SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO, OPTIMIZANDO EL AHORRO DEL AGUA EN INVERNADEROS DE CULTIVOS POR MEDIO DEL USO DE LA TECNOLOGIA

ANDRÉS FELIPE VILLAMIZAR SUAREZ

C.C. 1094285238

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DISEÑO INDUSTRIAL

PAMPLONA

2024

SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO, OPTIMIZANDO EL AHORRO DEL AGUA EN INVERNADEROS DE CULTIVOS POR MEDIO DEL USO DE LA TECNOLOGIA

ANDRÉS FELIPE VILLAMIZAR SUAREZ

C.C. 1094285238

DOCENTE

MAURICIO ENRIQUE SOTELO BARRIOS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DISEÑO INDUSTRIAL

PAMPLONA

2024

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I 5
INTRODUCCION 5
CAPITULO II 8
OBSERVACIÓN DEL CONTEXTO 8
CAPITULO III 11
OBJETIVOS 11
CAPITULO IV 12
METODOLOGÍA, INSTRUMENTOS E HIPÓTESIS 12
Anexo A: proceso de metodología de investigación 13
4.2 Instrumento de Recolección de Información y Validación 13
Figura 1 Encuesta formulada para la obtención de datos 15
4.3 Hipótesis 16
CAPITULO V 18
PRESENTACIÓN DEL EMPRENDIMIENTO CON POTENCIAL EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL 18
5.2 Misión 19
5.3 Visión 20
5.4 Concepto del Producto O Servicio y sus Características 20
5.5 Analís de Tipologías (Elementos Existentes en el Mercado) 21
5.6 Tabla de Parámetros Determinantes y Requerimientos 22
Figura 2 parámetros determinantes 23
5.7 Diseño de Alternativas 24
Figura 3 Alternativas propuestas 24
5.8 Alternativa Seleccionada 25
Figura 4. Alternativa elegida 25
5.9 Propuesta de Valor 26
5.10 Recursos Claves 27
Anexo B: 28
Tabla 2 recursos clave 28
5.11 Segmento de Clientes 29

Anexo B: Tabla completa de recursos claves en el apartado de anexos 29
Tabla 3 características del cliente 29
5.12 Canales de Venta y Distribución Digital 29
Figura 5. Página Web 30
5.14 Estrategia de Venta y Distribución Digital 31
Anexo C: Contenido de estrategia de venta y distribución digital 32
Figura 6. Estrategia 32
Anexo D: 32
Figura 7. logo de marca AgT 33
6.16 Pitch de mi emprendimiento 33
Anexo E: 33
6. CAPÍTULO VII 34
GESTIÓN DEL EMPRENDIMIENTO CON POTENCIAL EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL 34
6.1 Socios Clave 34
6.2 Fuentes de ingreso 35
6.3 Estructura de costos 37
Figura 8. Establecimiento de costos 37
6.4 Consideraciones ambientales 38
Figura 9. Diagrama de flujo 38
6.5 Entorno digital 38
CAPITULO VII RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES 40
CAPITULO VII RESULTADOS Y CONCLUSIONES 42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 44

CAPITULO I

INTRODUCCION

La agricultura en la región de Norte de Santander, ubicada en el noreste de Colombia, constituye uno de los pilares fundamentales de la economía local. Un número significativo de familias y el departamento en general dependen de esta actividad. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Norte de Santander (2021), "se destaca por su amplia diversidad de cultivos, siendo uno de los principales polos agrícolas del país, gracias a las condiciones climáticas y de suelo favorables". Estas condiciones han encontrado en los invernaderos una solución eficaz para maximizar la producción agrícola, permitiendo un control más preciso del ambiente y protegiendo los cultivos de las fluctuaciones climáticas.

Un componente crucial en la gestión de invernaderos es el sistema de riego. La implementación de sistemas de riego eficientes y avanzados en los cultivos bajo invernadero en Norte de Santander no solo mejora la calidad y cantidad de la producción, sino que también contribuye al uso sostenible del agua, un recurso cada vez más escaso y valioso. Estos sistemas permiten una distribución homogénea del agua y los nutrientes, adaptándose a las necesidades específicas de cada tipo de cultivo y minimizando el desperdicio de agua.

La integración de sistemas de riego automatizados simplifica la gestión del tiempo y los recursos humanos, permitiendo a los agricultores locales ser más competitivos en el mercado nacional e internacional. Esta monografía tiene como objetivo evidenciar cómo el desarrollo de

un sistema de automatización de riego, que optimice el uso del agua en invernaderos mediante el uso de tecnología, puede ofrecer a los agricultores alternativas que reflejen una comparativa entre los sistemas de riego convencionales y los más avanzados en términos de costos, eficiencia y durabilidad. Asimismo, se busca contribuir a la preservación de los recursos naturales y la sostenibilidad a largo plazo en la agricultura de esta importante región colombiana.

Los sistemas de riego en invernaderos en Norte de Santander ofrecen varios beneficios significativos. Destacan por mejorar la eficiencia en el uso del agua, especialmente en áreas con variabilidad climática. Los sistemas de riego automatizados permiten una distribución precisa y uniforme del agua y los nutrientes, lo que se traduce en un crecimiento más saludable y homogéneo de los cultivos. Al optimizar el uso del agua, estos sistemas no solo aumentan la productividad y calidad de las cosechas, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental al reducir el desperdicio de recursos, lo cual es crucial en una región donde la disponibilidad de agua puede ser variable.

Sin embargo, la implementación de sistemas de riego automatizados presenta desafíos y limitaciones. Uno de los principales es el costo inicial de instalación y mantenimiento, que puede ser considerablemente alto en comparación con los métodos de riego tradicionales, siendo una barrera significativa para pequeños agricultores con recursos limitados. Además, la adopción de estas tecnologías requiere capacitación y conocimientos técnicos que no todos los agricultores poseen, lo que puede dificultar su implementación efectiva. Otra limitación es la dependencia de la infraestructura y el suministro constante de energía para el funcionamiento de los sistemas automatizados, lo cual puede ser problemático en áreas con suministro eléctrico inestable. A pesar de estos desafíos, la inversión en sistemas de riego avanzados puede ser altamente

beneficiosa a largo plazo, promoviendo la competitividad y sostenibilidad de la agricultura en Norte de Santander, siempre y cuando se implementen estrategias de apoyo y capacitación para los agricultores locales.

De acuerdo con Ortiz-Laurel y Rössel (2020), "los sistemas de riego automatizados en invernaderos permiten una distribución precisa y uniforme del agua y los nutrientes, lo que se traduce en un crecimiento más saludable y homogéneo de los cultivos, así como en un uso más eficiente del recurso hídrico". Según Ávila-Cabrera et al. (2019), "la implementación de sistemas de riego avanzados en cultivos bajo invernadero contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental al reducir el desperdicio de agua, un recurso cada vez más escaso en muchas regiones".

CAPITULO II

OBSERVACIÓN DEL CONTEXTO

La agricultura moderna, se observa que esta actividad enfrenta desafíos significativos debido a la creciente escasez de recursos hídricos. Estos problemas son consecuencia del cambio climático, el uso inadecuado de los recursos, la destrucción de zonas verdes y páramos (Smith & Jones, 2020). En este contexto, los invernaderos se presentan como una solución eficiente para mitigar los efectos de las condiciones climáticas adversas que afectan la productividad agrícola en el departamento (Brown, 2019).

No obstante, hacer que los invernaderos sean altamente productivos es un desafío, ya que requieren herramientas tecnológicas y conocimientos específicos para maximizar sus beneficios en el manejo agronómico de los cultivos. Es fundamental contar con sistemas de riego automatizados que proporcionen agua en momentos cruciales, evitando la pérdida de plántulas, la erosión del suelo y asegurando el adecuado funcionamiento de los procesos vitales de las plantas. Esto no solo maximiza la eficiencia en el uso del agua, sino que también garantiza el crecimiento saludable de los cultivos (García & López, 2021).

En diversas regiones agrícolas, especialmente aquellas con climas áridos o semiáridos, la implementación de sistemas de riego automatizado se ha vuelto esencial. Estos sistemas utilizan tecnologías avanzadas como sensores de humedad, controladores programables y sistemas de gestión remota para monitorear y ajustar la cantidad de agua suministrada a las plantas en tiempo real. La automatización del riego no solo permite ahorrar agua, sino que también optimiza el uso

de fertilizantes y reduce el esfuerzo manual requerido para el mantenimiento de los cultivos (Miller, 2018).

A nivel global, el sector agrícola es uno de los mayores consumidores de agua, representando aproximadamente el 70% del uso total de agua dulce. Por lo tanto, la eficiencia en el uso del agua en la agricultura es crucial para la sostenibilidad de los recursos hídricos. En este sentido, los invernaderos que emplean sistemas de riego automatizado están a la vanguardia de la innovación tecnológica, contribuyendo a la conservación del agua y a la producción sostenible de alimentos (Johnson, 2017).

En el contexto local, los agricultores de la región Norte de Santander han comenzado a adoptar tecnologías de riego rudimentarias debido a la disminución de los niveles de agua y en un esfuerzo por contribuir a la preservación de este recurso indispensable para la vida de diversas especies animales y vegetales, así como para el desarrollo de actividades humanas cotidianas (Rodríguez & Pérez, 2022). Esto se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible, promoviendo prácticas agrícolas que no solo son más eficientes desde el punto de vista hídrico, sino que también minimizan el impacto ambiental. Esta tendencia creciente hacia la implementación de sistemas de riego automatizado en invernaderos evidencia una necesidad urgente de optimizar el uso del agua en la agricultura, asegurando la sostenibilidad y la productividad de los cultivos en un entorno cada vez más desafiante (UN, 2015).

La preservación de recursos naturales como el agua es crucial para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible. Por esta razón, desde las políticas públicas y entes

gubernamentales se han implementado leyes para respaldar una agricultura sostenible. Un ejemplo es la Ley 99 de 1993, que ha desarrollado planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA) para asegurar la disponibilidad y calidad del agua para usos agrícolas. Asimismo, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) desarrollados a nivel municipal y territorial proponen directrices para la gestión del agua en la agricultura, garantizando el acceso y protegiendo las fuentes hídricas.

En el departamento de Norte de Santander, el Plan Departamental de Aguas (PDA) se enfoca en mejorar el acceso al agua potable y el saneamiento, así como en la gestión integral del recurso hídrico. Este plan incluye iniciativas para el uso eficiente del agua en la agricultura, promoviendo tecnologías de riego avanzadas y prácticas sostenibles mediante la capacitación de los agricultores.

CAPITULO III

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un sistema automatización de riego que optimice el uso del agua en invernaderos de cultivos por medio del uso de la tecnología.

Objetivo Especifico

Determinar los requerimientos para la implementación del sistema de riego automatizado.

Proporcionar un sistema de riego automatizado que ahorre tiempo, dinero y cumpla con los requerimientos necesarios del agricultor.

Diseñar el prototipo del sistema que permita automatizar y optimizar el ahorro del agua

CAPITULO IV

METODOLOGÍA, INSTRUMENTOS E HIPÓTESIS

4.1 Metodología Proyectual

Fases de la metodología según Bruce Archer 1965

A. **Fase analítica:** En esta fase se recoge toda la información necesaria sobre las necesidades de la empresa, la problemática, los límites del proyecto y las condiciones a seguir (Archer, 1965)

Recopilación de Datos: Compilación de toda la información requerida y necesaria para el conocimiento del proyecto y de la empresa en cuestión; y recoger información referente a otros proyectos similares

Ordenamiento: Clasificación/Sistematización de la información obtenida y de los recursos a intervenir

Evaluación: Valoración, análisis de la información propia y de los proyectos similares

B. **Fase creativa:** En esta fase se inicia la practica tomando como base la información recopilada en la fase anterior y se inicia el desarrollo de ideas y la selección de esta para llegar a una solución. Para esta fase también existen pasos a seguir. (Archer, 1965)

Formulación de ideas rectoras: Desarrollo de bocetos y generación de una lluvia de ideas posibles para la solución del problema.

Toma de partida o de idea básica: Del conjunto de ideas generadas se seleccionan las que se consideren más adecuadas. Estas deberán cumplir con los lineamientos y condicionantes detectados y definidos con anterioridad.

Formalización de la idea: Pulir las ideas en sus trazos, color, tipografia y distribución, etc. Para establecer las posibles propuestas.

C. Fase ejecutiva: En esta fase es cuando se presenta la idea manejada al cliente y se pide su autorización u opinión para realizar cambios o mejoras a la idea o simplemente comenzar a distribuir el producto, la idea o diseño, para finalizar el proyecto. Para esta fase se realiza el siguiente paso. (Archer, 1965)

Materialización: Desarrollo de la implementación de la nueva imagen en los elementos requeridos

Anexo A: proceso de metodología de investigación

4.2 Instrumento de Recolección de Información y Validación

Para la recolección de información y validación se sigue el modelo impuesto por Sampieri (1991). A través de entrevistas semiestructuradas y el análisis documental, se realiza un acercamiento a la población objeto de estudio, con el objetivo de establecer las necesidades primarias que requieren intervención. Finalmente, se lleva a cabo una encuesta mediante la

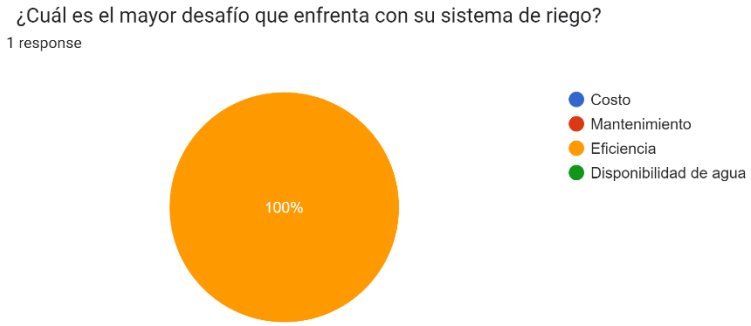
plataforma Google Forms para obtener datos precisos que permitan establecer la muestra a partir de las siguientes características: contar con un invernadero para la producción agrícola, tener sistemas de riego y estar interesados en la innovación a través de la tecnología.

Con la encuesta digital se busca conocer y ratificar la problemática de estudio que enfrentan los agricultores en torno al manejo adecuado del recurso hídrico. Esta problemática se origina puntualmente debido a sistemas de riego rudimentarios que no satisfacen por completo las necesidades de los cultivos.

A continuación, se presenta la tabulación del modelo de encuesta que fue diseñada en torno a las necesidades de los agricultores y los invernaderos en Norte de Santander. Se tomó como muestra el invernadero del agricultor Mauricio Lizcano, obteniéndose así los siguientes resultados:

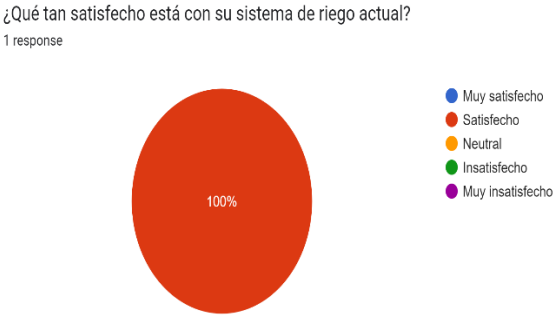
Figura 1 Encuesta formulada para la obtención de datos











4.3 Hipótesis

La implementación de sistemas de riego automatizados y sensores inteligentes en invernaderos de cultivos tienen el potencial de optimizar significativamente el uso del agua y aumentar la productividad de los cultivos, debido a que:

Los sistemas de riego automatizados permiten monitorear en tiempo real las condiciones del suelo, humedad y necesidades hídricas de los cultivos a través de sensores inteligentes. Esto facilita la toma de decisiones sobre el riego y evita el desperdicio de agua.

Tecnologías como el riego por goteo y microaspersión permiten una distribución eficiente y precisa del agua directamente a las raíces de las plantas, reduciendo pérdidas por evaporación y consumo excesivo.

La integración de energías renovables como paneles solares y turbinas eólicas para alimentar los sistemas de riego reduce la dependencia de fuentes tradicionales de energía, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

La automatización y digitalización de los sistemas de riego reduce la intervención manual, aumenta la eficiencia y optimiza el uso de recursos como agua y fertilizantes, lo que se traduce en mayores beneficios económicos y ambientales para los agricultores.

CAPITULO V

PRESENTACIÓN DEL EMPRENDIMIENTO CON POTENCIAL EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

5.1 Justificación del Emprendimiento con Potencial en la Transformación Digital

La tecnología ha desempeñado un papel significativo en la evolución de los sistemas de riego que se utilizan en la actualidad. Es por ello que, el desarrollo de la tecnología en la agricultura ha abierto el paso a sistemas de riego automatizados (Rai et al., 2019). Aunque los sistemas de riego para cultivos han existido desde los primeros acueductos (Bazza, 2002), un sistema de riego automatizado aprovecha la electricidad y la tecnología para optimizar el uso del agua y aumentar el rendimiento de los cultivos (Fernández García et al., 2020).

El futuro del riego agrícola se vislumbra prometedor gracias a la innovación tecnológica en sistemas de riego. Con los avances tecnológicos, los agricultores podrán optimizar el uso del agua, reducir costos y maximizar la productividad de sus cultivos (Liang et al., 2021). Una de las tendencias más destacadas es la implementación de sensores inteligentes que permiten monitorear en tiempo real las condiciones del suelo, la humedad y las necesidades hídricas de los cultivos; estos dispositivos envían información precisa a través de la conectividad, facilitando la toma de decisiones y evitando el desperdicio de agua (Kuang et al., 2020).

El sistema de riego por aspersión con que cuenta la propiedad está en mal estado, además de generar un gran desperdicio de agua, ya que este consta de un motor de gasolina que deja de filtrar agua por manipulación manual. Además, el método para saber si la humedad es la correcta no es tan seguro, ya que es de manera empírica Por ello, se implementarán sensores de humedad

para saber cuándo es necesario desactivar el flujo de agua, creando un mejor aprovechamiento de la misma y un buen desarrollo del cultivo al contar este con la cantidad de agua necesaria.

Otra tecnología en auge son los sistemas de riego por goteo y microaspersión, que permiten una distribución eficiente y precisa del agua directamente a las raíces de las plantas. Esta técnica reduce significativamente las pérdidas por evaporación y el consumo excesivo de agua (Fernández García et al., 2020). La utilización de energías renovables también está ganando terreno en el campo del riego agrícola; los paneles solares y turbinas eólicas se están implementando para alimentar los sistemas de riego, lo que no solo reduce la dependencia de fuentes tradicionales de energía, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental (Pulido-Calvo et al., 2023).

¿Qué beneficios aportan los sistemas de riego automatizados y sensores inteligentes en términos de optimización del uso del agua y aumento en la productividad de los cultivos en invernaderos?

5.2 Misión

"Nuestra misión en AgT es proporcionar soluciones tecnológicas innovadoras y sostenibles que optimicen el uso de recursos naturales en la agricultura. A través de la venta de productos agronómicos de alta calidad y sistemas de riego inteligentes, buscamos empoderar a los agricultores para que puedan aumentar su productividad, reducir costos y contribuir a la conservación del medio ambiente. Nos comprometemos a ofrecer un servicio excepcional, respaldado por conocimientos técnicos y un firme compromiso con la sostenibilidad."

5.3 Visión

"En AgT, se busca liderar la transformación de la agricultura hacia prácticas más sostenibles y eficientes a nivel global. Aspiramos a ser la plataforma digital de referencia para agricultores y profesionales del sector, proporcionando las mejores soluciones tecnológicas para el manejo del agua y otros recursos agronómicos. Queremos crear un futuro donde la tecnología y la sostenibilidad trabajen de la mano para garantizar la seguridad alimentaria y la preservación de nuestro planeta."

5.4 Concepto del Producto O Servicio y sus Características

El Sistema de Riego Automatizado es una solución avanzada diseñada para optimizar el uso del agua campos agrícolas y espacios verdes. Este sistema emplea tecnología de punta para monitorear y controlar el riego de manera eficiente, asegurando que las plantas reciban la cantidad exacta de agua necesaria en el momento adecuado. Está diseñado para ser fácil de usar, reducir el desperdicio de agua y mejorar la salud de las plantas.

El sistema de riego presenta varias características innovadoras que lo hacen destacar en el mercado. En términos de control inteligente, ofrece programación flexible, permitiendo establecer horarios específicos de riego según las necesidades del usuario y las condiciones climáticas, junto con sensores integrados que monitorean la humedad del suelo, la temperatura y las precipitaciones para ajustar el riego automáticamente. En cuanto a la eficiencia en el uso del agua, utiliza riego por goteo para reducir el desperdicio, proporcionando agua directamente a las raíces de las plantas, y ajusta automáticamente la cantidad de agua distribuida según las

condiciones del suelo y del clima. Además, su facilidad de instalación permite gestionar el sistema desde cualquier lugar mediante una aplicación móvil. Su adaptabilidad y escalabilidad lo hacen ideal para diversos entornos, como invernaderos, campos agrícolas y es fácilmente ampliable para cubrir áreas más grandes según las necesidades del usuario. En términos de seguridad y durabilidad, está fabricado con materiales de alta calidad, resistentes a la intemperie y al desgaste. Los beneficios para el usuario incluyen ahorro de tiempo al automatizar el proceso de riego, mejora en la salud de las plantas gracias a un riego preciso, conservación del agua y facilidad de gestión mediante control remoto desde dispositivos móviles.

5.5 Analís de Tipologías (Elementos Existentes en el Mercado)

Tabla 1 tipologías

Intelligent Handheld Soil Detector	**Renewsolution**	**ComWinTop**	**Yieryi**
			
Descripción	Descripción	Descripción	Descripción
Color: Humidity **Costo:** 564,740.18 **Pantalla retroiluminada:** Si	**Color:** PH Plastic probe **Costo:** 88,815.49	**Color:** Blanco **Costo:** 863,584.36	**Color: Smart Soil PH Meter** **Costo:** 137,052.81

Tipo de pantalla: Digital **Numero de modelo:** ZHQ-SS002 Sensor detector de suelo inteligente, velocímetro de nutrientes del suelo, temperatura + humedad + EC + PH + NPK, pantalla de campo.	**Pantalla retroiluminada:** No **Tipo de pantalla:** Analog **Número de modelo** HD-PH Medidor de PH Industrial en línea, controlador de PH, Sensor ORP, probador de sonda de electrodos, Control de medición continua para aguas residuales urbanas	**Pantalla retroiluminada**: Si **Tipo de pantalla:** Digital **Numero de modelo:** CWT Medidor Rápido de humedad del suelo, Sensor EC PH NPK, 7 en 1	**Pantalla retroiluminada:** Si **Tipo de pantalla:** Digital **Número de modelo** YY-1033 Medidor de temperatura de PH del suelo, Monitor inteligente con Bluetooth, para plantas en macetas de jardín de YY-1033, registrador de datos de acidez, para granjas verdes de huerto

5.6 Tabla de Parámetros Determinantes y Requerimientos

En la siguiente tabla se hace el abordaje de los PDR (Parámetros, determinantes y requerimientos) de diseño los cuales son valores clave en la creación y ejecución del sistema de

riego automatizado propuesto ya que, precisa las características necesarias para la satisfacción de las necesidades de los agricultores en funcionalidad y eficiencia en el manejo adecuado del agua y productividad del cultivo.

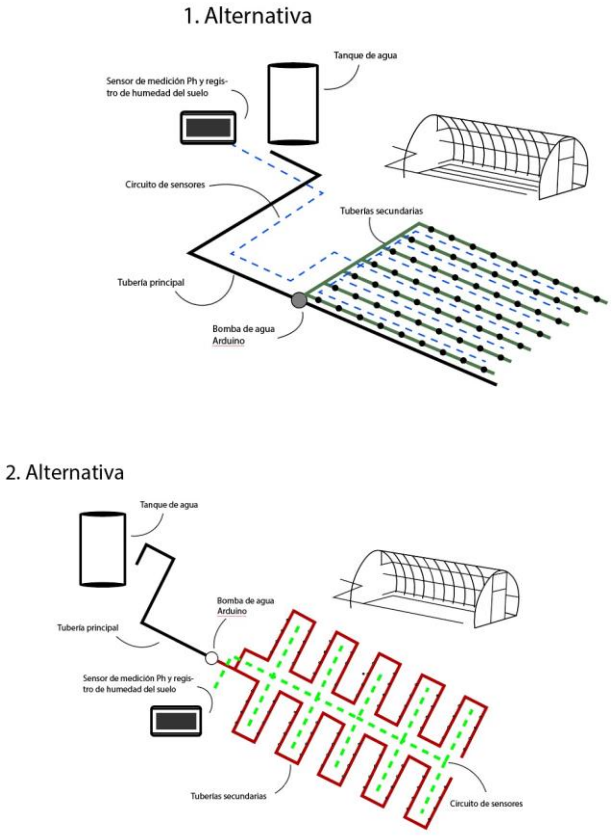
Figura 2 parámetros determinantes

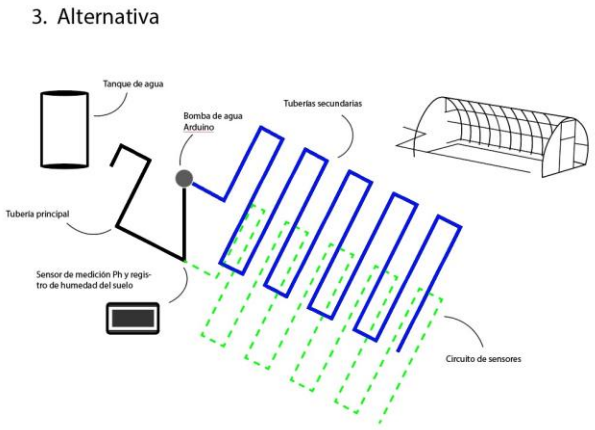
Determinantes	Parámetros	Requerimientos
¿Es viable el costo inicial del sistema de riego automatizado?	1. Costo de equipos 2. Costo de instalación 3. Costo de Ingeniería	1. Costo de dispositivos de control, sensores, actuadores 2. Costo de mano de obra y materiales para la instalación física 3. Costo de diseño, planificación y consultoría técnica.
¿Qué impacto tiene la eficiencia del sistema en el uso de recursos?	1. Uso eficiente del agua 2. Uso eficiente de energía 3. Minimización de residuos	1. Cuantificación del agua utilizada efectivamente para la producción agrícola. 2. evaluación del consumo de energía por unidad de agua distribuida. 3. Estrategias implementadas para minimizar el desperdicio de recursos durante el riego.
¿Cómo se puede garantizar la facilidad de uso del sistema?	1. Simplicidad de uso 2. Capacitación requerida 3. Documentación clara	1. Manuales y guías de usuario comprensibles y accesibles. 2. Disponibilidad de soporte técnico rápido y eficaz para resolver problemas. 3. Canales de comunicación abiertos y eficientes para gestionar consultas y problemas.
¿Cuáles son los costos y frecuencia de mantenimiento?	1. Uniformidad de aplicación 2. Pérdidas por evaporación 3. Pérdidas por infiltración	4. Medición de la uniformidad en la distribución del agua a lo largo de la zona de riego. 5. Evaluación de las pérdidas de agua debido a la evaporación durante el riego. 6. Medición de las pérdidas de agua debido a la infiltración en el suelo.
¿Cuán eficiente es el sistema en la distribución del agua?	1. Uniformidad de distribución 2. Minimización de pérdidas 3. Control de caudal	1. Nivel de uniformidad en la entrega de agua a lo largo de todas las áreas del cultivo. 2. Reducción de pérdidas de agua debido a fugas, evaporación o escurrimiento. 3. Precisión en el control del flujo de agua para satisfacer las necesidades de cada planta.
¿Cuánto tiempo se espera que dure el sistema?	1. Vida útil estimada 2. Resistencia a condiciones climáticas 3. Costo de reemplazo	1. Duración esperada del sistema antes de necesitar reemplazos mayores. 2. Capacidad del sistema para operar bajo diferentes condiciones ambientales. 3. Costos asociados con la renovación o reemplazo completo del sistema al final de su vida útil.
¿Cuál es el impacto ambiental del sistema?	1. Reducción de emisiones 2. Conservación de recursos 3. Cumplimiento de normativas	1. Cantidad estimada de reducción de emisiones contaminantes. 2. Impacto positivo en la conservación de recursos naturales. 3. Conformidad con regulaciones ambientales y de sostenibilidad.
¿Qué tan adaptable es el sistema a futuras necesidades?	1. Capacidad de expansión	1. Facilidad para expandir el sistema
	2. Flexibilidad del sistema 3. Costo de adaptación	para cubrir mayores áreas de cultivo. 2. Capacidad de adaptación a cambios futuros en las necesidades operativas. 3. Costos asociados con la modificación o actualización del sistema para la expansión
¿Cómo afecta la facilidad de operación al uso del sistema?	1. Simplicidad de uso 2. Capacitación requerida 3. Costo de operación diaria	1. Facilidad de aprendizaje y operación del sistema para los usuarios. 2. Nivel de formación necesaria para el personal que opera el sistema. 3. Costos operativos diarios, incluyendo mano de obra y recursos necesarios.

5.7 Diseño de Alternativas

En el desarrollo y proyección de las alternativas para el diseño del sistema de riego automatizado en invernaderos se toma en cuenta aspectos formales y funcionales que han sido destacados en la tabla de PDR (Parámetros determinantes y requerimientos) con el propósito de establecer la mejor alternativa del producto ofrecido cumpliendo con los requerimientos y necesidades específicas de los invernaderos y los cultivos en los mismos en el riego contribuyendo al manejo adecuado del agua, Ph y humedad del suelo.

Figura 3 Alternativas propuestas

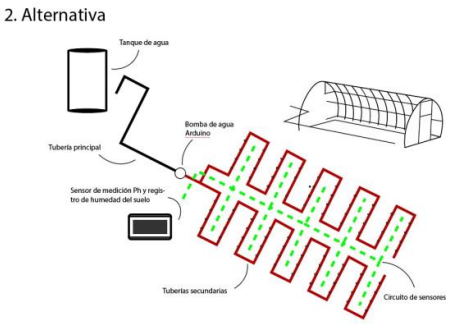




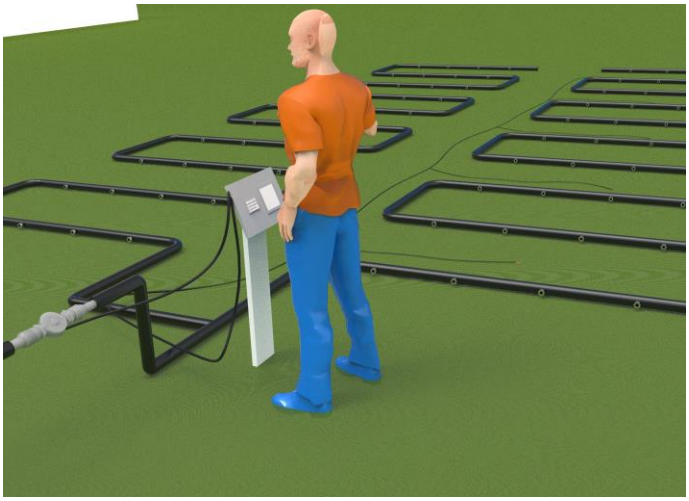
5.8 Alternativa Seleccionada

En la siguiente imagen se evidencia la alternativa final seleccionada

Figura 4. Alternativa elegida







5.9 Propuesta de Valor

En un mundo donde cada vez es más consciente de la importancia, la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de los recursos naturales, nuestro emprendimiento se presenta como una empresa pionera en la transformación digital del sector agrícola.

Consiste en la creación de una empresa especializada en el diseño, desarrollo, implementación y mantenimiento de sistemas automatizados de riego para el ahorro de agua en invernaderos. Esta propuesta de emprendimiento se basa en el potencial de la transformación digital en el sector agrícola donde se utilizará tecnología como sensores de humedad del suelo, el pH del agua y la temperatura para monitorear las condiciones ambientales en tiempo real, esto permite ajustar automáticamente el sistema de riego según las necesidades específicas de cada cultivo respecto al invernadero del agrícola, así mismo en la optimización de recursos, se busca reducir el consumo de agua para minimizar el uso de fertilizantes contribuyendo a la sostenibilidad y al cuidado del medio ambiente brindándole a los cultivos mayor eficiencia al proveer la cantidad de agua adecuada para su desarrollo y producción.

Ahora bien, las técnicas de riego requieren intervención manual mientras que con la tecnología automatizada de riego la intervención humana puede ser minimizada, como empresa el diseño personalizado, la instalación, la puesta en marcha y el soporte técnico continuo con lleva a garantizar la eficiencia de los sistemas de riego, de igual manera nuestra propuesta de emprendimiento no solo es una solución tecnológica, sino también un agente de cambio, al mejorar la gestión del agua en la agricultura, contribuimos al bienestar de las comunidades y al desarrollo económico local.

Se busca aprovechar las tecnologías avanzadas como la Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la automatización para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de la agricultura, además uno de nuestros intereses es ofrecer soluciones innovadoras y personalizadas que integren tecnología y prácticas agrícolas más sostenibles para este sector, esta empresa aspira convertirse en un referente en el sector y a contribuir al desarrollo de una agricultura inteligente y sostenible.

Así mismo nuestra empresa propende hacia la optimización del consumo de agua beneficiando tanto al medio ambiente como a los agricultores, para garantizar una mayor productividad al proporcionar el riego adecuado a los cultivos, lo que se traduce en cosechas más abundantes y de mejor calidad, es por ello por lo que nuestro emprendimiento tiene un enorme potencial de crecimiento en un mercado global en constante expansión.

5.10 Recursos Claves

Proporcionar recursos clave para el funcionamiento eficiente de los productos ofrecidos es esencial es por ello por lo que las fases de negocio y producción son muy importantes para que

una organización las siga. El objetivo o tarea es satisfacer eficazmente el mercado y ofrecer productos de calidad, los cuales se toman en cuenta en AgT empresa comprometida con el servicio de sistemas de riego automatizados para la agricultura en invernaderos

Anexo B: Tabla completa de recursos claves en el apartado de anexos

Tabla 2 recursos clave

Recursos Tangibles	Equipos y hardware	Sensores de humedad y temperatura Controladores y actuadores Sistemas de bombeo y válvulas Tuberías y accesorios de riego Panel de gestión
	Infraestructura	Invernaderos equipados con sistemas de riego automatizado Espacios para la instalación y pruebas del sistema
	Software y tecnología	Software de gestión y monitoreo de riego Plataformas de análisis de datos Conexión a internet para el monitoreo remoto

5.11 Segmento de Clientes

En la siguiente tabla se detallan los aspectos específicos que motivaron la segmentación de los clientes para el nicho de mercado objetivo. Estos clientes cumplen con características específicas que los convierten en potenciales compradores de la marca y de nuestros sistemas de riego automatizados.

Anexo B: Tabla completa de recursos claves en el apartado de anexos

Tabla 3 características del cliente

CARACTERÍSTICAS DE MI CLIENTE		
#	**Criterios**	**Descripción**
1	Ajuste demográfico	En la región de Pamplona, Norte de Santander, se encuentra una población diversa de personas entre las edades de 18 y 40 años. Tanto hombres como mujeres participan en actividades agrícolas, ganaderas, horticultoras y agronómicas. El nivel de ingresos en esta área tiende a ser medio a alto, lo que refleja la importancia de estas ocupaciones para la economía local

5.12 Canales de Venta y Distribución Digital

Nuestros artículos inteligentes de riego automatizado pueden ser adquiridos a través de canales online mediante un modelo de e-commerce respaldado por nuestra página web empresarial, que cuenta con una interfaz intuitiva para facilitar la compra directa de sistemas de

riego de alta tecnología. Además, ofrecemos servicios suscritos que proporcionan acceso continuo a mantenimiento, actualizaciones, monitoreo y asistencia técnica personalizada, disponibles mediante planes de suscripción mensual o anual. En la sección de suscripción, los usuarios pueden optar por servicios adicionales que mejoran su experiencia. El marketing y promoción se realiza a través de Facebook, Instagram y YouTube, donde compartimos testimonios de clientes y casos de éxito. La atención al cliente se gestiona mediante canales de soporte en redes sociales, garantizando una asistencia rápida y eficiente. Además, fomentamos la creación de comunidades de usuarios en redes sociales, donde los clientes pueden compartir experiencias, obtener consejos y recibir soporte tanto de otros usuarios como de expertos.



Figura 5. Página Web

Enlace para la visualización de la página web completa. **https://alexie995.hocoos.com** (hocoos.com, 2024)

5.14 Estrategia de Venta y Distribución Digital

La estrategia de venta digital de nuestra empresa se centra en un modelo de publicidad integral a través de diversas plataformas. En nuestra página web empresarial implementamos un Modelo e-commerce acompañado de varias estrategias clave: la Optimización de Motores de Búsqueda (SEO), que incluye la investigación de palabras clave como "sistema de riego automatizado", "riego eficiente en invernaderos" y "tecnología de riego sostenible". Creamos contenido de calidad mediante blogs, guías y tutoriales sobre agricultura sostenible, uso eficiente del agua y tecnología de riego, optimizando las páginas del sitio con palabras clave específicas, meta descripciones, títulos y contenido multimedia, además de obtener enlaces de alta autoridad en el sector agrícola. De igual manera, la Publicidad en Motores de Búsqueda (SEM) se enfoca en Google Ads con anuncios dirigidos a palabras clave para captar tráfico cualificado y en anuncios de Display en sitios web relevantes para aumentar la visibilidad. Ahora bien, mediante Marketing de Contenidos mantenemos un blog corporativo con artículos sobre riego automatizado, casos de éxito y prácticas agrícolas, y creamos videos tutoriales en YouTube sobre instalación y uso del sistema de riego, acompañados de testimonios de clientes satisfechos y oferta de e-books y guías descargables. Finalmente, en Redes Sociales como Facebook e Instagram, publicamos contenido regular incluyendo imágenes, videos de productos, eventos en vivo y promociones, utilizando Facebook Ads e Instagram Ads para ampliar nuestro alcance.

Anexo C: Contenido de estrategia de venta y distribución digital

Figura 6. Estrategia

Target	Pamplona, Norte de Santander y a nivel nacional. Son agricultores, ganaderos, horticultores y agrónomos. Sus patrones de consumo reflejan su estilo de vida agrícola, prefiriendo productos locales y de temporada, insumos agrícolas, medios especializados y productos para el hogar. Ya sean solteros o casados, tienen una pasión por la vida al aire libre, la agricultura y la vida rural. Sus hobbies incluyen jardinería, senderismo, participación en eventos agrícolas y cría de animales. Necesitan acceso a recursos como tierras fértiles, semillas de alta calidad, insumos agrícolas y tecnología adecuada para mejorar la productividad y eficiencia. Enfrentan desafíos como el cambio climático, la pérdida de tierras agrícolas y las plagas. Desean tecnología avanzada para mejorar la productividad, reducir costos y adaptarse a los desafíos cambiantes, y buscan sostenibilidad. Utilizan plataformas de redes			
Objetivos	Nuestro objetivo es aumentar la visibilidad y el reconocimiento de nuestros sistemas en el sector agrícola de Pamplona, sus alrededores y a nivel nacional generando leads cualificados interesados en nuestros sistemas de riego automatizado. Buscamos impulsar las ventas de estos sistemas mientras fomentamos la lealtad del cliente a través de un soporte excepcional y contenido educativo valioso. Además, nos proponemos mejorar la interacción y el compromiso del público objetivo en redes sociales, creando una comunidad activa y comprometida			
Canales a Utilizar	**Youtube**	**Facebook e Instagram**	**Pagina web y blog**	**Google Ads**
Estrategia	**Táctica**			
Crear contenido que muestre los beneficios y la tecnología detrás del sistema de riego automatizado	Producir videos tutoriales y demostrativos en YouTube que expliquen cómo funciona el sistema de riego y sus beneficios.	Compartir estudios de caso y testimonios de clientes para demostrar el impacto positivo del sistema.	la importancia del ahorro de agua y la eficiencia del riego automatizado.	anuncios dirigidos a palabras clave para captar tráfico cualificado y en anuncios de Display en sitios web relevantes para aumentar la visibilidad.

5.15 Identidad e Imagen del Emprendimiento

La identidad del aplicativo refleja el compromiso hacia promoción de prácticas sostenibles que contribuyan al cuidado del medio ambiente y brinden soluciones duraderas, pero sobre todo de calidad haciendo uso de la tecnología.

Anexo D: capitulo completo identidad e imagen del emprendimiento

Figura 7. logo de marca AgT



6.16 Pitch de mi emprendimiento

En un mundo cada vez más enfocado en la eficiencia y la sostenibilidad, la gestión del agua se ha convertido en un desafío crucial para agricultores y ambientalistas contribuir en el cuidado de los recursos naturales, es por ello por lo que los sistemas de riego automatizado se presentan como una solución innovadora y transformadora, que no solo es útil en el uso del agua, sino que también beneficia la productividad de los cultivos y reducir costos operativos. Dicho de este modo en este contexto, nuestra propuesta de sistemas de riego automatizado no solo busca ofrecer tecnología avanzada, sino también integrar inteligencia artificial y sensores precisos para proporcionar un control preciso y adaptativo del riego, adaptándose a las condiciones cambiantes del entorno en el que se instale y el tipo de suelo que posee cada invernadero.

Anexo E: Pitch de mi emprendimiento

6. CAPÍTULO VII

GESTIÓN DEL EMPRENDIMIENTO CON POTENCIAL EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

6.1 Socios Clave

En el ámbito empresarial actual, el establecimiento de alianzas estratégicas a nivel comercial configura un aspecto fundamental para el desarrollo productivo y comercial, puesto que de esta manera se asegura el trabajo multidisciplinar entre las diversas áreas que oferte servicios y productos de calidad que le permitan al cliente la satisfacción de sus necesidades y a las empresas ser competitivas en el aspecto productivo; es por ello que, la transformación digital representa una valiosa oportunidad para los emprendimientos con capacidad de crecimiento. En este contexto, la identificación y gestión de los socios clave se vuelve un factor crítico para el éxito. Los socios clave no solo aportan recursos y capacidades, sino que también proporcionan apoyo estratégico y operativo fundamental para la adaptación y escalabilidad en un entorno digital.

6.1.1 Alianza con empresa de asistencia y soporte técnico (mantenimiento).

Para AgT, establecer una alianza estratégica con una empresa de asistencia y soporte técnico es fundamental para respaldar su negocio de sistemas de riego automatizado. AgT busca un socio que pueda ofrecer un paquete integral de servicios, incluyendo soporte en ventas, atención al cliente, asesoramiento sobre sistemas y mantenimiento. Contar con este tipo de apoyo técnico y operativo permitirá a AgT ofrecer una experiencia fluida a sus clientes, cubriendo de manera eficiente sus consultas y solicitudes y asegurando el óptimo funcionamiento de sus productos. Además, la combinación de las habilidades de diseño e innovación de AgT con la experiencia de

su socio en servicio al cliente y mantenimiento proporcionará una ventaja competitiva significativa en el mercado de sistemas de riego inteligentes.

6.1.2 Alianza con empresa de dispositivos inteligentes tecnológicos.

Otra alianza comercial necesaria y muy relacionada con el ámbito de los componentes y dispositivos tecnológicos utilizados para el sistema de riego automatizado que ofrece AgT es la colaboración con una empresa líder en dispositivos inteligentes. Esta alianza permitirá a AgT integrar las últimas innovaciones en sensores, controladores y plataformas de gestión, así como en válvulas y tuberías, optimizando así la eficiencia y eficacia de sus sistemas de riego. Además, esta asociación estratégica contribuirá a la mejora continua de la oferta tecnológica de AgT, asegurando que sus soluciones se mantengan a la vanguardia del mercado y proporcionen a sus clientes las herramientas más avanzadas para una gestión sostenible y eficiente del agua.

6.2 Fuentes de ingreso

En AgT, nos especializamos en ofrecer sistemas de riego eficientes y sostenibles, lo que nos ha permitido diversificar nuestras fuentes de ingresos en tres categorías principales: ingresos operativos, servicios de suscripción y publicidad en plataformas digitales. Este enfoque integral no solo asegura la viabilidad económica de la empresa, sino que también nos permite mantener un crecimiento sostenible y rentable a largo tiempo.

La principal fuente de ingresos operativos de AgT proviene de la venta de productos y servicios para invernaderos. Este mercado en particular ha demostrado ser extremadamente lucrativo, ya que, cada vez más el manejo adecuado del agua para actividades agrícolas es considerad un aspecto importante, es por ello por lo que es esencial para nuestra estructura de

ingresos. La comercialización de estos sistemas innovadores no solo responde a una creciente demanda de soluciones para el manejo agronómico de los cultivos, sino que también nos posiciona como líderes en un sector en expansión. Al enfocarnos en esta actividad, aseguramos una base sólida de ingresos operativos que sustenta la mayor parte de nuestras operaciones.

De manera paralela, se generan ingresos no operativos a través de servicios de suscripción mensual o anual. Estos servicios ofrecen a nuestros clientes la tranquilidad de contar con asistencia y soporte telefónico continuo, lo que incluye reportes, solicitudes de actualización y mantenimiento periódico de los productos adquiridos. Este modelo de suscripción no solo crea un flujo de ingresos recurrentes, sino que también fortalece la lealtad del cliente al garantizar que nuestros productos funcionen de manera óptima a largo plazo.

Asimismo, nuestra estrategia de monetización digital constituye una fuente significativa de ingresos no operativos. A través de campañas publicitarias en Google ADS, Facebook ADS e Instagram ADS, logramos captar la atención de usuarios interesados en nuestras soluciones. La interacción y las visitas a nuestras páginas web y redes sociales (Facebook, Instagram y TikTok) generan ingresos adicionales, aprovechando la tendencia creciente de consumo de contenido digital. Nuestro contenido, orientado los agricultores que tienen invernaderos de hortalizas, que buscan brindarles a sus cultivos el adecuado manejo mediante el mejoramiento del sistema de riego, al mismo tiempo que se contribuye a una agricultura sostenible que aporta para el manejo adecuado del agua.

En resumen, la combinación de ingresos operativos robustos y diversas fuentes de ingresos no operativos permite a AgT ofrecer productos y servicios de alta calidad a nuestros clientes,

mientras sostenemos un crecimiento económico sostenible y rentable. Este enfoque integral no solo optimiza nuestras oportunidades de ingresos, sino que también asegura que podamos continuar innovando y liderando en el mercado de soluciones de riego y movilidad sostenible.

6.3 Estructura de costos

Para el análisis de la estructura de costos, se comienza con la clasificación y establecimiento de las distintas materias primas que se utiliza a lo largo del proceso de fabricación del sistema de riego automatizado. Esto permite identificar los diversos gastos directos e indirectos asociados a la producción del artículo. Primero, se establece el valor de los materiales en el mercado local colombiano y su relación con la cantidad de material empleado en la fabricación del producto, con el objetivo de cuantificar con precisión los costos y gastos correspondientes al producto final que se ofertara.

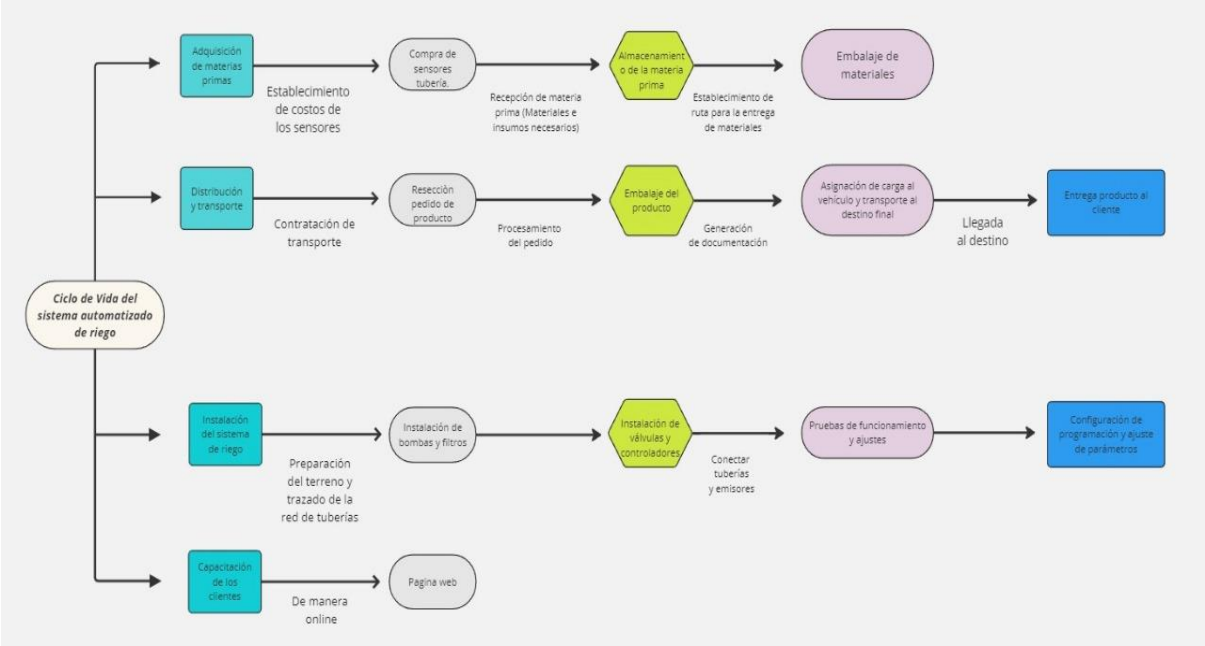
Figura 8. Establecimiento de costos

Estructura de costos y gastos mensuales		
Descripción	**Costos**	**Gastos**
Costos de directos		
Sensores de humedad y temperatura	$2,270,880	
Controladores y actuadores	$1,000,000	
Sistema de bombeo	$1,451,743	
Tuberias	$5,000,000	
Goteros	$3,000,000	
Instalacion y configuracion del sistema	$5,000,000	
Programación y calibración inicial	$16,000,000	
Licencias de software y actualizaciones	$8,000,000	
Costos indirectos de fabricación		
Diseño del sistema de riego		$40,000,000
Diseño de la intefaz del usuario		$20,000,000
Gastos de operación		
Embalaje		$1,000,000
Transporte y entrega de componentes		$1,500,000
Mantenimiento y reparaciones		$3,000,000
Gastos de personal		
Salarios		$8,000,000
Capacitación		$2,000,000
Gastos de base tecnologica		
Construccion de la aplicación movil		$15,000,000
Mantenimiento y soporte tecnico		$3,000,000
Gastos de ventas y marketing		
Gastos de publicidad		$5,000,000
Comision de venta		$2,000,000
Gastos de capital		
Herramientas y equipos de instalación		$10,000,000
Gastos financieros		
Intereses de préstamos y créditos		$8,000,000
Otros gastos financieros		$4,000,000
Total		
Total de costos y gastos mensuales		
	$41,722,623	$122,500,000
	$164,222,623	

6.4 Consideraciones ambientales

Al establecer el sistema de riego automatizado, se consideran varios aspectos ambientales para garantizar la sostenibilidad y eficiencia del sistema. En primer lugar, se evalúa el uso responsable del agua, implementando sensores de humedad del suelo para evitar el riego excesivo y minimizar el desperdicio. También se seleccionan tecnologías que reducen la evaporación, como el riego por goteo en lugar de aspersores.

Figura 9. Diagrama de flujo



6.5 Entorno digital

El sistema de riego automatizado para invernaderos cuenta en su estructura y diseño con parte de elementos, complementos tecnológicos y digitales que lo hacen significativamente competitivo respecto de muchos sistemas ofertados en el sector siendo esta una de las características particulares que hacen de dicho sistema ideal para invernaderos en los que se

requiere de un manejo fitosanitario adecuado de los cultivos en donde el manejo y disposición del agua es esencia en igual medida.

Es por ello por lo que en primera instancia la empresa AgT cuenta con un modelo e-comerce que esta evidenciado en su página web, la cual cuenta con un diseño personalizado de fácil distribución en casa uno de los servicios que se ofrecen con el propósito de que el cliente pueda manejar de manera fácil su interfaz obteniendo información específica acerca de los productos adquiridos, servicio técnico según las necesidades puntuales específicas.

Seguidamente, los productos más importantes de la empresa ofrecen personalización. La tecnología se convierte en un sistema de componentes electrónicos que reúne a los usuarios con las ventajas de facilidad de uso, comodidad, seguridad, monitoreo, información e interacción, brindando complementos tecnológicos especiales como sensores de humedad que de manera autónoma informan sobre la humedad del suelo y la necesidad del agua en el cultivo, generando de esta manera en tiempo real la activación segura del sistema de riego automatizado

CAPITULO VII RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos subrayan la importancia crucial del sistema de riego automatizado en la agricultura moderna. Mediante una meticulosa documentación de los requisitos de los agricultores, las condiciones ambientales y los componentes necesarios, se ha facilitado la implementación efectiva de esta tecnología. Se ha confirmado que el sistema automatizado no solo genera significativos ahorros de tiempo y dinero, sino que también satisface completamente las necesidades prácticas y operativas de los agricultores en invernaderos.

Contar con un espacio que ofrezca soporte de manera constante al cliente configura un aspecto crucial en el crecimiento de la empresa, ya que, es un gancho que le brinda un valor agregado al producto al ofrecerle al cliente la tranquilidad del apoyo profesional e interdisciplinar de expertos desde la página web del del producto la cual es interactiva y fácil de manejar.

De otro lado al considerar que, el sistema de riego automatizado precisa de la integración de la inteligencia artificial para el manejo de los tiempos adecuados de riego a partir de parámetros específicos como: temperatura, tipo de suelo y sus necesidades edafológicas de los cultivos en invernaderos, es por ello por lo que, se propone para el manejo de los sensores Arduino que integran dicho sistema de riego automatizado la integración de la inteligencia artificial (IA)En primer lugar, el riego automatizado de invernaderos y cultivos requiere la integración de la IA Duino Code, la cual es capaz de procesar esta información en tiempo real a través de los sensores Arduino integrados en el sistema, y ajustar los tiempos y volúmenes de riego de forma dinámica.

Ofreciendo al mismo tiempo gran flexibilidad y capacidad de personalización que puede adaptarse a las necesidades particulares de cada instalación, (invernadero) , optimizando así el uso

del agua y maximizando la eficiencia del sistema. Sus algoritmos de aprendizaje automático le permiten adaptarse continuamente a los cambios en las condiciones ambientales y de cultivo.

Además, Duino Code cuenta con funciones avanzadas de diagnóstico y solución de problemas. Puede detectar y corregir fallos en el sistema de riego, como fugas o mal funcionamiento de los componentes, lo que garantiza un funcionamiento continuo y confiable de este ofreciendo a los agricultores un servicio de calidad que les aporte en el manejo adecuado de sus cultivos.

CAPITULO VII RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos subrayan la importancia crucial del sistema de riego automatizado en la agricultura moderna. Mediante una meticulosa documentación de los requisitos de los agricultores, las condiciones ambientales y los componentes necesarios, se ha facilitado la implementación efectiva de esta tecnología. Se ha confirmado que el sistema automatizado no solo genera significativos ahorros de tiempo y dinero, sino que también satisface completamente las necesidades prácticas y operativas de los agricultores en invernaderos.

Contar con un espacio que ofrezca soporte de manera constante al cliente configura un aspecto crucial en el crecimiento de la empresa, ya que, es un gancho que le brinda un valor agregado al producto al ofrecerle al cliente la tranquilidad del apoyo profesional e interdisciplinar de expertos desde la página web del del producto la cual es interactiva y fácil de manejar.

Se determinaron los requerimientos clave para la implementación del sistema de riego automatizado, incluyendo aspectos técnicos, ambientales, de ahorro de recursos y de facilidad de uso para los agricultores, a partir de la recolección de información obtenida desde el instrumento diseñado (encuesta) el cual evidenciaba las características propias de los invernaderos y las necesidades que los agricultores buscaban solventas en sus cultivos.

El desarrollo e implementación del sistema de riego automatizado representa una solución innovadora y efectiva para abordar los desafíos de escasez y uso eficiente del agua en la agricultura, especialmente en entornos de invernadero.La automatización y optimización del riego, a través de la integración de sensores, controladores y sistemas programables, permite a los

agricultores ahorrar tiempo, recursos económicos y ambientales, mejorando la sostenibilidad de sus operaciones.

El diseño centrado en el usuario y la facilidad de uso del sistema de riego automatizado facilitan su adopción y aplicación en diversos contextos agrícolas, lo que contribuye a su escalabilidad y aceptación por parte de los agricultores.

Este proyecto demuestra el potencial de la tecnología para transformar y mejorar las prácticas agrícolas, en línea con los objetivos de desarrollo sostenible y la necesidad de fomentar soluciones innovadoras que aborden los desafíos del sector.

Los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas durante el desarrollo de este sistema de riego automatizado pueden servir como referencia y punto de partida para futuras iniciativas y proyectos enfocados en la optimización del uso del agua en la agricultura.

El diseño industrial desempeña un papel fundamental en la agricultura moderna, puesto que, de manera interdisciplinaria con la agronomía, puede brindar soluciones innovadoras que potencien la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad de las operaciones agrícolas ya que, puede ser utilizada en el diseño de diversos productos y servicios que parten de la innovación tecnológica para la mejora de las condiciones de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila-Cabrera, S., Sánchez-Cohen, I., Guajardo-Panes, R. A., Flores-Magdaleno, H., & Montero-Martínez, M. J. (2019). Evaluación de la eficiencia del riego por goteo automatizado en invernaderos. Tecnología y Ciencias del Agua, 10(2), 191-208. https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-02-08

Ortiz-Laurel, H., & Rössel, D. (2020). Technological innovations in irrigation systems for greenhouse horticulture. Horticulturae, 6(2), 22. https://doi.org/10.3390/horticulturae6020022

Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. (2024). Vol. 77 No. 2: Supplement. Universidad Nacional de Colombia. https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/issue/view/6186/2028

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Norte de Santander. (2021). Informe de la situación actual del sector agropecuario en Norte de Santander. https://www.nortesantander.gov.co/Secretar%C3%ADas/Agricultura-y-Desarrollo-Rural

Brown, P. (2019). Greenhouse Technology and Environmental Control. New York: Springer.

FAO. (2020). Policies for Sustainable Agriculture and Rural Development. Rome: FAO.

García, L., & López, M. (2021). Agricultural Water Management: Advanced Irrigation Systems. London: Academic Press.

Johnson, D. (2017). Water Use Efficiency in Agriculture: Challenges and Solutions. San Francisco: Wiley.

Miller, A. (2018). Automated Irrigation Systems for Modern Agriculture. Boston: Harvard University Press.

Rodríguez, J., & Pérez, S. (2022). Rural Development and Sustainable Practices in North of Santander. Bogotá: Universidad Nacional.

Smith, J., & Jones, R. (2020). Climate Change and Water Resources Management. Chicago: University of Chicago Press.

UN. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Programa de Modernización del Sector Agropecuario*. Recuperado de https://www.minagricultura.gov.co/

Gobernación de Norte de Santander. (2021). *Plan Departamental de Agua*. Recuperado de https://www.nortedesantander.gov.co/

Gobernación de Norte de Santander. (2022). *Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura*. Recuperado de https://www.nortedesantander.gov.co/

UN. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations.