



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

ESCUELA DE INFORMÁTICA

PROYECTO TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) DE SOFTWARE

**“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA IOT PARA LA
AUTOMATIZACIÓN DE CULTIVO INVERNADERO DE TERRAVERDE
DE COTUÍ EN EL PERIODO 2021-2022”**

SUSTENTANTE:

ESTEFANIA PERALTA FERREIRAS

2017-0173

ASESOR:

Lic. Luis Núñez, MSC

Santo Domingo, Rep. Dom.

Noviembre 2021

Los conceptos emitidos en el presente
trabajo de investigación son de la
exclusiva responsabilidad de quien(s) los
sustentan.

**Tema: “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA IOT PARA
LA AUTOMATIZACIÓN DE CULTIVO INVERNADERO DE
TERRAVERDE DE COTUÍ EN EL PERIODO 2021-2022.”**

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	III
RESUMEN EJECUTIVO	IV
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. SISTEMAS INFORMÁTICOS.....	5
1.1.1. <i>Concepto de Sistema informático</i>	5
1.1.2. <i>Componentes de un sistema informático</i>	5
1.2. COMPUTACIÓN UBICUA	7
1.3. INTERNET DE LAS COSAS (IoT)	9
1.3.1. <i>Arquitectura IoT (Internet of Things)</i>	10
1.4. ANTECEDENTES DE IOT	12
1.5. IOT EN LA AGRICULTURA	14
1.5.1. <i>Muestras de agricultura inteligente aplicadas</i>	16
1.6. RESUMEN CAPÍTULO I.....	22
CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO.....	23
2. INTRODUCCIÓN	24
2.1. CONCEPTO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
2.2.1. <i>Investigación documental</i>	27
2.2.2. <i>Investigación cuantitativa</i>	28
2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
2.3.1. <i>Encuesta</i>	29
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
2.4.1. <i>Población</i>	30
2.4.2. <i>Muestra</i>	30
2.5. FORMA DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	31
2.5.1. <i>Tabulación</i>	31
2.5.2. <i>Gráficas</i>	31
2.6. RESUMEN CAPÍTULO II.....	32
CAPITULO III: ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL DE TERRAVERDE	33
3. INTRODUCCIÓN	34
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	34
3.2. HISTORIA DE TERRAVERDE	35
3.3. MISIÓN	35
3.4. VISIÓN	35
3.5. VALORES.....	36
3.6. ANÁLISIS FODA DE TERRAVERDE.....	37
3.7. IMPACTO	38

3.8.	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	38
3.8.1.	<i>Introducción</i>	38
3.8.2.	<i>Presentación y análisis de los resultados de la encuesta</i>	38
3.8.3.	<i>Análisis general</i>	50
3.9.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	51
3.9.1.	<i>Introducción</i>	52
3.9.2.	<i>Propósito</i>	52
3.9.3.	<i>Innovación del producto propuesto</i>	52
3.9.4.	<i>Análisis de factibilidad técnica</i>	53
3.9.5.	<i>Factibilidad operativa</i>	55
3.9.6.	<i>Factibilidad económica</i>	56
3.9.7.	<i>Análisis costos-beneficios</i>	57
3.9.8.	<i>Beneficios del sistema</i>	60
3.9.9.	<i>Retorno de inversión</i>	61
3.9.10.	<i>Conclusión</i>	62
3.10.	DOCUMENTO VISIÓN	63
3.10.1.	<i>Introducción</i>	66
3.10.2.	<i>Propósito</i>	66
3.10.3.	<i>Alcance</i>	66
3.10.4.	<i>Definiciones, Acrónimos y Abreviaciones</i>	66
3.10.5.	<i>Referencias</i>	67
3.10.6.	<i>Resumen del documento visión</i>	67
3.10.7.	<i>Metodología a utilizar</i>	68
3.10.8.	<i>Fases de metodología RUP</i>	69
3.10.9.	<i>Posicionamiento</i>	70
3.10.10.	<i>Modelo organizacional del negocio</i>	71
3.10.11.	<i>Definición del problema</i>	71
3.10.12.	<i>Posición del Producto</i>	72
3.10.13.	<i>Descripción de los stakeholders</i>	73
3.10.14.	<i>Stakeholders</i>	73
3.10.15.	<i>Entorno del Usuario</i>	80
3.10.16.	<i>Organigrama de la organización</i>	81
3.10.17.	<i>Descripción del producto</i>	82
3.10.18.	<i>Modelo del negocio</i>	82
3.10.19.	<i>Resumen de los beneficios del sistema</i>	83
3.10.20.	<i>Supuestos y dependencias</i>	83
3.10.21.	<i>Costos y Precios</i>	83
3.10.22.	<i>Descripción del Producto</i>	86
3.10.23.	<i>Restricciones</i>	87
3.10.24.	<i>Estándares aplicables</i>	87
3.10.25.	<i>Características del sistema</i>	87
3.10.26.	<i>Requerimientos de Desempeño</i>	87
3.10.27.	<i>Requerimientos de Documentación</i>	88
3.10.28.	<i>Requerimientos de Hardware y Software</i>	88
3.10.29.	<i>Manual de Usuario</i>	89
3.10.30.	<i>Ayuda en línea</i>	90
3.10.31.	<i>Guías de Instalación, Configuración y documentos</i>	90
3.11.	ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (SRS)	92

3.11.1.	<i>Introducción</i>	95
3.11.2.	<i>Propósito</i>	95
3.11.3.	<i>Alcance</i>	95
3.11.4.	<i>Definiciones, Siglas y Abreviaciones</i>	96
3.11.5.	<i>Referencias</i>	96
3.11.6.	<i>Visión General del Documento</i>	97
3.11.7.	<i>Descripción General</i>	97
3.11.8.	<i>Perspectiva del Producto</i>	97
3.11.9.	<i>Funcionalidades del producto</i>	97
3.11.10.	<i>Módulo de gestión de cuentas</i>	98
3.11.11.	<i>Módulo de notificaciones</i>	98
3.11.12.	<i>Características del usuario</i>	98
3.11.13.	<i>Restricciones Generales</i>	98
3.11.14.	<i>Suposiciones y Dependencias</i>	99
3.11.15.	<i>Requerimientos Específicos</i>	99
3.11.16.	<i>Interfaces de Usuario</i>	99
3.11.17.	<i>Interfaces de Hardware</i>	99
3.11.18.	<i>Interfaces de Software</i>	100
3.11.19.	<i>Interfaces de Comunicación</i>	100
3.11.20.	<i>Requisitos Funcionales</i>	100
3.11.21.	<i>Gestión de Notificaciones</i>	103
3.11.22.	<i>Requisitos No Funcionales</i>	105
3.11.23.	<i>Información a tener en cuenta</i>	109
3.11.24.	<i>Especificación de Caso de Uso</i>	110
3.12.	DIAGRAMA DE DOMINIO	131
3.13.	RESUMEN CAPITULO III	133
CAPITULO IV: DISEÑO DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA IOT PARA LA AUTOMATIZACION DE CULTIVO INVERNADERO DE TERRAVERDE		134
4.	INTRODUCCIÓN	135
4.1.	DISEÑO DEL SISTEMA	135
4.2.	DIAGRAMA DE CLASES	137
4.3.	DIAGRAMAS DE SECUENCIA	138
4.4.	DIAGRAMAS ENTIDAD-RELACIÓN DEL SISTEMA GREENSENSORS	144
4.5.	DISEÑO PRELIMINAR	145
4.5.1.	<i>Inicio de sesión</i>	148
4.5.2.	<i>Registro de usuario</i>	149
4.5.3.	<i>Página Principal</i>	152
4.5.4.	<i>Configuración</i>	155
4.6.	FIABILIDAD DE SISTEMA	160
4.7.	RESUMEN CAPÍTULO IV	161
CONCLUSIONES		162
RECOMENDACIONES		165
BIBLIOGRAFIAS		166
ANEXOS		169
ANEXO 1: MODELO DE ENCUESTA		169

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1. TABLA DE SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 8.....	49
TABLA 3.2. <i>TABLA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE PARA DESARROLLO</i>.....	54
TABLA 3.3. TABLA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SOFTWARE PARA DESARROLLO	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS EN EL AMBIENTE	8
FIGURA 1.2. ARQUITECTURA EMPRESARIAL CON CAPAS POR IOT	10
FIGURA 1.3. ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA INTELIGENTE EN TODO EL MUNDO	15
FIGURA 1.4. IRRISPRAY-FIXED- I WATERING IRRIGATION SYSTEM	17
FIGURA 1.5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA AGRICULTURA INTEGRADA.....	18
FIGURA 1.6. ARQUITECTURA CROPX	19
FIGURA 1.7. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	20
FIGURA 2.1. PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	26
FIGURA 2.2. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	27
FIGURA 3.1. LOGO TERRAVERDE (TERRA VERDE, 2020).....	34
FIGURA 3.2. GÉNERO DE LOS ENCUESTADOS	39
FIGURA 3.3. EDAD DE LOS ENCUESTADOS.....	39
FIGURA 3.4. CONFORMACIÓN DE LOS ENTREVISTADOS.....	40
FIGURA 3.5. SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 1	41
FIGURA 3.6. SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 2	42
FIGURA 3.8. SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 4	44
FIGURA 3.9. SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 5	45
FIGURA 3.10. SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 6	46
FIGURA 3.11. SUMA DE RESPUESTAS A LA PREGUNTA 7	47
FIGURA 3.12. ESTRUCTURA DEL RUP (RATIONAL UNIFIED PROCESS)	69
FIGURA 3.13. ORGANIGRAMA	81
FIGURA 3.14. MODELO ORGANIZACIONAL DEL NEGOCIO	82
FIGURA 3.15. DIAGRAMA DE CASOS DE USO GENERAL.....	110
FIGURA 3.16. DIAGRAMA DE CASOS DE USO PARA GESTIÓN DE CUENTAS	111
FIGURA 3.16. DIAGRAMA DE CASOS DE USO PARA GESTIÓN DE NOTIFICACIONES	121
FIGURA 3.17. DIAGRAMA DE DOMINIO DEL SISTEMA GREENSENSORS	131
FIGURA 4.1: DIAGRAMA DE ARQUITECTURA	136
FIGURA 4.2. DIAGRAMA DE CLASES	137
FIGURA 4.3. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO CREAR CUENTAS.....	138
FIGURA 4.4. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO EDITAR CUENTA	139
FIGURA 4.5. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO ELIMINAR CUENTA	140

FIGURA 4.6. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO CREAR CICLO CULTIVO	140
FIGURA 4.7. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO CONFIGURAR NOTIFICACIONES	141
FIGURA 4.8. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO REGISTRAR CULTIVO.....	142
FIGURA 4.9. DIAGRAMA DE SECUENCIA PARA EL CASO DE USO ENVIAR NOTIFICACIÓN	143
FIGURA 4.10. DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN	144
FIGURA 4.11. LOGO.....	145
FIGURA 4.12. ICONO DE ESCRITORIO	146
FIGURA 4.13. PANTALLA DE INICIO	147
FIGURA 4.14. INICIO DE SESIÓN	148
FIGURA 4.15. REGISTRO DE USUARIO	149
FIGURA 4.16. PANEL DE INDUCCIÓN	150
FIGURA 4.17. PANEL DE INDUCCIÓN	151
FIGURA 4.18. PÁGINA PRINCIPAL.....	152
FIGURA 4.19. PANTALLA PARA CREAR CICLO DE CULTIVO.....	153
FIGURA 4.20. PÁGINA PRINCIPAL.....	154
FIGURA 4.21. AJUSTES	155
FIGURA 4.22. RESUMEN DE CUENTA DE USUARIO	156
FIGURA 4.23. AGREGAR DISPOSITIVO	157
FIGURA 4.24. VINCULANDO DISPOSITIVO	158
FIGURA 4.25. CONFIRMACIÓN DE DISPOSITIVO	159

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, le doy las gracias a mis padres, Nidia A. Ferreiras y Socrates B. Peralta, por haberme dado la vida y criarme, proporcionando a mi vida amor, apoyo, sabiduría y oportunidades gracias al arduo trabajo y esfuerzo. El nivel de amor que les tengo es incuantificable e infinito.

A mis abuelas, Sofía Ferreiras y Marcia Peralta, quienes las considero como segundas madres gracias al nivel de amor, atención y cariño que he recibido. Siempre han estado presente en mi vida y que siempre lo estarán en mi corazón.

A mis tíos, Willy Salazar y Giovanni de la Rosa, quienes han sido una de las principales fuentes de inspiración siendo egresados de la Universidad APEC en Ingeniería. La sabiduría y el apoyo incondicional, les estaré eternamente agradecida.

A mis tías, Eridania Genao y Edis de la Rosa, quienes siempre han formado parte de mi vida y el amor, el apoyo y el cariño que me han brindado les guardo en mi corazón un amor incondicional.

A mis mejores amigos los llamados “Los Nebulosos”, Arianna, Erick, Ana, Miguel, Winston, Brian, Carla, Steven, Alexander, Chantal, Josbel y Luis, desde el cuatrimestre Enero-abril del año 2017 hemos estado juntos cursando la carrera y la bonita amistad que se ha formado, les agradezco por llegar a mi vida. Espero que nuestra amistad perdure a lo largo de los años.

Finalmente, pero no menos importante, quien ha contribuido grandemente a este trabajo de grado, a mi asesor, el ingeniero Luis Núñez, quien me brindó todo el conocimiento, consejos y sabidurías necesarias para desarrollar y completar este trabajo de grado. Mi agradecimiento y admiración la tendrá.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de grado y todos mis logros a mis padres, por todo el esfuerzo y sacrificio para que yo esté dónde estoy.

Finalmente a la universidad APEC y a la comunidad de profesores por contribuir en mi formación profesional de la carrera de ingeniería de software y en las buenas condiciones en la que puede estudiar.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de grado incorpora el análisis y diseño de un sistema IoT para la automatización de cultivo invernadero de Terraverde.

Se presenta el diseño de una plataforma que monitorea el cultivo, la temperatura y la humedad a través de sensores conectados a una red inalámbrica que transmite los datos emitidos al dispositivo móvil del usuario que posee una cuenta activa en la aplicación del sistema. En dicha aplicación, el usuario podrá ver el estado actual del cultivo y el ambiente del invernadero en forma de dashboard.

En el caso de Terraverde, no poseen un proceso automatizado que les permita monitorear y controlar los niveles de temperatura, de humedad y el desarrollo de la siembra en los invernaderos. Esta situación se intensifica al conocer una herramienta que comunique automáticamente los desniveles de ambiente del invernadero que pueda afectar el correcto desarrollo del cultivo.

Debido a esta necesidad, se ha desarrollado este trabajo de grado, proponiendo agilizar el método de control de temperatura y humedad actual y prevenir el sobre calentamiento y condensación al diseñar un sistema IoT robusto, seguro y eficiente que permita generar automáticamente notificaciones sobre las variaciones de los niveles de temperatura y humedad dentro del invernadero. Para esta propuesta se utilizó la metodología del Proceso Unificado de Desarrollo de Software en RUP (Rational Unified Process, por sus siglas en inglés), la cual consiste en un desarrollo iterativo e incremental, dirigido por casos de uso y centrado en la arquitectura del sistema.

Por un lado, la problemática fue comprobada gracias a la encuesta realizada a los agricultores y al CEO de Terraverde, la cual consistió en un total de 9 preguntas, 8 cerradas y 1 abiertas basadas en la valoración de Likert (Ilanthennal Kandasamy, Indeterminate Likert scale, 2019). El cuestionario fue proporcionado a la muestra del estudio, la cual resultaba a 10 participantes determinados mediante muestreo probabilístico aleatorio simple para poblaciones finitas.

En cambio, el análisis de los datos capturados por la encuesta demostró inconformidad con el método actual para el control y monitoreo de la temperatura y humedad del invernadero, debido a que solo el 20% muestra un nivel de conformidad adecuado.

Otro punto a destacar es que el 60% de los encuestados están totalmente de acuerdo con el desarrollo una aplicación móvil que facilite el seguimiento de la siembra en cualquier momento.

Gracias a estos resultados, se diseñó un sistema que cumpla con todos los requisitos expuestos en la problemática. La misma fue detallada en un documento visión, donde se capturan los requisitos de alto nivel del negocio. Para los requerimientos del desarrollo de la plataforma y el desarrollo de los casos de usos de cada requerimiento, se modelan en un documento de especificación de requerimientos de software.

Por consiguiente, este sistema solucionará la problemática expuesta durante el estudio científico, además de servir como una mejora favorable para el proceso de agricultura invernadero.

INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XX se muestran avances tecnológicos que gracias a estos se ha llegado a nuevos niveles en donde se entra a una nueva era de tecnología informática, logrando incorporar el uso de sistemas informáticos en cualquier ámbito con el fin de simplificar la vida humana. Estos sistemas informáticos utilizan un conjunto de recursos técnicos, humanos y económicos interrelacionados dinámicamente con el fin de satisfacer las necesidades de información para la gestión y la correcta adaptación de decisiones. Cabe destacar la importancia de dichos sistemas ya que el elemento más valioso que puede tener una persona o entidad es la información, la correcta gestión de este elemento puede contribuir al éxito de la persona o entidad.

Así mismo, el uso de la computación ubicua es una tendencia de todas las cosas de la vida humana hacia la conexión en red, se considera como la integración de sistemas de información en el mundo real. Gracias a este concepto se deriva a lo que se conoce hoy en día como Internet de las cosas (IoT, en sus siglas en inglés) donde surge una conexión ubicua a la internet, es decir, convirtiendo objetos comunes en dispositivos conectados.

Uno de los grandes desafíos en la agricultura en este nuevo siglo es en la producción de alimentos utilizando los métodos tradicionales, ya se convierte cada vez más relevante a medida que aumenta la población año tras año. A causa de esto, se recurre a la integración de los recursos tecnológicos al proceso de producción agrícola como posible solución.

Una de las marcas que apuesta por la mejora de su proceso de cultivo invernadero a manos del software es Terraverde, una iniciativa de producción orgánica y distribución en el mercado local. Esta marca ha mostrado bajo nivel de conformidad en los métodos de control y monitoreo de los niveles de temperatura y humedad en el invernadero. Por esta razón favorecen al uso de ingenierías y a la industria del software para mejorar el proceso e implementar una plataforma que dé solución a esta problemática.

En primer lugar, el desarrollo de este trabajo inicia con el planteamiento del problema anteriormente mencionado, buscando encontrar la raíz de este para dar caza a la mejor solución posible implementando las buenas prácticas de cultivo y las últimas tecnologías del software, por lo que el objetivo general de este trabajo de grado es analizar y diseñar un sistema IOT (Internet of Things) para la automatización de cultivo invernadero de los productores de TerraVerde.

En segundo lugar, se establecieron 4 objetivos específicos con el fin de dar forma a la estructura de este trabajo de grado, la cual está dividido en 4 capítulos descritos a continuación:

- El **primer capítulo** titulado “**Marco Teórico**”, engloba el **1^{er} objetivo específico** que busca definir conceptos teóricos del software relacionados con el desarrollo de este trabajo de grado, así como las relacionadas a la agricultura; además de describir la repercusión que tienen los sistemas de captación por sensores en la producción de cultivo invernadero de Terraverde.
- El **segundo capítulo** titulado “**Marco Metodológico**” está centrado en el **2^{do} objetivo específico**, estudiar la metodología de investigación agricultora actual,

así como de desarrollo de software para su implementación en producción invernadero de Terraverde.

- El **tercer capítulo** titulado “**Análisis del estado actual de Terraverde**” está centrado en el **3^{er} objetivo específico**, en el cual se analizará el estado de la situación actual del desarrollo IOT implementadas en la gestión de cultivos invernaderos de Terraverde, sus fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas, así como la condición actual de sus agricultores y CEO, quienes serán encuestados y posteriormente analizados para verificar la problemática y proponer una solución robusta y eficiente.
- El **cuarto y último capítulo** titulado “**Diseño de la propuesta de un sistema IoT (Internet of Things) para la automatización de cultivo invernadero de Terraverde**”, contendrá el **4^{to} objetivo específico** que consiste en diseñar un modelo IOT para automatización de los procesos de cultivo invernadero que facilite la gestión e interacción remota del usuario con sus cultivos en la producción invernadero de Terraverde.

Se espera que, tras investigación y la implementación de la propuesta en este trabajo de grado, la problemática y sus objetivos específicos sean resueltos correctamente empleando la ingeniería de software. La novedad de este trabajo de grado es de implementar el internet de las cosas en la agricultura invernadero de la Republica Dominicana de modo que se logre abrir las ciudades inteligentes que serán el futuro de la sociedad dominicana.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1. Introducción

En este capítulo, se muestran los aspectos teóricos de la investigación para entender en su totalidad los distintos temas tratados a lo largo de este documento. Dicho capítulo, tratará sobre los sistemas informáticos y sus componentes, el concepto de internet de las cosas, su arquitectura, sus antecedentes, IoT aplicado en la agricultura y como en el mundo se ha afrontado la automatización de estos procesos relacionados a la agricultura inteligente.

1.1. Sistemas informáticos

1.1.1. Concepto de Sistema informático

Se define sistema informático como el conjunto de recursos técnicos, humanos y económicos interrelacionados dinámicamente y organizados en torno al objetivo de satisfacer las necesidades de información de una organización para la gestión y la correcta adaptación de decisiones. Un sistema se considera eficaz cuando proporciona la información requerida por la organización y se considera eficiente cuando lo efectúa con un mínimo de recursos humanos, técnicos y económicos. (Larrocha, 2017)

1.1.2. Componentes de un sistema informático

Un sistema informático está estructurado por varias partes que en conjunto le permite funcionar. Estas partes son:

1.1.2.1. Componente físico

Los componentes físicos son los elementos tangibles del sistema, es decir, las máquinas que soportan el proceso de datos. Se le suele denominar hardware, en sentido estricto, al conjunto de elementos electrónicos y de comunicaciones de la organización que forman parte del sistema informático. En sentido amplio incluye todos los elementos físicos incluidos en un sistema, aunque no estén relacionados con el computador. (Larrocha, 2017)

1.1.2.2. Componente lógico

Se considera como componente lógico como el conjunto de elementos intangibles del sistema. Estos elementos comprenden tanto los programas informáticos como los manuales de procedimiento, los manuales de usuario, las políticas, la organización del sistema informático o la planificación de la seguridad de información. En sentido amplio el software incluye todos los componentes lógicos del sistema incorporados a los computadores, el algoritmo transformado en instrucciones de programa que le dicen a la máquina lo que tiene que hacer. (Larrocha, 2017)

1.1.2.3. Componente humano

Existen dos tipos de componentes humanos que influyen en un sistema informático, los usuarios internos y los usuarios externos. Los usuarios internos son aquellos que contribuyen en el desarrollo y mantenimiento de sistema informático, suelen formar parte de la organización que posee el sistema y toman roles tales como programadores, analistas, técnicos de gestión y sistemas, auditores, consultores, entre

otros; Los usuarios externos son aquellos que interaccionan con el sistema para alcanzar sus fines o los propios de la organización y que suelen alimentar al sistema. (Larrocha, 2017)

1.1.2.4. Componente de información

El componente de información se considera como el más valioso del sistema, puesto que se trata de uno de los principales activos de la organización. Mientras que un sistema informático se mantiene activo, este recopila una vasta cantidad de datos y estos necesitan encontrarse registrados sobre un soporte para su proceso o para su uso como en una base de datos. (Larrocha, 2017)

1.2. Computación ubicua

La computación ubicua, conocida por sus siglas en ingles Pervasive computing o computación pervasiva, es una tendencia de todas las cosas hacia la conexión en red, usando como base los sistemas de información. También se puede definir como la integración de los sistemas de información en el mundo real. De esta forma los computadores dejan de ser objetos diferenciados y se logra el acceso a la información en cualquier momento y a través de diversos dispositivos.



Figura 1.1. Integración de dispositivos en el ambiente

Fuente: (Timetoast timelines, 2021)

En un sistema ubicuo, tenemos un conjunto de objetos que necesitan comunicarse e interactuar con su entorno. El entorno y los objetos deben ser capaces de detectar cambios de contexto y adaptar su comportamiento a estos cambios. Esta autoadaptación requiere comunicación y cooperación entre diferentes dispositivos llamados sensores y actuadores. Para tener acceso móvil a datos y procesamiento y para ofrecer las mejores calidades de servicio, el usuario estará en el centro del entorno ubicuo. El usuario tiene varios dispositivos disponibles. Estos dispositivos necesitan comunicarse e interactuar con su entorno para poder cooperar y acceder a la información necesaria. Los usuarios tienen la posibilidad de intercambiar datos fácilmente, de forma rápida y sin esfuerzo, independientemente de su ubicación geográfica. Esta forma ubicua de acceder a la información tiene un fuerte impacto en la

sociedad y también está cambiando los hábitos de trabajo a la hora de preservar la privacidad. (Sellami et al., 2018)

1.3. Internet de las cosas (IoT)

Se comprende como Internet de las cosas como un sistema de dispositivos interconectados. Dicho sistema proporciona la capacidad para que los humanos y las computadoras aprendan e interactúan a partir de miles de millones de cosas que incluyen sensores, actuadores, servicios y otros objetos conectados a Internet. La realización de los sistemas de IoT permitirá una integración perfecta del mundo cibernético con el mundo físico, cambiando y potenciando fundamentalmente la interacción humana con el mundo. (Anne H. Ngu, 2017)

Internet of Things (IoT) es un dominio emergente que promete una conexión ubicua a Internet, convirtiendo objetos comunes en dispositivos conectados. El paradigma de IoT está cambiando la forma en que las personas interactúan con las cosas que les rodean. Allana el camino para la creación de infraestructuras conectadas de forma generalizada para respaldar servicios innovadores y promete una mayor flexibilidad y eficiencia. Estas ventajas son atractivas no solo para aplicaciones de consumo, sino también para el ámbito industrial. En los últimos años, hemos sido testigos del paradigma de IoT abriéndose camino en el mercado de la industria con soluciones diseñadas expresamente. (Sisinni, Saifullah, Han, Jennehag, & Gidlund, 18)

1.3.1. Arquitectura IoT (Internet of Things)

Para mejor comprensión sobre qué trata un proyecto de internet de las cosas (IOT) se debe tratar en que se basa la arquitectura IOT, esta arquitectura consta de diferentes capas de tecnologías apoyando IOT. Sirve para ilustrar cómo se relacionan varias tecnologías entre sí y para comunicar la escalabilidad, modularidad y configuración de las implementaciones de IOT en diferentes escenarios. La funcionalidad de cada capa se describe a continuación:

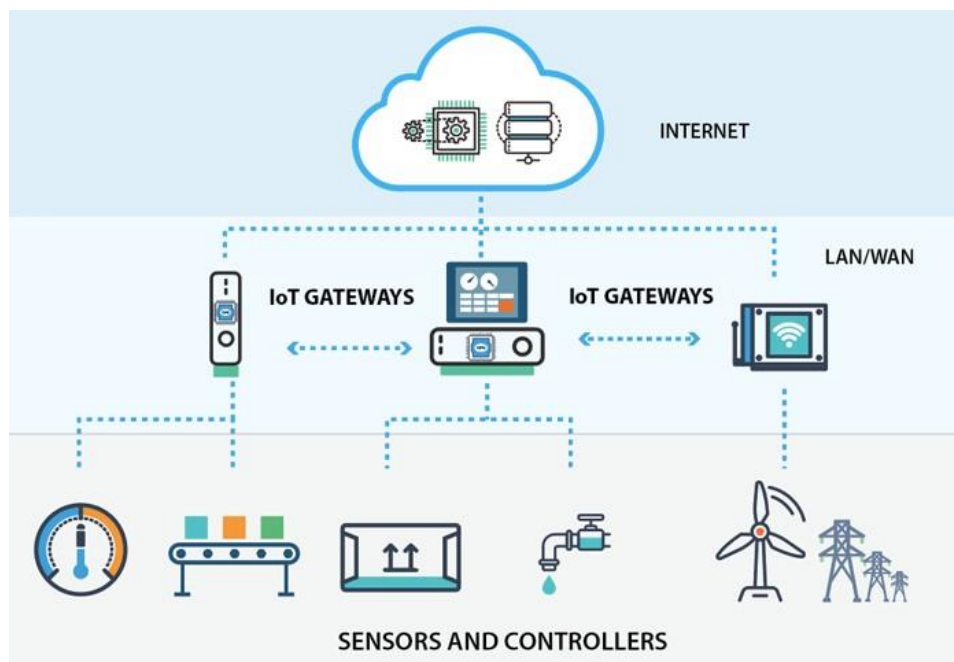


Figura 1.2. Arquitectura empresarial con capas por IoT

Fuente: (Rojas, 2021)

1.3.1.1. Capa de sensor

La capa de sensor es la más baja, está formada por objetos inteligentes integrados con sensores. Estos sensores permiten la interconexión del mundo físico y el digital que permiten la recolección y procesamiento de información en tiempo real.

Existen varios tipos de sensores para diferentes propósitos. Los sensores tienen la capacidad de tomar mediciones como temperatura, calidad del aire, velocidad, humedad, presión, flujo, movimiento y electricidad, entre otros más.

1.3.1.2. Gateway y redes

Se produce un volumen masivo de datos gracias a los sensores, activamente transmitiendo la data al dispositivo conectado, y esto requiere una infraestructura de red cableada o inalámbrica robusta y de alto rendimiento como medio de transporte. Actualmente, las redes, a menudo vinculadas con diferentes protocolos, se utilizan para admitir redes de máquina a máquina (M2M) y sus aplicaciones. Con la demanda necesaria para atender una gama más amplia de servicios y aplicaciones de IOT, como servicios transaccionales de alta velocidad, aplicaciones sensibles al contexto, entre otros, se necesitan múltiples redes con diversas tecnologías y protocolos de acceso para trabajar entre sí en una configuración heterogénea. Estas redes pueden tener la forma de modelos privados, públicos o híbridos y están diseñadas para soportar los requisitos de comunicación para la latencia, ancho de banda o seguridad.

1.3.1.3. Capa de servicios de gestión

El servicio de gestión posibilita el procesamiento de la información mediante análisis, controles de seguridad, modelado de procesos y gestión de dispositivos. IOT reúne la conexión y la interacción de objetos y sistemas proporcionando información en forma de eventos o datos contextuales, como la temperatura de las mercancías, la ubicación actual y los datos de tráfico.

1.3.1.4. Capa de aplicación

La capa de aplicación de IOT cubre entornos y/o espacios "inteligentes" en dominios como: transporte, construcción, ciudad, estilo de vida, comercio minorista, agricultura, fábrica, cadena de suministro, emergencia, salud, interacción con el usuario, cultura y turismo, medio ambiente y energía.

1.4. Antecedentes de IoT

El término Internet de las cosas, también conocida por sus siglas en inglés IoT, no existe desde hace tanto tiempo. Sin embargo, la idea de que las máquinas se comuniquen entre sí se ha estado gestando desde que se desarrolló el telégrafo a principios del siglo XIX. Dicho término no se acuñó oficialmente hasta 1999 cuando Kevin Ashton, director ejecutivo de Auto-ID Labs en MIT, fue el primero en describir Internet de las cosas en una presentación para Procter & Gamble.

Ashton en su presentación dice, “Hoy en día, las computadoras y por lo tanto Internet dependen casi por completo de los seres humanos para obtener información. Casi todos los aproximadamente 50 petabits de datos disponibles en Internet fueron

capturados y creados por primera vez por seres humanos escribiendo, presionando un botón de grabación, tomando una fotografía digital o escaneando un código de barras. El problema es que la gente tiene poco tiempo, atención y precisión. Todo lo cual significa que no son muy buenos para capturar datos sobre cosas en el mundo real. Si tuviéramos computadoras que supieran todo lo que hay que saber sobre las cosas, utilizando los datos que recopilaban sin nuestra ayuda, podríamos rastrear y contar todo y reducir en gran medida el desperdicio, las pérdidas y los costos. Sabríamos cuándo es necesario reemplazar, reparar o retirar las cosas y si son nuevas o ya no estaban en su mejor momento.” (Raad, 2021)

Desde la invención de la World Wide Web, gracias al científico británico Tim Burners Lee en el año 1989, uno de los primeros ejemplos fue una tostadora conectada a la Internet presentada por John Romkey en 1990, la cual es considerada por muchos como el primer dispositivo de IoT. En 1991, dos académicos que trabajaban en el laboratorio de computación de la Universidad de Cambridge instalaron una cámara para proporcionar una imagen en vivo de una cafetera (conocida como cafetera Trojan Room) a todas las computadoras de escritorio en la red de la oficina para salvar a las personas que trabajan en el tiempo de construcción y de decepcionarse al encontrar la cafetera vacía después de hacer el viaje. (Raad, 2021)

A partir de 1990, surgen nuevas tecnologías o herramientas que cumplen el propósito de IoT; Tanto a nivel científico como a nivel industrial como en el año 2004, Walmart Inc. requirió a sus principales proveedores que asignaran etiquetas RFID a cajas y paletas en lugar de códigos de barras para el año 2005 con el motivo de mejorar sus

operaciones de cadena de suministro; También en el año 2005 se crea el primer robot conectado a Internet, el conejo Nabaztag. El robot con forma de conejito es capaz de recopilar informes meteorológicos, noticias y actualizaciones del mercado de valores a través de la conectividad Wi-Fi y leerlos al consumidor. (Raad, 2021)

1.5. IoT en la Agricultura

Uno de los grandes desafíos en el siglo XXI es en la producción de alimentos, es un tema cada vez más relevante a medida que el crecimiento de la población aumenta año tras año. Se estima que para 2050 el mundo tendrá entre 9,4 y 10,1 mil millones de personas que dependerán de la biodiversidad del mundo para vivir, lo que aumentará la demanda de áreas dedicadas a la producción de alimentos, específicamente para la siembra y la ganadería. (United Nations, 2019)

La integración de los recursos tecnológicos al proceso de producción agrícola es un tema relevante. Desde un punto de vista económico, se espera que el mercado de la agricultura de precisión tenga unos ingresos de 10,000 millones de dólares estadounidenses en el 2023 con oportunidades para proveedores de tecnología, proveedores de equipos y maquinaria agrícola, productores y otros involucrados en este negocio. Además, se espera que las granjas inteligentes puedan optimizar la producción de alimentos mejorando la aplicación de nutrientes al suelo, reduciendo la cantidad de pesticidas y el consumo de agua en el riego. (De Moraes Navarro, de Jesus Pereira, & Costa, 2020)

En vista de este desafío surge lo que se conoce como agricultura inteligente, es un nuevo concepto de gestión agrícola que emplea técnicas y tecnologías en varios niveles y escalas de producción agrícola, lo que permite superar las altas demandas de producción de alimentos y la reducción de la mano de obra. (Walter, Finger, Huber, & Buchmann, 2017)



Figura 1.3. Adaptación de tecnologías de agricultura inteligente en todo el mundo

Fuente:(Romero, 2019)

En los últimos años han surgido varias reseñas sobre soluciones de IoT para agricultura inteligente lo que denota que este campo de investigación está recibiendo constantemente nuevas aportaciones y mejoras constantes. Las revisiones existentes generalmente se enfocan en temas como tecnologías de red, plataformas de sistemas integrados, dispositivos de vehículos aéreos no tripulados (UAV), protocolos de red y topologías y habilitación de plataformas en la nube. (Villa-Henriksen, Edwards, Pesonen, Green, & GrønSørensen, 2020)

El sector agrícola está experimentando una transformación impulsada por las nuevas tecnologías, que parece muy prometedor, ya que permitirá a este sector primario pasar al siguiente nivel de productividad agrícola y rentabilidad. (Shivappa, 2018)

Agricultura de Precisión, que consiste en aplicar insumos (lo que se necesita) cuando y donde se necesita, se ha convertido en la tercera ola de la revolución agrícola moderna (la primera fue la mecanización y la segunda la revolución verde con su modificación genética (Zhang, Kim, & Deka, 2019)

1.5.1. Muestras de agricultura inteligente aplicadas

En la actualidad, las tecnologías asociadas con el Internet de las cosas tienen un gran potencial de aplicación en la agricultura, especialmente en vista de los desafíos ambientales que enfrenta este sector. Desde la granja hasta la mesa, las tecnologías de IoT podrían transformar el sector, contribuyendo a la reducción de insumos agrícolas, prevenir la propagación de plagas y desarrollar productos de calidad dentro de un ambiente controlado. El mercado sigue en crecimiento, pero ya existen proyectos relacionados, a los cuales se pueden mencionar:

Como ejemplo de la agricultura inteligente se puede usar diferentes tipos de sensores para recopilar datos sea de temperatura, humedad, luz, presión, presencia, etc.; redes de comunicación para enviar y recibir datos que luego son administrados y analizados por sistemas de información de gestión y soluciones de análisis de datos. (Pivoto, et al., 2018)

1.5.1.1. Irrispray-Fixed-I Watering Irrigation System



Figura 1.4. Irrispray-Fixed- I Watering Irrigation System

Fuente: (Visser, 2020)

Visser Horti System, una empresa holandesa que diseña y suministra maquinaria hortícola, desarrolla numerosas soluciones automatizadas para la industria hortícola a gran escala. Por ejemplo, Visser proporciona sistemas de riego que incorporan un brazo de riego que opera sobre rieles montados sobre las plantas. Este tipo de solución requiere rieles, un brazo y la capacidad de moverse libremente por encima de las plantas. Por lo tanto, la implementación de una solución como esta en un invernadero en el jardín de uno puede no ser adecuada, ya que no es muy atractiva desde el punto de vista estético ni le permite a uno amueblar libremente su invernadero. (Visser Horti Systems, 2017)

1.5.1.2. DK Ecofarm

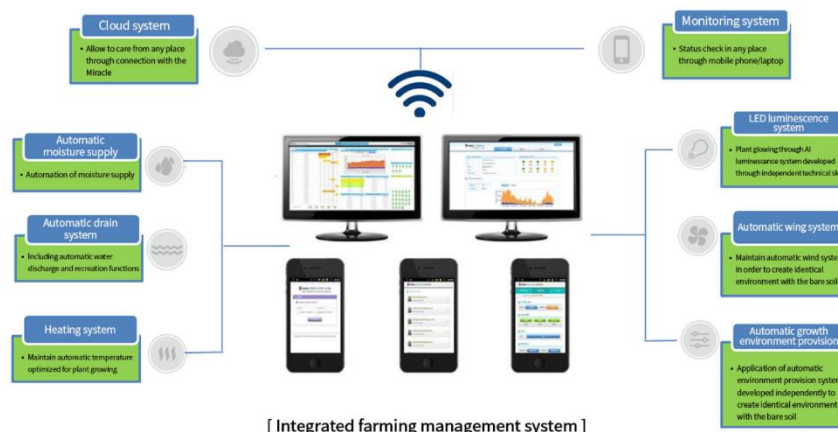


Figura 1.5. Sistema de mantenimiento para agricultura integrada

Fuente: (DK-Ecofarm, n.d.)

La empresa emergente agrícola de Corea del Sur es una de las empresas líderes que ofrece soluciones agrícolas inteligentes basadas en la tecnología IoT y el desarrollo de biocombustibles. DK Ecofarm está ampliando tecnologías hidropónicas específicas del ginseng a otros cultivos especiales. Además, la empresa está interesada en desarrollar materiales biológicos altamente funcionales que se apliquen a la belleza, los alimentos saludables y los productos farmacéuticos a partir de los cultivos producidos en sus instalaciones. Para fortalecer la plataforma comercial, DK Ecofarm se centra en cultivos especiales cultivados en sistemas hidropónicos especializados y en el desarrollo de materiales biológicos especializados. (DK-Ecofarm, n.d.)

1.5.1.3. TempuTech

TempuTech vio la necesidad de una mayor seguridad en el almacenamiento agrícola. Los silos y elevadores de granos pueden ser lugares peligrosos, con cintas transportadoras que pueden incendiarse y acumulación de polvo que puede ser explosivo. El uso de sensores para rastrear peligros es de gran valor. Con Equipment Insight de GE, TempuTech creó una forma de conectar sensores inalámbricos y ayudar a los agricultores a comprender los datos de sus silos y elevadores de granos. Con esta plataforma, los fabricantes pueden establecer normas de rendimiento de referencia y establecer condiciones de alerta y alarma relacionadas con la temperatura, la vibración, la humedad y otras condiciones.

1.5.1.4. Cropx

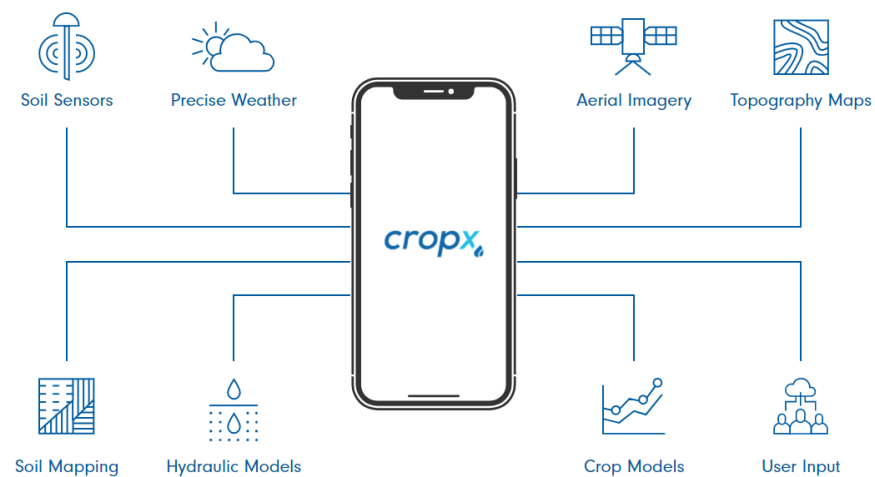


Figura 1.6. Arquitectura Cropx

Fuente: (cropx, n.d.)

Cropx produce sistemas de hardware y software que miden la humedad, la temperatura y la conductividad eléctrica en el suelo. Su sistema les dice a los agricultores cuándo y cuánto regar. Desde la nube se procesa los datos de los sensores de suelo integrados con múltiples capas, para proporcionar información y facilitar la creación de un plan de protección de cultivos a seguir. (cropx, n.d.)

1.5.1.5. TeamDev's Libelium

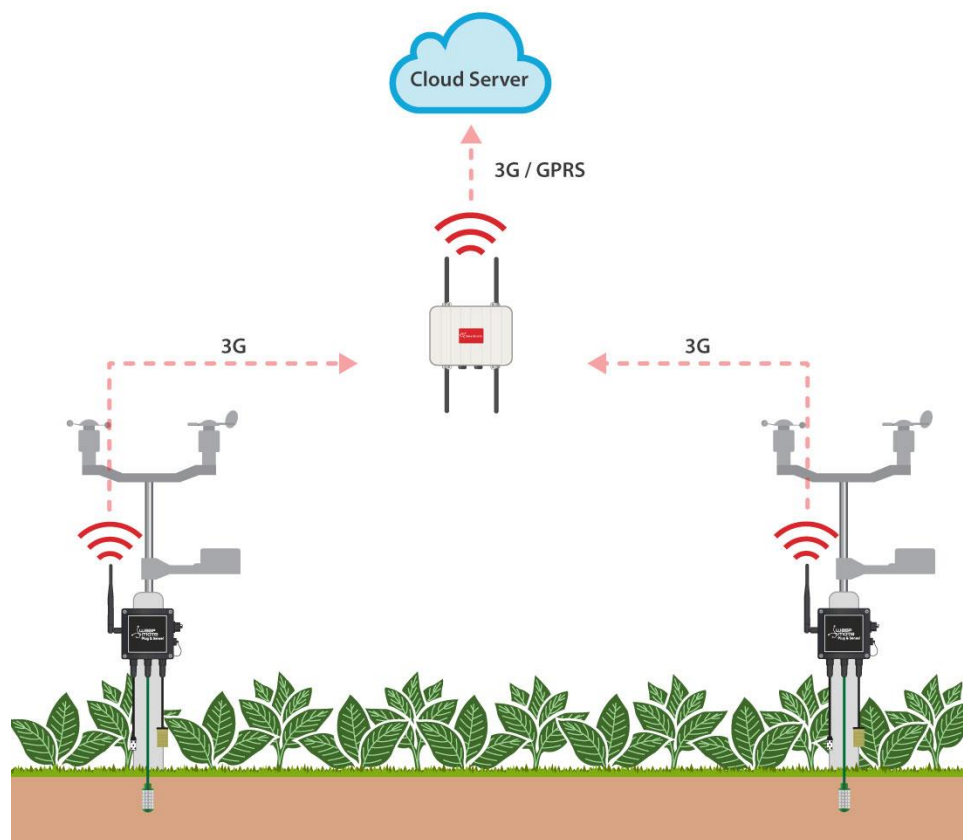


Figura 1.7. Esquema de funcionamiento de la instalación

Fuente: (libelium, 2017)

El tabaco es una gran industria en Italia y requiere ciertos requisitos ambientales y climáticos para un crecimiento óptimo. En respuesta a este problema, una empresa de

software italiana, TeamDev, implementó la plataforma Waspnote Plug & Sense de Libelium para recopilar datos sobre las condiciones climáticas que pueden afectar los cultivos de tabaco. Los cultivadores de tabaco pueden utilizar esta técnica para optimizar sus cultivos en condiciones que normalmente no son adecuadas para el cultivo del tabaco. (libelium, 2017)

1.6. Resumen Capítulo I

Recapitulando los temas tratados en este capítulo, se desarrollaron los conceptos fundamentales en la que se basa esta investigación, desde los sistemas informáticos definido como el conjunto de recursos técnicos, humanos y económicos interrelacionados en torno al objetivo de satisfacer las necesidades de información para la gestión y correcta adaptación de decisiones y sus componentes (físico, lógico, humano e información) en vista para entender la función e importancia que cumple cada una para un sistema informático; Igualmente se define la computación ubicua como la integración de los sistemas de información en el mundo real, sirve como base para entender el concepto de internet de las cosas (IoT) que es un dominio emergente que promete una conexión ubicua a la internet pasando objetos comunes en dispositivos conectados.

También se habla sobre la arquitectura IoT (Capa de sensor, Gateway y redes, Capa de servicios de gestión y Capa de aplicación) para entender el funcionamiento de este tipo de sistema y cómo dichos objetos funcionan como dispositivos interconectados; Los antecedentes de IoT desde cuando Kevin Ashton acuña por primera vez este concepto y los primeros dispositivos IoT desarrollados. Finalmente, se habla sobre IoT enfocado en la agricultura, desde los desafíos que se pueden afrontar con el uso de este tipo de tecnología y sus ventajas hasta la mención de algunas de las muestras aplicadas que se encuentran hoy en día.

CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

2. Introducción

En este capítulo se explican los criterios de metodología que guiarán la investigación para el desarrollo de este proyecto y el cumplimiento de los objetivos planteados. La estructura de este capítulo consiste en definir el tipo de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la población y muestra, así como el tratamiento para procesar la información.

2.1. Concepto y Tipo de investigación

2.2. Tipo de investigación

La investigación científica según Sampieri se concibe como un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno. Como siempre señaló Fred N. Kerlinger: es sistemática, empírica y crítica. Que sea “**sistemática**” implica que hay una disciplina para realizar la investigación científica y que no se dejan los hechos a la casualidad. Que sea “**empírica**” denota que se recolectan y analizan datos. Que sea “**crítica**” quiere decir que se evalúa y mejora de manera constante. Puede ser más o menos controlada, más o menos flexible o abierta, más o menos estructurada, pero nunca caótica y sin método. Se puede manifestar de tres formas: **cuantitativa, cualitativa y mixta**. Esta última implica combinar las dos primeras. Cada una es importante, valiosa y respetable por igual. (Sampieri, 2017)

Igualmente, (Cárdenas, 2018) define la investigación como un proceso destinado a resolver inquietudes a partir de la recolección y análisis de datos. La investigación produce conocimiento basado en datos que nos permite tomar decisiones más

razonables, averiguar qué sucede más allá de nuestros ojos y tratar de predecir qué sucederá en el futuro.

El objetivo principal del presente trabajo de grado es formular la propuesta para la automatización del proceso de agricultura invernadero de Terraverde, a través de un sistema de sensores IoT y se encuentra bajo un enfoque de investigación holística y proyectiva.

(Niño Montero & Mendoza Hidalgo, 2019), explica que la investigación holística es definida como la comprensión crítica reflexiva del entorno que permite una visión amplia del mundo y de la vida, desde una perspectiva integradora con énfasis en la trascendencia.

Según (Espinoza Castro & Mariño Castro), se considera una investigación proyectiva aquella que parte desde la elaboración de una propuesta, luego como un problema o necesidad y finalmente de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento. En base a lo anteriormente mencionado, **consideramos este tipo de investigación de tipo proyectiva porque se parte de una necesidad o problemática ya definida, se elabora y se aplica una encuesta en la que los resultados obtenidos se procesan y se analizan para llegar a un resultado de la situación actual y presentar una propuesta de mejora.**

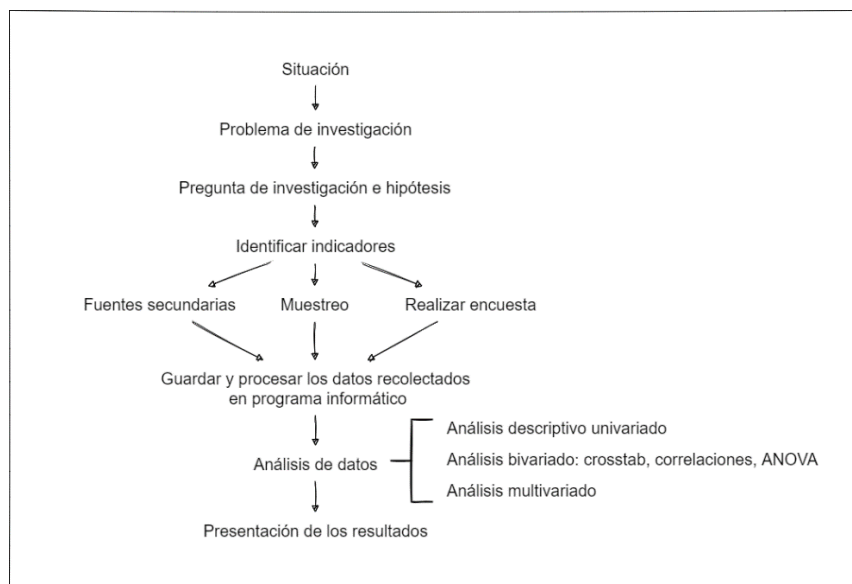


Figura 2.1. Proceso de investigación

Fuente: (Cárdenas, 2018)

Cárdenas también señala que el proceso de investigación parte desde el origen de toda investigación que está en el problema o asunto. Lo cual es una situación concisa, relevante y contextualizada que interesa investigar. La pregunta de investigación es aquello que queremos averiguar sobre el problema y es la fase más relevante de una investigación ya que responderla será el objetivo o meta por conseguir. La pregunta de investigación se logra tras la consulta de bibliografía sobre el tema, la discusión con expertos en la materia, la observación crítica de la realidad directa y la charla con actores implicados. Posteriormente, se identifican los indicadores que serán las formas en que se miden, cuantifican y observan los fenómenos de interés. Los datos recolectados ya sean por encuesta o a través de fuentes secundarias son procesados y guardados en hojas de variables y datos. Para procesar, guardar y posteriormente analizar los datos se usan programas informáticos tales como Excel, SPSS, Stata,

PSPP o R, entre otros. El análisis de los datos se desarrolla según el tipo de variables y el número de variables a analizar. Las técnicas estadísticas para analizar una variable son tablas de frecuencias, media y desviación estándar, y para analizar dos variables son tablas de contingencia, correlaciones y ANOVA de un factor, entre otras.

2.2.1. Investigación documental

Según (Martínez Ruiz, 2018), la investigación documental es el proceso sistemático de indagación que se realiza en documentos, manuales, revistas, periódicos o cualquier tipo de publicación que se considere fuente de información. Como su nombre lo indica, este tipo de investigación se caracteriza por la búsqueda de información en fuentes escritas sea electrónicas o fuentes primarias que se localizan en archivos públicos, privados e internet. También implica utilizar la técnica de análisis documental para la búsqueda de datos.

2.2.1.1. Etapas de la investigación documental

Etapas de la investigación documental	Diseño o plan de la investigación.
	Búsqueda de información documental.
	Registro de información mediante técnica de fichero.
	Análisis de la información.
	Elaboración del informe final.
	Presentación de resultados.

Figura 2.2. Etapas de la investigación documental

Fuente: (Sampieri, 2017)

En vista de cuáles son las etapas que se realiza durante una investigación de tipo documental, la misma se tomó como guía en este trabajo. Todas las fuentes

consultadas y analizadas fueron fuentes primarias y secundarias de tipo directos e indirectos.

2.2.2. Investigación cuantitativa

Según (Neill & Cortez, 2018), la investigación cuantitativa también llamada empírico-analítico, racionalista o positivista es aquella que se basa en los aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar información y datos. Este tipo de estudio está orientado a verificar o comprobar de manera deductiva las proposiciones planteadas en la investigación.

(Delgado, Gadea, & Quiñonez, 2018) describe la investigación cuantitativa como el tipo de investigación que permite justificar la necesidad, descubrir los problemas, los relaciona y los cuantifica. Por otra parte, proporciona las bases para profundizar las causas y enriquecer los cambios hipotéticos de solución.

Igualmente se estará utilizando este tipo de investigación para este trabajo de grado porque lo que se busca con la técnica de recolección de dato definida es cuantificar los resultados para su análisis y llegar a la comprobación de la solución propuesta.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Niño Rojas, 2019), los datos que se buscan y se obtienen en el desarrollo de un proyecto constituyen el cuerpo de información sobre los hechos, objetos o fenómenos en estudio y configuran la materia prima de la investigación. Existen dos tipos de datos, datos primarios y datos secundarios. Los datos primarios son aquellos que el investigador extrae en contacto directo de la realidad, como el que se da con la

observación. Los datos secundarios se logran de una medición, es decir, han sido ya recogidos.

(Niño Rojas, 2019) también explica que el proceso de recolección de datos implica dar tres importantes pasos:

- Elaborar y validar los instrumentos, según la técnica o las técnicas previamente seleccionadas.
- Aplicar dichas técnicas en la recolección de los datos, según el plan contemplado en el proyecto.
- Registrar la información recopilada, aprovechando los medios previstos.

2.3.1. Encuesta

Según (Neill & Cortez, 2018) es una técnica de investigación cuantitativa que busca medir y graduar los fenómenos y su intensidad, además persiguen la generalización de los resultados a todo un universo a partir de una muestra pequeña de este dentro de márgenes de confianza y error previamente fijados.

En base al mencionado objetivo principal, con el uso de la encuesta ayuda a conocer mejor la situación actual, inquietudes o problemas de los productores y cliente respecto al mismo. También facilita a determinar una razón objetiva de la problemática.

Para la elaboración del modelo de encuesta se utilizaron preguntas tanto abiertas como cerradas en base a la escala de Likert, con el fin de determinar el nivel de conformidad

y aceptación de los participantes. Se precisa que la encuesta sería el instrumento más apropiado para llegar al resultado deseado. (Anexo 1)

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Según (Peña & Márquez, 2019), una población se entiende como un conjunto de elementos u objetos de interés sobre el cual se realizan las observaciones. Dado que los objetos o cosas cuentan con una cantidad finita o infinita de proyecciones.

Este trabajo de grado contará con una población compuesta por 10 participantes que están involucrados directamente en el proceso de cultivo invernadero de TerraVerde en el periodo de septiembre-diciembre del año 2021.

2.4.2. Muestra

Se define como muestra al conjunto de unidades seleccionadas para su análisis de entre el total de una población o marco muestral. La finalidad de seleccionar una muestra consiste en su capacidad de inferir o estimar las características generales de la población en cuanto a aquellos aspectos definidos en los objetivos de la investigación. (Valverde, 2018, p.164)

$$n = \frac{Z^2(P)(Q)(N)}{(N - 1)e^2 + Z^2(P)(Q)}$$

EZ = nivel de confianza

P= Probabilidad de que suceda el hecho

Q= Probabilidad de que el hecho no suceda

E= Error de estimación

N = Población

n = Muestra

$$n = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)(10)}{(10-1)0.05^2 + 1.96^2(0.5)(0.5)} = 10$$

En conclusión, luego de haber realizado el cálculo para obtener la muestra se determina que el tamaño de muestra es equivalente al tamaño de población. Por tanto, se tomó el 100% de la población como muestra para esta investigación.

2.5. Forma de análisis e interpretación de los datos

2.5.1. Tabulación

Para los fines de análisis e interpretación de los resultados de la encuesta se procedió a tabular los datos obtenidos. Dichos datos se muestran en forma de valores enteros.

2.5.2. Gráficas

Luego de haber tabulado todos los datos obtenidos, se realizaron gráficas de pastel y barra que representan los resultados de la encuesta.

2.6. Resumen Capítulo II

En resumen, se puede comprender en el contenido de este capítulo, que la metodología implementada en este trabajo de grado está en base a la investigación de tipo documental compuesta por fuentes primarias y secundarias de tipo directas e indirectas y de tipo cuantitativa para poder cuantificar los resultados obtenidos para su análisis y llegar a la comprobación de la solución propuesta. Para la obtención de datos se elaboró un modelo de encuesta y este fue aplicado a una muestra comprendida de un total de 10 participantes. Debido al tamaño de la población para esta investigación, se tomó el 100% de la población como muestra.

CAPITULO III: ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL DE TERRAVERDE

3. Introducción

Este trabajo busca conocer el estado actual del proceso de producción de Terraverde y sus proveedores, para determinar la problemática y proponer una solución factible.

A continuación, se estará exponiendo la situación actual en Terraverde, se presentarán los datos estadísticos de la investigación científica realizada, siguiendo la metodología establecida en el capítulo anterior. De esta manera y gracias al análisis general, se desarrolla un documento visión que contendrá la descripción tanto de la problemática como de la posible solución. Finalmente, se realizará un documento de especificación de requerimientos de software que detallará los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto.

3.1. Descripción de la empresa



Figura 3.1. Logo Terraverde (Terra Verde, 2020)

Terra Verde es una iniciativa de producción orgánica y distribución en el mercado local, que a la vez actúa como plataforma para crear consciencia sobre los beneficios de una alimentación sana, producción y consumo responsable, comercio justo, apoyo a

pequeños productores locales, la preservación de nuestros recursos naturales y cuidado del medio ambiente. (Terra Verde, 2020)

3.2. Historia de Terraverde

Terra Verde nació en el 2013 del entusiasmo y la pasión por la producción orgánica de Zaura Muñiz, quien regresó a la República Dominicana con el deseo de emprender el proyecto luego de haber adquirido experiencia trabajando en diversas fincas orgánicas en Inglaterra y España. Un proyecto de prueba se convirtió en el mercadito de los sábados en Galería 360. Su compromiso se transmitía a través de la venta de productos orgánicos, frescos y variados, así como de sus charlas de alimentación saludable e impacto ambiental en diferentes medios de comunicación e instituciones académicas.

3.3. Misión

Proveer alimentos saludables y fomentar los valores de la agricultura orgánica, cuidado del medio ambiente, apoyo a la producción local, consumo responsable y comercio justo; contribuyendo así a la salud de los dominicanos, y al desarrollo del movimiento orgánico en República Dominicana y el resto del mundo.

3.4. Visión

Ser la entidad que lidera la transformación de todo nuestro territorio nacional con vocación agrícola, en fincas, invernaderos y huertos orgánicos, en los que se produzcan frutos y vegetales que garanticen una alimentación sana para todos los

dominicanos, nuestra soberanía alimentaria y grandes ingresos para nuestra economía por vía de la exportación.

3.5. Valores

Según la página oficial de Terraverde, sirven a sus clientes siguiendo los siguientes valores:

- **Entusiasmo:** Les apasiona la misión de la empresa, y se comprometen de lleno con ella, por lo que nuestro trabajo es fuente de alegría. Tenemos una actitud abierta a los cambios, a colaborar con las tareas cotidianas, y recibimos a clientes y suplidores con una sonrisa.
- **Responsabilidad:** Cumplimos con los compromisos que hemos asumido. Somos honestos, abiertos y transparentes. Asumimos los errores que cometemos, los comunicamos a tiempo y buscamos la manera de corregirlos. Seguimos los procedimientos establecidos por la empresa para evitar contratiempos a los clientes.
- **Respeto:** Nos hacemos dignos de la confianza de nuestros clientes y colaboradores por nuestra integridad, cumplimiento de la palabra dada, trato cordial y afable.
- **Amor:** Más allá de ofrecer un buen servicio y una experiencia extraordinaria, nos identificamos con nuestros clientes y nos preocupamos genuinamente por su bienestar.

3.6. Análisis FODA de Terraverde

Fortalezas • 8 años de experiencia • Certificación bajo los estándares orgánicos de Estados Unidos y Europa. • Precio competitivo • Clientela fiel • Servicio de compra online en su página web. • Servicio de entrega a domicilio	Oportunidades • Automatización de procesos favorece a reducción de costos • Sistema automatizado controla ambiente del invernadero. • Producción a mayor escala • Colaboración estratégica con otras marcas/cadenas de supermercado. • Expansión de local/almacenamiento • Servicios de entrega a domicilio propio • Compra online vía aplicación móvil
Debilidades • Sistema de producción costoso • Altos niveles de temperatura y humedad afectan el ambiente del invernadero. • Lotes limitados • No cuentan con almacenamiento adecuado para guardar pedidos por más de un día. • Solo realizan entregas de compras pequeñas y medianas a	Amenazas • Competidores fuertes • Entrada de nuevos competidores

una distancia máxima de 10 kilómetros del local.	
---	--

3.7. Impacto

Con esta investigación y solución propuesta se intenta mejorar el proceso de cultivo invernadero de Terraverde, a un proceso automatizado en el que puedan monitorear el progreso del cultivo, detectar la propagación de plagas y controlar la temperatura dentro del invernadero con la ayuda del Internet de las Cosas.

3.8. Presentación de los resultados

3.8.1. Introducción

En esta sección se presenta los resultados de la recopilación de datos en forma de tablas, gráficos y texto. Se implementó una encuesta y fue aplicada a los agricultores y CEO de Terraverde.

3.8.2. Presentación y análisis de los resultados de la encuesta

En respuestas a la pregunta para conocer el género de los encuestados, se determina que el 90% del equipo de proveedores de Terraverde es del género masculino.

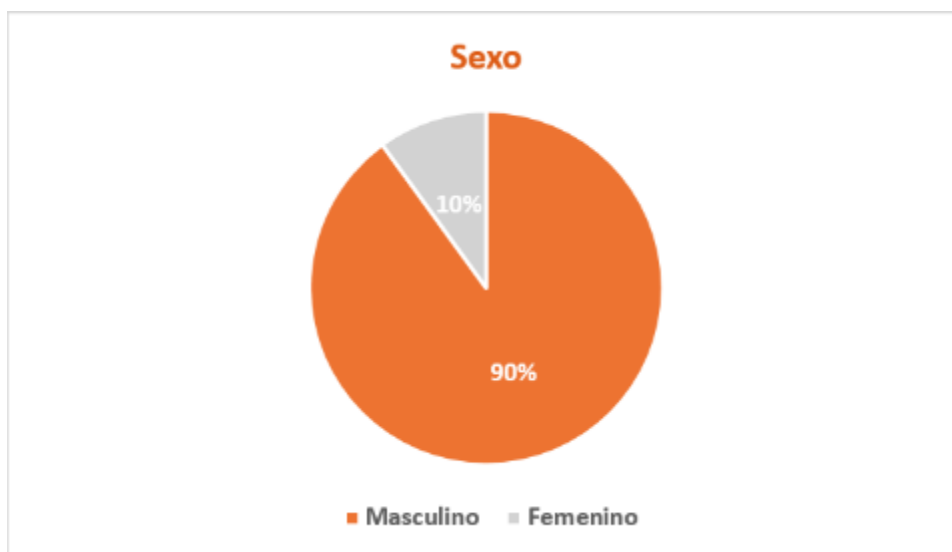


Figura 3.2. Género de los encuestados

En la pregunta de especificar su rango de edad, se determina que el 40% de los integrantes del equipo de proveedores de Terraverde están en un rango de edad de **40 a 50 años**.

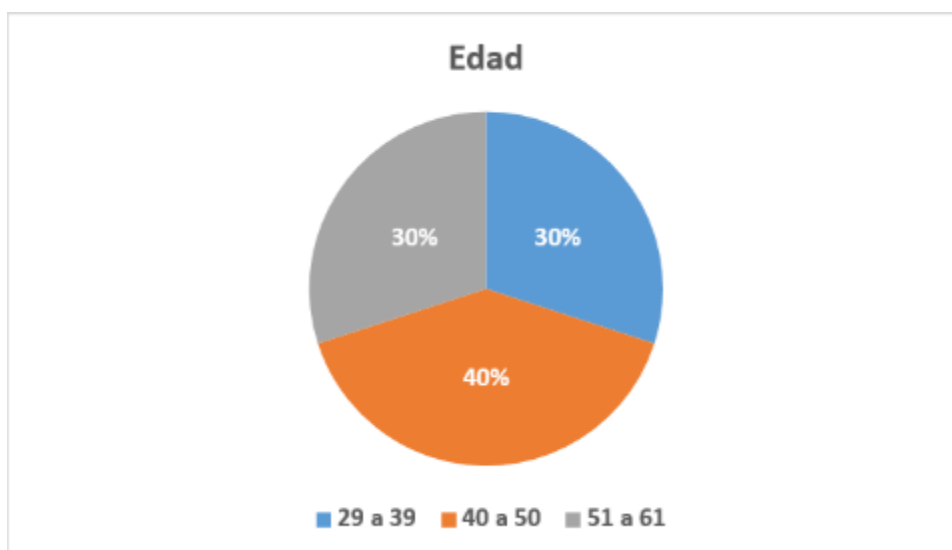


Figura 3.3. Edad de los encuestados

En base de las respuestas recibidas en la pregunta” a qué categoría corresponde su cargo”, se determina que el 80% de las personas respondieron a tener el rol de **agricultor** en el equipo de proveedores de Terraverda.

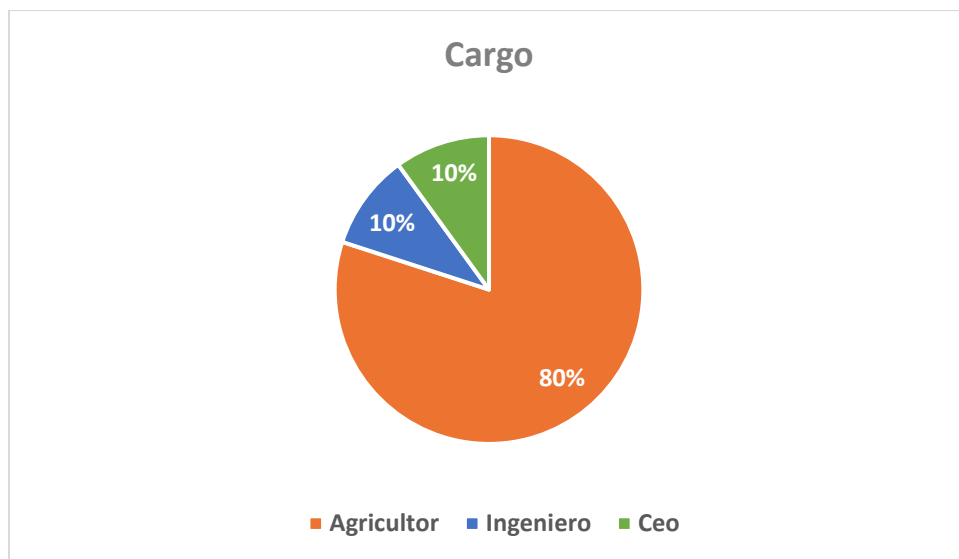


Figura 3.4. Conformación de los entrevistados

Análisis de la pregunta #1 “**Mi nivel de satisfacción con el proceso de cultivo actual en el invernadero es...**”



Figura 3.5. Suma de respuestas a la pregunta 1

El 80% de los encuestados respondieron tener un nivel de satisfacción de tipo adecuado con el proceso de cultivo actual en el invernadero y un 20% de los encuestados muestran un nivel de satisfacción de ni adecuado, ni inadecuado. **Sin embargo, en la pregunta abierta #8 (Ver tabla 3.4) muestra una contradicción con las respuestas brindadas.**

Análisis de la pregunta #2 “**Mi nivel de satisfacción con la calidad de las cosechas es...**”



Figura 3.6. Suma de respuestas a la pregunta 2

El 90% de los encuestados considera adecuado el nivel de satisfacción con la calidad de la cosecha. El 10% restante muestran niveles completamente adecuados. Sin embargo, en la pregunta abierta #8 (Ver tabla 3.4) muestra una contradicción con las respuestas brindadas.

Análisis de la pregunta #3 “Mi nivel de conformidad con los métodos utilizados para el control de humedad/temperatura es...”



Figura 3.7. Suma de respuestas a la pregunta 3

Para la pregunta #3 sobre el nivel de conformidad con los métodos utilizados para el control de humedad/temperatura solo el 20% muestra un nivel conformidad adecuado.

Análisis de la pregunta #4 “Mi nivel de conformidad con los métodos utilizados para el control de plagas es...”



Figura 3.8. Suma de respuestas a la pregunta 4

El 70% de los encuestados considera adecuado el nivel de conformidad con los métodos utilizados para el control de plagas y un 30% considera ni adecuado, ni inadecuado los métodos actuales. **Sin embargo, en la pregunta abierta #8 (Ver tabla 3.4) muestra una contradicción con las respuestas brindadas.**

Análisis de la pregunta #5 “Me sería útil una aplicación móvil que facilite el seguimiento de la siembra en cualquier momento...”

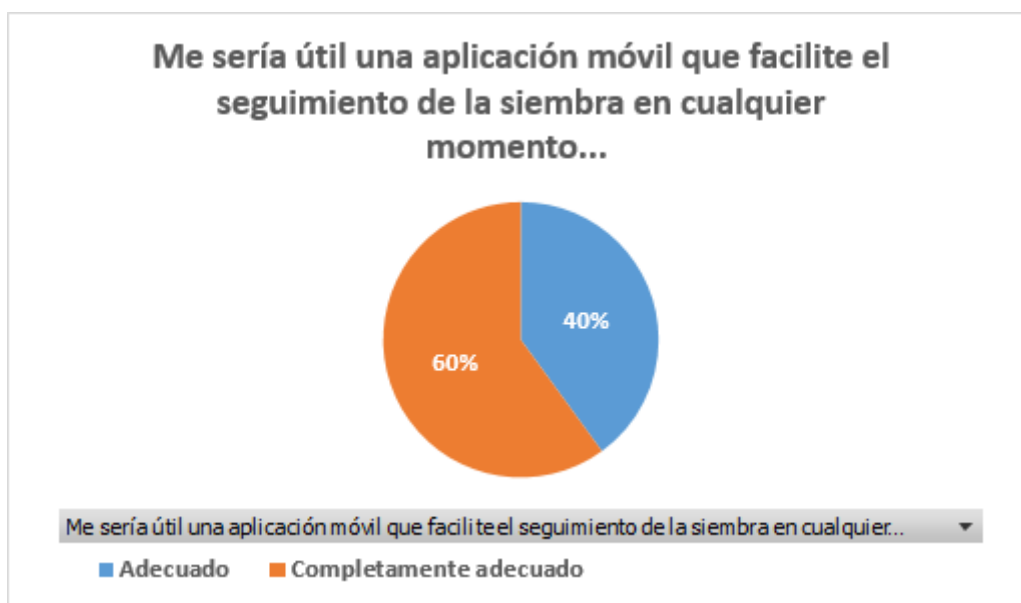


Figura 3.9. Suma de respuestas a la pregunta 5

El 60% de los encuestados muestran niveles completamente adecuado con utilizar una aplicación móvil que facilita el seguimiento de la siembra en cualquier momento. El 40% restante muestran niveles adecuado.

Análisis de la pregunta #6 “Me sería útil un sistema de sensores que facilite el monitoreo y control de la siembra ante plagas...”.

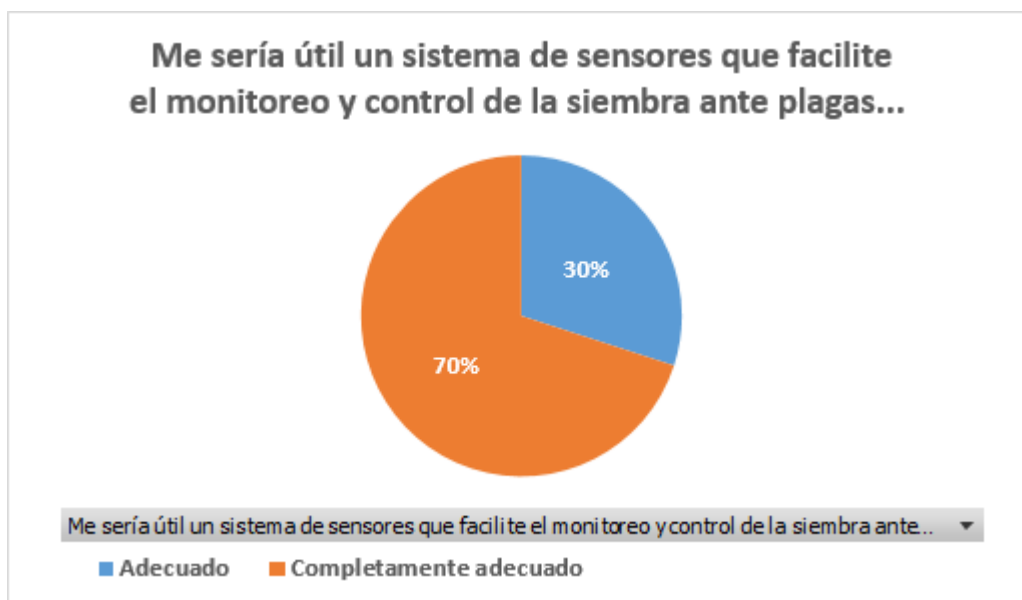


Figura 3.10. Suma de respuestas a la pregunta 6

El 60% de los encuestados muestran niveles completamente de adecuado con utilizar un sistema de sensores que facilita el monitoreo y control de la siembra ante plagas. El 40% restante muestran niveles de tipo adecuado.

Análisis de la pregunta #7 **“Me sería útil un sistema de sensores que facilite el monitoreo y control del ambiente dentro invernadero...”**



Figura 3.11. Suma de respuestas a la pregunta 7

El 100% de los encuestados muestran niveles completamente de adecuado con utilizar un sistema de sensores que facilita el monitoreo y control del ambiente dentro del invernadero.

Análisis de la pregunta #8 **“Proponga dos posibles mejoras para hacer un mejor proceso de agricultura invernadero.”**

Proponga dos posibles mejoras para hacer un mejor proceso de agricultura invernadero

1-Que se aplique un insecticida que no solo controle el TRIP, sino que los extermine.

2- Diseñar sistema de reguío que se controle la humedad de forma automática.

Agricultor

Control de temperatura para evitar altas temperaturas y humedad que afectan la siembra y un sistema de siembra automática.

Agricultor

Sería bien útil un sistema que facilite el trabajo de los productores en cuanto al proceso de cultivo y su mantenimiento y que los productos lleguen de la mayor calidad posible desarrollados de forma sostenible y orgánica.

CEO de Terraverde

Sería útil un sistema que ayude a estabilizar el ambiente dentro del invernadero y que pueda monitorear la siembra en todo momento, me ayudaría a flexibilizar el tiempo dedicado a mantener el rancho. Y una solución para prevenir la propagación de plagas así evitar el uso de pesticidas químicos, ideal para los invernaderos orgánicos.

Ingeniero

Tecnología para control de humedad/temperatura y para control de plagas

Agricultor

Un sistema para controlar el ambiente del invernadero sería ideal, también uno para prevenir las plagas.

Agricultor

**Un sistema que facilite el control de condensación y humedad.
Una herramienta que ayude a controlar y eliminar peste.**

Agricultor

Un sistema que mejore la falta de superficie de ventilación y controlar la sobre calefacción dentro del invernadero.

Agricultor

Una herramienta para evitar y eliminar las plagas. Una herramienta que maneja la temperatura.

Agricultor

Una solución para mejorar la temperatura del invernadero, controlando la humedad y el sobrecalentamiento y una solución para eliminar las plagas.

Agricultor

Tabla 3.1. Tabla de suma de respuestas a la pregunta 8

3.8.3. Análisis general

Como se puede observar en la presentación de los resultados, las respuestas evidencian que existen mejoras que se puedan aplicar al proceso y mantenimiento de cultivo invernadero de Terraverde. Específicamente se puede destacar que los métodos implementados para el control de la temperatura y humedad dentro del invernadero son ineficientes. Por lo tanto, se puede considerar este factor uno de los requerimientos principales para el diseño propuesto en este trabajo de grado, tal como se puede observar en la tabla 3.4 que contiene las respuestas de la pregunta abierta.

**Sistema IOT para
la automatización de cultivo
invernadero de TerraVerde**

Estudio de factibilidad

Versión 1.0

3.9.1. Introducción

El presente estudio de factibilidad tiene como objetivo dar a conocer las ventajas que suponen para los proveedores de Terraverde el desarrollo de un sistema IoT para la automatización del proceso de cultivo invernadero. El éxito del proyecto dependerá del grado de viabilidad que se presenta en las áreas mencionadas anteriormente.

3.9.2. Propósito

Este estudio tiene como propósito recolectar información necesaria para la propuesta de desarrollo del proyecto con el fin de determinar la utilidad y viabilidad de la implementación de este y tomar decisiones en base a la información obtenida.

3.9.3. Innovación del producto propuesto

Un sistema de sensores IoT para la automatización del proceso de cultivo invernadero representa un gran avance para los productores de Terraverde, ya que permitirá efficientizar el control de temperatura/humedad y control de plagas en los invernaderos.

Utilizar sensores que captan los niveles de temperatura, humedad y propagación de plagas permite detectar cualquier irregularidad que pueda alterar el desarrollo correcto del cultivo y calidad del producto final.

La implementación de este tipo de sistema le facilitara al agricultor recolectar, analizar y distribuir información, lo que conlleva a obtener información detallada sobre el estado actual de la siembra de forma remota a través de una aplicación web/móvil. Con este

sistema se logrará aumentar la productividad, la efectividad de producción y regular la calidad del producto.

3.9.4. Análisis de factibilidad técnica

Para determinar la factibilidad técnica del desarrollo de un sistema que automatice el proceso de cultivo en los invernaderos de Terraverde, se realizó una evaluación de los recursos técnicos existentes en la organización, con el fin de determinar si los recursos son suficientes para la realización del proyecto.

Debido a que en Terraverde no cuentan con un personal con la capacidad y las habilidades para desarrollar un sistema IoT, se debe destacar la importancia de este. Se tiene las opciones de contratar a una empresa que brinde este servicio o una persona con las habilidades necesarias.

Para desarrollar dicho sistema se debe contar con hardware y software de última generación, con las siguientes características:

3.9.4.1. Recursos de Hardware

Los recursos de hardware necesarios para la implementación de la solución propuesta son los detallados a continuación:

Hardware	
Características	Requisitos

Sensor	Debe captar temperatura, humedad, temperatura del suelo y detectar plagas
Concentrador LPWan	RAK2245 Pi HAT WisLink LPWAN Concentrador
Ordenador	Raspberry Pi 4
Memoria	16 GB SD + lector de tarjeta
Carga eléctrica	5 V al menos 2 A Micro USB Power Supply o USB C Power Supply
Conexión a Internet	Disponibilidad de conexión a Internet estable. 11 Mbps Inalámbrico 802. 11b.

Tabla 3.2. *Tabla de las características de Hardware para desarrollo.*

Fuente: Elaboración propia

3.9.4.2. Recursos de Software

Los recursos de software necesarios para la implementación de la solución propuesta son los detallados a continuación:

Software	
Características	Requisitos
Sistema Operativo	Windows 10 o macOS 10.14 Mojave
Explorador de Internet	Chrome 79.0+ Opera 57.0+

	Microsoft Edge 88.0+ Safari 12.1+
Gestor de Base de Datos	Microsoft SQL Server Standard 2019
Entorno de Desarrollo	Visual Studio Code
Entorno de Prueba	Selenium 3.141.59
Gestor de Servidores	Azure IoT Suite
Herramienta de Diseño	Adobe Photoshop

Tabla 3.3. Tabla de las características de Software para desarrollo

Fuente: Elaboración propia

Ya mostrado las especificaciones de Hardware y Software a considerar para el desarrollo del sistema IoT propuesto. Terraverde actualmente no cuenta con equipos que cumplan con las especificaciones anteriormente establecidas para llevar a cabo el desarrollo del sistema. Por este motivo, se considera más factible que sea desarrollada por terceros.

3.9.5. Factibilidad operativa

Desde el punto de vista operativo, el sistema propuesto resultaría factible para Terraverde, debido a que el mismo tendrá un impacto positivo en el proceso y en el producto final. Esta conclusión se llega luego de analizar los siguientes puntos:

En primer lugar, el sistema propuesto responde a las problemáticas obtenidas en la encuesta aplicada a los participantes de Terraverde, tal como se puede observar en la tabla 3.4 que contiene las respuestas de la pregunta abierta.

Por otro lado, la propuesta facilita a los proveedores de Terraverde el proceso de cultivo a través de la automatización utilizando tecnología Internet de las cosas, lo que permitirá medir con exactitud las condiciones y progreso del cultivo en el invernadero a través de un dispositivo móvil y conexión de internet inalámbrica.

Con relación al usuario afectado directamente por el sistema, este implica un cambio significativo en el proceso de cultivo actual, Sin embargo, el sistema propuesto está realizado con una estructura de fácil aprendizaje para cualquier persona que conozca dicho proceso.

3.9.6. Factibilidad económica

El estudio de factibilidad del Sistema IoT para la automatización del proceso de cultivo invernadero de Terraverde se basó en un análisis de relación Costo-Beneficio, en el que se identificaron todos los recursos necesarios para el desarrollo e implementación del sistema que requiere de una inversión económica y se detallaron los beneficios tangibles e intangibles.

3.9.7. Análisis costos-beneficios

3.9.7.1. Costo

A continuación, se listan los principales costos que se disminuirán o eliminarán a la hora de implementar un sistema IoT para los invernaderos de Terraverde:

Hardware			
Descripción	Cantidad	Precio unitario (RD\$)	Precio Total (RD\$)
LoRa Radio Node 868MHz	10	1,016.46	10,164.60
Raspberry Pi 4 Modelo B 2019 Quad Core 64 Bit WiFi Bluetooth (4GB)	1	5,471.94	5,471.94
WiFi Gateway Lorawan Lora Gateway ESP32 Sx1276 Chip 5V HT-M00 Dual Channel 868-915 MHz Antena incorporada	1	3,156.11	3,156.11
HiLetgo FT232RL FTDI Mini USB a TTL Serial Convertidor Adaptador Módulo 3.3V 5.5V FT232R Breakout FT232RL USB a Serial Mini USB a TTL Placa Adaptador para Arduino	1	338.26	338.26
Sensor BME280 (air temperature, humidity, and atmospheric pressure)	10	1,447.89	14,478.91
DS18B20 (temperatura del suelo)	10	232.09	2,320.92
Gikfun EK1940 - Sensor capacitivo de humedad de suelo	10	450.63	4,506.31
IP65 Polycarbonate Enclosure, NEMA 4X plastic enclosure, Waterproof hinged plastic box, Plastic enclosure with hinged cover, Electrical plastic enclosure	1	2,969.76	2,969.76
Topsolar Kit de panel solar monocristalino 20W 12V con controlador de carga solar 10A + cable de extensión con clips de batería Terminal de junta tórica	1	2,822.94	2,822.94

para Marine Boat Off Grid System	RV			
LiFePO4-batería de litio de 12V, 100Ah, con BMS		2	19214.48	19214.48
LM7805 Voltage Regulator		2	451.2	902.39
			Total:	66,346.62

Software			
Descripción	Cantidad	Precio unitario (RD\$)	Precio Total (RD\$)
Azure IoT Suite	1	14,117.50	14,117.50
Visual Studio Code	1	0.00	0.00
Microsoft SQL Server Standard 2019	1	50,703.60	50,703.60
Selenium	1	0.00	0.00
Adobe Photoshop	1	11,838.36	11,838.36
		Total:	76,659.46

Recursos Humanos				
Descripción	Cantidad	Sueldo	Duración	Sueldo Total
Gerente de proyecto	1	60,000.00	6	360,000.00
Desarrollador Senior	1	50,000.00	6	300,000.00
Desarrollador Junior	1	35,000.00	6	210,000.00
QA Senior	1	45,000.00	6	270,000.00
DBA	1	55,000.00	6	330,000.00
Diseñador Grafico	1	20,000.00	3	60,000.00
		Total:		1,530,000.00

A estos costos se le añade un 10% para cubrir cualquier imprevisto que se pueda presentar durante la realización del proyecto y un 5% para gastos operacionales. Por tanto, el resultado del análisis de costo final sería:

Costo total	
Costo Hardware	66,346.62
Costo Software	76,659.46
Costo Recurso Humano	1,530,000.00
Total Recursos bruto	1,673,006.08
Imprevisto 10%	167,300.61
Gastos operacionales 5%	33,460.12
Total Recursos Neto	1,873,766.81

En vista de que el tiempo estimado de duración del proyecto es de 10 meses, el costo total del proyecto será: **RD\$ 1,873,766.81**

3.9.8. Beneficios del sistema

3.9.8.1. Beneficios Tangibles

- Automatización del proceso de cultivo invernadero.
- Estabilizar el ambiente del invernadero
- Información actualizada y confiable
- Posibilidad de generar reportes de los ciclos de cultivo

3.9.8.2. Beneficios intangibles

- Control y Uso adecuado de la información.
- Satisfacción de los empleados
- Satisfacción de los clientes

3.9.9. Retorno de inversión

Además de agilizar el proceso de cultivo invernadero, el propósito de implementar este sistema IoT es de reducir los costos provenientes a un sistema de producción costoso.

En base a lo mencionado anteriormente, debido a la forma en que actualmente se mantienen el control de temperatura/humedad, el control ante plagas no es efectivo. Esto debe compensarse mediante la implementación de un sistema IoT que facilite precisar y controlar los niveles de temperatura, humedad y el ambiente del invernadero y así como prevenir la propagación de plagas, Todo esto debe compensarse mediante el uso de recursos que no posee actualmente Terraverde.

Debido a que la marca Terraverde no posee los recursos necesarios, se calcula que la implementación del sistema propuesto daría a la empresa Terraverde un ahorro estimado de **RD\$ 156,147.23** mensual. Esto permitirá que la empresa pueda recuperar la cantidad invertida en un tiempo estimado de 12 meses.

3.9.10. Conclusión

Se finaliza el estudio de factibilidad sobre la implementación de un sistema IoT para la automatización del proceso de cultivo invernadero de Terraverde. Se cuenta con la información necesaria para concluir con que la propuesta se muestra como una buena oportunidad de inversión para la empresa, representado a través del análisis costo-beneficio y el resultado del retorno de inversión, lo muestra la recuperación de la cantidad invertida estimada a corto y mediano plazo.

GreenSensors

Sistema IOT para la automatización de cultivo invernadero de TerraVerde

Visión

Versión 1.4

Historial de Revisiones

Fecha	Versión	Descripción	Autor
03/10/2021	1.0	Creación del documento visión con las propuestas iniciales del proyecto.	Estefanía Peralta
05/10/2021	1.1	Desarrollo de sección I completo.	Estefanía Peralta
10/10/2021	1.2	Desarrollo de sección II completo.	Estefanía Peralta
16/10/2021	1.3	Ajustes, cambios de formato y revisión final	Estefanía Peralta
17/10/2021	1.4	Versión Final	Estefanía Peralta

Índice

3.10.	DOCUMENTO VISIÓN	63
3.10.1.	<i>Introducción</i>	66
3.10.2.	<i>Propósito</i>	66
3.10.3.	<i>Alcance</i>	66
3.10.4.	<i>Definiciones, Acrónimos y Abreviaciones</i>	66
3.10.5.	<i>Referencias</i>	67
3.10.6.	<i>Resumen del documento visión</i>	67
3.10.7.	<i>Metodología a utilizar</i>	68
3.10.8.	<i>Fases de metodología RUP</i>	69
3.10.9.	<i>Posicionamiento</i>	70
3.10.10.	<i>Modelo organizacional del negocio</i>	71
3.10.11.	<i>Definición del problema</i>	71
3.10.12.	<i>Posición del Producto</i>	72
3.10.13.	<i>Descripción de los stakeholders</i>	73
3.10.14.	<i>Stakeholders</i>	73
3.10.15.	<i>Entorno del Usuario</i>	80
3.10.16.	<i>Organigrama de la organización</i>	81
3.10.17.	<i>Descripción del producto</i>	82
3.10.18.	<i>Modelo del negocio</i>	82
3.10.19.	<i>Resumen de los beneficios del sistema</i>	83
3.10.20.	<i>Supuestos y dependencias</i>	83
3.10.21.	<i>Costos y Precios</i>	83
3.10.22.	<i>Descripción del Producto</i>	86
3.10.23.	<i>Restricciones</i>	87
3.10.24.	<i>Estándares aplicables</i>	87
3.10.25.	<i>Características del sistema</i>	87
3.10.26.	<i>Requerimientos de Desempeño</i>	87
3.10.27.	<i>Requerimientos de Documentación</i>	88
3.10.28.	<i>Requerimientos de Hardware y Software</i>	88
3.10.29.	<i>Manual de Usuario</i>	89
3.10.30.	<i>Ayuda en línea</i>	90
3.10.31.	<i>Guías de Instalación, Configuración y documentos</i>	90

3.10.1. Introducción

Este documento tiene como finalidad definir el alcance y objetivo del sistema IoT para la automatización del proceso de cultivo invernadero de Terraverde correspondiente al periodo 2021-2022.

3.10.2. Propósito

El propósito de este documento es sistematizar el análisis general del problema, las necesidades y las características del proceso de cultivo invernadero de la empresa Terraverde, desde una perspectiva de alto nivel. El documento comprende una visión general de la empresa y describe el sistema automatizado con el uso de sensores que pretende contribuir a resolver sus problemas. Se describen además las necesidades y perfiles de los involucrados del proyecto.

3.10.3. Alcance

El ámbito del documento se refiere al proyecto de desarrollo del sistema de sensores y {tiene relación con los siguientes proyectos [lista de proyectos relacionados].} {no tiene relación con otros proyectos}

3.10.4. Definiciones, Acrónimos y Abreviaciones

- **GreenSensors:** nombre promocional del sistema de sensores IOT para invernaderos descrito en el documento.

- **IEEE 802.15.1:** estándar que indica la capa física (PHY) y de control de acceso al medio (MAC) para la conectividad inalámbrica por Bluetooth tanto de dispositivos estacionarios como móviles dentro de un área personal.
- **ISO 12207:** es el estándar para los procesos de ciclo de vida del software de la organización ISO.
- **ISO-9000:** es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación como los métodos de auditoría.
- **ISO/IEC 27000:** contiene las mejores prácticas recomendadas en seguridad de la información para desarrollar, implementar y mantener especificaciones.

3.10.5. Referencias

- (Blokdyk, 2018) *Rational Unified Process a Complete Guide*. 5STARCook. B07CVTZYM4
- (Pressman & Maxim, 2019). *Software Engineering: A practitioner's approach* (9a edition ed.). McGraw-Hill Education.

3.10.6. Resumen del documento visión

Este documento contiene información sobre la empresa TerraVerde, el problema identificado, los principales involucrados y la descripción general de la solución

propuesta a través del sistema de sensores IoT para el monitoreo u control del cultivo dentro de invernaderos.

3.10.7. Metodología a utilizar

Para el análisis y el diseño de este sistema, se utilizará la metodología Rational Unified Process (RUP), ver figura #, la cual, es una metodología de desarrollo de software cuyo objetivo principal es garantizar la producción de software de alta calidad que satisfaga las necesidades definidas dentro de un plazo de tiempo y un presupuesto. Este tipo de metodología está dirigido por los casos de uso y centrado en la arquitectura y el desarrollo iterativo e incremental.

En RUP, los casos de uso guían el diseño, implementación y prueba del software. Estos constituyen un elemento integral y sirven de guía del trabajo. En cuanto a la arquitectura de un sistema, RUP define temprano la arquitectura de calidad para que no se vea fuertemente impactada ante cambios en las fases posteriores.

A través de la metodología RUP se realiza el trabajo con un proceso iterativo e incremental en donde el trabajo se divide en módulos permitiendo generar un equilibrio entre los casos de uso y la arquitectura. Cada módulo se ve como una iteración de cual se obtiene un incremento que produce un crecimiento en el desarrollo del producto.

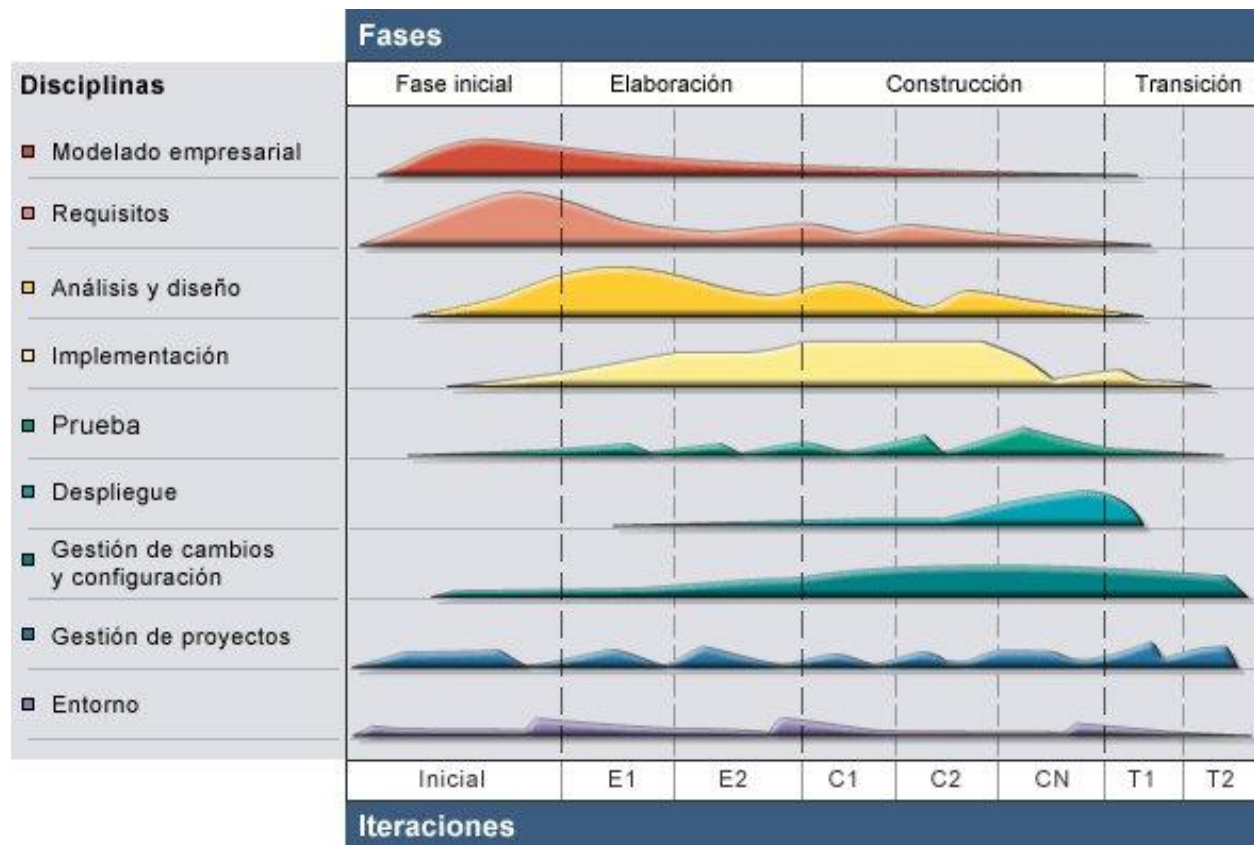


Figura 3.12. Estructura del RUP (Rational Unified Process)

3.10.8. Fases de metodología RUP

3.10.8.1. Fases de Inicio

Se enfocan en comprender el problema y la tecnología, la delimitación del ámbito del proyecto, la eliminación de los riesgos críticos, y el establecimiento de una línea base de la arquitectura. Durante la fase de inicio las iteraciones hacen mayor énfasis en actividades modelado del negocio y de requisitos.

3.10.8.2. Fase de elaboración

Las iteraciones se orientan al desarrollo de la línea base de la arquitectura, abarcan más los flujos de trabajo de requerimientos, modelo de negocios (refinamiento),

análisis, diseño y una parte de implementación orientado a la línea base de la arquitectura.

3.10.8.3. Fase de construcción

Se lleva a cabo la construcción del producto por medio de una serie de iteraciones. Para cada iteración se selecciona algunos Casos de Uso, se refina su análisis y diseño y se procede a su implementación y pruebas. Se realiza una pequeña cascada para cada ciclo. Se realizan tantas iteraciones hasta que se termine la implementación de la nueva versión del producto.

3.10.8.4. Fase de transición

Se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a la comunidad de usuarios.

3.10.9. Posicionamiento

3.10.9.1. Oportunidad de negocio

La empresa Terraverde ubicada en la calle Mercedes Amiama Blandino 25, San Gerónimo en la ciudad Santo Domingo, dedicada a la producción y distribución de alimentos orgánicos. Este sistema permitirá a la empresa resolver la sobre calefacción y la propagación de plagas, brindándole los beneficios de poder monitorear y controlar el cultivo en el invernadero de forma remota a través de un sistema de sensores conectados a una aplicación web y móvil.

3.10.10. Modelo organizacional del negocio

Aliados claves • Terraverde • Productores	Actividades Claves • Cultivar siembra • Monitorear temperatura y humedad • Controlar propagación de plagas	Propuesta de Valor El usuario recibirá notificación en la variación de nivel de temperatura a humedad	Relación con el Cliente Los usuarios podrán ver el estado actual de la siembra en cualquier momento y lugar.	Segmento de Cliente • Terraverde • CEO • Proveedor • Agricultor
	Recursos Clave • Agricultores • Sensores • Sistema IoT • Plataforma móvil		Canales • Aplicación web • Aplicación móvil	
Estructura de Costos Costos fijos: Licencias, gestión de proyecto y personal de desarrollo. Costo de negocio: El costo de inversión total será costado por Terraverde.			Estructura de Ingresos • Reducción en gastos por proceso de cultivo costo • Reducción de gastos por personal fijo	

Tabla 3.7. Modelo organizacional

Fuente: Propia

3.10.11. Definición del problema

El problema/Necesidad u oportunidad de	El sobrecalentamiento, los niveles altos de humedad/condensación y la propagación de plagas afectan el desarrollo del cultivo en el invernadero.
---	--

negocio	
Afecta a	• Productor de invernadero • Agricultor de invernadero • CEO de Terraverde • Equipo de desarrollo • Equipo de QA • Director General • Directora Comercial • Director de administración
El impacto asociado es	La habilidad de controlar y monitorear efectivamente los niveles de temperatura y niveles de humedad del invernadero que impacta la consistencia de la calidad del producto final.
Una solución adecuada sería	Crear un sistema de sensores IoT que se conecten a un dispositivo conectado a una red privada con una aplicación vinculada que muestra las estadísticas del cultivo para su monitoreo y control dentro del invernadero.

3.10.12. Posición del Producto

Para	Ingeniero y agricultor del invernadero
-------------	--

Quienes	Necesitan trabajar en agricultura invernadero a nivel comercial utilizando tecnología de punta para aprovechar la ventaja que ofrece la tecnología del internet de las cosas, que no requiera un monitoreo presencial por parte de los agricultores.
El producto (GS)	GreenSensors, sistema IoT para la automatización de cultivo invernadero.
Cualidades del sistema propuesto	• Monitorea el desarrollo del cultivo • Monitorea el nivel de temperatura y humedad • Monitorea amenaza de plaga
A diferencia de	Utilizar métodos tradicionales para el control y monitoreo de la siembra y el ambiente del invernadero.

3.10.13. Descripción de los stakeholders

Para proveer de forma efectiva productos y servicios que se ajusten a las necesidades de los involucrados en este proyecto, es necesario identificarlos y determinar sus necesidades.

En este apartado se describe los resultados esperados de los stakeholders del proyecto. Para los stakeholders que también serán usuarios del sistema, se describen las responsabilidades y funciones que realizarán en el futuro Sistema de Información.

3.10.14. Stakeholders

Nombre	Productor
Descripción	Es quien tiene acceso al sistema para revisar el progreso del cultivo en el invernadero.
Tipo	Es un usuario del sistema de tipo gurú.
Responsabilidades en el sistema	• Controlar la temperatura y humedad • Controlar y prevenir la propagación de plagas
Criterio de éxito	• Dispositivo debe estar conectado a una red de internet. • Usuario debe tener acceso al sistema como agricultor/productor.
Problema clave	• No poder controlar el calentamiento y humedad. • No poder detectar plagas a tempranas etapas.
Involucramiento con respecto al proyecto	Dentro del proyecto, el usuario asistirá a reuniones de coordinación y brindará información con respecto a sus funciones en el invernadero, dar seguimiento al desarrollo del proyecto y aprobar requisitos y funcionalidades.

Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	Agricultor
Descripción	Forma parte del equipo del productor, participa en todo el proceso del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha.
Tipo	Es un usuario del sistema de tipo experto.
Responsabilidades en el sistema	• Controlar la temperatura y humedad • Controlar y prevenir la propagación de plagas
Criterio de éxito	• Dispositivo debe estar conectado a una red de internet. • Usuario debe tener acceso al sistema como agricultor/productor.
Problema clave	• No poder controlar el sobrecalentamiento y humedad. • No poder detectar plagas a tempranas etapas.
Involucramiento con respecto al	Dentro del proyecto, el usuario asistirá a

proyecto	reuniones de coordinación y brindará información con respecto a sus funciones en el invernadero y dar seguimiento al desarrollo del proyecto.
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	CEO(Terraverde)
Descripción	Es representante de la marca que se supe de los productores.
Tipo	Es un usuario del sistema y es de tipo casual.
Responsabilidades en el sistema	• Monitorear el progreso del cultivo • Recibir notificación de cuando la cosecha está lista para distribución.
Criterio de éxito	• Dispositivo debe estar conectado a una red de internet. • Usuario debe tener acceso al sistema como cliente
Problema clave	El nivel de calidad de las cosechas no es consistente y afecta el retorno de inversión de

	la empresa.
Involucramiento con respecto al proyecto	Inversionista del proyecto y asistirá a reuniones de coordinación y brindará información con respecto, dar seguimiento al desarrollo del proyecto y aprobar requisitos y funcionalidades.
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	Director General
Descripción	Es el director general de GreenSensors.
Tipo	No es un usuario del sistema
Responsabilidades en el sistema	Ninguna
Criterio de éxito	Ninguno
Problema clave	Ninguno
Involucramiento con respecto al proyecto	Dirección del proyecto
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	Equipo de Desarrollo
Descripción	Es el equipo encargado de desarrollar el software de la aplicación web/móvil y el que será implementado.
Tipo	No es un usuario del sistema
Responsabilidades en el sistema	Ninguna
Criterio de éxito	Ninguno
Problema clave	Ninguno
Involucramiento con respecto al proyecto	Desarrollado del Sistema
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	Equipo de QA
Descripción	Es el equipo encargado de probar el software desarrollado.
Tipo	No es un usuario del sistema
Responsabilidades en el sistema	Ninguna
Criterio de éxito	Ninguno

Problema clave	Ninguno
Involucramiento con respecto al proyecto	Probar el sistema
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	Directora Comercial
Descripción	Es la directora comercial y de marketing de GreenSensors.
Tipo	No es un usuario del sistema
Responsabilidades en el sistema	Ninguna
Criterio de éxito	Ninguno
Problema clave	Ninguno
Involucramiento con respecto al proyecto	Marketing del proyecto
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

Nombre	Director de administración
Descripción	Es el director de administración y finanzas de GreenSensors.
Tipo	No es un usuario del sistema
Responsabilidades en el sistema	Ninguna
Criterio de éxito	Ninguno
Problema clave	Ninguno
Involucramiento con respecto al proyecto	Administración de finanzas del proyecto
Entregables del sistema	Ninguno
Asuntos	Ninguno

3.10.15. Entorno del Usuario

Los usuarios utilizarán la aplicación GS a través de dispositivos móviles autorizados y conectados con los sensores en el invernadero, mediante una red Wi-Fi. Dichos dispositivos tendrán la aplicación GS instalada y esta debe ser configurada al momento de empezar un nuevo ciclo de siembra. A través de esta aplicación podrán obtener los detalles del estado actual del cultivo, monitoreo de la temperatura, humedad y ante plagas. La aplicación GS estará diseñada de manera simple y minimalista para que los usuarios puedan manejarse dentro de ella de manera intuitiva.

La cantidad de usuarios dependerá de la distribución del equipo del productor y de la marca cliente. En cuanto a la cantidad de tiempo invertido dependerá del tipo de cultivo. En cuanto a restricciones ambientales, dependerá de las condiciones de la estructura del invernadero.

3.10.16. Organigrama de la organización

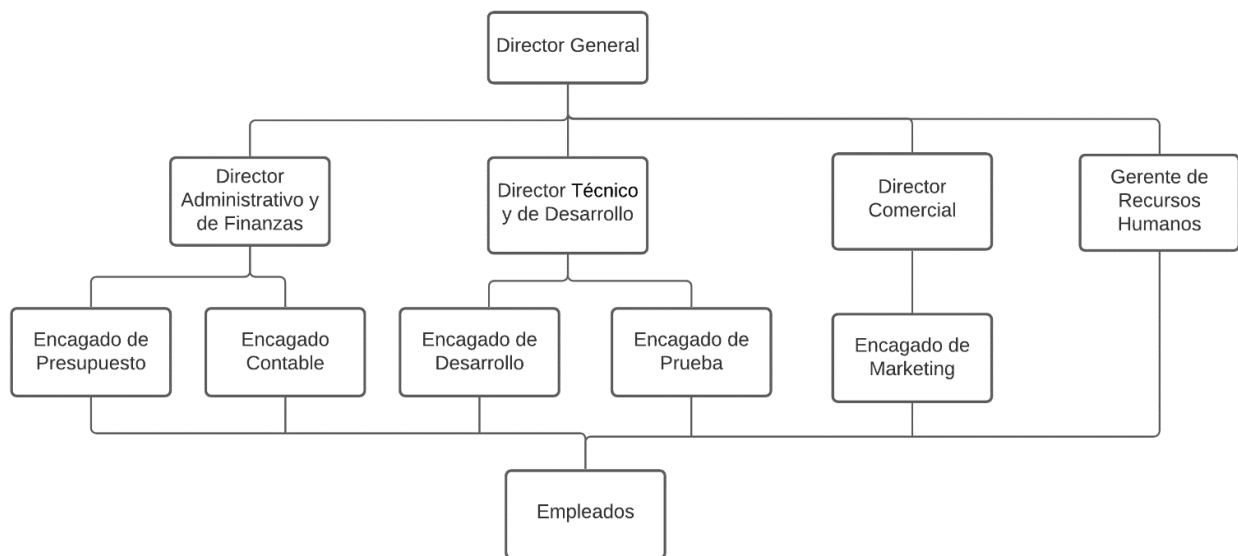


Figura 3.13. Organigrama

Sección II: Definición de Alcance del Sistema

3.10.17. Descripción del producto

El producto por desarrollar es una aplicación y un sensor. Su objetivo principal mejorar el proceso del cultivo invernadero donde el usuario a través de un sensor le comparte la información obtenida a un dispositivo que posee una aplicación que puede monitorear en cualquier momento y en cualquier lugar el progreso de la siembra, monitorear el nivel de temperatura y alertar ante plagas.

3.10.18. Modelo del negocio

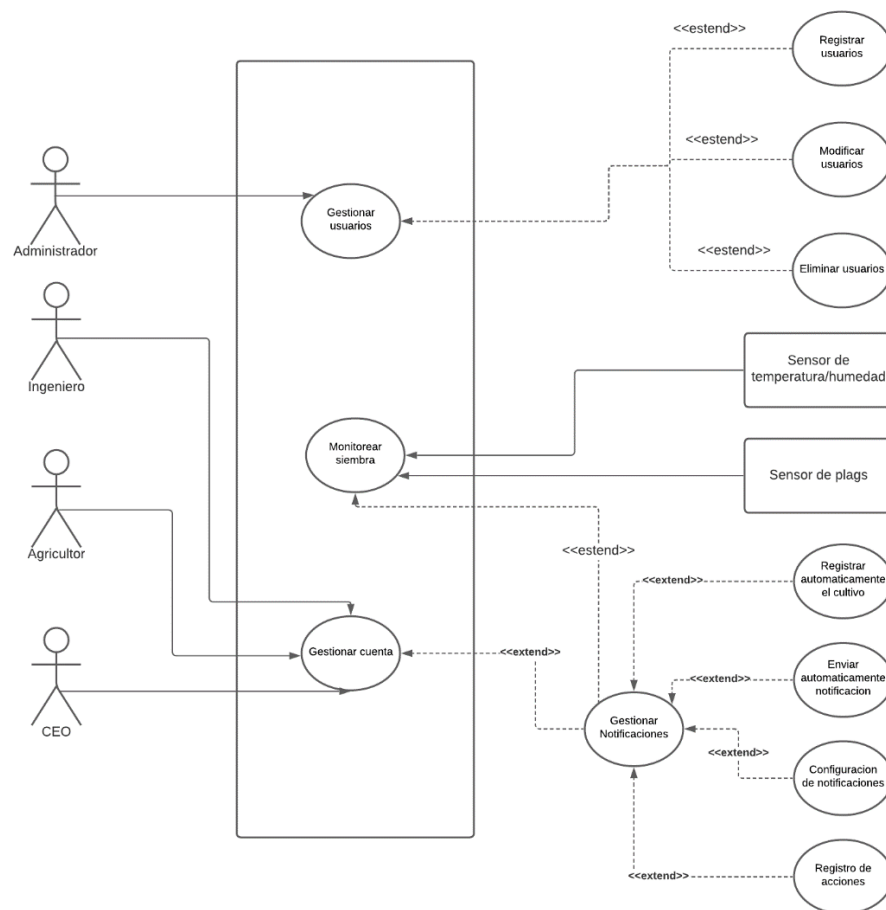


Figura 3.14. Modelo organizacional del negocio

3.10.19. Resumen de los beneficios del sistema

Los beneficios que se obtienen de la implementación del sistema GreenSensors se encuentran los siguientes:

Beneficios	Característica
Monitoreo 24/7 de la siembra	Los sensores vinculados a los dispositivos notifican el estado actual de la siembra.
Evita sobre calentamiento y altos niveles de humedad	Los sensores poseen la capacidad de detectar el nivel de temperatura y humedad actual del invernadero
Evita propagación de plagas	La aplicación alerta cuando un sensor detecta una plaga.
Facilidad de configuración	Tutorial integrado en la aplicación

3.10.20. Supuestos y dependencias

- El usuario debe tener dominio básico de dispositivos móviles.
- El usuario debe de tener un dispositivo móvil con un sistema operativo IOS o Android con Android 10.0+ o IOS 9.0+ para poder instalar la aplicación.
- El usuario debe de tener una conexión Wifi para poder utilizar la aplicación.
- El sistema debe estar disponible a través de un servidor web

3.10.21. Costos y Precios

En base al estudio de factibilidad realizado para el desarrollo del sistema GreenSensors, se estimó un presupuesto basado en el tiempo de cada miembro del

equipo de desarrollo y los recursos hardware, recursos software necesarios para sus labores.

3.10.21.1. Recursos de Hardware

Hardware			
Descripción	Cantidad	Precio unitario (RD\$)	Precio Total (RD\$)
LoRa Radio Node 868MHz	10	1,016.46	10,164.60
Raspberry Pi 4 Modelo B 2019 Quad Core 64 Bit WiFi Bluetooth (4GB)	1	5,471.94	5,471.94
WiFi Gateway Lorawan Lora Gateway ESP32 Sx1276 Chip 5V HT-M00 Dual Channel 868-915 MHz Antena incorporada	1	3,156.11	3,156.11
HiLetgo FT232RL FTDI Mini USB a TTL Serial Convertidor Adaptador Módulo 3.3V 5.5V FT232R Breakout FT232RL USB a Serial Mini USB a TTL Placa Adaptador para Arduino	1	338.26	338.26
Sensor BME280 (air temperature, humidity, and atmospheric pressure)	10	1,447.89	14,478.91
DS18B20 (soil temperature)	10	232.09	2,320.92

Gikfun EK1940 - Sensor capacitivo de humedad de suelo	10	450.63	4,506.31
IP65 Polycarbonate Enclosure, NEMA 4X plastic enclosure, Waterproof hinged plastic box, Plastic enclosure with hinged cover, Electrical plastic enclosure	1	2,969.76	2,969.76
Topsolar Kit de panel solar monocristalino 20W 12V con controlador de carga solar 10A + cable de extensión con clips de batería Terminal de junta tórica para RV Marine Boat Off Grid System	1	2,822.94	2,822.94
LiFePO4-batería de litio de 12V, 100Ah, con BMS	2	19214.48	19214.48
LM7805 Voltage Regulator	2	451.2	902.39
		Total:	66,346.62

3.10.21.2. Recursos de Software

Software			
Descripción	Cantidad	Precio unitario (RD\$)	Precio Total (RD\$)

Azure IoT Suite	1	14,117.50	14,117.50
Visual Studio Code	1	0.00	0.00
Microsoft SQL Server Standard 2019	1	50,703.60	50,703.60
Selenium	1	0.00	0.00
Adobe Photoshop	1	11,838.36	11,838.36
		Total:	76,659.46

3.10.21.3. Recursos Humanos

Recursos Humanos				
Descripción	Cantidad	Sueldo	Duración	Sueldo Total
Gerente de proyecto	1	60,000.00	6	360,000.00
Desarrollador Senior	1	50,000.00	6	300,000.00
Desarrollador Junior	1	35,000.00	6	210,000.00
QA Senior	1	45,000.00	6	270,000.00
DBA	1	55,000.00	6	330,000.00
Diseñador Grafico	1	20,000.00	3	60,000.00
		Total:		1,530,000.00

3.10.22. Descripción del Producto

El sistema está basado en módulos, los cuales son los siguientes:

- Módulo de gestión de cuentas
- Módulo de gestión de notificaciones

3.10.23. Restricciones

- Los sensores estarán conectados a una red autorizada.
- Los usuarios deben ser autorizados por el administrador para acceder a la aplicación.
- Un sensor monitorea una siembra.
- El dispositivo no podrá ser instalados en dispositivos con firmware inferiores a Android 10.0 o IOS 9.0.

3.10.24. Estándares aplicables

- Para la comunicación entre el sensor y el dispositivo móvil se debe de seguir el estándar IEEE 802.11.
- En el desarrollo de la aplicación para IOS y Android se estarán utilizando los estándares, ISO 12207, ISO-9000 e ISO/IEC 27000.
- La metodología para el ciclo de vida del software a utilizar será el modelo RUP.

3.10.25. Características del sistema

3.10.26. Requerimientos de Desempeño

- El tiempo máximo de espera para visualizar el monitoreo del cultivo será de 10 segundos.
- El tiempo máximo para el envío de las notificaciones automáticas debe ser de 10 segundos.

- Las máximas de caídas de mantenimiento serán 2 veces al año.
- El tiempo fuera de servicio de la plataforma será de no más 10 minutos.

3.10.27. Requerimientos de Documentación

- Manual de uso del cliente
- Manual de uso del administrador
- Manual de uso del sistema IoT de invernadero
- Manual de mantenimiento de la plataforma

3.10.28. Requerimientos de Hardware y Software

3.10.28.1. Requerimientos de Hardware

Requerimientos de Hardware del Sistema GreenSensors	
Requerimiento	Detalle
Espacio Físico	El espacio físico comprende de los tamaños estándar de invernaderos, los cuales son: Ancho: 8.0-9.60 metros Altura bajo canal: 4.0x5.0x5.50 metros Altura al zenit: 5.80x6.30x6.80 metros Separación entre pilares: 5.0 metros (interior) y 2.50 (exterior)
Conexión a internet	Disponibilidad de internet estable a una velocidad mínima de 10 Mbps de bajada.
Equipo suplementario de	Paneles solares con controlador de carga solar 10A+ con confección a batería

energía	recargable.
Servidor	Servidor en la nube a través de Microsoft Azure IoT Hub.

3.10.28.2. Requerimientos de Software

Requerimientos de Software del Sistema GreenSensors	
Requerimiento	Detalle
Sistema Operativo	Android 10.0 o IOS 9.0
Explorador Web	Chrome 79.0+ Opera 57.0+ Microsoft Edge 88.0+ Safari 12.1+
Gestor de Base de Datos	Microsoft SQL Server Standard 2019
Entorno de Desarrollo (IDE)	Visual Studio Code

3.10.29. Manual de Usuario

Manual de Usuario	
Nombre	Manual de Usuario – Uso del Sistema: “Sistema IoT para la automatización del proceso de cultivo invernadero en

	Terraverde”
Medio de Publicación	El manual de usuario será publicado de manera digital.
Actualizaciones	Se realizarán actualizaciones al manual de usuario en conjuntos con las actualizaciones mayores del sistema.
Tipo de Manual	El manual de usuario estará disponible de manera escrita.

3.10.30. Ayuda en línea

La sección de ayuda en línea estará conjunta a la de *manual de usuario* en la sección de ayuda en la aplicación móvil. Contendrá un compendio de preguntas frecuentes y sus respuestas además de un formulario sencillo de solicitud de soporte y reporte de averías.

3.10.31. Guías de Instalación, Configuración y documentos

Además de los manuales de usuario provistos, la aplicación proveerá al momento de ser instalada de una introducción de cómo instalar los equipos a modo de una serie de dispositivas instruyendo paso a paso cada una de las fases de instalación. También se proveerán las informaciones de cada una de las características que el usuario podrá realizar con los sensores.

Se le entregará luego de realizar la compra el manual de usuario y el conjunto de especificaciones técnicas.

3.11. Especificación de Requisitos de software (SRS)

GreenSensors

**Documento de Especificaciones de
Requisitos de Software para el sistema IoT
para la automatización de cultivo
invernadero de Terraverde**

Versión 1.4

Historial de Revisiones

Fecha	Versión	Descripción	Autor
15/10/2021	1.0	Creación del documento	Estefania Peralta Ferreiras
17/10/2021	1.2	Desarrollo de la perspectiva del producto, sus interfaces y las especificaciones del sistema.	Estefania Peralta Ferreiras
18/10/2021	1.3	Ajustes, cambios de formato y revisión final	Estefania Peralta Ferreiras
19/10/2021	1.4	Versión Final	Estefania Peralta Ferreiras

Aprobaciones

El siguiente documento SRS ha sido aceptado y aprobado por los siguientes:

Firma	Nombre	Título	Fecha
<i>Estefanía Peralta F.</i>	Estefanía Peralta Ferreiras	Lead Software Eng.	27/11/2021

Índice

3.11.	ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (SRS)	92
3.11.1.	<i>Introducción</i>	95
3.11.2.	<i>Propósito</i>	95
3.11.3.	<i>Alcance</i>	95
3.11.4.	<i>Definiciones, Siglas y Abreviaciones</i>	96
3.11.5.	<i>Referencias</i>	96
3.11.6.	<i>Visión General del Documento</i>	97
3.11.7.	<i>Descripción General</i>	97
3.11.8.	<i>Perspectiva del Producto</i>	97
3.11.9.	<i>Funcionalidades del producto</i>	97
3.11.10.	<i>Módulo de gestión de cuentas</i>	98
3.11.11.	<i>Módulo de notificaciones</i>	98
3.11.12.	<i>Características del usuario</i>	98
3.11.13.	<i>Restricciones Generales</i>	98
3.11.14.	<i>Suposiciones y Dependencias</i>	99
3.11.15.	<i>Requerimientos Específicos</i>	99
3.11.16.	<i>Interfaces de Usuario</i>	99
3.11.17.	<i>Interfaces de Hardware</i>	99
3.11.18.	<i>Interfaces de Software</i>	100
3.11.19.	<i>Interfaces de Comunicación</i>	100
3.11.20.	<i>Requisitos Funcionales</i>	100
3.11.21.	<i>Gestión de Notificaciones</i>	103
3.11.22.	<i>Requisitos No Funcionales</i>	105
3.11.23.	<i>Información a tener en cuenta</i>	109
3.11.24.	<i>Especificación de Caso de Uso</i>	110

3.11.1. Introducción

En este documento se describirán los detalles relevantes sobre la logística del sistema IoT para la automatización del proceso de cultivo de los invernaderos de Terraverde. En los contenidos se definen los detalles sobre las oportunidades, los beneficios que tendrán los interesados en el sistema y cuáles son sus responsabilidades frente al mismo. También se contempla la captura de requisitos por medio de los stakeholders, igualmente se producirán nuevas mejoras a partir de las iteraciones que surgen en el transcurso del proyecto

3.11.2. Propósito

El propósito de este documento es plasmar de manera técnica los requerimientos expuestos en el documento visión del sistema IoT GreenSensors. Durante su desarrollo se definen las especificaciones funcionales y no funcionales que permitirán solucionar las problemáticas expuestas en los resultados de encuesta.

Esta funcionalidad se basa principalmente en la ineffectividad de métodos para controlar la temperatura y humedad dentro del invernadero, así como mejorar la eficiencia de prevención y control ante plagas, todo esto con el fin de automatizar el proceso de cultivo en los invernaderos de Terraverde.

3.11.3. Alcance

El alcance del producto consiste en una plataforma móvil/web vinculada a una red de sensores a través de una conexión inalámbrica que permitirá a los usuarios ver el progreso del cultivo y controlar el ambiente del invernadero de manera indirecta.

3.11.4. Definiciones, Siglas y Abreviaciones

Definiciones, Siglas y Abreviaciones	Descripción
SRS	Software Requirements Specifications, también conocido como Especificación de Requerimientos de Software en español. Este es un documento que agrupa las recomendaciones para la especificación de los requerimientos de software.
Requisito	Según la, un requisito de software es la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.
Requisito Funcional	Según la IEEE, los requisitos funcionales se definen en las acciones fundamentales que deben tener lugar en el software.
Requisito No Funcional	Los requisitos no funcionales son los requisitos que restringen el proceso de desarrollo del software.
GreenSensors	Sistema IoT para la automatización del cultivo invernadero de Terraverde
Terraverde	Es una iniciativa de producción orgánica y distribución en el mercado local.
Agricultor	Individuo encargado de mantener y monitorear el cultivo e invernadero.

3.11.5. Referencias

- (Blokdyk, 2018). *Rational Unified Process a Complete Guide*. 5STARCook. B07CVTZYM4
- (IEEE, 1998). *Prácticas Recomendadas para Especificación de Requerimientos de Software*.

- (Pressman & Maxim, 2019). *Software Engineering: A practitioner's approach* (9a edición). McGraw-Hill Education

3.11.6. Visión General del Documento

Este documento se detallarán los requerimientos para el desarrollo del sistema en agrupaciones:

- Requerimientos funcionales (RF)
- Requerimientos No Funcionales (RNF)
- Otros requerimientos

3.11.7. Descripción General

El producto GreenSensors es una aplicación móvil/web vinculada a una red de sensores IoT a través de una conexión de internet inalámbrica, que tiene la finalidad de efficientizar el proceso de cultivo invernadero para los agricultores de Terraverde.

3.11.8. Perspectiva del Producto

El sistema GreenSensors es una aplicación móvil/web vinculada a una red de sensores IoT que notificará las variaciones de los niveles de temperatura y humedad con la finalidad de efficientizar el proceso de cultivo invernadero para los agricultores de Terraverde.

3.11.9. Funcionalidades del producto

El sistema de GreenSensors contempla una serie de módulos, los cuales están descritos con sus funcionalidades a continuación:

3.11.10. Módulo de gestión de cuentas

Este módulo el administrador del sistema tiene acceso a crear, modificar y eliminar las cuentas de los usuarios. También podrá visualizar y generar reportes.

3.11.11. Módulo de notificaciones

Este módulo se envían las notificaciones con los datos más recientes del cultivo de forma automática. Las notificaciones se componen de 3 tipos: notificación de alerta ante altos/bajos niveles de temperatura/humedad, notificación de alerta ante amenaza de plaga y notificación de proceso de cultivo completado.

3.11.12. Características del usuario

Las características que debe poseer el usuario del sistema son:

- Conocimientos básicos de cómo utilizar dispositivos móviles.
- Conocimientos básicos de cómo navegar en la internet.
- Conocimientos básicos sobre el uso de sistemas de información.

3.11.13. Restricciones Generales

Las restricciones del sistema son los siguientes:

- El sistema debe ser desarrollado con el modelado Proceso Racional Unificado o RUP.
- Los datos utilizados en el sistema deben ser almacenados por Microsoft SQL Server y se utilizará el lenguaje correspondiente para su gestión.
- El sistema de sensores debe estar conectado a la internet.
- El sistema debe tener una fuente de electricidad para mantener su funcionamiento constante.

3.11.14. Suposiciones y Dependencias

Para el correcto funcionamiento del sistema, se debe dar las siguientes suposiciones:

- Los usuarios deben de poseer un dispositivo móvil.
- Los dispositivos móviles deben tener un sistema operativo Android 10.0 o IOS 9.0 o versiones más recientes.
- Los usuarios deben de tener un conocimiento básico sobre dispositivos móviles.
- Los usuarios deben de tener acceso a Internet.
- El sistema debe estar disponible a través de un servidor web.
- El sistema está supuesto a funcionar en ambientes controlados para mayor presión en detectar los cambios del ambiente.

3.11.15. Requerimientos Específicos

3.11.16. Interfaces de Usuario

El sistema GreenSensors será manipulado por usuarios con experiencia básica en la informática por tanto es necesario un diseño fácil de aprender y usar. Se estará utilizando el concepto de “Material Design” con la ayuda de herramientas intuitivas.

3.11.17. Interfaces de Hardware

El sistema GreenSensors funcionará en ambientes controlados, en este caso en invernaderos de Terraverde donde el sistema de sensores podrá medir con precisión los cambios en el ambiente del invernadero. Dichos sensores podrán comunicarse con dispositivos con un sistema operativo Android 10.0, IOS 9.0 o

versiones más recientes, a través de una conexión a internet de manera ininterrumpida y estable.

3.11.18. Interfaces de Software

El sistema GreenSensors tendrá una interfaz de software desarrollado con la finalidad de ser implementados en dispositivos móviles con sistemas operativos Android o IOS compatibles a las especificaciones del sistema.

3.11.19. Interfaces de Comunicación

El Sistema GreenSensors mantendrá una conexión estable y constante con los dispositivos y sensores a través del internet, de manera en que se logre asegurar la captación y registro ininterrumpido del cultivo.

3.11.20. Requisitos Funcionales

3.11.20.1. Gestión de Usuarios

GreenSensors	
ID	RF001
Nombre de Requerimiento	Creación de una cuenta
Características	El administrador crea una cuenta.
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá crear cuentas al administrador las cuales serán proporcionadas a los usuarios registrados.
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	

ID	RF002
Nombre de Requerimiento	Modificar una cuenta
Características	El administrador edita una cuenta.
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá editar cuentas al administrador.
Prioridad del Requerimiento	Baja
GreenSensors	
ID	RF003
Nombre de Requerimiento	Eliminación de una cuenta
Características	El administrador elimina una cuenta.
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá eliminar cuentas al administrador.
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF004
Nombre de Requerimiento	Monitorear cultivo
Características	Visualizar los registros del cultivo
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá visualizar los registros de la condición del ambiente y el progreso del cultivo en tiempo real.
Dependencia	RF001

Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF005
Nombre de Requerimiento	Crear ciclo de cultivo
Características	El agricultor crea un ciclo de cultivo
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá al agricultor crear un ciclo de cultivo.
Dependencia	RF001
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF006
Nombre de Requerimiento	Modificar ciclo de cultivo
Características	El agricultor modificar un ciclo de cultivo
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá al agricultor modificar un ciclo de cultivo.
Dependencia	RF001, RF005
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF007
Nombre de Requerimiento	Eliminar ciclo de cultivo

Características	El agricultor eliminar un ciclo de cultivo
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá al agricultor eliminar un ciclo de cultivo.
Dependencia	RF001
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.21. Gestión de Notificaciones

GreenSensors	
ID	RF007
Nombre de Requerimiento	Registrar automáticamente el cultivo
Características	Se registra el cultivo de manera automática.
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá registrar los datos emitidos de los sensores del cultivo.
Dependencia	RF001, RF005
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF008
Nombre de Requerimiento	Enviar automáticamente notificación
Características	Se envía notificaciones de manera automática a los dispositivos con el sistema instalado.
Descripción del requerimiento	Los sensores envían los datos al sistema y el sistema enviará periódicamente notificaciones de forma automática a las cuentas activas.

Dependencia	RF001, RF005, RF007
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF009
Nombre de Requerimiento	Configuración de notificaciones
Características	El usuario edita las configuraciones de las notificaciones para el ciclo de cultivo actual.
Descripción del requerimiento	El sistema le permite al usuario configurar las notificaciones para el ciclo de cultivo actual.
Dependencia	RF001, RF005, RF007
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RF0010
Nombre de Requerimiento	Registro de acciones
Descripción del requerimiento	El sistema registrará todas las acciones realizadas por los usuarios
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22. Requisitos No Funcionales

3.11.22.1. Requisitos de Seguridad

GreenSensors	
ID	RNF001
Nombre de Requerimiento	Seguridad de información
Descripción del requerimiento	Las cuentas deben ser registradas con credenciales que cumpla con los requerimientos de seguridad del sistema. Dependiendo el tipo de cuenta de usuario habrá restricciones de acciones permitidas.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22.2. Requisitos de Disponibilidad

GreenSensors	
ID	RNF002
Nombre de Requerimiento	Disponibilidad del sistema
Descripción del requerimiento	El sistema debe estar conectado constantemente.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22.3. Requisitos de Confidencialidad

GreenSensors	
ID	RNF003
Nombre de Requerimiento	Confidencialidad del sistema
Descripción del requerimiento	El sistema debe tener la capacidad de asegurar la protección de la información del sistema y de las cuentas de usuarios.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22.4. Requisitos de Rendimiento

GreenSensors	
ID	RNF004
Nombre de Requerimiento	Rendimiento del sistema
Descripción del requerimiento	El sistema debe permanecer en alta eficiencia en las consultas utilizando filtros e indexando la información.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RNF005

Nombre de Requerimiento	Rendimiento de conexión de internet
Descripción del requerimiento	La conexión de internet utilizada se mantendrá a una alta velocidad, de manera que se pueda responder las solicitudes de los clientes en el tiempo más corto posible.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22.5. Requisitos de Interfaz

GreenSensors	
ID	RNF006
Nombre de Requerimiento	Consistencia de diseño
Descripción del requerimiento	El diseño de la interfaz del sistema se mantiene consistente en los distintos dispositivos que se pueda utilizar el sistema.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto
GreenSensors	
ID	RNF007
Nombre de Requerimiento	Lenguaje a utilizar
Descripción del requerimiento	El tipo de lenguaje por utilizar es de tipo bajo nivel técnico de forma que los usuarios comprendan las acciones a realizar en el sistema.

Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22.6. Requisito de Usabilidad

GreenSensors	
ID	RNF008
Nombre de Requerimiento	Usabilidad del sistema
Descripción del requerimiento	El sistema debe ser fácil de aprender y utilizar para mejor interacción entre el sistema y el usuario.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.22.7. Requisitos de Soporte

GreenSensors	
ID	RNF009
Nombre de Requerimiento	Soporte al sistema
Descripción del requerimiento	Mensualmente se realiza un chequeo verificando el comportamiento del sistema.
Dependencia	N/A
Prioridad del Requerimiento	Alto

3.11.23. Información a tener en cuenta

3.11.23.1. Metadatos

Se debe asegurar la calidad de los datos, estos deben ir alimentando la base de datos a través de la aplicación del sistema. Por tanto se encarga el usuario administrador estar pendiente al buen funcionamiento y la calidad de los reportes que se generen.

3.11.24. Especificación de Caso de Uso

3.11.24.1. Diagrama de Casos de Uso General

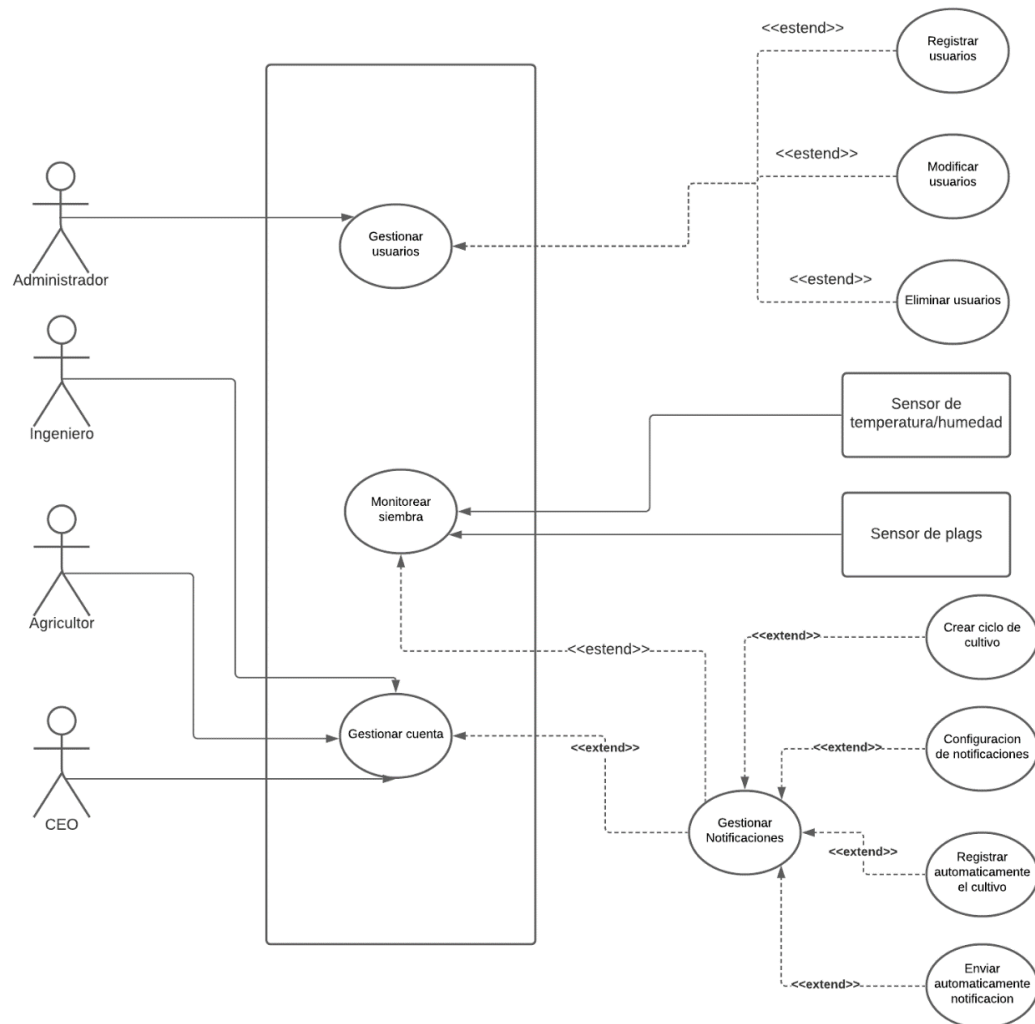


Figura 3.15. Diagrama de casos de uso general

Fuente: Elaboración Propia

3.11.24.2. Diagrama de Casos de Usos para Gestión de Cuentas

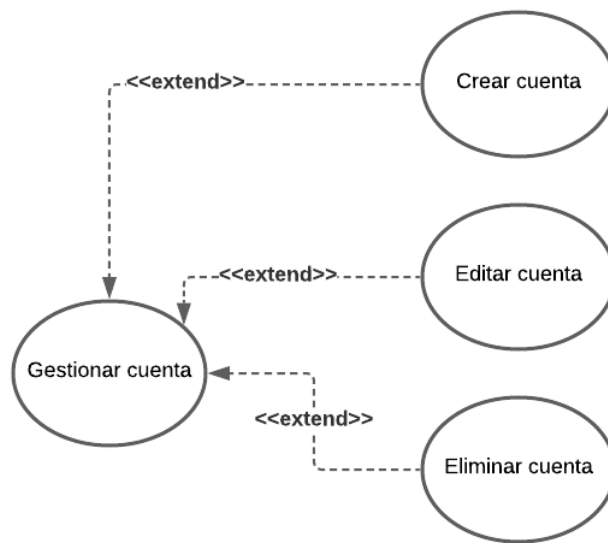


Figura 3.16. Diagrama de casos de uso para Gestión de Cuentas

Fuente: Elaboración Propia

3.11.24.3. CUS01 – Crear Cuentas

Caso de Uso	Crear cuentas	CUS01
Actor(es)	Administrador	
Tipo	Avanzado	
Propósito	El administrador crea las cuentas de usuarios del sistema	
Referencias	N/A	
Precondición(es)	• El usuario debe ser empleado actual de Terraverde • El usuario debe estar registrado en el sistema • El usuario debe tener la aplicación instalada en un dispositivo móvil	
Postcondición	• Creación satisfactoria de la cuenta • Visualizar perfil de cuenta de usuario	

Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4
------------------	-------------------	--------------	------------	----------------	-----

Resumen

Este caso de uso inicia cuando el usuario tipo administrador, ingresa al sistema, selecciona la opción de crear cuenta nueva, completar los campos requeridos y selecciona el botón “Crear cuenta”. Luego de esto, el sistema procede a realizar el registro del usuario en la base de datos. Finalmente, el sistema presenta una notificación indicando la creación de la cuenta ha sido exitosa.

Flujo básico

Paso	Usuario	Sistema
FB1	El administrador ingresa sus credenciales para acceder al sistema	
FB2		El sistema valida las credenciales, si estos son válidos el sistema lo redirecciona a la página principal.
FB3	El administrador selecciona la opción “Crear cuenta”.	
FB4		El sistema lo redirecciona a la página de crear cuenta nueva.
FB5	El administrador completa el formulario y selecciona el botón “Crear cuenta”.	
FB6		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.

FB7		El sistema muestra una notificación confirmando la creación de la cuenta de usuario ha sido exitosa.
------------	--	--

Flujo Alternativo		
FA1 en FB5: El administrador selecciona la opción “Cancelar”.		
Paso	Usuario	Sistema
FA1	El administrador selecciona la opción “Cancelar”.	
FA1.2		El sistema lo redirecciona a la página principal.
FA2 en FB6: El sistema muestra notificación de que los campos están incompletos.		
FA2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que existen campos vacíos, sobre los campos que se necesitan completar.
FA2.1	El administrador completa los campos restantes y selecciona el botón “Crear cuenta”.	
FA2.2		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
FA2.3		El sistema muestra una notificación confirmando la creación de la cuenta de usuario ha sido exitosa.
FA3 en FB6: El sistema muestra notificación de que hay campos con datos		

ya existentes.		
FA3.1		El Sistema muestra mensaje en rojo de que hay campos con datos ya existentes.
FA3.2	El administrador hace los cambios debidos y selecciona el botón "Crear cuenta".	
FA3.3		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
		El sistema muestra una notificación confirmando la creación de la cuenta de usuario ha sido exitosa.

Flujo de Error		
FE1 en FB5: Datos no corresponden con el formato.		
Paso	Usuario	Sistema
FE1	El administrador introduce datos que no corresponden con el formato de validación y selecciona el botón "Crear Cuenta".	
FE1.2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que hay campos con datos no válidos y un ejemplo del formato que necesita tener.

3.11.24.4. CUS02 –Editar Cuentas

Caso de Uso	Editar cuentas	CUS02			
Actor(es)	Administrador				
Tipo	Avanzado				
Propósito	El administrador edita las cuentas de usuarios del sistema				
Referencias	N/A				
Precondición(es)	- El usuario debe ser empleado actual de Terraverde - El usuario debe estar registrado en el sistema - El usuario debe tener la aplicación instalada en un dispositivo móvil				
Postcondición	Visualizar perfil de cuenta de usuario editado				
Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4

Resumen

Este caso de uso inicia cuando el usuario tipo administrador, ingresa al sistema, selecciona la opción de editar cuenta, editar los campos deseados y selecciona el botón “finalizar”. Luego de esto, el sistema procede a realizar el registro de los cambios en la base de datos. Finalmente, el sistema presenta una notificación indicando la cuenta ha sido actualizada exitosamente.

Flujo básico

Paso	Usuario	Sistema
FB1	El administrador ingresa sus credenciales para acceder al	

	sistema	
FB2		El sistema valida las credenciales, si estos son válidos el sistema lo redirecciona a la página principal.
FB3	El administrador selecciona la opción "Editar cuenta" al lado del identificador de la cuenta.	
FB4		El sistema lo redirecciona al perfil de cuenta con las acciones de edición visibles.
FB5	El administrador realiza los cambios deseados y selecciona el botón "Finalizar".	
FB6		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
FB7		El sistema muestra una notificación confirmando la cuenta de usuario ha sido editada exitosamente.

Flujo Alterno		
FA1 en FB5: El administrador selecciona la opción "Cancelar".		
Paso	Usuario	Sistema
FA1	El administrador selecciona la opción "Cancelar".	
FA1.2		El sistema lo redirecciona a la página principal.
FA2 en FB6: El sistema muestra notificación de que los campos están		

incompletos.		
FA2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que existen campos vacíos, sobre los campos que se necesitan completar.
FA2.1	El administrador completa los campos restantes y selecciona el botón "Finalizar".	
FA2.2		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
FA2.3		El sistema muestra una notificación confirmando la cuenta de usuario ha sido editada exitosamente.
FA3 en FB6: El sistema muestra notificación de que hay campos con datos ya existentes.		
FA3.1		El Sistema muestra mensaje en rojo de que hay campos con datos ya existentes.
FA3.2	El administrador hace los cambios debidos y selecciona el botón "Finalizar".	
FA3.3		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
		El sistema muestra una notificación confirmando la cuenta de usuario ha sido editada exitosamente.

Flujo de Error		
FE1 en FB5: Datos no corresponden con el formato.		
Paso	Usuario	Sistema
FE1	El administrador introduce datos que no corresponden con el formato de validación y selecciona el botón “Finalizar”.	
FE1.2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que hay campos con datos no válidos y un ejemplo del formato que necesita tener.

3.11.24.5. CUS03 – Eliminar Cuentas

Caso de Uso	Eliminar cuentas	CUS03			
Actor(es)	Administrador				
Tipo	Avanzado				
Propósito	El administrador eliminar las cuentas de usuarios del sistema				
Referencias	N/A				
Precondición(es)	- El usuario debe ser empleado actual de Terraverde - El usuario debe estar registrado en el sistema - El usuario debe tener la aplicación instalada en un dispositivo móvil				
Postcondición	Notificar de que la cuenta ha sido eliminada exitosamente				
Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4

Resumen

Este caso de uso inicia cuando el usuario tipo administrador, ingresa al sistema, selecciona la opción de eliminar cuenta, el sistema muestra mensaje confirmando que el usuario desea eliminar cuenta seleccionada y selecciona el botón “Eliminar cuenta”. Luego de esto, el sistema procede a eliminar la información de dicha cuenta en la base de datos. Finalmente, el sistema presenta una notificación indicando la cuenta ha sido eliminada exitosamente.

Flujo básico

Paso	Usuario	Sistema
FB1	El administrador ingresa sus credenciales para acceder al sistema	
FB2		El sistema valida las credenciales, si estos son válidos el sistema lo redirecciona a la página principal.
FB3	El administrador selecciona la opción “Eliminar cuenta”.	
FB4		El sistema le muestra mensaje confirmando que el usuario desea eliminar cuenta seleccionada.
FB5	El administrador selecciona el botón “Eliminar cuenta” confirmando acción.	
FB6		El sistema procede a eliminar la información de dicha cuenta en la base de datos.

FB7		El sistema muestra una notificación confirmando la eliminación de la cuenta de usuario ha sido exitosa.
------------	--	---

Flujo Alterno		
FA1 en FB5: El administrador selecciona la opción “Cancelar”.		
Paso	Usuario	Sistema
FA1	El administrador selecciona la opción “Cancelar”.	
FA1.2		El sistema lo redirecciona a la página principal.

Flujo de Error		
FE1 en FB6: Error de conexión, acción no puede ser completada en este momento.		
Paso	Usuario	Sistema
FE1	El administrador selecciona la opción “Eliminar cuenta”.	
FE1.2		El Sistema muestra mensaje en rojo “Error de Conexión: Acción no puede ser completada en este momento, por favor intentar de nuevo”.
FE1.3		El sistema redirecciona a la página principal.

3.11.24.6. Diagrama de Casos de Uso para Gestión de Notificaciones

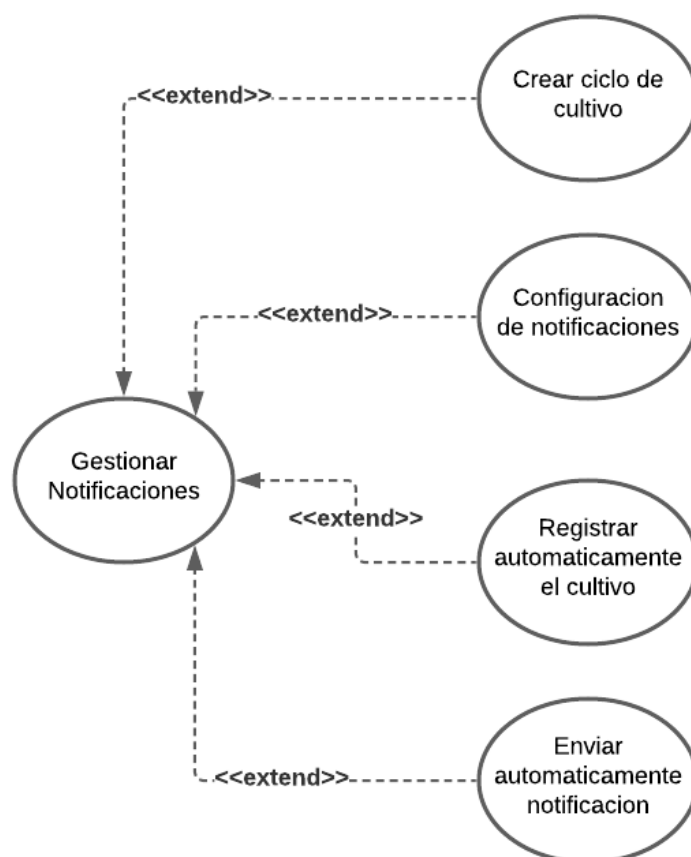


Figura 3.16. Diagrama de casos de uso para Gestión de Notificaciones

Fuente: Elaboración Propia

3.11.24.7. CUS04 – Crear ciclo de cultivo

Caso de Uso	Crear ciclo de cultivo	CUS04
Actor(es)	Usuario, Sistema	
Tipo	Avanzado	
Propósito	El sistema permite al usuario crear nuevo ciclo de cultivo.	

Referencias	N/A				
Precondición(es)	Una cuenta existente puede crear un nuevo ciclo de cultivo.				
Postcondición	• Notificación de nuevo ciclo de cultivo ha sido creado. • Notificación enviada automáticamente a los dispositivos registrados.				
Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4

Resumen
Este caso de uso inicia cuando usuario ya ha ingresado al sistema, el sistema muestra página principal y el usuario selecciona la opción de crear nuevo ciclo de cultivo. El sistema procede a redireccionar al usuario a la sección de crear nuevo ciclo de cultivo donde el usuario configura el tipo de cultivo y selecciona el botón “Crear ciclo”. El sistema genera mensaje “Ciclo de cultivo ha sido creado exitosamente”.

Flujo básico		
Paso	Usuario	Sistema
FB1	El usuario ingresa sus credenciales para acceder al sistema	
FB2		El sistema valida las credenciales, si estos son válidos el sistema lo redirecciona a la página principal.
FB3	El usuario selecciona la opción “Crear ciclo de cultivo”.	

FB4		El sistema lo redirecciona a la página de crear ciclo de cultivo nuevo.
FB5	El usuario configura el tipo de cultivo y selecciona el botón "Crear ciclo".	
FB6		El sistema valida que los datos ingresados.
FB7		El sistema genera mensaje "Ciclo de cultivo ha sido creado exitosamente".

Flujo Alternativo		
FA1 en FB5: El administrador selecciona la opción "Cancelar".		
Paso	Usuario	Sistema
FA1	El usuario selecciona la opción "Cancelar".	
FA1.2		El sistema lo redirecciona a la página principal.
FA2 en FB6: El sistema muestra notificación de que los campos están incompletos.		
FA2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que existen campos vacíos, sobre los campos que se necesitan completar.
FA2.1	El administrador completa los campos restantes y selecciona el botón "Crear ciclo".	

FA2.2		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
FA2.3		El sistema genera mensaje “Ciclo de cultivo ha sido creado exitosamente”.

Flujo de Error		
FE1 en FB5: Datos no corresponden con el formato.		
Paso	Usuario	Sistema
FE1	El administrador introduce datos que no corresponden con el formato de validación y selecciona el botón “Crear ciclo”.	
FE1.2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que hay campos con datos no válidos y un ejemplo del formato que necesita tener.

3.11.24.8. CUS05 – Configurar notificaciones

Caso de Uso	Configurar notificaciones	CUS05
Actor(es)	Usuario, Sistema	
Tipo	Avanzado	
Propósito	El sistema permite al usuario configurar notificaciones.	

Referencias	CUS04				
Precondición(es)	• Usuario debe tener una cuenta existente en el sistema. • El usuario debe haber creado un ciclo de cultivo.				
Postcondición	• Notificación de configuración ha sido completada exitosamente. • Notificación enviada automáticamente a los dispositivos registrados.				
Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4

Resumen
Este caso de uso inicia cuando usuario ya ha ingresado al sistema, el sistema muestra página principal y el usuario selecciona icono próximo al ciclo de cultivo activo donde se despliega las opciones disponibles, el usuario elige la opción de configurar notificaciones. El sistema procede a redireccionar al usuario a la sección de configurar notificaciones. Luego de haber configurado las notificaciones el usuario selecciona el botón “Completar”. El sistema genera mensaje “Notificaciones han sido actualizados exitosamente”.

Flujo básico		
Paso	Usuario	Sistema
FB1	El usuario ingresa sus credenciales para acceder al sistema	
FB2		El sistema valida las credenciales, si estos son válidos el sistema lo redirecciona a la página principal.

FB3	el usuario selecciona icono próximo al ciclo de cultivo activo.	
FB4		El sistema despliega las opciones disponibles.
FB5	El usuario elige la opción de configurar notificaciones.	
FB6		El sistema procede a redireccionar al usuario a la sección de configurar notificaciones
FB7	Luego de haber configurado las notificaciones el usuario selecciona el botón “Completar”.	
FB8		El sistema genera mensaje “Notificaciones han sido actualizados exitosamente”.

Flujo Alternativo		
FA1 en FB7: El administrador selecciona la opción “Cancelar”.		
Paso	Usuario	Sistema
FA1	El usuario selecciona la opción “Cancelar”.	
FA1.2		El sistema lo redirecciona a la página principal.
FA2 en FB8: El sistema muestra notificación de que los campos están incompletos.		
FA2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que existen campos vacíos,

		sobre los campos que se necesitan completar.
FA2.1	El usuario completa los campos restantes y selecciona el botón “Completar”.	
FA2.2		El sistema valida que los datos ingresados cumplan con las condiciones del sistema.
FA2.3		El sistema genera mensaje “Notificaciones han sido actualizados exitosamente”.

Flujo de Error		
FE1 en FB5: Datos no corresponden con el formato.		
Paso	Usuario	Sistema
FE1	El administrador introduce datos que no corresponden con el formato de validación y selecciona el botón “Completar”.	
FE1.2		El Sistema muestra mensaje en rojo de que hay campos con datos no válidos y un ejemplo del formato que necesita tener.

3.11.24.9. CUS06 – Registrar automáticamente el cultivo

Caso de Uso	Registrar automáticamente el cultivo	CUS06
--------------------	--------------------------------------	-------

Actor(es)	Sistema, sensores				
Tipo	Avanzado				
Propósito	El sistema registra automáticamente el cultivo.				
Referencias	CUS04, CUS05				
Precondición(es)	Una cuenta existente puede crear un nuevo ciclo de cultivo.				
Postcondición	Notificación enviada automáticamente a los dispositivos registrados.				
Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4

Resumen
Este caso de uso inicia cuando usuario ya ha ingresado al sistema y se haya creado un nuevo ciclo de cultivo. Los sensores captan el estado actual del cultivo y periódicamente se lo envía al sistema donde el usuario podrá visualizar en su dispositivo móvil.

Flujo básico		
Paso	Sensor	Sistema
FB1	Capta el estado actual del cultivo y del ambiente del invernadero.	
FB2		A través de una conexión inalámbrica, se transmite esta información.

FB3		El sistema muestra la información recibida a través de un dashboard en la página del ciclo de cultivo.
------------	--	--

Flujo de Error		
FE1 en FB03: Error de conexión, acción no puede ser completada en este momento.		
Paso	Sensor	Sistema
FE1	A través de una conexión inalámbrica, se transmite esta información.	
FE1.2		El Sistema muestra mensaje en rojo "Error de Conexión: Acción no puede ser completada en este momento, por favor intentar de nuevo".

3.11.24.10. CUS07 – Enviar automáticamente notificación

Caso de Uso	Enviar automáticamente notificación	CUS07
Actor(es)	Sistema, Sensor	
Tipo	Avanzado	
Propósito	El sistema envía automáticamente notificación.	
Referencias	CUS06	

Precondición(es)	Una cuenta existente puede crear un nuevo ciclo de cultivo.				
Postcondición	Notificación enviada automáticamente a los dispositivos registrados.				
Autor(es)	Estefanía Peralta	Fecha	29/10/2021	Versión	1.4

Resumen

Este caso de uso inicia cuando usuario ya ha ingresado al sistema y se haya creado un nuevo ciclo de cultivo. Los sensores captan el estado actual del cultivo y periódicamente se lo envía al sistema donde el usuario podrá recibir notificaciones.

Flujo básico

Paso	Sensor	Sistema
FB1	Capta el estado actual del cultivo y del ambiente del invernadero.	
FB2		A través de una conexión inalámbrica, se transmite esta información.
FB6		El sistema envía notificación de anomalías detectadas.

Flujo de Error

FE1 en FB03: Error de conexión, acción no puede ser completada en este

momento.		
Paso	Sensor	Sistema
FE1		A través de una conexión inalámbrica, se transmite esta información.
FE1.2		El Sistema envía notificación en rojo “Error de Conexión: revisar su conexión de internet”.

3.12. Diagrama de Dominio

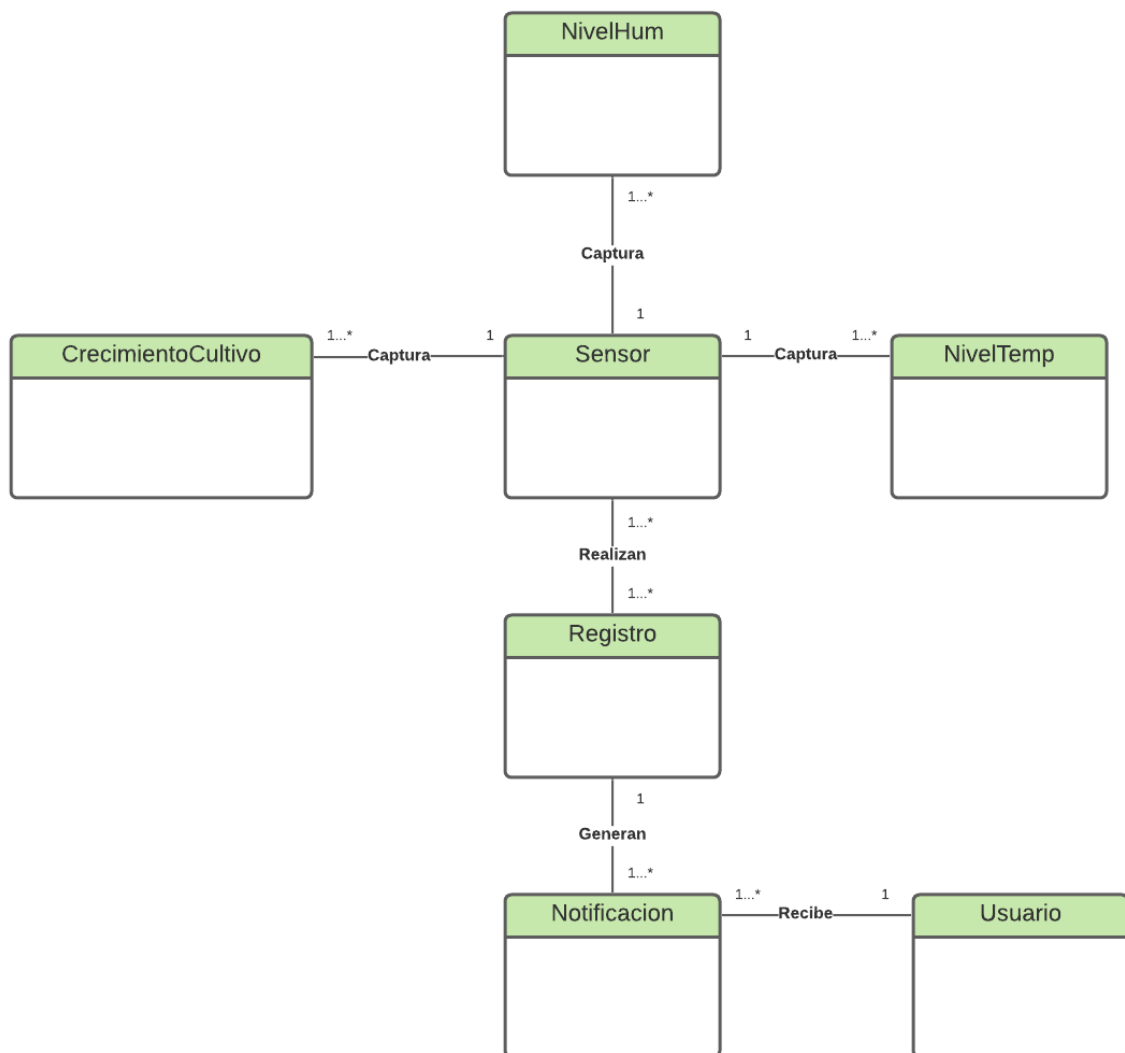


Figura 3.17. Diagrama de Dominio del Sistema Greensensors

Fuente: Elaboración Propia

3.13. Resumen Capitulo III

Terraverde es una iniciativa de producción orgánica y distribución en el mercado local, esta carece de un sistema que mejore su proceso de cultivo invernadero. Esto da cabida a la dificultad en controlar la temperatura y humedad dentro del invernadero. En efecto, tal y como se observa en la investigación realizada, no solo confirma la existencia de este inconveniente, sino que favorece al desarrollo de un sistema IoT que cumpla con las especificaciones establecidas en el **documento de especificación de requerimientos de software** de este trabajo de grado.

Para sustentar el sistema propuesto se realiza un **estudio de factibilidad** donde se determinan la factibilidad técnica, operativa y económica. También se elabora un **documento visión** que contenga en detalle la problemática y su solución. Finalmente se levanta los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema en el **documento de especificación de requerimientos de software**.

**CAPITULO IV: DISEÑO DE LA PROPUESTA DE UN
SISTEMA IOT PARA LA AUTOMATIZACION DE
CULTIVO INVERNADERO DE TERRAVERDE**

4. Introducción

Este capítulo tiene como objetivo fundamental describir el funcionamiento del sistema y sus componentes. Se expondrán las características del sistema para la automatización de proceso de cultivo invernadero de Terraverde y los dispositivos asociados que mejorarán el control del ambiente dentro del invernadero.

4.1. Diseño del sistema

El sistema propuesto (ver figura 4.1) se basa en tecnología IoT a través de una red de sensores que detectan los niveles de temperatura, humedad y PH del suelo. Les permite a los productores de Terraverde monitorear cada siembra dentro del invernadero y llevar un registro del progreso del cultivo.

La arquitectura del sistema inicia desde los sensores ubicados próximos a la siembra, estos detectan el nivel de temperatura y humedad del ambiente, así como también el PH en la tierra. Estos datos se transmiten a través de una conexión inalámbrica protegida y llega al sistema donde este lo procesa y lo almacena en la nube. Finalmente, se muestran en un dispositivo móvil conectado a una red inalámbrica donde el usuario final lo podrá visualizar.

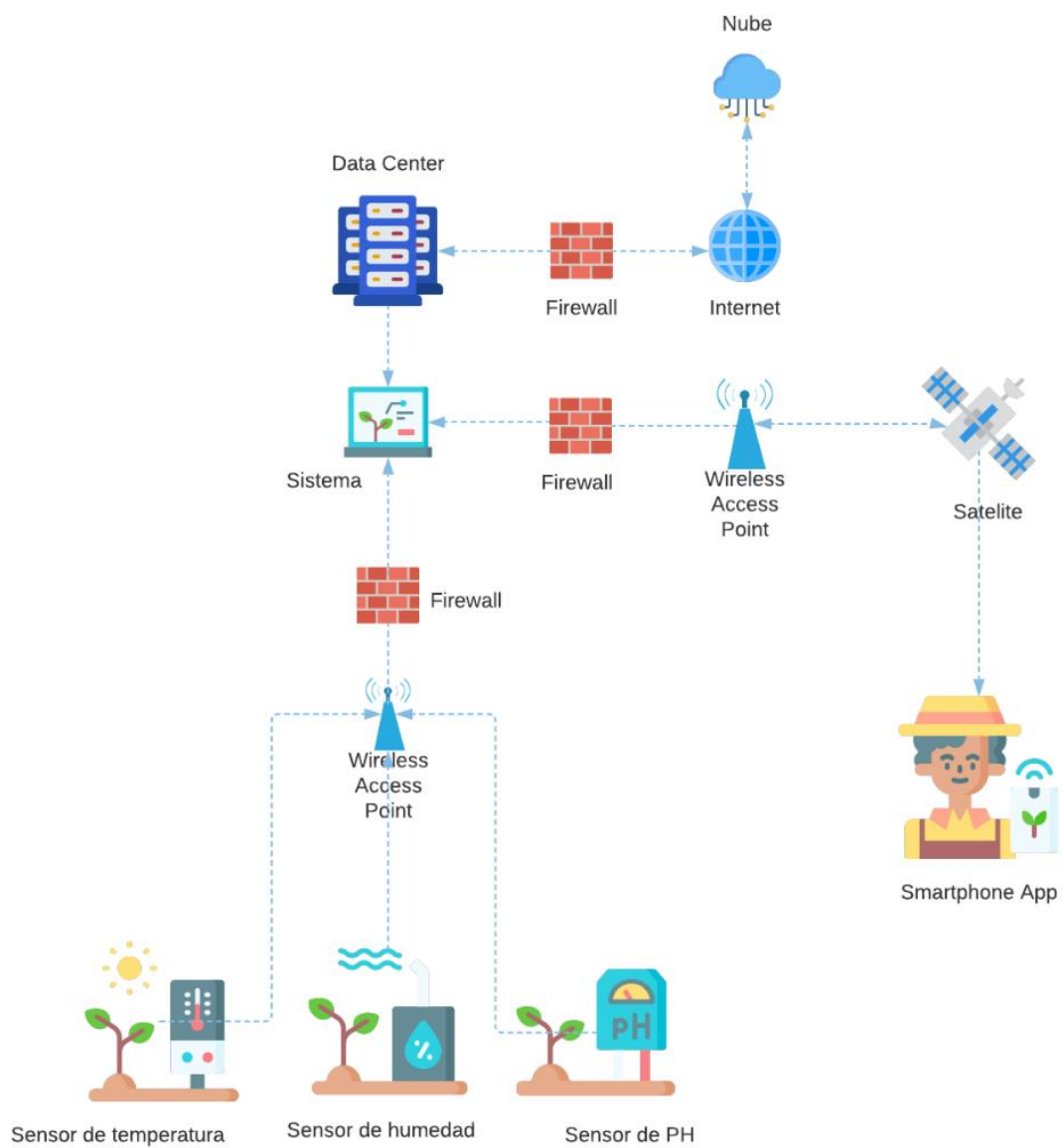


Figura 4.1: Diagrama de Arquitectura

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Diagrama de clases

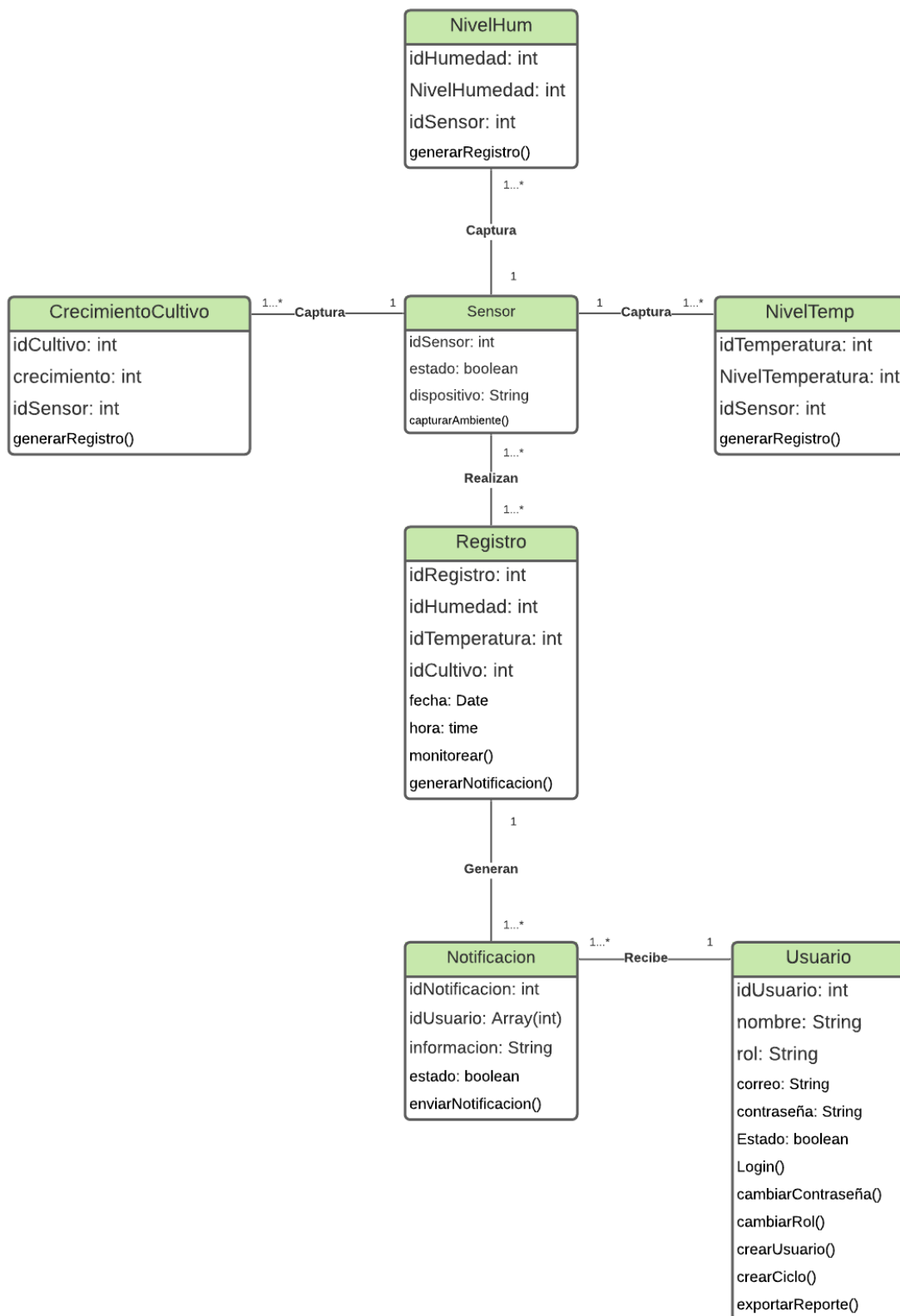


Figura 4.2. Diagrama de clases

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Diagramas de secuencia

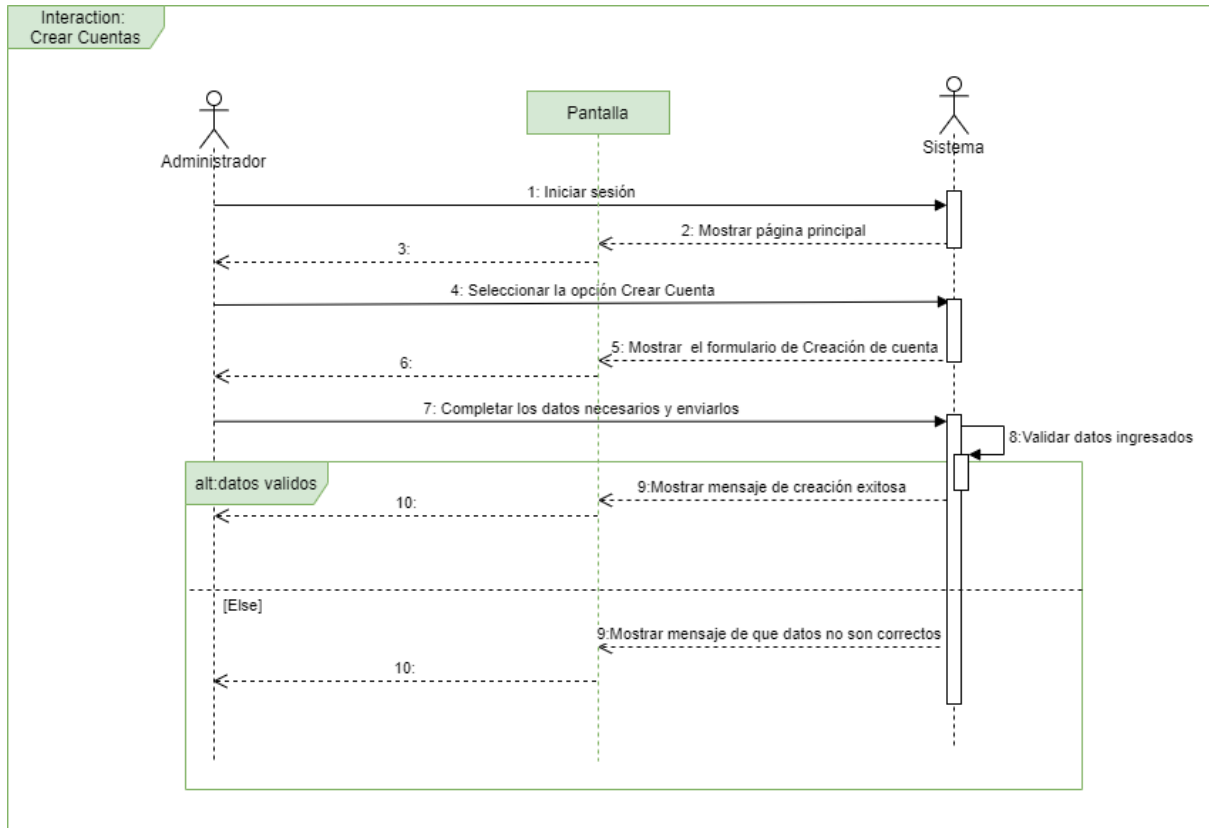


Figura 4.3. Diagrama de secuencia para el caso de uso Crear Cuentas

Fuente: Elaboración Propia

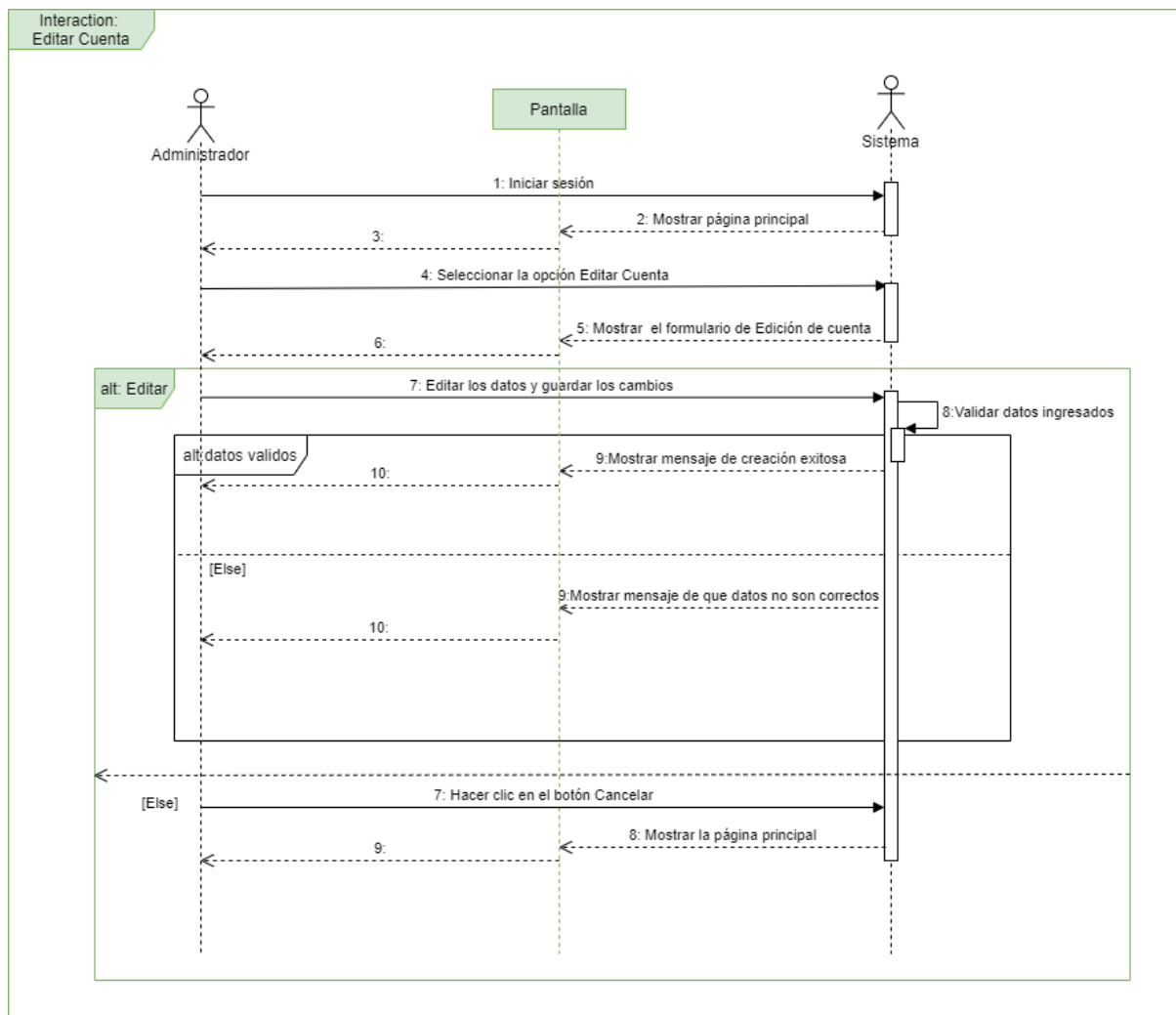


Figura 4.4. Diagrama de secuencia para el caso de uso Editar Cuenta

Fuente: Elaboración Propia

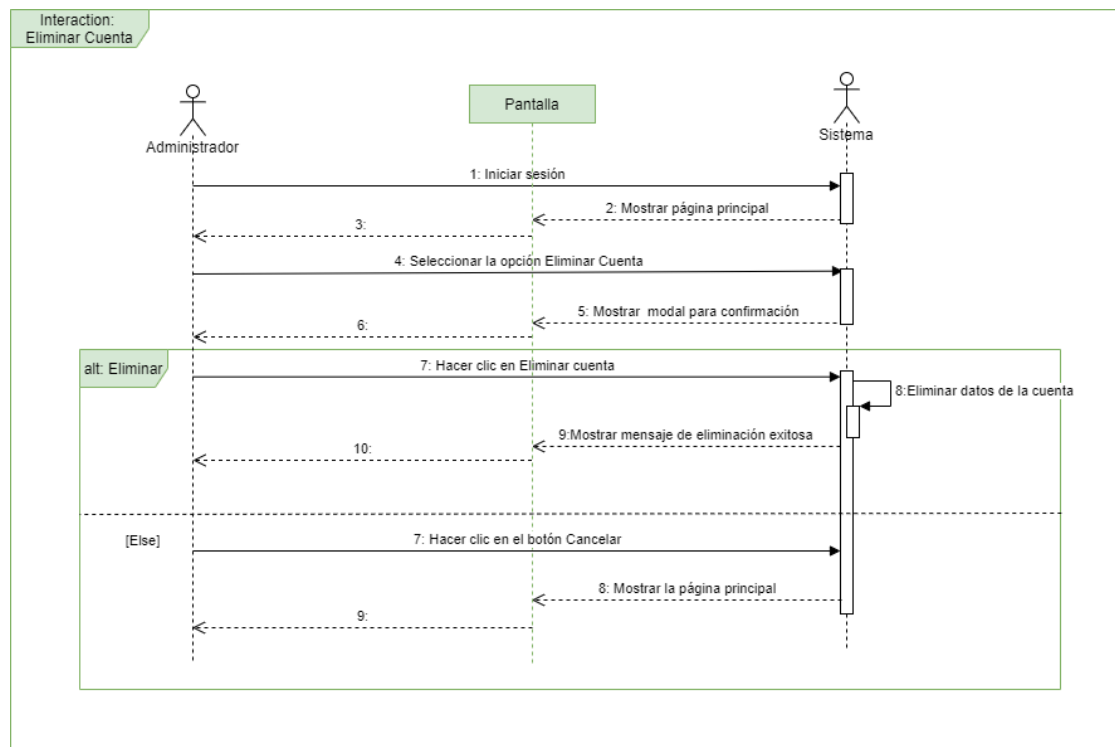


Figura 4.5. Diagrama de secuencia para el caso de uso Eliminar Cuenta

Fuente: Elaboración Propia

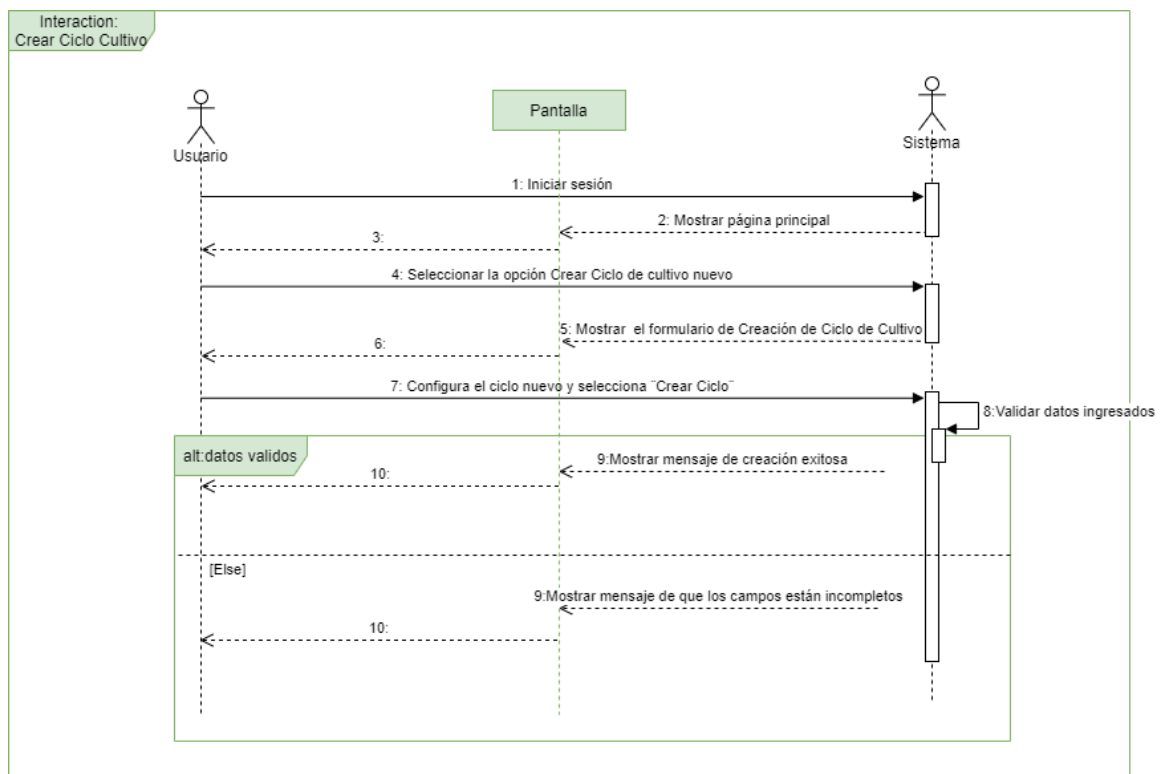


Figura 4.6. Diagrama de secuencia para el caso de uso Crear Ciclo Cultivo

Fuente: Elaboración Propia

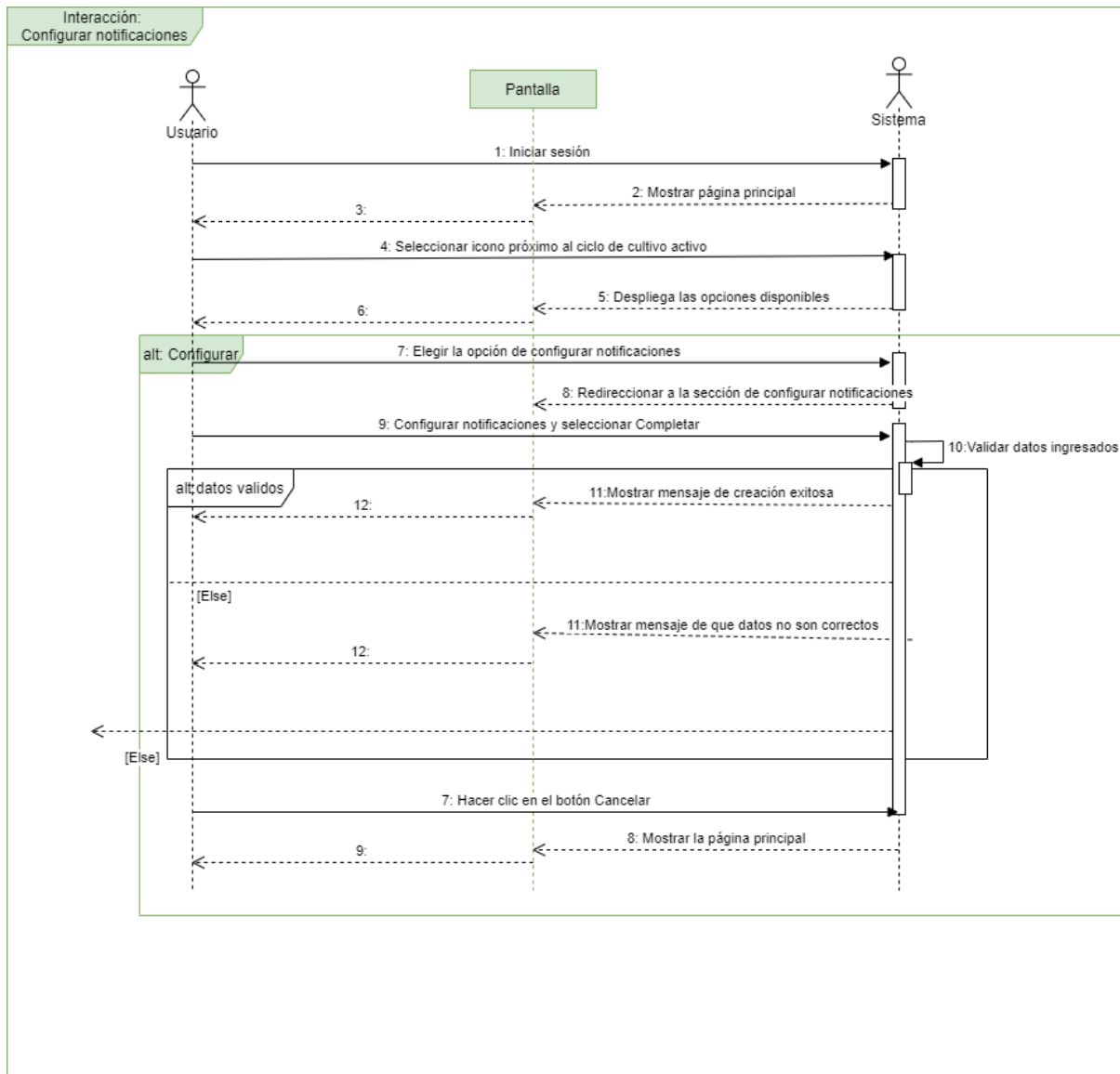


Figura 4.7. Diagrama de secuencia para el caso de uso configurar notificaciones

Fuente: Elaboración Propia

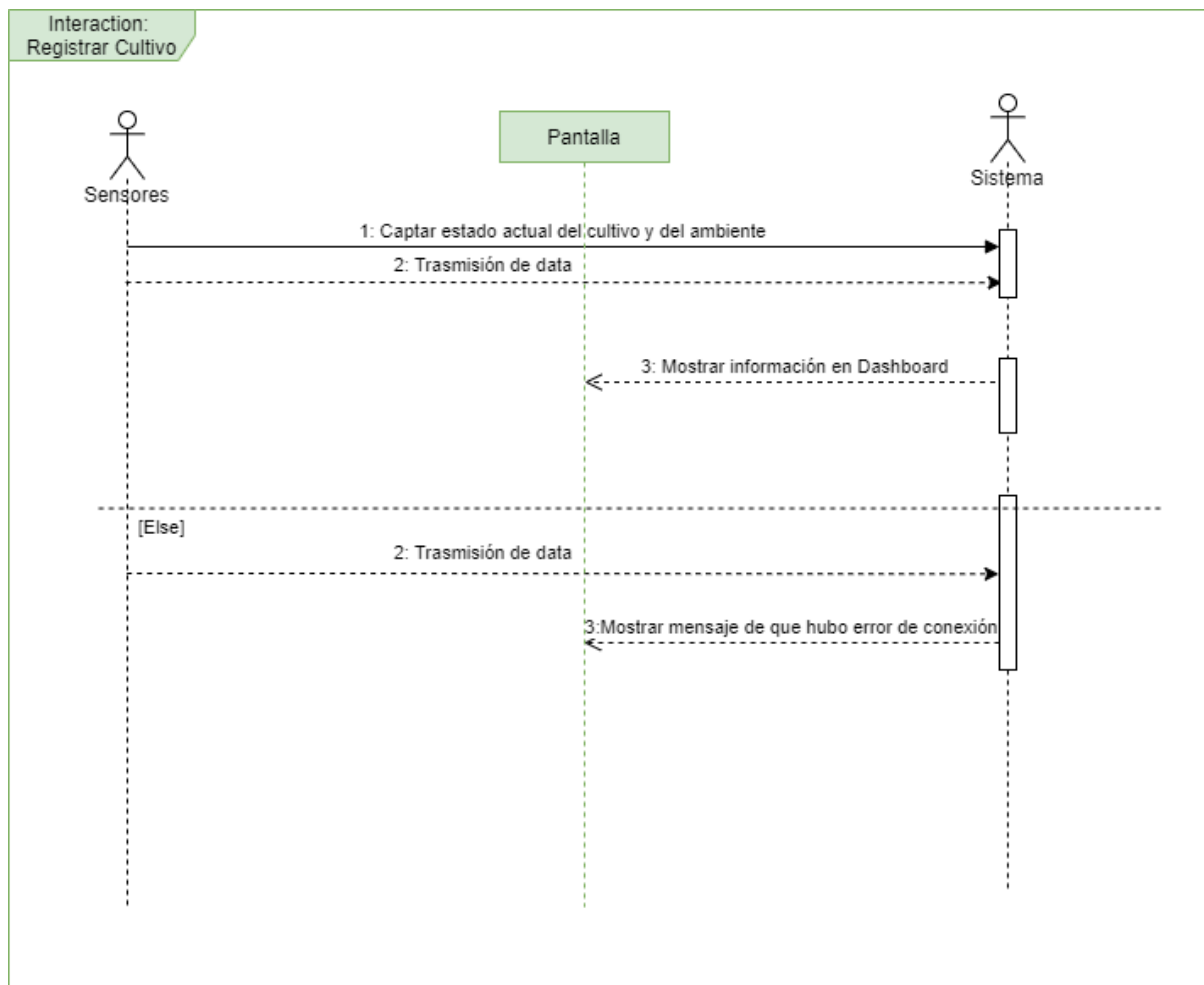


Figura 4.8. Diagrama de secuencia para el caso de uso *Registrar Cultivo*

Fuente: Elaboración Propia

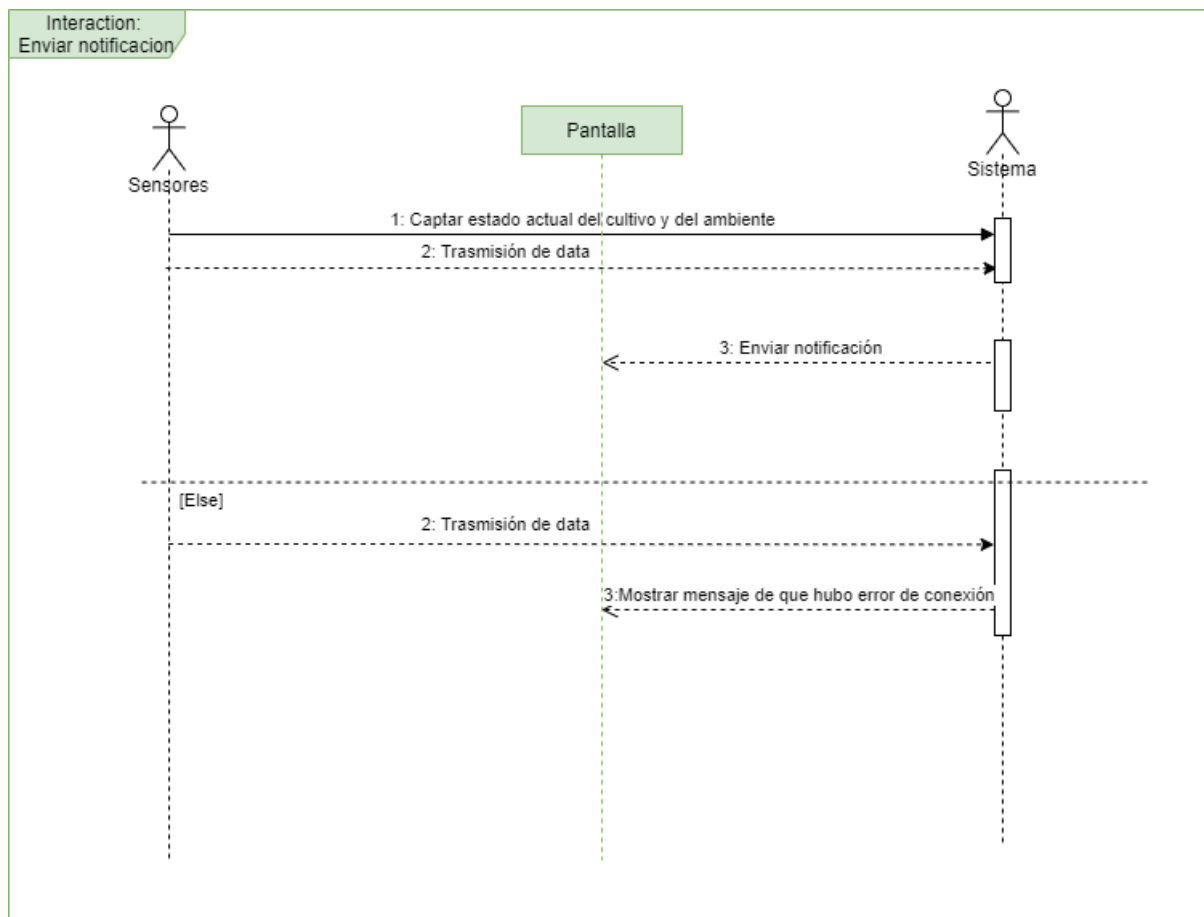


Figura 4.9. Diagrama de secuencia para el caso de uso *Enviar notificación*

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Diagramas entidad-relación del sistema GreenSensors

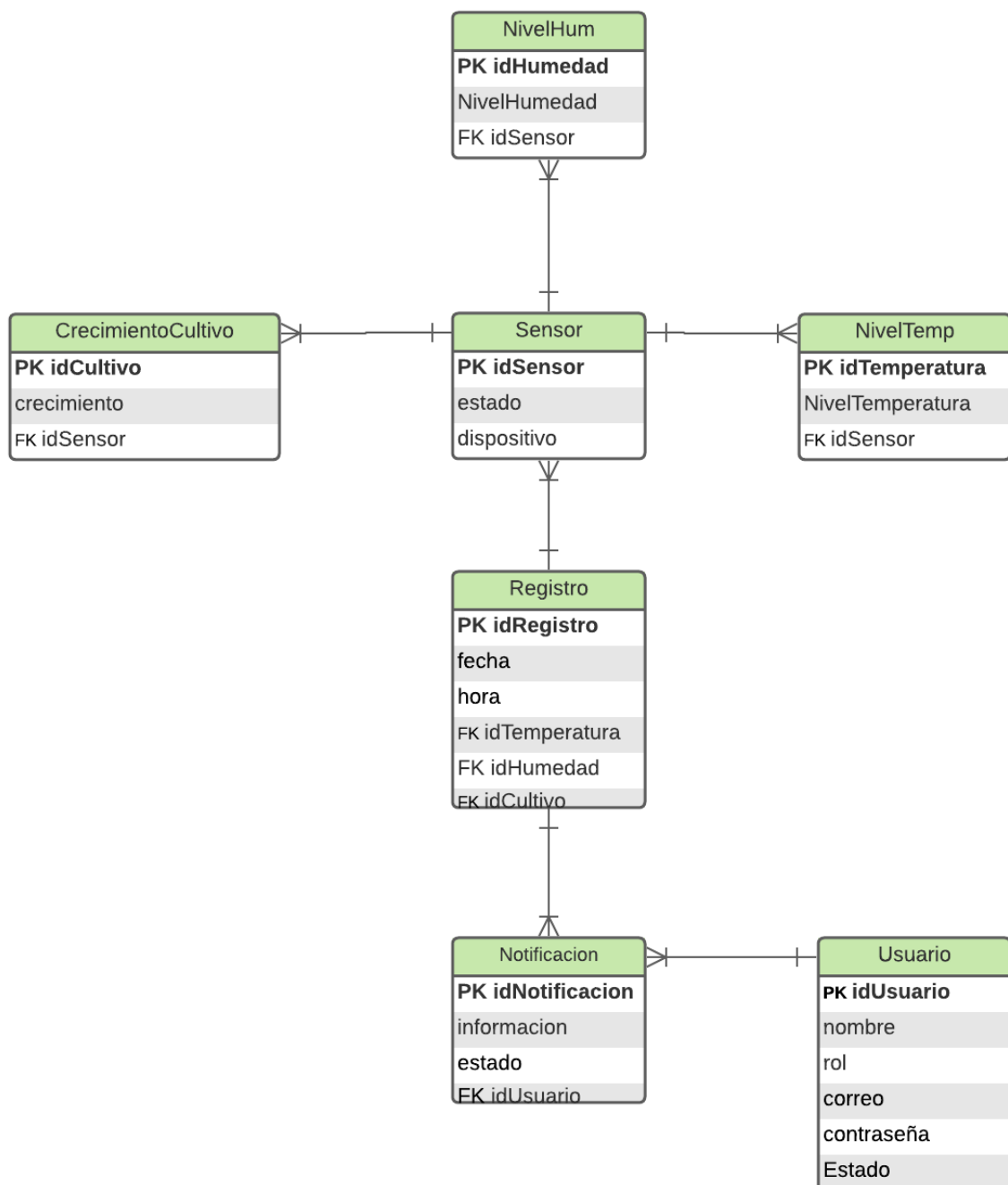


Figura 4.10. Diagrama Entidad-Relación

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Diseño preliminar

Para la elaboración del diseño preliminar del sistema propuesto en esta investigación se ha optado por el diseño de la interfaz de IOS 14 (sistema operativo móvil de Apple). Sin embargo, la aplicación es compatible tanto con dispositivos Apple como Android.



Figura 4.11. Logo

Fuente: Elaboración Propia

El logo de la aplicación GreenSensors es sencillo, consta de un fondo blanco acompañado con una ilustración representando la temática de la aplicación, una figura de un invernadero.

Al iniciar la aplicación se muestra una pantalla de bienvenida con el logo de la aplicación con un fondo blanco.



Figura 4.12. Icono de escritorio

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.13. Pantalla de inicio

Fuente: Elaboración Propia

4.5.1. Inicio de sesión

Luego de iniciar la aplicación, el cliente tiene la opción de iniciar sesión si ya posee una cuenta o de registrarse. Para iniciar sesión, el usuario debe introducir el correo electrónico y la contraseña asociada a la cuenta.



Figura 4.14. Inicio de sesión

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Registro de usuario

En caso de no poseer una cuenta, el usuario puede completar un formulario que contiene cuatro campos, en el cual debe introducir su nombre, seleccionar el rol en Terraverde, correo electrónico y la contraseña que desea asignar a la cuenta.

Los datos introducidos serán validados por el sistema, este confirma que el nombre y correo introducido exista en la lista de empleados activos de Terraverde. Además, las contraseñas deben tener como mínimo ocho caracteres, una letra mayúscula y un número.

A smartphone screen showing a registration form titled 'Crear Cuenta' in green. The form has a close button (X) in the top right corner. It contains four input fields: 'Nombre' (with a person icon), 'Rol' (with a person icon and a dropdown arrow), 'Correo electrónico' (with an envelope icon), and 'Contraseña' (with a lock icon). Below these fields is a large green button with a right arrow and the text 'CREAR CUENTA'. At the bottom of the screen, there is a link that says 'INICIAR SESIÓN'.

Figura 4.15. Registro de usuario

Fuente: Elaboración Propia

Luego de completar el registro de cuenta nueva, se muestran paneles de inducción para que el nuevo usuario tenga una noción de qué trata esta aplicación. El usuario tiene la opción de saltar estos paneles.



Figura 4.16. Panel de inducción

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.17. Panel de inducción

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Página Principal

Luego de que el usuario inicie sesión o crea cuenta nueva, la aplicación muestra la página principal con el dashboard mostrando los datos más recientes captados por los sensores. El usuario tiene las opciones de ver resumen de cuenta, dashboard, notificaciones y ajustes. El botón de centro sirve para crear nuevo ciclo de cultivo.



Figura 4.18. Página Principal

Fuente: Elaboración Propia

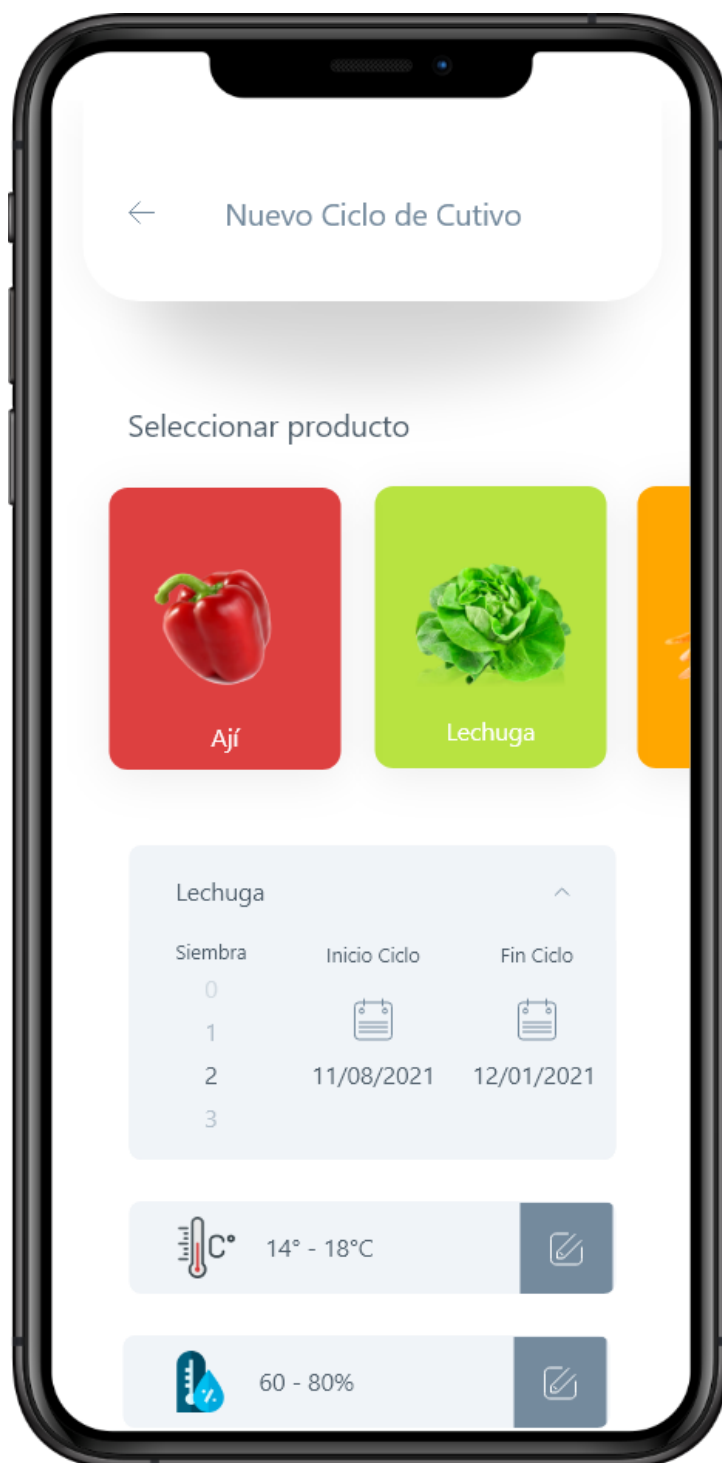


Figura 4.19. Pantalla para crear ciclo de cultivo

Fuente: Elaboración Propia

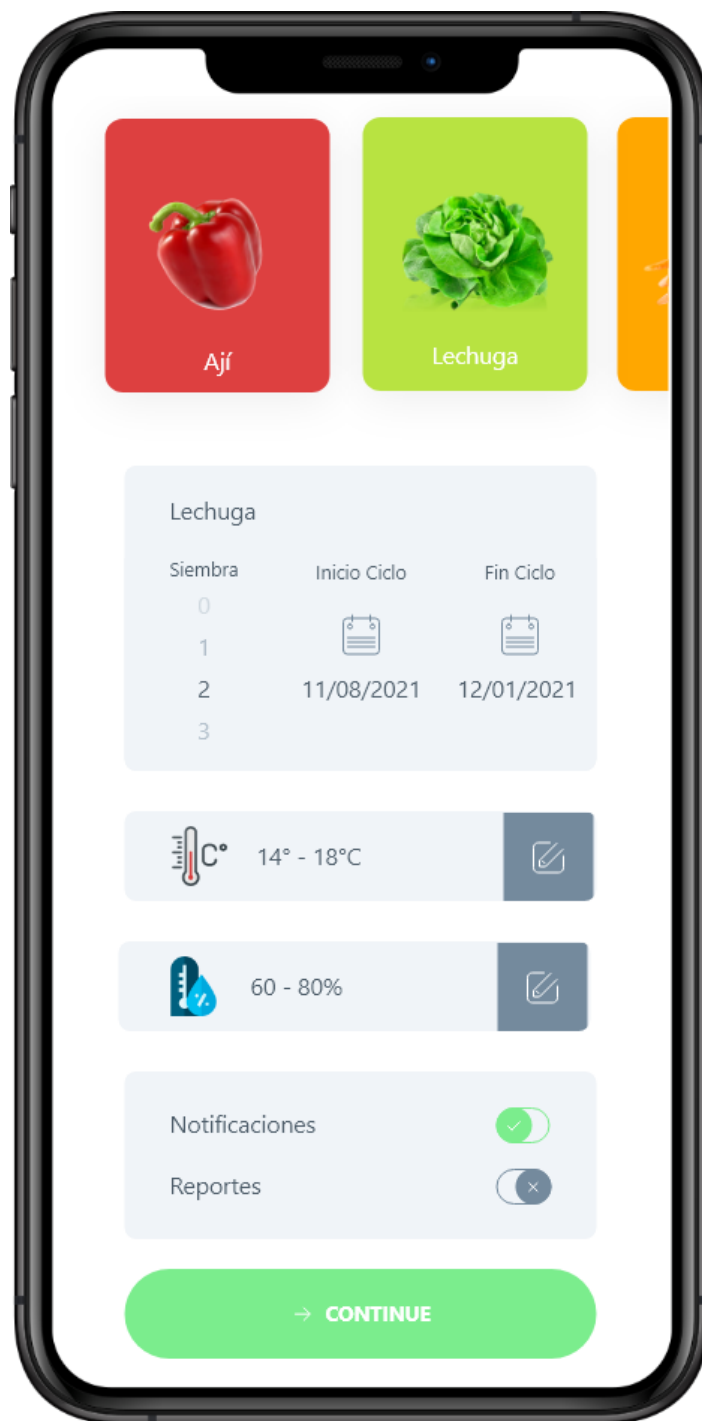


Figura 4.20. Página principal

Fuente: Elaboración Propia

4.5.4. Configuración

Al igual que el resto de las aplicaciones, GreenSensors le permite al usuario configurar su cuenta. Puede editar su perfil, editar el ciclo de cultivo actual, ver los reportes de ciclos de cultivo anteriores, y cambiar la vista de la aplicación.

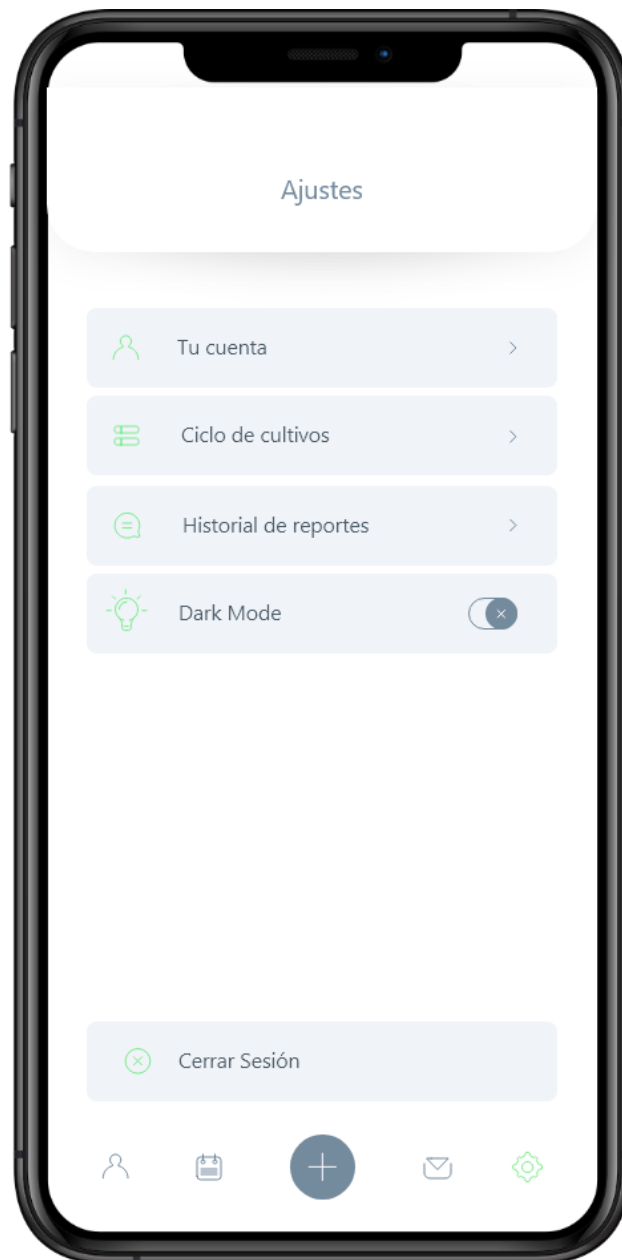


Figura 4.21. Ajustes

Fuente: Elaboración Propia

Al seleccionar **“Tu Cuenta”** el usuario podrá ver resumen de cuenta y al lado de cada información tendrá la opción de editar. En resumen, se muestran tres secciones, **“Tu Información”** donde muestra el nombre, rol, correo electrónico y contraseña del usuario; **“Tus Preferencias”** donde tiene la opción de habilitar o deshabilitar notificaciones y reportes automáticamente; **“Dispositivos conectados”** donde muestra los dispositivos vinculados y la opción de agregar dispositivo.



Figura 4.22. Resumen de cuenta de usuario

Fuente: *Elaboración Propia*

Si el usuario decide vincular un dispositivo nuevo, este selecciona la opción: “Agregar dispositivo”, la aplicación le muestra los dispositivos que están conectados a la red de internet local. Los dispositivos seleccionados muestran el botón en verde y para proceder el usuario selecciona el botón “Agregar”.



Figura 4.23. *Agregar dispositivo*

Fuente: *Elaboración Propia*

Mientras el sistema va procesando la acción anterior, muestra la pantalla localizando dispositivo. Finalmente, cuando se completa la vinculación, la aplicación muestra mensaje de confirmación y en 4 segundos automáticamente se cierra.

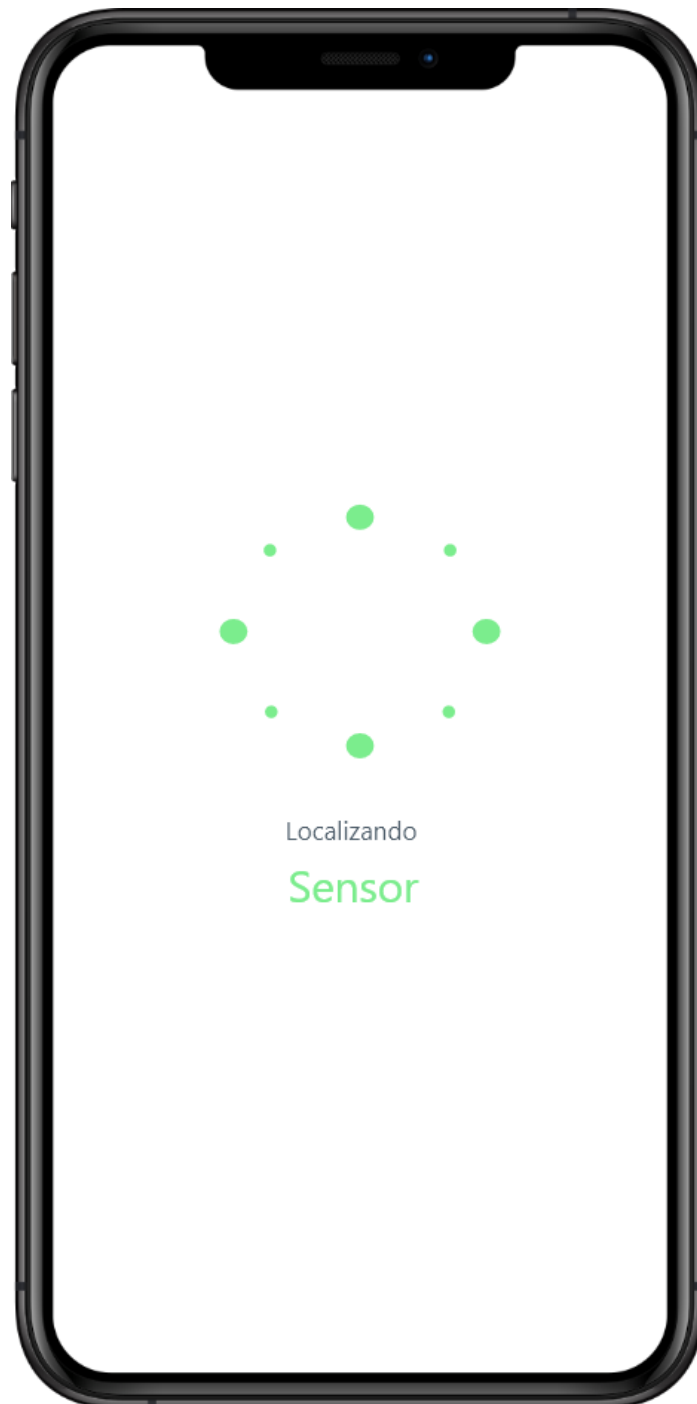


Figura 4.24. Vinculando dispositivo.

Fuente: Elaboración Propia

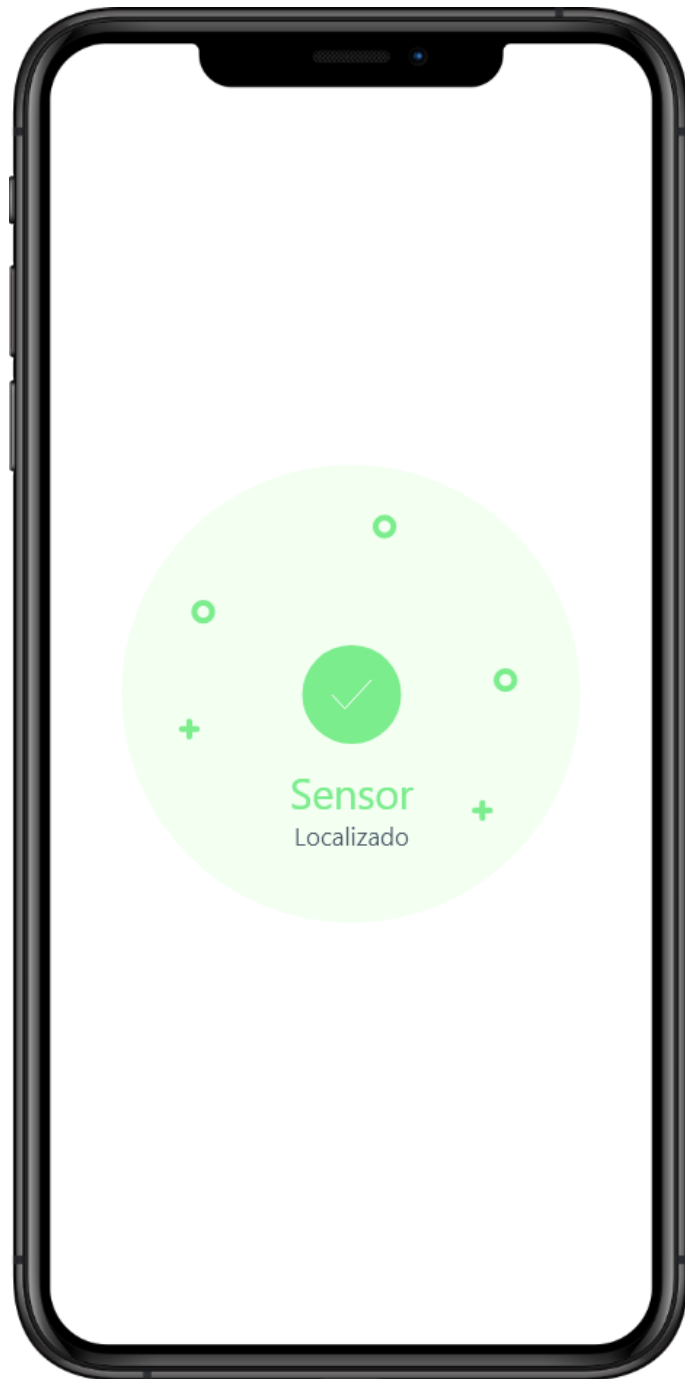


Figura 4.25. Confirmación de dispositivo

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Fiabilidad de sistema

La fiabilidad de los datos gestionados por el sistema estará basada en buenas prácticas utilizadas en el registro del ambiente del invernadero y el progreso del desarrollo del cultivo. Esto quiere decir que los rangos permitidos en la variación de temperatura, humedad del ambiente y de la tierra dentro de los invernaderos de Terraverde serán establecidos los parámetros estándar del tipo de producto a cultivar.

4.7. Resumen Capítulo IV

En este capítulo se muestra el diseño de la propuesta de este trabajo representados en diagramas y en bosquejos basados en un diseño consistente y coherente. Los tópicos plasmados en este capítulo cumplen con las buenas prácticas de modelado de software, utilizando estándares establecidos como es el Lenguaje de modelado unificado, de forma que se pueda mostrar claramente la arquitectura del proyecto y el diseño propuesto.

Utilizando este conjunto de modelos y prototipos posibilita que el desarrollo del sistema cumpla con todos los requerimientos establecidos.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo de grado consistió en diseñar un sistema IoT que automatice el proceso de cultivo invernadero de Terraverde y notifique de manera automática sobre las variaciones de los niveles de temperatura y humedad dentro del invernadero. Esta propuesta ayudará a solventar la problemática identificada sobre el proceso de cultivo, monitoreo de este y del ambiente en el que esta.

Para poder lograr esta finalidad, primero fue necesario **determinar los conceptos teóricos relacionados y definir la metodología para la investigación científica y el desarrollo del sistema propuesto**, acciones que describen al **1^{er} y 2^{do} objetivo específico**. Metas que hemos conseguido en el capítulo 1 y 2 tras determinar los siguientes:

- El **enfoque descriptivo** fue el método de investigación científica utilizado para este trabajo de grado, el cual definió el concepto de **sistemas informáticos**, así como el **internet de las cosas**.
- Se definió que el modelo RUP será la metodología de desarrollo de software que proporcionará los estándares de calidad para el ciclo de vida de esta propuesta, la cual implementará los conceptos de computación ubicua, tales como el internet de las cosas, para resolver la problemática.

Una vez definida la metodología y como respuesta el **3^{er} objetivo específico** que consistía en **analizar el estado de la situación actual del desarrollo IOT implementadas en la gestión de cultivos invernaderos de Terraverde**, se realizó un análisis exhaustivo donde se determinó la falta de un sistema IoT que automatice el proceso de cultivo invernadero, además de la inexistencia de un método

automático para el seguimiento de las variaciones de los niveles de temperatura y humedad del invernadero. Así mismo, para validar estas afirmaciones, la investigación científica demostró los siguientes resultados:

- Solo el 20% de los encuestados consideran tener un nivel de conformidad adecuado con el uso del método actual para el control y monitoreo de la temperatura y humedad del invernadero.
- En la pregunta abierta de la encuesta, los encuestados destacan la necesidad de implementar mejores métodos para el control ante el sobrecalentamiento, la condensación y las plagas.

Para contrastar esta información, la investigación también demostró que:

- El 60% de los encuestados muestran estar completamente de acuerdo con utilizar una aplicación móvil que facilita el seguimiento de la siembra en cualquier momento.
- El 70% de los encuestados muestran estar completamente de acuerdo con utilizar un sistema de sensores que facilita el monitoreo y control de la siembra ante plagas.
- El 100% de los encuestados muestran niveles completamente de adecuado con utilizar un sistema de sensores que facilita el monitoreo y control del ambiente dentro del invernadero.

En consecuencia, a los resultados del análisis estadístico proporcionado, se confirmó la problemática existente en los invernaderos de Terraverde y la mejor solución aplicable bajo los estándares de la ingeniería de software.

Así pues, se logró el **4^{to} objetivo específico** que busca **diseñar un sistema que permita capturar los desniveles de los niveles de temperatura y humedad en los invernaderos de Terraverde**, el cual se denominó “**GreenSensors**”, una plataforma que cumple con todos los requisitos necesarios para alcanzar el **objetivo principal** de este trabajo de grado. En definitiva, un sistema seguro, eficiente y robusto.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la importancia de implementar la ingeniería de software en el seguimiento del progreso del cultivo y de los niveles de temperatura y humedad, se aconseja lo siguiente:

- El desarrollo de la solución propuesta deberá ir de la mano de los estándares desarrollo de proceso de cultivo que se realice para aprobar la utilización de estas tecnologías.
- Utilizar un marco de trabajo de desarrollo de software como Kivy o Beeware para que la plataforma pueda ser desarrollada en cualquier dispositivo móvil y que a su vez, se beneficie de las ventajas que estos últimos brindan.
- Exponer la solución a otras marcas de cultivo invernadero para que el alcance y repercusión del sistema sea mayor, disminuyendo la tasa de contaminación del suelo y agua.
- Instalar puntos de acceso a todos los invernaderos para que el sistema **GreenSensors** pueda estar en todo momento registrando las variaciones de temperatura y humedad.
- Los sensores del sistema **GreenSensors** deben mantenerse vinculados a una conexión inalámbrica protegida para asegurar la manipulación de data sea exclusivamente de Terraverde.

BIBLIOGRAFIAS

1. Anne H. Ngu, M. G. (2017). IoT middleware: a survey on issues and enabling technologies. In A. H. Ngu, *IoT middleware: a survey on issues and enabling technologies* (4 ed.). IEEE Internet of Things Journal. doi:10.1109/JIOT.2016.2615180
2. Blokdyk, G. (2018). Rational Unified Process A Complete Guide. In G. Blokdyk, *Rational Unified Process A Complete Guide*. 5STARCook. doi:B07CVTZYM4
3. Cárdenas, J. (2018). Investigación cuantitativa. In J. Cárdenas. trAndeS Material Docente. doi:10.17169/refubium-216
4. cropx. (n.d.). *Sensores y software detrás de la inteligencia del suelo*. Retrieved 09 21, 2021, from cropx: <https://cropx.com/technology/>
5. De Moraes Navarro, E., de Jesus Pereira, A. M., & Costa, N. (2020). A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming. In E. de Moraes Navarro, A. M. de Jesus Pereira, & N. Costa, *A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming*. MDPI. doi:10.3390/s20154231
6. Delgado, K., Gadea, W. F., & Quiñonez, S. V. (2018). Rompiendo Barreras en la Investigación. In K. Delgado, W. F. Gadea, & S. V. Quiñonez, *Rompiendo Barreras en la Investigación* (p. 165). Machala: Ediciones UTMACH.
7. DK-Ecofarm. (n.d.). *Tecnología de control ambiental integrado*. Retrieved 09 24, 2021, from DK-Ecofarm: <http://shop2.dkecofarm313.cafe24.com/HBC/html/smart/smart1.html>
8. Espinoza Castro, J. F., & Mariño Castro, L. M. (n.d.). Metodología. In J. F. Espinoza Castro, & L. M. Mariño Castro, *Estrategias para la permanencia estudiantil universitaria*. Universidad Simón Bolívar.
9. IEEE. (1998). IEEE 830-1998. In IEEE, *IEEE 830-1998*. IEEE. doi:10.1109
10. Ilanthenral Kandasamy, W. B. (2019). Indeterminate Likert scale. In W. B. Ilanthenral Kandasamy, *Intermediate Likert scale: feedback based on neutrosophy, it's distance measures and clustering algorithm*.
11. Ilanthenral Kandasamy, W. B. (2019). Indeterminate Likert scale. In W. B. Ilanthenral Kandasamy, *Indeterminate Likert scale: feedback based on neutrosophy, its distance measures and clustering algorithm*. Springer-Verlag GmbH Germany.

12. Larrocha, E. R. (2017). Nuevas tendencias en los sistemas de información. In E. R. Larrocha, *Nuevas tendencias en los sistemas de información* (p. 80). Editorial Centro de Estudios Ramon Areces SA. doi:978-84-9961-269-0
13. libelium. (2017, 07 08). *Increasing tobacco crops quality by climatic conditions control*. Retrieved 09 24, 2021, from <https://www.libelium.com/libeliumworld/success-stories/increasing-tobacco-crops-quality-by-climatic-conditions-control/>
14. Martínez Ruiz, H. (2018). Metodología de la investigación. In H. Martínez Ruiz, & J. Reyes Martínez (Ed.), *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: Cengage. doi: 978-607-526-652-7
15. Neill, D., & Cortez, L. (2018). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. In D. Neill, & L. Cortez, *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. Machala: Editorial UTMACH. doi:978-9942-24-093-4
16. Niño Montero, J. S., & Mendoza Hidalgo, M. L. (2019). La investigación científica en el contexto académico. In J. S. Niño Montero, & M. L. Mendoza Hidalgo, *La investigación científica en el contexto académico*. NSIA Publishing House Editions.
17. Niño Rojas, V. M. (2019). In V. M. Niño Rojas, *Metodología de la investigación: Diseño, ejecución e informe* (2 ed., p. 162). Bogotá: Ediciones de la U.
18. Peña, C. G., & Márquez, C. A. (2019). Estadística descriptiva y probabilidad. In C. G. Peña, & C. A. Márquez, *Estadística descriptiva y probabilidad*. Medellín: Editorial Bonaventuriana.
19. Pivoto, D., Waquil, P. D., Talamini, E., Finocchio, C. S., Corte, V. D., & Mores, G. (2018). Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. In D. Pivoto, P. D. Waquil, E. Talamini, C. S. Finocchio, V. D. Corte, & G. Mores, *Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil*. Elsevier. doi:10.1016/j.inpa.2017.12.002
20. Pressman, R., & Maxim, B. (2019). Software Engineering: A practitioners approach. In R. Pressman, & B. Maxim, *Software Engineering: A practitioners approach* (9 ed.). McGraw-Hill Education. doi:1260548007
21. Raad, H. (2021). Fundamentals of IoT and Wearable Technology Design. In H. Raad, *Fundamentals of IoT and Wearable Technology Design*. IEEE. doi:9781119617556
22. Sampieri, R. (2017). Metodología de la investigación. In R. Sampieri, *Metodología de la investigación* (6 ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. doi:978-1-4562-2396-0

23. Shivappa, H. (2018). Some tools of digital agriculture. In H. Shivappa, *Digital revolution and Big Data: a new revolution in agriculture* (p. 8). CAB International. doi:10.1079/PAVSNNR201813021
24. Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S., Jennehag, U., & Gidlund, M. (18). Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions. In E. Sisinni, A. Saifullah, S. Han, U. Jennehag, & M. Gidlund, *Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions* (Vol. 14, pp. 4724 - 4734). IEEE Transactions on Industrial Informatics. doi:10.1109
25. Terra Verde. (2020, 02 09). *Nuestra Historia*. Retrieved 11 10, 2021, from Terra Verde: <https://www.terraverde.do/sobre-nosotros>
26. United Nations. (2019). least developed countries will continue to experience rapid population growth. 3. United Nations. doi:978-92-1-148316-1
27. Villa-Henriksen, A., Edwards, T. G., Pesonen, A. L., Green, O., & GrønSørensen, C. A. (2020). Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential. In A. Villa-Henriksen, T. G. Edwards, A. L. Pesonen, O. Green, & C. A. GrønSørensen, *Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential* (Vol. 191, pp. 60-84). Biosystems Engineering. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.12.013>
28. Visser Horti Systems. (2017, 05 10). *Irrispray-Fixed-I Watering Irrigation System*. Retrieved 09 15, 2021, from Visser Horti Systems: <https://www.visser.eu/irrigation-and-watering-systems/irrispray-fixed-i/>
29. Walter, A., Finger, R., Huber, R., & Buchmann, N. (2017, 07 13). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *PNAS*, 114(24), 3. doi:10.1073/pnas.1707462114
30. Zhang, P., Kim, S., & Deka, G. C. (2019). Role of Blockchain Technology in IoT Applications. In P. Zhang, S. Kim, & G. C. Deka, *Role of Blockchain Technology in IoT Applications* (Vol. 115). Academic Press. doi:978-0-12-817189-9

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de encuesta

 		
DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA ESCUELA DE INFORMÁTICA		
“ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA IOT PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CULTIVO INVERNADERO DE TERRAVERDE DE COTUÍ EN EL PERIODO 2021-2022”		
ENCUESTA		
Esta encuesta tiene por objetivo conocer la percepción de los productores de Terraverde en relación con el proceso de agricultura invernadero actual, con el fin de proponer mejoras. Contiene 9 preguntas, solo le tomara unos minutos en responder. Su sinceridad nos ayudara a valorar con precisión el proceso de cultivo en el invernadero.		
¡Gracias de antemano por su colaboración!		
Fecha:		
Sexo:	Masculino _____	Femenino _____

Edad:	18 a 28	29 a 40	41 a 50	51 a 60
	39	50	61	
	Mas de 62			
Tiempo que tiene laborando en la agricultura invernadero	Menos de un año	De 1 a 5 años	De 5 a 10 años	Más de 10 años
Marque a qué categoría corresponde su cargo	Cliente	Ingeniero	Agricultor	
Marque con un cotejo (✓) la respuesta que considere, tomando en cuenta:				
No.	Significados			
1	Completamente inadecuado		Muy malo	
2	Inadecuado		Malo	
3	Ni adecuado, ni inadecuado		Regular	
4	Adecuado		Muy bueno	
5	Completamente Adecuado		Excelente	

		1	2	3	4	5
1	Mi nivel de satisfacción con el proceso de cultivo actual en el invernadero es...					
2	Mi nivel de satisfacción con la calidad de las cosechas es...					
3	Mi nivel de conformidad con los métodos utilizados para el control de humedad/temperatura es...					
4	Mi nivel de conformidad con los métodos utilizados para el control de plagas es...					
5	Me sería útil una aplicación móvil que facilite el seguimiento de la siembra en cualquier momento...					
6	Me sería útil un sistema de sensores que facilite el monitoreo y control de la siembra ante plagas...					
7	Me sería útil un sistema de sensores que facilite el monitoreo y control del ambiente dentro invernadero					
8	Proponga dos posibles mejoras para hacer un mejor proceso de agricultura invernadero					
1.						

2.	

Anexo 2: Anteproyecto



DECANATO DE INFORMÁTICA

“Proyecto de trabajo de grado”

“Análisis y diseño de un sistema IOT para la automatización de cultivo invernadero de TerraVerde de Cotuí en el periodo 2021-2022”

Proyecto de Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniería en
Software

Sustentante:

Estefania Peralta Ferreira

Periodo:

Cuatrimestre Septiembre-Diciembre 2021

Asesor:

Luis Núñez

“Análisis y diseño de un sistema IOT para la automatización de cultivo invernadero de TerraVerde de Cotuí en el periodo 2021-2022”

Índice General

INTRODUCCIÓN	176
CAPÍTULO I.....	177
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	177
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	178
1.3 OBJETIVOS	179
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	180
CAPÍTULO II.....	182
2.1 MARCO REFERENCIAL	182
CAPÍTULO III.....	189
3. HIPÓTESIS	189
3.1 SISTEMA DE VARIABLES	189
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	189
CAPÍTULO IV	190
4. MARCO METODOLÓGICO.....	190
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	190
4.2 MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	191
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	191
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	192
CAPÍTULO V	193
5. FUENTES DE DOCUMENTACIÓN (FUENTES BIBLIOGRÁFICAS PRIMORDIALES SOBRE EL TEMA)	193
CAPÍTULO VI	194
6. ESQUEMA PRELIMINAR DE CONTENIDO DEL TRABAJO DE GRADO.....	194

Introducción

Con el transcurso de los años los avances tecnológicos han llegado a nuevos niveles en donde estamos entrando en una nueva era de tecnología informática que muchos están llamando Internet de las cosas (IoT). El IoT se compone de máquinas inteligentes que interactúan y se comunican con otras máquinas, objetos, entornos e infraestructuras. Como resultado, enormes volúmenes de datos se generan y esos datos se procesan en acciones útiles que pueden "mandar y controlar" cosas para hacer nuestra vida mucho más fácil y segura, así mismo para reducir nuestro impacto en el medio ambiente.

Por tanto se puede considerar el uso de internet de las cosas (IoT) como posible solución a problemáticas que enfrenta diferentes sectores tanto en la República Dominicana como en el resto del mundo. Por lo cual consideramos como foco de estudio el sector agricultor en nuestro país República Dominicana, específicamente estudiando el caso de la marca TerraVerde como nuestro objeto de estudio en donde se realiza un análisis y diseño de un sistema IoT para automatizar los cultivos en invernadero de uno de los productores principales de la marca con el fin de determinar si implementando este tipo de solución IoT resulta factible y eficiente para los procesos de los productores de la marca.

Capítulo I

1. Planteamiento del problema

La agricultura puede tener impactos significativos en el medio ambiente. Si bien los impactos negativos son graves y pueden incluir la contaminación y degradación del suelo, el agua y el aire, la agricultura también puede tener un impacto positivo en el medio ambiente, por ejemplo, atrapando los gases de efecto invernadero en los cultivos y los suelos, o mitigando los riesgos de inundaciones mediante la adopción de determinadas prácticas agrícolas.

Los métodos agrícolas se han intensificado continuamente desde la Revolución Industrial, y más aún desde la “revolución verde” a mediados del siglo XX. En cada etapa, las innovaciones en las técnicas agrícolas provocaron enormes aumentos en el rendimiento de los cultivos por área de tierra cultivable.

Una de las técnicas más utilizadas son los fertilizantes sintéticos que contienen nitrógeno y fósforo han estado en el corazón de la agricultura intensificada desde la Segunda Guerra Mundial hasta la actualidad. La agricultura moderna se ha vuelto muy dependiente de estos insumos químicos, igualmente para el control de plagas siendo una de sus causales principales. Si bien estos productos químicos han ayudado a duplicar la tasa de producción de alimentos, también han contribuido a generar un aumento gigantesco, tal vez de hasta un 600 por ciento, de los niveles de nitrógeno reactivo en todo el medio ambiente, según reportes

publicado por la National Geographic. Los niveles excesivos de nitrógeno y fósforo han hecho que los nutrientes que alguna vez fueron beneficiosos se conviertan en contaminantes.

Las consecuencias del uso de este tipo de técnicas en la agricultura afectan tanto el medio como la salud de los que consuman los productos con dichas sustancias.

Aunque han surgido en las últimas décadas prácticas orientadas a la agricultura sostenible y a la agricultura orgánica que pueden mejorar la forma en que se cultiva hoy en día, un ejemplo de esto es TerraVerde, una organización de origen dominicana que poseen proveedores que realizan estas prácticas para sus productos orgánicos. Se considera que con la implementación de un sistema IoT para los procesos de cultivo orgánico erradica el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, manteniendo esto en mente, la mejora de la producción y la calidad de los cultivos manejando la producción desde detalles mucho más específicos teniendo un mayor control de la producción de los cultivos.

1.2. Formulación del problema

La pregunta generadora o problemática de este estudio es la siguiente:

¿De qué manera el Análisis y diseño de un sistema IOT para la automatización de cultivo contribuirá a mejorar el invernadero de TerraVerde de Cotuí en el periodo 2021-2022?

1.2.1 Sistematización del problema

1. ¿Cuál es la repercusión que tienen los sistemas de captación por sensores en la producción de cultivo invernadero de Terraverde?
2. ¿Qué métodos de investigación serán estudiados para evaluar la situación actual de la producción invernadero de Terraverde?
3. ¿Cómo es el estado de la situación actual del desarrollo IOT en la gestión de cultivo invernadero de Terraverde?
4. ¿Cuáles son las propuestas para mejorar el proceso de cultivo actual de la producción invernadero de Terraverde?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar y diseñar un sistema IOT para la automatización de cultivo invernadero de los productores de TerraVerde en Cotuí durante el periodo 2021-2022.

1.3.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se plantean a raíz del objetivo general son los siguientes:

1. Describir la repercusión que tienen los sistemas de captación por sensores en la producción de cultivo invernadero de Terraverde.

2. Estudiar la metodología de investigación agricultora actual, así como de desarrollo de software para su implementación en producción invernadero de Terraverde.
3. Analizar el estado de la situación actual del desarrollo IOT implementadas en la gestión de cultivos invernaderos de Terraverde.
4. Diseñar un modelo IOT para automatización de los procesos de cultivo invernadero que facilite la gestión e interacción remota del usuario con sus cultivos en la producción invernadero de Terraverde.

1.4 Justificación del estudio

1.4.1 Justificación teórica

Proponemos una investigación del impacto que va a tener en las futuras producciones lo que es la implementación de un sistema IOT a las zonas y variables que consideramos que afectan de forma directa los cultivos que ofrece TerraVerde a sus clientes. Consideramos que los análisis realizados por el trabajo de investigación darán respuesta a todas las preguntas correspondientes al manejo, crecimiento y control de los invernaderos así aprovechando la facilidad de tener un ambiente controlado gracias a las tecnologías de los sensores ofreciendo un entorno innovador y específico para crear calidad.

1.4.2 Justificación metodológica

Para lograr nuestros objetivos propuestos, recurriremos a la investigación del impacto de nuestras soluciones a través del estudio de casos similares donde se utiliza la solución propuesta y los cambios que estas han generado como métrica de éxito. Recurriremos al empleo de técnicas de investigación como la observación, encuestas y medición de factores significativos a la hora del mantenimiento y del control de los cultivos y la calidad.

1.4.3 Justificación práctica

Este trabajo de investigación se basa en la necesidad que presenta TerraVerde para mejorar el ambiente de desarrollo de sus cultivos y con ese mejorar la calidad de sus productos de manera considerable. Con esta propuesta de IOT a través de sensores, implica un trabajo más específico y meticuloso en los productos, ofreciendo métricas donde se puede medir la calidad del producto y mantenerlo para todo el invernadero así aumentando las ventas, producción y calidad de los productos.

Capítulo II

2.1 Marco Referencial

2.1.2 Marco Teórico

En la actualidad, las tecnologías asociadas con el Internet de las cosas tienen un gran potencial de aplicación en la agricultura, especialmente en vista de los desafíos ambientales que enfrenta este sector. Desde la granja hasta la mesa, las tecnologías de IoT podrían transformar el sector, contribuyendo a la reducción de insumos agrícolas, prevenir la propagación de plagas y desarrollar productos de calidad dentro de un ambiente controlado. El mercado sigue en crecimiento pero ya existen proyectos relacionados, a los cuales se pueden mencionar:

DK Ecofarm

El startup agrícola de Corea del Sur es una de las empresas líderes que ofrece soluciones agrícolas inteligentes basadas en la tecnología IoT y el desarrollo de biocombustibles. DK Ecofarm está ampliando tecnologías hidropónicas específicas del ginseng a otros cultivos especiales. Además, la empresa está interesada en desarrollar materiales biológicos altamente funcionales que se apliquen a la belleza, los alimentos saludables y los productos farmacéuticos a partir de los cultivos producidos en sus instalaciones. Para fortalecer la plataforma comercial, DK Ecofarm se centra en cultivos especiales cultivados en sistemas hidropónicos especializados y en el desarrollo de materiales biológicos especializados.

TempuTech

TempuTech vio la necesidad de una mayor seguridad en el almacenamiento agrícola. Los silos y elevadores de granos pueden ser lugares peligrosos, con cintas transportadoras que pueden incendiarse y acumulación de polvo que puede ser explosivo. El uso de sensores para rastrear peligros

es de gran valor. Con Equipment Insight de GE, TempuTech creó una forma de conectar sensores inalámbricos y ayudar a los agricultores a comprender los datos de sus silos y elevadores de granos. Con esta plataforma, los fabricantes pueden establecer normas de rendimiento de referencia y establecer condiciones de alerta y alarma relacionadas con la temperatura, la vibración, la humedad y otras condiciones.

Cropx

Cropx produce sistemas de hardware y software que miden la humedad, la temperatura y la conductividad eléctrica en el suelo. Su sistema les dice a los agricultores cuándo y cuánto regar.

TeamDev's Libelium

El tabaco es una gran industria en Italia y requiere ciertos requisitos ambientales y climáticos para un crecimiento óptimo. En respuesta a este problema, una empresa de software italiana, TeamDev, implementó la plataforma Waspnote Plug & Sense de Libelium para recopilar datos sobre las condiciones climáticas que pueden afectar los cultivos de tabaco. Los cultivadores de tabaco pueden utilizar esta técnica para optimizar sus cultivos en condiciones que normalmente no son adecuadas para el cultivo del tabaco.

Adicionalmente, cuando hablamos sobre lo que se conoce como Internet de las cosas, según el artículo Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges se refiere a un tipo de red para conectar cualquier cosa a la Internet según los protocolos estipulados a través de equipos de detección de información para realizar intercambios de información y comunicaciones con el fin de reconocer, posicionar, rastrear, monitorear y administrar de forma inteligente. (Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges, 2016)

Para mejor comprensión sobre qué trata un proyecto de internet de las cosas (IOT) se debe tratar en que se basa la arquitectura IOT, esta arquitectura consta de diferentes capas de tecnologías apoyando IOT. Sirve para ilustrar cómo se relacionan varias tecnologías entre sí y para comunicar la escalabilidad, modularidad y configuración de las implementaciones de IOT en diferentes escenarios. La funcionalidad de cada capa se describe a continuación:

Capa de sensor

La capa de sensor es la más baja, está formada por objetos inteligentes integrados con sensores. Estos sensores permiten la interconexión del mundo físico y el digital que permiten la recolección y procesamiento de información en tiempo real.

Existen varios tipos de sensores para diferentes propósitos. Los sensores tienen la capacidad de tomar mediciones como temperatura, calidad del aire, velocidad, humedad, presión, flujo, movimiento y electricidad, entre otros más.

Gateways y redes

Se produce un volumen masivo de datos gracias a los sensores, activamente transmitiendo la data al dispositivo conectado, y esto requiere una infraestructura de red cableada o inalámbrica robusta y de alto rendimiento como medio de transporte. Actualmente, las redes, a menudo vinculadas con diferentes protocolos, se utilizan para admitir redes de máquina a máquina (M2M) y sus aplicaciones. Con la demanda necesaria para atender una gama más amplia de servicios y aplicaciones de IOT, como servicios transaccionales de alta velocidad, aplicaciones sensibles al contexto, entre otros, se necesitan múltiples redes con diversas tecnologías y protocolos de acceso para trabajar entre sí en una configuración heterogénea. Estas redes pueden tener la forma de modelos privados, públicos o híbridos y están diseñadas para soportar los requisitos de comunicación para la latencia, ancho de banda o seguridad.

Capa de servicios de gestión

El servicio de gestión posibilita el procesamiento de la información mediante análisis, controles de seguridad, modelado de procesos y gestión de dispositivos. IOT reúne la conexión y la interacción de objetos y sistemas proporcionando información en forma de eventos o datos contextuales, como la temperatura de las mercancías, la ubicación actual y los datos de tráfico.

Capa de aplicación

La capa de aplicación de IOT cubre entornos y/o espacios "inteligentes" en dominios como: transporte, construcción, ciudad, estilo de vida, comercio minorista, agricultura, fábrica, cadena de suministro, emergencia, salud, interacción con el usuario, cultura y turismo, medio ambiente y energía.

2.1.3 Bases legales

Ley No. 53-07 sobre Crímenes y Delitos de Alta Tecnología

Ley 172-13 sobre Protección de Datos Personales

2.1.4 Marco Conceptual

IOT

“IoT es una integración de múltiples dispositivos que se comunican, detectan e interactúan con sus estados internos y externos a través de la tecnología integrada que contiene IoT.” (Lee & Lee, 2015, p. 431-440)

Software

“Proviene del inglés y que da significado al soporte lógico de un sistema informático, es decir, es la parte no física que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo que incluye datos, reglas e instrucciones para poder comunicarse con el ordenador y que hacen posible su funcionamiento.” (CISSET. Centro de Innovación, s.f.)

Sistema

“Un software de sistema se define como un conjunto de programas que crea el entorno para facilitar el funcionamiento de un software de aplicación. A diferencia del software de aplicación, un software de sistema depende exclusivamente de la máquina en la que se opera, es decir, compiladores, ensambladores, sistemas operativos.” (Nithyashri, 2010, p. 2)

Aplicación web

“Las aplicaciones web permiten la generación automática de contenido, la creación de páginas personalizadas según el perfil del usuario o el desarrollo del comercio electrónico. Además, una aplicación web permite interactuar con los sistemas informáticos de gestión de una empresa, como puede ser gestión de clientes, contabilidad o inventario, a través de una página web.” (Mora, p. 3)

Automatización

“La automatización implica operar o actuar o autorregularse, de forma independiente, sin intervención humana. La automatización involucra máquinas, herramientas, dispositivos, instalaciones y sistemas que son todas las plataformas desarrolladas por humanos para realizar un conjunto determinado de actividades sin la participación humana durante esas actividades.” (Nof, 2009, p. 14)

Implementación

“La implementación constituye la realización de determinados procesos y estructuras en un sistema. Representa así la capa más baja en el proceso de paso de una capa abstracta a una capa más concreta.” (Voigtmann GmbH, 2019)

Data

“Data es información, especialmente hechos o números, recopilada para ser examinada, considerada y utilizada para ayudar en la toma de decisiones, o información en forma electrónica que pueda ser almacenada y utilizada por una computadora” (Cambridge University Press, 2021)

Agricultura sostenible

“La agricultura sostenible es un sistema de producción agraria conservador de recursos, ambientalmente sano y económicamente viable. Al mismo tiempo debe reconocer los valores humanos, suministrando alimentos de alta calidad y manteniendo a la familia agricultora y a las comunidades rurales como parte de un sistema saludable.” (Villalva Quintana & Fuentes-Pila Estrada, 1993, p. 3)

Invernadero

“Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas.” (EcuRed, 2011)

Agricultura inteligente

“El término agricultura inteligente se refiere al uso de tecnologías como Internet de las cosas, sensores, sistemas de ubicación, robots e inteligencia artificial en su granja. El objetivo final es aumentar la calidad y cantidad de los cultivos optimizando al mismo tiempo la mano de obra humana utilizada.” (Markova, 2020)

Capítulo III

3. Hipótesis

3.1 Sistema de variables

La implementación de IOT como método de prevención anti-plagas en invernaderos es significativamente de menor impacto, que el impacto del uso de los pesticidas químicos en el ecosistema.

El uso del IOT y los conocimientos de software mejorará el rendimiento de los procesos de producción, en este caso un Invernadero

3.2 Operacionalización de variables

Tabla 1

Definición conceptual y operacionalización de variables de la primera hipótesis

Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Indicadores	Instrumentos de medición
<i>“La implementación de IOT como método de prevención anti-plagas en invernaderos es significativamente de menor impacto, que el impacto del uso de los pesticidas químicos en el ecosistema.”</i>	Implementación de IOT como método de prevención anti-plagas	Método de monitoreo del cultivo obteniendo información detallada en tiempo real, para la prevención ante plagas.	Nivel de impacto del uso de soluciones IOT como método para la prevención de plagas.	Sensores para detección de plagas. Reporte de la información obtenida.
	Impacto de los pesticidas químicos	Agroquímicos utilizados para proteger a las plantas de diversas enfermedades y/o plagas con gran capacidad conocida de causar efectos	Nivel de impacto de los químicos utilizados para matar plagas y daño realizado a los cultivos.	Observación de las plantas, su crecimiento y frutos. Evaluación de

		negativos para la salud y el medio ambiente.	Cambio de la calidad de los productos por mal uso de los químicos.	cambio significativo de los productos agrícolas y las plantas.
--	--	--	--	--

Tabla 2

Definición conceptual y operacionalización de variables de la primera hipótesis

Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Indicadores	Instrumentos de medición
<i>“El uso del IOT y los conocimientos de software mejorará el rendimiento de los procesos de producción, en este caso un Invernadero”</i>	Producción agrícola	La producción agrícola es el fruto de la siembra y la cosecha en el campo	Productividad y utilización de evaluaciones para examinar los procesos y su nivel de eficiencia con las plantas.	Entrevistas con los encargados y trabajadores de los invernaderos para las medidas de producción agrícola y conocimiento empírico.
	Uso del IOT para mejorar los procesos de producción	Contribuye a obtener información detallada del cultivo, el suelo y las variaciones del clima en tiempo real, para facilitar el proceso de siembra mediante el monitoreo constante.	Reportes de información de las variables tomadas a consideración de impacto sobre los cultivos y productos agrícolas.	Software desarrollado para la representación gráfica de las medidas obtenidas gracias a los sensores, Inteligencia artificial y la conexión a internet de estos elementos que se comunican 24/7.

Capítulo IV

4. Marco Metodológico

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación a utilizar para este trabajo de grado es cuantitativa porque se desea obtener resultados precisos que logren responder a las preguntas formuladas como base de esta investigación.

También es una investigación documental, debido a que se realizará el marco teórico, que servirá como un apoyo a la investigación.

4.2 Métodos de la investigación

Para este trabajo de investigación se utilizará el método deductivo lo cual posibilita partir de datos generales ya aceptados como válidos para derivar sobre esos datos y obtener conclusiones que permitan comprobar su validez.

Asimismo, se utilizará la observación como método de investigación que permitirá observar las actividades, variables, problemas y necesidades en el proceso de gestión en los invernaderos de Terraverde.

Igualmente, se utilizará la estadística como método para medir y comparar los resultados de entrevistas y encuestas, en cuanto a la eficiencia del estado de la situación actual del desarrollo IOT implementadas en la gestión de cultivos invernaderos de Terraverde.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población de esta investigación comprende a los productores invernaderos asociados de Terraverde localizados en la región de Cibao Sur, República Dominicana.

4.3.2 Muestra

Para la selección de la muestra se elige un muestreo probabilístico. “Las muestras probabilísticas requieren la determinación del tamaño de la muestra y de un proceso de selección aleatoria que asegure que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser elegidos”. (Sampieri, 2010, p.185)

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}, \text{ donde:}$$

n = Tamaño de la muestra.

z = Nivel de confianza.

p = probabilidad de éxito.

q = probabilidad de fracaso.

d = error máximo admitido en términos de proporción.

N = Tamaño de la población.

Considerando;

N = 10

z = 95%

P = 0.5

q = 0.5

d = 5%

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se utilizará como técnica de recolección de datos la entrevista, cuestionario, encuesta y la observación directa para poder establecer las necesidades y problemas existentes que afectan la gestión de cultivos invernaderos de Terraverde. En adición se utilizarán fuentes documentales para levantar y evaluar los procesos actuales.

Capítulo V

5. Fuentes de documentación (Fuentes bibliográficas primordiales sobre el tema)

1. Cambridge University Press. (2021, Junio 15). *Meaning of data*. Cambridge Dictionary. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/data>
2. EcuRed. (2011, Junio 23). *Invernadero*. EcuRed. <https://www.ecured.cu/Invernadero>
3. Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). McGraw Hill Education.
4. Karimi, K., & Atkinson, G. (2013, Junio). What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality. *Freescale & ARM*, 1(Internet of Things (IoT)), 15.
INTOTHNGSWP REV 1
5. Lee, I., & Lee, K. (2015). *The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*, *Business Horizons* (4th ed., Vol. 58). Elsevier B.V.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681315000373>
6. Markova, S. (2020, Mayo 28). *What is smart agriculture and why smart agriculture is the future?* ONDO Smart Farming Solutions. Retrieved Junio 20, 2021, from https://ondo.io/what_is_smart_agriculture/
7. Nithyashri, H. (2010). *System Software* (2nd ed.). Ttat McGraw Hill Education Private Limited.
8. Nof, S. Y. (Ed.). (2009). *Handbook of Automation*. Springer. 10.1007/978-3-540-78831-7
9. Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future

Challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 1(Internet of Things-IOT), 10. Google Books.

<http://www.opjstamnar.com/download/Worksheet/Day-110/IP-XI.pdf>

10. United States Environmental Protection Agency. (2021, Abril 30). Agriculture and Climate. *EPA*, 1, 1. <https://www.epa.gov/agriculture/agriculture-and-climate>

11. Villalva Quintana, S., & Fuentes-Pila Estrada, J. (1993). *AGRICULTURA SOSTENIBLE*. MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_07.pdf

Capítulo VI

6. Esquema preliminar de contenido del trabajo de grado

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1.1 Arquitectura IOT

1.1.1 Concepto de Capa de sensor

1.1.2 Gateways y redes

1.1.3 Capa de servicios de gestión

1.1.4 Capa de aplicación

1.2 Marco Conceptual

1.2.1 IOT

1.2.2 Software

1.2.3 Sistema

1.2.4 Aplicación web

1.2.5 Automatización

1.2.6 Implementación

1.2.7 Data

1.2.8 Agricultura sostenible

1.2.9 Invernadero

1.2.10 Agricultura inteligente

RESUMEN CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

2.1 Concepto y tipos de Investigación Científica

2.1.1 Investigación Cuantitativa

2.1.2 Investigación Descriptiva

2.1.3 Investigación Documental

2.2 Métodos de Investigación

2.3.1 Método de observación

2.3.2 Método deductivo

2.3.3 Método estadístico

2.4 Concepto y métodos de análisis

2.4.1 Análisis estadístico

2.5 Fuentes y técnicas

2.5.1 Población

2.5.2 Muestra

2.5.3 Observación

2.5.4 Encuesta

2.5.5 Cuestionario

2.6 Tratamiento de la información

RESUMEN CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DETALLADO SOBRE ESTADO ACTUAL EN LA GESTIÓN DE CULTIVO INVERNADERO DE TERRAVERDE

INTRODUCCIÓN

3.1 Descripción de la empresa

3.1.1 Historia de Terraverde

3.1.2 Misión de la institución

3.1.3 Visión de la institución

3.1.4 Valores de la institución

3.2 Análisis FODA de Terraverde

3.3 Impacto

3.3.1 En relación a la fiabilidad de los datos captados

3.3.2 En relación a la solución

3.4 Presentación de los resultados

3.4.1 Introducción

3.4.2 Presentación y análisis de los resultados de la encuesta

3.4.3 Análisis general

3.5 Documento Visión

3.6 Documento de Especificación de Requerimientos de Software

3.7 Estudio de factibilidad del sistema

3.7.1 Introducción

3.7.2 Propósito

3.7.3 Descripción General

- 3.7.4 Factibilidad Técnica
- 3.7.5 Factibilidad Operativa
- 3.7.6 Factibilidad Económica
- 3.7.7 Beneficios del Sistema
- 3.7.8 Retorno de la Inversión
- 3.7.9 Conclusiones

3.8 Diagrama de Dominio

RESUMEN CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 4: DISEÑO DE UN MODELO IOT PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE CULTIVO INVERNADERO

INTRODUCCIÓN

- 4.1 Diseño del sistema
- 4.2 Diagramas UML
 - 4.2.1 Diagrama de Arquitectura
 - 4.2.2 Diagramas de casos de uso
 - 4.2.3 Diagrama de clases
 - 4.2.4 Diagramas de secuencias
 - 4.2.5 Diagrama de estados
 - 4.2.6 Diagrama entidad-relación
- 4.3 Diseño preliminar de la interfaz gráfica
- 4.4 Fiabilidad del sistema

RESUMEN CAPÍTULO 4

CONCLUSIÓN

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

Glosario

Encuesta

Anteproyecto