



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE IBARRA

ESCUELA DE INGENIERÍA

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

SISTEMA DE RIEGO, CALEFACCIÓN AUTOMATIZADOS Y MONITOREO DE  
VARIABLES AMBIENTALES, MEDIANTE IOT EN INVERNADEROS DEL  
SECTOR FLORICOLA, PARA LA EMPRESA HORTIJARDINES S.A.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:  
DOMÓTICA Y COMUNICACIÓN

AUTOR/A: ALEXIS GUILLERMO AVILA ARAQUE  
ASESOR: DARWIN MARCELO PILLO GUANOLUISA

IBARRA, AGOSTO 2023

Ibarra, 22 de agosto de 2023

Mgs. Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa

ASESOR

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ingeniería, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUSECI); en consecuencia, autorizo su presentación Para los fines legales pertinentes.

(f).....  


Mgs. Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa

C.C.: 1003319660

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI):

(f.).....

Mgs. Darwin Marcelo Pillo Guanoluisa

C.C.: 1003319660

(f.).....

Mgs. Stalin Marcelo Arciniegas Aguirre

C.C.: 1003496815

(f.).....

Mgs. Luis David Narváez Erazo

C.C.: 1002868378

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo **ALEXIS GUILLERMO AVILA ARAQUE**, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 22 de agosto de 2023

f): .....

**ALEXIS GUILLERMO AVILA ARAQUE**

C.C.: 1004776801

## AUTORÍA

Yo, Alexis Guillermo Avila Araque, portador de la cédula de ciudadanía N°1004776801, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): .....

Alexis Guillermo Avila Araque

C.C.: 1004776801

## DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: ALEXIS GUILLERMO AVILA ARAQUE, con CC: 1004776801, autor del trabajo de grado intitulado: “SISTEMA DE RIEGO, CALEFACCIÓN AUTOMATIZADOS Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES, MEDIANTE IOT EN INVERNADEROS DEL SECTOR FLORICOLA, PARA LA EMPRESA HORTIJARDINES S.A.”, previo a la obtención del título profesional de “Ingeniero en Tecnologías de la Información”, en la Escuela de Ingeniería.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 22 de agosto del 2023

(f.).....

Alexis Guillermo Avila Araque

C.C. 1004776801

## CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO

Yo **DARWIN MARCELO PILLO GUANOLUISA**, declaro que luego del proceso de revisión en el sistema antiplagio TURNITIN el porcentaje de similitud del trabajo de titulación denominado: **SISTEMA DE RIEGO, CALEFACCIÓN AUTOMATIZADOS Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES, MEDIANTE IOT EN INVERNADEROS DEL SECTOR FLORICOLA, PARA LA EMPRESA HORTIJARDINES S.A.**, es del 8%, de acuerdo al documento 2109592301.

En base a lo anterior, considero que el trabajo de titulación NO  SÍ  cumple los requisitos de originalidad y autenticidad, de acuerdo con los requisitos establecidos por la ley.

Ibarra, 22 de agosto de 2023



Mgs. **DARWIN MARCELO PILLO GUANOLUISA**  
C.C: 1003319660

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, fuente inagotable de fortaleza y sabiduría. A mi familia, que con amor incondicional y firmeza moral, ha sido el pilar que me sostuvo en cada desafío. Me han enseñado el verdadero valor de una familia unida, brindándome su apoyo constante y guiándome en cada etapa de esta aventura universitaria.

A mi pareja, cuya paciencia, cariño y aliento constante me impulsaron a seguir adelante. Gracias por ser ese apoyo inquebrantable, por motivarme a perseguir mis sueños y compartir conmigo este significativo logro.

A todos ellos, mi profundo agradecimiento y amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, cuya guía y protección me permitieron persistir y superar cada adversidad en mi camino.

Mi eterno agradecimiento a mi familia, quienes, con su amor y apoyo incondicional, fueron el faro que iluminó los momentos más oscuros y desafiantes, impulsándome constantemente a perseguir mis aspiraciones profesionales.

A mi pareja, cuya presencia en mi vida ha sido una bendición. Una mujer excepcional que, en los momentos más difíciles, estuvo a mi lado, brindándome cariño y el apoyo que tanto necesitaba.

Deseo extender mi gratitud al Instituto Tecnológico Superior Ibarra por facilitar el convenio con la PUCESI, permitiéndome avanzar en mi trayectoria profesional.

Finalmente, mi sincero agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, que jugó un papel crucial en mi formación profesional. Me brindaron generosamente sus conocimientos, y quisiera hacer una mención especial al Mgs. Darwin Pillo, cuya orientación y apoyo fueron esenciales en el desarrollo de este trabajo.

## ÍNDICE

CERTIFICA: .....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	III
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	IV
AUTORÍA .....	V
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN .....	VI
CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTO .....	IX
ÍNDICE.....	X
ÍNDICE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN .....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. CAPÍTULO I.....	4
ESTADO DEL ARTE .....	4
1.1. Sistema de riego.....	4
1.2. Internet de las cosas .....	5
1.3. Arquitectura del internet de las cosas .....	8
1.4. Hardware para el uso de IoT.....	10
1.5. Sensores .....	15
1.6. Calefactor eléctrico TEH100.....	19
1.7. Software para el desarrollo.....	20
1.8. Comparativa de temas relacionados.....	27
II. CAPITULO II.....	30

MATERIALES Y METODOLOGÍA .....	30
2.1. Generalidades de la investigación .....	30
2.2. Metodología de desarrollo del sistema .....	35
III. CAPITULO III .....	72
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	72
3.1. Autenticación de Usuarios.....	72
3.2. Módulo de administración.....	74
3.3. Módulo de bloques .....	76
3.4. Modulo variantes climáticas.....	80
3.5. Análisis de resultados .....	83
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>93</b>

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Distribución del IoT.....	6
<b>Figura 2</b> Tipos de conexiones entre elementos IoT.....	8
<b>Figura 3</b> Arquitectura IoT.....	10
<b>Figura 4</b> Placa Arduino uno.....	11
<b>Figura 5</b> Placa arduino Mega.....	12
<b>Figura 6</b> Placa Xbee Shield Arduino.....	12
<b>Figura 7</b> Modulo Xbee USB adaptador.....	13

<b>Figura 8</b> Xbee-PRO S2C. ....	14
<b>Figura 9</b> Modulo role ESP-01S .....	14
<b>Figura 10</b> Sensor de temperatura PT100 RTD. ....	16
<b>Figura 11</b> Sensor de humedad SHT10.....	16
<b>Figura 12</b> Sensor de luz LM393. ....	17
<b>Figura 13</b> Sensor de presión HK1100C.....	18
<b>Figura 14</b> Válvula solenoide.....	19
<b>Figura 15</b> Calefactor eléctrico TEH 100. ....	20
<b>Figura 16</b> Funcionalidad del sistema web. ....	35
<b>Figura 17</b> Metodología XP .....	39
<b>Figura 18</b> Caso de uso registro de usuario.....	55
<b>Figura 19</b> Caso de uso Registro de bloque. ....	56
<b>Figura 20</b> Caso de uso Registro de Variables climáticas. ....	58
<b>Figura 21</b> Caso de uso Registro de Programación de riego.....	60
<b>Figura 22</b> Diagrama de proceso del sistema. ....	62
<b>Figura 23</b> Diagrama de proceso de dispositivos electrónicos con arduino. ....	63
<b>Figura 24</b> Arquitectura del sistema.....	64
<b>Figura 25</b> Diseño físico de la base de datos. ....	65
<b>Figura 26</b> Diseño de la interfaz. ....	66
<b>Figura 27</b> Login de acceso al sistema.....	73

<b>Figura 28</b> Panel del administrador en sistema.....	74
<b>Figura 29</b> Panel del administrador en sistema de administración de Django.....	75
<b>Figura 30</b> Módulo de roles con sus respectivas tareas .....	75
<b>Figura 31</b> Modulo de bloque con su respectiva información. ....	76
<b>Figura 32</b> Registro de variedades. ....	77
<b>Figura 33</b> Registro de camas. ....	78
<b>Figura 34</b> Registro de válvulas. ....	78
<b>Figura 35</b> Registro de tipos de sensores. ....	79
<b>Figura 36</b> Detección de las variantes climáticas.....	80
<b>Figura 37</b> Detección de las variantes climáticas.....	81
<b>Figura 38</b> Detección de datos de los sensores. ....	82
<b>Figura 39</b> Gráfico de temperatura del invernadero.....	83
<b>Figura 40</b> Gráfico de Humedad del suelo.....	85
<b>Figura 41</b> Interfaz de generar reportes.....	85
<b>Figura 42</b> Formato Excel .....	86
<b>Figura 43</b> Reporte PDF.....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Rol cliente.....	33
<b>Tabla 2</b> Rol asesor. ....	34
<b>Tabla 3</b> Rol desarrollador. ....	34
<b>Tabla 4</b> Abreviaturas y definiciones .....	35
<b>Tabla 5</b> Rol Administrador.....	37
<b>Tabla 6</b> Rol Supervisor .....	37
<b>Tabla 7</b> Encargado del riego.....	37
<b>Tabla 8</b> Registro funcional 01.....	40
<b>Tabla 9</b> Registro funcional 02.....	40
<b>Tabla 10</b> Registro funcional 03.....	41
<b>Tabla 11</b> Referencia funcional 04.....	42
<b>Tabla 12</b> Requisito funcional 05.....	42
<b>Tabla 13</b> Requisito funcional 06.....	43
<b>Tabla 14</b> Modificar roles 07. ....	43
<b>Tabla 15</b> Requisito funcional 08.....	44
<b>Tabla 16</b> Requisito funcional 09.....	45
<b>Tabla 17</b> Requisito funcional 10.....	45
<b>Tabla 18</b> Requisito funcional 11.....	46
<b>Tabla 19</b> Requisito funcional 12.....	47

<b>Tabla 20</b> Requisito funcional 13.....	47
<b>Tabla 21</b> Requisito funcional 14.....	48
<b>Tabla 22</b> Requisito funcional 15.....	49
<b>Tabla 23</b> Requisito funcional 16.....	49
<b>Tabla 24</b> Requisito funcional 17.....	50
<b>Tabla 25</b> Requisitos funcionales 18.....	51
<b>Tabla 26</b> Requisito no funcional 01.....	51
<b>Tabla 27</b> Requisito no funcional 02.....	52
<b>Tabla 28</b> Requisito no funcional 03.....	52
<b>Tabla 29</b> Requisitos no funcionales 04.....	53
<b>Tabla 30</b> Redacción de caso de uso de registro de usuarios. ....	54
<b>Tabla 31</b> Redacción de caso de uso de registro de bloque. ....	56
<b>Tabla 32</b> Redacción de caso de uso de registro de las variantes climáticas. ....	57
<b>Tabla 33</b> Redacción de caso de uso de Registro de la programación del riego.....	59
<b>Tabla 34</b> Calendario de integración del proyecto. ....	67
<b>Tabla 35</b> Estación y dispositivos electrónicos. ....	68
<b>Tabla 36</b> Software y aplicaciones. ....	68
<b>Tabla 37</b> Tabla de variantes climáticas adecuadas a la floricultura.....	80

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo I:</b> Certificación antiplagio.....	93
<b>Anexo II:</b> Certificado de aceptación del cliente .....	94
<b>Anexo III:</b> Prueba de sensores .....	95
<b>Anexo IV:</b> Obtención de las variantes climáticas del invernadero .....	96
<b>Anexo V:</b> Armado de los sensores y con el microcontrolador.....	97

## RESUMEN

El proyecto fue diseñado para Hortijardines S.A., una empresa floricultora especializada en el cultivo de rosas. En este ámbito, el monitoreo constante de las condiciones climáticas dentro del invernadero es crucial para prevenir problemas como enfermedades o plagas. Un riego óptimo y una calefacción adecuada son esenciales para maximizar la producción y calidad de las rosas.

El propósito principal de este sistema es proporcionar un monitoreo continuo del invernadero. Utiliza sensores y microcontroladores para automatizar y gestionar el riego y la calefacción, permitiendo un control preciso sobre las variables climáticas. Esta automatización busca mantener el invernadero en las condiciones ideales para el desarrollo óptimo de las rosas. Todo esto se puede supervisar a través de un sistema web permitiendo un mejor manejo del cultivo.

Este desarrollo se basó en una investigación documental y bibliográfica, complementada con observaciones directas. A partir de estas investigaciones, se identificaron los requerimientos esenciales para el proyecto y se determinaron las herramientas más pertinentes para su desarrollo.

**Palabras claves:** sistema web, monitoreo, invernadero, automatización, variantes climáticas, riego, calefacción, cultivo, rosas, IoT.

## ABSTRACT

The project was designed for Hortijardines S.A., a floricultural company specializing in growing roses. In this field, constant monitoring of the climatic conditions inside the greenhouse is crucial to prevent problems such as diseases or pests. Optimal irrigation and adequate heating are essential to maximize rose production and quality.

The main purpose of this system is to provide continuous monitoring of the greenhouse. It uses sensors and microcontrollers to automate and manage irrigation and heating, allowing precise control over climatic variables. This automation seeks to maintain the greenhouse in ideal conditions for optimal rose development. All of this can be supervised through a web system allowing better crop management.

This development was based on documentary and bibliographic research, complemented by direct observations. From these investigations, the essential requirements for the project were identified and the most pertinent tools for its development were determined.

**Keywords:** web system, monitoring, greenhouse, automation, climatic variants, irrigation, heating, cultivation, roses.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la tecnología ha crecido a pasos agigantados ayudando a mejorar la productividad y desempeño de muchas empresas, permitiendo la utilización de recursos informáticos. Actualmente vivimos en una época donde la tecnología es esencial para la realización de algún proceso, ya sea en la vida cotidiana o en el sector empresarial, es así como una de las aplicaciones de la tecnología es el Internet de las cosas o (IoT), la cual facilita la interconexión de varios dispositivos a través de una red ya sea física como inalámbrica.

La utilización de la tecnología (IoT) en el sector florícola no es la excepción, ya que con una buena aplicación puede realizar acciones como el monitoreo y control de los invernaderos, mediante algún aparato electrónico trabajando por medio de una comunicación de red inalámbrica, facilitando la obtención de datos esenciales.

Es así que la utilización de esta tecnología permite el desarrollo de un aplicativo de monitoreo y control, tanto como de temperatura, humedad, calidad CO<sub>2</sub>, luminosidad y un mejor sistema de riego en los invernaderos del sector florícola., utilizando la tecnología del Internet de las cosas (IoT), permite la recolección de datos en tiempo real mediante la utilización de varios sensores, mejorando gradualmente la toma de decisiones para la obtención de un mejor producto de calidad.

Esto se llevó a cabo en la provincia de Pichincha, específicamente en la ciudad de Cayambe, en colaboración con la empresa florícola Hortijardines SA. Está enfocado en mejorar la eficiencia del sistema de riego, optimizar las condiciones climáticas nocturnas y establecer un monitoreo constante de los invernaderos mediante la implementación de

diversos sensores. Además, tiene como aspecto importante recopilar la información necesaria para mejorar la calidad del sistema de riego, la calefacción y un monitoreo constante de las variables climáticas de los invernaderos, lo cual se logrará a través de un sistema web o un teléfono móvil.

### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema de monitoreo, control de temperatura y humedad, utilizando tecnología IoT, en invernaderos del sector Florícola, en la empresa Hortijardines S.A.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar las variables ambientales a tener en cuenta para el riego adecuado del cultivo de flores y los dispositivos electrónicos requeridos para el sistema de control de riego, calefacción del invernadero y monitoreo.
- Diseñar un sistema de control ambiental, teniendo en cuenta las condiciones del invernadero y las necesidades del usuario, además un sistema de monitoreo de variables por medio de un navegador.
- Construir un dispositivo electrónico que permita el monitoreo y control ambiental del invernadero utilizando IoT.
- Desarrollar un aplicativo web para la gestión, registro y monitoreo de las variables en el cultivo.

- Implementar el sistema y dispositivo electrónico para realizar las diferentes pruebas de funcionamiento en la finca Hortijardines SA.
- Capacitar al personal sobre el manejo del sistema y dispositivo implementado

La estructura de este consta de tres capítulos que abarcan el desarrollo de la investigación, la utilización de recursos tecnológicos y los resultados de la implementación del proyecto.

El primer capítulo se basa en la investigación y la recopilación de información que sustentará todo nuestro proyecto. Para ello, se llevará a cabo una exhaustiva búsqueda en diversas fuentes como libros, tesis, revistas científicas y páginas web, entre otras. Esta investigación nos permitirá describir de manera clara y precisa el funcionamiento de la importancia del sistema a desarrollar con cada uno de sus componentes electrónicos.

En el segundo capítulo, abarca el diseño de la arquitectura y la aplicación de la metodología XP en el desarrollo del sistema web. Esta fase permite identificar de manera exhaustiva todos los requerimientos del cliente, tanto funcionales como no funcionales, con el objetivo de guiar el desarrollo integral del sistema.

En el tercer capítulo, se detallan los resultados obtenidos después de la implementación del sistema. Además, se presentan los anexos correspondientes del proyecto y se adjuntan las conclusiones y recomendaciones. El objetivo final de este proyecto es permitir una visualización constante de los invernaderos florícolas, facilitando su monitoreo y control de manera eficiente.

# **CAPÍTULO I**

## **ESTADO DEL ARTE**

Actualmente, la tecnología ha evolucionado tanto, que es necesaria en cualquier actividad o ámbito de la sociedad, además ha permitido incrementar la calidad de productividad, es así que la tecnología del (IoT) ayuda a realizar procesos en menor tiempo y con mejores resultados, esto aplicando apropiadamente ayuda a la recolección de información o datos obtenidos tanto por un usuario o un dispositivo electrónico.

En este capítulo se describe toda la recopilación de información obtenida, como trabajos y conceptos relacionados con la automatización de un sistema de riego, la importancia de la calefacción y monitoreo de un invernadero, todo esto por medio de la tecnología del Internet de las cosas o (IoT), así mismo señalar los conceptos sobre los factores ambientales de la producción de la floricultura.

### **1.1. Sistema de riego**

El sistema de riego desempeña un papel fundamental en un invernadero florícola. Se puede implementar mediante técnicas como el riego por goteo, con el objetivo de mantener las plantas nutridas y el suelo húmedo y fértil. Además, contribuye a una utilización eficiente del agua, evitando riegos innecesarios. “Un sistema de riego que permite que los cultivos permanezcan hidratados y obtengan una mejor calidad de los productos finales” (Guijarro Rodríguez et al, 2018).

Además, un sistema de calefacción controlado contribuye a mejorar el ambiente dentro del invernadero, proporcionando un entorno estable y saludable para el cultivo de

rosas. Este sistema es especialmente útil para contrarrestar las variaciones de temperatura causadas por la lluvia, las heladas y las bajas temperaturas nocturnas. A través del monitoreo constante realizado por diversos tipos de sensores, se garantiza una producción óptima al mantener las condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas.

Se propone un sistema de monitoreo de temperatura y humedad relativa para estructuras de invernaderos, “con el objetivo de proveer una solución tecnológica basada en Internet de las Cosas (IoT) que ayude al sector agrícola a evitar pérdidas en los cultivos debido al cambio climático”.(Valdés et al, 2020)

## **1.2. Internet de las cosas**

El Internet de las Cosas (IoT) es una tecnología revolucionaria que ha transformado la integración de dispositivos electrónicos en diversos ámbitos, tanto en entornos empresariales y cotidianos. Mediante una red de comunicación, el IoT permite la interconexión de estos dispositivos, posibilitando la recopilación de una amplia gama de datos provenientes de máquinas, animales, plantas y seres humanos. Esta capacidad de recopilación de datos en tiempo real abre un abanico de posibilidades para realizar un seguimiento constante en diversas aplicaciones y aprovechar al máximo sus usos potenciales.

La IoT se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia. En este contexto, Internet puede ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. (Salazar & Silvestre, 2021)

Por otro lado, “el mundo está cambiando, anteriormente los objetos solamente se comunicaban para dar informes de sus sensores, pero en la actualidad los objetos se comunican entre ellos, intercambiando información y tomando acciones de acuerdo a la información recibida.” (Novillo et al, 2018)

Como se muestra en la Figura 1. La imagen ayuda a demostrar el punto.

**Figura 1**

*Distribución del IoT.*



*Nota.* El internet de las cosas es una red que puede interconectar a él internet. (Banafa, 2021)

### 1.2.1. Características del internet de las cosas

- **Conectividad:** la conectividad es uno de los principales beneficios del IoT es su capacidad para proporcionar conectividad, permitiendo la interconexión de dispositivos electrónicos ubicados en cualquier lugar.
- **Privacidad:** la privacidad es un aspecto importante de la IoT, ya que nos permite tener un control adecuado sobre qué tipo de información recopilamos

de los sensores y dispositivos electrónicos. Al garantizar la privacidad, podemos establecer restricciones y configuraciones para proteger la información personal y sensible que se recopila. Esto asegura que los datos solo se utilicen de acuerdo con los propósitos previstos y con el consentimiento adecuado.

- **Seguridad:** la seguridad de la IoT puede manejar varios mecanismos combinados, tanto la seguridad del hardware, y “mecanismos continuará siendo determinado por el impacto en los procesos de negocio; y las contrapartidas estarán entre el tamaño del chip, el coste, la funcionalidad, la interoperabilidad” (Salazar & Silvestre, 2021).

### 1.2.2. Tipología de conexiones entre elementos del IoT

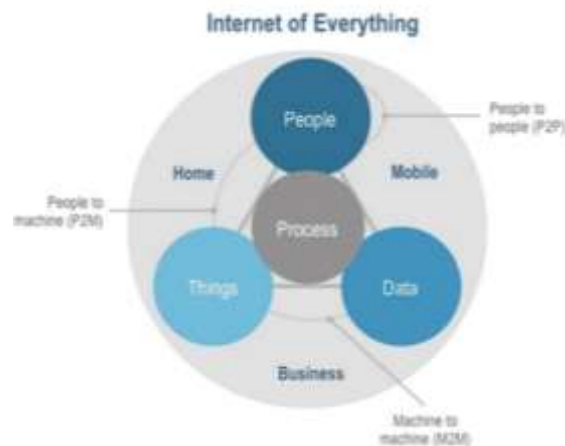
Los elementos que se involucran en estas conexiones incluyen objetos, datos, procesos y personas, estableciendo una variedad de conexiones entre sí, como:

- **P2P:** Persona a persona, donde la interacción y el intercambio de datos se producen directamente entre individuos.
- **M2P:** Máquina a persona, donde las máquinas transmiten información y se comunican con las personas.
- **M2M:** Máquina a máquina, donde los dispositivos y sistemas intercambian datos y se comunican entre sí sin intervención humana.

Como se muestra en la Figura 2. La imagen ayuda a demostrar el punto.

## Figura 2

*Tipos de conexiones entre elementos IoT.*



*Nota.* Estas diversas conexiones permiten una amplia gama de interacciones y colaboraciones, impulsando la conectividad y la eficiencia en el entorno del Internet de las Cosas. (Lopez, 2019)

### 1.3. Arquitectura del internet de las cosas

(Salazar & Silvestre, 2021) Afirma que, IoT (Internet of things/Internet de las cosas) es una arquitectura emergente basada en la Internet global que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados.

Además, la arquitectura IoT se divide en cuatro capas: cada una de estas capas está conformada por, la capa de captura, capa de almacenamiento, capa de procesamiento y la capa de visualización.

### **1.3.1. Capa de captura**

En esta capa se encuentran los sensores, actuadores y dispositivos electrónicos, los cuales desempeñan un papel fundamental en la recolección de datos, procesamiento y transmisión de información a través de la red. Estos dispositivos se encargan de recopilar las variables climáticas y otros datos relevantes necesarios para el funcionamiento del sistema.

### **1.3.2. Capa de almacenamiento**

Para esta capa, se propone la implementación de un gestor de almacenamiento que facilite la captura de datos de las variables de interés, obtenidos a través de los sensores. Este proceso de recolección de variables se realiza mediante una red, que permite la consulta y transmisión de dicha información.

### **1.3.3. Capa de procesamiento**

En esta capa de procesamiento, todos los datos que se obtuvieron de las variables climáticas, por medio de los sensores permite el “análisis basado en medidas estadísticas (media, desviación estándar, mínimo, máximo), así como aplicar modelos de aprendizaje supervisado y no supervisado”. (Chanchí Golondrino y otros, 2022)

### **1.3.4. Capa de visualización**

La capa de visualización es el punto donde podemos acceder a las consultas y resultados obtenidos de los sensores que monitorean las diversas variables ambientales. Además, nos brinda la posibilidad de visualizar todos los datos almacenados en la base

de datos. Estos datos se pueden consultar a través de una página web o mediante una aplicación móvil. Como se muestra en la Figura 3. La imagen ayuda a demostrar el punto.

**Figura 3**  
*Arquitectura IoT.*



*Nota.* Vista de implementación de la arquitectura de IoT.

## 1.4. Hardware para el uso de IoT

### 1.4.1. Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo de hardware y software de código abierto que se utiliza ampliamente en proyectos electrónicos. Consiste en una placa de circuito impreso con un microcontrolador programable de entrada o salida para conectar sensores, actuadores y otros componentes.

Lo que distingue a Arduino es su enfoque en la accesibilidad y la facilidad de uso. Proporciona un entorno de desarrollo integrado (IDE) que es intuitivo y fácil de aprender, incluso para aquellos sin experiencia previa en programación.

### 1.4.2. Placa Arduino uno

El microprocesador arduino uno, es una placa universal esta placa consta de 14 pines tanto de entrada y salida. Estos pines permiten la conexión y control de diversos componentes electrónicos, lo que lo convierte en una herramienta versátil y ampliamente utilizada en proyectos electrónicos. Como se muestra en la Figura 4. La imagen ayuda a explicar el punto.

#### Figura 4

*Placa Arduino uno.*



*Nota.* La placa arduino contesta con 14 pines permitiendo la conexión de varios componentes. (Arduino, 2021)

### 1.4.3. Placa arduino mega

El arduino mega es un microprocesador que “dispone de una mayor cantidad de memoria interna como de pines de conectividad. Esto se traduce en un sistema más potente, para usar en proyectos más exigentes”. (Pizarro Peláez, 2019)

Como se muestra en la Figura 5. La imagen ayuda a explicar el punto.

### **Figura 5**

*Placa arduino Mega.*



*Nota.* La placa arduino contesta con 54 pines de entrada/salida. (Arduino, 2021)

#### **1.4.4. Xbee shield Arduino**

Un Shield Arduino Xbee, es un interconectar que permite la conexión entre una placa Arduino y un módulo Xbee, de forma más sencilla y conveniente, si la necesidad de tener cables, además el shield incluye opciones de configuración y controles adicionales mejorando la aplicación y personalización. Como se puede ver en la Figura 6, la imagen ofrece una excelente manera de ilustrar el punto.

### **Figura 6**

*Placa Xbee Shield Arduino.*



*Nota.* Es una tarjeta que conecta una placa de Arduino y un Módulo Xbee. (Digi, s.f.)

#### 1.4.5. Xbee USB adaptador

Es un protocolo que facilita la comunicación entre la computadora y el módulo de Xbee s2c, permitiendo programar y configurar las funciones del cualquier módulo Xbee, con el funcionamiento de 5VD y una comunicación serie. Como se muestra en la Figura 7. La imagen ayuda a explicar el punto.

#### Figura 7

*Modulo Xbee USB adaptador.*



*Nota.* Este módulo facilita la configuración de módulos Xbee. (DiGI, s.f.)

#### 1.4.6. Modulo Xbee

Es un módulo de conexión inalámbrica que utiliza una frecuencia de 2.4GHz, además Xbee permite la creación de una red de punto a punto, punto a multipunto, broadcast y mesh. También el intercambio de datos entre dispositivos es mucha más rápida, su radio de transmisión es de 90 a 3200 metros con un consumo de alimentación de 3.3V, este cuenta con 15 pines de I/O, teniendo un bajo consumo de energía. Como se muestra en la Figura 8. La imagen ayuda a demostrar el punto.

## Figura 8

*Xbee-PRO S2C.*



*Nota.* Este módulo es el que permite la transmisión de datos recolectados de los sensores.

(DiGI, s.f.)

### 1.4.7. Módulo relé

El módulo relé es un dispositivo altamente versátil utilizado como un interruptor de control activado de forma remota. Funciona con una alimentación de voltaje de 5V para su activación y se desactiva cuando se le suministra una tensión de 0V. Como se muestra en la Figura 8. La imagen ayuda a demostrar el punto.

## Figura 9

*Módulo relé ESP-01S*



*Nota.* El módulo relé se controla por medio de un pin. (Pizarro, 2020)

## **1.5. Sensores**

Son dispositivos que facilitan la detección de diferentes variantes climáticas, estos dispositivos convierten señales físicas o químicas en una señal eléctrica para poder ser interpretadas por algún dispositivo. Algunos ejemplos de sensores son:

- Sensores de temperatura
- Sensores de humedad
- Sensores de luz
- Sensores de presión
- Sensores de movimiento
- Sensores de gases

Cada sensor tiene sus propias características y especificaciones técnicas, y tiene una amplia gama de aplicación, desde la industria, medicina y cotidiana. Los sensores son fundamentales para la recopilación de datos y el control en sistemas automatizados, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y el funcionamiento eficiente de diversos dispositivos y sistemas.

### **1.5.1. Sensor de temperatura PT100**

Este sensor de temperatura puede ser configurado por grados Celsius (centígrados), su resistencia cambia de acuerdo a la temperatura, puede medir un rango desde  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , esta como mínima y máxima temperatura, alguno de sus usos es para la monitorización de varios procesos industriales, control de temperatura

de invernaderos, sistemas de climatización entre otros. Como se muestra en la Figura 10.

La imagen ayuda a demostrar el punto.

### **Figura 10**

*Sensor de temperatura PT100 RTD.*



*Nota.* Este sensor permite la medición de la temperatura. (Lixinc, 2022)

### **1.5.2. Sensor de humedad SHT10**

Este sensor puede medir la humedad y la temperatura del suelo, proporciona una alta proporción de medición, lo que lo hace adecuado al momento de detectar la humedad, además está cubierto de una carcasa de acero inoxidable protegiéndolo del óxido. Lo que permite tener un rango de medición desde  $-10^{\circ}\text{C}$  hasta  $80^{\circ}\text{C}$ . Como se muestra en la Figura 11. La imagen ayuda a explicar el punto.

### **Figura 11**

*Sensor de humedad SHT10*



*Nota.* El sensor SHT10 facilita la información de la humedad del suelo en centígrados.  
(Plastoimedia, s.f.)

### **1.5.3. Sensor fotorresistencia LM393**

Este sensor permite saber la intensidad de la luz del día, ya que es muy sensible a la luminosidad del ambiente, este sensor facilita la medición de intensidad lumínica baja y alta, permitiendo la monitorización ambiental de la detección de luz. Como se muestra en la Figura 12. La imagen ayuda a demostrar el punto.

#### **Figura 12**

*Sensor de luz LM393.*



*Nota.* Este sensor facilita saber cuál es la luminosidad del día. (leantec, s.f.)

### **1.5.4. Sensor de presión HK1100C**

Este sensor de presión está diseñado para la medición de presión del agua, escapas de medir presiones de 0 a 100 PSI o de 0 a 10 bar, tiene una alta precisión y estabilidad, al momento dar las condiciones de presión de la bomba de agua o de la válvula del solenoide, convirtiéndose en una herramienta importante al momento de la

monitorización y control del invernadero. Como se muestra en la Figura 13. La imagen ayuda a demostrar el punto.

### **Figura 13**

*Sensor de presión HK1100C*



*Nota.* Este sensor facilita la interpretación de la presión del agua. (Amazon, 2023)

#### **1.5.5. Válvula solenoide**

La válvula solenoide es un dispositivo electromagnético ampliamente utilizado en sistemas de tuberías para controlar el flujo de agua. Esta válvula está compuesta por una bobina y un embudo que permiten la circulación del agua cuando se aplica una corriente eléctrica a la bobina. La operación de la válvula solenoide se basa en la circulación de una corriente eléctrica en la bobina, lo que provoca la apertura del paso del agua. Al interrumpir la corriente eléctrica, el paso del agua se cierra. La precisión y rapidez en la operación de la válvula solenoide la convierten en una herramienta esencial en la automatización de procesos industriales y en la gestión de sistemas de riego y suministro de agua. Como se muestra en la figura 14. La imagen ayuda a demostrar el punto.

## **Figura 14**

*Válvula solenoide.*



*Nota.* Esta válvula funciona con un control automático permitiendo el flujo del agua al momento que circula la electricidad. (Hydroenvironment, 2023)

### **1.6. Calefactor eléctrico TEH100**

Es un dispositivo de calefacción especialmente diseñado para entornos profesionales que busca proporcionar un rendimiento y eficiencia excepcionales. Este dispositivo utiliza electricidad como fuente de energía para generar calor, ofreciendo una solución confiable y sostenible. Con una potencia de calentamiento de 1000 vatios, es capaz de calentar rápidamente cualquier ambiente en el que se encuentre ubicado. Además, destaca por su facilidad de uso y portabilidad, lo que facilita su transporte y colocación en diferentes áreas según las necesidades. Su rendimiento óptimo contribuye significativamente a mantener un ambiente cómodo y adecuado en invernaderos y otros espacios similares. Como se muestra en la Figura 15. La imagen ayuda a explicar el punto.

## **Figura 15**

*Calefactor eléctrico TEH 100.*



*Nota.* Este calefactor beneficia al momento de mantener una temperatura estable en los invernaderos. (Trotec, 2023)

### **1.7. Software para el desarrollo.**

#### **1.7.1. Base de datos**

Una base de datos es una recopilación de información almacenada en un sistema informático, que permite manejar grandes cantidades de datos de forma más eficiente. Además, la base de datos permite la realización de consultas actualizaciones y búsqueda de datos de forma más rápida y controlada.

También podemos decir que “la base de datos puede definirse como un conjunto de datos relacionados entre sí, cuyo tratamiento a partir de un lenguaje adecuado permite obtener consultas, informes., haciendo más sencillo su manejo”. (Carmona, 2021)

#### **1.7.2. Sistema gestor de base de datos**

El sistema de gestor de base de datos (SGBD), es un sistema que facilita la manipulación, almacenamiento y la búsqueda de la información, estos se organizan por

tablas, donde cada tabla representa una entidad y las filas que contienen los registros relacionados. Existen una variedad de gestores, lo más conocidos son MySQL, Oracle y Microsoft SQL server y NoSQL.

Además, “es una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y mantener base de datos, proporcionando acceso controlado a las mismas. Es una herramienta que sirve de interfaz entre el usuario y las bases de datos.” (Hueso, 2016)

### 1.7.3. MySQL

MySQL es el sistema que facilita la administración de la base de datos, es multitarea y además es opensource, este se desarrolló por Michael Widenius en el año de 1995. Además, en el año 2000, MySQL fue realizado con un modelo de licencia dual esto facilito a su uso, por tener una licencia gratuita la cual es, General Public Licencse (GPL).

Además, MySQL es un sistema de gestión de bases de datos ampliamente reconocido y utilizado. Una de sus principales fortalezas radica en su naturaleza de código abierto, lo que implica que su código fuente puede ser modificado y distribuido de forma gratuita. Además, MySQL es altamente compatible con diversos sistemas operativos, como Windows, Linux, macOS y Unix, lo que lo convierte en una elección conveniente para cualquier plataforma. (Huillcen y otros, 2022)

Por lo que la utilización de MySQL es muy destacada, varias de sus ventajas se detallan a continuación:

- **Código abierto:** Significa que su código es accesible y modificable según las necesidades requeridas. Esto brinda flexibilidad y permite a los

desarrolladores personalizar y adaptar MySQL a sus requerimientos específicos.

- **Compatibilidad:** Es compatible con múltiples plataformas, incluyendo Windows, Linux, macOS y Unix. Esto facilita su implementación en una variedad de sistemas y permite su integración con diferentes aplicaciones y tecnologías.
- **Escalabilidad y rendimiento:** Es capaz de manejar grandes volúmenes de datos y puede escalar tanto verticalmente como horizontalmente. Además, MySQL está diseñado para ser rápido y eficiente en el procesamiento de consultas y operaciones de bases de datos.
- **Comunidad activa:** MySQL cuenta con una comunidad de usuarios muy activa y una amplia base de conocimientos en línea. Esto facilita encontrar soluciones a problemas comunes, compartir experiencias y acceder a recursos adicionales como documentación, tutoriales y plugins.

**Facilidad de uso:** Es conocido por su facilidad de instalación, configuración y administración. Ofrece una interfaz intuitiva y un lenguaje de consulta estructurado (SQL) fácil de aprender. Además, dispone de herramientas y utilidades gráficas que simplifican las tareas de gestión de la base de datos.

**Seguridad:** Ofrece diversas características de seguridad para proteger los datos almacenados. Incluye autenticación de usuarios, cifrado de datos en tránsito y en reposo,

y control de acceso basado en roles. También cuenta con funciones para realizar copias de seguridad y restaurar datos, lo que ayuda a proteger la integridad de la información.

**Replicación y alta disponibilidad:** MySQL ofrece opciones de replicación que permiten crear copias exactas de la base de datos en varios servidores. Esto proporciona redundancia y alta disponibilidad, ya que los servidores de réplica pueden asumir el control si el servidor principal falla.

#### **1.7.4. XAMPP**

Este software contiene un paquete que facilita la configuración y ejecución de un entorno de desarrollo web local. Esto permite a los desarrolladores crear, y ejecutar aplicaciones web en un entorno local sin tener que configurar cada componente por separado.

- Algunas de sus características y ventajas son:
- Fácil instalación
- Entorno de desarrollo local
- Componentes actualizados
- Portabilidad
- Amplia comunidad

#### **1.7.5. Django**

Django es un framework de desarrollo web de alto nivel, escrito en el lenguaje de programación Python. Fue desarrollado con la finalidad de facilitar y agilizar varios

procesos en la creación de las aplicaciones web, ofreciendo una variedad de herramientas y características que permiten construir sitios web de forma más rápida y eficiente.

Según (Cruz)“Django es framework web del lado del servidor creado en Python y de alto nivel, que promueve un desarrollo rápido, un diseño limpio, funcional, modular y escalable”. además, destacan varias características básicas como:

- **Patrón de diseño MVC/MVT:** Tiene un diseño que separa las responsabilidades y organiza la estructura de la aplicación.
- **ORM:** Incluye un mapeador objeto-relacional (ORM) para facilitar la interacción con la base de datos.
- **Admin site:** Proporciona un panel de administración preconstruido y altamente personalizable.
- **Plantillas:** Ofrece un sistema de plantillas para separar el diseño visual de la lógica de la aplicación.
- **Enrutamiento y URLs:** Cuenta con un enrutador URL que permite mapear las URLs a vistas específicas.
- **Seguridad:** Incorpora características de seguridad para proteger las aplicaciones web.
- **Comunidad y ecosistema:** Tiene una comunidad muy activa de desarrolladores, además cuenta con una amplia gama de librerías y complementos desarrollados por la comunidad.

### 1.7.6. Python

El lenguaje de Python, es de un nivel alto y multipropósito. Este fue desarrollado en la década de 1990 y desde entonces se ha convertido en una opción sumamente popular. Esto se debe a su sintaxis simple y legible, así como a su enfoque en la legibilidad del código y la facilidad de uso.

También podemos decir que, Python es un lenguaje de programación orientado a objetos de alto nivel y fácil de interpretar con sintaxis fácil de leer. Ideal para prototipos y tareas ad hoc, Python tiene un amplio uso en computación científica, desarrollo web y automatización.

Como lenguaje de programación para principiantes y de uso general, Python es compatible con muchos de los principales científicos de computadoras y desarrolladores de aplicaciones en todo el mundo. (Center, 2022)

Varias de las razones por las que induce a trabajar con Python:

- **Sintaxis clara y legible:** Se destaca por su sintaxis limpia y legible, lo que facilita la escritura y el mantenimiento del código. Su estructura basada en la indentación mejora la legibilidad y promueve un estilo de código consistente.
- **Versatilidad y multipropósito:** Es un lenguaje multipropósito que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, desde desarrollo web y científico hasta automatización de tareas y scripting. Su amplia biblioteca estándar y la gran cantidad de paquetes y frameworks

disponibles hacen que sea fácilmente adaptable a diferentes proyectos y necesidades.

- **Amplia comunidad y recursos:** Cuenta con una comunidad de desarrolladores activa y solidaria en todo el mundo. Esto se traduce en una gran cantidad de recursos disponibles, como documentación detallada, tutoriales, libros y foros, que facilitan el aprendizaje, la resolución de problemas y la colaboración.
- **Facilidad de aprendizaje:** Es conocido por ser uno de los lenguajes de programación más fáciles de aprender, especialmente para principiantes. Su sintaxis intuitiva y su enfoque en la legibilidad hacen que sea más accesible para aquellos que recién comienzan en el mundo de la programación.
- **Eficiencia y productividad:** Se destaca por su capacidad para permitir un desarrollo rápido de aplicaciones. Su enfoque en la legibilidad y la simplicidad del código reduce el tiempo necesario para escribir, depurar y mantener programas, lo que aumenta la productividad del desarrollador.
- **Integración y compatibilidad:** Se integra fácilmente con otros lenguajes y tecnologías, lo que lo hace ideal para trabajar en proyectos multidisciplinarios. Además, es compatible con una amplia variedad de

plataformas y sistemas operativos, lo que garantiza su portabilidad y flexibilidad.

- **Soporte para ciencia de datos y aprendizaje automático:** Es ampliamente utilizado en el campo de la ciencia de datos y el aprendizaje automático. Cuenta con bibliotecas populares como NumPy, pandas, scikit-learn y TensorFlow, que facilitan el análisis de datos, la manipulación, la visualización y la implementación de modelos de aprendizaje automático.

### **1.7.7. Arduino IDE**

Arduino IDE (Integrated Development Environment) es un entorno de desarrollo utilizado para programar y cargar código en placas Arduino. Proporciona una interfaz gráfica de usuario que simplifica el proceso de programación y permite a los usuarios escribir, compilar y cargar su código en una placa Arduino.

El Arduino IDE está basado en el lenguaje de programación C/C++ y utiliza una sintaxis simplificada y fácil de entender, lo que lo hace accesible para principiantes en la programación. Ofrece una amplia gama de bibliotecas y funciones predefinidas que facilitan el desarrollo de proyectos y la interacción con los componentes electrónicos conectados a la placa Arduino.

## **1.8. Comparativa de temas relacionados.**

### **1.8.1. “Diseño, Desarrollo e implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el control, monitoreo y toma de decisiones aplicado en la**

## **agricultura de precisión basado en internet de las cosas (IoT). – caso de estudio cultivo de frijol”**

El tema “Diseño, Desarrollo e implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el control, monitoreo y toma de decisiones aplicado en la agricultura de precisión basado en internet de las cosas (IoT). – caso de estudio cultivo de frijol” realizado por Mora Hansell y Rosas José. El presente proyecto se genera de la necesidad de monitorear, controlar y tomar decisiones sobre los factores ambientales, aquellos que influyen en los cultivos agrícolas. A causa de ello se pretende desarrollar, diseñar e implementar un dispositivo basado en una red de comunicaciones inalámbrica y IoT (Mora Magallanes & Rosa Pari, 2019).

### **1.8.2. “Sistema de riego automatizado para una finca agrícola experimental”**

En el presente trabajo se propone un dispositivo de control automatizado y especializado para el sistema de riego de una finca experimental para controlar el suministro de agua y hacerlo más eficiente de manera adecuada. Se realiza un análisis de las condiciones de operación en el sistema de riego de la finca experimental antes de ser automatizado (Betancourt & Suescún, 2021).

### **1.8.3. “Sistema de riego autónomo basado en la internet de las cosas”**

En este trabajo de investigación se ha construido un sistema de riego autónomo basado en la Internet de las Cosas (IoT). Se emplean elementos de bajo costo y hardware - software libre (Raspberry Pi, Arduino, Linux, Java, Wildfly, Python, etc.) para implementar Redes de Sensores Inalámbricos (WSN) que

permiten obtener la información de las variables agroclimáticas (Humedad del suelo, temperatura ambiente, precipitación, etc.). (Castro Silva, 2016).

#### **1.8.4. Comparativa de temas relacionados**

Los proyectos que se mostró anterior mente se mencionan por su enfoque en la importancia de un sistema de riego y su constante gestión en la monitorización de las variantes climáticas.

Además, con el análisis respectivo de cada proyecto relacionado, se puede llegar a la conclusión de la importancia del uso de la tecnología IoT, ya que esta tecnología permite interconectar varios dispositivos electrónicos lo cuales recopilan información de diversas actividades, con el control del riego y sus variantes climáticas. Cada proyecto que se investigó ha servido como base, para una adecuada comprensión del proyecto, en uso de la tecnología IoT para el sector florícola.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOLOGÍA**

En este capítulo como objetivo central radica en la descripción del proceso de metodológico empleado en la investigación, abordando los procedimientos, métodos y técnicas utilizados para la recopilación de información con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

#### **2.1. Generalidades de la investigación**

##### **Diseño de investigación**

El tipo de metodología que se empleó para dar solución al problema planteado, es por medio de una investigación de tipo aplicada, enfocando el diseño y la arquitectura del sistema web, para su correcto control y supervisión de cada uno de sus componentes. Además, se utilizó de la misma manera la investigación documentada, para sustentar la información más relevante sobre el uso de estas tecnologías.

Además, esta se enfoca en una investigación cuantitativa, esta investigación se debe a la recopilación de información que es extraída por medio de los sensores que son de carácter numérico, para luego ser analizadas mediante procesos estadísticos para un mejor entendimiento de sus resultados, donde pueden ser visualizados y controlados en tiempo real, esto permite que, con los resultados obtenidos, facilita la toma decisiones más adecuadas para el invernadero o a su vez para entender en qué condiciones se encuentra el cultivo.

Por otra parte, el enfoque del alcance descriptivo de esta investigación, permite examinar detalladamente las características de cada uno de los elementos empleados como, el funcionamiento de los sensores, el módulo Xbee que facilita la recolección de datos, para su correcto almacenamiento y visualización de las diferentes variantes climáticas para el sistema web.

Con el propósito de garantizar la fiabilidad, usabilidad y eficiencia del sistema web, se utilizaron diversas técnicas de la ingeniería de software, que facilita el desarrollo, como es la metodología XP (extreme programming), que se caracteriza por su retroalimentación y a su adaptación de acuerdo a las necesidades del cliente, es decir una comunicación constante con el usuario y el programador, es un aspecto fundamental para un correcto desarrollo del proyecto, ya que está sujeto a cambios constantemente, mediante esta metodología se busca cumplir con todos los requerimientos del cliente, para un mejor resultado en la obtención del producto final.

### **Método de investigación**

Se ha empleado el método experimental con el objetivo de utilizar sensores para recolectar datos en tiempo real, permitiendo así el control de la humedad del suelo y la temperatura adecuada en el invernadero. Por otro lado, se ha aplicado el método deductivo para facilitar la toma de decisiones, permitiendo determinar el rango óptimo de humedad del suelo y las condiciones de temperatura requeridas en el invernadero. Mediante esta combinación de enfoques, se ha logrado establecer parámetros y criterios sólidos que contribuyen a optimizar el funcionamiento del sistema, asegurando un entorno propicio para el cultivo en el invernadero.

## **Recopilación de información**

Las fuentes de información utilizadas en este proyecto se han basado en la investigación documental y bibliográfica. A partir de esta investigación, se ha elaborado el estado del arte actualizado, lo cual proporciona una visión más amplia y profunda del tema en cuestión. Asimismo, se ha realizado un levantamiento de requisitos con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios de manera efectiva. La investigación documental ha desempeñado un papel fundamental al aportar conocimiento valioso proveniente de diversas fuentes, como libros, revistas, artículos y documentos de proyectos similares, entre otros. Este conocimiento ha contribuido significativamente al desarrollo del sistema, permitiendo una mejora de los objetivos propuestos.

## **Requerimientos del sistema**

### **Introducción**

En esta sección, se dará a conocer los requisitos del software para el sistema de riego y visualización de las variantes climáticas del invernadero. Todo el contenido ha sido desarrollado con el encargado del riego y el ingeniero responsable de la finca Hortijardines S.A.

Aquí se detallará las distintas fases necesarias para la implementación de la metodología XP, Proporcionando información clara y precisa garantizando una visión integra del proyecto.

## Propósito

El propósito de esta sección es dar a conocer las especificaciones funcionales y no funcionales para el desarrollo del sistema para la visualización del riego y las variables climáticas. Este sistema permite la visualización, control y la generación de reportes sobre el riego, calefacción y las diferentes variables climáticas de la finca Hortijardines S.A. El uso del sistema será por el encargado del riego, el ingeniero agrónomo y personas que este especializadas en el campo de la floricultura.

## Personas involucradas

Esta sección, es encargada de detallar la información de las personas involucradas en el desarrollo de este sistema web. En la tabla 1 se puede representar cliente dueño de la finca quien proporciona la información necesaria para el desarrollo del sistema.

**Tabla 1**

*Rol cliente*

<b>Nombre</b>	Ing. Gustavo Cordovez
<b>Rol</b>	Cliente
<b>Categoría profesional</b>	Ingeniero agrónomo
<b>Responsabilidad</b>	Gerente general
<b>Información de contacto</b>	0999220606

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 2 se puede representar al asesor del proyecto de titulación, ya que gracias a su experiencia se logra una correcta implementación y desarrollo del sistema con la metodología XP.

**Tabla 2**

*Rol asesor.*

<b>Nombre</b>	Ingeniero Darwin Pillo
<b>Rol</b>	Asesor del proyecto de titulación
<b>Categoría profesional</b>	Ingeniería Informática
<b>Responsabilidad</b>	Analista de la información
<b>Información de contacto</b>	0991367300

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 3 se presenta al desarrollador quien es encargado del proyecto, además de realizar la codificación y la configuración de cada uno de los equipos para el sistema web.

**Tabla 3**

*Rol desarrollador.*

<b>Nombre</b>	Tnlgo. Alexis Avila
<b>Rol</b>	Desarrollador
<b>Categoría profesional</b>	Ingeniería de Tecnologías de la Información
<b>Responsabilidad</b>	Desarrollador del sistema y documentación
<b>Información de contacto</b>	0978718130

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

### **Abreviaturas y definiciones**

Las definiciones de las abreviaturas del documento se detallarán en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Abreviaturas y definiciones*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
<b>RF</b>	Requisitos funcionales
<b>RNF</b>	Requisitos no funcionales
<b>XP</b>	Programación extrema
<b>C/S</b>	Cliente/servidor

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

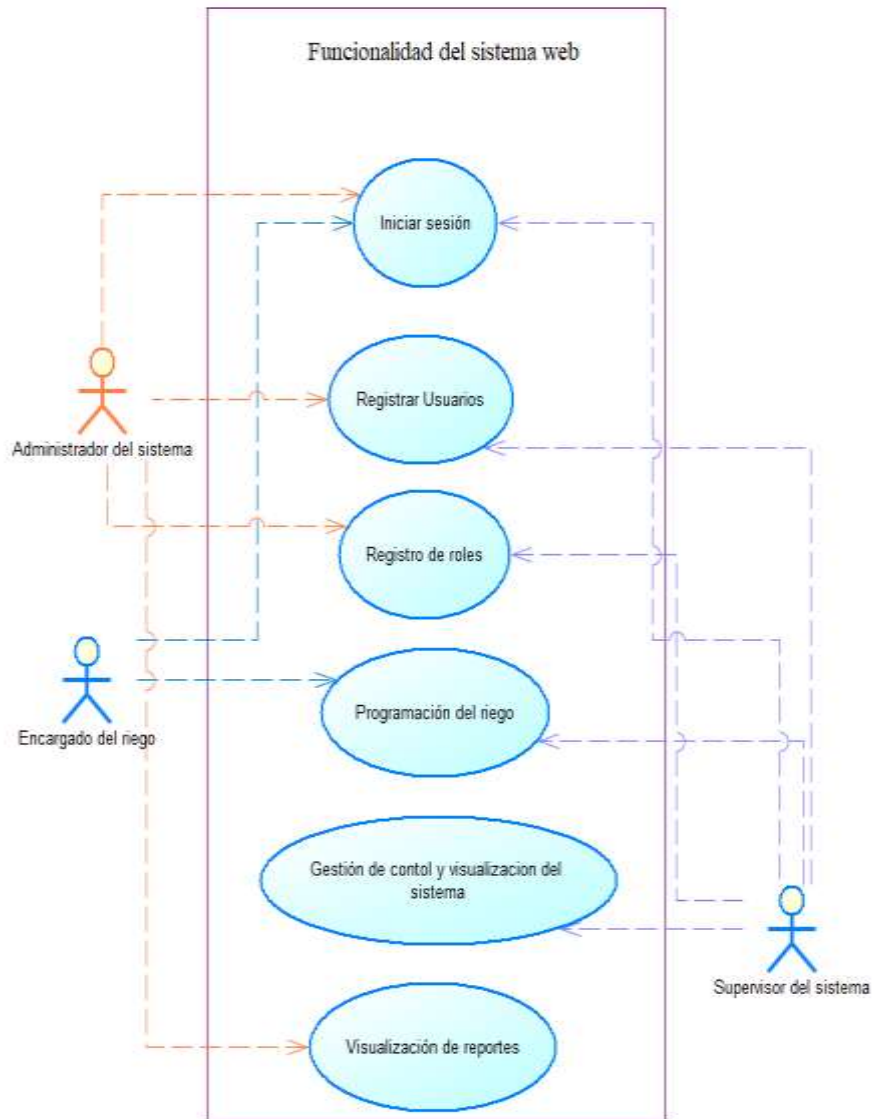
## **2.2. Metodología de desarrollo del sistema**

### **Funcionalidad del sistema web**

El diagrama de caso de uso de la funcionalidad del sistema web con sus respectivos roles se muestra en la Figura 16.

### **Figura 16**

*Funcionalidad del sistema web.*



*Nota.* Fuente: Alexis Avila

### **Roles del sistema**

En el sistema web se podrá manejar los siguientes roles, como: el rol de administrador, este rol será el que contendrá todos los accesos, que interactúan con el sistema y contará con todo el acceso a la información que brinde el sistema.

**Tabla 5**

*Rol Administrador.*

<b>Tipo de usuario</b>	Administrador
<b>Formación</b>	N/A
<b>Actividad</b>	Control de todo el sistema

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

El rol de supervisor quien estará a cargo del riego y variables climáticas del invernadero, el cual tendrá permisos de acuerdo a lo que el administrador le asigne en el sistema.

**Tabla 6**

*Rol Supervisor*

<b>Tipo de usuario</b>	Supervisor
<b>Formación</b>	N/A
<b>Actividad</b>	Permisos establecidos por el rol administrador

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

El rol encargado del riego, este usuario solo tendrá acceso a la programación del riego y podrá visualizar la humedad del suelo.

**Tabla 7**

*Encargado del riego.*

<b>Tipo de usuario</b>	Encargado del riego
<b>Formación</b>	N/A
<b>Actividad</b>	Programar el riego y visualizar la humedad del suelo

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

Teniendo en consideración los roles presentados en las tablas anteriores, estos serán considerados roles principales para el sistema web. Uno de ellos es el rol de administrador, el cual cuenta con la capacidad de crear nuevos roles y a su vez asignar los permisos necesarios en función a sus actividades.

### **Suposiciones y dependencias**

- Se propone que los requisitos que se especifiquen en el documento, pueden considerar cualquier cambio que se requiera por las partes involucradas.
- Para asegurar el correcto funcionamiento, es necesario que los dispositivos que van ejecutar el sistema cumplan con ciertos requisitos, para garantizar una experiencia óptima del sistema.

### **Restricciones**

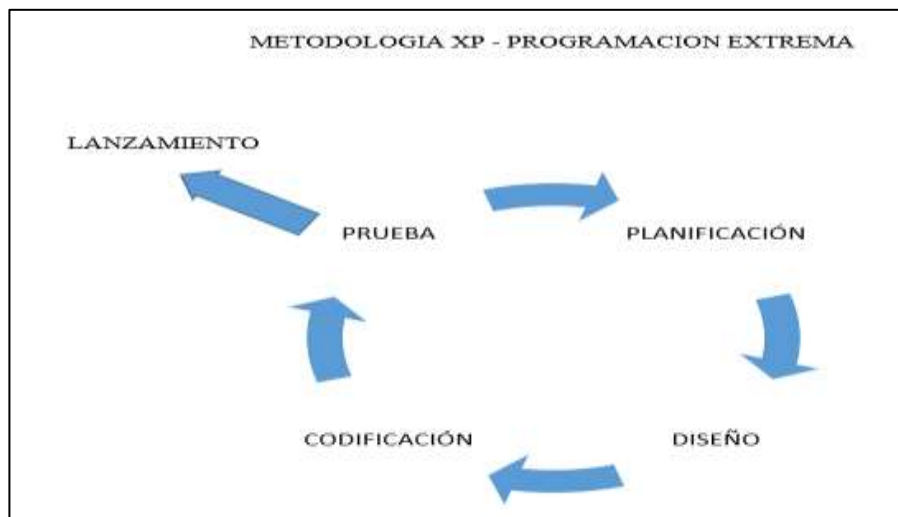
- El servidor debe contar con una capacidad necesaria para ejecutar las peticiones del usuario.
- El sistema está diseñado según el modelo cliente/servidor
- El sistema debe tener una interfaz sencilla.

## Metodología del sistema

Para el desarrollo del sistema, se decidió utilizar la metodología ágil XP, la cual cuenta con sus diferentes fases como son: la planificación, el diseño, la codificación, las pruebas y lanzamiento, cada una de estas fases será explicada, para lograr una clara comprensión del proyecto. Como se muestra en la Figura 17. La imagen ayuda a demostrar el punto.

**Figura 17**

*Metodología XP*



*Nota.* Fuente: Alexis Avila

## Metodología de desarrollo XP

La metodología ágil XP permite el desarrollo del sistema conjuntamente entre el cliente y el equipo de trabajo, además de ayudar a encontrar soluciones simples a los problemas que se puedan presentar durante el proceso de desarrollo del sistema y satisfacer los requerimientos del proyecto.

## 2.2.1. Especificaciones de requisitos

### Requisitos funcionales

Esta sección del documento detallará las diversas funciones del sistema. La tabla 8 contiene los requisitos funcionales de la autenticación del usuario.

**Tabla 8**

*Registro funcional 01.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF01</b>
<b>Nombre:</b>	Autenticación de usuario.
<b>Característica:</b>	Los usuarios deberán usar el usuario y contraseña proporcionados por el administrador para acceder al sistema.
<b>Descripción:</b>	El administrador proporciona el rol y el registro de cada usuario para su correcto ingreso al sistema.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

El registro funcional del Registro de usuario al sistema se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Registro funcional 02.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF02</b>
<b>Nombre:</b>	Registrarse como usuario
<b>Característica:</b>	El administrador y supervisor pueden realizar el registro de los usuarios para el sistema.
<b>Descripción:</b>	Quienes este a cargo del registro, tendrán que crear un usuario y contraseña, para que el nuevo usuario tenga acceso al sistema y deberán brindar su información personal.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

El requisito funcional de Modificar de usuario se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Registro funcional 03*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF03</b>
<b>Nombre:</b>	Modificar usuario.
<b>Característica:</b>	El administrador y supervisor pueden realizar la modificación de los usuarios en el sistema.
<b>Descripción:</b>	Quienes tengan el rol asignado, tendrán que el módulo de modificación, ya sea datos personales o usuario y contraseña.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

Nota. Fuente: Alexis Avila

La tabla 11 contiene el registro funcional de eliminación de usuario.

**Tabla 11**

*Referencia funcional 04.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF04</b>
<b>Nombre:</b>	Eliminar usuario.
<b>Característica:</b>	El administrador y supervisor pueden realizar la eliminación de los usuarios en el sistema.
<b>Descripción:</b>	Quienes tengan el rol asignado, podrán eliminar a un usuario.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

Nota. Fuente: Alexis Avila

El registro funcional de la consulta de información del usuario se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Requisito funcional 05.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF05</b>
<b>Nombre:</b>	Consulta información del usuario.
<b>Característica:</b>	El administrador y supervisor tendrán acceso a la información de cada usuario registrado.

<b>Descripción:</b>	Quienes tengan el rol asignado, podrá visualizar la información personal de cada usuario.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

La tabla 13 muestra los requisitos funcionales para el registro de roles.

**Tabla 13**

*Requisito funcional 06*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF06</b>
<b>Nombre:</b>	Registro de roles.
<b>Característica:</b>	La responsabilidad de registrar los roles en el sistema recae en el administrado.
<b>Descripción:</b>	El registro de nuevos roles en el sistema con sus permisos correspondientes corresponderá al usuario designado como administrador.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 14 tenemos el requisito funcional de modificar roles.

**Tabla 14**

*Modificar roles 07.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF07</b>
<b>Nombre:</b>	Modificar roles.
<b>Característica:</b>	La responsabilidad de modificar los roles del sistema recae en el administrado.
<b>Descripción:</b>	Con sus permisos correspondientes, el usuario designado como administrador tiene la capacidad de alterar los roles del sistema.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

La tabla 15 contiene el requisito funcional de eliminación de roles.

**Tabla 15**

*Requisito funcional 08.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF08</b>
<b>Nombre:</b>	Eliminar roles.
<b>Característica:</b>	El responsable de eliminar los roles en el sistema será el administrado.
<b>Descripción:</b>	El usuario que se asigna como administrador tiene la capacidad de eliminar los roles del sistema.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

La tabla 16 contiene el requerimiento funcional para el registro de bloques.

**Tabla 16**

*Requisito funcional 09.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF09</b>
<b>Nombre:</b>	Registro de bloque.
<b>Característica:</b>	El administrado y el supervisor podrán registrar número de bloque.
<b>Descripción:</b>	El administrador y supervisor tendrán el permiso de ingresar un nuevo bloque.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b>  Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

La tabla 17 contiene el requerimiento funcional para la modificación del bloque.

**Tabla 17**

*Requisito funcional 10.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF10</b>
<b>Nombre:</b>	Modificar bloque.

<b>Característica:</b>	El administrado y el supervisor podrán modificar características de bloque.
<b>Descripción:</b>	El administrador y supervisor tendrán el permiso de modificar bloque con su respectiva información.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 18 tenemos el requerimiento funcional de Eliminar bloque.

### **Tabla 18**

*Requisito funcional 11.*

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF11</b>
<b>Nombre:</b>	Eliminar bloque.
<b>Característica:</b>	El administrado y el supervisor podrán eliminar los bloques.
<b>Descripción:</b>	El administrador y supervisor tendrán el permiso de eliminar los bloques.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

En la tabla 19 tenemos el requerimiento funcional Registro de las variables climáticas.

**Tabla 19***Requisito funcional 12.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF12</b>
<b>Nombre:</b>	Registro de las variables climáticas.
<b>Característica:</b>	Los sensores serán los encargados de registrar cada una de las variables climáticas
<b>Descripción:</b>	Los sensores tendrán que recolectar toda la información de las diferentes variantes climáticas que hay en el invernadero.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b>  Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 20 tenemos el requerimiento funcional Consulta de las variables climáticas.

**Tabla 20***Requisito funcional 13.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF13</b>
<b>Nombre:</b>	Consulta de las variables climáticas.

<b>Característica:</b>	El administrado y superviso tendrán acceso a la información de cada una de las variables climáticas
<b>Descripción:</b>	El administrador y supervisor podrán visualizar la información que recolecta los sensores de las diferentes variantes climáticas que hay en el invernadero.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 21 tenemos el requerimiento funcional registro de programación de riego.

**Tabla 21**

*Requisito funcional 14.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF14</b>
<b>Nombre:</b>	Registro de programación de riego
<b>Característica:</b>	El superviso y el encargado de riego tendrán que registra la programación de tiempo de cada riego.
<b>Descripción:</b>	El supervisor y encargado de riego podrán programa el tiempo necesario de cada ciclo de riego por bloque y válvula.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b>	

Alta	
------	--

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 22 tenemos el requerimiento funcional Modificación de programación de riego.

**Tabla 22**

*Requisito funcional 15.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF15</b>
<b>Nombre:</b>	Modificación de programación de riego
<b>Característica:</b>	El superviso y el encargado de riego tendrán modificar programación del riego.
<b>Descripción:</b>	El supervisor y encargado de riego podrán modificar la programación del tiempo necesario de cada ciclo de riego por bloque y válvula.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 23 tenemos el requerimiento funcional Eliminar programación de riego.

**Tabla 23**

*Requisito funcional 16.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF16</b>
<b>Nombre:</b>	Eliminar programación de riego
<b>Característica:</b>	El superviso y el encargado de riego podrán eliminar la programación del riego.
<b>Descripción:</b>	El supervisor y encargado de riego podrán eliminar la programación del tiempo de cada ciclo de riego por bloque y válvula.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 24 tenemos el requerimiento funcional consultar programación de riego

#### **Tabla 24**

*Requisito funcional 17.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF17</b>
<b>Nombre:</b>	Consultar programación de riego
<b>Característica:</b>	El administrador y superviso podrán consultar la programación de riego.
<b>Descripción:</b>	El administrador y supervisor tendrán acceso a visualizar la programación, del tiempo de cada ciclo de riego por bloque y válvula.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02

<b>Prioridad:</b> Alta	
---------------------------	--

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

En la tabla 25 tenemos la consulta de reportes del sistema.

### Tabla 25

*Requisitos funcionales 18.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RF18</b>
<b>Nombre:</b>	Consulta de reportes.
<b>Característica:</b>	El administrador puede consultar los reportes del sistema.
<b>Descripción:</b>	El administrador tendrá acceso de consultar cada reporte.
<b>Requerimiento no funcional:</b>	RNF01 RNF02
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

### Requisitos no funcionales

Esta sección del documento detallará las características de requerimientos no funcionales o calidad del sistema web.

### Tabla 26

*Requisito no funcional 01.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RNF01</b>
-----------------------	--------------

<b>Nombre:</b>	Interfaz.
<b>Característica:</b>	El sistema incorpora una interfaz amigable.
<b>Descripción:</b>	El sistema tiene una interfaz gráfica fácil de usar.
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

### **Tabla 27**

*Requisito no funcional 02.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RNF02</b>
<b>Nombre:</b>	Desempeño.
<b>Característica:</b>	Al almacenar datos, el desempeño del sistema garantiza un rendimiento óptimo.
<b>Descripción:</b>	Los usuarios que acceden al sistema reciben información de alta calidad y en tiempo real.
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

### **Tabla 28**

*Requisito no funcional 03.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RNF03</b>
<b>Nombre:</b>	Accesibilidad.
<b>Característica:</b>	Los usuarios serán registrados en función de su rol.
<b>Descripción:</b>	Cada módulo del sistema tendrá un rol específico que le permitirá al usuario acceder a las diversas funcionalidades.
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

## Tabla 29

*Requisitos no funcionales 04.*

<b>Requerimiento:</b>	<b>RNF04</b>
<b>Nombre:</b>	Usabilidad.
<b>Característica:</b>	Los usuarios controlaran el sistema de forma fácil y sencilla.
<b>Descripción:</b>	El sistema está distribuido de manera fácil de entender, lo que facilita la utilización de las funcionalidades.
<b>Prioridad:</b> Alta	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

## 2.2.2. Desarrollo

### Fase de diseño del sistema

#### Diagramas de caso de uso

El uso de diagramas de caso de usos permite un enfoque más claro y conciso de los procesos principales del sistema, lo que facilita la comprensión de su funcionamiento general, además estos diagramas proporcionan una mejor presentación gráfica detallada entre cada usuario en el sistema.

#### Módulo de registro de usuario

El usuario se registra con su rol y accesos al sistema en este módulo de registro de usuarios, donde el rol de administrador y el rol de asesor tienen acceso.

**Tabla 30**

*Redacción de caso de uso de registro de usuarios.*

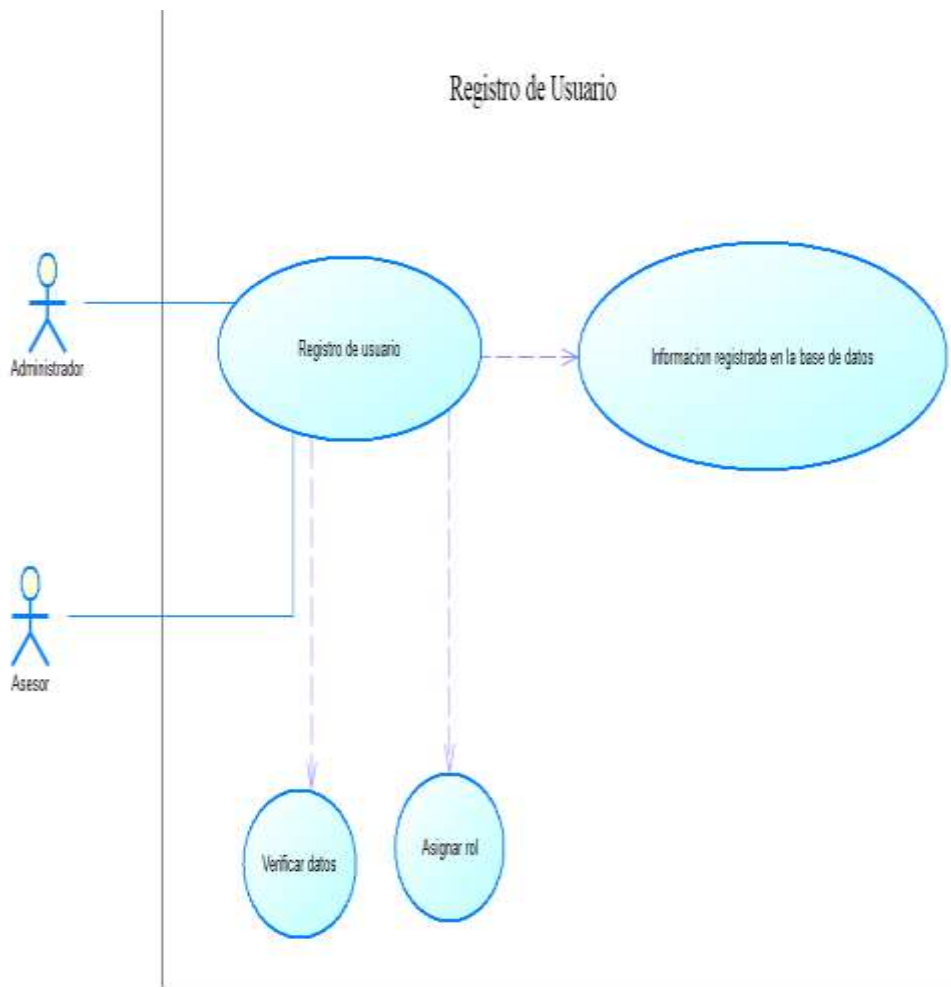
<b>Nombre</b>	Registro de Usuarios	
<b>Actores</b>	Administrador, Asesor.	
<b>Descripción</b>	Los usuarios que tienen este acceso tendrán la capacidad de agregar nuevos usuarios al sistema.	
<b>Precondición</b>	Tener los respectivos permisos.	
<b>Secuencia normal</b>	Paso:	Acción
	1	Ítem registro de usuarios.
	2	Clic el botón de crear.
	3	Ingresar nuevo usuario.
<b>Postcondición</b>	Verifique la precisión de los datos.	

<b>Excepciones</b>	No se pueden crear nuevos usuarios para un rol sin este acceso.
<b>Frecuencia esperada</b>	Diaria
<b>Estabilidad</b>	Alta
<b>Comentarios</b>	Sin límite de registro de usuarios.

Nota. Fuente: Alexis Avila

**Figura 18**

*Caso de uso registro de usuario.*



Nota. Fuente. Alexis Avila

## Módulo de registro de bloques

Este módulo tanto el administrador como el asesor, tiene el permiso para acceder a este, para el registro respectivo de cada bloque existente en la finca, con cada uno de sus especificaciones.

**Tabla 31**

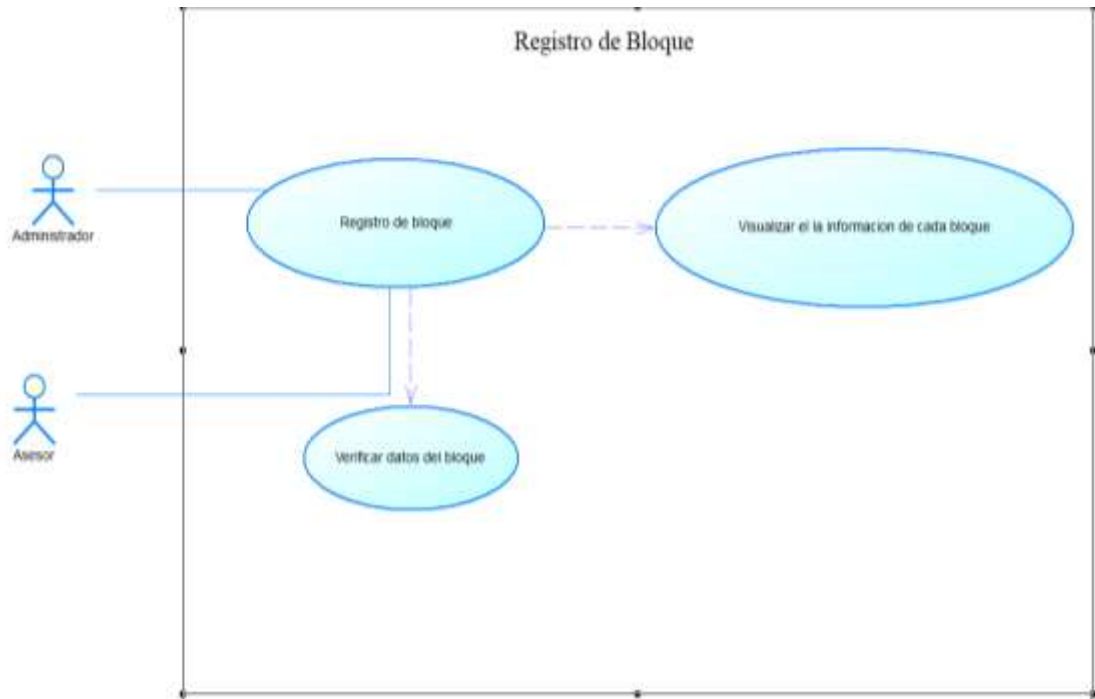
*Redacción de caso de uso de registro de bloque.*

<b>Nombre</b>	Registro de bloque	
<b>Actores</b>	Administrador, Asesor.	
<b>Descripción</b>	Los usuarios con este acceso podrán registrar nuevos bloques o actualizar el sistema. El rol sin este acceso no puede crear bloques nuevos.	
<b>Precondición</b>	Tener los respectivos permisos.	
<b>Secuencia normal</b>	Paso:	Acción
	1	Ítem registro de bloque.
	2	Clic el botón de crear.
	3	Ingresar de bloque.
<b>Postcondición</b>	Verifique la precisión de los datos.	
<b>Excepciones</b>	Sin este acceso, el rol no puede crear bloques nuevos.	
<b>Frecuencia esperada</b>	Diaria	
<b>Estabilidad</b>	Alta	
<b>Comentarios</b>	Sin límite para el registro de bloque.	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

**Figura 19**

*Caso de uso Registro de bloque.*



Nota. Fuente. Alexis Avila

### Modulo registro de variables climáticas

En este módulo los encargados de registra cada variante climática, serán los sensores los que se encarga de registra cada dato, con su respectivo valor y especificación.

**Tabla 32**

*Redacción de caso de uso de registro de las variantes climáticas.*

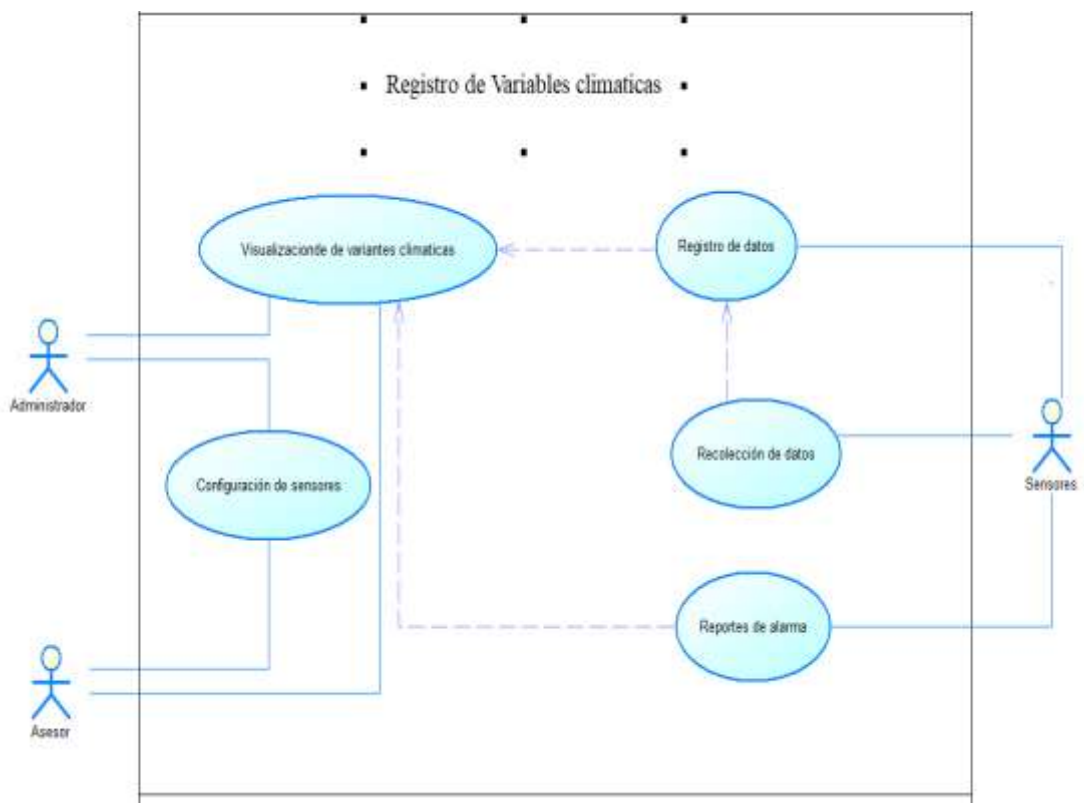
<b>Nombre</b>	Registro de variantes climáticas	
<b>Actores</b>	Sensores	
<b>Descripción</b>	Los sensores son los encargados del registro de las variables climáticas del sistema.	
<b>Precondición</b>	Configuración correcta en cada sensor.	
<b>Secuencia normal</b>	Paso:	Acción
	1	Registro de dato del sensor.

	2	Comprobar rango.
	3	Ingresar de la información a la base de datos.
<b>Postcondición</b>	Verificar el rango de cambio de la variable climática.	
<b>Excepciones</b>	Los sensores tendrán el rol de registro de valores de las variantes climáticas.	
<b>Frecuencia esperada</b>	Diaria y cada cambio de rango de las variables climáticas	
<b>Estabilidad</b>	Alta	
<b>Comentarios</b>	No tiene límite para el registro de bloque.	

Nota. Fuente: Alexis Avila

### Figura 20

Caso de uso Registro de Variables climáticas.



Nota. Fuente. Alexis Avila

## Módulo de programación de riego

En este módulo tanto el asesor como el encargado de riego, tienen el permiso para el acceso a este, para el registro de programación del riego de cada bloque y válvula con su respectivo ciclo de tiempo y también el sensor podrá realizar riegos automáticos si lo requiere el suelo.

**Tabla 33**

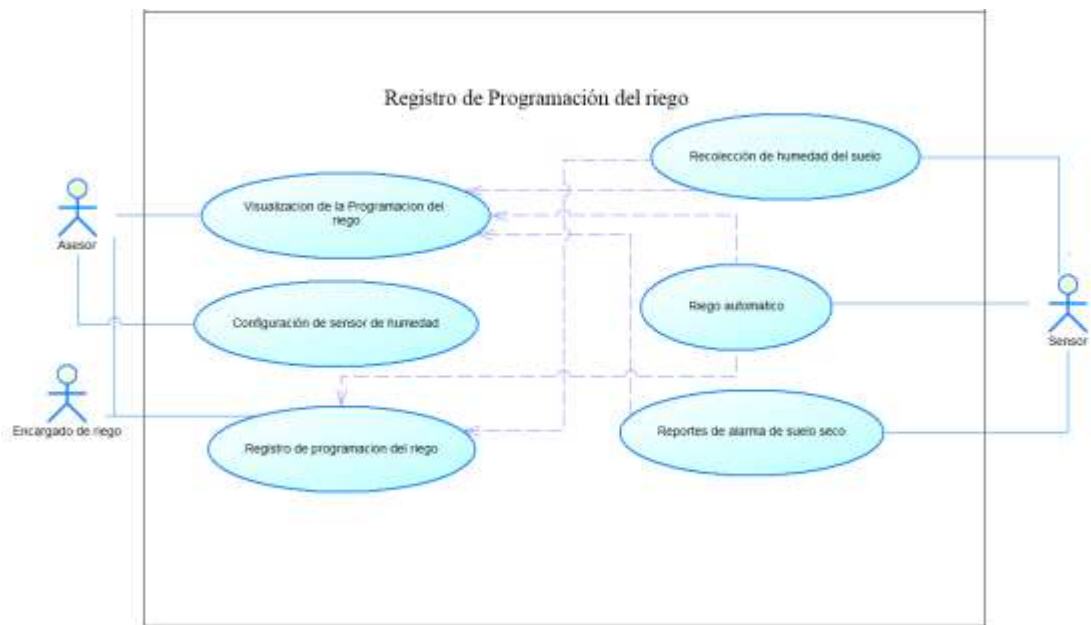
*Redacción de caso de uso de Registro de la programación del riego.*

<b>Nombre</b>	Registro de programación del riego.	
<b>Actores</b>	Asesor, encargado de riego y sensor.	
<b>Descripción</b>	Tanto el asesor como el encargado del riego registrar la programación de cada riego y el sensor lo programara de forma automática si es necesario.	
<b>Precondición</b>	Tener los respectivos permisos y configuraciones.	
<b>Secuencia normal</b>	Paso:	Acción
	1	Ítem programación de riego.
	2	Programar el tiempo de riego de cada bloque y válvula.
	3	Guardar programación de riego.
<b>Postcondición</b>	Verificar cada ciclo de riego con su respectivo tiempo.	
<b>Excepciones</b>	El rol que no tenga este acceso no puede realizar la programación de cada riego.	
<b>Frecuencia esperada</b>	Diaria y cada cambio de rango de la humedad del suelo	
<b>Estabilidad</b>	Alta	
<b>Comentarios</b>	No tiene límite para el registro de bloque.	

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

## Figura 21

Caso de uso Registro de Programación de riego.



Nota. Fuente. Alexis Avila

## Diagrama de procesos

El diagrama de proceso ofrece una visualización clara y detallada del flujo del sistema, brindando una representación gráfica de cada etapa del proceso. Desde la recopilación de datos de los sensores de las variables climáticas hasta la programación del riego y la actividad de la calefacción del invernadero, este diagrama ilustra de manera precisa las diferentes etapas y procesos involucrados.

## Captura de procesos del sistema

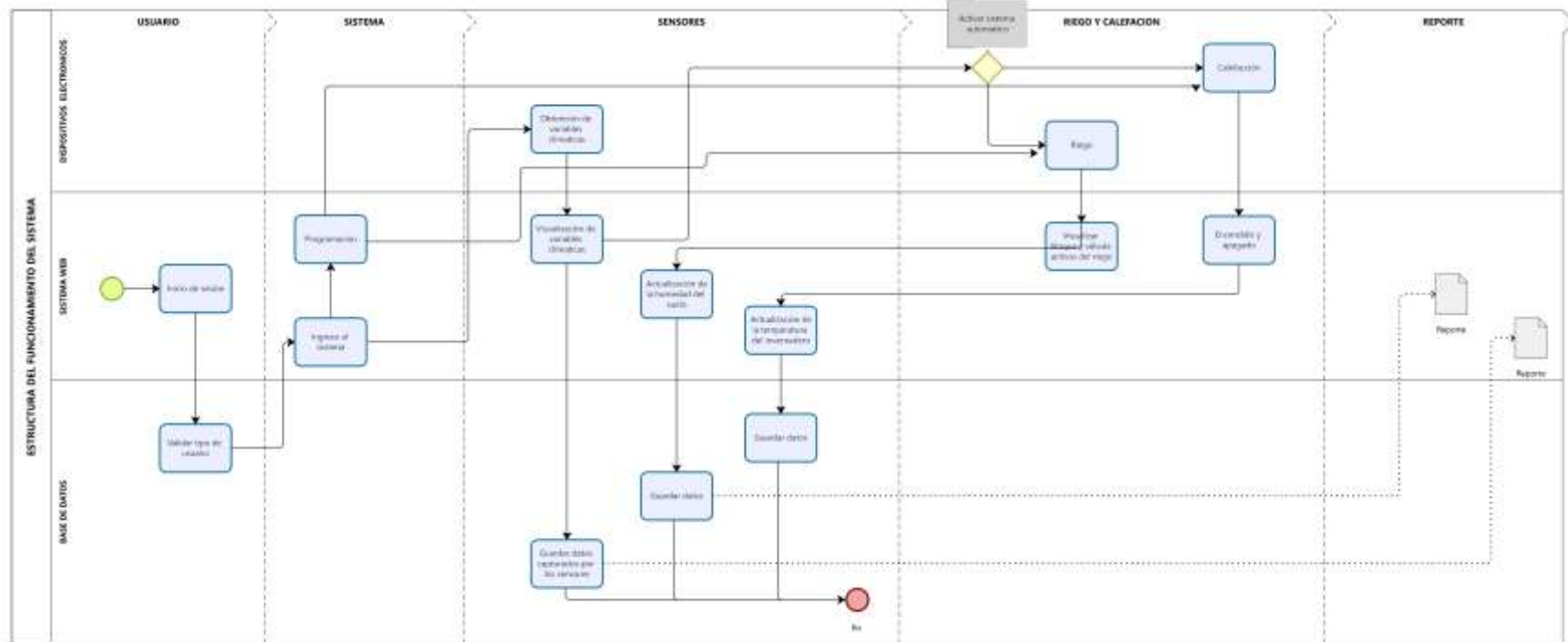
La captura de datos se lleva a cabo mediante una variedad de sensores instalados en el invernadero de la finca Horjardines S.A. Estos dispositivos desempeñan un papel

fundamental en la recopilación de datos climáticos y en los procesos de riego. Cada sensor está diseñado para capturar datos específicos de variables climáticas, como temperatura, humedad del suelo, calidad de luz en los invernaderos y presión del agua en cada válvula. La automatización climática del invernadero ajusta los parámetros según las necesidades específicas de cada invernadero, lo que permite una visualización en tiempo real de los datos recopilados. Esta capacidad de visualización en tiempo real es invaluable, ya que facilita la toma de decisiones basada en información actualizada y precisa.

La captura de datos climaticos, los procesos de riego y calefacción se pueden apreciar de mejor manera en la figura N°21.

**Figura 22**

*Diagrama de proceso del sistema.*

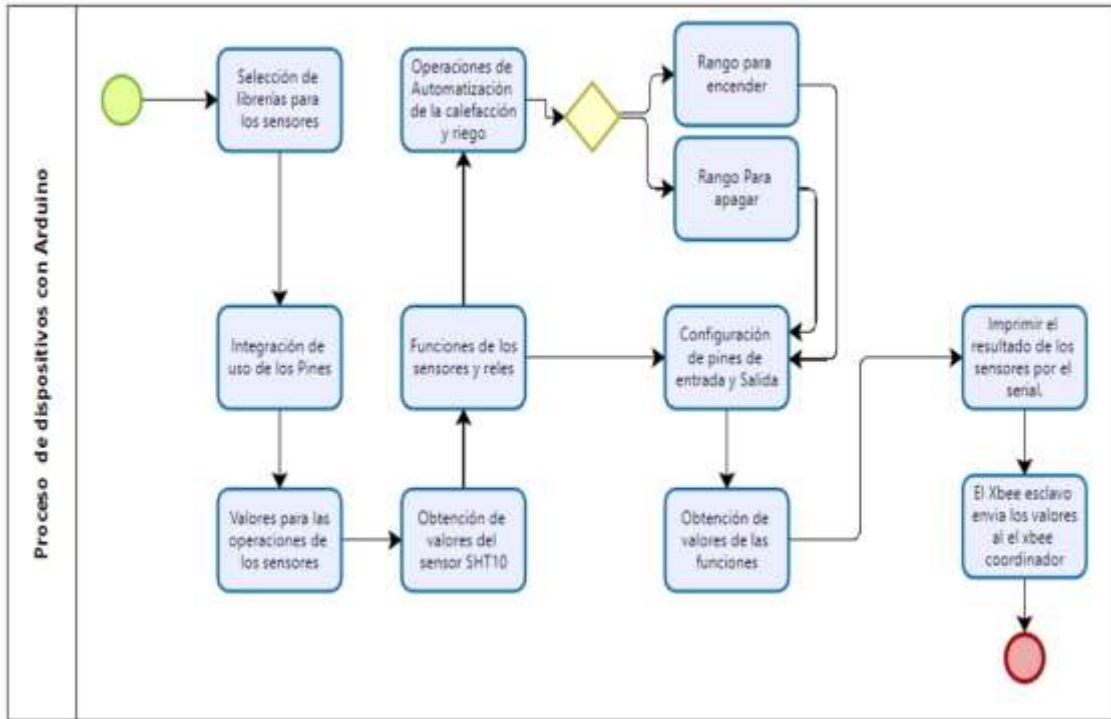


*Nota.* Fuente. Alexis Avila

La captura de datos climaticos, la automatizacion del riego y la calefacion de los dispositivos eletronicos con arduinon podemos apreciar de mejor manera en la figura N°23.

**Figura 23**

*Diagrama de proceso de dispositivos electrónicos con arduino.*



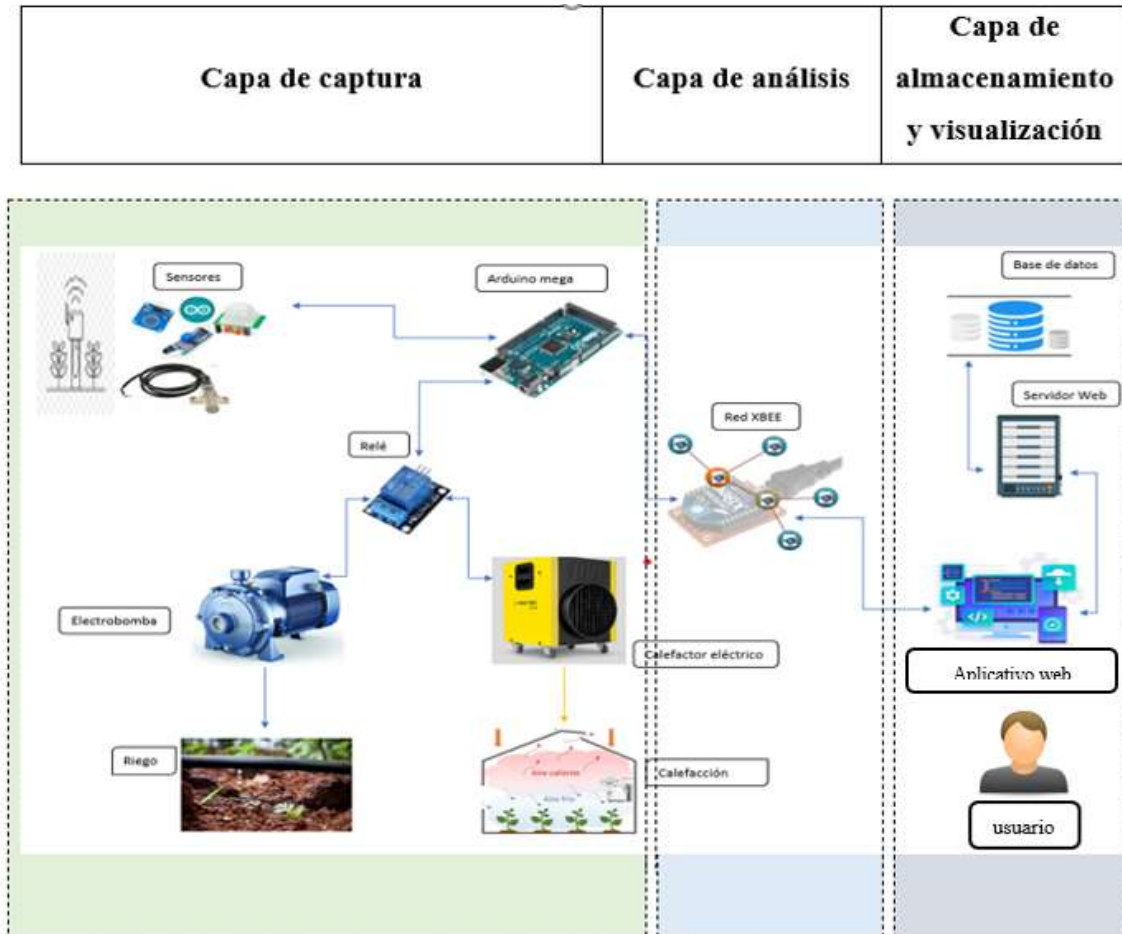
*Nota.* Fuente. Alexis Avila

**Diseño arquitectónico**

La arquitectura basada en IoT consta de 4 capas en la cual podemos representar en el siguiente esquema la que utilizamos sensores ambientales con el módulo Xbee, en los que son procesado los datos que nos proporciona los sensores o a su vez los proceso que se puede realizar con el riego y la calefacción.

**Figura 24**

*Arquitectura del sistema.*

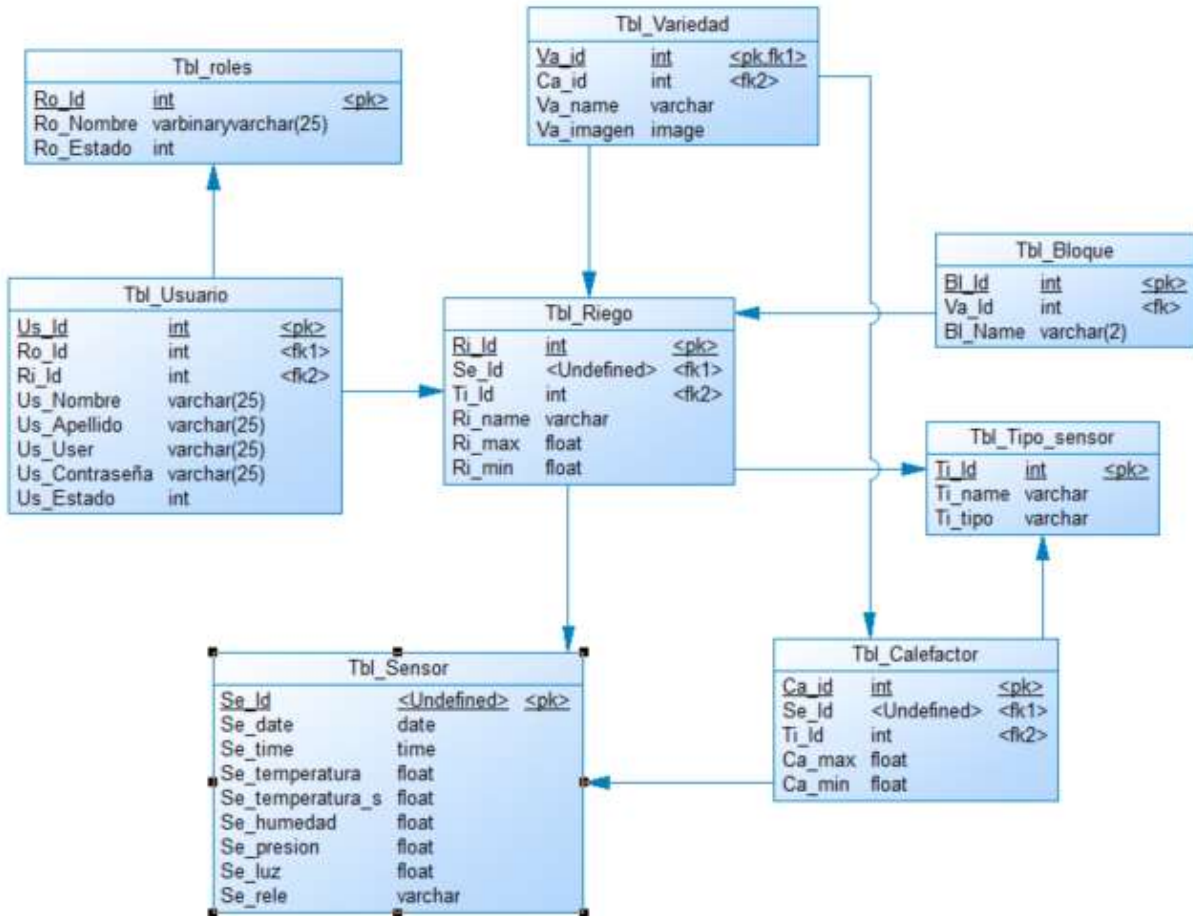


*Nota.* Fuente. Alexis Avila

## Diseño de la base de datos

Figura 25

Diseño físico de la base de datos.



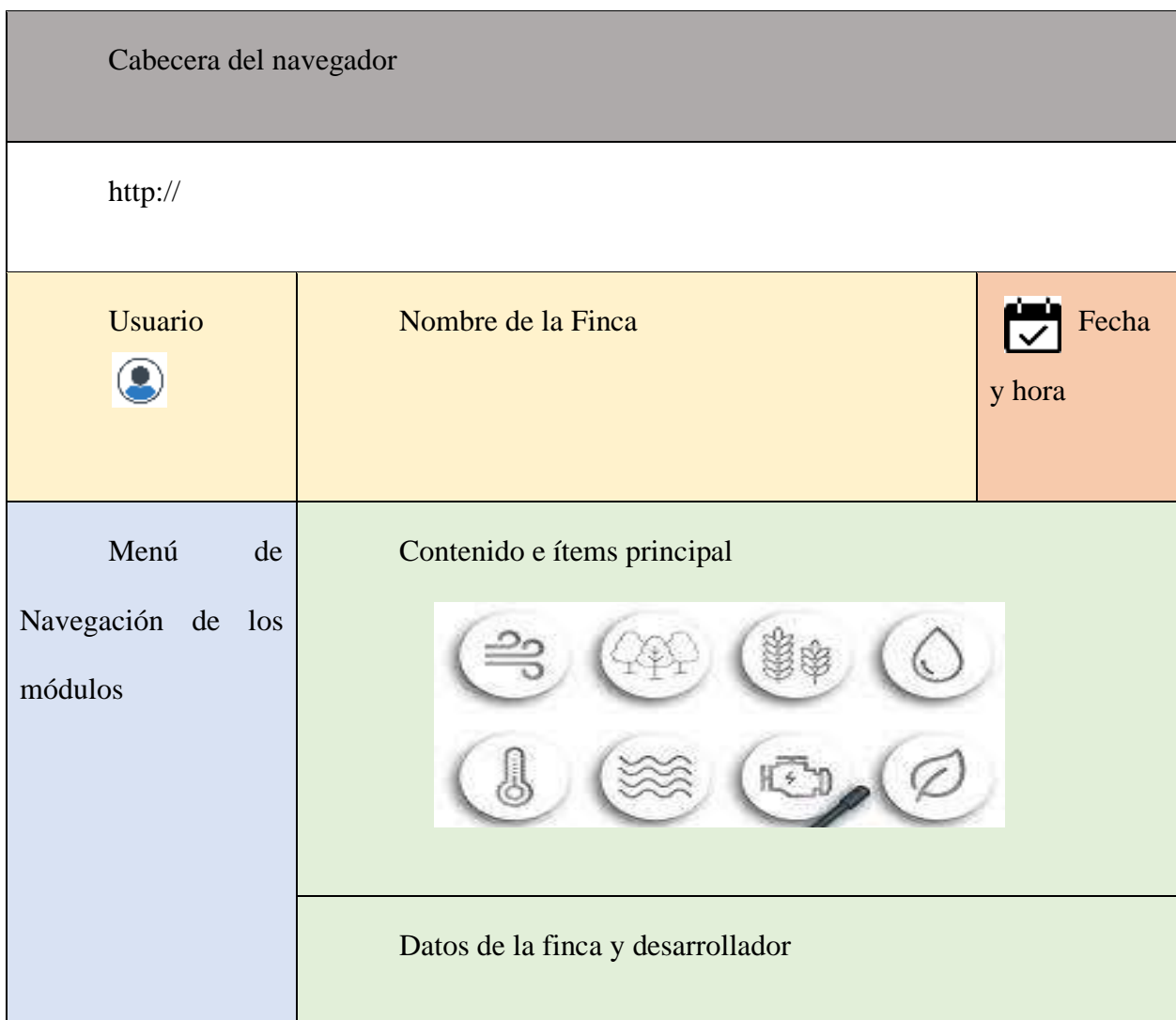
Nota. Fuente. Alexis Avila

## Diseño de la interfaz

Como se muestra en la Figura 23. La imagen muestra de manera eficaz el diseño a desarrollar de la interfaz la cual contendrá sus diferentes ítems y sus distintas partes del sistema.

### Figura 26

*Diseño de la interfaz.*



*Nota.* Fuente. Alexis Avila

## Plan de trabajo

En el plan de entrega de la ejecución del proyecto según la metodología XP (Programación Extrema), se define un tiempo de entrega establecido, según el modelo de negocio de la empresa.

**Tabla 34**

*Calendario de integración del proyecto.*

Detalle	Tiempo											
	Mayo				Junio				Julio			
Candelario	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definición Requisitos				x	x	x						
Diseño del sistema					x	x	x					
Modelo de datos							x	x				
Codificación sistema								x	x	x		
Pruebas										x	x	
Integración sistema												x

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

## Requisitos de hardware y software

Para el desarrollo del sistema se necesita una infraestructura tecnológica y componentes electrónicos de acuerdo a la necesidad del negocio de la empresa que se especifica a continuación.

**Tabla 35***Estación y dispositivos electrónicos.*

<b>Hardware</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
<b>Procesador</b>	I5 ghz 3 <sup>ra</sup> generación
<b>Disco</b>	1 TB
<b>Memoria RAM</b>	8Gb
<b>Internet</b>	5Mb
<b>Microprocesadores</b>	Arduino mega y uno
<b>Antenas inalámbricas</b>	Xbee S2C
<b>Sensores</b>	Humedad, presión, temperatura y fotorresistor
<b>Otros</b>	Relés

*Nota.* Fuente: Alexis Avila**Software y aplicaciones****Tabla 36***Software y aplicaciones.*

<b>Software</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>
<b>Plataforma</b>	Linux/Windows
<b>Servidor de aplicaciones</b>	Apache server
<b>Motor de base de datos</b>	MySQL
<b>Lenguaje de programación</b>	Python
<b>Diseño de interfaz</b>	Framework Django, Bootstrap
<b>Lenguaje de programación microprocesadores</b>	C++
<b>Otros</b>	HTML, CSS

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

Tanto los requisitos de hardware como de software desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del sistema, ya que tienen un impacto directo en el rendimiento y la eficiencia de la producción de la empresa.

## **Herramientas de desarrollo**

### **Lenguajes de programación**

#### **Python**

Es un lenguaje de programación de alto nivel, por su sintaxis clara y legible, lo que facilita su aprendizaje y comprensión permitiendo a los desarrolladores realizar programas más claros y conciso, además es un lenguaje multiplataforma lo que permite trabajar con distintos sistemas operativos como Windows, macOS y Linux.

#### **C++ para microprocesadores**

La programación en C++ para arduino es un lenguaje de programación que permite el desarrollo de aplicaciones y controlar el funcionamiento de los microprocesadores en las placas de arduino. Proporcionando una serie de funciones y clases predefinidas que facilita la interacción con las placas de arduino. Estas funciones y clases permiten la realización de tareas como leer sensores controlar actuadores y comunicarse con otros dispositivos y procesar datos.

#### **HTML**

Es un lenguaje de marcado que se utiliza para la creación y estructurar el contenido de una página web, facilitando la inclusión de enlaces, formularios interactivos, listados, tablas, multimedia y otros elementos.

## **CSS**

Es un lenguaje de hojas de estilo utilizado para definir el aspecto y el formato visual de un documento HTML, este facilita aplicar estilos, diseños, el control de color, la tipografía, tamaño, espacio y otros aspectos visuales de una página web.

## **Framework de desarrollo**

### **Django**

Django es un framework de desarrollo web de alto nivel y de código abierto, escrito por Python, este proporciona un conjunto de herramientas y características que facilita la creación rápida y eficiente de aplicaciones web complejas y seguras.

### **Bootstrap**

Es un framework de diseño web de código abierto, este proporciona una colección de herramientas, estilos y componentes predefinidos que facilita el desarrollo de sitios web, además permite personalizar y ajustar el aspecto y la apariencia de los elementos para adaptándose a las necesidades del diseño.

## **Librerías utilizadas**

- **Xbee:** simplifica la configuración y comunicación con los módulos Xbee permitiendo enviar y recibir datos de forma inalámbrica.
- **Adafruit MAX31865:** Permite leer la temperatura de un sensor PT100.
- **Adafruit SHT1x:** Permite leer la temperatura y humedad de un sensor SHT10.
- **Arduino Replay Library:** Proporciona una interfaz sencilla para controlar relés.
- **pyArduino:** Facilita la comunicación entre Python y Arduino.

## **Base de datos**

MySQL es un sistema de gestión de base de datos, de código abierto ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones web, este permite almacenar gestionar y manipular grandes cantidades de datos de manera eficiente y segura.

## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

El sistema proporciona un seguimiento exhaustivo y eficiente de las condiciones del invernadero, considerando cada variante climática. Esto no solo facilita la obtención de datos en tiempo real, sino que también permite reaccionar de manera más rápida y precisa ante las necesidades específicas del invernadero. Cada una de las herramientas integradas en el sistema simplifica el control de diversas operaciones como el riego, la evaluación de la humedad del suelo, el monitoreo de la temperatura, el control del tiempo y consumo de agua.

Además, el sistema contribuye a la mejora de la calidad de la producción al proporcionar un control automático del clima del invernadero. Este control es especialmente útil durante períodos de baja temperatura causados por lluvias, heladas o la caída nocturna de la temperatura.

El sistema también permite que cada usuario, de acuerdo con sus roles y permisos específicos, pueda controlar las acciones de riego y climatización según las necesidades del invernadero.

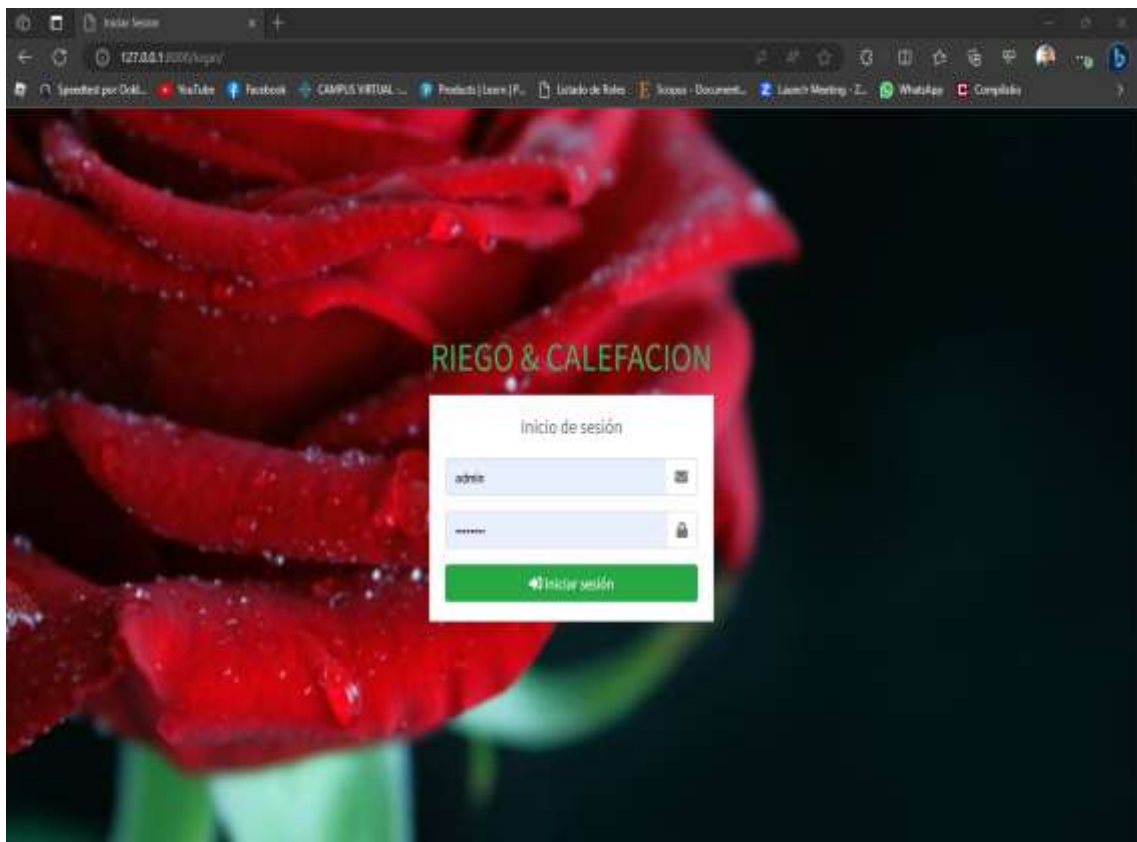
#### **3.1. Autenticación de Usuarios**

El Administrador, el Técnico y el Encargado del Riego son los actores que tienen la capacidad de acceder al sistema de riego y calefacción, en el que podrán ingresar por medio de esta url <http://127.0.0.0:8000>. Este acceso está protegido mediante un proceso de autenticación basado en el framework Django. Cada actor debe autenticarse utilizando sus credenciales personales, que

incluyen un nombre de usuario y una contraseña únicos. Dichas credenciales se les proporcionan previamente, garantizando que cada usuario tenga acceso únicamente a las áreas y funciones del sistema para las cuales está autorizado.

### **Figura 27**

*Login de acceso al sistema.*



*Nota.* Fuente. Alexis Avila

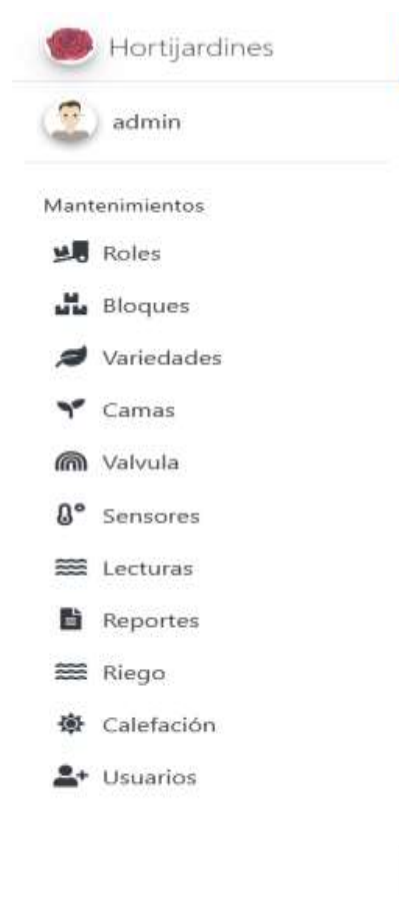
En este sistema las personas que cuenten con su usuario y contraseña, realizaran las diferentes actividades o consultas correspondientes a su rol y necesidad.

### 3.2. Módulo de administración

En esta sección, el administrador tiene acceso completo al sistema. Sus responsabilidades abarcan desde registrar nuevos usuarios hasta supervisar todas las operaciones. Adicionalmente, como administrador, tiene la autoridad para gestionar los diferentes roles de los usuarios, lo que le permite prevenir posibles contratiempos en el sistema.

#### Figura 28

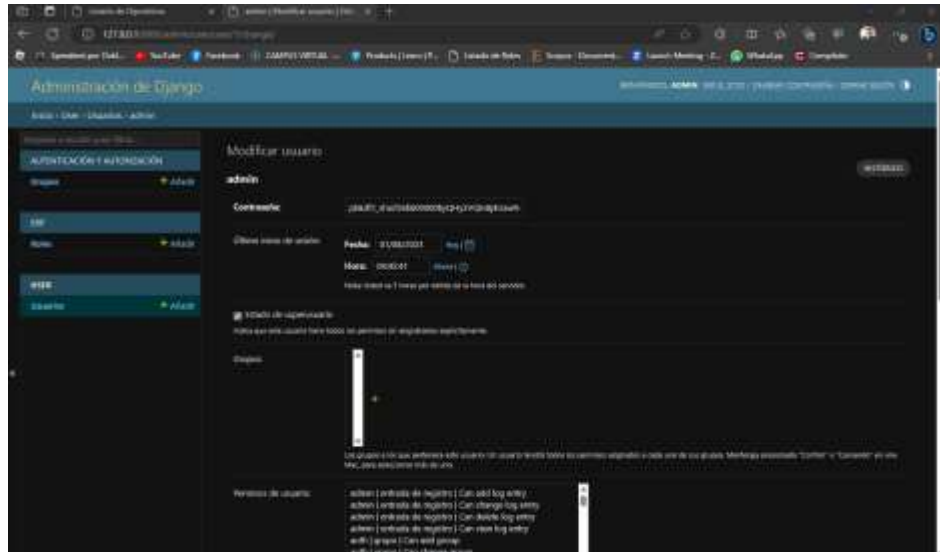
*Panel del administrador en sistema.*



*Nota.* Fuente. Alexis Avila

**Figura 29**

*Panel del administrador en sistema de administración de Django.*

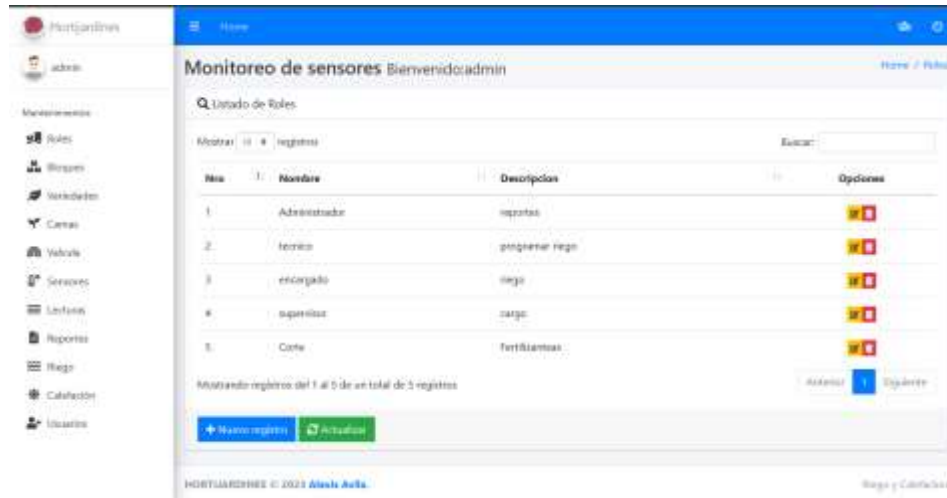


*Nota.* Fuente. Alexis Avila

Este módulo cuenta con el administrador de Django facilitando la estructura de los usuarios y a su vez la selección y creación de permisos a el sistema.

**Figura 30**

*Módulo de roles con sus respectivas tareas*



*Nota.* Fuente. Alexis Avila

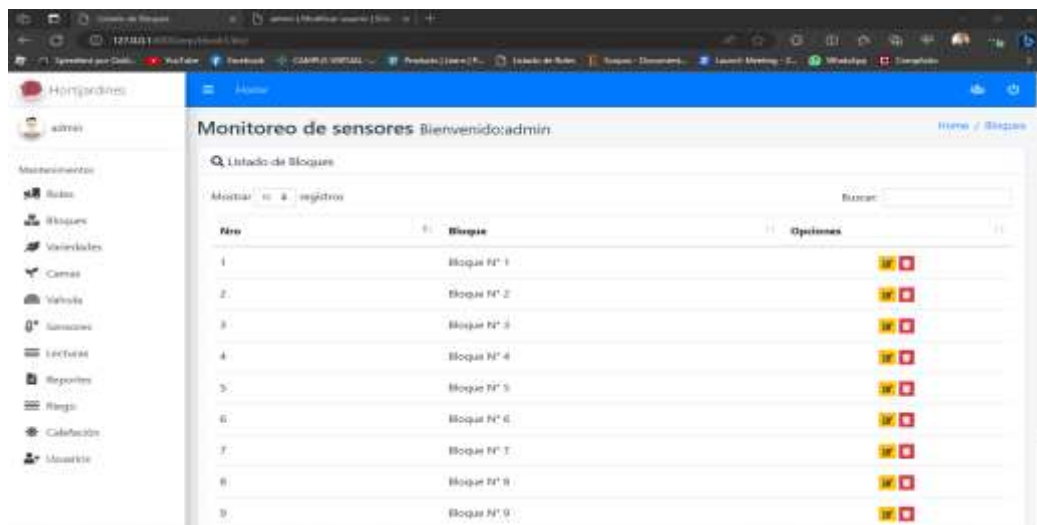
Además, se integra el módulo de roles en el sistema, esto permite distribuir correctamente los permisos que tendrá cada usuario.

### 3.3. Módulo de bloques

En este módulo, tanto el administrador como el técnico, poseen la capacidad de establecer y personalizar nuevos bloques, cada uno equipado con sus propias válvulas y variedades específicas. Este diseño organizado y modular permite una identificación precisa de la ubicación específica de cada uno de los sensores en la finca.

#### **Figura 31**

*Modulo de bloque con su respectiva información.*

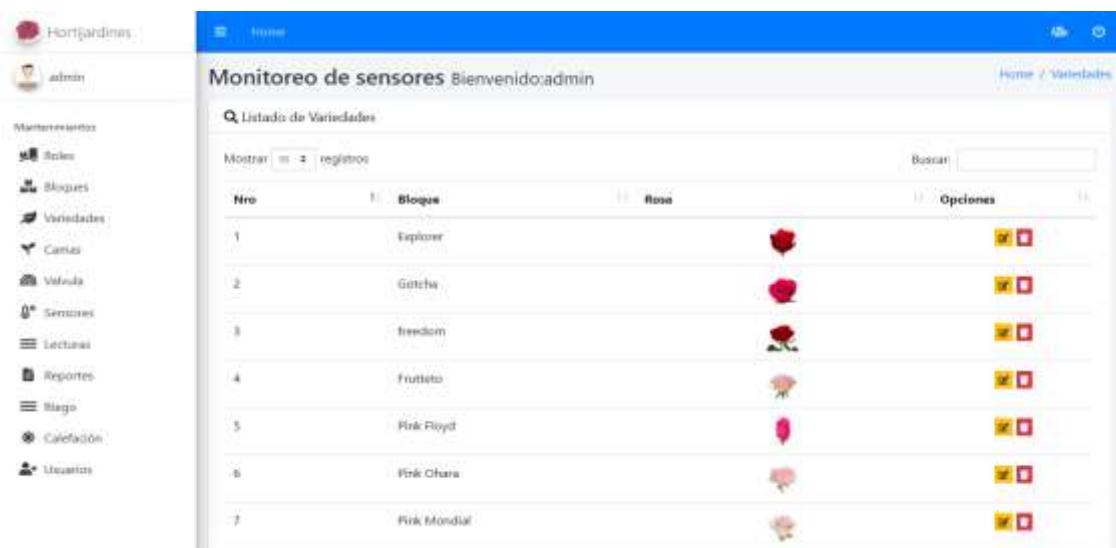


Nota. Fuente. Alexis Avila

Registro de cada bloque que se encuentra en la finca.

### Figura 32

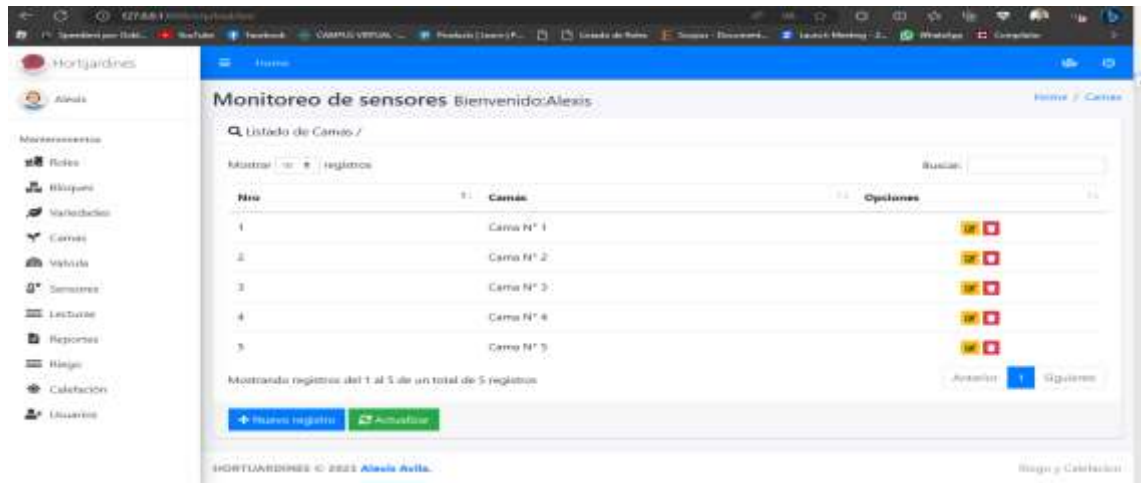
Registro de variedades.



Nota. Fuente. Alexis Avila

**Figura 33**

*Registro de camas.*

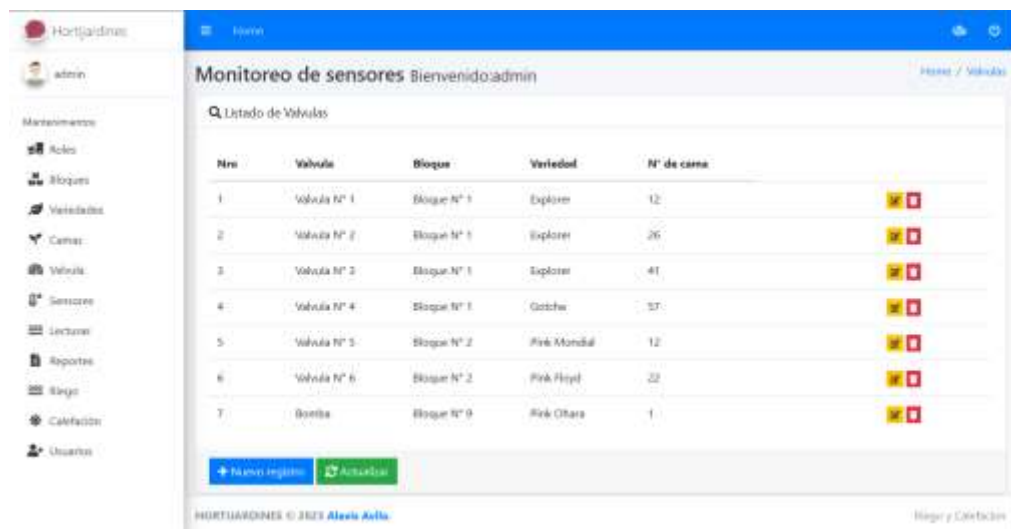


*Nota.* Fuente. Alexis Avila

El registro de camas nos facilita ubicar tanto las válvulas y los sensores.

**Figura 34**

*Registro de válvulas.*

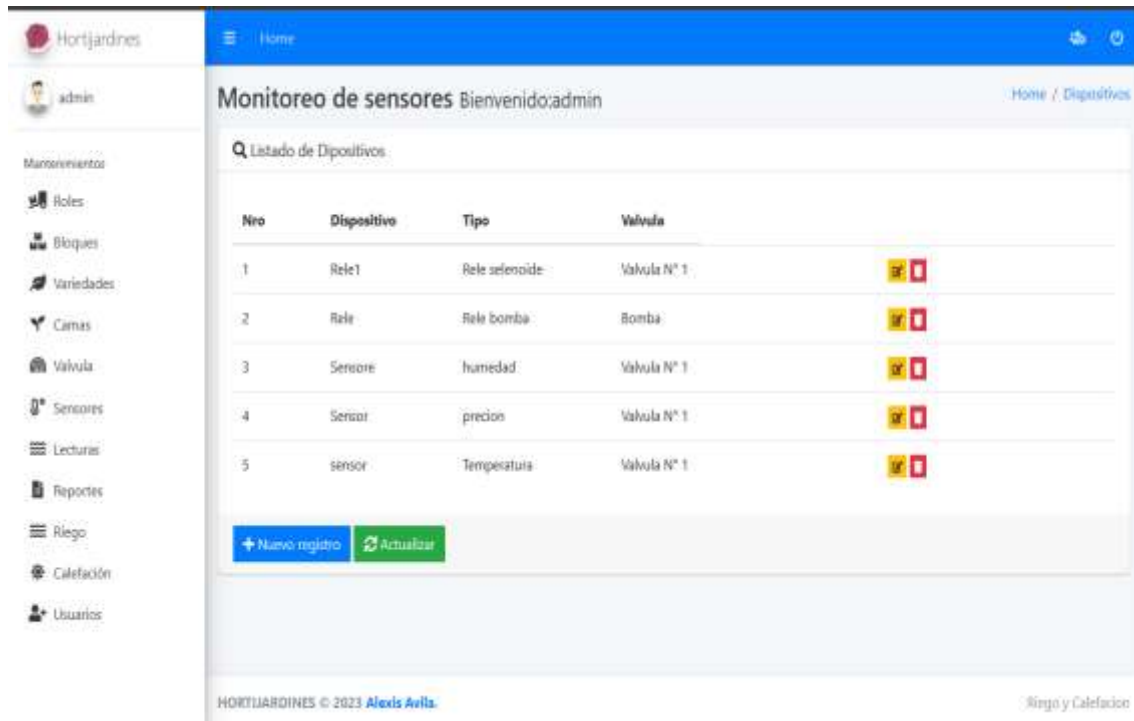


Nota. Fuente. Alexis Avila

Cada válvula podrá ser registrada con su respectivo bloque, variedad, y numero de cada.

### Figura 35

Registro de tipos de sensores.



Nro	Dispositivo	Tipo	Válvula
1	Relé1	Relé sensorizado	Válvula N° 1
2	Relé	Relé bomba	Bomba
3	Sensore	humedad	Válvula N° 1
4	Sensort	precion	Válvula N° 1
5	sensor	Temperatura	Válvula N° 1

Nota. Fuente. Alexis Avila

Una vez que se ingresa los datos relativos a los bloques, variedades, válvulas y número de camas, se inicia a el registro de los distintos dispositivos que se usarán en el sistema, tales como sensores y relés. Esto permite identificar cada una de las variantes climáticas de manera precisa y eficiente.

### 3.4. Modulo variantes climáticas

Dentro de este módulo, se puede visualizar cada una de las variantes climáticas, como la temperatura del clima, la humedad del suelo y temperatura, la presión del agua luminosidad del día, estos son factores muy importantes, los cuales facilitan a la toma de decisiones del invernadero.

**Tabla 37**

*Tabla de variantes climáticas adecuadas a la floricultura.*

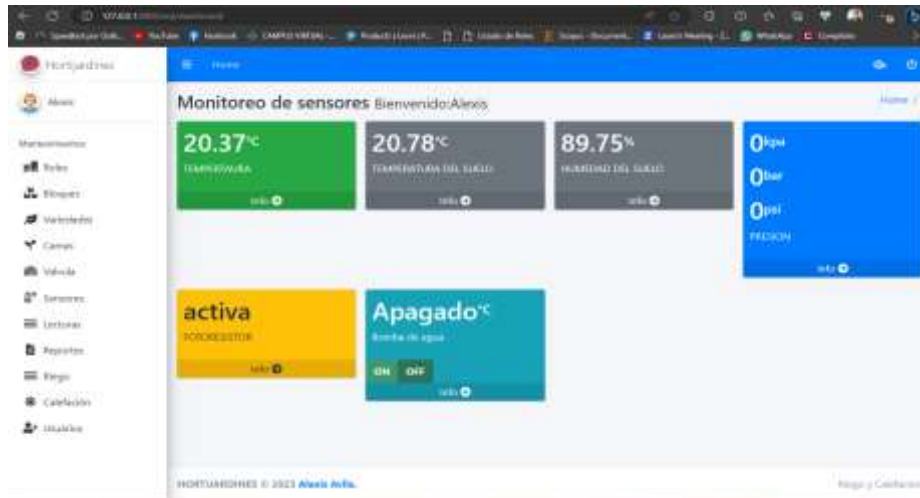
<b>Variantes climáticas</b>	<b>Valores</b>
Temperatura ambiente	18°C a 30°C
Temperatura del suelo	15°C a 16°C
Humedad relativa	70 a 90%

*Nota.* Fuente: Alexis Avila

Esta tabla permite saber cuáles son las condiciones climáticas a adecuadas del invernadero de rosas.

**Figura 36**

*Detección de las variantes climáticas.*



*Nota.* Fuente. Alexis Avila

Estos factores facilitan la obtención de datos a través de sensores. Además, dichos datos son transmitidos de manera inalámbrica utilizando el módulo Xbee, lo que optimiza el proceso de recolección y transmisión de información.

**Figura 37**

*Detección de las variantes climáticas.*



Nota. Fuente. Alexis Avila

La forma en que los factores climáticos influyen varía en función de la hora del día y la estación del año. Esta variación requiere una observación detallada y cuidadosa para comprender su impacto preciso.

### Figura 38

*Detección de datos de los sensores.*

Nro	Fecha	Hora	Temperatura	Temperatura del suelo	Humedad	Fotoresistor	Bomba
1	2 de agosto de 2023	19:42	18.94	20.08	46.39	6.49	activa
2	2 de agosto de 2023	19:42	19	20.07	46.49	6.28	activa
3	2 de agosto de 2023	19:42	19	20.08	46.58	6.44	activa
4	2 de agosto de 2023	19:42	19.12	20.08	46.55	6.24	activa
5	2 de agosto de 2023	19:42	19	20.08	46.62	6.3	activa
6	2 de agosto de 2023	19:42	19.12	20.07	46.58	6.34	activa
7	2 de agosto de 2023	19:42	19	20.06	46.55	6.46	activa
8	2 de agosto de 2023	19:42	18.94	20.08	46.49	6.24	activa
9	2 de agosto de 2023	19:43	18.94	20.07	46.39	6.46	activa
10	2 de agosto de 2023	19:43	19	20.07	46.23	6.31	activa

Nota. Fuente. Alexis Avila

La obtención de los datos de los sensores permite mantener un constante siguiente con las condiciones del invernadero.

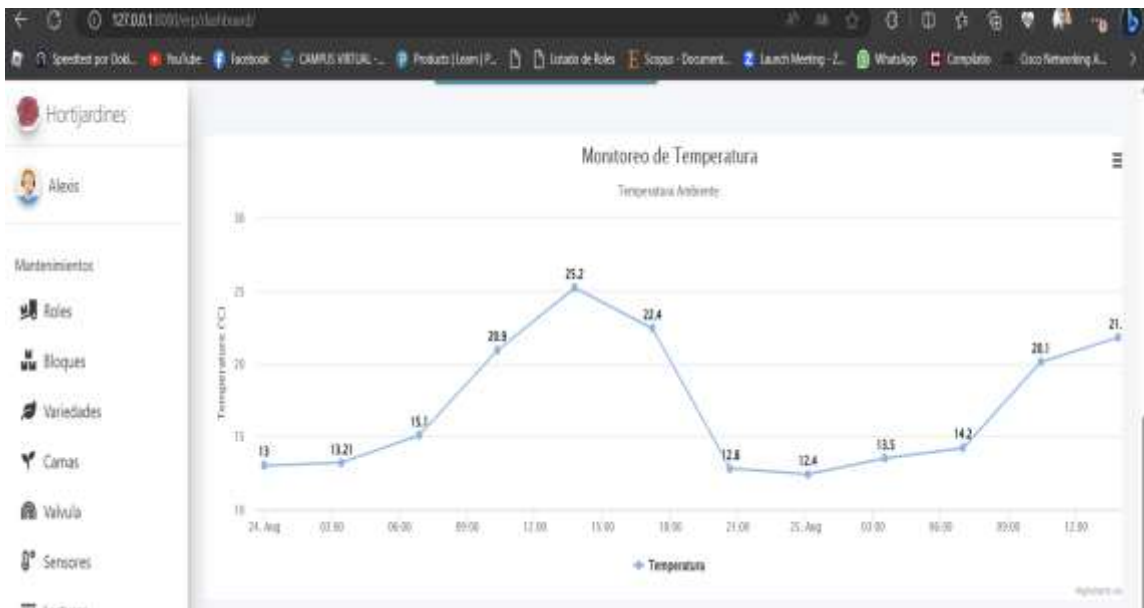
### 3.5. Análisis de resultados

#### 3.5.1. Humedad y Temperatura

Los resultados obtenidos del sistema de monitoreo climático, riego y calefacción del invernadero de rosas, desempeñaron un papel crucial, ya que se realizaron a lo largo de un periodo de 7 días, divididos en dos secciones. La primera sección implica la medición de la temperatura, se observó que los niveles máximos y mínimos de la temperatura ocurren en diferentes horarios: la temperatura mínima se registra alrededor de las 21:00 y las 3:00, mientras que la temperatura va aumentada desde las 6:00am, y su temperatura máxima cerca del mediodía (12:00). Estos resultados permiten analizar diversos factores, como la ubicación del invernadero y su dimensión

**Figura 39**

*Gráfico de temperatura del invernadero.*

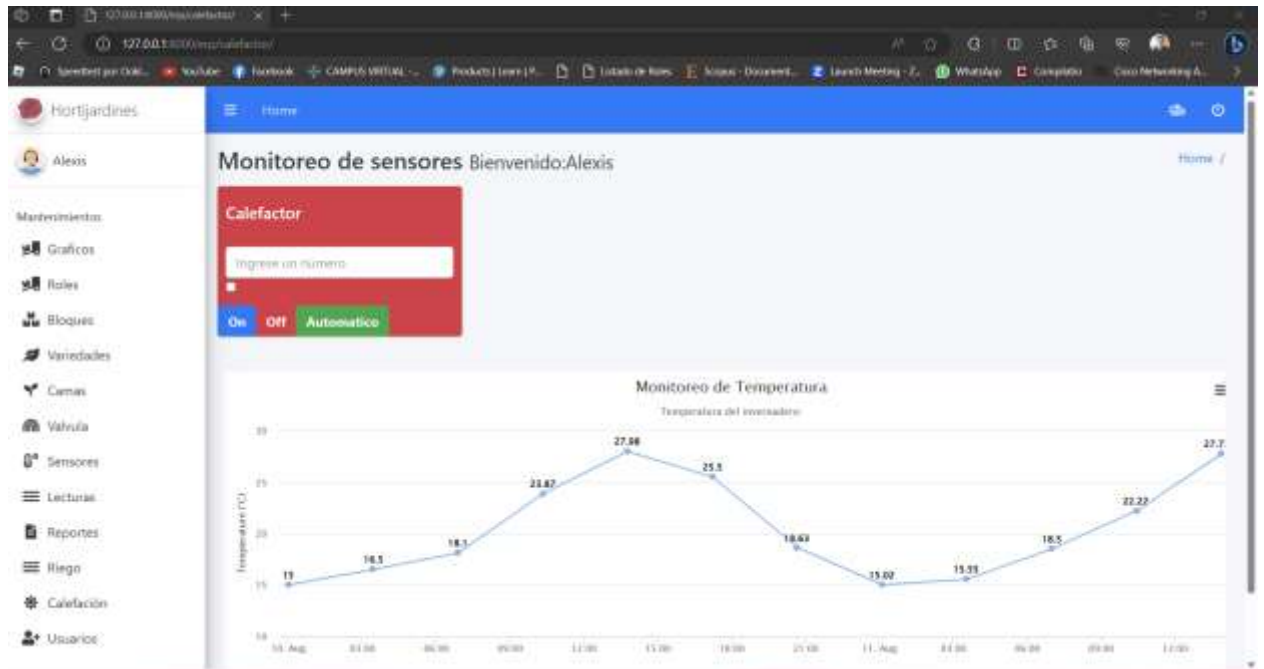


Nota. Fuente. Alexis Avila

La figura 40 podemos mostrar la interfaz del calefactor el cual encenderá o apagará.

**Figura 40**

*Interfaz de calefactor*



Nota. Fuente. Alexis Avila

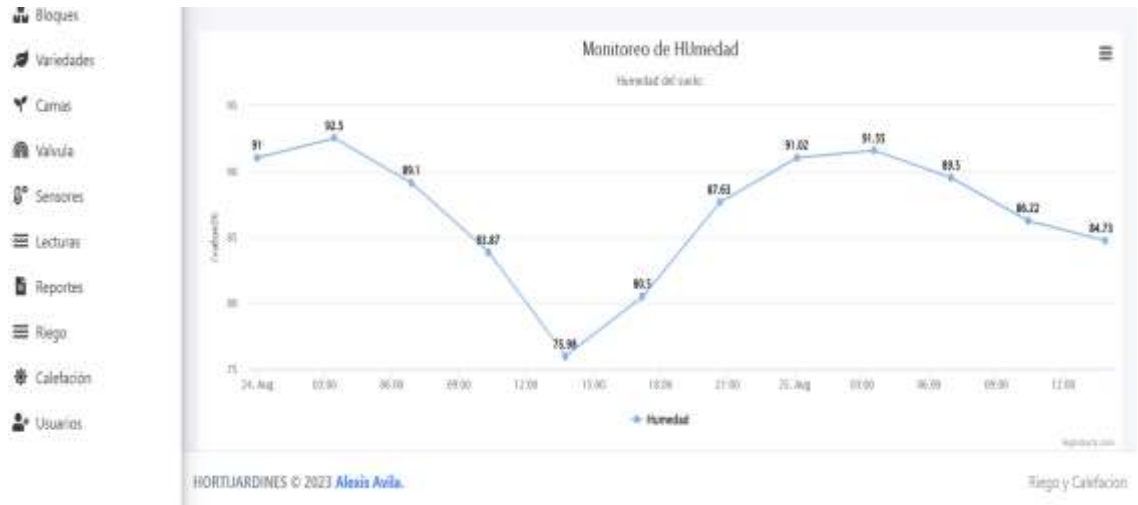
### 3.5.2. Humedad del suelo

El comportamiento de la humedad del suelo en el cultivo de flores ha sido monitorizado de manera sistemática, recogiendo datos en intervalos de una hora. Se ha observado que la humedad tiende a incrementar durante la mañana, alcanzando un pico del 75% alrededor de las 12:00. A

diferencia, durante el inicio de la noche y a lo largo de la madrugada, la humedad se mantiene en un alto nivel del 90%, observándose este comportamiento constante entre las 21:00 y las 3:00.

**Figura 41**

*Gráfico de Humedad del suelo.*



*Nota.* Fuente. Alexis Avila

### 3.5.3. Reportes de variantes climáticas

El sistema incorpora una función de generación de informes basada en los datos recopilados por los sensores. Estos informes pueden ser exportados en diversos formatos, incluyendo Excel y PDF. Además, se ha diseñado con la flexibilidad de permitir la impresión directa de estos documentos, facilitando así su revisión y análisis. En la figura 41 podemos apreciar los ítems de generar reportes.

**Figura 42**

*Interfaz de generar reportes.*

Nro	Fecha	Hora	Temperatura	Temperatura del suelo	Humedad	Presion	Fotoresistor
1.	7 de agosto de 2023	02:53	17.44	17.85	92.70	0.00	activo
2.	7 de agosto de 2023	02:53	17.56	17.86	92.69	0.00	activo
3.	7 de agosto de 2023	02:54	17.50	17.87	92.69	0.00	activo
4.	7 de agosto de 2023	02:54	17.44	17.86	92.70	0.00	activo
5.	7 de agosto de 2023	02:54	17.44	17.80	92.68	0.00	activo
6.	7 de agosto de 2023	02:54	17.56	17.86	92.88	0.00	activo
7.	7 de agosto de 2023	02:54	17.56	17.87	92.70	0.00	activo
8.	7 de agosto de 2023	02:54	17.56	17.84	92.67	0.00	activo

Nota. Fuente: Alexis Avila

Como se muestra en la figura 41 podemos apreciar el reporte en formato EXCEL.

**Figura 43**

*Formato Excel*

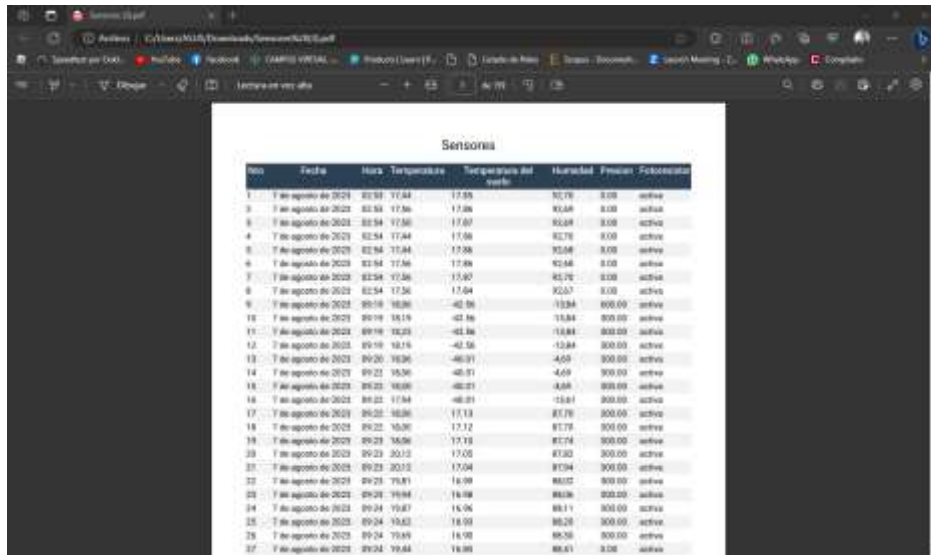
Nro	Fecha	Hora	Temperatura	Temperatura del suelo	Humedad	Presion	Fotoresistor
501	12 de agosto de 2023	12:29	1.762	38.78	8.125	34.45	100.00
502	12 de agosto de 2023	12:29	-11.700	38.75	8.125	35.45	100.00
503	12 de agosto de 2023	12:29	-11.700	38.75	8.125	34.40	100.00
504	12 de agosto de 2023	12:29	1.775	38.78	8.125	34.40	100.00
505	12 de agosto de 2023	12:29	1.775	38.75	8.125	35.20	100.00
506	12 de agosto de 2023	12:31	-11.700	-88.02	-400	17.16	100.00
507	12 de agosto de 2023	12:31	1.800	38.86	8.117	35.21	100.00
508	12 de agosto de 2023	12:31	-11.700	-88.02	-400	17.16	100.00
509	12 de agosto de 2023	12:31	1.800	38.92	8.107	34.40	100.00
510	12 de agosto de 2023	12:31	1.780	-88.02	-400	17.16	100.00
511	12 de agosto de 2023	12:31	1.812	38.80	8.114	35.21	100.00
512	12 de agosto de 2023	12:31	1.875	-88.02	-400	17.16	100.00
513	12 de agosto de 2023	12:31	1.899	38.67	-400	15.89	100.00
514	12 de agosto de 2023	12:31	1.812	-88.15	-400	15.89	100.00
515	12 de agosto de 2023	12:31	-11.700	-88.02	-400	14.21	100.00
516	12 de agosto de 2023	12:34	1.817	38.10	8.044	35.61	100.00
517	12 de agosto de 2023	12:34	1.812	38.10	8.055	36.00	100.00
518	12 de agosto de 2023	12:34	-11.700	-88.02	-400	15.89	100.00
519	12 de agosto de 2023	12:34	1.829	37.08	8.056	35.21	100.00
520	12 de agosto de 2023	12:34	1.880	37.29	8.060	36.00	100.00
521	12 de agosto de 2023	12:34	1.800	-88.02	-400	17.16	100.00
522	12 de agosto de 2023	12:34	-11.700	-88.02	-400	15.89	100.00
523	12 de agosto de 2023	12:34	1.831	37.08	8.043	35.21	100.00
524	12 de agosto de 2023	12:34	1.901	37.10	8.060	36.00	100.00
525	12 de agosto de 2023	12:34	1.800	-88.02	-400	15.89	100.00
526	12 de agosto de 2023	12:34	-11.700	-88.02	-400	15.89	100.00
527	12 de agosto de 2023	12:34	1.825	37.14	8.091	35.21	100.00
528	12 de agosto de 2023	12:34	1.800	37.14	8.108	34.62	100.00
529	12 de agosto de 2023	12:34	1.800	37.10	8.105	34.62	100.00
530	12 de agosto de 2023	12:34	1.761	-88.02	-400	15.89	100.00

Nota. Fuente: Alexis Avila

En la figura 42 se muestra el reporte en formato PDF.

### Figura 44

Reporte PDF



The image shows a PDF report titled "Sensormi" displayed in a browser window. The report contains a table with 27 rows of sensor data. The columns are: No, Fecha, Hora, Temperatura, Temperatura del suelo, Humedad, Presion, and Poblacion. The data shows a clear downward trend in temperature and humidity over time, with a significant drop in temperature around August 20th.

No	Fecha	Hora	Temperatura	Temperatura del suelo	Humedad	Presion	Poblacion
1	7 de agosto de 2023	02:33	17.44	17.55	92.70	0.00	activa
2	7 de agosto de 2023	02:33	17.36	17.36	92.69	0.00	activa
3	7 de agosto de 2023	02:54	17.30	17.07	92.68	0.00	activa
4	7 de agosto de 2023	02:54	17.34	17.06	92.70	0.00	activa
5	7 de agosto de 2023	02:54	17.34	17.08	92.69	0.00	activa
6	7 de agosto de 2023	02:54	17.36	17.08	92.68	0.00	activa
7	7 de agosto de 2023	02:58	17.36	17.07	92.70	0.00	activa
8	7 de agosto de 2023	02:54	17.30	17.04	92.67	0.00	activa
9	7 de agosto de 2023	00:19	18.08	-42.36	13.84	000.00	activa
10	7 de agosto de 2023	00:19	18.15	-42.36	13.84	000.00	activa
11	7 de agosto de 2023	00:19	18.23	-42.36	13.84	000.00	activa
12	7 de agosto de 2023	00:19	18.15	-42.36	13.84	000.00	activa
13	7 de agosto de 2023	00:20	18.36	-46.97	4.65	000.00	activa
14	7 de agosto de 2023	00:22	18.30	-46.97	4.65	000.00	activa
15	7 de agosto de 2023	00:22	18.09	-46.97	4.65	000.00	activa
16	7 de agosto de 2023	00:22	17.94	-46.97	4.65	000.00	activa
17	7 de agosto de 2023	00:22	18.00	17.13	87.70	000.00	activa
18	7 de agosto de 2023	00:22	18.30	17.12	87.70	000.00	activa
19	7 de agosto de 2023	00:23	18.59	17.10	87.74	000.00	activa
20	7 de agosto de 2023	00:23	20.12	17.00	87.82	000.00	activa
21	7 de agosto de 2023	00:23	20.12	17.04	87.94	000.00	activa
22	7 de agosto de 2023	00:23	19.87	16.99	88.02	000.00	activa
23	7 de agosto de 2023	00:24	19.84	16.98	88.09	000.00	activa
24	7 de agosto de 2023	00:24	19.87	16.96	88.11	000.00	activa
25	7 de agosto de 2023	00:24	19.83	16.99	88.20	000.00	activa
26	7 de agosto de 2023	00:24	19.85	16.98	88.20	000.00	activa
27	7 de agosto de 2023	00:24	19.84	16.98	88.21	0.00	activa

Nota. Fuente: Alexis Avila

## CONCLUSIONES

El conocimiento adquirido sobre nuevas tecnologías aplicables al sector florícola ha sido recibido con entusiasmo, gracias a la facilitación en la recopilación de datos sobre variables climáticas. Esta ventaja ha favorecido una mejor producción al permitir un seguimiento continuo y efectivo del estado del invernadero.

Hemos podido implementar con éxito el sistema en nuestro cultivo de rosas, ubicado en el sector de Santa Clara en Cayambe, dentro de la finca Hortijardines S.A. Para la comunicación entre todos los dispositivos electrónicos, utilizamos la red ZigBee, conocida por su eficacia en este tipo de aplicaciones. Además, tanto el hardware como el software implementado son de código abierto, lo que ha contribuido a reducir los costos de implementación.

En cuanto a la interfaz gráfica, se optó por desarrollar un sistema web para visualizar las variables climáticas, captadas gracias a la comunicación de los sensores. Dicho sistema puede ser accedido desde cualquier navegador web, lo que facilita la observación continua de variables como la temperatura ambiente, la temperatura del suelo, la humedad del suelo y la presión del agua de riego en el cultivo de rosas. Esto nos ha proporcionado criterios más sólidos para la toma de decisiones sobre el cultivo.

Finalmente, los datos obtenidos de los sensores han permitido implementar diversas correcciones en la gestión de la humedad del suelo, facilitando la mantención de un rango de humedad estable, óptimo para la producción de rosas y el invernadero. Como resultado, se ha reducido la incidencia de botrytis en las rosas, mejorando así la calidad de la producción.

## RECOMENDACIONES

Es fundamental que consideremos la implementación completa de este sistema en todos los invernaderos de la finca. Esto elevaría la producción de rosas, sino que también permitirá un monitoreo constante y preciso de las variables climáticas en cada uno de los invernaderos. Esto abarcaría desde la optimización del riego hasta la implementación de medidas preventivas contra enfermedades como la botrytis.

Es imprescindible seleccionar un calefactor que se ajuste adecuadamente a las dimensiones de cada invernadero, ya que esto garantiza una distribución de calor eficiente y homogénea en todo el espacio. No sólo se trata de la elección del calefactor correcto, sino también de su ubicación estratégica dentro del invernadero para maximizar su efectividad y evitar el desperdicio de energía térmica.

Es importante posicionar los sensores en una ubicación estratégica que proporcionen información precisa y relevante del invernadero. Además, los componentes electrónicos deben ser adecuadamente resguardados y aislados de la humedad y el polvo. Ambos elementos representan amenazas potenciales que pueden ocasionar daños significativos a los circuitos.

Finalmente, es imprescindible que cada usuario registrado en el sistema reciba una capacitación adecuada sobre el manejo y los módulos que utilizará. Este enfoque de capacitación personalizada permitirá prevenir fallos y asegurará un uso óptimo del sistema, evitando errores o malentendidos que puedan surgir con la interfaz y sus funcionalidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amazon. (2023). *Amazon[fotografi]*. Obtenido de Amazon: <https://www.amazon.com/-/es/HK1100C-presi%C3%B3n-Transductor-transmisi%C3%B3n-DC0-5-4-5V/dp/B08PC5HPR4>
- Arduino. (2021). *Arduino[Fotografía]*. Obtenido de Arduino: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3?selectedStore=us>
- Banafa, A. (14 de Octubre de 2021). *OPenMindBBVA[Fotografía]*. Obtenido de OPenMindBBVA: <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/convergencia-internet-de-las-cosas-y-5g/>
- Betancourt, F., & Suescún, D. (2021). SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UNA FINCA AGRÍCOLA EXPERIMENTAL. *RISTI*.
- blogspot[fotografía]*. (2015). Obtenido de blogspot.
- Carmona, G. (2021). base de datos. En G. Carmona, & I. y., *Aplicaciones informaticas de base de datos relacionales ADGS0108* (pág. 2). ic editorial.
- Castro Silva, J. A. (15 de Enero de 2016). *Sistema de riego autónomo basado en la internet de las Cosas[Master, Universidad Internacional de la Roja]*. Obtenido de Sistema de riego autónomo basado en la internet de las Cosas: <https://core.ac.uk/download/pdf/224729263.pdf>
- Center, D. R. (31 de Mayo de 2022). *ORACLE*. Obtenido de ORACLE: <https://developer.oracle.com/es/learn/technical-articles/what-is-python>
- Chanchí Golondrino, G., Ospina Alarcón, M., & Saba, M. (Marzo de 2022). Sistema IoT para el monitoreo de variables climatológicas en cultivos de agricultura urban. *Revista Científica*, 257-271.

- Cruz, A. (s.f.). Django. En A. Cruz, *Primeros pasos Django* (pág. 7).
- DiGI. (s.f.). *XBee.cl*. Obtenido de XBee.cl: <https://xbee.cl/xbee-pro-zb-s2c-th/>
- Digi. (s.f.). *XBee.cl[Fotografía]*. Obtenido de XBee.cl: <https://xbee.cl/xbee-shield/>
- Guijarro Rodríguez, A., Cevallos Torres, L., Preciado Maila, D., & Zambrano Manzur, B. (19 de Mayo de 2018). Sistema de riego automatizado con. *Espacios*, 39(37), 27.
- Hueso, L. (2016). Definicion de base de datos y SGBD. En L. Hueso, *Administracion de sistema de gestor de base de datos* (Vol. segundo, pág. 10). Madrid: Ra-Ma editorial.
- Huillcen, H., Palomino, F., & Soria, I. (2022). Introduccion MySQL. En H. Huillcen, F. Palomino, I. Soria, & H. Huillcen (Ed.), *Introduccion a las bases de datos con MySQL* (pág. 1). Arequipa.
- Hydroenvironment. (2023). *Hydroenvironment[Fotografía]*. Obtenido de Hydroenvironment: [https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=417](https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=417)
- leantec. (s.f.). *leantecFotografía]*. Obtenido de leantec: <https://leantec.es/tienda/modulo-ldr-fotoresistencia-sensor-luz-lm393/>
- Lixinc. (2022). *circuits Diy[Fotografía]*. Obtenido de circuits Diy: <https://www.circuits-diy.com/pt100-rtd-sensor-module/>
- Lopez, M. (2019). Intenete de las cosas[Fotografía]. En M. Lopez, *Lopez, Manuel;* (pág. 7). Madris, España: RA-MA editorial.
- Mora Magallanes, H., & Rosa Pari, J. (2019). *Tesis [Tesis de Ingeniera]Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de Tesis: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2294/TESIS\\_MORA-ROSAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2294/TESIS_MORA-ROSAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Novillo, J., Hernández, D., Manzón, B., Molina, J., & Cárdenas, O. (2018). Arduino y el internet de las cosas. En J. Novillo, D. Hernández, B. Manzón, J. Molina, & O. Cárdenas, *Arduino y el internet de las cosas* (pág. 16). Área de innovación y desarrollo,S.L. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=FIlyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA14&dq=el+internet+de+las+cosas&ots=x99ayTGbOp&sig=AQ1mRIION134HFDMfX2pdTlb9MA#v=onepage&q=el%20internet%20de%20las%20cosas&f=false>
- Pizarro Pelaéz, J. (2019). Internet de las cosas(IoT) con arduino. En J. Pizarro Pelaéz, *Internet de las cosas(IoT) con arduino* (págs. 3-5). Madrid: Paranifo.
- Pizarro, J. (2020). Rele[fotografía]. En J. Pizarro, *internet de las cosas(IoT) con ESP* (pág. 7). Madrid: Ediciones paraninfo,SA.
- Plastoimedia. (s.f.). *Didacticaselectronicas[fotografía]*. Obtenido de Didacticaselectronicas: <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/temperatura/sensor-de-temperatura-y-humedad-digital-sht10-sht10-sensores-de-temperatura-y-humedad-y-temperatura-sht10-con-sonda-dfrobot-detail>
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2021). Internet de las cosas. En J. Salazar, & S. Silvestre, *Internet de las cosas* (pág. 7). TechPedia. Obtenido de [https://psm.fei.stuba.sk/pages/95/LM08\\_F\\_ES.pdf](https://psm.fei.stuba.sk/pages/95/LM08_F_ES.pdf)
- Trotec. (2023). *Trotec[Fotografía]*. Obtenido de Trotec: <https://es.trotec.com/shop/calefactor-electrico-teh-100.html>
- Valdés, E., Collado, E., & Sáez, Y. (Julio de 2020). Sistema basado en IoT para monitoreo de temperatura. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1.

# ANEXOS

## Anexo I: Certificación antiplagio

<b>Turnitin Informe de Originalidad</b>	
Procesado el: 24-ago.-2023 17:34 -05 Identificador: 2145252439 Número de palabras: 12213 Entregado: 7	
Revision8 Por ALEXIS GUILLERMO AVILA ARAQUE	
<b>Índice de similitud</b> <b>8%</b>	<b>Similitud según fuente</b> Internet Sources: 8% Publicaciones: 0% Trabajos del estudiante: 5%

1% match (trabajos de los estudiantes desde 30-may.-2021) <a href="#">Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2021-05-30</a>
1% match (Internet desde 11-ago.-2023) <a href="https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/1053/1/TESIS%20EDWIN%20D%20c%81VILA.pdf">https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/1053/1/TESIS%20EDWIN%20D%20c%81VILA.pdf</a>
1% match (Internet desde 18-oct.-2010) <a href="http://dcmspeakers.com/manuals/SAT2_Manual.pdf">http://dcmspeakers.com/manuals/SAT2_Manual.pdf</a>
1% match (trabajos de los estudiantes desde 20-nov.-2022) <a href="#">Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO on 2022-11-20</a>
1% match (Internet desde 15-ene.-2018) <a href="http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3648/CASTRO%20SILVA%2c%20JUAN%20ANTONIO.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1">http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3648/CASTRO%20SILVA%2c%20JUAN%20ANTONIO.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1</a>
1% match () <a href="#">Mora Magallanes, Hansell Valmir, Rosas Pari, José Luis. "Diseño, desarrollo e implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el control, monitoreo y toma de decisiones aplicado en la agricultura de precisión basado en internet de las cosas (IOT). – Caso de estudio cultivo de frijol", 'Baishideng Publishing Group Inc.', 2019</a>
< 1% match (Internet desde 11-ago.-2023) <a href="https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/1046/1/TESIS%20ROBERTO%20COLLAGUAZO.pdf">https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/1046/1/TESIS%20ROBERTO%20COLLAGUAZO.pdf</a>
< 1% match (trabajos de los estudiantes desde 10-jul.-2022) <a href="#">Submitted to Universidad Señor de Sipan on 2022-07-10</a>
< 1% match (Internet desde 18-may.-2023) <a href="http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/5326/T033_70137121_T%20.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1">http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/5326/T033_70137121_T%20.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1</a>
< 1% match (Internet desde 15-ene.-2023) <a href="https://oa.upm.es/cgi/exportview/institution/ETSI=5FInformatica/Inteligencia=5FArtificial/RIS/ETSI=5FInformatica_Inteligencia=5FArtificia">https://oa.upm.es/cgi/exportview/institution/ETSI=5FInformatica/Inteligencia=5FArtificial/RIS/ETSI=5FInformatica_Inteligencia=5FArtificia</a>
< 1% match (Internet desde 15-may.-2023) <a href="http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38419/1/t2241te.pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38419/1/t2241te.pdf</a>
< 1% match (Internet desde 11-dic.-2020)

## Anexo II: Certificado de aceptación del cliente



Cayambe, 8 de agosto del 2023.


### CERTIFICACIÓN

#### A quien corresponda:

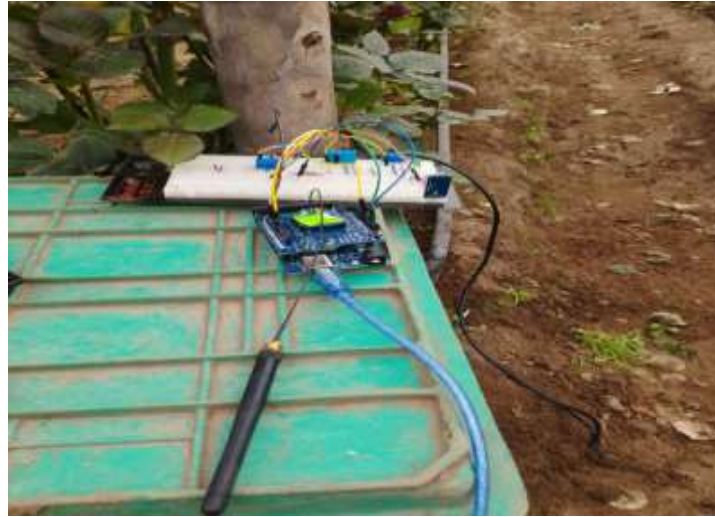
Certifico que. - El señor ALEXIS GUILLERMO AVILA ARAQUE con cedula de ciudadanía # 1004776801, realizo la entrega del proyecto **"SISTEMA DE RIEGO, CALEFACCIÓN AUTOMATIZADOS Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES, MEDIANTE IOT EN INVERNADEROS DEL SECTOR FLORICOLA, PARA LA EMPRESA HORTIJARDINES S.A.**, que se desarrolló con beneficio de la finca.

Es grato informar que el sistema web culminado tuvo un alto agrado de satisfacción dentro de la finca. Cumpliendo con todos los requisitos establecidos, demostrando su capacidad profesional y compromiso en el desarrollo del proyecto.

Atentamente,

  
Ing. Gustavo Cordovez  
GERENTE GENERAL  
HORTIJADINES S.A.  
Telf. Oficina: 3614175

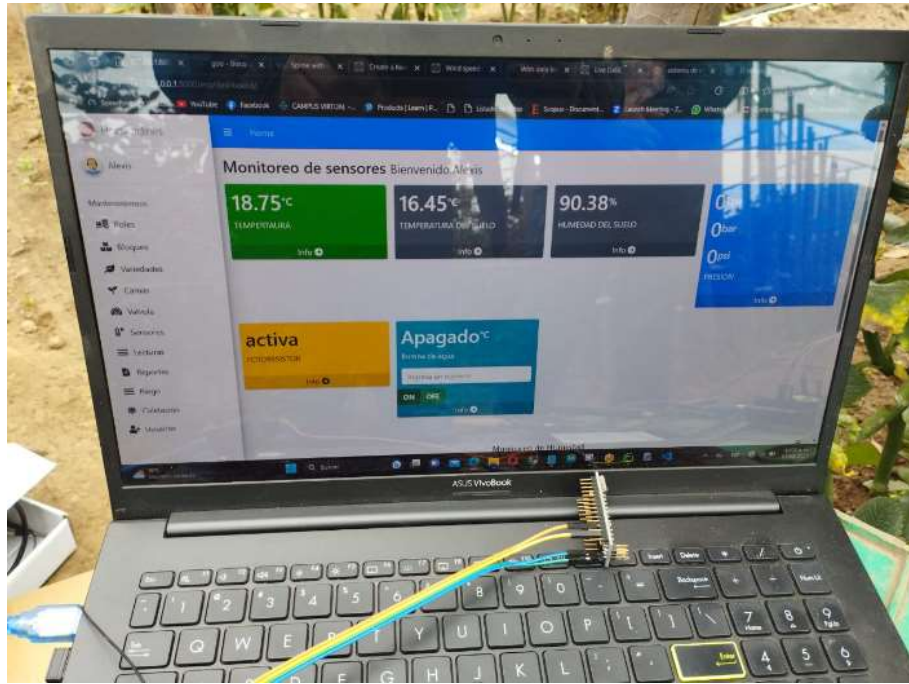
### Anexo III: Prueba de sensores



### Instalación de los sensores



## Anexo IV: Obtención de las variantes climáticas del invernadero



## Instalación del sensor de Presión



## Supervisión de la instalación



## Anexo V: Armado de los sensores y con el microcontrolador

