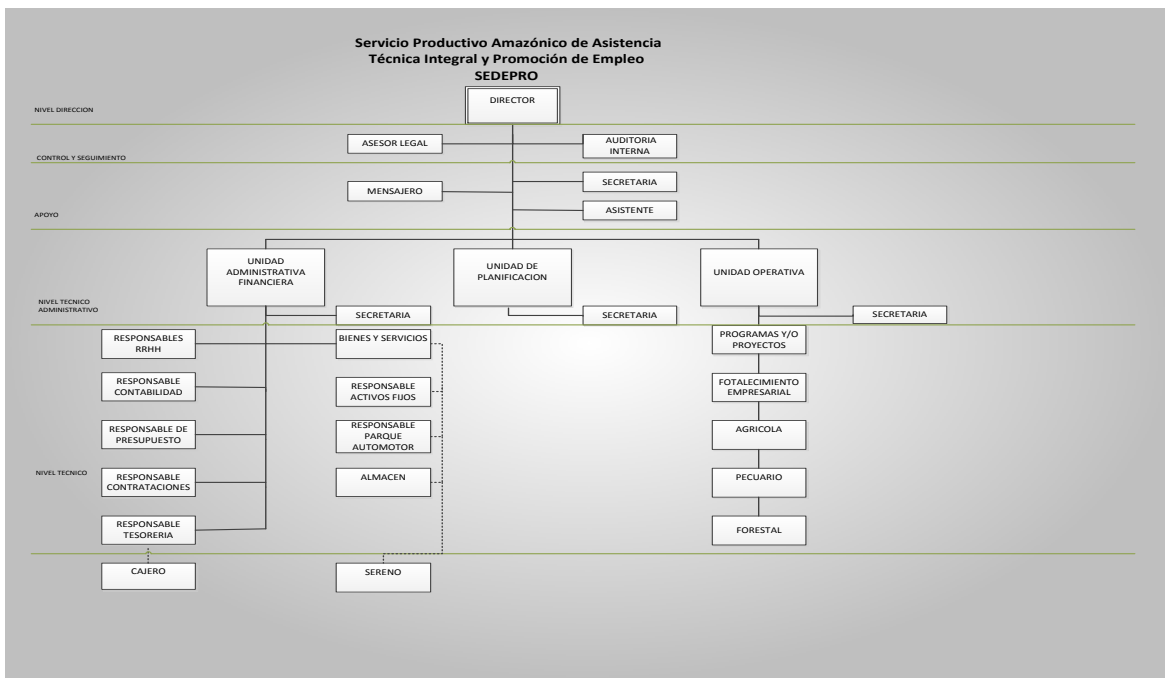
El programa producirá 60.000 mil plantines por año en 3 viveros de especies maderables y no maderables.

La cobertura del programa alcanza a todos los municipios del Departamento de Pando según las demandas de los productores por plantines maderables y no maderables de las diferentes comunidades, campesinas, indígenas, productores individuales y asociados.

Con relación a la calidad del servicio, se proporcionarán plantines de buena calidad, libre de plagas y enfermedades, además se asistirá a los productores que demanden o soliciten plantines con la orientación técnica necesaria para el trasplante en el lugar definitivo, para la recuperación de áreas degradadas e incorporación de áreas improductivas en sistemas de producción agroforestal u otra modalidad de producción según la evaluación técnica del terreno.

El objetivo del vivero Silverio rocha es de Implementar la producción de plantines maderables y no maderables en el departamento Pando para la recuperación de la vegetación forestal mediante la construcción de viveros; mejorando así la calidad de vida de las familias de productores de los Municipios de Pando contribuyendo para la generación de Empleos productivos.

El organigrama, muestra la forma en que SEDEPRO se ha organizado para encarar el trabajo en el marco de su mandato mediante la Ley 034 de 2015. Esta estructura ha permitido asumir toda la responsabilidad de implementar las políticas y estrategias de desarrollo agropecuario, en vista de que la actividad agrícola en particular era incipiente.



*Gráfico N°1: Organigrama institucional SEDEPRO
Fuente: SEDEPRO-PANDO*

La presente estructura organizacional obedece a las atribuciones establecidas en la ley de creación de SEDEPRO como entidad desconcentrada.

La estructura organizacional cuenta con un Director Ejecutivo, y debajo de ella se encuentran la Asesoría Legal y al lado Auditoría Interna para respaldar la buena gestión, la máxima autoridad ejecutiva es el Director Ejecutivo (a), el mismo que tiene bajo su responsabilidad toda la estructura organizacional para el cumplimiento de las atribuciones establecidas en la ley de creación.

La Unidad Administrativa Financiera, Unidad de planificación y la Unidad Operativa, realizan actividades administrativas y Operativas, mismas que los obliga a trabajar de forma coordinada entre sí, para cumplir con los objetivos institucionales y/o atribuciones establecidas en la ley de creación.

En el Manual de Organización y Funciones (MOF) se describen las funciones específicas de cada uno de los servidores públicos que componen SEDEPRO, en base a misma se realiza la Planificación Operativa Anual Individual (POA) y su correspondiente seguimiento y evaluación de desempeño.

2.2. MARCO LEGAL.

De acuerdo al Art. 16 de la Constitución Política del Estado Parágrafo II. El Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria, a través de una alimentación sana, adecuada y suficiente para toda la población. Así mismo el Artículo 300 Parágrafo I. Son competencias exclusivas de los gobiernos departamentales autónomos, en su jurisdicción: Num.14. Servicios de sanidad e inocuidad agropecuaria Num. 21. Proyectos de infraestructura departamental para el apoyo a la producción Num. 23. Creación y administración de tasas y contribuciones especiales de carácter departamental. 31. Promoción y administración de los servicios para el desarrollo productivo y agropecuario.

La Constitución Política del Estado, en su Cuarta Parte, Título III, Artículos 405 al 409, establece que el desarrollo rural integral sustentable es parte fundamental de las políticas económicas del Estado, que priorizara sus acciones para el fomento de todos los emprendimientos económicos comunitarios y del conjunto de los actores rurales, con énfasis en la seguridad y en la soberanía alimentaria.

Según la Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria Ley N°144, tiene como finalidad lograr la soberanía alimentaria en condiciones de inocuidad y calidad para el vivir bien de las bolivianas y los bolivianos, a través de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria en el marco de la economía plural, su ámbito de aplicación involucra a las entidades del nivel central del Estado, entidades territoriales autónomas, comunidades indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas; y a otras entidades públicas, privadas, mixtas, así como productores individuales y colectivos, que directa o indirectamente intervienen o se relacionan con el desarrollo productivo, la seguridad y soberanía alimentaria.

En su título II, artículo 12 se establecen las políticas de la revolución productiva comunitaria agropecuaria, en el marco del desarrollo rural integral sustentable y de la seguridad con soberanía alimentaria.

El Art. 76 y 77 del Estatuto Autonómico del Departamento de Pando indica que, el Gobierno Autónomo Departamental respetando la aptitud natural y vocación de uso del suelo del departamento, apoyará a las comunidades y productores agropecuarios, forestales, agroforestales

y silvopastoriles a través de normativas y políticas para: 1. El desarrollo de infraestructura. 2. Los servicios productivos incluyendo la asistencia técnica para la mejora de los suelos.3 La promoción de la inversión.

El Servicio Departamental Productivo Amazónico de Asistencia Técnica Integral y Promoción de Empleo – “SEDEPRO”, Se crea el 19 de marzo de 2015 mediante Ley Departamental N° 034 para impulsar el desarrollo Productivo Agropecuario en el departamento de Pando, tiene como sustento, las leyes, decretos supremos, planes de desarrollo nacional y departamental, así como las directrices emanadas de los foros, congresos y cumbres departamentales sectoriales.

En el departamento de Pando únicamente el municipio de Cobija ha iniciado actividades en el manejo de cuencas, con el apoyo de organizaciones no gubernamentales como CARE Internacional en Bolivia, Conservación Internacional (CI), en cuanto al Arroyo Bahía, que es la fuente de suministro de agua potable de la población; en los demás municipios no se tiene adelanto en estudios o proyectos que impliquen un manejo de las cuencas o sub cuencas. La Nueva Constitución Política del Estado establece que es deber del Estado desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas, (Art. 375).

Los recursos hídricos de los ríos, lagos y lagunas que conforman las cuencas hidrográficas, por su potencialidad, por la variedad de recursos naturales que contienen y por ser parte fundamental de los ecosistemas, se consideran recursos estratégicos para el desarrollo y la soberanía boliviana (Art.376). Adicionalmente, el Estado reconoce que la cuenca amazónica boliviana constituye un espacio estratégico de especial protección para el desarrollo integral del país por su elevada sensibilidad ambiental, biodiversidad existente, recursos hídricos y por las eco regiones, (Art.390).

La Ley 1333 del Medio Ambiente, promulgada el 27 de abril de 1992, aún en vigencia establece como uno de los instrumentos básicos de la planificación ambiental, en su Art. 12, inciso c, “El manejo integral y sostenible de los recursos a nivel de cuenca y otra unidad geográfica”.

La misma ley en su Capítulo II, Arts. 36 a 39, se refiere específicamente al recurso agua y las atribuciones del Estado como prioridad nacional la planificación, protección y conservación de las aguas en todos sus estados y el manejo integral y control de las cuencas donde nacen o se

encuentran las mismas; así como la promoción, normativas y reglamentaciones al aprovechamiento integral y uso racional, protección y conservación de las aguas, entre otras.

Luego en el Art. 51 de esta Ley enuncia “Declárese como necesidad pública la ejecución de los planes de reforestación y agro-forestación en el territorio nacional con fines de recuperación de suelos, protección de cuencas y otras actividades específicas”

La Ley 1700, de 12 de julio de 1996, Ley Forestal en su Art. 24, atribuye a las prefecturas (actualmente Gobernaciones Departamentales), el ejecutar programa y proyectos de inversión, velando por la conservación y preservación del medio ambiente, que promuevan el efectivo cumplimiento del Régimen Forestal de la Nación en sus respectivas jurisdicciones con la participación o por intermedio de los municipios. Por otro lado, el Decreto Supremo N° 29272, de 12 de septiembre de 2007, Plan Nacional de Desarrollo, dispone se realicen procesos de forestación y reforestación de bosques y tierras forestales degradadas, en el marco del desarrollo forestal.

Finalmente, el Decreto Supremo N° 443, de 10 de marzo de 2010, en su Art. 2, “crea el Programa Nacional de Forestación y Reforestación” y el inciso a, especifica que este plan permita “ampliar la contribución a la conservación de la biodiversidad, mantenimiento de procesos ecológicos, restauración de ecosistemas y cuencas, así como la disminución de los efectos del cambio climático”.

El mismo D.S. en su Art. 3, inciso b, atribuye en el marco de las atribuciones y competencias como actores involucrados en la ejecución de este Programa a las prefecturas departamentales (actuales gobernaciones departamentales), quien coordinará con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y la Federación de Municipalidades de Bolivia – FAM – BOLIVIA.

Su implementación en lo referido a la producción de plantines, dotación de infraestructura para viveros forestales, fortalecimiento de los existentes y apoyo a su operación y mantenimiento (Art. 4, inciso f, párrafo II) contribuyendo con recursos de contraparte propios de las prefecturas (gobernaciones departamentales (Art. 5, inciso b).

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado se refiere al diseño de un sistema de riego automatizado para el vivero “Silverio Rocha Maye” que se puede definir como el riego automático que es un sistema para proveer con agua a las plantas del vivero de manera tecnificada, por medio de un sistema de nebulizadores.

Las características principales de este tipo de diseño de sistema de riego automatizado son en función al número de plantas que se realizará en el vivero Silverio Rocha Maye, la producción es de 60.000 plantas por año por ello es necesaria la utilización de un sistema de riego automatizado el cual tiene que ser practico, sencillo de utilizar y que tenga las condiciones básicas como ser agua y energía eléctrica.

El objetivo general para el desarrollo del presente proyecto es, realizar el diseño de un sistema de riego automatizado por nebulizadores para el vivero Silverio Rocha Maye dependiente del Gobierno Autónomo de Pando, con el propósito de automatizar el sistema de riego el cual es de forma manual.

La metodología empleada para cumplir el objetivo general es la metodología experimental.

2.3.2. VIVERO

Un vivero es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se plantan, germinan, maduran y endurecen todo tipo de plantas. También se puede definir como el terreno e instalaciones dedicadas a la germinación y crecimiento de plantas destinadas a utilización posterior en plantaciones y repoblaciones forestales, ornamentales, frutales, aromáticas, medicinales, cosméticas, etc.

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. Como se ve en la producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre.

La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que

se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.

Dependiendo de su finalidad, los viveros son temporales o permanentes.



Gráfico 2: Vivero
Fuente: (ARQHYS, 03 de marzo del 2017)

Vivero temporal o volante: Se establece en áreas de difícil acceso, pero están muy cercanos a las zonas donde se realizará la plantación; su producción predominante es la de plantas forestales. Generalmente se ubican en claros del bosque y trabajan por periodos cortos (de 2 a 4 años cuando mucho) e intermitentes, ya que la producción debe coincidir con la temporada de lluvias. Para su funcionamiento se requiere poca infraestructura y la inversión es baja. Su desventaja radica en cómo están situados en áreas de difícil acceso, no son fáciles de vigilar y por lo tanto la producción queda más expuesta a daños por animales. Además, por sus características de infraestructura, sólo pueden implementarse en zonas de bosques templados y selvas húmedas.



Gráfico 3: Vivero temporal o volante.
Fuente: (ARQHYS, 03 de marzo del 2017)

Vivero permanente. Es la extensión de terreno dedicado a la obtención de plantas con diferentes fines (reforestación, frutales y ornato), ya sea en áreas rurales o centros urbanos. Su instalación requiere una inversión mayor en equipo, mano de obra y extensión del terreno, y debe contar con vías de acceso que permitan satisfacer oportunamente la demanda de plantas. (ARQHYS, 03 de marzo del 2017)



*Gráfico 4: Vivero.
Fuente: (ARQHYS, 03 de marzo del 2017)*

2.3.3. CRITERIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO

La mala elección del sitio donde se establece el vivero repercute directamente en una baja calidad de la producción de plantines, lo cual a la larga se reflejará en una alta mortalidad en la plantación. Por ello es fundamental la selección del sitio donde se establecerá el vivero. Las condiciones del sitio son más determinantes cuando la producción se obtiene a raíz desnuda (por camas de crecimiento). Cuando la producción se hace por medio de envases de crecimiento es importante considerar los factores que a continuación se mencionan.

Ubicación, drenaje y suelo del vivero

Al establecerse un vivero deben considerarse cuatro puntos principales: que sea de fácil acceso suministro de agua, orientación en el terreno y la topografía de éste. De los dos últimos aspectos depende, en gran parte, el buen drenaje del vivero y que se minimice la erosión. El drenaje también depende de la textura del suelo del lugar, por lo que debe cuidarse su relación con la pendiente del sitio. En suelos de textura fina la pendiente deberá ser suave (de 2 a 3%) y en el caso de suelos arenosos y profundos se recomienda nivelar el terreno.

La textura del suelo es muy importante en el cultivo de plantas a raíz desnuda, ya que además de regular el drenaje y la erosión deberán facilitar la extracción de las plántulas y promover el

crecimiento vegetativo. Un suelo bien drenado asegura su aireación, por lo que es conveniente verificar que no existan capas endurecidas en los primeros 75 cm de profundidad y que el suelo sea profundo, por lo menos 120 centímetros.

Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego

Los viveros necesitan un suministro de agua abundante y constante, ya que las plantas que se producen se encuentran en pleno desarrollo y un inadecuado abastecimiento podría provocar incluso la muerte por marchitamiento.

La calidad del agua de riego es importante. Cuando contiene como elementos principales calcio y magnesio (agua dura) ayuda a crear en el suelo una buena estructura. En cambio, el agua que tiene gran cantidad de sodio y bajos contenidos de calcio y magnesio provoca que la arcilla y la materia orgánica del suelo absorban rápidamente el sodio. Esto promueve una estructura edáfica indeseable, ya que el suelo disperso se asienta abajo de la superficie y forma una capa (de 10 a 20 cm de grosor) que impide el paso de las raíces o del agua. También un alto contenido de sodio en el agua de riego causa quemaduras en las hojas de algunas especies al ser absorbido por las plantas. La cantidad de sólidos en suspensión en el agua también modifica las características del suelo, ya que si tiene contenidos elevados de limo o coloides puede causar la compactación superficial del suelo reduciendo su permeabilidad al agua y la aireación. También hay otros elementos que pueden estar presentes en cantidades tóxicas y afectar al cultivo, como el boro o algunos contaminantes. (prieto, 2012)

2.3.4. EL RIEGO

Es la intervención humana para modificar la distribución espacial y temporal del agua de los cursos naturales o acuíferos y manipular toda o parte de ella para la producción agrícola (Small y Svendsen, 1990).

Intervención humana (colectiva)

- construcción social
- Emergencia de complejas relaciones sociales
- Diferentes tipos de actores.

Manipular el agua (recurso natural)

- Relaciona intervención con ecosistema
- Uso de tecnologías

- Producción agrícola
- Remarca carácter productivo
- Relación directa con el desarrollo.

2.3.5. LA IMPORTANCIA DEL RIEGO PARA LA PRODUCCIÓN

El agua es el elemento vital para la vida, sin el agua no se podría vivir, la mayoría de los productos agrícolas y pecuarios están hechos en su mayor parte de agua, como ejemplo se pueden mencionar los siguientes productos; el tomate que contiene el 94% de agua, la lechuga el 95%, el plátano el 76% y la naranja el 87%. La producción agrícola, por lo tanto, depende del agua. En nuestra región, existen dos épocas o estaciones, la estación lluviosa que se presenta normalmente de mediados de mayo a mediados de octubre y la estación seca que ocurre de mediados de octubre a mediados de mayo.

La producción agrícola se concentra en su mayor parte durante la estación lluviosa y existen muy pocas tierras cultivadas en la estación seca, no obstante, los países de Centroamérica cuentan con una amplia superficie con características para la producción bajo riego.

Durante la estación lluviosa se dispone de agua en forma natural que es aprovechada para la producción; sin embargo, existen periodos en los cuales el agua de lluvia no es suficiente para el desarrollo de los cultivos, estos períodos, pueden ser cortos o largos, dependiendo de la zona; algunas zonas de la región afectadas por la canícula tienen una duración de este fenómeno de hasta 40 días, provocando la reducción y hasta la pérdida total de las cosechas.

Durante la estación seca, el agua que queda almacenada en el suelo después de la estación lluviosa, se va consumiendo poco a poco hasta que se agota completamente y los cultivos no pueden desarrollarse. Si no se dispone de sistemas de riego la producción durante la estación seca es prácticamente imposible.

Como puede verse, en ambas estaciones, el riego se hace necesario, durante la estación lluviosa para complementar el agua que la lluvia no puede aportar; y durante la estación seca, toda el agua que consumen las plantas debe ser aportada por el riego.

Por otro lado, se ha comprobado que la producción bajo condiciones de riego ofrece mejores cosechas que la producción de invierno, esto es debido a que mediante un buen riego se tiene mejor control de la humedad del suelo y del medio ambiente cercano a las plantas por lo que se observa un mejor desarrollo de los cultivos y una reducción de la presencia de hongos y bacterias.

Un aspecto que es importante de considerar, además, es que la demanda de productos agrícolas es permanente durante todo el año, la producción continua durante las estaciones seca y lluviosa tienen mejores posibilidades de alcanzar las mejores oportunidades de introducción y permanencia y mejores precios en los mercados, y es debido a que, si se produce todo el año, el abastecimiento es constante, además se pueden obtener cosechas escalonadas de acuerdo a como lo demanda el mercado.

Las cantidades de agua que necesitan las plantas para su óptimo desarrollo pueden ser suplidas por diferentes formas de aplicación del agua (métodos de riego) desde los métodos menos eficientes como el riego por gravedad en sus diferentes formas (riego por inundación no controlada, riego por surcos, melgas, multicompuertas, etc.) hasta los métodos de una mayor eficiencia como el riego por goteo y por microaspersión; el riego por aspersión posee niveles de eficiencia intermedios entre los mencionados anteriormente. (Iagua, 29/06/2016)

2.3.6. RIEGO DE CULTIVO

De todas las sustancias que las plantas toman para su crecimiento, es el agua la más abundante. Sin embargo, la mayor parte del agua absorbida por las plantas desde el suelo a través de sus raíces no es retenida por estas, sino que pasa a través de su cuerpo y sale a la atmósfera circundante en forma de líquido o vapor. La definición clásica de riego habla de un medio de aplicar agua artificialmente a los cultivos para complementar la acción de la lluvia, de forma que la planta pueda aprovecharla al máximo en sus procesos vitales.

El riego se practica en todas aquellas partes del mundo donde las precipitaciones no suministran suficiente humedad al suelo. En las zonas secas, el riego debe emplearse desde el momento en que se siembra el cultivo.

En regiones de pluviosidad irregular, se usa en los periodos secos para asegurar las cosechas y aumentar el rendimiento de éstas. Esta técnica ha aumentado notablemente la extensión de tierras

cultivables y la producción de alimentos en todo el mundo. En 1800 había alrededor de 8,1 millones de hectáreas de regadío en el mundo, cifra que ascendió a 41 millones de hectáreas en 1900, a 105 millones en 1950, y a más de 222 millones en nuestros días. Las tierras de regadío representan alrededor de un 15%, de todas las tierras cultivadas pero a menudo rinden más del doble que las tierras de secano o temporal.

No obstante, el regadío puede empantanar los suelos o incrementar su salinidad (contenido en sal) hasta el punto de que las cosechas queden dañadas o destruidas. Este problema afecta a casi un tercio de las tierras de regadío del mundo. El agua es fundamental para la producción de los cultivos, debiendo hacerse el mejor uso de ella para lograr una producción eficiente y altos rendimientos. Esto exige un conocimiento adecuado del efecto del agua de lluvia y o de riego sobre el crecimiento del cultivo y su rendimiento en distintas condiciones de desarrollo. La actividad de riego es una labor de gran importancia para el desarrollo de un cultivo, con ésta se proporciona al suelo un contenido de humedad que, si se satisfacen los requerimientos del ciclo productivo, se traducirá en altas producciones.

El riego de los campos agrícolas no es nada nuevo. Es sabido que los antiguos chinos, romanos y egipcios ya utilizaban sistemas complicados para llevar agua a través de canales, acueductos, zanjas y tubos hasta sus campos, donde la distribuían sobre el suelo. Esos mismos métodos se usan todavía en ciertas regiones, virtualmente sin cambio alguno después de 2000 años.

Por lo general la práctica moderna solo se ha encargado de hacerlos un poco más eficientes. Para el establecimiento de un sistema de regadío es importante el conocimiento del régimen de riego que se aplicará y las técnicas que se utilizarán para la aplicación de este. (matíño, 1999)

2.3.7. SISTEMA DE RIEGO

Un sistema de riego es cuando el agua se aplica en forma de una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo que se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los elementos encargados de aplicar el agua (aspersores o difusores). (Ingemecanica)

2.3.7.1. TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO

Cualquier Sistema de Riego es una combinación de muchos componentes, de los que la tubería por supuesto es un componente importante, pero igualmente lo son los accesorios de todo tipo

que hacen que el sistema trabaje. Para ello distribuimos los equipos de las mejores marcas mundiales del sector, de muy diversas procedencias, con cuyos fabricantes también han desarrollado relaciones de muchos años, y por último, en cada región geográfica o país, las preferencias locales, costumbres, cultivos, etc., son diferentes, por lo que también son diferentes los Sistemas aunque sean para el mismo cultivo.

La experiencia internacional permite aportar soluciones que han funcionado en otras situaciones, y que pueden ser adaptadas (no “trasplantadas”) lo que también sin duda es de mucho valor para los clientes. (Ingemecanica)

2.3.7.1.1 Riego Por Nebulización:

Es un sistema de riego en el cual se expulsa agua en forma de neblina, a través de emisores colocados en la parte superior de los cultivos, el cual además de suministrar agua o fertilizante, contribuye a disminuir temperatura y elevar el nivel de humedad relativa en el interior de los invernaderos.

Los emisores se llaman nebulizadores ya que producen niebla fina, el agua a presión sale por un orificio de pequeño diámetro, de forma que el chorro producido se estrella contra una pared cóncava que lo despide y distribuye en forma nebulizada. Estos sistemas suelen trabajar con presiones relativamente elevadas.



*Gráfico 5: Riego por Nebulizador
Fuente: (Ingemecanica)*

Componentes de una instalación de riego por nebulización

Sistema de bombeo: para proporcionar la presión y el caudal adecuado a la instalación.

Sistema de filtración: debe tener un espesor de filtración que garantice que las boquillas no se obstruyan.

Sistema de aplicación de fertilizantes y/o nutrientes solubles en agua.

Red de tuberías.

Ventajas de este tipo de riego debidas a la uniformidad y tamaño:

No ocasiona ningún daño a los cultivos.

No compacta el suelo. (Ingemecanica)

2.3.7.1.1 Riego Por Gravedad:

Esta modalidad es la tradicional en la que el agua se aplica directamente al terreno y avanza sobre él rodando por la pendiente. Es muy usado en el mundo y hay varias formas de hacerlo. Dado que es normalmente ineficiente, se han desarrollado varios métodos para mejorar su desempeño, entre los que el más usual es el riego por surcos por compuertas. Ofrecemos para ello una línea de tubería especialmente desarrollada para baja presión y uso de intemperie, móvil, con compuertas corredizas que se colocan en la cabecera de cada surco pudiéndose gradual el caudal para ajustarse a las condiciones precisas. Esta se desplazará a las diferentes parcelas y se complementa con una red fija, enterrada, también de baja presión. Todos los accesorios necesarios están disponibles, principalmente las válvulas hidrantes y demás válvulas de seguridad, y todo tipo de figuras para adaptarse a cualquier configuración.



Gráfico 6: Riego por gravedad.

Fuente: (Ingemecanica)

Ventajas:

- El riego por gravedad, debido a la simplicidad de su infraestructura, es uno de los más económicos.

- Los requerimientos energéticos para su funcionamiento son prácticamente nulos, gracias al empleo de la energía gravitatoria.
- El viento no es un factor limitante en la distribución del agua.

Desventajas:

- No es conveniente utilizarlo en terrenos desnivelados, ya que el agua podría desviarse e impedir su correcta distribución.
- Al humedecer la mayor parte del terreno se puede propiciar la aparición de maleza y enfermedades de tipo fungoso. (Ingemecanica)

2.3.7.1.2 Riego por Aspersión:

Con este sistema el agua es aplicada a presión a la atmosfera, para hacerla caer en forma de lluvia al suelo. Existen muy diferentes tecnologías, de entre las cuales ofrecemos las más importantes, y así, desde el más sencillo al más sofisticado, podemos suministrar.



*Gráfico 7: Riego por aspersión.
Fuente: (Ingemecanica)*

Componentes de una instalación de riego por aspersión

Los componentes mínimos que debe tener una instalación de riego por aspersión son:

- Unidad o grupo de bombeo (salvo cota piezométrica suficiente por gravedad)
- Tuberías principales
- Hidrantes
- Elementos de control y regulación
- Tubería lateral o ramal de riego
- Aspersores

Ventajas

- Se adapta a las distintas dosis de riego necesarias.
- No necesita nivelación. Facilita por lo general la mecanización.
- Fácil de automatizar.
- Suele permitir el tratamiento con fertilizantes, fitosanitarios y lucha anti-helada.

Desventajas:

- Puede lavar algunos tratamientos si no se cuida su programación.
- Mala uniformidad en el reparto por la acción de fuertes vientos.
- Alto coste de inversión inicial y mantenimiento y funcionamiento (energía) si no está bien diseñado. (Ingemecanica)

2.3.7.1.3 Riego Localizado o Microaspersión :

En la búsqueda del mejor uso de los recursos, se desarrollaron los sistemas de microriego, para tener el máximo control de la cantidad y localización del agua utilizada, levantando así la eficiencia. Es obvio que en un cultivo de frutales por ejemplo, hay áreas que no es necesario regar, y que incluso es mejor no hacerlo controlando así la maleza y disminuyendo la humedad ambiente, con la consiguiente mejora en sanidad también. Los modernos sistemas son muy confiables, después de haber pasado por etapas de experiencias más o menos difíciles. El riego por microaspersión se obtuvo bajando el tamaño del aspersor, a partir del riego por aspersión, y está indicado para determinados cultivos, principalmente del tipo de frutales. En el riego por goteo el agua es aplicada directamente al suelo a veces incluso en forma subterránea. Al igual que en los sistemas de aspersión, hay una gran variedad de equipos disponibles, que podrían clasificarse en cuanto a su vida útil, durabilidad y por supuesto precio, pero en general todos gozan de excelente calidad y uniformidad de aplicación, que es la finalidad primordial, junto con la eficiencia, que con estos sistemas pueden llegar al 90 o incluso al 95%.

Componentes de una instalación de riego por micro aspersión:

- **Grupo de Bombeo:** para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.
- **Filtración:** el mayor o menor grado de espesor de filtración de la misma ira relacionado con la calidad del agua, y el tamaño de la boquilla del aspersor.
- **Sistema de abonado**
- **Red de tuberías.**
- **Microaspersores:** El alcance, el caudal y el tamaño de gota determinaran la elección de uno u otro modelo y la modalidad de la instalación.



*Gráfico 8: riego por microaspersion
Fuente: (Ingemecanica)*

Ventajas de este tipo de riego debidas a la uniformidad y tamaño:

Es un sistema muy versátil, se adapta a frutales en todas las etapas de crecimiento y también es muy adecuado para plantas del huerto, flores.

Su uso supone un ahorro de agua en comparación con el riego por aspersión tradicional o sistemas de riego de agua en superficie, como el riego por surcos o a manta.

Es muy uniforme, más que el goteo, y es menos probable que se obstruyan los emisores, pues los conductos y la velocidad del agua son mayores.

Si se usa este sistema es muy posible que se necesiten menos fertilizantes (porque si son líquidos pueden ser aplicados con el agua de riego, por lo que su aplicación es más eficaz).

Es más cómodo y requiere menos esfuerzo físico. Como otros sistemas, se puede automatizar con un programador de riego.

Mejora la lixiviación del suelo de forma que aleja las sales perjudiciales de las raíces de la planta.

Útil en cultivos que requieren condiciones específicas: aumenta la humedad ambiental y ayuda a bajar la temperatura, de forma que se pueden crear microclimas dentro del huerto si hubiera plantas que lo requirieran.

Apto para terrenos irregulares con desniveles y pendientes, incluso en ellos la uniformidad es bastante alta.

Si hay problemas en algún microaspersor es más fácil de detectar que en el riego por goteo. (Ingemecanica)

2.3.7.1.4 Riego por goteo:

Es un riego utilizado en su mayoría en zonas áridas. Consiste en distribuir el agua generalmente ya filtrada y con fertilizantes sobre o dentro del suelo. De esta manera el agua llega directamente a la zona de raíces de las plantas cultivadas.

La distribución se realiza por una red de tuberías generalmente de plástico, ya sea de polietileno o PVC hidráulico en las líneas principales. En las líneas laterales se realiza con tubería flexible o rígida de polietileno.

El riego por goteo permite evitar las fluctuaciones de humedad que se tiene con los otros tipos de riego. Puede llegar a aplicarse 2 o 3 veces por día.

El riego por goteo puede utilizarse tanto a cielo abierto como en cultivos bajo invernadero. Se recomienda para cultivos sembrados en hilera ya sea de ciclo anual o perenne. Además, actualmente se está utilizando también para cultivos manejados en hidroponía, donde los rendimientos superan por mucho a los cultivos sembrados directamente al suelo.

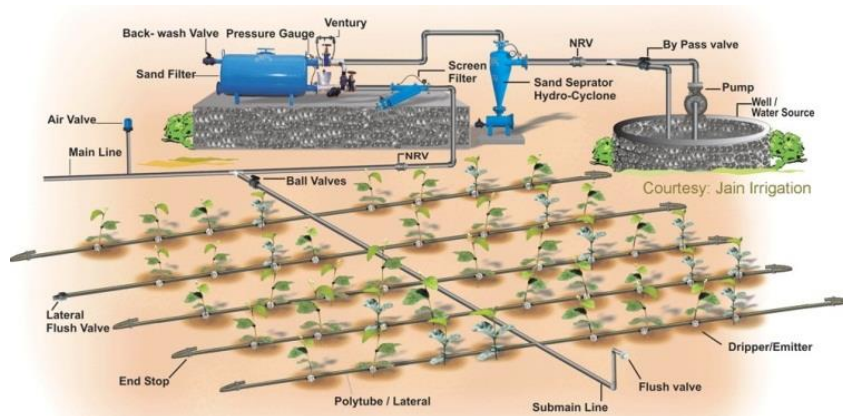


Gráfico 9: Riego por goteo
Fuente: (Ingemecanica)

Ventajas:

- Permite un crecimiento adecuado del sistema de raíces.
- Puede mantener una humedad casi constante renovando continuamente el volumen de agua que se gasta por el proceso de evapotranspiración.
- Permite la aplicación de fertilizantes en el agua de riego. Esto garantiza una mayor disponibilidad de nutrientes a la zona de raíces.

- No se moja todo el suelo de la parcela, sino únicamente la hilera donde está sembrado el cultivo. Esta es una ventaja importante para reducir la posible aparición de maleza.
- Disminuye el gasto de agua y la eficiencia del uso del agua se incrementa notablemente.
- Aunque se esté realizando el riego, pueden realizarse otras labores de cultivo como podas, en tutorado y aplicación agroquímicos. Actividades que no pueden realizarse simultáneamente cuando se utiliza el riego por gravedad o aspersión.
- Se adapta a terrenos rocosos o con pendientes.

Desventajas:

- El sistema de goteo puede taparse si no se filtra el agua correctamente.
- La inversión inicial es alta y es indispensable contar con personal técnico capacitado para el diseño. Así como la su correcta instalación.
- Los costos de instalación y diseño son elevados.

En una instalación de riego por goteo se pueden distinguir, a grandes rasgos, los siguientes componentes:

El grupo de bombeo de agua: que comprende, además de la bomba de agua, la tubería de aspiración de agua desde la fuente (pozo o depósito) y la tubería de impulsión a la salida de la bomba.

El cabezal de la instalación: que comprende un conjunto de aparatos destinados a tratar, medir y filtrar el agua, además de los dispositivos de inyección de fertilizantes.

La red de distribución de tuberías: que la forman por un lado las líneas principales y secundarias de distribución que suelen ir enterradas, y, por otro lado, los ramales portagotos que recorren por la superficie del terreno las hileras de cultivo para la descarga del agua

Sin duda, el uso adecuado de sistemas de riego muchas veces va a depender de la capacidad del agricultor para evaluar las necesidades del cultivo. Así como de factores de índole natural, técnico y económico que intervienen en la productividad. (Ingemecanica)

2.3.8. HERRAMIENTAS Y SOFTWARE DE DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO

2.3.8.1 Software para el diseño de sistema de riego.

Existen diferentes tipos de software para el diseño de sistemas de riego, a continuación, se detalla algunos tipos de software:

WinSIPP3: Es un programa gratuito para ayudar a seleccionar los mejores productos de riego mediante la comparación de diferentes diseños de aspersores antes de la instalación. Calcula la tasa de precipitación y la uniformidad de varios modelos de aspersores, presiones de operación, tamaños de boquilla, alturas de aspersores y diferentes espaciamientos para determinar cuál sería el mejor para una instalación específica. (senniger, 2000)

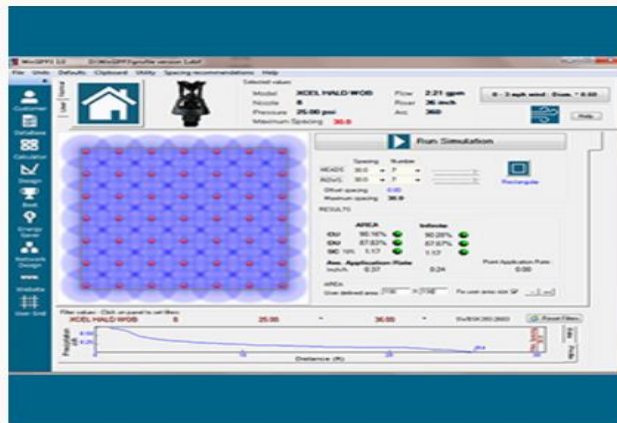


Gráfico 10: WinSIPP3.
Fuente: (senniger, 2000)

Irri-Maker: le permite diseñar proyectos de riego integrales, desde complejos diseños agrícolas de gran escala hasta diseños paisajísticos de pequeña escala. Permite evaluar de antemano distintas alternativas de diseño, estudiar cualquier terreno, generar un plano topográfico, dibujar detalles, elaborar una lista de materiales y enviar los resultados del dibujo a AutoCAD y Google Maps. (senniger, 2000)

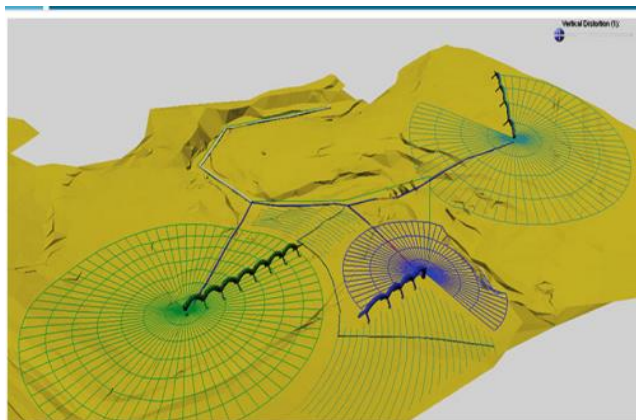


Gráfico 11: Irri-Maker.
Fuente: (senniger, 2000)

IrriExpress: permite diseñar proyectos de riego con pivotes, aspersores y goteo usando un programa simple, intuitivo y potente. Le permite evaluar alternativas de instalación con anticipación, inspeccionar cualquier terreno, producir un plan de contorno, dibujar los detalles y aplicar el diseño de riego. (senniger, 2000)

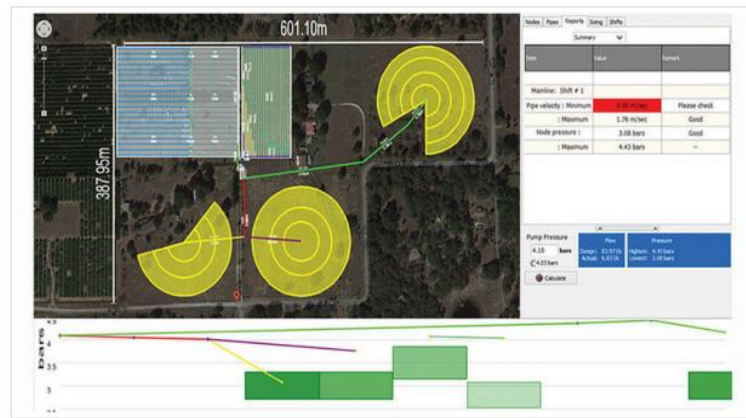


Gráfico 12: IrriExpress.
Fuente: (senniger, 2000)

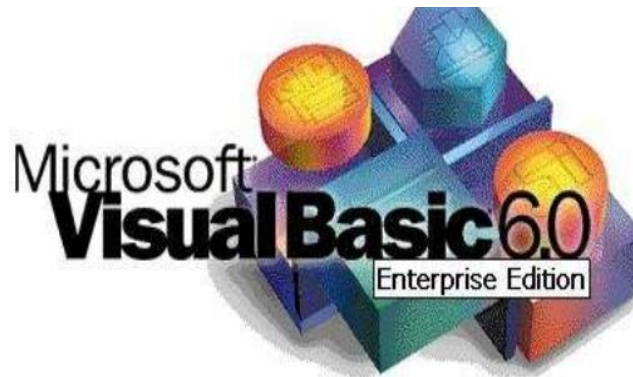
IRRICAD: es un paquete de diseño autónomo, basado en gráficos y asistido por computadora, desarrollado específicamente para el diseño de sistemas de irrigación a presión o de suministro de agua. IRRICAD es mucho más que un paquete de dibujo porque combina las ventajas del dibujo CAD con potentes técnicas de dimensionamiento de tuberías hidráulicas y análisis de red. (Netafim, 07 de diciembre 2018)



Gráfico 13: IRRICAD.
Fuente: (senniger, 2000).

Lenguaje de programación visual basic 6.0: es un lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. Este lenguaje de programación es un

dialecto de BASIC, con importantes agregados. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo. (Marti, 2011)



*Gráfico 14: Lenguaje de programación Visual Basic.
Fuente: (Marti, 2011)*

StarUML: StarUML es una herramienta para el modelamiento de software basado en los estándares UML (Unified Modeling Language) y MDA (Model Driven Architecture), que en un principio era un producto comercial y que hace cerca de un año pasó de ser un proyecto comercial (anteriormente llamado plastic) a uno de licencia abierta GNU/GPL. (<https://sites.google.com/site/herramientascasestaru/ml/>, 05 de diciembre de 2019)

2.3.9 MATERIALES DEL SISTEMAS DE RIEGO:

Estas son las herramientas que van a permitir implementar el de sistema de riego en el vivero Silverio Rocha Maye.

2.3.9.1. Nebulizadores:

Los nebulizadores producen niebla fina, el agua a presión sale por un orificio de pequeño diámetro, de forma que el chorro producido se estrella contra una pared cóncava que lo despidе y distribuye en forma nebulizada. Estos sistemas suelen trabajar con presiones relativamente elevadas, en torno a 2 - 4 bares.

Aplicaciones y uso:

Su uso puede realizarse para múltiples aplicaciones:

- Aumentar la humedad relativa de un invernadero.
- Para refrigerar el invernadero combinado con un sistema de ventilación forzada.
- Para aplicar tratamientos automatizados como la aplicación de abonos foliares, fitosanitarios, o cualquier otro producto soluble en agua.
- Efectuar el riego por nebulización

- Estos sistemas pueden ajustar los caudales y el tamaño de gota cambiando la boquilla, para realizar un uso u otro según las necesidades de la producción. Regulando las presiones de agua en el cabezal también se consigue el mismo objetivo, adaptándose la aplicación a la realización humidificación, refrigeración, riego y/o aplicación de abonos o fitosanitarios.

Se utiliza, principalmente, en el riego de semilleros e invernaderos.

Partes de la Instalación:

- Grupo de bombeo: para suministrar la presión y el caudal adecuado a la instalación.
- Filtración: debe tener un espesor de filtración que garantice que las boquillas no se obstruyan.
- Sistema de aplicación de productos solubles en agua
- Red de tuberías.
- Nebulizadores.

Materiales Empleados

- Instalación enterrada con PVC o PE y accesorios necesarios.
- Instalación de tuberías de PE aérea, junto con el sistema portante, microtubos y sistemas de conexión de los microaspersores. (Agrícolas, 2016)

2.3.9.2. Tipos De Nebulizadores

- **Miniválvula antigoteo con entrada y salida lisa. (IVA 0%):** La Mini Válvula Antigoteo para Nebulizador es ideal para aquellos cuya necesidad de riego requiera diferentes alturas, como por ejemplo en la germinación de hortalizas y cultivo de forraje verde en anaqueles; y también para aquellos cuya instalación presenta muchos desniveles y requieren que el riego siempre el mismo en cada una de las salidas del mismo.



Gráfico 15: Miniválvula antigoteo con entrada y salida lisa.

Fuente: (Agrícola, 2019).

- **Nebulizador HT de una salida de 6.6 a 7.2 LPH color gris (IVA 0%):** Nebulizador de una salida de color gris con gasto 8.1 l/h con diámetro de 40 cm útil para sistemas de forraje verde y propagación de plantas debido a que fragmenta el agua en gotas muy pequeñas dando la apariencia de neblina fina.



Gráfico 16: Nebulizador HT de una salida de 6.6 a 7.2 LPH color gris.

Fuente: (Agricola, 2019).

- **Nebulizador HT de una salida de 8.3 a 9.2 LPH color negro (IVA 0%):** Nebulizador de una salida de color negro con gasto 13.87 l/h con diámetro de 50 cm útil para sistemas de forraje verde y propagación de plantas debido a que fragmenta el agua en gotas muy pequeñas dando la apariencia de neblina fina.



Gráfico 17: Nebulizador HT de una salida de 8.3 a 9.2 LPH color negro.

Fuente: (Agricola, 2019).

- **Nebulizador de 4 cabezas de 24 a 31 LPH color gris (IVA 0%):** Nebulizador de cuatro cabezas con gasto de 24 a 31 l/h y diámetro de 1.1 - 1.2 m. para sistemas de forraje verde y propagación de plantas debido a que fragmenta el agua en gotas muy pequeñas dando la apariencia de neblina fina.



Gráfico 18: Nebulizador de 4 cabezas de 24 a 31 LPH color gris.

Fuente: (Agricola, 2019).

- **Nebulizador de 4 cabezas de 32 a 40 LPH negro (IVA 0%):** Nebulizador de cuatro cabezas con gasto de 32 a 40 l/h y diámetro de 1.1 a 1.2 m. para sistemas de forraje verde y propagación de plantas debido a que fragmenta el agua en gotas muy pequeñas dando la apariencia de neblina fina.



Gráfico 19: Nebulizador de 4 cabezas de 32 a 40 LPH negro.

Fuente: (Agricola, 2019).

- **Pulverizador de corto alcance (microjet) de 25 lph boquilla negra (IVA 0%):** Pulverizador de boquilla negra con gasto de 25 l/h con un diámetro de 1.20 m para el control de la humedad en un vivero.



Gráfico 20: Pulverizador de corto alcance (microjet) de 25 lph boquilla negra.

Fuente: (Agricola, 2019).

- **Pulverizador de corto alcance (microjet) de 70 litros por hora boquilla roja (IVA 0%):** Pulverizador de boquilla roja con gasto de 103.5 l/h con un diámetro de 1.40 m para el control de la humedad en un vivero.



*Gráfico 21: Pulverizador de corto alcance (microjet) de 70 litros por hora boquilla roja.
Fuente: (Agrícola, 2019).*

- **Pulverizador de largo alcance (microjet) de 40 litros por hora boquilla gris (IVA 0%):** Pulverizador de boquilla gris con gasto de 58.4 l/h con un diámetro de 1.4 m para el control de la humedad en un vivero.



*Gráfico 22: Pulverizador de largo alcance (microjet) de 40 litros por hora boquilla gris.
Fuente: (Agrícola, 2019).*

- **Pulverizador de largo alcance (microjet) de 60 litros por hora boquilla negra (IVA 0%):** Pulverizador de boquilla negra con gasto de 83.20 l/h con un diámetro de 1.6 m para el control de la humedad en un vivero.
- **Pulverizador de largo alcance (microjet) de 130 litros por hora boquilla roja (IVA 0%):** Pulverizador de boquilla roja con gasto de 179 l/h con un diámetro de 2.3 m para el control de la humedad en un vivero.

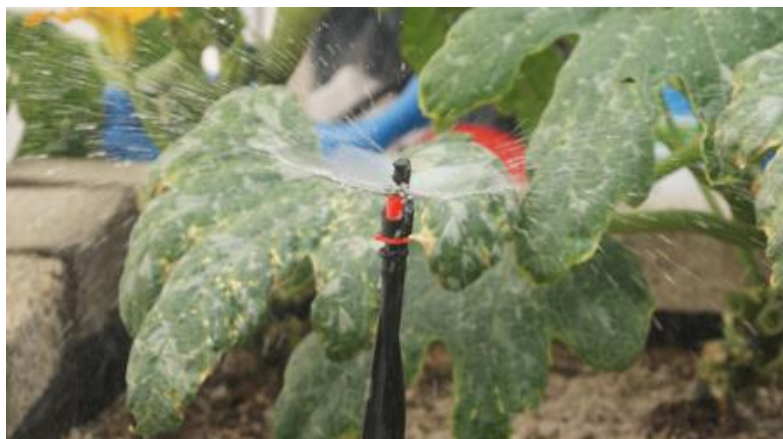


Gráfico 23: Pulverizador de largo alcance (microjet) de 130 litros por hora boquilla roja.
Fuente: (Agrícola, 2019).

- **Pulverizador de largo alcance (microjet) de 150 litros por hora boquilla amarilla (IVA 0%):** Pulverizador de boquilla amarilla con gasto de 213.6 l/h con un diámetro de 2.5 m para el control de la humedad en un vivero



Gráfico 24: Pulverizador de largo alcance (microjet) de 150 litros por hora boquilla amarilla.
Fuente: (Agrícola, 2019).

- **Tubín con peso de 50 cm y adaptadores para sistemas colgantes de nebulización y aspersión (IVA 0%):** Debido a las altas presiones que se generan dentro de un sistema de riego por aspersión y nebulización, es muy común que los nebulizadores y aspersores y la línea de riego se muevan en todas direcciones durante el riego.

Para nivelar esto, se recomienda el uso de tubines con peso, los cuales equilibran el movimiento generado por la fuerza del riego que brota de los nebulizadores y aspersores, gracias al largo de su tubín y al contra peso que cumple la función de un péndulo que contrarresta la fuerza de movimiento de los nebulizadores y aspersores.



*Gráfico 25: Tubin con peso de 50 cm y adaptadores para sistemas colgantes de nebulización y aspersión.
Fuente: (Agrícola, 2019).*

- **Aspersor Plástico de $\frac{3}{4}$ de pulgada. 15 m Disparo. Conexión tipo macho. Morado (IVA 0%):** Aspersor de impacto color (gris, morado, azul) De Gran diseño mecánico e hidráulico elaborado con materiales plásticos de alto impacto y gran resistencia contra corrosión, desgaste mecánico, productos químicos y radiación solar de Rotación suave con Giro completo de 360°, proporciona un ahorro energético muy importante y un óptimo coeficiente de cobertura en su reparto.

Se puede utilizar en riegos de cobertura con caudales medios los cuales se aplican habitualmente en cereales (trigo, cebada o maíz), alfalfa, remolacha, hortalizas de hoja robusta, legumbres, tubérculos y todos los cultivos que requieran un caudal medio. (Agrícola, 2019)



*Gráfico 26: Aspersor Plástico de $\frac{3}{4}$ de pulgada. 15 m Disparo. Conexión tipo macho. Morado.
Fuente: (Agrícola, 2019).*

2.3.9.3. Tuberías.

Cuando se habla de riego, la red de tuberías será la encargada de conducir el agua desde el lugar de arranque, ya sea un pozo, una balsa o una toma, hasta los campos de cultivo.

Tipos de Tubos de Riego

- **Policloruro de vinilo (PVC):**

Utilizado normalmente en las redes primaria y secundaria, puede utilizarse también como tubería terciaria. Se fabrican con dos tipos de uniones, por encolado y por junta elástica.

La ventaja que tiene es que es más resistente que el Polietileno a los esfuerzos provocados por el agua al pasar por las tuberías, pero resulta ser un material frágil que soporta mal los golpes. Se suele enterrar para evitar roturas accidentales y el efecto que tiene la radiación ultravioleta sobre este material.



Gráfico 27: Policloruro de vinilo.

Fuente: (Agrícola, 2019).

- **Polietileno de baja densidad (PEBD):** Se utiliza para el montaje de la red terciaria y los portaemisores. Son más flexibles y menos frágiles que el PVC por lo que se usan para las partes de la instalación que están al aire libre.



Gráfico 28: Polietileno de baja densidad.

Fuente: (Agrícola, 2019).

- **Polietileno de alta densidad (PEAD):** Son tubos más rígidos y duros que los de PELD, con mayor resistencia a temperaturas extremas y a agentes químicos.



*Gráfico 29: Polietileno de alta densidad.
Fuente: (Agrícola, 2019).*

- **Aluminio:** Su uso está limitado a las instalaciones de riego por aspersión. (Agrícolas, 2016)



*Gráfico 30: Aluminio.
Fuente: (Agrícola, 2019).*

2.3.9.4. Collarín de toma.

Los collarines de toma en carga roscados están diseñados para la realización de derivaciones en redes de agua con presión hidráulica, sin pérdidas y sin necesidad de cortar el suministro.

Tipos de collarín de toma:

- **Collarín de banda de acero inoxidable:** Compuesto por un cabezal que comprende todos los diámetros entre DN 80 y DN 300, con bandas de Acero inoxidable AISI 304 recubiertas de caucho con un ancho de 50 mm. Salida rosca BSP de 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2". Para tubos de fundición gris o dúctil, acero o fibrocemento.



*Gráfico 31: Collarín de banda de acero inoxidable.
Fuente: (A.PB., 92 de diciembre del 2019).*

- **Collarín de toma para tubo de polietileno y PVC:** Los collarines de toma AVK son fáciles de montar, no necesitan mantenimiento y están diseñados para una larga vida útil. Una gran junta de goma perfilada de EPDM certificada para agua potable garantiza la

estanqueidad frente a una superficie de tubería rugosa. La profundidad de la rosca BSP se mantiene al mínimo para asegurar que no queden hilos de rosca libres expuestos al medio una vez el racor rosca macho ha sido montado.

Las tuercas quedan encajadas en un rebaje del cuerpo inferior para evitar que giren al apretar los tornillos.



*Gráfico 32: Collarín de toma para tubo de polietileno y PVC.
Fuente: (A.PB., 92 de diciembre del 2019).*

- **Collarín 6 tornillos;** Los collarines están fabricados de PPFV (Polipropileno con Fibra de Vidrio) en las proporciones adecuadas para garantizar su buen funcionamiento.
- **Collarines polietileno:** Dos tipos de Modelos y un sin fin de aplicaciones, colocación de un difusor, aspersor, toma de riegos e incluso tapar una perforación.
Los Modelos Auto taladrantes es la nueva novedad, no requiere herramientas y fácil de colocar (A.PB., 92 de diciembre del 2019).



*Gráfico 33: Collarines polietileno.
Fuente: (A.PB., 92 de diciembre del 2019).*

2.3.9.5. Enlace mixto rosca macho.

Enlaces mixtos de rosca macho, fabricado en PP para tubería de PE., nos permiten intercalar en la tubería de polietileno elementos roscados y realizar la conexión del tubo a llaves de paso, filtros, electroválvulas, etc.

Tipos de enlace mixto rosca macho:

- **Enlace mixto macho 40-1. 1/4" fitting Gama'55:** Enlace de mixto macho 40-1. 1/4" FITTING GAMA'55. Las válvulas Jimtem facilitan el control de numerosos tipos de instalaciones, ya sea en el ámbito agroalimentario o industrial, aportando una solución para cada aplicación.



Gráfico 34: Enlace mixto macho 40-1. 1/4" fitting gama'55.

Fuente: (Ounanian, 2018).

- **Enlace Mixto Rosca Macho 25-3/4" Fitting Gama'55 :** Enlace de mixto macho 25-3/4" FITTING GAMA'55. Las válvulas Jimtem facilitan el control de numerosos tipos de instalaciones, ya sea en el ámbito agroalimentario o industrial, aportando una solución para cada aplicación.



Gráfico 35: Enlace Mixto Rosca Macho 25-3/4" Fitting Gama'55.

Fuente: (Ounanian, 2018)..

- **Enlace Mixto Macho 25-3/4" Laton Gama'95:** con referencia 059202 de la marca JIMTEN. Aquí tienes los datos del producto J-61, con su PVP actualizado y la evolución de su precio en los últimos años. Además te damos los datos de contacto sobre la marca e información sobre dónde puedes comprarlo cerca de tu ubicación. (Ounanian, 2018)



Gráfico 36: Enlace Mixto Macho 25-3/4" Laton Gama'95.

Fuente: (Ounanian, 2018).

2.3.9.6. Codo.

Los codos para tubería, son considerados como un accesorio que se instala entre las dos longitudes de un tubo para permitir un cambio de dirección, el cual, mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de las éstas.

- **Codo So 1/2" Tee So 1/2"**: es un Codo con ambos extremos soldar de 1/2".



*Gráfico 37: Codo So 1/2" Tee So 1/2".
Fuente: (Industrias).*

- **Tee SO 1/2**: es una Tee con los tres extremos tipo soldar de 1/2".



*Gráfico 38: Tee SO 1/2.
Fuente: (Industrias).*

- **Codo HI HE 3/4"x1/2"**: codo con un extremo roscado interior de 3/4" y el otro extremo con rosca exterior de 1/2". (Industrias)



*Gráfico 39: Codo HI HE 3/4"x1/2".
Fuente: (Industrias).*

2.3.9.7. Tapón Hembra.

El tapón hembra rosca está capacitado para resistir alta presión y su adaptador es de instalación de rosca, para una aplicación efectiva. Asimismo, es para uso en trabajos de tuberías, sella conexiones que no se utilizarán y así evitar fugas. Es de fácil instalación y por ser de material resistente garantiza durabilidad en su funcionamiento. (Tagle, 12 de julio del 2018)



*Gráfico 40: Tapón Hembra.
Fuente: (Industrias).*

2.3.9.8. Electrobomba

Su funcionamiento es muy sencillo, el agua es aspirada por el tubo de entrada de la Bomba de Agua para luego ser impulsada por un motor que utiliza como cualquier motor, bobinas e imanes para crear un campo magnético y así lograr que el impulsor gire de una manera continua.

Tipos de electrobomba:

- **BOMBA PERIFÉRICA:** La bomba periférica es conocida por su uso doméstico. Son eléctricas y su función es elevar el agua a más de 30 metros de altura, dependiendo del modelo, brindando la presión de agua que necesitas. Tiene un caudal máximo de 86 litros por minuto.

-



*Gráfico 41: Bomba periférica.
Fuente: (lladomosa, 2000).*

- **BOMBA CENTRÍFUGA:** Son utilizadas para uso doméstico o agrícola, a diferencia de las demás bombas, esta sirve para sacar agua de pozos o regadíos en grandes cantidades en poco tiempo. Tiene la capacidad de mover entre 120 y 156 litros por minuto. Es más silencioso que la periférica y también es eléctrico.



*Gráfico 42: Bomba centrífuga.
Fuente: (lladomosa, 2000).*

- **MOTOBOMBA:** Son bombas con un motor a combustión, lo cual les permite funcionar de manera independiente. Esta bomba lanza caudal y presión al mismo tiempo. Son ideales para trabajos de riesgo extendido en sectores agrícola, llenado de tanques, y para suministrar agua a lugares distantes. Es importante que esté bien equilibrada con el suelo para reducir la pérdida de aceite con el movimiento, ya que de suceder esto, se apagará automáticamente. (Rey)



*Gráfico 43: Motobomba.
Fuente: (lladomosa, 2000).*

2.3.9.9. Electroválvula.

Son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. A la circular corriente por solenoide genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil y al finalizar el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, por efecto de un resorte.

Las electroválvulas son más fáciles de controlar mediante programas de software. Es ideal para la automatización industrial.



Gráfico 44: **Electroválvula.**
Fuente: (lladomosa, 2000).

Tipos de electroválvulas:

- **Electroválvula de acción mixta 2 vías** Normalmente cerrada. Acción mixta. Temperatura del fluido -10°C / $+90^{\circ}\text{C}$. Cuerpo en Acero inoxidable AISI 316. Piloto mando Acero Inox. Membrana de NBR+PA. Bobina de 8W.



Gráfico 45: **Electroválvula de acción mixta.**
Fuente: (lladomosa, 2000).

- **Electroválvula de acción directa 2 vías N.C. PN 40.** Normalmente cerrada. Acción directa. Temperatura del fluido -10°C / $+140^{\circ}\text{C}$. Cuerpo en laton UNE-EN 12165. Piloto mando Acero Inox. Cierre de FKM (otros cierres consultar). Bobina 8W con certificación CE-UL-CSA-VDE.



Gráfico 46: **Electroválvula de acción directa 2 vías.**
Fuente: (lladomosa, 2000).

- **Electroválvula de acción directa 3 vías N.C. PN 40.** Normalmente cerrada. Acción directa. Paso interior $\varnothing 3$. Paso tubo superior $\varnothing 3$. Temperatura del fluido -10°C / $+140^{\circ}\text{C}$.

Cuerpo en laton UNE-EN 12165. Piloto mando Acero Inox. Cierre de FKM. Bobina 8W.
(lladomosa, 2000)



*Gráfico 47: Electrovalvula de acción directa 3 vías.
Fuente: (lladomosa, 2000).*

2.3.9.10. Cable de energía.

El término Cable significa en su origen "cuerda", de latín Capulum, o también del Hebreo Kabel de "cuerda fuerte", pero en dónde se ha extendido más su popular uso de esta palabra es como Cable eléctrico, y es precisamente en Israel dónde se usa ya de antaño el término Kabel al conductor eléctrico, en dónde se le llama cable eléctrico a una manguera de material aislante y protector que contiene un conductor (también hilo eléctrico) aislado o conjunto de conductores aislados (conductor eléctrico), generalmente de cobre o Aluminio.

Tipos de conductores eléctricos:

Recordamos que el conductor es el componente que transporta la electricidad.

- **Conductor de alambre desnudo:** Es un solo alambre en estado sólido, no es flexible y no tiene recubrimiento, un ejemplo de uso este tipo de conductores es la utilización para la conexión a tierra en conjunto con la tierra.

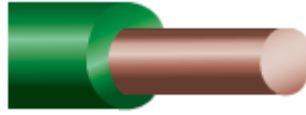
-



*Gráfico 48: Conductor de alambre desnudo.
Fuente: (Moya).*

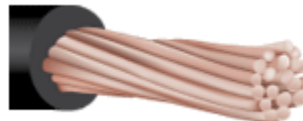
- **Conductor de alambre aislado:** Es exactamente lo mismo que el conductor de alambre desnudo con tan solo una diferencia, en este caso el conductor va recubierto de una capa de aislante de material plástico para que el conductor no entre en contacto con ningún otro

elemento como otros conductores, personas u objetos metálicos. El alambre aislado se utiliza mucho más que el cobre desnudo tanto en viviendas como oficinas.



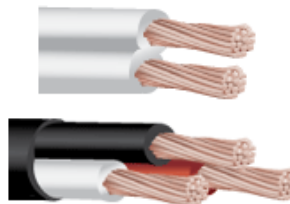
*Gráfico 49: Conductor de alambre aislado.
Fuente: (Moya).*

- **Conductor de cable flexible:** El cable eléctrico flexible es el más comercializado y el más aplicado, está compuesto por multitud de finos alambres recubiertos por materia plástica. Son tan flexibles porque al ser muchos alambres finos en vez de un alambre conductor gordo se consigue que se puedan doblar con facilidad, son muy maleables.



*Gráfico 50: Conductor de cable flexible.
Fuente: (Moya).*

- **Conductor de cordón:** Están formados por más de un cable o alambre, se juntan todos y se envuelven de manera conjunta por segunda vez, es decir, tienen el propio aislamiento de cada conductor más uno que los reúne a todos en un conjunto único. (Moya)



*Gráfico 51: Conductor de cordón.
Fuente: (Moya).*

2.3.9.11. Sensor de Humedad

Un sensor de humedad es un dispositivo que mide la humedad relativa en un área dada, puede ser utilizado tanto en interiores como en exteriores. se usa siempre que sea necesario detectar la humedad del aire. El sensor de humedad se usa por ejemplo junto con un regulador para obtener una humedad constante en un laboratorio. El sensor de humedad se usa cada vez más en el sector de la técnica de calefacción, ventilación y climatización, así como en los procesos de producción

que requieren un control de la humedad. Con frecuencia, además de medir la humedad, también es necesario medir la temperatura.

Algunos sensores de humedad de PCE Instruments ofrecen una medición combinada de temperatura y humedad integrado en el mismo sensor de humedad. Normalmente se conecta el sensor de humedad a una unidad de control separada. Esta convierte la magnitud física de la humedad del aire en una señal eléctrica normalizada, que se envía a la unidad de control. Esto permite por ejemplo activar una alarma al sobrepasar un valor límite, o activar o desactivar un ventilador.

Tipos de sensor de humedad:

- **Sensor de humedad PCE-MWM 230:** Una herramienta universal para la medición de humedad industrial. Con este sensor de humedad podrá medir en línea una amplia variedad de medios líquidos y sólidos:



*Gráfico 52: Sensor de humedad PCE-MWM 230.
Fuente: (pce).*

- **Sensor de humedad PCE-MWM 240B:** Este c ha desarrollado especialmente para la medición de humedad en mercancía a granel. Este sensor de humedad se monta en depósitos, silos, cubas, distribuidores y cintas transportadoras. Los materiales que se presentan como mercancía a granel o masa corriente, tales como fibras, grava, serrín, cenizas volantes (minerales), virutas (superficie hasta 5 cm²), piensos, granos, harina, semillas, pastas, etc., se puede medir de forma continua y no destructiva.



*Gráfico 53: Sensor de humedad PCE-MWM 240B.
Fuente: (pce).*

- **Sensor de humedad PCE-MWM 300P:** El uso del sensor de humedad PCE-MWM 300P le proporciona una calidad del producto extremadamente uniforme y muy alta a la vez que reduce los costos de operación y mantenimiento (en comparación con todos los sensores de humedad usados convencionalmente). El sensor de humedad PCE-MWM 300P lo puede adquirir aquí en nuestra tienda online.



*Gráfico 54: Sensor de humedad PCE-MWM 300P.
Fuente: (pce).*

- **Sensor de humedad PCE-MWM 220:** Este sensor de humedad para tubería ha sido diseñado específicamente para medir la humedad de líquidos (capaz de ser bombeado) y vapor. Esto permite medir el contenido de agua o vapor saturado en el recipiente. (pce)



*Gráfico 55: Sensor de humedad PCE-MWM 220.
Fuente: (pce).*

2.3.9.12. Sensor de Temperatura.

Un sensor de temperatura es un sistema que detecta variaciones en la temperatura del aire o del agua y las transforma en una señal eléctrica que llega hasta un sistema electrónico. Esta señal conlleva determinados cambios en ese sistema electrónico para la regulación de la temperatura. También conocido como sonda de temperatura, este sensor se compone principalmente de tres partes. Primeramente, y como es obvio, cuenta con un elemento sensor, además de este elemento, se compone de una vaina de material conductor en su interior y un cable que conecta al sistema electrónico en cuestión.



*Gráfico 56: Sensor de Temperatura.
Fuente: (pce).*

Tipos de sensores de temperatura:

- **Sensor de temperatura por resistencia (RTD):** Los dispositivos termométricos de resistencia aprovechan el hecho de que la resistencia eléctrica de un material cambia al cambiar su temperatura. Dos tipos de sensores de temperatura clave son los dispositivos metálicos (normalmente conocidos como RTD) y los termistores. Como su nombre indica, los RTD confían en el cambio de resistencia en un metal, con la resistencia aumentando en forma más o menos lineal con la temperatura. Los termistores se basan en el cambio de resistencia en un semiconductor de cerámica; la resistencia cae en forma no lineal con el aumento en la temperatura.



*Gráfico 57: Sensor de temperatura por resistencia (RTD).
Fuente: (pce).*

- **Sensor de temperatura bimetalica:** Los dispositivos bimetalicos aprovechan la diferencia en la tasa de dilatación térmica entre diferentes metales. Se unen entre sí tiras o dos metales. Cuando se calientan, un lado se dilatará más que el otro, y la curvatura resultante se traduce a una lectura de temperatura mediante una articulación mecánica a un apuntador. Estos dispositivos son portátiles y no requieren una fuente de alimentación, pero normalmente no son tan sensibles como los termopares o RTD y no se prestan fácilmente al registro de temperatura.
- **Sensores de temperatura Infrarrojos:** Los sensores de temperatura infrarrojos son compactos de alta calidad y bajo costo, miden la temperatura de objetos y materiales

inaccesibles o en movimiento. Con precisión, consistencia y un sorprendente tiempo de respuesta. Estos sensores son óptimos para la industria alimenticia, del vidrio, papelera, del plástico, acerera, asfáltica, automotriz y energética.



Gráfico 58: Sensores de temperatura Infrarrojos.

Fuente: (pce).

- **Sensor de temperatura WTR 120:** El sensor de temperatura Pt100 WTR 120 es un sensor de temperatura robusto sin rosca de sujeción. El sensor de temperatura Pt100 se puede conectar directamente en el proceso a través de la armadura protectora. La sonda Pt100 es de 3 hilos y de clase de precisión A. (pce, 2019)



Gráfico 59: Sensor de temperatura WTR 120.

Fuente: (pce).

2.3.9.1. Sensor de nivel de agua.

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

El sensor detecta el nivel del líquido en tanques y depósitos en el punto donde esté instalado, indicando mediante una señal ON/OFF cuando se ha alcanzado el nivel de llenado, vaciado u otro definido en proyecto.

Los sensores conmutan cargas hasta **20W**, que es suficiente para señalar el nivel con una lámpara o alarma acústica, en los sistemas de control digital (arduino, microcontroladores, convertidores de frecuencia) o para accionar relés, PLC y contactores, en la activación/desactivación de bombas de agua, por ejemplo. Son considerados sensores de baja

potencia y **no se utilizan directamente para el accionamiento de bombas**, que trabajan con potencia y corrientes más elevadas. (Torres)

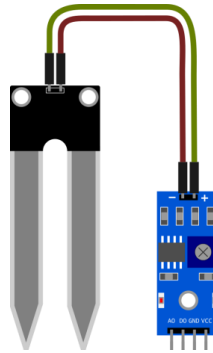


Gráfico 60: Sensor analógico / digital.
Fuente: (Torres).

2.3 MARCO METODOLÓGICO

2.3.1 Metodología Basada en Fases

Esta metodología consiste en las siguientes fases:

Fase 1: Planeación.

Fase 2: Diseño y construcción del plano de la red de conexiones.

Fase 3: Diseño e implementación de los módulos.

Fase 4: Integración.

A continuación, se explican cada una de las fases mencionadas.

2.3.2 Planeación

La fase 1, llamada “Fase de planeación”, define los detalles del producto final de manera minuciosa, tales como, las características físicas, las posiciones de los sensores y actuadores y la lógica general del sistema de riego.

Esta fase es de gran importancia crítica, en conjunto con la fase de construcción del plano, y constituye, en gran parte, en el éxito del proyecto, más aún, teniendo en cuenta que la parte física, es la cadena vertebral del mismo y está combinada con las diferentes funcionalidades.

Para dar inicio a esta fase, primero se define a manera de plano la red de conexiones de aparatos electrónicos del ambiente a construir, cuyos elementos serían: tarjeta de interfaz de conexión,

bomba de agua eléctrica, computador, electroválvulas, sensor de temperatura, sensor de humedad y sensor de nivel de agua.

La principal conclusión a la que se llega con respecto a esta etapa se relaciona con el tiempo invertido, el cual es valioso para todo el proyecto en general.

Las tareas que se toman en cuenta y que están relacionadas con factores clave para lograr el resultado final son las siguientes:

1. Definir de manera detallada el producto final y sus limitaciones.
2. Definir de antemano cada uno de los elementos automatizados.
3. Tener en cuenta los materiales y relacionarlos con costos.
4. Definir un equipo de trabajo, identificando las fortalezas individuales de cada integrante.

Como principal desacierto por evitar en futuros proyectos de este tipo, está el de dar inicio a la siguiente fase con algunas variables sin definir. Por ejemplo, si no se definen los espacios para los motores y sensores, con seguridad se tendrán problemas a la hora de poner estos elementos.

Es importante especificar cada uno de los elementos del producto final, para planear con detalle su elaboración.

2.3.3 Diseño y construcción del plano de la red de conexiones.

Una vez se tuvo una idea clara de los elementos, se empieza la construcción del componente posiblemente más importante del proyecto, el plano de la red de conexiones. Denominada como “Fase de diseño y construcción del plano”. En esta fase se diseña un plano con los detalles necesarios para construcciones, de una manera tal, que cumpliera con los objetivos funcionales.

Este paso es crítico para el proyecto, ya que limita los espacios y las posibilidades de automatización de elementos que se quisieran implementar; por ejemplo, en esta experiencia se diseña el esquema vinculando cada uno de los componentes, tomando siempre en cuenta con los detalles más mínimos y específicos de cada uno de los componentes que se vaya a automatizar.

Como listado de acciones importantes durante esta fase, se proponen las siguientes:

- Tener en cuenta un espacio para los componentes: sensores, actuadores, el circuito, central de control y el cableado.
- Hacer planos con medidas detalladas.
- Relacionar cada componente automatizado con su posición física.

2.3.2. Diseño e implementación de módulos

En la fase 3, “Fase de diseño e implementación de módulos”, se diseñan los componentes que forman cada módulo para definir una parte del proyecto separable y construible de manera independiente.

Se define cuatro módulos principales, tres relacionados con una funcionalidad y un cuarto módulo de lógica de control. Cada uno de los módulos se explica a continuación:

Módulo de la red hidráulica: simula la funcionalidad del sistema de transporte del agua para su posterior riego; sólo transporta el agua de acuerdo a la necesidad de los plantines. Si la electroválvula se activa entonces recién transporta agua por el sistema de la red hidráulica.

Módulo de la red eléctrica: Simula la funcionalidad del sistema de transporte de energía eléctrica para activar la bomba de agua eléctrica y las electroválvulas del sistema de riego. Solo se activa el módulo de la red eléctrica cuando el software envía una señal de riego de acuerdo a la necesidad de los plantines.

Módulo de sensores: Este módulo simula la humedad y la temperatura de forma inteligente; se activa automáticamente una vez que detecta que le falta humedad a los plantines o cuando la temperatura supera lo necesitado por los plantines. Para su implementación, se usa sensor de temperatura y de humedad.

Módulo de lógica y comunicación: tiene como función controlar todos los módulos de acuerdo con una lógica de control. Como uno de los objetivos era que todos los componentes pudieran ser controlados de manera remota, este módulo revisa el estado de cada uno y de acuerdo con este modifica el actuador relacionado con el módulo, llamado lógica de tres estados, el cual se explica más adelante. El objetivo de crear un módulo de esta manera es posibilitar las pruebas con algunos componentes de forma individual o poder integrar los componentes uno a uno, incrementalmente.

Una particularidad importante del proyecto es el diseño de una lógica a la que se llama “lógica de dos estados”, para poder controlar cada componente de manera remota.

Teniendo en cuenta esta lógica, cada módulo, excepto el de control, tiene dos estados posibles: riego manual y riego automático. Cuando el componente está en el estado.

Riego manual: quiere decir que el usuario decidió realizar el riego de forma manual, pero a través del sistema de riego, ignorando la lectura del sensor asociado.

Riego automatizado: en esta etapa el sistema de riego es automático, quiere decir que el sistema se encarga de realizar el riego a los plantines de acuerdo a su necesidad y activación de los sensores de humedad y temperatura o de acuerdo a la programación realizado por el usuario.

2.3.5. Integración

En la última fase, “Fase de integración”, se combinan todos los componentes con el plano para obtener el producto final. En este punto se puede ver los beneficios de trabajar con esta metodología, al igual que observar algunas fallas clave.

El propósito de esta fase es tomar cada uno de los módulos e ir adicionándolos uno a uno y de esta manera, tener un punto de inicio funcional y posibilitar la adición de cada uno de los componentes de manera gradual. En otras palabras, se puede también trabajar con un prototipo o maqueta inicial totalmente funcional y un módulo también probado.

Si al integrar el módulo con toda la maqueta se presentaba algún error, entonces analizar de manera separada las partes involucradas y así, simplificar el problema general.

El proceso de integración se inicia instalando el módulo de lógica de control con el plano en el ambiente. Luego, se va instalando cada uno de los otros módulos al proyecto.

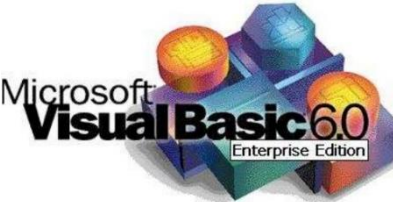
Herramientas y materiales utilizados

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del diseño de sistema de riego de forma automatizado son las siguientes:

| Nº | Herramienta | Descripción | Imagen |
|----|--|--|--|
| 1 | Computadora Memoria: 512 RAM. Procesador: 2.5 GZ HDD: 80. Sistema | Permitirá instalar el software necesario para el sistema de riego con sus respectivas variables. |  |
| 2 | Desarmadores estrella y plano | Nos permitirá ajustar con precisión las tuberías con las abrazaderas dando mayor firmeza al finalizar. |  |
| 3 | Alicate | Esta herramienta nos permitirá mantener firme |  |
| 4 | Perforador de mangueras | Esta herramienta nos facilitara el perforado de las tuberías para insertar los nebulizadores. |  |

*Cuadro N°1 : Herramientas
Fuente: Elaboración propia.*


SOFTWARE

| Nº | Herramienta | Descripción | Imagen |
|----|--|---|--|
| 1 | Lenguaje de programación visual Basic 6.0 | Este lenguaje de programación ayudara a desarrollar el software del sistema de riego tomando en cuenta las variables. |  |


| | | | |
|---|----------------|---|---|
| 2 | IRRICAD | Es un paquete de diseño autónomo, basado en gráficos y asistido por computadora, desarrollado específicamente para el diseño de sistemas de irrigación a presión o de suministro de agua. IRRICAD es mucho más que un paquete de dibujo porque combina las ventajas del dibujo CAD con potentes técnicas de dimensionamiento de tuberías hidráulicas y análisis de red. |  |
| 3 | UML | StarUML es una herramienta para crear diagramas UML (Unified Modeling Language). |  |

*Cuadro N°2: Software
Fuente: Elaboración propia.*

MATERIALES UTILIZADOS:

| N° | NOMBRE | DETALLE | IMAGEN | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS |
|----|---------------------------------|---|--|---|
| 2 | Nebulizadores 30 L/H | Los nebulizadores son adecuados para el riego que requiere este tipo de plantines ya que simula la llovizna y no afectan a la producción. |  | <p>Caudal Nominal de 5.5 l/h 4.0 bar de presión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de presión 3.0 - 5.0 bar • 3 configuraciones diferentes: 4 boquillas en cruz - 2 |

| | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|---|
| | | | | boquillas en "T" - 1 boquilla recta. |
| 3 | Electrobombas | Se encargaran de mantener el tanque de agua lleno. |  | <ul style="list-style-type: none"> • Tensión de alimentación: 220V/50HZ • Potencia: 0.55 PH. |
| 4 | Electroválvulas | Las electroválvulas permitirán el paso de agua en las tuberías que fuese necesario. |  | <ul style="list-style-type: none"> • 220 Voltios. • Frecuencia: 50/60 Hz. • Diametro: 1 pulgada. |
| 5 | Tubería Eco Tubo | Se encargara de la red hidráulica del sistema de la distribución del agua en el vivero. |  | <ul style="list-style-type: none"> • Pvc: 2 pulgadas. |
| 6 | Collarin De Toma Simple | Estos collarines servirán para el soporte de las tuberías del sistema de riego. |  | <ul style="list-style-type: none"> • 2 pulgadas. |
| 7 | Enlace Mixto Rosca Macho | Se encargara de la unión de las tuberías de forma lineal del sistema hidráulico. |  | |
| 8 | Codo | Se encargara de la unión de las tuberías en el sistema hidráulico en un ángulo de 90 grado. |  | <ul style="list-style-type: none"> • 90° de 20 Mm. |
| 9 | Tapón Hembra | Este tapón se encargara de impedir el flujo de agua. |  | <ul style="list-style-type: none"> • 20 Mm. |

| | | | | |
|----|------------------|--|---|--|
| 10 | Cable de energía | Permitirá conectar la red de energía del sistema de riego. |  | <ul style="list-style-type: none"> • Conductor Metal: Cobre electrolítico recocido. Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228. Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito. De 6 mm² • Aislante PVC ecológico tipo D. Colores de aislamiento: Ma/Ce Ma/Ce/Ve-Am > ENVOLTUR A PVC tipo ST5, • Normativas IRAM NM 247-5, IEC 60227-5 u otras bajo pedido. Tensión nominal de servicio 300V |
|----|------------------|--|---|--|

| | | | | |
|----|--------------------|--|---|---|
| 11 | Térmico | Permitirá controlar la energía manualmente. |  | <ul style="list-style-type: none"> • 15 A. |
| 12 | Contactador | Este contactor nos permitirá conectar con la electrobomba. |  | <ul style="list-style-type: none"> • 3 Polos. • 10Amperios. • Ui 500 V. • 220V. |

Cuadro N°3: Materiales

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

MARCO APLICATIVO

3.1. MARCO APLICATIVO

Para el desarrollo del diseño de un sistema de riego automatizado para el vivero Silverio Rocha Maye dependiente del gobierno autónomo de Pando se basó en la metodología por fases, la metodología se divide en cuatro fases las cuales son:

- **Fase 1: Planeación.**
- **Fase 2: Diseño y construcción del plano de red de conexiones.**
- **Fase 3: Diseño e implementación de los módulos.**
- **Fase 4: Integración.**

3.1.1 Fase 1: Planeación

La fase 1, llamada “Fase de planeación”, define los detalles del producto final de manera minuciosa, tales como, las características físicas, las posiciones de los sensores y actuadores y la lógica general del ambiente.

Las tareas que se toma en cuenta y que están relacionadas con factores clave para lograr el resultado final son las siguientes:

- ✚ **Tarea 1:** Definir de manera detallada el producto final y sus limitaciones.
- ✚ **Tarea 2:** Definir de antemano cada uno de los elementos automatizados.
- ✚ **Tarea 3:** Tener en cuenta los materiales y relacionarlos con costos.
- ✚ **Tarea 4:** Definir un equipo de trabajo, identificando las fortalezas individuales de cada integrante.

A continuación se detalla el desarrollo de la fase 1 de acuerdo a sus tareas

Tarea 1: Definir de manera detallada el producto final y sus limitaciones.

En esta etapa se define de manera detallada el producto final y sus limitaciones del diseño del sistema de riego automatizado para el vivero Silverio Rocha Maye dependiente del Gobierno Autónomo de Pando.

El trabajo final es el diseño de un sistema de riego automatizado con nebulizador para el vivero Silverio rocha dependiente del Gobierno Autónomo de Pando el mismo tendrá los siguientes módulos:


- Módulo de la red hidrológica, el mismo que se encargara de transportar el agua por su red hacia los plantines para su posterior riego.
- Módulo de la red eléctrica, el mismo que se encarga de transportar energía eléctrica a los diferentes componentes eléctricos electrónicos para el funcionamiento del sistema de riego.
- Módulo de los sensores, el mismo que se encarga de simula la humedad y la temperatura de forma inteligente; se activa automáticamente una vez que detecta que le falta humedad a los plantines o cuando la temperatura supera lo necesitado por lo plantines. Para su implementación, se usa sensor de temperatura y de humedad.
- Módulo de lógica de control, se encarga de la comunicación entre el software del sistema de riego y los dispositivos automatizados.


Todos estos módulos se conectan entre sí para formar lo que es el sistema de riego automatizado del vivero Silverio Rocha Maye.

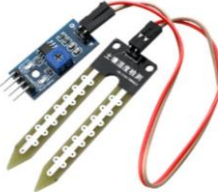
Las limitaciones que tendrá este sistema de riego por nebulización son las siguientes:




- El sistema no abarcara el riego para las plántulas porque es inadecuado para esta etapa de producción.
- El sistema no abarcara el riego para las plantas porque en esta etapa la producción no necesita de un riego solo se espera el tiempo de lluvia.

Tarea 2: Definir de antemano cada uno de los elementos automatizados.

| Nº | Nombre | Detalle | descripción | Imagen | Características técnicas. |
|----|--|--|---|--|---|
| 1 | Tarjeta de control para la interfaz de dispositivo electrónico. | La interfaz, por lo tanto, es una conexión entre dos máquinas de cualquier tipo, a las cuales les brindan un | Este dispositivo se utilizara para la conexión del software con los dispositivos electrónicos |  | <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje alimentación 12v. • Comunicación serial. • Reloj externo • 32 puertos I/O • Sensor de |

| | | | | | |
|---|------------------------|--|---|--|--|
| | | <p>soporte para la comunicación a diferentes estratos. Es posible entender la interfaz como un espacio (el lugar donde se desarrolla la interacción y el intercambio)</p> | | | <p>temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • LCD 2 líneas 14 caracteres. • Display siete segmentos. • Teclado matricial 4x4. • Barra de led. • RS 485. • Memoria I2C. • Potenciómetro digital. • PWM. • Barra de conectores. • Contactor 220 A. 50 A. • Relés • Interruptor térmico 10 A. |
| 2 | Electroválvulas | <p>Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide.</p> | <p>Esta electroválvula se utilizará para el pase de agua en las tuberías hacia los nebulizadores para su posterior riego a los plantines.</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • 220 Voltios. • Frecuencia: 50/60 Hz. • Diametro: 1 pulgada. |

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| 3 | <p>Sensor de humedad de suelo.</p> | <p>Este sensor de humedad puede leer la cantidad de humedad presente en el suelo que lo rodea. Es un sensor de baja tecnología, pero es ideal para el seguimiento de un jardín urbano. Este sensor utiliza dos sondas para pasar corriente a través del suelo, y luego lee la resistencia para obtener el nivel de humedad. Más agua hace que el suelo conduzca la electricidad con mayor facilidad (menos resistencia), mientras que el suelo seco es un mal conductor de la</p> | <p>Los sensores de humedad de suelo se utilizaran para medir la humedad requerida por los plantines.</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de operación: 3.3v-5v. • Modo de salida dual, salida digital y salida analógica más precisa. • Dimensiones de sonda: 60mm/30mm (largo/ancho). • Sensibilidad ajustable mediante potenciómetro digital. • Indicadores led: alimentación (rojo) e indicador de salida de conmutación digital (verde). • El módulo tiene un amplificador LM393. |
|---|---|---|--|---|---|

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|--|--|
| | | electricidad (más resistencia). | | | |
| 4 | Sensores de temperatura | Los sensores de temperatura son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico | Los sensores de temperatura se utilizaran para medir la temperatura del ambiente. |  | <ul style="list-style-type: none"> • Tensión 3.3-5V operativo • Rango de medición de temperatura 0 ~ + 50 °C • Rango de medición Humedad 20 % ~ 90 % RH • Humedad exactitud de medición $\pm 5,0$ % RH • Tiempo de respuesta < 5s |
| 5 | Sensores de nivel de agua. | Es un dispositivo ultrasónico de baja energía dentro de los sensores de nivel de líquido en un punto determinado. Para llenar y vaciar tanques de agua | Este sensor se utilizara para medir el nivel de agua del tanque de abastecimiento para el sistema de riego. |  | <ul style="list-style-type: none"> • Cable 2 metros. • 220V • Interruptor • Ajustable de Nivel. |
| 6 | Computadora | Máquina electrónica capaz de almacenar | La computadora se utilizara para la instalación del software de |  | <ul style="list-style-type: none"> • Memoria: 512 RAM. • Procesador: 2.5 GZ • HDD: 80. • Sistema |

| | | | | |
|--|---|---|--|----------------|
| | información y tratarla automáticamente e mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos. | sistema de riego y su posterior comunicación con los dispositivos electrónicos otra vez de la tarjeta interfaz. | | operativo: XP. |
|--|---|---|--|----------------|

*Cuadro N°4: Materiales Automatizados
Fuente: Elaboración propia*

Tarea 3: Tener en cuenta los materiales y relacionarlos con costos.

En esta etapa se toma en cuenta todos los materiales que se utilizara para su implementación de acuerdo al diseño del sistema de riego automatizado propuesto para el vivero Silverio Rocha Maye dependiente del Gobierno Autónomo de Pando.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P/U Bs. | COSTO TOTAL Bs. |
|--|--------------|----------|---------|-----------------|
| TUBERÍA ECO TUBO DE 2 pulgada | PIEZAS 6 Mt. | 1 1/2 | 17,5 | 26,25 |
| TUBERÍA ECO TUBO 20 MM 1.3MM | PIEZAS 6 Mt. | 2 1/2 | 35 | 87,50 |
| COLLARIN DE TOMA SIMPLE 2 pulgada X 3/4" | PIEZAS | 25 | 3 | 75,00 |
| ENLACE MIXTO ROSCA MACHO | PIEZAS | 25 | 3 | 75,00 |
| CODO 90° DE 20MM | PIEZAS | 25 | 3 | 75,00 |
| TAPÓN DE ANILLAS 20MM | PIEZAS | 25 | 12 | 300,00 |
| NEBULIZADOR TP C CHEK COMPLETO | PIEZAS | 400 | 27 | 10.800,00 |
| NEBULIZADOR 30 L/H | PIEZAS | 400 | 5 | 2.000,00 |
| TAMPÓN HEMBRA 2" | PIEZAS | 1 | 12 | 12,00 |
| PLACA | PIEZAS | 1 | 2000 | 2.000,00 |
| ELECTROVÁLVULA | PIEZAS | 5 | 50 | 250,00 |

| | | | | |
|-------------------------|-------------|-------|--------|-----------|
| ELECTROVÁLVULA | PIEZAS | 1 | 120 | 120,00 |
| SENSOR DE HUMEDAD | PIEZAS | 15 | 120 | 1.800,00 |
| SENSOR DE TEMPERATURA | PIEZAS | 1 | 140,00 | 140,00 |
| SENSOR DE NIVEL DE AGUA | PIEZAS | 1 | 245,00 | 245,00 |
| CABLE ALAMBRE N°8 | ROLLO 1 1/2 | 120Mt | 600,00 | 900,00 |
| CABLE N° 12 | ROLLO | 100Mt | 400,00 | 400,00 |
| TOTAL | | | | 19.305,75 |

*Cuadro N°5: Presupuesto De Materiales
Fuente: Elaboración Propia.*

Tarea 4: Definir un equipo de trabajo, identificando las fortalezas individuales de cada integrante.

En esta etapa se estableció el equipo de trabajo de acuerdo a sus especialidades y sus fortalezas individuales para la implementación del sistema de riego automatizado por nebulización de acuerdo al diseño del sistema.

| N° | Equipo de trabajo | Actividad | Descripción |
|----|-------------------|---|---|
| 1 | Ing. agrónomo | Se encargara de Proporcionar información de los plantines y producción del vivero | Se encargara de proporcionar información de acuerdo a las necesidades de cada tipo de plantines de acuerdo a la humedad, temperatura, tiempo y tipo de riego. |
| 2 | Eléctrico | Coordinar todas las etapas del sistema eléctrico. | Se encargara del diseño, cálculo y ejecución del tendido de la red eléctrica y la inter conexión de los elementos relacionados. |
| 3 | Electrónico | Conectar los dispositivos automatizados con el software. | Se encargara de construir la tarjeta electrónica que servirá como interfaz de comunicación entre los dispositivos electrónicos y el software: |

| | | | |
|---|---------------|---|---|
| | | | Se encargara de convertir la energía eléctrica de 220 voltios a 5 voltios. |
| 4 | hidráulico | Revisar las tuberías de la red que no hayan fugas. | Se encargara del diseño y construcción de la red hidráulica. |
| 5 | Ing. Sistemas | Es elaborar el software del sistema de riego de acuerdo a los requerimientos. | Se encargara del diseño e implementación del software para la automatización del sistema de riego por nebulización. |

Cuadro N°5: Equipo de Trabajo
Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2 Fase 2: Diseño y construcción del plano de la red de conexiones

Una vez se tuvo una idea clara de los elementos, se empieza la construcción del componente más importante del proyecto. Denominada como “Fase de diseño y construcción”. En esta fase se diseñó un plano con los detalles necesarios para construcciones, de una manera tal, que cumpliera con los objetivos funcionales.

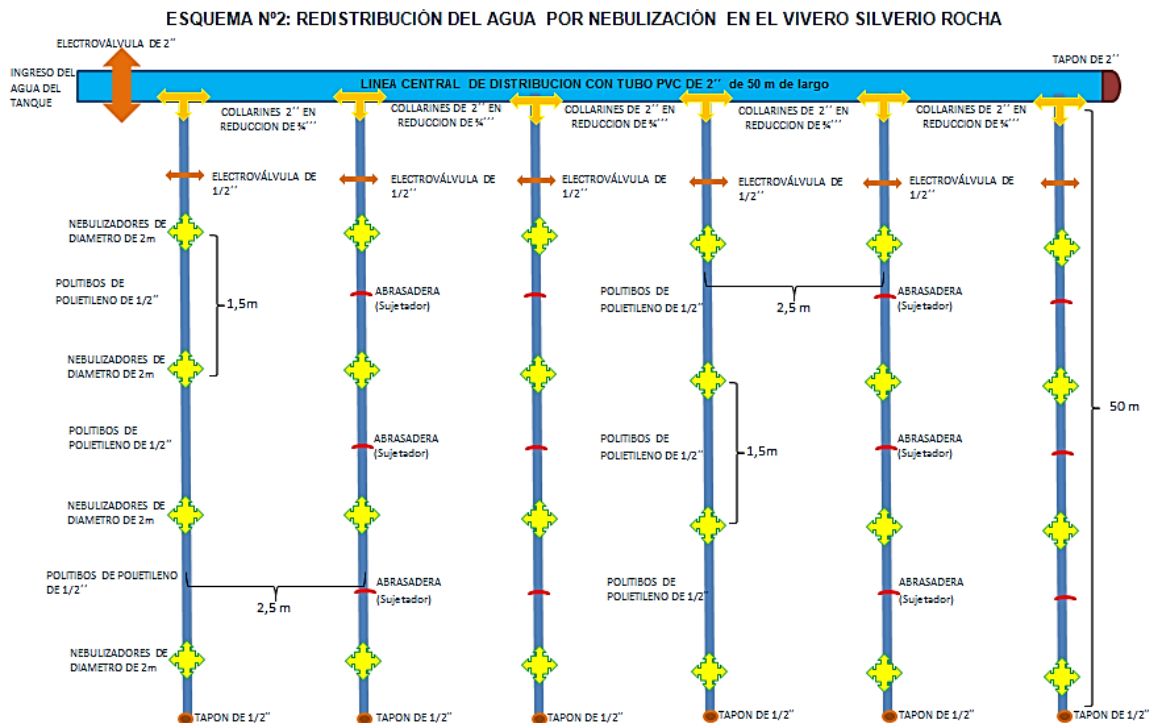


Imagen N° 1: Plano del sistema de riego automatizado
Fuente: Elaboración propia

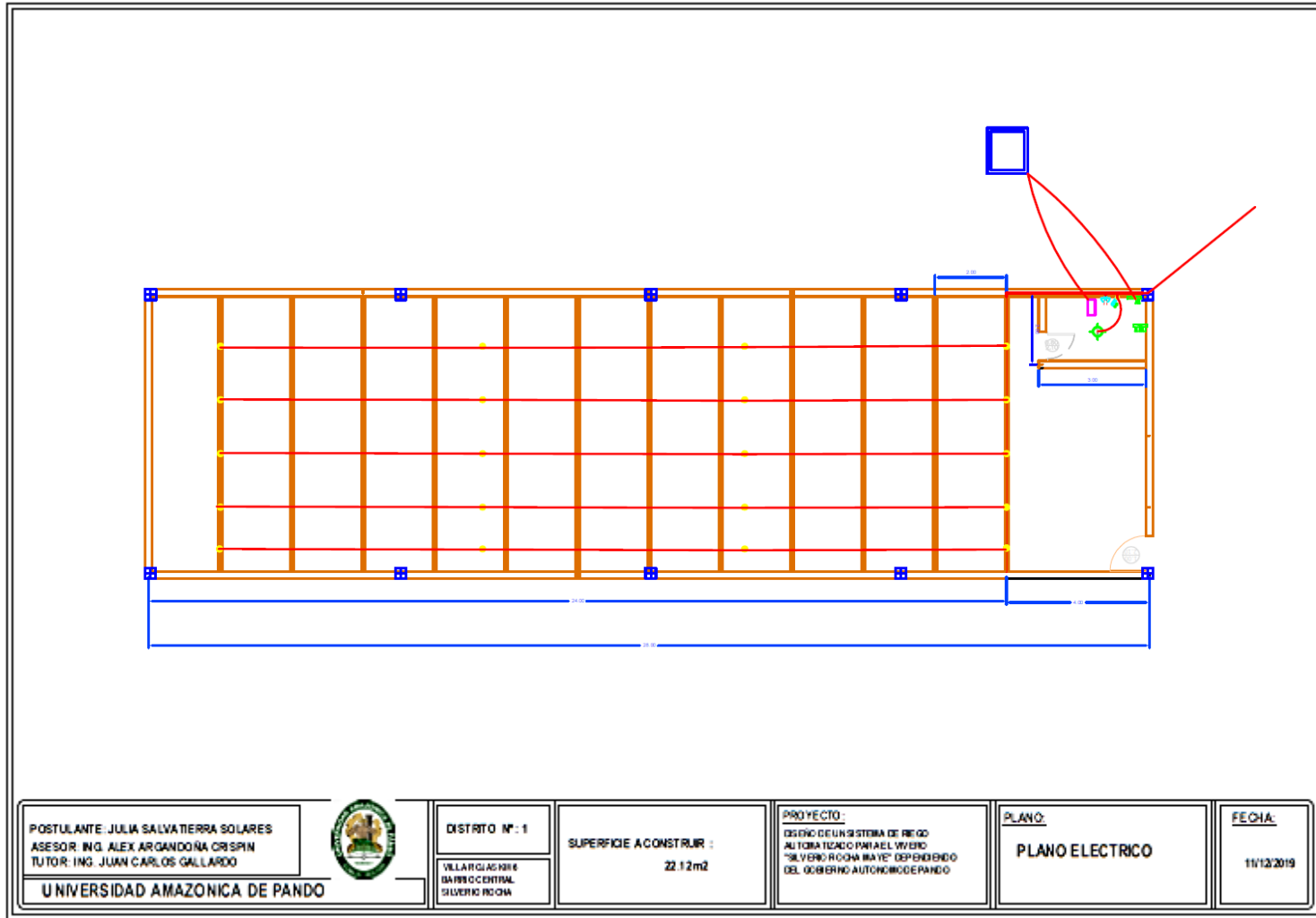


Imagen N°2: Plano del sistema eléctrico
 Fuente: Elaboración propia

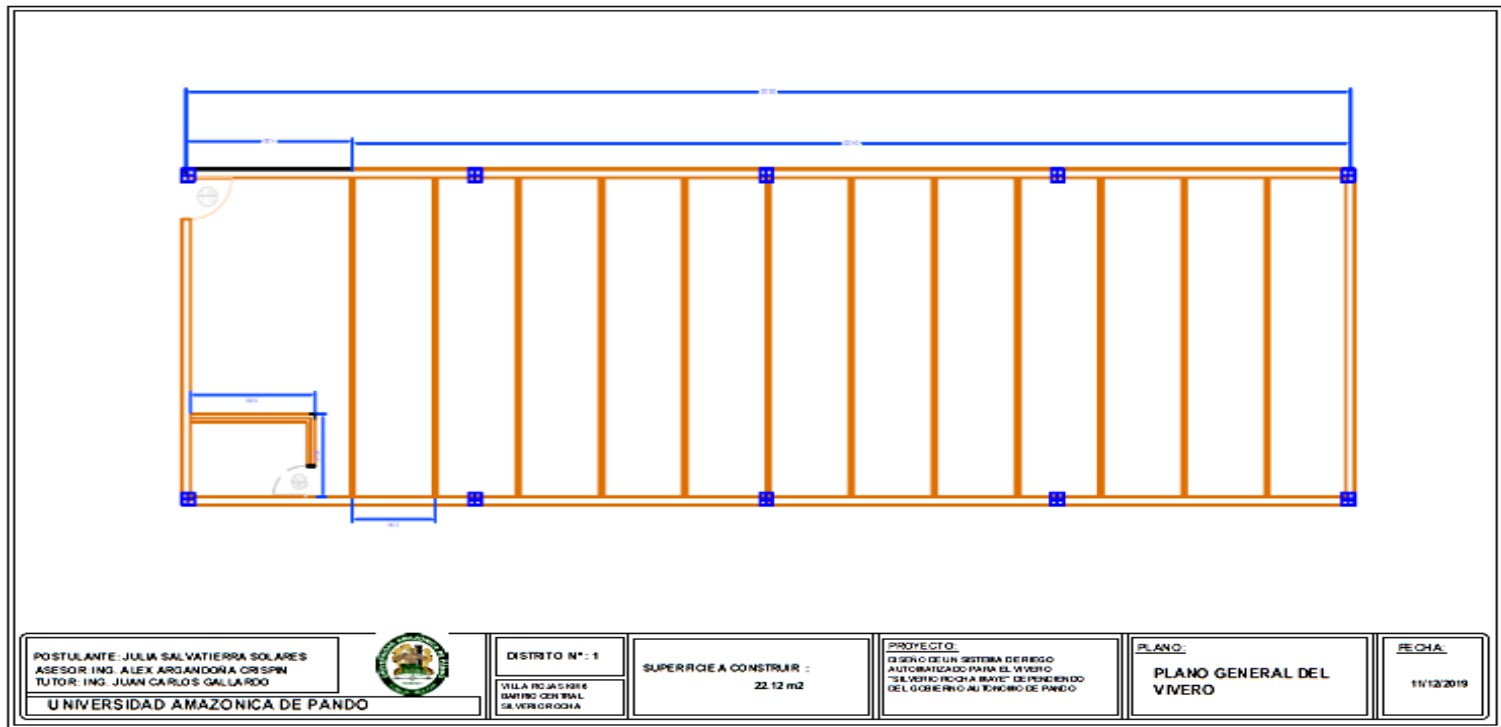


Imagen N°3: Plano del vivero en general
 Fuente: Elaboración propia

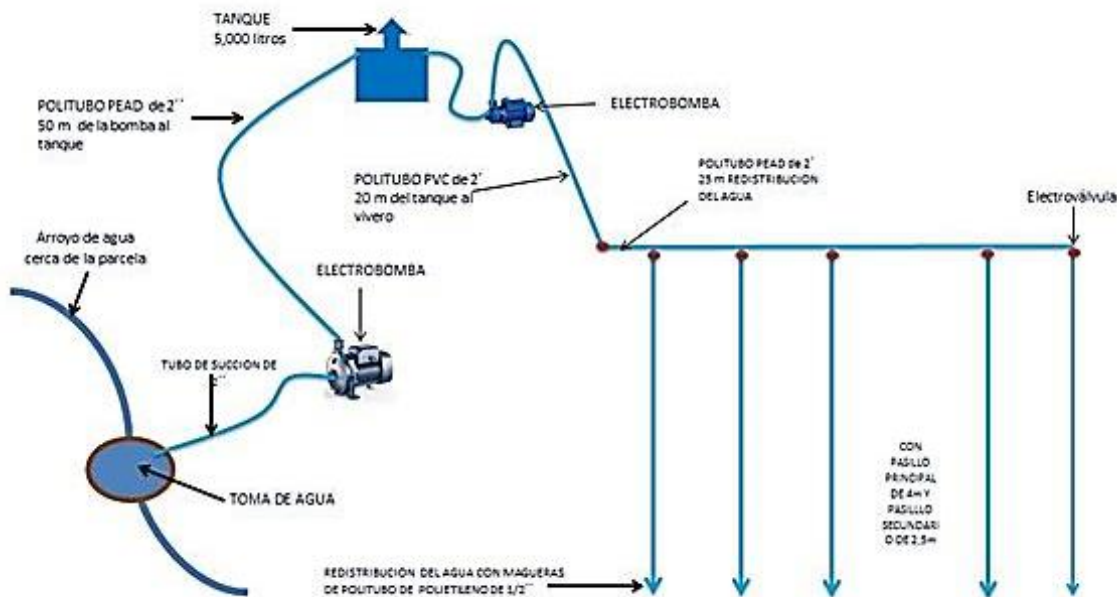
3.1.3 Fase 3 Diseño e implementación de los módulos

En la fase 3, “Fase de diseño e implementación de un prototipo”, se diseñan los componentes de la red hidráulica, eléctrica, sensores y lógica de control.

- **Módulo de la red hidráulica.**

Este módulo comprende la unión de todos los componentes que conforman el sistema de la hidráulica por el cual fluye el agua para su posterior riego a los plantines.

Este esquema permite establecer como y que tiene que conectarse para su posterior implementación del sistema de riego en la parte hidráulica.



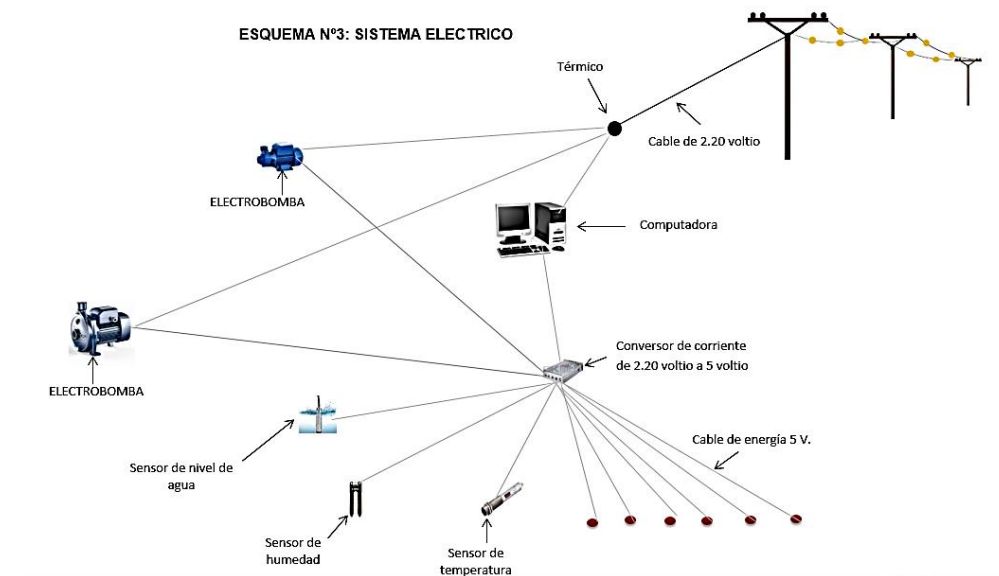
Esquema N°1: Sistema hidráulico

Fuente: Elaboración propia

- **Módulo de la red eléctrica.**

Este módulo comprende la unión de todos los componentes que conforman el sistema eléctrico por el cual fluye la energía eléctrica para el funcionamiento de los diferentes dispositivos electrónicos que conforman el sistema de riego.

Este esquema permite establecer como y que tiene que conectarse para su posterior implementación del sistema de riego en la parte eléctrica.

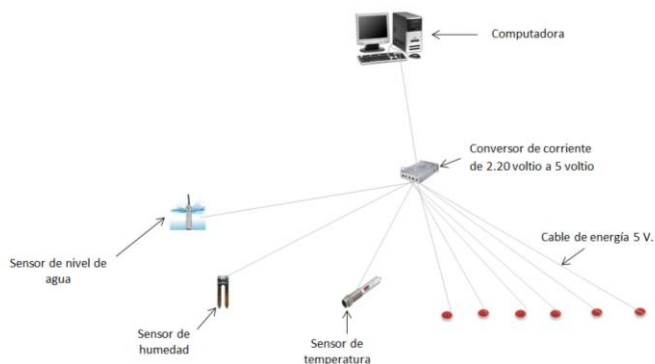


Esquema N°2: Sistema eléctrico
Fuente: Elaboración propia.

•Módulo de los sensores:

Este módulo comprende la unión de todos los sensores con la tarjeta de control que conforma el sistema de riego automatizado.

Este esquema permite establecer como y que tiene que conectarse para su posterior implementación del sistema de riego.



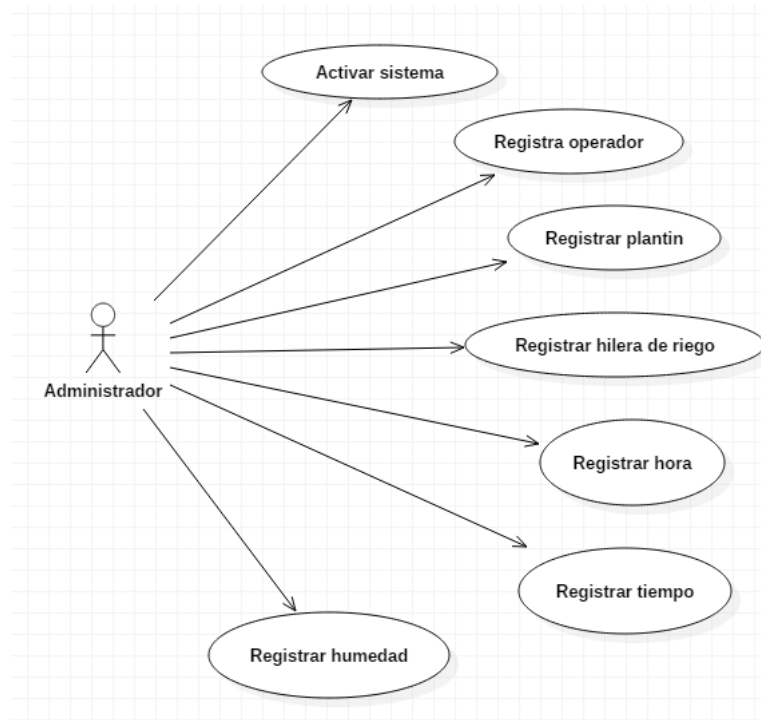
Esquema N°3: Esquema de los sensores
Fuente: Elaboración propia.

•Módulo de lógica y comunicación:

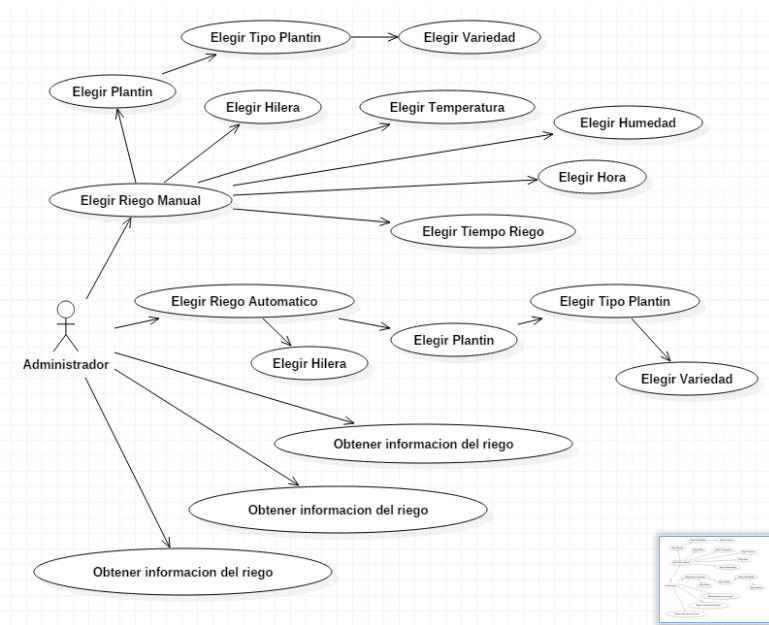
En este módulo se representa el funcionamiento del sistema de acuerdo al diseño de ingeniería de software a través de los siguientes diagramas del Lenguaje de modelado unificado (UML).

Estos diagramas permite establecer como el sistema interactua con el usuario y los diferentes componentes del sistema de riego.

Dagrama de caso de uso:



*Ilustración N°1: Diagrama de clases administrador
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración N°1: Diagrama de clases administrador
Fuente: Elaboración propia*

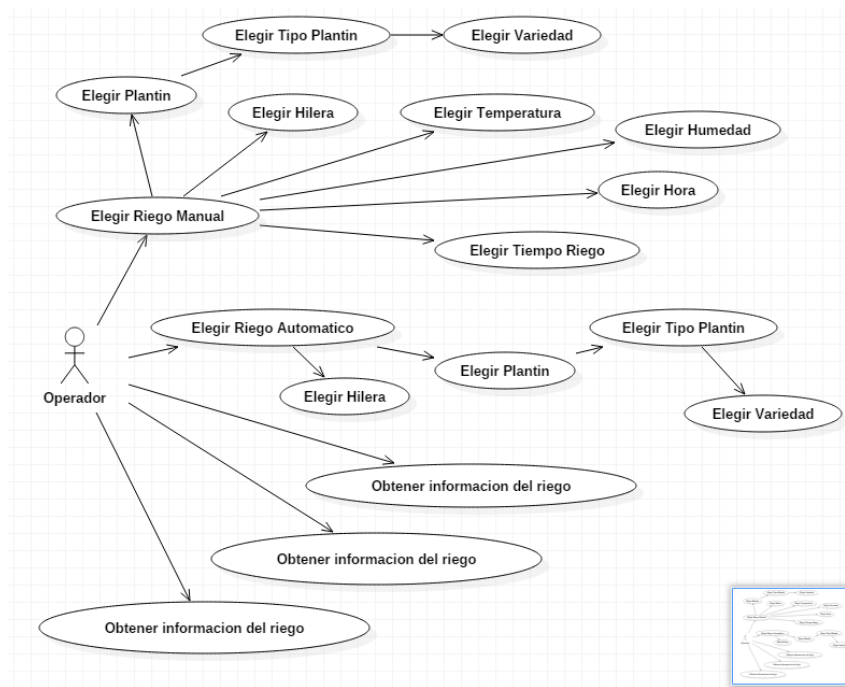


Ilustración N° 2: Diagrama de clases operador.
Fuente: Elaboración propia

Diagrama de secuencia:

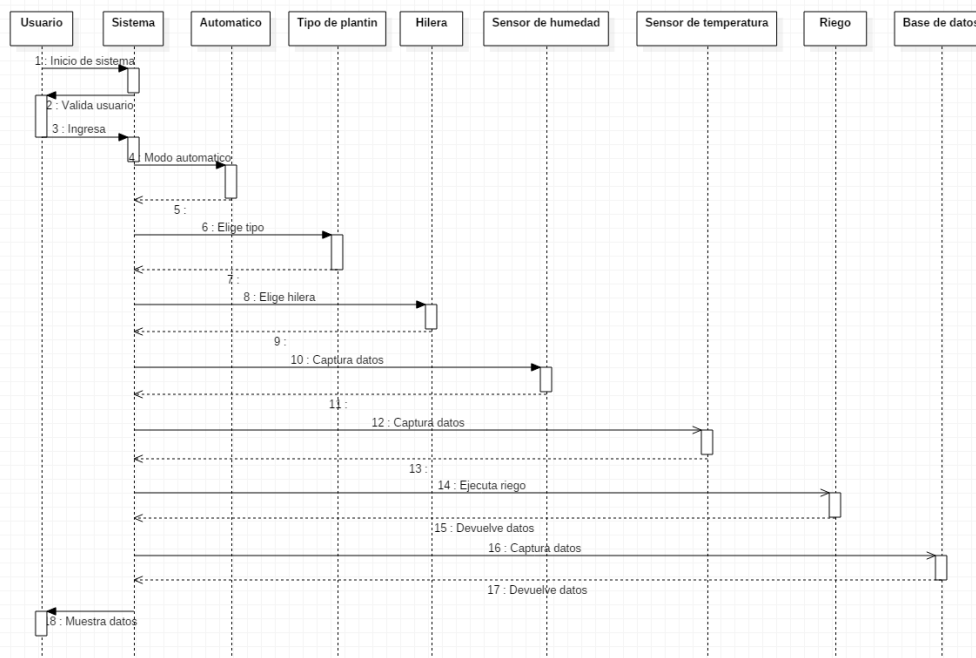


Ilustración N°3: Diagrama de secuencia sistema de riego automático.
Fuente: Elaboración propia.

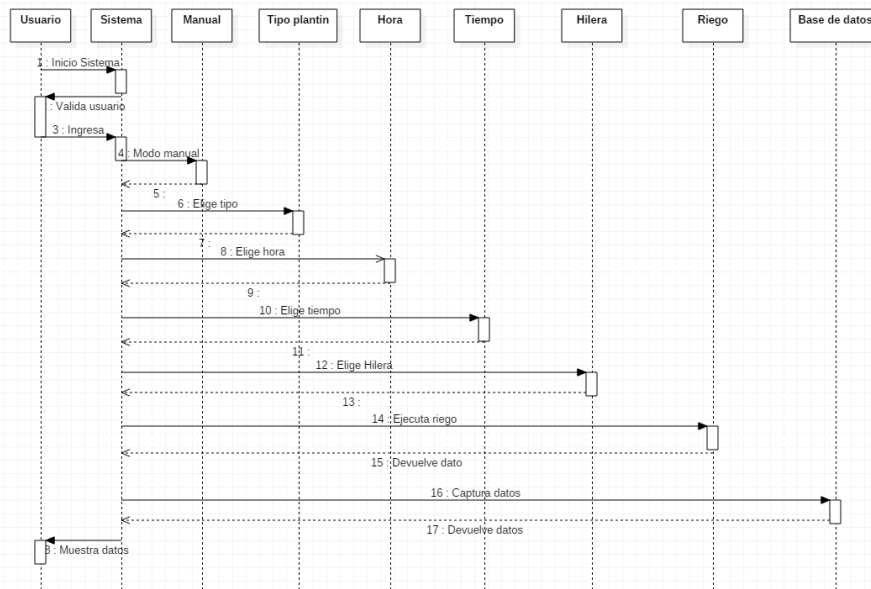
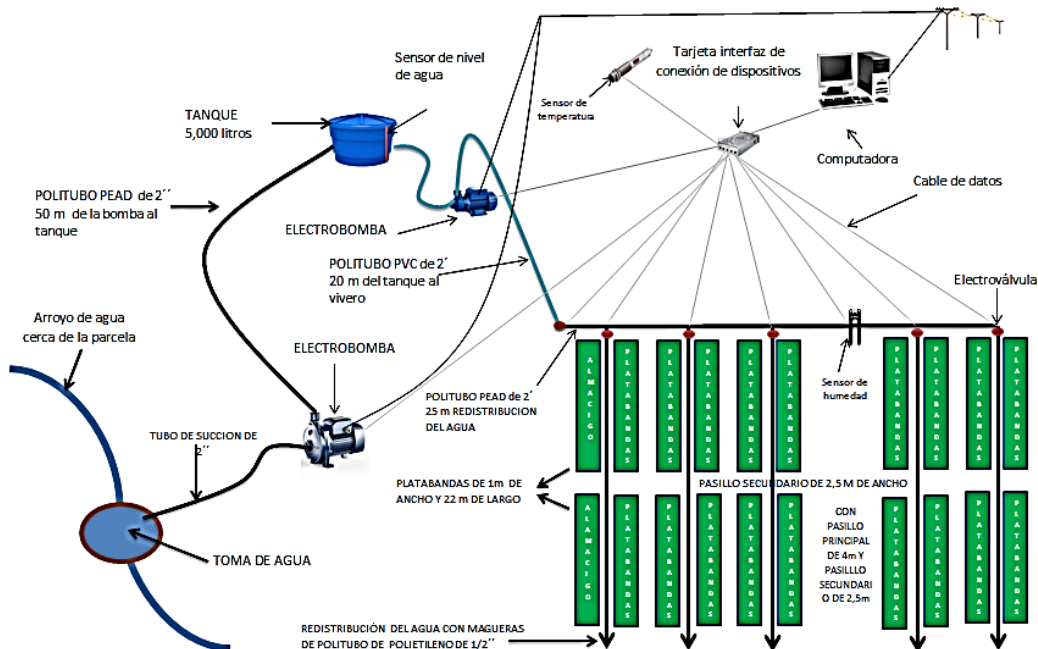


Ilustración N°4: Diagrama de secuencia sistema de riego manual.
Fuente: Elaboración propia.

Esquema sistémico:

Este modulo comprende la union de todos los componentes que conforman el sistema de riego automatizado como ser el hidraulico y el electronico.

Este esquema permite establecer como y que tiene que conectarse para su posterior implementacion del sistema de riego.



Esquema N°4: Sistema de riego
Fuente: Elaboración propia.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO:

En esta etapa se hace la implementación del sistema de riego automatizado por nebulización en el vivero Silverio Rocha Maye dependiente del Gobierno Autónomo de Pando como prototipo de acuerdo al diseño ya establecido.

Este prototipo consiste en la unión de los siguientes módulos:

- **Módulo de la red hidráulica.**
- **Módulo de la red eléctrica.**
- **Módulo de los sensores.**
- **Módulo de lógica y comunicación**

La unión de estos módulos forma el sistema de riego automatizado.

Desarrollo de la implementación del prototipo del sistema de riego:

| <u>ELECCION DE MATERIALES</u> | |
|--|---|
|  |  |
| <p>Se seleccionó el material que se utilizó para la implementación del prototipo del sistema de riego.</p> | <p>Se verifico que los materiales sean los adecuados para el sistema de riego.</p> |
|  |  |
| <p>Se agrupo los materiales para las diferentes tareas de la implementación del prototipo.</p> | <p>Se seleccionó la cantidad de nebulizadores para las tuberías del sistema de riego.</p> |



Una vez seleccionado los materiales se los traslado al lugar de implementación.



Se trasladó todo el material al vivero para su implementación.

*Cuadro N° 6: Selección de Materiales.
Fuente: Elaboración Propia.*

Medición



Se seleccionó el material que se utilizó para la implementación del prototipo del sistema de riego.



Se verifico que los materiales sean los adecuados para el sistema de riego.



En esta parte se hizo la medición para la instalación de las diferentes tuberías del sistema hidráulico de acuerdo al diseño las




En este punto se realizó la medición del tendido eléctrico del sistema.


| | |
|--|---|
| <p>tuberías que se instalarán en el vivero.</p> | |
|  <p>Se midió lo largo del vivero para tener las medidas exactas de la red hidráulica q se necesitara.</p> |  <p>Se asegura q todas las mediciones hayan sido correctas.</p> |

*Cuadro N°7: Medición.
Fuente: Elaboración Propia.*

| | |
|--|---|
| <p>Módulo de la red hidráulica</p> | |
|  <p>Se midió lo largo del vivero para tener las medidas exactas de la red hidráulica q se necesitara.</p> |  <p>Se asegura q todas las mediciones hayan sido correctas.</p> |
|  |  |



| | |
|---|---|
| <p>Se cortó las tuberías de acuerdo a las mediciones del vivero para el sistema de riego.</p> | <p>Se los emperno las tuberías en la perna manca para tener una mejor firmeza en las tuberías a la hora del riego.</p> |
|  |  |
| <p>Se instaló los nebulizadores en las tuberías para el riego.</p> | <p>Luego de ajustar todas las tuberías y poner todos los nebulizadores se procedió a cortar las tuberías restantes para obtener la red hidráulica ya lista para su riego.</p> |

*Cuadro N°8: Modulo Hidráulico.
Fuente: Elaboración Propia.*

| <p>Módulo de la red eléctrica</p> | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Se instaló el cableado para la red eléctrica.</p> | <p>Se instaló el cableado para los sensores de nivel de agua como para la electrobomba del sistema de riego.</p> |

| | |
|---|---|
|  |  |
| <p>Se instaló el cableado para la conexión de la tarjeta interfaz con los componentes electrónicos.</p> | <p>Se instaló el cableado para la computadora y u funcionamiento del software.</p> |
|  |  |
| <p>Se instaló los nebulizadores en las tuberías para el riego.</p> | <p>Se instaló el término de energía para la conexión de los materiales electrónicos</p> |

*Cuadro N° 9 : Modulo Eléctrico.
Fuente: Elaboración Propia.*

| | |
|---|---|
| <p>Módulo de los sensores.</p> | |
|  |  |
| <p>Se utilizó el sensor de humedad para el funcionamiento del sistema de riego automatizado por nebulización para el vivero Silverio Rocha.</p> | <p>Se utilizó el sensor de temperatura para el funcionamiento del sistema de riego automatizado por nebulización para el vivero Silverio Rocha.</p> |

*Cuadro N°10: Cuadro N°11: Modulo de sensores.
Fuente: Elaboración Propia.*

Módulo de lógica y comunicación.



En esta parte se observa la pantalla principal del diseño de la aplicación en la que nos muestra dos opciones una manual y el otro automático.



En el modo manual tenemos las siguientes opciones elegir tipo de plantin en donde el usuario elige el tipo de plantin que regara luego elige la hora de riego como ser de 6:00 Am y 18:00Pm luego elige el tiempo de 5 minutos o 10 minuto de riego por hora luego elige la hilera de riego posterior empieza el regado.

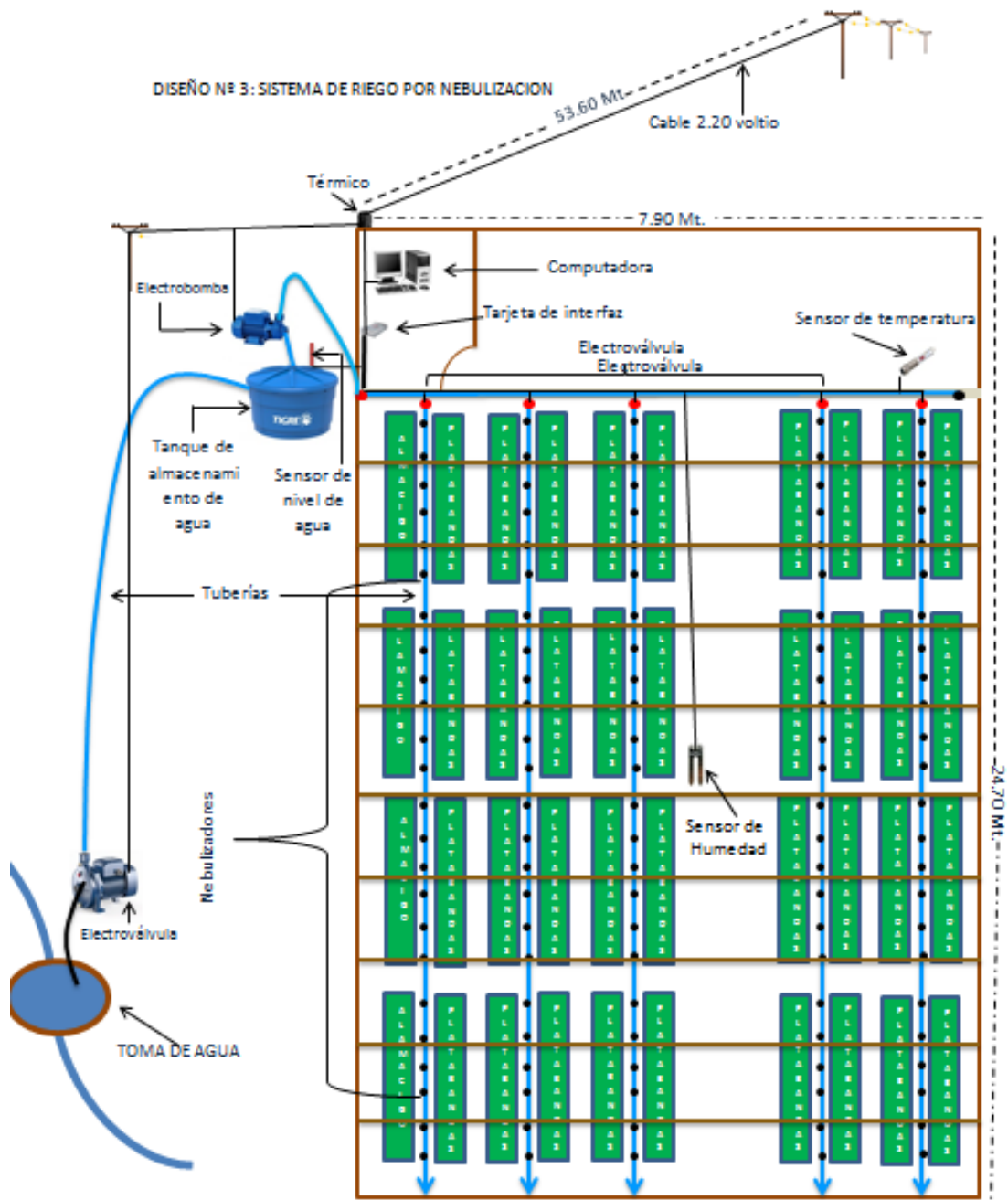


En el modo automático tenemos las opciones de elegir el tipo de plantin y la hilera ya que en este módulo las variables están determinadas por el sistema como ser el tiempo de riego que requiere esa planta humedad y temperatura luego realiza el riego.

*Cuadro N°11: Módulo de lógica y comunicación.
Fuente: Elaboración Propia.*

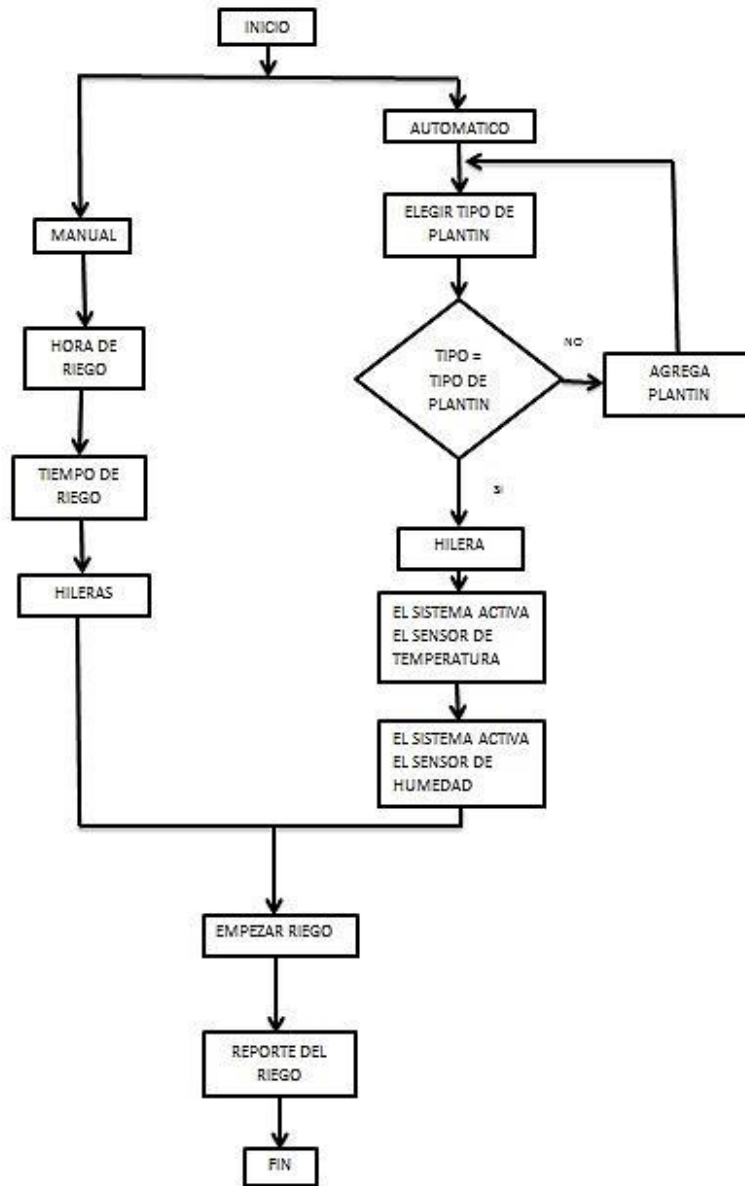
3.1.4 Fase 4 Integración

En la última fase, “Fase de integración”, se combina todos los componentes con el plano para obtener el producto final. En este punto se puede ver los beneficios de trabajar con esta metodología, al igual que observar algunas fallas clave.



Esquema Nº5: Diseño en general del sistema automatizado.
Fuente: Elaboración Propia.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS DEL SISTEMA DE RIEGO
AUTOMATIZADO DEL VIVERO SILVERIO ROCHA MAYE DEPENDIENTE DEL
GOBIERNO AUTONOMO DE PANDO**



*Gráfico 61: Diagrama de flujo del proceso de sistema de riego
Fuente: Elaboración propia*

FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO

La aplicación del sistema de riego fue desarrollado en el lenguaje de programación Visual Basic 6.0, el mismo que consiste en hacer funcionar por intermedio de la tarjeta de control los diferentes dispositivos electrónicos como ser:

- Sensor de humedad
- Sensor de temperatura.
- Sensor de nivel de agua.
- Electroválvulas.
- Electrobomba.

Comunicación de la computadora con la tarjeta de control y sus dispositivos electrónicos



La tarjeta electrónica se conecta con la computadora a través del puerto paralelo.



Los dispositivos electrónicos se conectan a la tarjeta electrónica a través de sus diferentes entradas.

Funcionamiento

El programa envía una señal eléctrica a través de la computadora hacia la tarjeta de control para gobernar los actuadores

Los sensores envían señales eléctricas a la computadora a través de la tarjeta de control para el funcionamiento del sistema de riego.

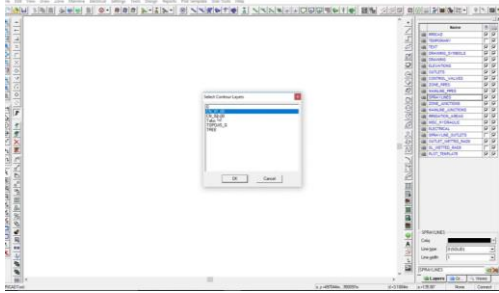
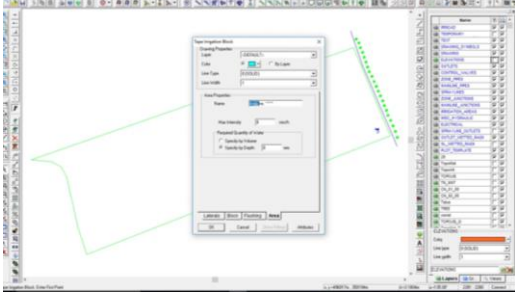
| Nº | Descripción | Imagen |
|----|--|--|
| 1 | En esta parte se observa la pantalla principal del diseño de la aplicación en la que nos muestra dos opciones una manual y el otro automático. |  |
| 2 | En el modo manual tenemos las siguientes opciones elegir tipo de plantin en donde el usuario elige el tipo de plantin que regara luego elige la hora de riego como ser de 6:00 Am y 18:00Pm luego elige el tiempo de 5 minutos o 10 minuto de riego por hora luego elige la hilera de riego posterior empieza el regado. |  |

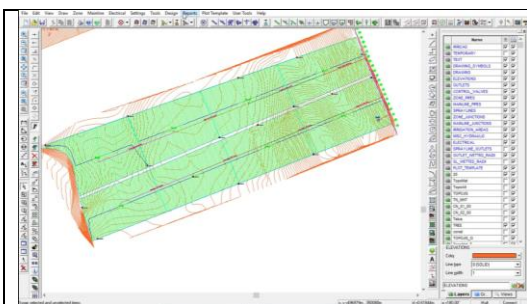
| | | |
|----------|--|--|
| <p>3</p> | <p>En este punto se escoge el tipo de plantin, hora, tiempo e hilera.</p> |  |
| <p>4</p> | <p>En el modo automático tenemos las opciones de elegir el tipo de plantin y la hilera ya que en este módulo las variables están determinadas por el sistema como ser el tiempo de riego que requiere esa planta humedad y temperatura luego realiza el riego.</p> |  |

Cuadro N° 13: funcionamiento de la aplicación.
Fuente: Elaboración propia.

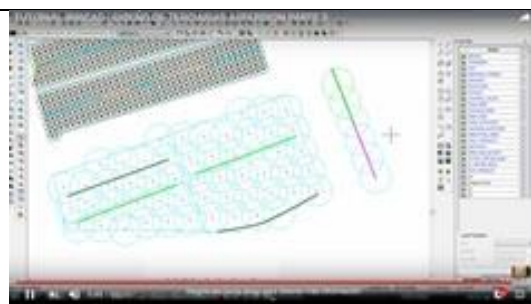
VALIDACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO

La validación del diseño del sistema de riego automatizado se hizo con el software, IRRICAD, es un paquete de diseño autónomo, el mismo que determina los espacios que tiene que ir las tuberías de la red hidráulica, así mismo determina los espacios que tiene que tener cada nebulizador en las tuberías todo de acuerdo a la superficie del vivero.

| <h3>Validación del Diseño a través del programa IRRICAD</h3> | |
|---|--|
|  <p>Se diseñó plano en general del vivero Silverio Rocha Maye.</p> |  <p>Se diseñó el sistema hidráulico del vivero para el sistema automatizado.</p> |



Se diseñó la red hidráulica del sistema para la complementación final del diseño de automatización de riego mediante nebulizadores.



Se diseñó el sistema en general con todos los diseños hidráulico y electrónico para tener el diseño final del vivero automatizado.

*Cuadro N° 14: Validación del diseño.
Fuente: Elaboración propia.*

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Con el diseño y la implementación del prototipo del presente proyecto se llegó a las siguientes conclusiones.

- Se identificó los requerimientos del proceso de automatización por parte de los actores involucrados como ser el agrónomo, electrónico, eléctrico, hidráulico e informático, encargado del funcionamiento del vivero Silverio Rocha Maye a través de los siguientes módulos: Módulo de la red hidrológica, Módulo de la red eléctrica, Módulo de los sensores y el Módulo de lógica de control.
- Se procedió a la elaboración de los diferentes diseños de automatización para el vivero.
- Al concluir con la elaboración de los diseños de automatización se logró implementar un prototipo en el vivero Silverio Rocha Maye haciendo uso de la Metodología Basada en Fases la cual incremento la producción de plantines .

4.2 RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones descritas dentro del proyecto, a continuación, se describe algunas recomendaciones en distintos aspectos.

- Implementar el sistema de riego automatizado de acuerdo al diseño presentado al responsable del vivero Silverio Rocha Maye del Gobierno Autónomo de Pando.
- Apoyar a los estudiantes de modalidad de graduación en la implementación de proyectos de esta naturaleza con el fin de apoyar y aportar en el desarrollo del Departamento Pando.

BIBLIOGRAFÍA

- A.PB. (92 de diciembre del 2019). *collarim de riegp* .
- AGRICOLA, I. (2019). *RIEGO POR MICROASPERCION* .
- agricolas, n. (2016). *nebulizadores*.
- GUIJARRO-Rodríguez, A. A. (2018). Alfonso A. GUIJARRO-Rodríguez . *espacios*, 2.
- hidrotec. (2014). *yubereias* .
- iagua. (29/06/2016). *riego por nebulizador* . madrid: aquialia.
- INDUSTRIA, V. (12 DE ABRIL DEL 2016). *TUBERIAS VALVULAS Y ACCESORIOS*.
- ingemecanica. (s.f.). *sistema de riego por goteo*.
- Ivar Jacoboson, G. B. (2000). *El Proceso Unificado de desarrollo de Software*. Madrid -España: Pearson Educacion S.A.
- lladomosa, v. (2000). *electrovalvula*. españa.
- Loras, E. S. (2019). *Informes Mensuales*. Cobija-Pando: CEDEPRO.
- MAMANI, D. F. (2017). “*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN UNA PARCELA DEMOSTRATIVA EN EL CANTÓN CEVALLOS*”. PUNO – PERÚ.
- Marti, I. m. (2011). *visul basic*. mexico: pearson.
- matiño, m. (1999). *riego de cultio*.
- moya, s. l. (2015). *Infraestructura para una BTS de telefonía móvil urbana*. sevilla.
- Ounanian, N. (2018). *conexiones y mangueras hidraulicas* . argentina.
- pce. (2019). *sensor de humedad*. españa.
- prieto, D. I. (2012). *el riego*.
- RAMOS, M. P. (2013). “*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN UNA PARCELA DEMOSTRATIVA EN EL CANTÓN CEVALLOS*”. RIOBAMBA – ECUADOR.
- rey, a. d. (04 de junio del 2014). *electrobombas*. *prosime*.
- senniger. (2000). *software de diseño hidraulico*. copyright.
- tagle, r. (12 de julio del 2018). *mangueras y conexiones hidraulicas*. argentina.
- torres, o. d. (2014). “*DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA RIEGO POR GOTEO PARA PALTA HASS*”. lima.

Anexos

ANEXO A:

SOLICITUD DE PLANTINES.

ANEXO B:

INFORME MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES.





**PRODUCCION DE PLANTINES DEL VIVERO SILVERIO
ROCHA 2019**



| ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO. | | | |
|---|----------------|----------------|-----------------|
| ACTIVIDAD | Castaña | Plátano | Café |
| Mayo | 500,00 | 400,00 | 1000 |
| Junio | 1000,00 | 1000,00 | 500 |
| Agosto | | 2000,00 | 2000 |
| DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO. | | | |
| ACTIVIDAD | Castaña | Plátano | Café |
| Septiembre | 1500,00 | | 1500 |
| Octubre | 1000,00 | 1400,00 | 2000 |
| Noviembre | 2000,00 | 3000,00 | 3000 |
| Diciembre | | | |
| Total | 7000,00 | 7800,00 | 10000,00 |



ANEXO C:

**IMPLEMENTACIÓN DE LOS
MÓDULOS DEL PROTOTIPO DEL
SISTEMA DE RIEGO
AUTOMATIZADO EN EL VIVERO
SILVERIO ROCHA MAYE**




MODULO DE LA RED HIDRÁULICA

| Nº | Descripción | Imagen |
|----|---|--|
| 1 | En esta etapa se hace la medición para el corte de las tuberías del sistema de riego para su posterior instalación. |  A photograph showing two workers in a greenhouse. One worker is holding a long, dark pipe vertically, while the other is measuring it. The greenhouse has a wooden frame and a translucent covering. Rows of potted plants are visible in the background. |
| 2 | En esta etapa se hace el perforado de las tuberías la conexión de los nebulizadores cada 1Mt y 50Cm. |  A close-up photograph of two workers. One worker, wearing a grey hat and a light-colored shirt, is holding a pipe. The other worker, wearing a pink cap and a blue patterned shirt, is using a tool to connect a nebulizer to the pipe. The background shows the interior of a greenhouse. |
| 3 | En esta etapa se procede a la fijación de las tuberías en los listones cada 2Mt.y 50 Cm. Con los collarines. |  A photograph of a worker in a green patterned shirt and a cap, reaching up to secure a long pipe to a wooden beam. The worker is using a tool to tighten a collar. The setting is the interior of a greenhouse with a wooden frame. |
| 4 | En este módulo se hace la instalación de las tuberías Ecco con la tubería matriz del sistema de riego. |  A close-up photograph showing hands using a red-handled tool to connect a pipe. The pipe is being inserted into a fitting. The background shows the wooden structure of a greenhouse. |




| | | |
|---|--|--|
| 4 | En esta etapa se está instalando los nebulizadores en las tuberías ya instaladas y perforadas. |  |
| 5 | En esta etapa se hace la instalación de la electrobomba para el sistema de riego. |  |

| MÓDULO DE LA RED ELECTRICA | | |
|-----------------------------------|--|--|
| N° | Descripción | Imagen |
| 1 | En este módulo se hace la instalación del cableado de la red eléctrica para el sistema de riego. |  |
| 2 | En este módulo se conecta el cableado con la electrobomba, sensores y electroválvulas para el funcionamiento del riego a través de la tarjeta de interfaz. |  |





| | | |
|---|--|--|
| 3 | En este módulo se hace la instalación del poste de ente al térmico del vivero. |  |
|---|--|--|

| MÓDULO SISTEMATICO | | |
|---------------------------|---|--|
| Nº | Descripción | Imagen |
| 1 | En esta etapa se hace la instalación de los módulos con el software. |  |
| 2 | En esta etapa se hace la instalación de la tarjeta interfaz que se comunicara con los diferentes módulos. |  |
| 3 | En esta etapa se tiene el prototipo del sistema de riego en funcionamiento. |  |

ANEXO D:
EL VIVERO ANTES DE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE RIEGO AUTOMATIZADO POR
NEBULIZACIÓN.

| Nº | DESCRIPCIÓN | IMAGEN |
|----|---|--|
| 1 | En esta etapa se ve como se acarrea el agua de la vertiente para su posterior riego de los plantines. |  |
| 2 | En esta etapa se realiza el riego de manera manual a los plantines. |  |
| 3 | En esta etapa se puede observar como el riego es inadecuado para los plantines por las zonas amarillentas de las hojas y en otras más verdes. |  |

ANEXO F:
CARTAS DE AVAL

| N° | Descripción | Imagen |
|----|--|--|
| 1 | <p>En esta etapa se tiene en funcionamiento el sistema de riego, que consiste en la conexión del software con la tarjeta de interfaz que se comunica con los sensores de humedad, temperatura y nivel de agua, a su vez se comunica con las electroválvulas y las electrobombas permitiendo el funcionamiento del sistema de riego a través del prototipo.</p> |  |
| 2 | <p>En esta etapa el sistema se encarga del llenado del agua desde la vertiente hasta el tanque de almacenamiento para su posterior riego de los plantines.</p> |  |
| 3 | <p>En esta etapa el sistema realiza el riego de forma automatizada por nebulización a los plantines de acuerdo a sus necesidades.</p> |  |
| 4 | <p>En esta etapa se observa los plantines ya regados por el sistema de riego después de un tiempo establecido por el tipo de plantin.</p> |  |

