

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



**Modelo ProLab: “Contrasequía: propuesta sostenible para captar
agua de lluvia y mejorar la calidad de vida de los agricultores de
Sicaya”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRA EN
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO POR
LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

QUE PRESENTA:

Elmina Violeta Villegas Ventura

Violeta Elena Guzmán Centeno

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO POR
LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

QUE PRESENTA:

Arturo Nicolas Gonzales Sánchez

Miguel Ángel Ayaque Cunyas

ASESOR

Sandro Alberto Sánchez Paredes

Surco, Setiembre 2025

Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Sandro Alberto Sánchez Paredes, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado “Modelo ProLab: “Contrasequía: propuesta sostenible para captar agua de lluvia y mejorar la calidad de vida de los agricultores de Sicaya”, de los autores:

Arturo Nicolas Gonzales Sánchez, DNI: 46375334


Elmina Violeta Villegas Ventura, DNI: 43237629

Miguel Ángel Ayaque Cunyas, DNI: 71388311

Violeta Elena Guzmán Centeno, DNI: 72323428, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 20%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 01/10/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 01 de octubre de 2025

Apellidos y nombres del asesor: Sánchez Paredes, Sandro Alberto	
DNI: 09542193	Firma
ORCID: 0000-0002-6155-8556	

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza. Gracias por guiarme a lo largo de este arduo camino, por brindarnos el discernimiento en los momentos de incertidumbre y por sostenernos en los días más difíciles. A Ti encomiendo este trabajo, esperando que pueda ser útil y que los conocimientos adquiridos sean una herramienta para el bien.

A nuestros amigos y familiares, quienes nos apoyaron de manera incondicional durante este proceso, convirtiéndose en nuestro motor y motivo para cumplir con nuestros objetivos y metas.

A los docentes de la maestría salón 47, quienes nos brindaron conocimientos, tiempo y su experiencia profesional, guiando nuestros pasos durante los años de la maestría.

A nuestro profesor Sandro Sánchez, por sus valiosos aportes en este curso de metodología de la Investigación Aplicada.

A los pobladores de Sicaya, que nos brindaron la confianza para ingresar a sus hogares y conocer sus historias, experiencias, necesidades y problemas, permitiendo a cada integrante del equipo convertirse en agente de cambio.

Dedicatorias

A mi querida familia que siempre me apoya de manera incondicional para concretar mis logros y me motivan día a día a ser mejor ser humano
Arturo Gonzales

A mi esposo Julio y mi mamá Zoraida, por su constante motivación para lograr mis metas personales y académicas y a mis amados Hijos Sebastián y Emily por ser mis pilares de emprendimiento.
Elmina Villegas

A mis padres Pepe y Nelly que siempre me dan motivación para seguir adelante y cumplir mis sueños, a mis hermanos José y Anderson por su optimismo constante durante este proceso.
Miguel Ayaque

A mi mamá Rosa por su amor, motivación y apoyo incondicional y a mis abuelos Crisanto e Irene por sus cuidados y siempre guiarme por el camino de nuestro Señor Jesús
Violeta Guzmán

Resumen Ejecutivo

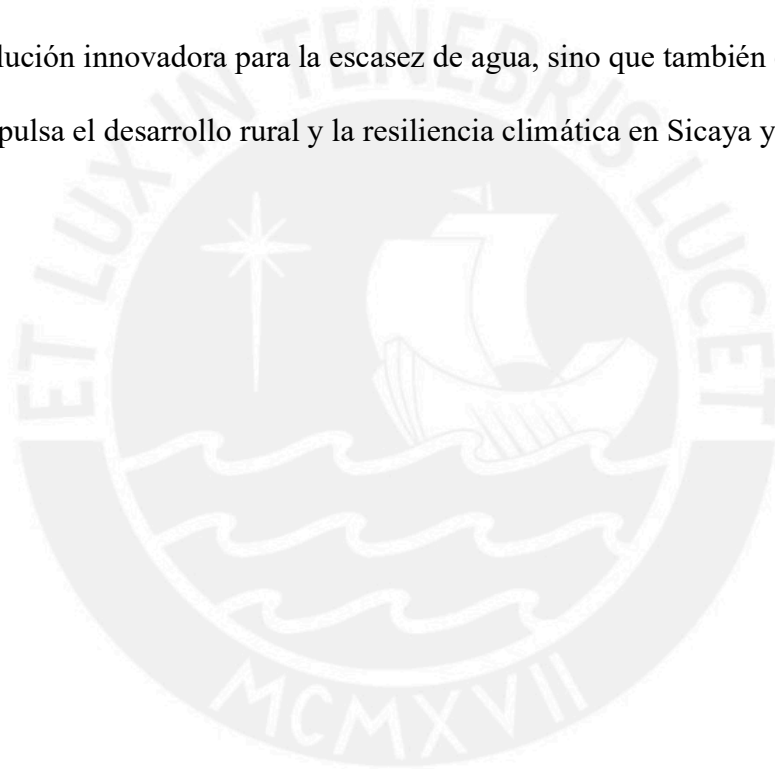
El Perú es un país donde la agricultura y la ganadería representan actividades económicas fundamentales. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la agricultura aporta entre el 8% y 10% del Producto Interno Bruto (PIB) y constituye la fuente principal de sustento para numerosas familias. Sin embargo, este sector enfrenta desafíos críticos como la falta de apoyo gubernamental, la escasa capacitación de los agricultores, los impactos del cambio climático y en particular, la falta de agua durante los meses de mayo a agosto, cuando no se registran precipitaciones. Esta situación es especialmente grave en Sicaya, provincia ubicada en el Valle del Mantaro, departamento de Junín, donde los agricultores enfrentan altos niveles de pobreza y desigualdad social. Según el Banco Mundial, el cambio climático podría reducir la productividad agrícola en la región andina hasta en un 30% para 2050 si no se implementan medidas de adaptación adecuadas.

La propuesta Contrasequía, ofrece una solución innovadora para los agricultores de Sicaya, basada en un sistema integrado que combina la captación de agua de lluvia, su almacenamiento en tanques Rotoplas, riego tecnificado por goteo y sensores de humedad del suelo. Este enfoque optimiza el uso del agua y garantiza el riego durante los meses de sequía, eliminando la dependencia del agua de río y permitiendo a los agricultores mantener la actividad agrícola durante todo el año. Estudios de la FAO indican que el riego por goteo tiene el potencial de disminuir el uso de agua en un 30-60% y aumentar los rendimientos de los cultivos hasta en un 50%. Asimismo, los sensores de humedad mejoran la eficiencia hídrica al ajustar el riego según las necesidades del suelo y las plantas.

La implementación de Contrasequía, no solo asegura la continuidad de la producción agrícola, sino que también mejora la calidad de los productos, aumenta las ganancias de los agricultores y mejora la calidad de vida de sus familias. El modelo de negocio proyecta un

retorno del 119% sobre la inversión inicial, generando S/. 17,414.89 por cada equipo instalado, lo que garantiza su viabilidad económica y su capacidad de generar impacto sostenible.

Este proyecto contribuye directamente a reducir la brecha de pobreza en Sicaya, promoviendo el desarrollo económico y mejorando las condiciones de vida de los agricultores. Según el Ministerio de Agricultura y Riego de Perú (MIDAGRI), la adopción de tecnologías de riego tecnificado puede incrementar la productividad agrícola en un 40%, beneficiando a comunidades rurales y reduciendo la desigualdad en zonas vulnerables. Contrasequía, no solo representa una solución innovadora para la escasez de agua, sino que también es un modelo sostenible que impulsa el desarrollo rural y la resiliencia climática en Sicaya y otras regiones similares.



Abstract

Peru is a country where agriculture and livestock farming represent fundamental economic activities. According to the National Institute of Statistics and Informatics (INEI), agriculture contributes between 8% and 10% of the Gross Domestic Product (GDP) and constitutes the main source of livelihood for numerous families. However, this sector faces critical challenges such as lack of government support, poor training of farmers, the impacts of climate change and, in particular, the lack of water during the months of May to August, when there is no rainfall. This situation is especially serious in Sicaya, a province located in the Mantaro Valley, Junín department, where farmers face high levels of poverty and social inequality. According to the World Bank, climate change could reduce agricultural productivity in the Andean region by up to 30% by 2050 if adequate adaptation measures are not implemented. The Contrasequía proposal offers an innovative solution for Sicaya farmers, based on an integrated system that combines rainwater harvesting, its storage in Rotoplas tanks, drip irrigation and soil moisture sensors. This approach optimizes water use and guarantees irrigation during dry months, eliminating dependence on river water and allowing farmers to maintain agricultural activity throughout the year. FAO studies indicate that drip irrigation has the potential to reduce water use by 30-60% and increase crop yields by up to 50%. In addition, moisture sensors improve water efficiency by adjusting irrigation according to the needs of the soil and plants.

The implementation of Contrasequía not only ensures the continuity of agricultural production, but also improves the quality of products, increases farmers' profits and improves the quality of life of their families. The business model projects a return of 119% on the initial investment, generating S/. 17,414.89 for each installed equipment, which guarantees its economic viability and its capacity to generate sustainable impact.

This project directly contributes to reducing the poverty gap in Sicaya, promoting economic development and improving the living conditions of farmers. According to the Ministry of Agriculture and Irrigation of Peru (MIDAGRI), the adoption of technical irrigation technologies can increase agricultural productivity by 40%, benefiting rural communities and reducing inequality in vulnerable areas. Contrasequía not only represents an innovative solution to water scarcity, but is also a sustainable model that drives rural development and climate resilience in Sicaya and other similar regions.



Tabla de Contenidos

Lista de Tablas	xii
Lista de Figuras.....	xiv
Capítulo I. Definición del Problema.....	1
1.1 Contexto del Problema a Resolver.....	1
1.2 Presentación del Problema a Resolver.....	3
1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver	5
Capítulo II. Análisis del Mercado.....	8
2.1 Descripción del Mercado o Industria.....	8
2.2 Análisis Competitivo Detallado.....	10
2.2.1 Análisis Competitivo Detallado de Porter.....	12
Capítulo III. Investigación del Usuario.....	18
3.1 Perfil del Usuario	19
3.2 Mapa de Experiencia de Usuario	21
3.2.1. Entrevistas a Profundidad (¿Para qué?).....	24
3.2.2. Grupos Focales (¿Para qué?)	25
3.3 Identificación de la Necesidad.....	28
3.3.1 Evaluación de los momentos negativos del poblador de Sicaya.....	28
3.3.3 Impacto en la salud familiar	28
3.4 Perfil del Cliente	29
Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio.....	31
4.1 Concepción del Producto o Servicio.....	31
4.2 Desarrollo de la Narrativa.....	32
4.3 Patentes y Tecnologías Existentes	38
4.3.1 Tanques de Almacenamiento de Agua.....	39

4.3.2 Sistemas de Riego por Goteo	39
4.3.3 Sensores de Humedad.....	39
4.4 Carácter Innovador del Producto o Servicio.....	40
4.5 Comparación de Características, Ventajas y Desventajas	42
4.6 Propuesta de Valor.....	44
4.7 Producto Mínimo Viable (PMV)	46
Capítulo V. Modelo de Negocio	52
5.1 Lienzo del Modelo de Negocio.....	52
5.2 Viabilidad del Modelo de Negocio	58
5.3 Escalabilidad / Exponencialidad del Modelo de Negocio	60
5.4 Sostenibilidad del Modelo de Negocio	65
Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable.....	67
6.1 Validación de la Deseabilidad de la Solución.....	67
6.1.1 Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución	68
6.1.2 Experimentos Empleados para Validar la Deseabilidad de la Solución.....	69
6.2 Validación de la Factibilidad de la Solución	71
6.2.1 Plan de Mercadeo	72
6.2.2 Plan de Operaciones	77
6.2.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis.....	80
6.3 Validación de la Viabilidad de la Solución.....	83
6.3.1 Presupuesto de Inversión.....	83
6.3.2 Análisis Financiero	87
6.3.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis.....	92
Capítulo VII. Solución Sostenible.....	97
7.1 Relevancia Social de la Solución.....	97

7.2 Rentabilidad Social de la Solución	99
Capítulo VIII. Decisión e Implementación	105
8.1 Plan de Implementación.....	105
8.2 Conclusión	107
8.3 Recomendación.....	110
Referencias.....	113
Apéndice.....	118
Apéndice A. Prototipo 1 de la solución al problema.	118
Apéndice B. Sistema autónomo para humedad.	118
Apéndice C. Panel solar para dar energía a la batería.....	119
Apéndice D. Configuración de Arduino para la humedad.....	119
Apéndice E. Riego tecnificado por goteo.	120
Apéndice F. Total de encuestados por genero	120
Apéndice G. Total de encuestados por nivel educativo.....	121
Apéndice H. Tarjeta de prueba de hipótesis.	121

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Principales Competidores</i>	12
Tabla 2 <i>Resumen de las Cinco Fuerzas Competitivas de Porter</i>	16
Tabla 3 <i>Descripción de Contrasequía</i>	32
Tabla 4 <i>Ventajas y Desventajas</i>	43
Tabla 5 <i>Resumen de Resultado de la Interacción del Campesino y Prototipo</i>	70
Tabla 6 <i>Evaluación de los Resultados bajo los Criterios Establecidos</i>	71
Tabla 7 <i>Presupuesto de la Mezcla de Marketing (2025-2029), en Soles</i>	76
Tabla 8 <i>Simulación de Montecarlo para el Plan de Marketing</i>	81
Tabla 9 <i>Escenarios de Demanda para Validar el Plan de Operaciones</i>	82
Tabla 10 <i>Inversión en Infraestructura y Local</i>	84
Tabla 11 <i>Inversión en Equipamiento</i>	84
Tabla 12 <i>Inversión en Licencias y Permisos</i>	85
Tabla 13 <i>Inversión en Capital Inicial</i>	85
Tabla 14 <i>Inversión en Publicidad y Marketing Digital</i>	86
Tabla 15 <i>Inversión Total</i>	86
Tabla 16 <i>Proyección de Ventas Anuales (2025-2029), en Soles</i>	88
Tabla 17 <i>Flujo de Caja Anual (2025-2029), en Soles</i>	89
Tabla 18 <i>Cálculo del WACC</i>	90
Tabla 19 <i>Estado Anual del Flujo de Caja Libre (2025-2029), en Soles, Escenario Moderado</i>	92
Tabla 20 <i>Simulación de Monte Carlo para el Valor Actual Neto (VAN)</i>	93
Tabla 21 <i>Estimación del Flujo de Caja en Miles de S/ en un Escenario Pesimista</i>	94
Tabla 22 <i>Estimación del Flujo de Caja en Miles de S/ bajo un Escenario Optimista</i>	95
Tabla 23 <i>Resultados de la Validación de las Hipótesis de Negocio</i>	96

Tabla 24 <i>Cálculo del Flujo de Beneficios y Costos Sociales del Proyecto, en Soles</i>	100
Tabla 25 <i>Cálculo del Flujo de los Costos Sociales del Proyecto, en Soles</i>	100
Tabla 26 <i>VAN Social</i>	102



Lista de Figuras

Figura 1 <i>Riego con Agua Contaminada</i>	5
Figura 2 <i>Lienzo Meta Usuario – Productor de NF</i>	23
Figura 3 <i>Mapa de Experiencia del Productor de NFU</i>	27
Figura 4 <i>Pensamiento Visual</i>	33
Figura 5 <i>Lienzo de dos Dimensiones</i>	34
Figura 6 <i>Lienzo 6X6</i>	35
Figura 7 <i>Lienzo de la Propuesta de Valor del Negocio</i>	45
Figura 8 <i>Parte Principal del Producto Mínimo Viable</i>	46
Figura 9 <i>Componente de Riego por Goteo del Producto Mínimo Viable</i>	47
Figura 10 <i>Medidor de Consumo de Agua del Producto Mínimo Viable</i>	48
Figura 11 <i>Sensores de Humedad del Suelo del PMV</i>	48
Figura 12 <i>Lienzo del Modelo de Negocio</i>	57
Figura 13 <i>Diagrama de Gantt</i>	107

Capítulo I. Definición del Problema

En el primer capítulo se presenta el análisis de la problemática que enfrentan los agricultores del distrito de Sicaya, ubicado en el Valle del Mantaro, provincia de Huancayo, departamento de Junín. Este contexto se caracteriza por condiciones climáticas adversas, en las que los periodos de sequía impactan de manera significativa la actividad agrícola, principal sustento económico de la población. La identificación de estos factores permite contextualizar la necesidad urgente de implementar soluciones sostenibles en la gestión del recurso hídrico.

La escasez de agua durante las épocas secas limita el acceso a recursos hídricos necesarios para el riego, afectando la productividad de los sembríos y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y el bienestar de las familias de la zona. Además, esta problemática se ve agravada por factores como el cambio climático, la falta de infraestructura hídrica adecuada y la dependencia de sistemas de riego tradicionales que no logran satisfacer la demanda en los periodos más críticos. Estos elementos combinados generan una situación de vulnerabilidad que requiere atención urgente desde un enfoque técnico y social.

1.1 Contexto del Problema a Resolver

A nivel global, el acceso al agua se ha convertido en una preocupación creciente. Actualmente, más de 2.400 millones de personas viven en regiones con estrés hídrico severo, lo que compromete no solo la producción de alimentos, sino también el desarrollo económico y social de diversas comunidades (FAO, 2022). Según la Comisión Mundial sobre la Economía del Agua (2023), las pérdidas económicas derivadas de la reducción de los recursos hídricos podrían alcanzar los 8 billones de dólares en los próximos 25 años, impactando tanto a países desarrollados como a economías en vías de desarrollo.

En América Latina, a pesar de contar con aproximadamente el 30% de los recursos de agua dulce del mundo, la gestión ineficiente y la distribución desigual generan serios

problemas. Se estima que cerca de 150 millones de personas viven en zonas con escasez de agua, mientras que más de 400 millones carecen de acceso a servicios de saneamiento seguro (Banco Mundial, 2023). El cambio climático ha intensificado estas dificultades, provocando sequías prolongadas y alteraciones en los patrones de distribución del agua, lo que afecta tanto a poblaciones urbanas como rurales. Países como México, Chile y Bolivia enfrentan crisis hídricas recurrentes que impactan directamente la producción agrícola y la calidad de vida de sus habitantes (Comisión Mundial sobre la Economía del Agua, 2023).

En el caso de Perú, la distribución de los recursos hídricos es altamente desigual. A pesar de la abundancia de fuentes hídricas en la Amazonía, las regiones costeras y andinas presentan acceso limitado, lo que afecta directamente a la agricultura y al abastecimiento de agua potable (Banco Mundial, 2023). En 2023, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) reportó que el país sufrió una de las sequías más severas de los últimos años, con niveles críticos de agua en el Amazonas y el lago Titicaca, lo que generó una fuerte reducción en la producción agrícola y ejerció una presión adicional sobre los recursos hídricos disponibles (OMM, 2023).

El acceso al agua es un desafío crítico en muchas regiones andinas de Perú, y el distrito de Sicaya, ubicado en el Valle del Mantaro, representa un caso emblemático de esta problemática. La agricultura, actividad económica predominante en la zona, depende en gran medida de la disponibilidad hídrica. Sin embargo, la ausencia de infraestructura adecuada para la captación y almacenamiento de agua de lluvia, combinada con la recurrencia de sequías, ha reducido significativamente la productividad agrícola, poniendo en riesgo tanto la seguridad alimentaria como la estabilidad económica de las familias locales (FAO, 2022; Banco Mundial, 2023). Adicionalmente, el uso de sistemas de riego tradicionales limita la capacidad de adaptación de los agricultores frente a los efectos del cambio climático (Comisión Mundial sobre la Economía del Agua, 2023).

Dado este contexto, resulta imperativo analizar estrategias de gestión hídrica que permitan mitigar los efectos de la escasez de agua en regiones vulnerables como Sicaya. Estas estrategias deben considerar soluciones sostenibles, accesibles y adaptadas a las condiciones climáticas y sociales del entorno. Solo así se podrá garantizar la disponibilidad del recurso hídrico para mantener la producción agrícola y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

1.2 Presentación del Problema a Resolver

El distrito de Sicaya, en el Valle del Mantaro, enfrenta una creciente crisis hídrica que impacta su principal actividad económica: la agricultura. La escasez de agua en la región se ha intensificado debido a factores climáticos, tecnológicos y sociales, dificultando la gestión eficiente de los recursos hídricos disponibles. Esta situación no solo compromete la producción agrícola, sino que también agrava la pobreza rural, afectando directamente la seguridad alimentaria y el bienestar de la población.

Uno de los principales problemas es la recurrencia de sequías, agravadas por el cambio climático, que han reducido la disponibilidad de agua para riego agrícola. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en 2023 Perú experimentó una de las sequías más severas de su historia, afectando no solo grandes cuencas como el Amazonas, sino también zonas agrícolas clave como el Valle del Mantaro (OMM, 2023). La falta de agua ha generado pérdidas económicas significativas para los agricultores de Sicaya, disminuyendo su productividad y afectando su estabilidad financiera.

Además, los sistemas de riego convencionales en la zona dependen exclusivamente de fuentes superficiales y subterráneas, lo que resulta insuficiente para afrontar la escasez de agua en los meses de sequía. La ausencia de infraestructura para la captación y almacenamiento de agua de lluvia agrava la vulnerabilidad de la comunidad agrícola y limita

su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas mundiales cambiantes (Banco Mundial, 2023). Esta situación refleja una necesidad urgente de innovación tecnológica en la gestión del recurso hídrico, priorizando soluciones sostenibles y replicables en contextos similares.

La crisis hídrica también tiene un impacto social significativo. De acuerdo con la FAO (2022), la falta de acceso a agua en zonas rurales como Sicaya deteriora la calidad de vida de las familias agrícolas, incrementa los niveles de pobreza y reduce las oportunidades de desarrollo económico. La disminución de ingresos empuja a muchos agricultores a migrar hacia zonas urbanas, dejando tierras sin cultivar y comprometiendo la seguridad alimentaria local.

En la temporada de lluvias (septiembre a abril), los agricultores pueden utilizar sus tierras al 100%, pero en los meses de sequía (mayo a agosto) se ven obligados a suspender la producción o recurrir a fuentes de agua contaminadas. El uso de aguas residuales sin tratamiento, provenientes de desagües urbanos y actividades industriales, genera un riesgo sanitario significativo. El Banco Mundial (2023) advierte que el riego con aguas contaminadas introduce bacterias como *Escherichia coli* y *Salmonella*, virus como el rotavirus y parásitos como *Giardia* y *Cryptosporidium*, que pueden transmitirse a los consumidores a través de cultivos frescos. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) señala que la presencia de metales pesados y pesticidas en estas aguas puede generar problemas de salud a largo plazo y afectar la biodiversidad del suelo.

Ante este escenario, es fundamental implementar soluciones sostenibles que mejoren la gestión del agua en Sicaya. La falta de infraestructura hídrica, sumada a la contaminación de fuentes de riego y la creciente presión sobre los recursos hídricos, representa un desafío urgente que pone en riesgo la viabilidad de la agricultura, la salud pública y la estabilidad económica de la población local.

Figura 1

Riego con Agua Contaminada



1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2017, el 28% de la Población Económicamente Activa (PEA) en Perú trabaja en actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, lo que representa más de 3.5 millones de personas, principalmente en zonas rurales y andinas (INEI, 2017). Este sector contribuye con el 5.4% del Producto Bruto Interno (PBI), siendo fundamental para la estabilidad económica del país (BCRP, 2023).

En Sicaya, la agricultura es la principal fuente de empleo e ingresos, destacando cultivos como papa, maíz y hortalizas. Sin embargo, la escasez de agua en la temporada seca (mayo a agosto) ha reducido la productividad hasta en un 30%, afectando directamente la economía de los agricultores y la seguridad alimentaria de la comunidad (MIDAGRI, 2023). A nivel global, la agricultura consume el 70% del agua disponible, pero en Perú solo el 30%

del recurso se distribuye de manera eficiente, lo que genera un déficit en el acceso a riego y aumenta la vulnerabilidad de los cultivos frente a la variabilidad climática (ANA, 2023).

Además del problema de disponibilidad, el uso de agua contaminada en la irrigación representa un grave riesgo sanitario y ambiental. La falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales ha llevado a que muchos agricultores recurran a fuentes hídricas contaminadas, lo que introduce bacterias, virus y metales pesados en los cultivos. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) advierte que el consumo de productos regados con aguas contaminadas puede provocar enfermedades gastrointestinales, intoxicaciones y bioacumulación de metales en la población. En el Perú, la contaminación de fuentes de agua es un problema recurrente, como lo evidencia el caso de Cajamarca, donde la minera Yanacocha vertió 40 millones de metros cúbicos de agua residual al ambiente, afectando la calidad del agua para riego y consumo humano (Banco Mundial, 2023).

El acceso limitado a agua de calidad no solo impacta la producción agrícola, sino que también amplifica los niveles de pobreza en comunidades rurales. Según el Banco Mundial (2023), el 80% de las personas en situación de pobreza en el mundo depende de la agricultura como fuente de sustento. La modernización de los sistemas de riego y la implementación de estrategias para la conservación del agua pueden mejorar significativamente la productividad agrícola, generar empleo y reducir la migración de las zonas rurales a las ciudades. Además, fortalecer la gestión del recurso hídrico contribuiría a disminuir la dependencia de actividades extractivas no renovables y promover un desarrollo económico más sostenible (Banco Mundial, 2023).

En este contexto, garantizar el acceso a agua segura y mejorar su gestión en Sicaya es una necesidad urgente. Implementar soluciones sostenibles permitirá no solo fortalecer la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de los agricultores, sino también mitigar los impactos del cambio climático y proteger la salud de la población.

1.4 Resumen del Capítulo

El primer capítulo expone la problemática de escasez de agua en Sicaya, un distrito agrícola del Valle del Mantaro, cuya economía depende del acceso al recurso hídrico. La falta de infraestructura para captar y almacenar agua de lluvia, sumada a las sequías recurrentes y al uso de sistemas de riego ineficientes, ha reducido significativamente la productividad agrícola, afectando los ingresos de los agricultores y la seguridad alimentaria de la comunidad. A nivel global, la crisis del agua impacta a millones de personas y, en Perú, la distribución desigual del recurso agrava la situación en las zonas andinas, donde la agricultura es la principal fuente de empleo e ingresos.

El análisis de esta problemática revela que la falta de agua en Sicaya no solo limita la producción agrícola, sino que también intensifica la pobreza y la migración rural. Es fundamental desarrollar soluciones sostenibles que permitan mejorar la gestión del agua, optimizando su uso y reduciendo la dependencia de fuentes contaminadas. La captación y almacenamiento de agua de lluvia, junto con la implementación de tecnologías de riego eficiente, se presentan como alternativas viables para garantizar la estabilidad económica de los agricultores y fortalecer la resiliencia de la comunidad ante los efectos del cambio climático.

Capítulo II. Análisis del Mercado

En este capítulo se analiza el mercado relacionado con la problemática de la gestión y disponibilidad de agua para la agricultura en el distrito de Sicaya y sus alrededores. Se busca entender las características, necesidades y comportamientos de los actores clave, incluyendo agricultores, consumidores finales, proveedores de tecnología y entidades gubernamentales.

Este capítulo también proporcionará una evaluación del impacto de factores económicos, sociales y tecnológicos en el mercado, así como la relevancia de los marcos regulatorios y políticas públicas. La información recopilada servirá como base para diseñar estrategias que respondan de manera efectiva a las necesidades del mercado y contribuyan al desarrollo sostenible de la comunidad agrícola de Sicaya.

2.1 Descripción del Mercado o Industria

El mercado agrícola en el Perú, y particularmente en regiones como Junín, está profundamente influenciado por factores climáticos, tecnológicos y económicos. Este sector es esencial para la economía nacional, aportando aproximadamente el 5.4% del Producto Bruto Interno (PBI) del país y empleando a más del 28% de la Población Económicamente Activa (PEA), según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017). Dentro de este contexto, el acceso al agua para riego se posiciona como un factor crítico para la sostenibilidad y crecimiento del sector.

El sector agrícola en Perú está compuesto mayoritariamente por pequeños productores, quienes representan el 97% de las unidades agropecuarias del país. Estas pequeñas explotaciones son responsables de producir alrededor del 70% de los alimentos consumidos en el mercado interno (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2022). Sin embargo, el acceso limitado a tecnologías modernas, como sistemas de riego tecnificado, y la dependencia de métodos tradicionales de irrigación generan una ineficiencia en el uso del agua, lo que afecta directamente la productividad agrícola.

En la región de Junín, donde se encuentra Sicaya, los principales cultivos son papa, maíz, trigo y hortalizas, que dependen en gran medida del suministro constante de agua para mantener su rendimiento. Según MIDAGRI (2023), la región aporta el 20% de la producción nacional de papa y un 12% de la producción de maíz, lo que subraya la importancia de un acceso confiable y sostenible al agua en esta zona.

El 80% del agua disponible en Perú se utiliza en el sector agrícola, pero su distribución y uso no son eficientes. Solo el 30% del recurso hídrico es distribuido correctamente, mientras que el resto se pierde debido a sistemas de riego obsoletos y falta de infraestructura adecuada (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2023). Esto afecta gravemente la capacidad de los agricultores para satisfacer la demanda del mercado, especialmente durante las temporadas de sequía, que en regiones andinas como Sicaya son cada vez más frecuentes y prolongadas debido al cambio climático (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2023).

La demanda de productos agrícolas en el Perú está impulsada principalmente por el consumo interno, con un crecimiento constante en los últimos años. Sin embargo, el acceso limitado al agua y los problemas de contaminación hídrica limitan la capacidad de los agricultores para satisfacer esta demanda. Según la FAO (2022), las pérdidas agrícolas globales atribuibles a problemas de agua, como plagas y enfermedades relacionadas con el riego inadecuado, pueden alcanzar hasta el 40% de la producción. En el caso de Sicaya, estas condiciones han reducido los rendimientos de cultivos básicos como la papa y el maíz en hasta un 30% (MIDAGRI, 2023).

La creciente preocupación por la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental ha generado interés en soluciones que optimicen el uso del agua en la agricultura. Según el Banco Mundial (2023), los sistemas de riego tecnificado podrían incrementar la eficiencia hídrica en un 50% y reducir las pérdidas por evaporación y filtración. En regiones como

Sicaya, estas tecnologías representan una oportunidad clave para mejorar la productividad agrícola y responder a las demandas del mercado.

2.2 Análisis Competitivo Detallado

El análisis competitivo en el mercado agrícola de Sicaya, Junín, se llevará a cabo mediante una evaluación comparativa de los principales actores que ofrecen soluciones en gestión del agua y servicios agrícolas. Para ello, se identificará y categorizará a los competidores en tres grupos principales: empresas privadas, proyectos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (ONG). El análisis se enfocará en sus estrategias, ventajas, limitaciones y oportunidades de diferenciación, considerando factores como accesibilidad económica, innovación tecnológica y enfoque comunitario. En este segmento, los competidores pueden clasificarse en tres categorías principales: empresas tecnológicas de riego, proyectos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (ONG) que trabajan en desarrollo rural.

- **Empresas Privadas:** Actores como AgroTech Perú y Riego Moderno S.A.C. dominan el mercado en soluciones tecnológicas avanzadas, como sistemas de riego tecnificado y sensores para monitoreo hídrico. Estas empresas ofrecen productos de alta calidad, pero su principal limitación es el alto costo inicial, lo que dificulta su accesibilidad para pequeños agricultores.
- **Proyectos Gubernamentales:** Iniciativas como Sierra Azul y PRONAMACHCS han contribuido a la infraestructura hídrica básica, como reservorios y canales de riego. Sin embargo, sus procesos administrativos suelen ser lentos, y la falta de incorporación de tecnologías modernas limita su impacto a largo plazo. Es necesario complementar estas iniciativas con proyectos innovadores a nivel local, que integren participación comunitaria y tecnologías sostenibles adaptadas al territorio.

- Organizaciones No Gubernamentales (ONG): WaterAid Perú se enfoca en soluciones accesibles y sostenibles, como sistemas de captación de agua de lluvia, y capacita a las comunidades locales para su gestión. Aunque tienen una fuerte conexión con las comunidades, sus recursos son limitados y dependen de financiamiento externo.

Oportunidades para Diferenciación

El análisis del entorno competitivo en la gestión del agua para la agricultura en Sicaya revela diversas oportunidades para diferenciar una propuesta de solución. A partir del estudio de los actores existentes en el mercado, se identifican tres áreas clave en las cuales es posible generar ventajas competitivas: accesibilidad económica, innovación tecnológica y enfoque comunitario.

- Accesibilidad económica: Actualmente, la mayoría de las soluciones tecnológicas en riego presentan costos elevados, lo que dificulta su adopción por parte de pequeños agricultores. Existe una oportunidad para desarrollar una alternativa que combine tecnología eficiente con modelos de financiamiento accesibles, permitiendo a los productores rurales implementar mejoras sin comprometer su estabilidad financiera.
- Innovación tecnológica: La incorporación de sensores IoT y plataformas digitales de monitoreo hídrico puede optimizar el uso del agua en la agricultura, proporcionando datos en tiempo real y facilitando la toma de decisiones. Esta estrategia permitiría superar las limitaciones de los proyectos gubernamentales y ONG, los cuales suelen depender de métodos tradicionales de gestión del recurso hídrico.
- Enfoque comunitario: La experiencia de las ONG y programas gubernamentales ha demostrado que el éxito de una iniciativa hídrica en zonas rurales depende en gran medida de la participación activa de las comunidades. Una solución que combine tecnología moderna con capacitación y gestión comunitaria puede generar un impacto

sostenible, promoviendo el uso eficiente del agua y fortaleciendo la resiliencia de los agricultores frente a la escasez hídrica.

A partir de estas oportunidades, en la Tabla 1 se presentará un análisis detallado de los principales competidores, identificando sus características y diferenciadores clave en el mercado.

Tabla 1

Principales Competidores

Competidor	Sector	Productos/Servicios	Ámbito	Fortalezas	Debilidades
AgroTech Perú	Privado	Sistemas de riego tecnificado, sensores hídricos	Nacional	Tecnología avanzada, experiencia técnica	Altos costos iniciales
Programa Sierra Azul	Gubernamental	Construcción de reservorios, mantenimiento de canales	Regional (Sierra)	Financiamiento público, alcance en comunidades rurales	Procesos administrativos lentos
WaterAid Perú	ONG	Capacitación en manejo del agua, sistemas de captación de agua de lluvia	Local (Junín)	Enfoque comunitario, bajos costos de implementación	Recursos limitados, dependencia de donaciones
Riego Moderno S.A.C.	Privado	Bombas hidráulicas, sistemas de irrigación por goteo	Nacional	Soluciones escalables, soporte técnico postventa	Menor presencia en zonas rurales
PRONAMACHCS (MIDAGRI)	Gubernamental	Asistencia técnica en conservación de suelos y agua	Regional	Experiencia en proyectos rurales sostenibles	Baja adopción de tecnologías innovadoras

2.2.1 Análisis Competitivo Detallado de Porter

El análisis de las Cinco Fuerzas de Porter se ha desarrollado a partir de la recopilación de información de diversas fuentes, incluyendo informes del Banco Mundial (2023), FAO (2022), la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2023) y el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2023). También se han considerado estudios académicos y reportes técnicos sobre la gestión del agua en zonas rurales y la competitividad del sector agrícola en el Perú. Este análisis proporciona una visión integral de los factores que influyen en la

dinámica del mercado agrícola en Sicaya, centrándose en la gestión del agua para la agricultura y en la identificación de oportunidades estratégicas.

Según Porter (2008), el análisis competitivo basado en cinco fuerzas permite evaluar la intensidad de la competencia en un mercado y determinar estrategias que fortalezcan la posición de una empresa o solución frente a los actores existentes. En este contexto, se han identificado los principales factores que inciden en la competitividad del mercado agrícola en Sicaya, considerando barreras de entrada, poder de negociación de los proveedores y clientes, sustitutos y nivel de competencia.

2.2.1.1. Amenaza de Nuevos Entrantes.

La posibilidad de que nuevos competidores ingresen al mercado agrícola de Sicaya depende de múltiples factores que afectan la viabilidad de sus operaciones:

- Barreras de entrada moderadas: La inversión inicial para implementar soluciones tecnológicas avanzadas, como riego tecnificado o sensores de monitoreo, puede ser elevada (FAO, 2022). No obstante, ONG y pequeñas empresas locales han desarrollado soluciones de menor costo, facilitando el ingreso de nuevos actores (Banco Mundial, 2023).
- Economías de escala: Empresas consolidadas, como AgroTech Perú, tienen ventajas en la reducción de costos operativos gracias a su capacidad de producción en mayor volumen (MIDAGRI, 2023).
- Dependencia de subvenciones: Programas gubernamentales como Sierra Azul y ONG como WaterAid Perú reciben financiamiento internacional, lo que genera barreras para nuevos actores que no cuentan con acceso a subsidios (ANA, 2023).

Impacto general: Moderado. La entrada de nuevos competidores está condicionada por la disponibilidad de financiamiento y la tecnología disponible.

2.2.1.2. Poder de Negociación de los Proveedores

Los proveedores en este sector tienen una influencia considerable debido a la oferta limitada de insumos tecnológicos y equipos de riego:

- Dominio de proveedores especializados: Empresas como Riego Moderno S.A.C. controlan la distribución de tecnologías avanzadas, lo que les otorga poder sobre los precios (Banco Mundial, 2023).
- Alternativas limitadas: Los agricultores dependen de distribuidores locales, cuyos precios son elevados por la escasa competencia (FAO, 2022).
- Uso de materiales locales: Programas como Sierra Azul emplean recursos de la región para la construcción de reservorios, reduciendo la dependencia de proveedores externos (MIDAGRI, 2023).

Impacto general: Alto. La escasez de proveedores y el dominio de actores tecnológicos aumentan su poder de negociación.

2.2.1.3. Poder de Negociación de los Clientes

En este mercado, los clientes principales son pequeños agricultores y comunidades rurales, cuya capacidad de negociación está influenciada por diversos factores:

- Alta sensibilidad al precio: Debido a sus bajos ingresos, los agricultores priorizan soluciones económicas, lo que reduce su margen de maniobra en la adquisición de tecnologías de riego (Banco Mundial, 2023).
- Alternativas tecnológicas limitadas: La escasez de opciones asequibles en el mercado restringe la capacidad de negociación de los clientes (FAO, 2022).

- Necesidad de capacitación: La falta de conocimiento sobre nuevas tecnologías hace que los clientes valoren el soporte técnico y la asistencia en el uso de soluciones innovadoras (MIDAGRI, 2023).

Impacto general: Moderado-alto. Los agricultores tienen poder en términos de precio, pero su falta de acceso a opciones tecnológicas limita su influencia en el mercado.

2.2.1.4. Amenaza de Productos Sustitutos

En la gestión del agua para la agricultura, los sustitutos incluyen métodos tradicionales y soluciones de bajo costo:

- Eficiencia reducida: El riego por gravedad y el uso de agua contaminada no pueden competir con las soluciones modernas en términos de eficiencia y sostenibilidad (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023).
- Costo como factor clave: Aunque las soluciones tradicionales tienen menores costos iniciales, su baja productividad y el impacto ambiental negativo reducen su viabilidad a largo plazo (FAO, 2022).

Impacto general: Bajo. Los sustitutos no representan una amenaza significativa debido a sus deficiencias operativas.

2.2.1.5. Rivalidad entre Competidores Existentes

El mercado en Sicaya está compuesto por diversos actores con estrategias y niveles de competencia diferenciados:

- Competencia moderada: Empresas privadas como AgroTech Perú y Riego Moderno S.A.C. compiten en innovación tecnológica, mientras que ONG y programas gubernamentales buscan soluciones accesibles y sostenibles (Banco Mundial, 2023).
- Diferenciación de estrategias: Los actores del sector compiten en términos de tecnología, costos y participación comunitaria (ANA, 2023).

- Crecimiento del mercado: La demanda de soluciones hídricas sostenibles ha aumentado en los últimos años, generando oportunidades para la coexistencia de diferentes tipos de soluciones (MIDAGRI, 2023).

Impacto general: Moderado. Aunque existe competencia, el crecimiento del mercado permite la convivencia de diferentes enfoques de solución.

El mercado agrícola en Sicaya presenta importantes oportunidades para la innovación en la gestión del agua, aunque enfrenta desafíos relacionados con el poder de los proveedores y la sensibilidad al precio de los clientes. La existencia de barreras moderadas de entrada y la creciente demanda de soluciones sostenibles generan un entorno en el que nuevas iniciativas pueden prosperar si logran diferenciarse en términos de accesibilidad económica, innovación tecnológica y enfoque comunitario.

Para que una solución tenga éxito en este mercado, es fundamental desarrollar estrategias que equilibren la sostenibilidad financiera con la eficiencia tecnológica, promoviendo modelos de negocio que faciliten el acceso a financiamiento para pequeños agricultores. Además, la incorporación de tecnologías como sensores IoT, plataformas digitales y sistemas de captación de agua de lluvia puede ofrecer ventajas competitivas significativas frente a los actores actuales. Finalmente, un enfoque centrado en la comunidad y en la educación agrícola permitirá maximizar la adopción de nuevas soluciones, garantizando su impacto a largo plazo.

Tabla 2

Resumen de las Cinco Fuerzas Competitivas de Porter

Fuerza	Impacto General
Amenaza de Nuevos Entrantes	Moderado
Poder de Negociación de Proveedores	Alto
Poder de Negociación de Clientes	Moderado-Alto
Amenaza de Productos Sustitutos	Bajo
Rivalidad entre Competidores	Moderado

2.3 Resumen del Capítulo

El capítulo II analiza el mercado relacionado con la gestión y disponibilidad de agua en el distrito de Sicaya, evaluando los actores clave, las condiciones económicas y tecnológicas, y las políticas públicas que afectan el acceso a este recurso. Se examina el impacto de la escasez hídrica en la productividad agrícola y se identifican los principales desafíos y oportunidades en el sector. Se destaca que el acceso limitado al agua no solo reduce la producción de cultivos esenciales como papa y maíz, sino que también incrementa la pobreza y la migración rural. Además, se presentan estrategias de mercado y soluciones tecnológicas que pueden contribuir a mejorar la eficiencia en el uso del agua, reducir costos y aumentar la sostenibilidad del sector agrícola.

En conclusión, el análisis del mercado evidencia la urgencia de implementar soluciones innovadoras y sostenibles para garantizar un acceso eficiente al agua en Sicaya. La adopción de tecnologías de riego tecnificado, junto con estrategias de financiamiento accesibles para los agricultores, resulta clave para fortalecer la productividad agrícola y mejorar la seguridad alimentaria en la región. Asimismo, la cooperación entre actores privados, públicos y comunitarios permitirá la creación de un ecosistema hídrico más resiliente, asegurando el desarrollo sostenible del sector agrícola y la estabilidad económica de la población rural.

Capítulo III. Investigación del Usuario

En este capítulo se abordará la profunda comprensión de los usuarios, sus necesidades, expectativas y desafíos relacionados con la gestión del agua en el contexto agrícola del distrito de Sicaya, ubicado en el Valle del Mantaro. Para lograr este propósito, se emplearán metodologías centradas en el usuario, específicamente Design Thinking y Lean Startup. Estas herramientas permitirán una exploración empática, iterativa y enfocada en la generación de soluciones viables y sostenibles.

A través del enfoque de *Design Thinking*, se buscará empatizar con los agricultores y demás actores clave del ecosistema agrícola para identificar problemas latentes y descubrir oportunidades de innovación. Esta metodología facilita una aproximación centrada en el ser humano, permitiendo analizar sus emociones, prácticas cotidianas y limitaciones estructurales. De esta manera, se podrán definir criterios de diseño alineados con las condiciones reales de uso y adopción.

Por su parte, el enfoque de Lean Startup permitirá iterar rápidamente en el desarrollo de soluciones a través de la creación de prototipos funcionales. Esta metodología se enfoca en obtener aprendizaje validado mediante pruebas directas con los usuarios, lo que garantiza que las propuestas respondan de manera eficaz a las necesidades reales. Además, su carácter flexible y ágil asegura que las soluciones sean funcionales, deseables y escalables en el tiempo.

Este capítulo describirá en detalle los métodos utilizados para la recopilación de información, tales como entrevistas, observaciones directas y encuestas estructuradas. Se presentarán los resultados obtenidos a partir del análisis cualitativo y cuantitativo, permitiendo identificar patrones de comportamiento y necesidades comunes. Dichos hallazgos servirán como base para diseñar una propuesta de solución que responda de manera efectiva tanto a las demandas de los usuarios como a las condiciones del mercado.

3.1 Perfil del Usuario

El perfil del usuario ha sido construido a partir de un conjunto de entrevistas realizadas a agricultores del distrito de Sicaya, Huancayo, con el objetivo de comprender sus condiciones de vida, necesidades y percepciones sobre el acceso al agua para la agricultura. Estas entrevistas permitieron identificar patrones comunes en cuanto a las dificultades para el riego, la estacionalidad del recurso y la limitada infraestructura disponible. La información obtenida fue complementada con estudios del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2023), la FAO (2022) y el Banco Mundial (2023), los cuales validan la problemática del acceso al agua en zonas rurales del Perú y evidencian su impacto directo en la productividad agrícola y el desarrollo económico local.

El usuario principal es un agricultor varón de entre 30 y 60 años de edad, cuya principal fuente de ingresos proviene de la agricultura, con cultivos predominantes de papa, zanahoria, zapallo y maíz, además de la ganadería. Viven con sus familias, compuestas por su esposa e hijos, y cuentan en su mayoría con educación primaria completa (INEI, 2017). Sus jornadas de trabajo oscilan entre 6 y 8 horas diarias, con apoyo de la familia y otros agricultores de la zona.

Culturalmente, los agricultores de Sicaya se identifican en su mayoría con la fe católica, pero han desarrollado una desconfianza hacia las autoridades locales debido a la falta de apoyo en infraestructura hídrica y asistencia técnica (Banco Mundial, 2023). La falta de acceso a tecnología avanzada en la agricultura se debe a dos razones principales: el alto costo de los equipos de riego y la falta de capacitación para su uso (FAO, 2022). Como se evidenció en las entrevistas, su principal motivación es el bienestar de sus hijos, buscando brindarles una mejor calidad de vida y mayores oportunidades fuera del distrito.

Los agricultores enfrentan diversas dificultades en su producción. Su mayor preocupación es la incertidumbre sobre el éxito de sus cultivos, especialmente durante la

temporada de sequía (mayo-agosto), cuando la escasez de agua se vuelve crítica. Esta problemática ha sido ampliamente documentada en estudios sobre el cambio climático y la seguridad alimentaria en el Perú, que evidencian que la falta de agua en regiones andinas ha reducido la productividad agrícola hasta en un 30% en los últimos años (MIDAGRI, 2023). Otros problemas mencionados en las entrevistas incluyen la distancia entre sus hogares y las chacras, la falta de conocimientos técnicos para mejorar su rendimiento productivo y la limitación de ingresos que apenas cubren sus necesidades básicas.

La familia ocupa un rol central en su estructura social. Los agricultores son jefes de hogar y su principal objetivo es garantizar la estabilidad económica de sus seres queridos, asegurando acceso a vivienda, salud y educación. Su círculo social está compuesto principalmente por su familia inmediata (esposa e hijos), familiares indirectos (compadres) y vecinos, con quienes mantienen relaciones de cooperación y apoyo mutuo. En este sentido, diversos estudios han demostrado que en comunidades rurales la economía familiar y el trabajo agrícola están intrínsecamente ligados, reforzando la importancia de fortalecer la resiliencia comunitaria ante la escasez hídrica (FAO, 2022; Banco Mundial, 2023).

Las principales necesidades identificadas incluyen el acceso continuo al agua para riego y herramientas eficientes que optimicen su uso sin requerir un esfuerzo físico excesivo. También buscan reducir la incertidumbre sobre el éxito de sus cosechas, asegurar que sus productos sean aceptados en el mercado y garantizar la seguridad alimentaria de sus familias (OMS, 2023). Sus aspiraciones incluyen mejorar su calidad de vida, aumentar sus ingresos y obtener reconocimiento como agricultores innovadores mediante el uso de tecnología moderna.

Las motivaciones principales están relacionadas con el bienestar familiar y el deseo de preservar y mejorar la tradición agrícola de la comunidad. Sin embargo, enfrentan frustraciones estructurales como la escasez de agua y los altos costos de la tecnología.

También experimentan frustraciones emocionales, ya que el uso de agua de calidad dudosa genera inseguridad alimentaria y un sentimiento de abandono por parte de las autoridades. Finalmente, la dependencia de las lluvias limita su producción y afecta la aceptación de sus productos en el mercado, especialmente durante la temporada seca (MIDAGRI, 2023).

Dada esta realidad, es fundamental desarrollar estrategias que permitan a los agricultores de Sicaya acceder a soluciones hídricas sostenibles y tecnologías accesibles. Estas no solo contribuirían a mejorar su productividad agrícola, sino también a elevar su calidad de vida y reducir su vulnerabilidad frente al cambio climático. La implementación de sistemas de captación de agua de lluvia, junto con programas de financiamiento y capacitación, puede generar un impacto significativo en la resiliencia agrícola mundial de la región (Banco, 2023; FAO, 2022).

3.2 Mapa de Experiencia de Usuario

El mapa de experiencia del usuario describe las emociones y percepciones del agricultor de Sicaya a lo largo del ciclo agrícola, destacando cómo la disponibilidad de agua influye directamente en su bienestar y decisiones productivas. Esta herramienta permite visualizar los momentos de mayor incertidumbre y estrés, así como aquellos de estabilidad y satisfacción durante el año agrícola. En ese contexto, se identifican tres etapas claves en la experiencia del agricultor: el período de lluvias, la temporada de sequía y la postcosecha.

1. Período de lluvias: estabilidad y satisfacción

Durante la temporada de lluvias, los agricultores experimentan un período de relativa tranquilidad y satisfacción. La abundancia de agua permite que sus cultivos crezcan de manera óptima, lo que genera confianza en que podrán obtener una cosecha productiva. En esta fase, el productor se siente seguro porque las condiciones climáticas le permiten regar

sus tierras sin preocupaciones y sin recurrir a métodos que puedan comprometer la calidad de sus cultivos.

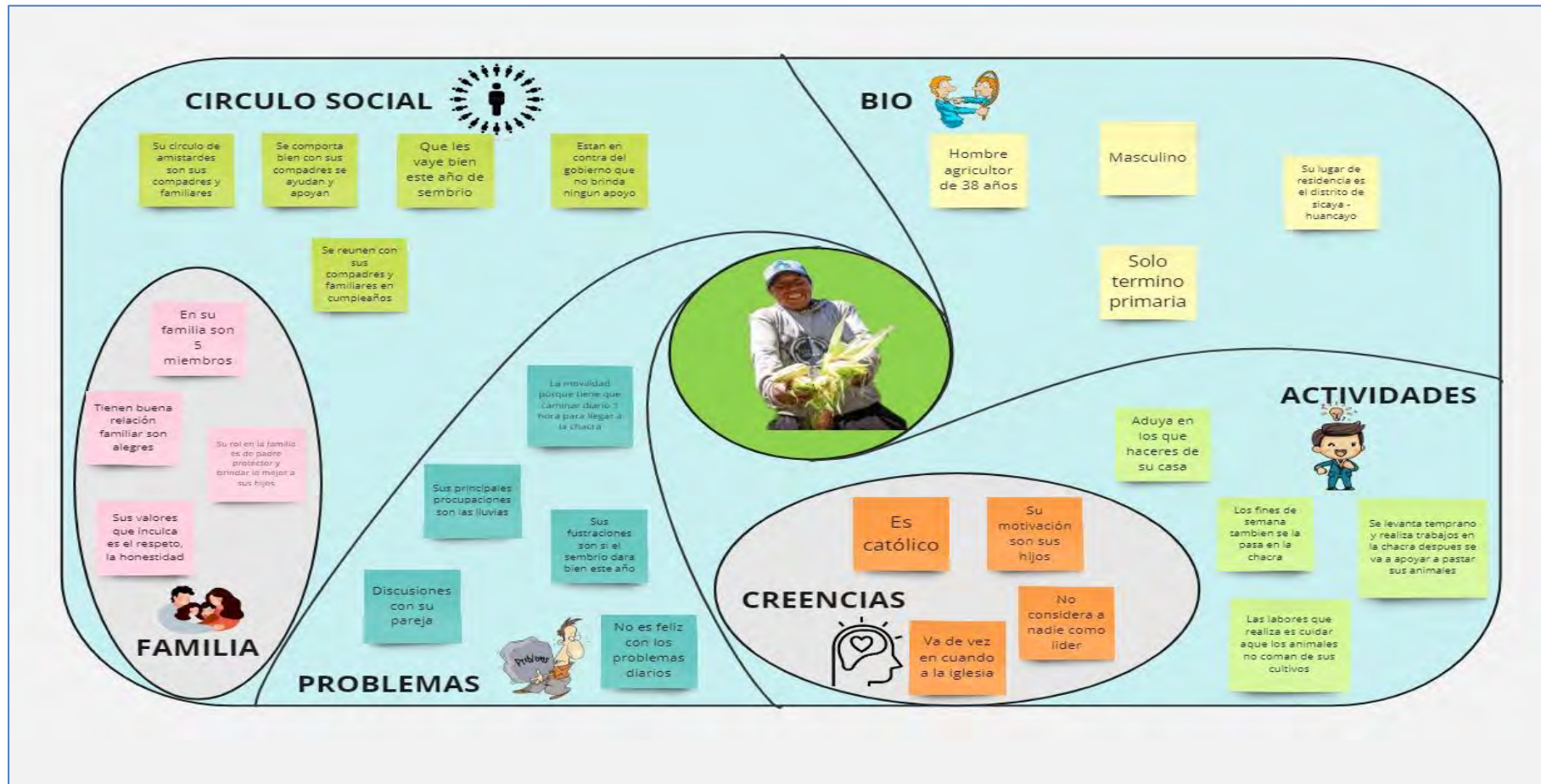
2. Temporada de sequía: incertidumbre y preocupación

A medida que las lluvias comienzan a disminuir, el agricultor empieza a experimentar ansiedad e incertidumbre. La falta de infraestructura de almacenamiento de agua lo obliga a depender de fuentes alternativas, como el agua de los ríos, que sabe que están contaminadas. En este punto, enfrenta una difícil decisión: detener su producción y perder sus cultivos o continuar sembrando con agua de baja calidad, lo que podría afectar el valor de su cosecha.



Figura 2

Lienzo Meta Usuario – Productor de NF



Esta situación genera una gran preocupación, ya que compromete tanto la viabilidad económica de su actividad agrícola como la salud de su familia.

3. Postcosecha: insatisfacción y remordimiento

Al finalizar la temporada de sequía, el agricultor enfrenta las consecuencias de haber utilizado agua contaminada. Observa que la calidad y el volumen de su cosecha han disminuido, lo que reduce su capacidad de comercialización y obliga a vender a precios más bajos para evitar pérdidas mayores. Además, experimenta remordimiento y frustración al saber que los alimentos que consume su propia familia pueden estar contaminados. La contaminación del suelo y la falta de apoyo institucional refuerzan su sensación de abandono y su resignación a las condiciones precarias en las que desarrolla su actividad agrícola. Este análisis permite comprender los puntos críticos en la experiencia del agricultor de Sicaya y evidencia la necesidad de soluciones sostenibles que garanticen el acceso a agua de calidad durante todo el ciclo productivo. La implementación de sistemas de almacenamiento y tecnologías de riego eficientes podría mejorar la estabilidad de la producción agrícola y reducir la incertidumbre que enfrentan los productores durante la temporada seca.

3.2.1. Entrevistas a Profundidad (¿Para qué?)

Identificar a agricultores de Sicaya que representen diversas realidades:

- Tamaño del terreno agrícola.
- Nivel de acceso a recursos.
- Diversidad de cultivos (maíz, papa, zapallo, etc.).
- Diseño de la Guía de Entrevista:
- Preguntas demográficas básicas (edad, nivel educativo, experiencia en agricultura).
- ¿Cómo manejan el riego durante la temporada seca?
- ¿Qué herramientas o estrategias utilizan actualmente?

- ¿Qué piensa de usar tecnología como riego por goteo o sensores de humedad?
- ¿Qué le motivaría a invertir en tecnología?
- ¿Cuáles son los principales retos que enfrenta como agricultor?
- ¿Cómo imagina una solución ideal para sus problemas?

3.2.2. *Grupos Focales (¿Para qué?)*

Reclutamiento de Participantes:

- 6-10 agricultores representativos de Sicaya.
- Considerar una muestra heterogénea en edad, nivel educativo y tipos de cultivos.
- ¿Cómo enfrentan la sequía en grupo o comunidad?
- Mostrar un esquema visual del sistema "Contrasequía" y solicitar comentarios.
- Usar dinámicas participativas como votaciones o priorización de necesidades.
- Contar con un facilitador que guíe las discusiones.
- Garantizar que todos los participantes tengan oportunidad de hablar.
- Comparar opiniones para identificar consensos y divergencias.
- Extraer sugerencias específicas sobre el diseño y adopción del sistema.

El mapa de experiencias (Figura 3) ha permitido evaluar tanto los aspectos positivos como los puntos de dolor del poblador de Sicaya. Este enfrenta dificultades durante la toma de decisiones relacionadas con su principal actividad económica: la agronomía. Las épocas de sequía agravan su situación, ya que depende del agua para el riego de sus sembríos y la continuidad de su producción agrícola.

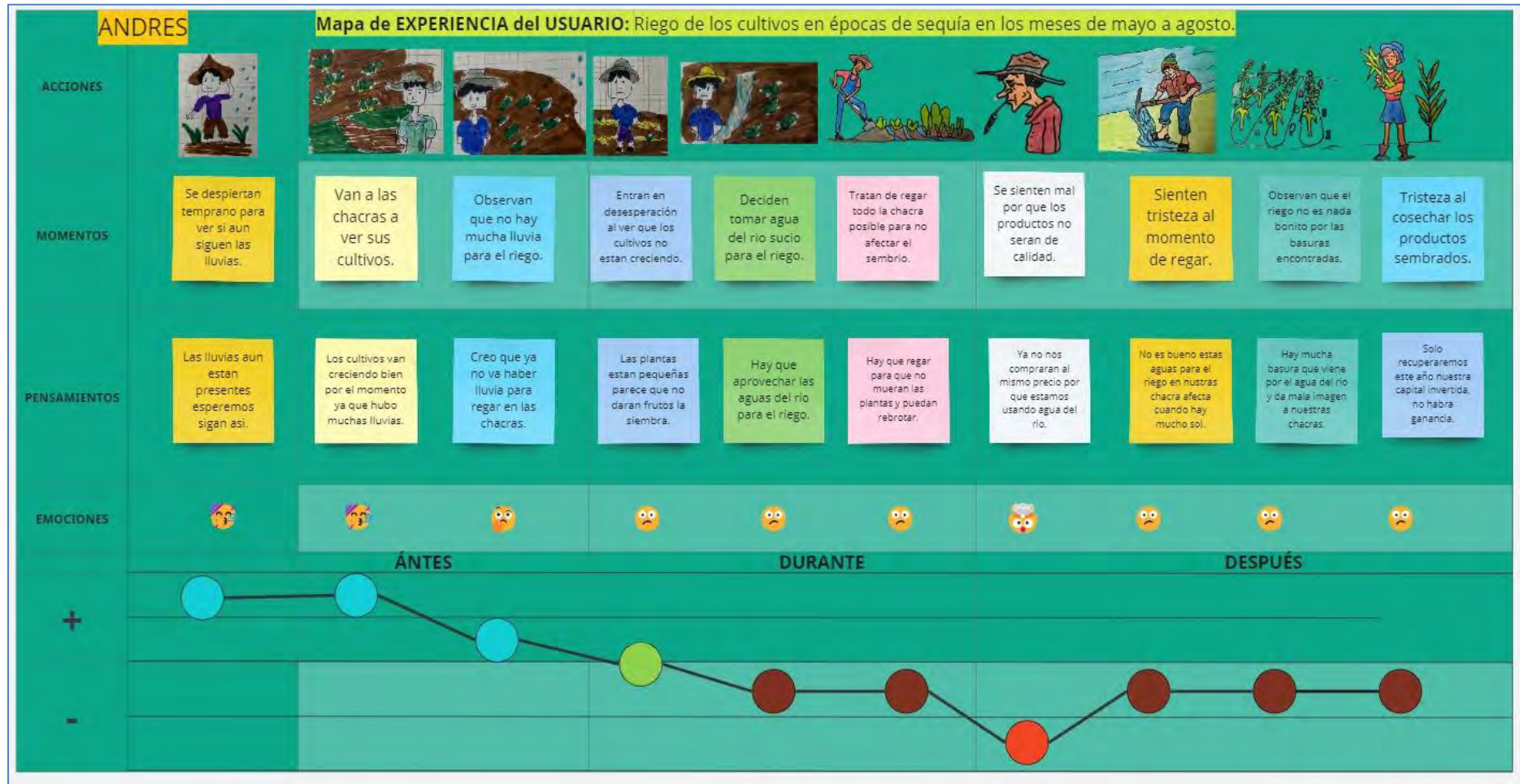
Durante la trayectoria se ha podido evaluar alegrías, frustraciones y tristezas, siendo los meses más alegres del poblador de Sicaya, setiembre - abril del siguiente año, donde sus sembríos serán abundantes por las constantes lluvias sin perder su inversión, pero esta experiencia de satisfacción va cambiando cuando llegan los meses mayo – agosto, porque

tendrán escasez de lluvia, llegando al punto de mayor dolor, porque solo tiene dos decisiones: suspender la actividad de la agricultura al hacer uso el agua de río para continuar con esta, pero sabe a la vez que si toma la decisión de seguir con la agricultura y regar con agua de río, contaminará sus tierras, la calidad del producto será mala y la cantidad será menor.



Figura 3

Mapa de Experiencia del Productor de NFU



3.3 Identificación de la Necesidad

Después de analizar los momentos positivos y negativos experimentados por los usuarios, se siguió el siguiente procedimiento para identificar la necesidad a resolver:

Necesidad identificada: Se determinó que la principal necesidad de los habitantes de Sicaya es asegurar el suministro de agua para riego durante los meses de sequía, que abarcan de mayo a agosto.

3.3.1 Evaluación de los momentos negativos del poblador de Sicaya

La economía de Sicaya se basa principalmente en la agricultura, con un menor porcentaje en la ganadería. Dado que la agricultura es la principal fuente de ingresos, la falta de agua para riego genera frustración y angustia entre los agricultores. La escasez de agua durante estos meses limita tanto la cantidad como la calidad de las cosechas, lo que repercute directamente en su capacidad de sustento y en la seguridad económica de sus familias.

3.3.2 Impacto en los ingresos

Al vender sus productos, los agricultores enfrentan desconfianza por parte de los clientes finales, quienes saben que durante los meses de sequía (mayo – agosto) los cultivos se riegan con agua del río, que puede estar contaminada. Esta percepción reduce la aceptación de los productos en el mercado, obligando a los agricultores a bajar sus precios por debajo del valor de mercado, lo que afecta sus ingresos y, en consecuencia, su bienestar y el de sus familias.

3.3.3 Impacto en la salud familiar

Los productos cosechados no solo se destinan a la venta, sino también al consumo familiar, lo que resalta su importancia en la seguridad alimentaria del hogar. Sin embargo, muchos agricultores utilizan agua de procedencia incierta para el riego, debido a la falta de acceso a fuentes seguras y sistemas adecuados de tratamiento. Esta situación puede

comprometer la salud de los propios agricultores y de sus familias, al estar expuestos a contaminantes que afectan la calidad de los cultivos.

3.4 Perfil del Cliente

El consumidor final de los productos agrícolas de Sicaya está compuesto por familias de la comunidad, mercados locales en Junín y compradores a nivel nacional. Los cultivos más representativos de la región —papa, maíz, choclo, zanahoria, habas y zapallo— son alimentos básicos en la dieta de muchas familias peruanas, lo que genera una demanda constante.

Los consumidores valoran estos productos por su aporte nutricional, ya que son fuentes importantes de calcio, fósforo, magnesio y potasio, además de contener vitaminas del complejo B (B1, B2 y B5). Dado que forman parte esencial de la alimentación diaria, los clientes buscan productos seguros, frescos y con buena presentación, priorizando aquellos que garantizan altos estándares de calidad e inocuidad alimentaria. Están dispuestos a pagar el precio de mercado cuando se les ofrece un suministro confiable y regular.

Además de las familias y mercados minoristas, existen empresas locales y nacionales que requieren estos productos para abastecerse, lo que abre la posibilidad de establecer acuerdos comerciales directos con los productores de Sicaya. Estas alianzas permitirían consolidar a los agricultores como proveedores clave dentro del sector agroindustrial. Por otro lado, las agroexportadoras representan otro segmento de clientes potenciales. Para acceder a este mercado, es fundamental asegurar una producción de calidad uniforme y mantener un volumen de abastecimiento constante a lo largo del año. La mejora en la gestión del agua y la implementación de tecnologías de riego eficiente serían factores determinantes para fortalecer la competitividad de los agricultores de Sicaya en estos mercados.

3.5 Resumen del Capítulo

El Capítulo III desarrolla la fase de comprensión del usuario, centrado en identificar las necesidades, percepciones y aspiraciones de los agricultores del distrito de Sicaya, mediante el uso de metodologías como *Design Thinking* y *Lean Startup*. A través de entrevistas, observaciones y encuestas, se construyó un perfil detallado del usuario que permitió evidenciar los principales desafíos relacionados con el acceso al agua para riego y las limitaciones en el uso de tecnologías eficientes. Se identificaron puntos críticos en la experiencia del agricultor a lo largo del ciclo agrícola, como la dependencia de las lluvias, la vulnerabilidad durante las sequías y la incertidumbre respecto a la calidad del agua utilizada. Además, se analizaron aspectos emocionales vinculados al bienestar familiar, la seguridad alimentaria y las expectativas de mejora de vida mediante soluciones innovadoras. Finalmente, los hallazgos obtenidos sirvieron de base para la definición de criterios de diseño de una solución viable, funcional y socialmente aceptada. Esta etapa permitió orientar la propuesta hacia una intervención que responda de forma efectiva a las condiciones reales del entorno agrícola rural de Sicaya.

Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio

El Capítulo IV presenta el diseño de la solución propuesta, desarrollado a partir de los resultados obtenidos durante la etapa de comprensión del usuario. Este diseño no surge de forma aislada, sino que responde a un proceso estructurado e iterativo guiado por las metodologías de *Design Thinking* y *Lean Startup*, las cuales han permitido mantener al usuario en el centro de cada decisión tomada.

A lo largo de este capítulo, se detallan las fases de ideación, prototipado y validación temprana, enfocadas en transformar los insights del usuario en una solución concreta, funcional y escalable. El enfoque de Design Thinking ha facilitado la creatividad y la empatía, mientras que Lean Startup ha aportado agilidad y aprendizaje validado a través de la experimentación con prototipos. El resultado es una propuesta que busca equilibrar la viabilidad técnica, la sostenibilidad económica y la deseabilidad social del producto o servicio.

4.1 Concepción del Producto o Servicio

Para abordar el problema social relevante que enfrentan los pobladores de Sicaya, se llevó a cabo un proceso interactivo con los productores locales para identificar y solucionar la deficiencia de agua de riego durante los meses de sequía (mayo – agosto). Como resultado, se plantea la inversión en el proyecto *Contrasequía*, cuyo objetivo es desarrollar una solución integral mediante la comercialización de tanques Rotoplas para el almacenamiento de agua, combinados con un sistema de riego tecnificado por goteo y sensores de humedad del suelo. Esta propuesta busca optimizar el uso del agua, garantizando el riego adecuado durante las épocas de sequía y respondiendo así a las necesidades de los agricultores de la zona.

Tabla 3*Descripción de Contrasequía*

Descripción	Operación	Socio - Ambiental
Tanques Rotoplas para captación y almacenamiento de agua de lluvia, complementados con un sistema de riego tecnificado y sensores de humedad para garantizar una irrigación eficiente y precisa.	En los mismos terrenos de los productores se implementarán reservorios a través de tanques Rotoplas para almacenar agua captada durante la temporada de lluvias, con el objetivo de contar con agua de riego durante la época de sequía.	Con prácticas adecuadas de riego, se obtendrán productos de alta calidad (maíz, papa, choclo y zanahoria) que no pondrán en riesgo la salud del consumidor final.

4.2 Desarrollo de la Narrativa

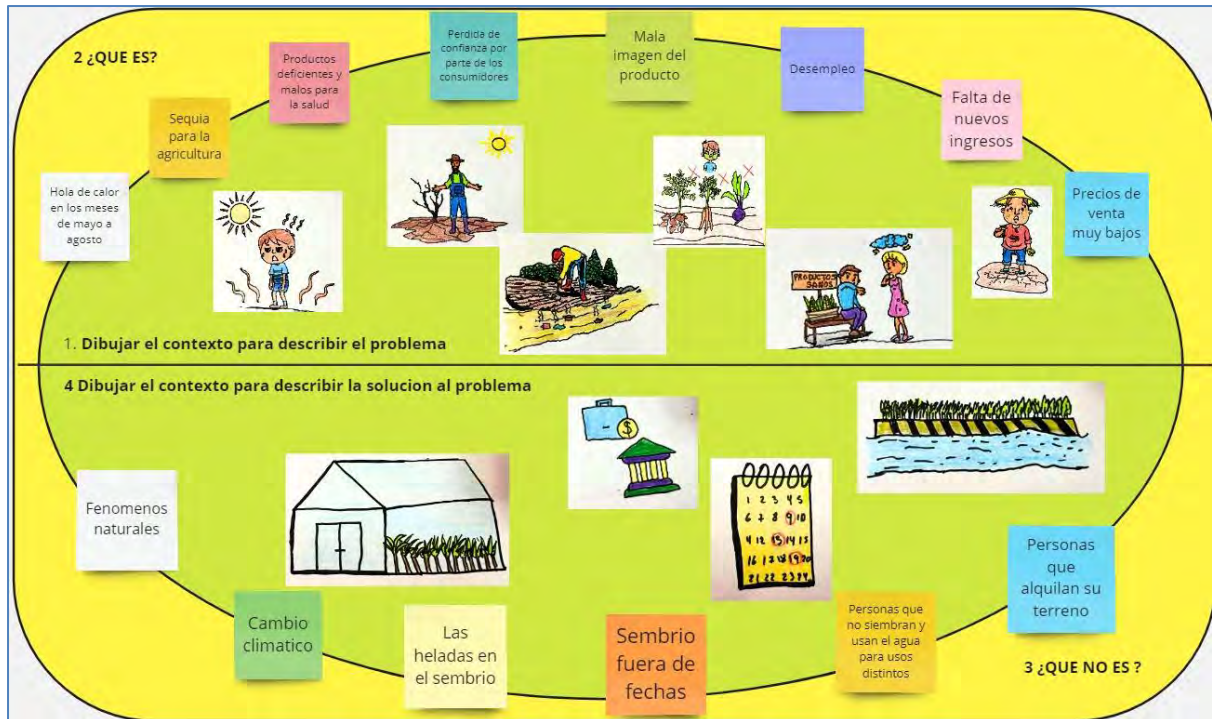
Durante el trabajo de co-creación entre el equipo de proyecto y los pobladores de Sicaya, se emplearon herramientas visuales propias de la disciplina *Design Thinking*. Estos incluyen diversos lienzos y métodos ágiles orientados a generar estímulos cognitivos, sensoriales y emocionales que facilitan la identificación de necesidades reales. El enfoque permitió que los participantes expresaran sus percepciones de manera libre y estructurada, fortaleciendo la empatía y el compromiso con la solución propuesta.

La propuesta denominada Contrasequía inició con la construcción de modelos a escala utilizando la técnica de LEGO® Serious Play, combinada con el lienzo de las dos dimensiones del usuario. Esta actividad permitió representar de manera tangible los desafíos que enfrentan los agricultores en torno al acceso al agua para riego. Gracias a este proceso, se logró comprender con mayor profundidad los “puntos de dolor” de los productores de Sicaya, generando una base sólida para la ideación de soluciones pertinentes.

Figura 4*Pensamiento Visual*

Figura 5

Lienzo de dos Dimensiones



En el desarrollo de la estrategia basada en *Design Thinking*, el primer paso consistió en **empatizar** con los usuarios meta. Para ello, se realizaron entrevistas a profundidad que facilitaron la creación de perfiles y lienzos de usuario, permitiendo comprender sus perspectivas y necesidades. A continuación, se procedió a la fase de **definición**, identificando los principales problemas y puntos de dolor de los usuarios. Esta etapa incluyó el uso de mapas de experiencia para analizar y priorizar las necesidades a las que se dirigirían las soluciones propuestas. Finalmente, en la fase de **ideación**, se generaron posibles soluciones utilizando la herramienta de **matriz 6x6**, la cual permitió explorar diversas alternativas para satisfacer las necesidades identificadas.

Figura 6

Lienzo 6X6

OBJETIVO Generar nuevos sistemas de riego para los productos, sin usar agua del río y mejorando su calidad en los productos, para tener mejores ingresos y dando alegría a las familias de los agricultores.		NECESIDADES 1. Andrés necesita generar nuevos sistemas de riego para que sus sembríos crezcan bien. 2. Andrés necesita nuevas formas de captación de agua para que no use el agua del río en sus cultivos. 3. Andrés necesita mejorar la calidad de sus productos para que mejore la demanda en el mercado. 4. Andrés necesita productos sanos y nutritivos para que mejoren sus ingresos. 5. Andrés necesita mejorar su calidad de vida de él y su familia en un futuro. 6. Andrés necesita tener visibilidad del consumo de agua en sus riegos para poder optimizar recursos.			
PREGUNTAS GENERADORAS					
¿Cómo podríamos generar nuevos sistemas de riego para los sembríos?	¿Cómo podríamos buscar nuevas formas de captación de agua para dejar de usar el agua del río?	¿Cómo podríamos mejorar la calidad de los productos para mejorar su demanda?	¿Cómo podríamos obtener productos sanos y nutritivos que mejoren el ingreso de la familia?	¿Cómo podríamos hacer para que Andrés mejore la calidad de vida de él y su familia?	¿Cómo podríamos saber el consumo de agua en los riegos de los cultivos?
Se podría realizar un sistema de goteo para el riego y así poder llegar a toda la chacra.	Se podría realizar una captación de agua porcuto de las lluvias en época de invierno.	Se podría buscar alianzas con el ministerio de agricultura para brindar capacitaciones a través de personas capacitadas en el tema.	Se podría buscar una asesoría por el gobierno regional de Junín para el apoyo en controles de enfermedades que puedan atravesar los sembríos.	Recibir ayuda de parte de agencias especializadas para un estudio de sembríos y evaluar la mejor calidad de tipo de sembrío.	Se podría buscar información por el ministerio de agricultura para ver cuanto es el consumo de agua por metro cuadrado.
Se podría implementar un sistema de aspersión en convenio con empresas especializadas.	Se podría crear un convenio con SEDAPAL para la instalación de agua por tuberías hasta las chacras.	Se podría realizar publicidad de manera boca a boca de que los productos son cultivados de manera natural y orgánica al ser comercializados.	Se podría buscar insumos orgánicos para las tierras, como abonos producidos del guano de los animales como la oveja, cuy, gallina.	Asistiendo a charlas generadas por el ministerio de agricultura.	Teniendo un benchmark de consumo ideal acorde al tamaño del sembrío.
Se podría buscar un sistema de riego por gravedad al inicio del sembrío para que pueda llegar a todos los puntos.	Se podría buscar a través del ministerio de agricultura ayuda para el tratamiento de aguas del río y volverlas potables para el riego.	Se podría buscar asesorías y capacitaciones por SENASA para mejorar la demanda del producto.	Se podría utilizar menos porcentajes de pesticidas, y abonos químicos para los productos.	Haciendo charlas por partes de SEDAPAL sobre la calidad y tipos de agua para los cultivos.	Se podría implementar un reservorio de agua para conocer el consumo promedio y en cuanto tiempo.
Se podría instalar mangueras a lo largo de las chacras para el riego por la misma persona.	Se podría traer a través de tuberías agua del pueblo más cercano para usarla en el riego.	Se podría mejorar los abonos utilizados y el agua usada para el sembrío de forma menos química ni dañina para los consumidores.	Se podría realizar el seguimiento por una persona especializada durante todo el proceso de siembra hasta cosecha.	Convenios con universidades de salud y agrarias para brindar orientaciones a los pobladores de calidad de vida y agricultura.	Se pondría un medidor del consumo de agua.
Formar un convenio con empresas especializadas en el riego de goteo para poder optimizar el consumo de agua y abarcar gran parte de los sembríos.	Generar una captación de agua producto de las lluvias en épocas de invierno asesoradas por SEDAPAL para poder tener una mejor cobertura en la siembra.	Buscar asesorías y capacitaciones por SENASA y alianzas con el ministerio de agricultura a través de capacitaciones por personal especializado para mejorar la demanda del producto.	Formar alianzas con establecimientos cercanos para abastecimiento de insumos orgánicos para las tierras, como abonos producidos del guano de los animales como la oveja, cuy, gallina, con el seguimiento de una persona especialista.	Formar convenios con universidades de salud y agrarias para brindar orientaciones a los pobladores de calidad de vida y agricultura con charlas y capacitaciones.	Implementación de un reservorio de agua para conocer el consumo promedio y en cuanto tiempo se disminuye el agua en el sembrío a través de los medidores.

El presente análisis busca identificar la solución más viable para abordar la escasez de agua en la agricultura de Sicaya. A partir de la matriz 6x6 analizada, se han seleccionado seis ideas clave con base en su impacto en la productividad agrícola y su viabilidad de implementación. Entre ellas, la idea prioritaria es la generación y almacenamiento de agua de lluvia, debido a su alto impacto y costo moderado en comparación con

1. Selección de las Seis Ideas Ganadoras

Las seis ideas seleccionadas de la matriz original son:

- Capacitación en captación y almacenamiento de agua de lluvia con apoyo de entidades como SEDAPAL y el Ministerio de Agricultura.
- Convenio con empresas especializadas en riego para optimizar el uso del agua y garantizar su distribución eficiente.
- Asesorías y capacitaciones con SENASA para mejorar la calidad de los productos agrícolas, asegurando su competitividad en el mercado.
- Formación de alianzas con empresas que suministren insumos orgánicos, como guano de oveja, cuy y gallina, para mejorar la fertilidad del suelo.
- Convenios con universidades de salud y agronomía para capacitar a los agricultores en calidad de vida y producción sostenible.
- Implementación de un sistema de monitoreo del consumo de agua para controlar el uso del recurso y evitar desperdicios.

2. Construcción de la Matriz Costo-Impacto

Para evaluar estas ideas, se ha elaborado una Matriz Costo-Impacto, donde cada solución se clasifica en función de:

- Costo de implementación (Bajo, Medio, Alto): Considerando la infraestructura, la inversión requerida y la viabilidad financiera.

- Impacto potencial (Bajo, Medio, Alto): Basado en la mejora de la seguridad hídrica, la productividad y la sostenibilidad a largo plazo.

Tabla 1*Costo Impacto*

Idea	Costo	Impacto
Capacitación en captación de agua de lluvia (Idea prioritaria)	Medio	Alto
Convenio con empresas de riego	Alto	Alto
Asesorías y capacitaciones con SENASA	Medio	Medio
Alianzas para insumos orgánicos	Medio	Medio
Convenios con universidades	Alto	Alto
Monitoreo del consumo de agua	Bajo	Alto

3. Análisis e Interpretación de la Matriz

El análisis de costo-impacto permite priorizar estrategias que maximicen los beneficios sin generar costos excesivos.

Razones para priorizar la captación de agua de lluvia:

- Impacto directo en la disponibilidad de agua: Asegura un suministro estable sin depender del agua contaminada del río.
- Costo moderado y escalabilidad: A diferencia de la infraestructura de riego industrial, la captación de lluvia puede implementarse gradualmente con apoyo gubernamental.
- Sostenibilidad y autonomía: Los agricultores podrán almacenar agua sin depender de infraestructura externa, reduciendo costos a largo plazo.
- Viabilidad de implementación: En otras regiones, la captación de agua de lluvia ha sido una solución efectiva para afrontar la escasez hídrica en comunidades rurales.

4. Implementación Recomendada

Para materializar la generación y almacenamiento de agua de lluvia, se sugiere:

- Desarrollar capacitaciones sobre captación y almacenamiento de agua con el apoyo de SEDAPAL y el Ministerio de Agricultura.
- Promover la construcción de reservorios comunitarios y techos captadores de agua en zonas agrícolas.
- Gestionar financiamiento mediante programas gubernamentales y ONG especializadas en desarrollo rural.
- Implementar un plan de monitoreo para evaluar la eficiencia del almacenamiento de agua y optimizar su uso en los cultivos.

El análisis de costo-impacto demuestra que la captación y almacenamiento de agua de lluvia es la estrategia más viable para garantizar la seguridad hídrica de los agricultores de Sicaya. Su implementación contribuirá a mejorar la productividad agrícola, reducir la dependencia de fuentes hídricas contaminadas y fortalecer la resiliencia de la comunidad ante el cambio climático.

A partir de esta conclusión, se recomienda que las acciones futuras se orienten al fortalecimiento de las capacidades de los agricultores. Esto debe lograrse mediante programas de capacitación técnica continua y la implementación de infraestructura adecuada para el almacenamiento de agua. Estas permitirán generar un impacto positivo y sostenible en el sector agrícola local, contribuyendo a la resiliencia y productividad de las comunidades rurales.

4.3 Patentes y Tecnologías Existentes

Existen diversas patentes y tecnologías relacionadas con tanques de almacenamiento de agua, sistemas de riego por goteo y sensores de humedad que podrían complementar o mejorar las soluciones actuales. A continuación, se presentan algunas de ellas:

4.3.1 Tanques de Almacenamiento de Agua

- **Tanque de Almacenamiento de Agua de Alta Presión para Calentadores Solares:**

Esta patente describe un termotanque diseñado para soportar altas presiones, ideal para sistemas de calentamiento solar de agua. Incluye un recubrimiento térmico que ayuda a mantener la temperatura del agua almacenada.

- **Tanque Vertical para Almacenamiento de Fluidos:** Este modelo de utilidad patentado presenta un tanque que se sostiene por sí mismo sin necesidad de anclajes, con una capacidad máxima de 20,000 galones líquidos. Su diseño facilita la instalación y el mantenimiento.

4.3.2 Sistemas de Riego por Goteo

- **Sistema de Riego Ecológico Autónomo:** Esta patente describe un sistema de riego que opera automáticamente mediante una sucesión de ciclos de fertirrigación, requiriendo mínima energía de accionamiento y un reducido caudal de agua. Es capaz de atender a diversas áreas cultivadas de manera uniforme y eficiente.

4.3.3 Sensores de Humedad

- **Sistema de Monitoreo Continuo de la Humedad en Suelo para el Control de Riego:** Este estudio presenta un sistema que utiliza sensores para medir la humedad del suelo en tiempo real, permitiendo un control más preciso del riego en olivares. El sistema emplea LabVIEW para el procesamiento de datos y la toma de decisiones.
- **Sensor de Humedad de Suelos Agrícolas para Control Automático del Riego:** Este sensor capacitivo está diseñado para medir la humedad del suelo y controlar automáticamente el riego, optimizando el uso del agua en la agricultura.

4.4 Carácter Innovador del Producto o Servicio

El producto mínimo viable (PMV) desarrollado para los agricultores de Sicaya es una solución integral e innovadora que combina tecnología, sostenibilidad y eficiencia hídrica para abordar la escasez de agua en la agricultura. Su diseño está alineado con los principios establecidos en el Manual de Oslo (OECD, 2018), que clasifica la innovación en cuatro categorías: producto, proceso, organizacional y de marketing. En este sentido, el PMV representa una propuesta disruptiva que introduce nuevas formas de captación, almacenamiento y distribución del agua, asegurando su viabilidad para los pequeños productores rurales.

Desde una perspectiva de innovación de producto, el PMV introduce un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia adaptado a las necesidades específicas de los agricultores de Sicaya. A diferencia de los métodos tradicionales, este sistema incorpora tanques de almacenamiento con capacidad de 5,000 litros, equipados con filtros de purificación y válvulas de control. Además, la instalación de sensores de humedad permite automatizar el riego, asegurando que el suministro de agua se active únicamente cuando los niveles del suelo caen por debajo del umbral óptimo. Estas características mejoran la eficiencia en el uso del recurso hídrico, minimizando desperdicios y optimizando el rendimiento de cultivos esenciales como maíz, papa, zanahoria y choclo.

En términos de innovación de proceso, el PMV transforma la manera en que los agricultores gestionan el agua a lo largo del ciclo agrícola. La implementación de un sistema de captación basado en techos angulados permite canalizar el agua de lluvia hacia reservorios, asegurando su disponibilidad durante los meses de sequía. Este mecanismo reemplaza el uso de agua de río contaminada, lo que mejora la calidad del riego y reduce los riesgos sanitarios asociados al consumo de alimentos cultivados en condiciones inadecuadas. Además, el sistema de riego por goteo, diseñado con tubos de distribución eficiente,

maximiza la absorción del agua en las raíces de las plantas y reduce la evaporación, lo que representa un avance significativo frente a los métodos convencionales.

Desde la perspectiva de innovación organizacional, el modelo del PMV promueve la autonomía de los agricultores al descentralizar la gestión del agua y fomentar la autosuficiencia hídrica. A través de capacitaciones técnicas organizadas en colaboración con instituciones como el Ministerio de Agricultura y SENASA, los productores reciben formación sobre captación y almacenamiento de agua, uso eficiente del riego y aplicación de tecnologías sostenibles. Asimismo, la creación de redes de colaboración entre agricultores permite consolidar modelos de gestión compartida, optimizando el acceso a financiamiento y reduciendo costos operativos. Esta estrategia organizativa empodera a la comunidad agrícola, asegurando que el impacto del PMV se mantenga en el tiempo.

En términos de innovación de marketing, el PMV introduce una diferenciación estratégica en la comercialización de productos agrícolas. La certificación de cultivos como “producidos con agua de lluvia” fortalece la confianza del consumidor y permite posicionar los productos de Sicaya en mercados especializados. Adicionalmente, el modelo facilita la formación de alianzas con agroexportadoras y mercados orgánicos, aumentando el valor de los productos y generando mejores oportunidades de venta para los agricultores. La implementación de estrategias de trazabilidad y etiquetado de origen contribuye a consolidar la imagen de los cultivos de Sicaya como una alternativa saludable, sostenible y competitiva en el mercado nacional e internacional.

El carácter innovador del PMV radica en su capacidad de integrar tecnologías accesibles con un enfoque participativo y sostenible. Al combinar la captación de agua de lluvia con un sistema de riego tecnificado y automatizado, el PMV representa una solución transformadora para la escasez hídrica en la agricultura rural. Su impacto no solo se traduce en un mejor acceso al agua y una mayor eficiencia operativa, sino que también fortalece la

rentabilidad de los agricultores y fomenta prácticas de producción sostenibles. Además, su diseño modular y escalable permite su replicación en otras comunidades con problemáticas similares, estableciendo un modelo adaptable que puede ser optimizado con nuevas tecnologías.

En conclusión, el PMV cumple con los cuatro tipos de innovación definidos por el Manual de Oslo y se posiciona como una estrategia efectiva para mejorar la seguridad hídrica y la productividad agrícola en Sicaya. Su implementación representa un cambio estructural en la manera en que los pequeños agricultores gestionan los recursos hídricos, ofreciendo una alternativa viable y sostenible frente a los desafíos del cambio climático y la creciente demanda de alimentos de calidad en el mercado.

4.5 Comparación de Características, Ventajas y Desventajas

Para evaluar el nivel de innovación del producto mínimo viable (PMV) en relación con las tecnologías existentes, se ha desarrollado un análisis comparativo que permite identificar sus ventajas y limitaciones. Este análisis se basa en una comparación entre los métodos convencionales de gestión del agua y la solución propuesta, evidenciando los avances en términos de eficiencia hídrica, impacto productivo y accesibilidad tecnológica.

El PMV incorpora tres elementos clave que representan una mejora significativa en la gestión del recurso hídrico en la agricultura: tanques de almacenamiento de agua Rotoplas, un sistema de riego por goteo tecnificado y sensores de humedad con tecnología IoT. Estos componentes han sido seleccionados por su durabilidad, eficiencia y capacidad de optimización del consumo de agua, aspectos fundamentales para la sostenibilidad del modelo agrícola en Sicaya.

Desde una perspectiva de innovación, los tanques Rotoplas han sido diseñados para garantizar la resistencia en entornos rurales, ofreciendo una solución de almacenamiento modular y adaptable a las necesidades de cada agricultor. En comparación con los reservorios

tradicionales, estos tanques permiten una mejor conservación del agua y reducen la evaporación. El sistema de riego por goteo, por su parte, presenta una mejora en eficiencia hídrica de hasta un 50% en comparación con los métodos tradicionales de riego por inundación, asegurando un suministro uniforme y reduciendo el desperdicio de agua. Finalmente, los sensores de humedad integrados con tecnología IoT proporcionan información en tiempo real sobre el estado del suelo, lo que permite tomar decisiones de riego basadas en datos precisos, evitando tanto el riego excesivo como la sequedad extrema.

Desde la perspectiva de ventaja competitiva, el PMV no solo reduce el consumo de agua en hasta un 50%, sino que también aumenta el rendimiento agrícola al garantizar un riego óptimo en cada etapa del cultivo. Además, la incorporación de monitoreo automatizado y almacenamiento eficiente permite a los agricultores mantener la producción incluso en los meses de sequía, mejorando su estabilidad económica.

A continuación, se presenta una tabla comparativa que destaca las diferencias entre las tecnologías existentes y la solución propuesta, evidenciando sus ventajas y desventajas en términos de implementación y operación.

Tabla 4

Ventajas y Desventajas

Componente	Tecnología existente	Solución propuesta	Ventajas	Desventajas
Tanques Rotoplas	Polietileno de alta densidad (HDPE)	Diseños modulares de mayor capacidad	Durabilidad, almacenamiento compacto	Requiere limpieza periódica
Riego por goteo	Sistemas convencionales (Netafim)	Incorporación de microcontroladores	Precisión en la entrega de agua	Costos de implementación inicial altos
Sensores de humedad	Resistivos y capacitivos económicos	Sensores con integración IoT	Monitoreo remoto y en tiempo real	Dependencia de infraestructura tecnológica

4.6 Propuesta de Valor

La propuesta de valor presentada en el lienzo de la figura (4) refleja una estrategia integral e innovadora que busca optimizar la gestión de la producción agrícola en Sicaya, asegurando el acceso sostenible al agua y mejorando la calidad de los cultivos. Esta propuesta se estructura en función de las necesidades y expectativas de los agricultores, las exigencias del mercado y la estabilidad de la oferta de productos agrícolas, alineándose con un enfoque de sostenibilidad y resiliencia frente a los desafíos climáticos y económicos.

Desde la perspectiva del agricultor, el valor agregado radica en la implementación de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, complementados con tecnología de riego por goteo tecnificado y sensores de humedad IoT. Estas soluciones permiten reducir la dependencia de las lluvias estacionales y mejorar la eficiencia en el uso del agua, optimizando la producción durante todo el año. Asimismo, se promueve el acceso a líneas de crédito y financiamiento especializado, facilitando la adquisición de insumos y herramientas tecnológicas que incrementen la productividad. Adicionalmente, la propuesta incorpora capacitaciones técnicas en optimización de sembríos y manejo eficiente del agua, asegurando que los agricultores adopten mejores prácticas agrícolas para incrementar la calidad y cantidad de sus cultivos.

Sin embargo, se identifican diversas frustraciones que afectan a los productores, tales como el uso de agua contaminada en los cultivos, el incremento de los costos de insumos agrícolas y la inflación en el mercado, que limita su rentabilidad. Estas problemáticas resaltan la necesidad de brindar soluciones que garanticen la seguridad hídrica, reduzcan la dependencia de fuentes de agua no tratadas y permitan estabilizar los costos de producción. La implementación de infraestructura hídrica sostenible y la adopción de sistemas de monitoreo del consumo de agua contribuirán significativamente a mitigar estos desafíos.

Desde la perspectiva del consumidor, la propuesta de valor se centra en la garantía de productos agrícolas de alta calidad y libres de contaminación, con una oferta estable y a precios accesibles. Los clientes valoran la capacidad de abastecimiento continuo durante todo el año, lo que reduce la variabilidad de precios y evita fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de productos esenciales como papa, maíz y hortalizas. Entre los principales beneficios percibidos por los consumidores se encuentran la seguridad alimentaria, el acceso a productos cultivados de manera sostenible y la estabilidad en los precios, factores que fortalecen la confianza y fidelización en el mercado.

No obstante, los consumidores también enfrentan frustraciones relacionadas con la posible contaminación de los productos agrícolas, la reducción en la oferta de alimentos de primera necesidad y el impacto de la inflación en el costo de vida. La narrativa de la propuesta de valor busca abordar estas preocupaciones mediante la implementación de protocolos de certificación y trazabilidad, asegurando que los productos comercializados cumplan con estándares de calidad y sean cultivados con agua limpia y segura.

En conjunto, esta propuesta de valor articula esfuerzos entre agricultores, entidades financieras y consumidores para establecer un ecosistema productivo sostenible, en el que se optimicen los recursos, se minimicen los riesgos y se garantice la estabilidad en la oferta agrícola. La combinación de soluciones tecnológicas, capacitación y acceso a financiamiento posiciona este modelo como un referente en la innovación para la agricultura rural, promoviendo un impacto positivo tanto en la rentabilidad de los productores como en la satisfacción de los clientes finales.

Figura 7

Lienzo de la Propuesta de Valor del Negocio



4.7 Producto Mínimo Viable (PMV)

Luego de las iteraciones sucesivas llegó a formularse un producto mínimo viable, el mismo que presenta las especificaciones siguientes:

- Instalación de tanques Rotoplas: Se instalarán dos tanques Rotoplas de 2,500 litros cada uno, equipados con válvulas de llenado tipo sin fin, multiconectores con válvula esférica, flotadores, jarros de aire roscados y filtros de sedimentos para garantizar la eficiencia en el almacenamiento y suministro de agua.
- Techo de diseño angular: Se implementará un techo con forma angular, diseñado para facilitar la recolección de agua de lluvia, canalizándola hacia una cuneta para su aprovechamiento.

Figura 8

Parte Principal del Producto Mínimo Viable



- Sistema de riego por goteo: Se instalará un sistema automático de riego por goteo, utilizando mangueras de $\frac{1}{2}$ pulgada y tubos de distribución de $\frac{1}{4}$ de pulgada para una irrigación eficiente y controlada.

Figura 9

Componente de Riego por Goteo del Producto Mínimo Viable



- Medidores de consumo de agua: Se colocarán medidores de agua de chorro cruzado con tecnología de chorro único para monitorear y registrar el uso de agua de manera precisa.

Figura 10

Medidor de Consumo de Agua del Producto Mínimo Viable



- Sensor de humedad del suelo: Se implementará un sensor de humedad que, conectado al sistema de riego por goteo, activará el riego automáticamente cuando el nivel de humedad del suelo sea inferior al 70%, considerando suelo húmedo entre el 70% y el 100%.

Figura 11

Sensores de Humedad del Suelo del PMV



El prototipo desarrollado consiste en identificar y captar agricultores del distrito de Sicaya que están dispuestos a invertir en reservorios de agua y sistemas de riego tecnificado. La propuesta contempla que estos productores destinen un espacio de terreno para instalar

una planta propia que permita captar el agua de lluvia, almacenarla en tanques y distribuirla eficientemente hacia sus sembríos. Además, se busca evaluar los beneficios en la calidad de los productos postcosecha, así como elaborar un plan de venta que contribuya a recuperar la confianza del cliente y mejorar el posicionamiento del agricultor en el mercado.

Como empresa nos encontramos es la búsqueda de mitigar o solucionar el dolor por la falta de agua de riego de los agricultores en el distrito de Sicaya, durante los meses mayo - agosto, a través de reservorios de agua y riego tecnificado logrando la eficiencia operativa en la producción de Choclo, maíz, papa, zanahoria; con la finalidad de que sus productos sean de calidad y nuestro volumen de producción sean competitivos en el mercado.

Con la integración de los pobladores y agricultores de Sicaya, bajo una clara capacitación de optimización de agua a través del riego por goteo durante la captación de agua de las lluvias, podremos producir sembríos de calidad durante los meses donde no se presenten las lluvias en provincias, la cual será muy beneficioso para los agricultores obteniendo gran rentabilidad y fidelizando a los clientes que en algún momento dieron por no comprar los productos producidos en Sicaya durante estos meses de sequía.

4.8 Resumen del Capítulo

El capítulo 4 presentó el diseño del producto mínimo viable (PMV) propuesto para enfrentar la problemática de la escasez de agua en la agricultura de Sicaya. La propuesta de valor se fundamenta en un sistema integrado de captación y almacenamiento de agua de lluvia, combinado con tecnologías de riego tecnificado y sensores de humedad del suelo. Este enfoque busca optimizar el uso del agua disponible, garantizando el suministro en las épocas de sequía y mejorando la productividad agrícola.

Desde la concepción del producto, se planteó la implementación de tanques Rotoplas con capacidad de 5,000 litros, adaptados a la realidad de los pequeños agricultores. A través de un sistema de canalización eficiente, el agua de lluvia captada es almacenada y utilizada

estratégicamente durante los meses críticos. Paralelamente, el sistema de riego por goteo y la incorporación de sensores de humedad permiten una distribución eficiente del recurso hídrico, asegurando un suministro controlado según las necesidades de los cultivos. Esta combinación tecnológica reduce el desperdicio de agua y mejora la calidad del suelo, impactando positivamente en la producción agrícola de la región.

El carácter innovador del PMV fue justificado mediante el Manual de Oslo (OECD, 2018), evidenciando su aporte en cuatro dimensiones clave: innovación de producto, innovación de proceso, innovación organizacional e innovación de marketing. La captación y almacenamiento de agua de lluvia representa una innovación en producto, al introducir una alternativa eficiente y sostenible a los métodos tradicionales de riego. A nivel de procesos, la automatización del riego a través de sensores y la optimización del almacenamiento de agua mejoran significativamente la gestión hídrica en la agricultura. En términos organizacionales, el proyecto promueve la autonomía de los agricultores mediante capacitaciones técnicas y modelos de autogestión del recurso hídrico. Finalmente, desde una perspectiva de marketing, la certificación de cultivos como “producidos con agua de lluvia” fortalece la competitividad de los productos agrícolas en mercados especializados.

El análisis comparativo entre las tecnologías existentes y el PMV mostró sus ventajas competitivas en términos de eficiencia hídrica, impacto productivo y accesibilidad tecnológica. A diferencia de los métodos tradicionales de riego, el sistema propuesto optimiza el uso del agua, reduciendo la dependencia de fuentes hídricas contaminadas y permitiendo un abastecimiento estable durante todo el año. No obstante, también se identificaron desafíos relacionados con el costo inicial de implementación y la necesidad de financiamiento para su adopción masiva.

En conclusión, el PMV representa una solución innovadora, sostenible y replicable para abordar la escasez de agua en Sicaya. Su enfoque integral no solo mejora la

disponibilidad de agua y la eficiencia en el riego, sino que también fortalece la resiliencia agrícola y promueve un desarrollo económico más estable en la región. La escalabilidad del modelo permite su aplicación en otras comunidades con condiciones similares, consolidándose como una estrategia viable frente a los desafíos del cambio climático y la seguridad alimentaria.



Capítulo V. Modelo de Negocio

El desarrollo de un modelo de negocio es esencial para estructurar de manera clara cómo una organización genera, entrega y captura valor dentro de un entorno específico (Osterwalder et al., 2011). Este enfoque permite comprender las dinámicas operativas de una solución y proyectar su sostenibilidad en el tiempo. Asimismo, proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, comerciales y financieras. En este capítulo se presenta el modelo de negocio propuesto para el proyecto Contrasequía, diseñado a partir del conocimiento profundo del usuario y de las características del contexto agrícola del distrito de Sicaya. El modelo busca responder de forma efectiva a las necesidades identificadas durante el proceso de investigación, integrando componentes tecnológicos, sociales y económicos. Se expone, además, la lógica de funcionamiento del servicio, su estructura de ingresos, canales de distribución y alianzas clave.

Finalmente, se justifica la viabilidad técnica y comercial del modelo, así como su capacidad de escalar a otras zonas rurales con características similares. La propuesta demuestra flexibilidad y potencial de adaptación frente a los desafíos del cambio climático y las limitaciones estructurales del sector. De este modo, se valida su sostenibilidad en el mediano y largo plazo, consolidándose como una solución replicable y de alto impacto.

5.1 Lienzo del Modelo de Negocio

El modelo de negocio presentado se centra en resolver el problema crítico de la escasez de agua para riego agrícola en el distrito de Sicaya, abordando la necesidad de incrementar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la productividad agrícola durante las temporadas de sequía. Este modelo está diseñado con un enfoque integral que considera tanto la sostenibilidad ambiental como el beneficio social y económico de los agricultores. A continuación, se detalla cada componente clave:

1. Asociaciones Claves: El modelo se apoya en alianzas estratégicas con entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales (ONG) y proveedores de tecnología agrícola. Estas asociaciones permiten fortalecer la propuesta de valor, facilitando la articulación con actores clave del ecosistema agrícola. Son fundamentales para obtener financiamiento, acceder a tecnologías avanzadas y promover la adopción de prácticas sostenibles entre los agricultores del distrito de Sicaya.

2. Actividades Claves: Las actividades principales incluyen la instalación de reservorios de agua y sistemas de riego tecnificado, como riego por goteo. También se enfoca en la capacitación de los agricultores para el manejo eficiente del agua y el uso de tecnologías modernas. Además, se realiza un monitoreo constante de los indicadores de impacto, como el aumento en la producción y la mejora de la calidad de los cultivos.

3. Problema Identificado: El modelo aborda la escasez de agua para riego durante los meses secos, comprendidos entre mayo y agosto, una de las principales limitaciones del sector agrícola en Sicaya. Asimismo, responde a la ineficiencia de los sistemas de riego tradicionales, los cuales reducen significativamente los rendimientos de los cultivos. Esta problemática impacta de forma directa en los ingresos de los agricultores y en la calidad final de los productos que ofrecen al mercado.

4. Relaciones: El modelo propone establecer relaciones de confianza con los agricultores mediante un acompañamiento técnico constante y soporte especializado en el uso de las tecnologías implementadas. Esta estrategia busca fortalecer la apropiación de las soluciones por parte de los usuarios y garantizar su aplicación efectiva en el campo. Además, se promueve la creación de comunidades agrícolas colaborativas, donde los agricultores puedan intercambiar conocimientos, experiencias y buenas prácticas para mejorar sus resultados.

5. Segmento: El segmento objetivo está conformado por pequeños y medianos agricultores del distrito de Sicaya, cuya principal fuente de ingreso es la actividad agrícola. Estos

productores suelen enfrentar restricciones económicas, limitaciones tecnológicas y casos de acceso a infraestructura hídrica adecuada. Por ello, representan un grupo altamente vulnerable, pero con alto potencial de impacto si se les proporciona una solución accesible, eficiente y adaptada a sus necesidades productivas.

6. Propósito: El propósito central del modelo es garantizar la disponibilidad de agua para riego durante todo el año, promoviendo así la sostenibilidad de la actividad agrícola en el distrito de Sicaya. Esta continua disponibilidad del recurso hídrico permitirá enfrentar los efectos negativos de la estacionalidad y del cambio climático en la producción agrícola. Con ello, se busca mejorar los rendimientos de los cultivos, incrementar los ingresos de los agricultores y fortalecer la seguridad alimentaria de la comunidad local.

7. Propuesta de Valor: La propuesta de valor combina tecnologías accesibles y eficientes, como reservorios de agua, riego por goteo y sistemas de monitoreo de humedad del suelo. Además, se ofrece capacitación y soporte técnico continuo para garantizar el éxito en la adopción de estas soluciones. Esto permite una producción agrícola de calidad, incluso en los meses de sequía, generando confianza en los clientes y rentabilidad para los agricultores.

8. Recursos Claves: Los recursos principales del modelo incluyen diversos componentes tecnológicos, tales como tanques Rotoplas, sistemas de riego tecnificado y sensores de humedad. Estos elementos son fundamentales para garantizar una gestión eficiente y sostenible del recurso hídrico en los cultivos. Asimismo, se considera clave el conocimiento técnico para la instalación y mantenimiento de los sistemas, así como el acceso a líneas de crédito o financiamiento que permitan a los agricultores invertir en estas soluciones.

9. Canales: El modelo emplea canales directos para llegar a los agricultores del distrito de Sicaya, priorizando el contacto cercano y la transferencia efectiva de conocimientos. Entre estos canales se incluyen talleres de capacitación, demostraciones prácticas en campo y comunicación personalizada, que permiten una comprensión adecuada del uso de las

tecnologías propuestas. Además, se distribuyen materiales educativos y se ofrece soporte técnico presencial para asegurar una correcta adopción y aplicación de los sistemas instalados.

10. Estructura de Costos: La estructura de costos del modelo contempla principalmente la adquisición e instalación de tecnologías de riego, tales como tanques, tuberías y sensores de humedad. También se incluyen los costos asociados a la capacitación de los agricultores, necesarios para garantizar un uso eficiente y sostenible de las soluciones implementadas. A ello se suman los gastos de mantenimiento, monitoreo continuo y evaluación de resultados, esenciales para asegurar la operatividad y efectividad del modelo a largo plazo.

11. Métricas de Impacto: Las métricas clave para evaluar el impacto del modelo incluyen el incremento en la productividad agrícola y la reducción del consumo de agua por hectárea cultivada. También se monitorea el aumento en los ingresos de los agricultores y el nivel de satisfacción de los clientes finales respecto a la calidad de los productos. Asimismo, se mide el grado de adopción de tecnologías y la implementación de prácticas sostenibles, como indicadores de cambio conductual y transformación del sistema productivo.

12. Fuentes de Ingreso: Las fuentes de ingreso del modelo provienen de la venta e instalación de sistemas de riego tecnificado, así como de los servicios de capacitación y acompañamiento técnico brindados a los agricultores. Estos ingresos son complementados por recursos financieros provenientes de subvenciones, convenios y programas de financiamiento promovidos por entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. Esta combinación permite asegurar la sostenibilidad financiera del modelo y su escalabilidad en otras regiones con características similares.

Este modelo de negocio integra tecnologías modernas, capacitación técnica y un enfoque participativo con los agricultores, proporcionando una solución sostenible y eficiente para el problema de la escasez de agua en Sicaya. Su diseño está alineado con los objetivos

de sostenibilidad ambiental y desarrollo económico, asegurando su impacto positivo en la comunidad agrícola. La visualización del modelo de negocio de **CONTRASEQUIA** se realiza utilizando la herramienta **Business Model Canvas**, desarrollada por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur en su obra *Generación de Modelos de Negocio* (2011). Es importante destacar que el Business Model Canvas ofrece una representación instantánea del modelo de negocio en un punto específico del proceso de aprendizaje, pero no se considera definitiva, ya que puede modificarse para adaptarse a cambios en el contexto (Jurado et al., 2021). En la **Figura 12** se muestra el lienzo Business Model Canvas para **CONTRASEQUIA**, donde se destaca su propuesta de valor integrada: Captación de agua en tanques Rotoplas más riego tecnificado a través de sensores de humedad. Esta propuesta no solo aporta beneficios a los usuarios objetivos, sino que también contribuye a que puedan contar con agua en épocas de sequía o estiaje para que continúen con sus sembríos y estos sean de calidad (ver figura 5).

Figura 12

Lienzo del Modelo de Negocio

Modelo de Negocio				
ASOCIACIONES CLAVES	ACTIVIDADES CLAVES	PROBLEMA IDENTIFICADO	RELACIONES	SEGMENTO
<p>Inversionista</p> <p>Proveedores Nacionales con líneas de financiamiento a 45 días para el equipamiento.</p> <p>Proveedores Locales y distribuidores.</p> <p>Entes financieros - líneas de crédito.</p> <p>ONG, programas del estado (municipalidad de Sicaya)</p>	<p>Cadena de captación y atención a los clientes</p> <p>Gestión innovadora para la implementación de como captar el agua de riego.</p> <p>Gestión de márketing y publicidad</p> <p>Procesos de planificación y compras</p> <p>Procesos Logísticos</p> <p>Equipo de estándares de calidad</p>	<p>Problemas de riego durante los meses de sequía por la carencia de agua de lluvia desde Mayo a Agosto</p> <hr/> <p>PROPÓSITO</p> <p>Captar el agua de lluvia, para que durante las épocas de sequía se cuente con agua para el riego de sus sembríos y ya no se use el agua de río (aguas servidas).</p> 	<p>Sistema de base de datos (números telefónicos)</p> <p>Comunicación directa e indirecta</p> <p>Asistencia de mejoras de riego y sembríos</p> <p>Servicio al cliente (soporte, sugerencias, consultas)</p>	<p>Agricultores del Sicaya, Valle el Mantaro, departamento de Junín, interesados en mejorar la calidad de sus cultivos y que estos sean durante todo el año.</p>  
	<p>RECURSOS CLAVES</p> <p>Capacidades del personal - Gestión de talento humano.</p> <p>Buen Clima laboral</p> <p>Reconocimiento de los trabajadores</p> <p>Crear pasión y compromiso de los trabajadores</p> <p>Instalaciones con el equipamiento para la implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia, regieo tecnificado por goteo y sensores de humedad</p> <p>Redes sociales y página web</p> <p>Servicio al Cliente (Soporte técnico)</p>	<p>PROPUESTA DE VALOR</p> <p>Mitigar los efectos de la sequía (falta de lluvia) en los meses mayo - agosto.</p> <p>Captación de agua de lluvia</p> <p>Sistemas de riego tecnificado y sensores de humedad</p> <p>Sembríos durante todo el año</p> <p>Promover la educación de cómo mejorar sus sembríos (calidad)</p>	<p>CANALES</p> <p>Ventas en Internet</p> <p>Tienda de ventas del proyecto en Sicaya</p> <p>Equipo Comercial</p> <p>Redes sociales</p> <p>Boca a boca</p>	
<p>ESTRUCTURA DE COSTOS</p> <p>Costos Fijos: Costo del personal, Costos administrativos, Alquileres de inmueble (oficinas y almacenes) Pago de cuota de préstamos, Responsabilidad social y medio ambiente, promoción y publicidad.</p> <p>Costos Variables: Compra de Materia Prima (adquisición de activos), Participación de utilidades, Servicios (Agua, luz, Internet), Costos de transporte + fletes (Gastos de movilidad)</p>		<p>MÉTRICAS DE IMPACTO</p> <p>Sembríos durante todo el año</p> <p>Incremento de ventas por productos de calidad (precios justos)</p>	<p>FUENTES DE INGRESO</p> <p>Ventas de paquetes: instalación del sistema de captación de agua de lluvia.</p> <p>Ventas de paquetes: sistema de riego por goteo y sensores de humedad</p> <p>Ventas por servicios complementarios (mantenimiento)</p>	

5.2 Viabilidad del Modelo de Negocio

El análisis financiero presentado demuestra claramente la viabilidad y el atractivo del proyecto, respaldado por proyecciones sólidas y un manejo eficiente de los recursos financieros. En primer lugar, el Valor Actual Neto (VAN) asciende a S/ 2,679,771.99, lo cual indica que el proyecto no solo recupera la inversión inicial de S/ 185,350, sino que genera un valor significativo adicional para los accionistas. Este resultado es una clara señal de que el proyecto excede el costo de oportunidad del capital, reflejado en el WACC de 12.66%, y confirma su capacidad para proporcionar retornos altamente atractivos.

Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 303.02% sobresale por estar muy por encima del WACC, lo que demuestra un margen considerable para manejar riesgos sin comprometer la rentabilidad. Esta alta rentabilidad es un indicador contundente de la capacidad del proyecto para generar beneficios consistentes a largo plazo, posicionándolo como una inversión financieramente sólida.

El flujo de caja libre proyectado (Ver Tabla) muestra una tendencia creciente a lo largo del horizonte temporal. A pesar de un flujo negativo en el primer año debido a la inversión inicial, los flujos se tornan positivos a partir de 2025, alcanzando S/ 1,171,622 en 2029. Este crecimiento constante no solo asegura la recuperación temprana de la inversión, sino que también garantiza liquidez suficiente para reinvertir o distribuir ganancias, fortaleciendo aún más la posición del proyecto.

Adicionalmente, los ingresos proyectados presentan un crecimiento sostenido, aumentando de S/ 1,455,000 en 2024 a S/ 2,710,437 en 2029. Este incremento es el resultado de una demanda robusta y de una operación eficiente que logra mantener los costos bajo control. Los costos, aunque crecen moderadamente en el tiempo, se mantienen proporcionales al incremento de los ingresos, permitiendo márgenes brutos saludables y sostenibles.

Tabla 2*Flujo de Caja Libre, Escenario Esperado*

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Total Ingresos		1,455,000	1,911,009	2,232,106	2,318,509	2,710,437
Costos		-632,283	-770,812	-849,978	-844,245	-927,824
Margen Bruto		822,718	1,140,197	1,382,129	1,474,263	1,782,613
Gastos fijos - Administrativos		-125,550	-125,550	-125,550	-125,550	-125,550
EBITDA		697,168	1,014,647	1,256,579	1,348,713	1,657,063
Amortización de inversiones		-3,500	-3,500	-3,500	-3,500	-3,500
Depreciación		-8,000	-8,000	-8,000	-8,000	-8,000
EBIT		685,668	1,003,147	1,245,079	1,337,213	1,645,563
Impuestos		-202,272	-295,928	-367,298	-394,478	-485,441
Depreciación y amort		11,500	11,500	11,500	11,500	11,500
NOPAT		494,896	718,719	889,281	954,235	1,171,622
Inversión Inicial	-185,350					
FCF	-185,350	494,896	718,719	889,281	954,235	1,171,622
Préstamo	111,210					
Pago de Intereses		-22,657	-19,635	-15,997	-11,617	-6,346
Escudo fiscal de los intereses		6,684	5,792	4,719	3,427	1,872
Amortizaciones de préstamos		-14,835	-17,857	-21,496	-25,875	-31,147
Flujo de caja del accionista (FCA)	-74,140	464,087	687,019	856,507	920,170	1,136,001
Utilidad Neta		467,422	693,376	866,503	934,545	1,155,648

El EBITDA del proyecto crece de manera significativa, reflejando una gestión operativa eficiente y un enfoque en maximizar los beneficios antes de impuestos y depreciaciones. Este crecimiento refuerza la capacidad del modelo para generar valor a partir de sus operaciones principales, sin depender de factores externos.

El financiamiento inicial a través de un préstamo está estructurado de manera eficiente, con amortizaciones y pagos de intereses progresivos que minimizan la presión financiera en los primeros años. Además, el escudo fiscal asociado al pago de intereses contribuye a reducir la carga tributaria, optimizando el flujo de caja disponible para los accionistas.

En conjunto, los resultados financieros indican que el proyecto no solo es viable, sino que tiene un alto potencial para generar retornos significativos y sostenibles a lo largo del tiempo. La combinación de un VAN positivo, una TIR excepcionalmente alta y flujos de caja crecientes respaldan la aprobación del proyecto, confirmando que representa una oportunidad rentable y financieramente atractiva. Estos elementos posicionan al proyecto como una inversión estratégica que contribuye al desarrollo económico y a la generación de valor a largo plazo.

5.3 Escalabilidad / Exponencialidad del Modelo de Negocio

El modelo de negocio propuesto presenta un alto potencial de escalabilidad y crecimiento exponencial debido a su enfoque innovador, replicable y adaptable a diversas regiones agrícolas del Perú y otros países con problemáticas similares. Su viabilidad se sustenta en evidencias técnicas y estudios de organismos internacionales que validan su impacto en la gestión eficiente del agua y la mejora de la productividad agrícola.

El modelo se fundamenta en la captación de agua de lluvia y su almacenamiento, el uso de sistemas de riego tecnificado y la incorporación de sensores de humedad IoT, lo que permite optimizar el uso del recurso hídrico y garantizar la continuidad de la producción agrícola en épocas de sequía. Su escalabilidad se basa en factores clave como la replicabilidad geográfica, el crecimiento de la base de usuarios, la adaptabilidad tecnológica, el efecto red, la sostenibilidad financiera, el impacto social y ambiental, y la integración de herramientas digitales.

El problema de la escasez de agua afecta a múltiples regiones del Perú, especialmente a las zonas andinas donde la agricultura depende en gran medida de las lluvias estacionales. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2023), el 80% del agua del país se destina a la agricultura, pero su distribución es ineficiente. La implementación de reservorios, sistemas de

riego por goteo y sensores de humedad permite replicar el modelo en zonas con condiciones climáticas y geográficas similares, como Cajamarca, Huancavelica, Cusco y Apurímac.

Además, el 28% de la población económicamente activa está vinculada al sector agrícola, la mayoría de ellos pequeños y medianos agricultores que requieren tecnologías para mejorar su productividad (INEI, 2017). Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2022), el uso de riego tecnificado puede incrementar la productividad agrícola hasta en un 50%, lo que hace que el modelo sea altamente atractivo para nuevos usuarios.

La modularidad de los sistemas implementados permite ajustarse a diferentes tamaños de terrenos y tipos de cultivos. Según la FAO (2022), las soluciones tecnológicas aplicadas a la agricultura pueden reducir el consumo de agua en un 30%, optimizando la eficiencia del riego sin afectar la producción. Además, la adopción del sistema por un grupo inicial de agricultores genera confianza en otros, impulsando una expansión orgánica del modelo. Según estudios del Banco Mundial (2023), los proyectos agrícolas sostenibles logran una adopción más rápida a medida que más usuarios experimentan sus beneficios. Esto reduce los costos de adquisición de nuevos clientes y acelera la implementación a mayor escala.

La viabilidad del modelo se fortalece a través de alianzas estratégicas con instituciones financieras, fondos de inversión de impacto y programas gubernamentales. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021), el acceso a financiamiento es un factor clave para la expansión de tecnologías agrícolas en comunidades rurales. La inclusión de esquemas de financiamiento y líneas de crédito permite que más agricultores accedan a estas soluciones sin que el costo inicial sea una barrera.

El impacto social del modelo es significativo, ya que no solo incrementa la productividad agrícola, sino que también reduce la vulnerabilidad de los agricultores frente al cambio climático y garantiza la seguridad alimentaria en comunidades rurales. Según la FAO (2022), los proyectos agrícolas sostenibles contribuyen directamente a la reducción de la

pobreza y la estabilidad económica en regiones agrícolas. Además, el uso eficiente del agua disminuye la presión sobre las fuentes hídricas tradicionales, favoreciendo la sostenibilidad ambiental (Banco Mundial, 2023).

La posibilidad de integrar herramientas digitales, como aplicaciones móviles para el monitoreo del riego y la gestión del agua, amplifica el impacto del modelo. Según un informe de la FAO (2022), la digitalización de la agricultura permite acelerar la adopción de tecnologías y escalar su impacto a gran escala, facilitando su aplicación en diversas regiones.

El modelo de negocio se analiza bajo la estructura de ExO CANVAS, lo que permite evaluar su escalabilidad y crecimiento exponencial a través de diferentes elementos.

El propósito masivo transformador (MTP) del proyecto es garantizar el acceso sostenible al agua en la agricultura, mejorando la productividad y la resiliencia climática. Para ello, se han diseñado interfaces como sensores IoT y plataformas digitales para monitoreo de riego, junto con dashboards que muestran indicadores clave sobre el uso del agua y la producción agrícola. La experimentación del modelo se lleva a cabo mediante pruebas piloto en Sicaya, permitiendo ajustes y optimización antes de su expansión a otras regiones.

El modelo está diseñado para operar con autonomía, capacitando a los agricultores en la gestión descentralizada del recurso hídrico y permitiendo que administren el sistema de manera independiente. La interacción social se fomenta a través de la colaboración entre comunidades agrícolas, promoviendo el uso compartido del conocimiento y la tecnología. En términos de recursos, se apuesta por el alquiler de activos en lugar de la compra, facilitando el acceso a la infraestructura necesaria para la captación de agua y el riego tecnificado.

Desde la perspectiva de multilateralidad, se integran productores, entidades financieras y organismos de apoyo al desarrollo rural para garantizar la sostenibilidad del modelo. Además, el engagement con los agricultores se fortalece mediante incentivos y

certificaciones que promueven la adopción del sistema. A nivel de automatización, los algoritmos de los sensores IoT optimizan el riego en función de las condiciones del suelo, reduciendo el desperdicio de agua y aumentando la eficiencia operativa. Finalmente, las técnicas de apalancamiento exponencial incluyen la digitalización del sistema, la diversificación de fuentes de financiamiento y la expansión territorial del modelo.

Tabla 3

Matriz ExO Canvas

Categoría	Descripción en el Modelo
Propósito Masivo Transformador (MTP)	Garantizar el acceso sostenible al agua en la agricultura, mejorando la productividad y la resiliencia climática.
Interfaces	Implementación de sensores IoT y plataformas digitales para monitoreo de riego y consumo de agua.
Dashboards	Paneles de control con indicadores clave de eficiencia hídrica, productividad agrícola y estado de los cultivos.
Experimentación	Desarrollo de pruebas piloto en Sicaya para evaluar el impacto del sistema y optimizar el modelo antes de su expansión.
Autonomía	Modelo autogestionado por agricultores con capacitación y asistencia técnica descentralizada, promoviendo la independencia operativa.
Social	Creación de redes de colaboración entre comunidades agrícolas para compartir conocimientos y experiencias en la optimización del riego.
Alquiler de Activos	Infraestructura de captación y almacenamiento de agua mediante esquemas de financiamiento accesibles para pequeños agricultores.
Multilateralidad	Integración de productores, instituciones financieras, gobiernos y organismos internacionales para fortalecer la implementación y sostenibilidad del modelo.
Engagement	Desarrollo de incentivos y certificaciones para agricultores que adopten prácticas de gestión eficiente del agua, asegurando mayor visibilidad en el mercado.
Algoritmos	Uso de sensores de humedad con sistemas automatizados de riego que optimizan el consumo de agua en función de las condiciones del suelo.
Técnicas de Apalancamiento Exponencial (SCALE)	Digitalización del modelo con herramientas de monitoreo remoto, acceso a financiamiento, alianzas estratégicas y expansión territorial mediante acuerdos con entidades gubernamentales y privadas.

El modelo de negocio propuesto es altamente escalable y con potencial de crecimiento exponencial, ya que responde a una problemática global con soluciones tecnológicas

adaptables y replicables en distintos entornos agrícolas. La evidencia de organismos como la FAO, el Banco Mundial y la ANA respalda su viabilidad, destacando su impacto en la seguridad hídrica, la eficiencia en el riego y la estabilidad económica de los agricultores.

El proyecto, que inicialmente se implementará en Sicaya, Valle del Mantaro, tiene el potencial de expandirse a otras regiones del Perú como Cajamarca, Huancavelica, Cusco y Apurímac, donde los agricultores enfrentan condiciones similares de escasez de agua y dependencia estacional de las lluvias. Su escalabilidad se ve impulsada por la capacidad de adaptación de las tecnologías utilizadas, la replicabilidad del modelo y la incorporación de herramientas digitales que permiten su expansión a gran escala.

El crecimiento exponencial del modelo se ve impulsado por el efecto rojo, el cual facilita su adopción progresiva a medida que más agricultores experimentan sus beneficios. Esta dinámica genera un entorno favorable para la difusión del conocimiento y la replicabilidad del sistema en distintas zonas agrícolas. Además, su enfoque integral basado en la sostenibilidad financiera, el impacto social y la eficiencia ambiental lo convierte en una alternativa atractiva para inversionistas, gobiernos y organismos de cooperación internacional interesados en promover el desarrollo agrícola sostenible.

El modelo presenta una estructura modular y adaptable que le permite ajustarse a distintos contextos agrícolas, especialmente en zonas rurales con limitaciones hídricas. Esta flexibilidad le otorga el potencial de transformar la forma en que los pequeños agricultores gestionan el agua y optimizan sus procesos de producción. En consecuencia, se consolida como una solución escalable, disruptiva y de alto impacto en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural sostenible.

5.4 Sostenibilidad del Modelo de Negocio

El modelo de negocio presentado destaca por su sostenibilidad, no solo desde un punto de vista económico, sino también social y ambiental. Está diseñado para garantizar beneficios duraderos para los agricultores, las comunidades locales y el medio ambiente, alineándose con los principios del desarrollo sostenible. Además, este enfoque se justifica mediante su contribución directa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente al ODS 6: Agua limpia y saneamiento y al ODS 12: Producción y consumo responsables.

Desde una perspectiva económica, el modelo asegura una operación rentable y sostenible a lo largo del tiempo. Los flujos de caja proyectados muestran un crecimiento constante y sólido, asegurando la recuperación de la inversión inicial y generando excedentes que pueden reinvertirse en la mejora de las operaciones o distribuirse entre los accionistas. La implementación de tecnologías eficientes, como el riego por goteo y los sistemas de captación de agua de lluvia, garantiza una mayor productividad agrícola mientras se reducen costos operativos y el desperdicio de recursos. Este equilibrio entre ingresos y costos posiciona al modelo como financieramente sostenible, incluso frente a posibles fluctuaciones económicas.

Desde una perspectiva social, el modelo genera un impacto positivo al mejorar los ingresos de los agricultores y garantizar la seguridad alimentaria en las comunidades locales. Al proporcionar capacitación en técnicas de riego sostenible y gestión del agua, se empodera a los agricultores para adoptar prácticas más eficientes y resilientes frente al cambio climático. Esto no solo mejora la calidad de vida de las familias agrícolas, sino que también fortalece las economías locales al garantizar una oferta constante de productos agrícolas de calidad durante todo el año. Estas acciones se alinean con el ODS 12, al promover prácticas

de producción responsables que optimizan el uso de los recursos naturales y minimizan el impacto ambiental.

En el ámbito ambiental, el modelo prioriza el uso eficiente del agua, un recurso crítico y cada vez más escaso en regiones como Sicaya. La instalación de reservorios y sistemas de riego tecnificado no solo reduce la dependencia de fuentes hídricas tradicionales, sino que también mitiga el impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua. Estas acciones contribuyen directamente al ODS 6, al garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua para las actividades agrícolas. Además, el modelo fomenta la conservación de suelos al evitar el riego excesivo, lo que a su vez mejora la salud del ecosistema agrícola y reduce la degradación ambiental.

Finalmente, la sostenibilidad del modelo también se refuerza mediante alianzas estratégicas con entidades gubernamentales, ONG y el sector privado, garantizando acceso a recursos financieros y técnicos para su implementación y expansión. Este enfoque colaborativo asegura que las soluciones sean escalables y replicables en otras regiones con problemas similares, amplificando el impacto social, económico y ambiental del modelo. En conclusión, la sostenibilidad del modelo de negocio radica en su capacidad para equilibrar los beneficios económicos con los impactos sociales y ambientales positivos. Su alineación con los ODS 6 y 12 refuerza su contribución al desarrollo sostenible, garantizando que las comunidades agrícolas de Sicaya puedan prosperar sin comprometer los recursos para las generaciones futuras. Este modelo no solo resuelve problemas inmediatos, sino que también construye una base sólida para un desarrollo inclusivo y resiliente.

Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable

Este capítulo se centra en validar los principales aspectos de la solución propuesta en términos de su deseabilidad, factibilidad y viabilidad. A lo largo de este capítulo, se explicarán los experimentos y métodos empleados para probar si la solución responde adecuadamente a las necesidades de los agricultores de Sicaya, si es posible implementarla dentro de los recursos disponibles, y si puede generar los retornos económicos esperados.

En primer lugar, se evaluará la deseabilidad de la solución, verificando si los agricultores de Sicaya encuentran atractivo el sistema de reservorios de agua propuesto y si están dispuestos a adoptarlo. Posteriormente, se analizará la factibilidad técnica y operativa de la solución, asegurando que pueda llevarse a cabo de manera eficiente y dentro de los recursos establecidos. Finalmente, se revisará la viabilidad económica de la solución, determinando si puede generar retornos financieros suficientes para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

6.1 Validación de la Deseabilidad de la Solución

La deseabilidad de la solución se refiere a su capacidad para generar interés, aceptación y satisfacción entre los agricultores del distrito de Sicaya. Este aspecto es fundamental para asegurar la adopción efectiva de cualquier innovación tecnológica en contextos rurales. En este caso, se buscó validar si la propuesta del sistema de reservorios de agua y riego tecnificado no solo cubre una necesidad crítica, sino también si es valorada positivamente por los usuarios potenciales.

Para validar la deseabilidad, se formularon diversas hipótesis relacionadas con las expectativas y preferencias de los agricultores. Estas hipótesis fueron evaluadas mediante una combinación de encuestas estructuradas, entrevistas semiestructuradas y pruebas con

prototipos interactivos. El proceso permitió obtener retroalimentación directa sobre la percepción de la propuesta y sus beneficios percibidos.

La validación se centró en comprender el nivel de disposición de los agricultores para adoptar la solución propuesta. También se analizó en qué medida consideran que esta herramienta puede contribuir a mejorar su producción agrícola y su calidad de vida. Los resultados obtenidos ofrecen evidencia clave sobre el grado de aceptación de la propuesta y su alineación con las expectativas del usuario final.

6.1.1 Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución

Hipótesis de usabilidad: Los agricultores de Sicaya consideran que el sistema de captación de agua a través de tanques Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra son fáciles de usar y les facilita el proceso de irrigación, mejorando la eficiencia en sus actividades agrícolas.

Parámetros de aceptación:

- El tiempo promedio para completar la tarea no debe exceder los 60 segundos.
- El nivel de satisfacción de los agricultores debe ser superior al 75%.
- El número de observaciones de confusión debe ser menor o igual a 2 por participante.

Hipótesis sobre el precio: De los agricultores de Sicaya, al menos el 70% están dispuestos a pagar por el sistema de captación de agua a través de tanques Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad, siempre que el precio esté por debajo de los 24000 soles y existan facilidades de financiamiento.

Parámetros de aceptación:

- Al menos el 70% de los agricultores deben estar dispuestos a pagar un precio cercano a los 24000 soles.

- Las facilidades de financiamiento deben ser aceptadas por más del 80% de los participantes.

6.1.2 Experimentos Empleados para Validar la Deseabilidad de la Solución

Para validar la deseabilidad de la solución, se llevaron a cabo dos experimentos clave: una prueba de usabilidad y una encuesta sobre la disposición a pagar por el sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra. A continuación, se describe el diseño de estos experimentos y sus resultados.

Experimento 1: Prueba de usabilidad

Objetivo: Evaluar la facilidad de uso del sistema de captación de agua en rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra, entre los agricultores de Sicaya, midiendo el tiempo para completar tareas, el nivel de satisfacción, y las observaciones de confusión.

Metodología:

- Se seleccionaron 8 agricultores de Sicaya para interactuar con el sistema durante un ciclo de cultivo.
- Se les pidió realizar una serie de tareas relacionadas con la instalación y operación del sistema.
- Se midió el tiempo que cada agricultor tardó en completar las tareas, el nivel de satisfacción con el sistema, y las observaciones de confusión o dificultad.

Tabla 5*Resumen de Resultado de la Interacción del Campesino y Prototipo*

Participante	Tiempo para completar la tarea (segundos)	Nivel de satisfacción (%)	Observaciones de confusión	Comentarios adicionales
1	60	85	0	El sistema es fácil de usar.
2	55	80	1	Mejoraría la instalación inicial.
3	50	90	0	Rápido y eficiente.
4	65	75	1	Necesita más orientación inicial.
5	70	70	2	El manejo de válvulas podría ser más intuitivo.
6	55	85	0	Ahorra tiempo en el riego.
7	60	80	0	Buen sistema, fácil de aplicar.
8	45	90	0	Muy útil para el cultivo de maíz.

Experimento 2: Encuesta sobre disposición a pagar

Objetivo: Determinar la disposición de los agricultores para pagar por el sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra, considerando un precio objetivo de 24000 soles y facilidades de financiamiento.

Metodología:

- Se encuestaron 15 agricultores de Sicaya sobre su disposición a pagar por el sistema, con preguntas relacionadas con el precio y la necesidad de opciones de financiamiento.
- Se analizaron los porcentajes de aceptación del precio propuesto y la demanda de financiamiento.

Tabla 6*Evaluación de los Resultados bajo los Criterios Establecidos*

Participante	Dispuesto a pagar (sí/no)	Aceptación del precio de 15000 soles (sí/no)	Necesidad de financiamiento (sí/no)
1	Sí	Sí	Sí
2	Sí	Sí	No
3	Sí	Sí	Sí
4	No	No	Sí
5	Sí	Sí	Sí
6	No	No	No
7	Sí	Sí	No
8	Sí	Sí	Sí
9	Sí	Sí	Sí
10	No	No	No
11	Sí	Sí	Sí
12	Sí	Sí	No
13	No	No	No
14	Sí	Sí	Sí
15	Sí	Sí	No

Conclusiones de los experimentos:

Usabilidad: El sistema es percibido como fácil de usar, con un tiempo promedio de 57.5 segundos para completar las tareas y un nivel de satisfacción promedio del 82.5%, cumpliendo con los parámetros de aceptación definidos.

Disposición a pagar: El 73% de los encuestados aceptaron el precio de 15000 soles, y el 60% mencionó la necesidad de opciones de financiamiento para adquirir el sistema.

6.2 Validación de la Factibilidad de la Solución

La factibilidad de la solución se refiere a la capacidad de implementar el sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra, de manera eficiente y sostenible. Esta validación se realizó mediante el análisis del plan de marketing y el plan de operaciones, que permiten verificar si la solución es viable tanto desde el punto de vista de la demanda como desde la perspectiva operativa.

6.2.1 Plan de Mercadeo

El plan de mercadeo tiene como objetivo posicionar el sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra entre los agricultores de Sicaya, maximizando su adopción mediante estrategias claras basadas en las 4 Ps del marketing: Producto, Precio, Plaza (Distribución) y Promoción. A través de estas, se busca no solo introducir el sistema de manera efectiva en el mercado, sino también garantizar su sostenibilidad y crecimiento a largo plazo.

1. Producto (Product)

El sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra, está diseñado para mejorar la disponibilidad de agua en las parcelas agrícolas durante las épocas de sequía, al capturar y almacenar agua de lluvia. Este sistema no solo mejora la cantidad de agua disponible para riego y optimiza su consumo, sino que también ayuda a reducir la dependencia de fuentes de agua contaminada, lo que resulta en cultivos de mayor calidad y más rentables.

Características principales del producto:

- Reservorios de Rotoplas: Permiten captar y almacenar cantidades de agua de lluvia para ser utilizada durante la temporada seca. Cada tanque 2500 lt
- Sistema de riego tecnificado: Distribuye el agua de manera eficiente a lo largo de las parcelas, optimizando su uso y maximizando la productividad agrícola.
- Sensores de humedad de tierra: Permite optimizar el consumo del agua cuando la tierra lo necesite (entre 70 y 100% de humedad de la tierra)
- Fácil instalación y uso: El sistema está diseñado para ser instalado de manera rápida, con un mantenimiento simple que los mismos agricultores pueden realizar.

- Beneficios adicionales: Reducción de costos relacionados con el agua, mejora de la salud del suelo y aumento de la calidad y cantidad de las cosechas.

Propuesta de valor:

- Mejora en la productividad: Aumento estimado de la producción agrícola en un 30% durante las épocas secas.
- Mejora de la salud y seguridad: El sistema reduce la necesidad de utilizar agua contaminada, mejorando la salud de los agricultores y la calidad de los productos que cultivan.

2. Precio (Price)

El sistema de riego tecnificado se ofrecerá a un precio de 24000 soles por agricultor, asegurando que sea accesible para la mayoría de los agricultores de Sicaya. Este precio fue calculado tras un análisis de mercado que consideró tanto la capacidad de pago de los agricultores como la competitividad frente a otras soluciones de riego disponibles.

Estrategia de precios:

- Precio competitivo: El precio de 24000 soles es altamente competitivo en comparación con otros sistemas de riego, que suelen tener un costo mucho más elevado.
- Opciones de financiamiento: Para facilitar la adopción, se ofrecerán pagos en cuotas, permitiendo a los agricultores realizar pagos mensuales de 500 soles durante 30 meses con una inicial de 9000 soles sin intereses.
- Subsidios y descuentos: Se explorarán posibles subsidios gubernamentales o descuentos adicionales para agricultores que compren el sistema de manera colectiva a través de cooperativas o asociaciones agrícolas.

3. Plaza (Place)

El sistema se distribuirá principalmente a través de distribuidores locales y asociaciones de agricultores. Estos canales aseguran una distribución eficiente y de confianza, ya que muchos agricultores ya tienen relaciones comerciales establecidas con estos distribuidores. Además, se ofrecerá la opción de venta directa durante demostraciones en campo y ferias agrícolas.

Canales de distribución: Los canales de distribución del sistema propuesto están diseñados para facilitar el acceso y la adopción por parte de los agricultores del distrito de Sicaya. En primer lugar, se contará con distribuidores locales, como tiendas de insumos agrícolas, que ofrecerán el sistema junto con servicios de instalación y mantenimiento especializados. Asimismo, se establecerán convenios con asociaciones y cooperativas agrícolas para promover compras colectivas, lo que permitirá reducir los costos de implementación y ampliar el alcance del proyecto. Además, se implementará un canal de venta directa durante las demostraciones en campo, donde los agricultores podrán adquirir el sistema inmediatamente después de comprobar su funcionalidad. A mediano plazo, se proyecta el desarrollo de una plataforma de venta online que incluya opciones de financiamiento y asistencia técnica remota, ampliando las oportunidades de acceso al sistema en zonas más alejadas.

4. Promoción (Promotion)

Para asegurar que sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra sea adoptado ampliamente, se desarrollarán estrategias de promoción tanto en medios tradicionales como digitales, orientadas a educar y sensibilizar a los agricultores sobre los beneficios del sistema.

Estrategias de promoción:

- Demostraciones en campo: Se realizarán eventos demostrativos en parcelas de agricultores clave, donde se instalarán prototipos del sistema para que los agricultores vean en acción cómo funciona. Este enfoque es clave para generar confianza en la tecnología.
- Ferias agrícolas: Participación en ferias agrícolas locales con stands interactivos y charlas explicativas sobre el sistema, además de material promocional para educar a los agricultores.
- Publicidad en radio y medios impresos: Utilización de la radio local, uno de los medios más efectivos en áreas rurales, para transmitir mensajes clave sobre los beneficios del sistema. Esto se complementará con folletos distribuidos en mercados y tiendas de insumos agrícolas.

Marketing digital:

- Facebook y YouTube: Creación de contenido visual como videos explicativos y testimoniales que muestran el funcionamiento del sistema de riego y los beneficios obtenidos por agricultores que ya lo han implementado.
- Google Ads: Campañas orientadas a palabras clave relevantes como “riego tecnificado” y “sistema de captación de agua de lluvia”, dirigidas a agricultores que buscan soluciones en línea.

Tabla 7*Presupuesto de la Mezcla de Marketing (2025-2029), en Soles*

Concepto	2025	2026	2027	2028	2029
Producto					
Demostraciones de campo	S/12,000.00	S/13,200	S/14,520	S/15,972	S/17,569
Diseño de las etiquetas	S/2,000	S/1,500	S/1,500	S/1,500	S/1,500
Promoción					
Ferias agrícolas	S/6,000	S/6,600	S/7,260	S/7,989	S/8,785
Google AdWords	S/2,000	S/2,200	S/2,420	S/2,662	S/2,928
Facebook	S/1,500	S/1,900	S/2,000	S/2,090	S/2,392
YouTube	S/1,500	S/1,400	S/1,630	S/1,903	S/2,000
Publicidad en radio	S/4,000	S/4,400	S/4,840	S/5,324	S/5,856
Materiales promocionales	S/3,000	S/2,500	S/2,000	S/2,000	S/1,500
Fuerza de Ventas					
Sueldos y comisiones	S/4,000	S/4,400	S/4,840	S/5,324	S/5,856
Total	S/36,000	S/38,100	S/41,010	S/44,764	S/48,386

- Demostraciones en campo (S/ 73,261 en 5 años): Este es el rubro más significativo debido a la necesidad de mostrar el producto en acción directamente en las parcelas de los agricultores. Las demostraciones en campo son cruciales para generar confianza y asegurar la adopción del sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra
- Ferias agrícolas (S/ 36,631 en 5 años): Las ferias agrícolas son puntos de encuentro clave para interactuar con los agricultores y ofrecerles una experiencia directa con el producto. El aumento del presupuesto refleja la participación en más ferias a medida que el sistema se expande.
- Publicidad en radio (S/ 24,420 en 5 años): La radio sigue siendo una herramienta poderosa en zonas rurales, permitiendo llegar a un amplio público objetivo de forma económica. Se prevé una mayor inversión en campañas radiales a lo largo de los años.
- Facebook, YouTube ads y Google Ads (S/ 18,315 y S/ 12,210 en 5 años respectivamente): Estas plataformas digitales permiten captar a un público más joven

y tecnológicamente activo. El presupuesto se incrementa progresivamente para mejorar el alcance de las campañas en línea.

- **Materiales promocionales (S/ 24,420 en 5 años):** La producción de folletos, volantes y otros materiales impresos es crucial para educar a los agricultores sobre los beneficios del sistema y cómo acceder a él. Este rubro también aumenta a medida que se expanden las campañas.

El presupuesto total proyectado para el marketing en 5 años es de S/ 189,257, con un incremento progresivo cada año para asegurar el éxito en la promoción y adopción del sistema de riego tecnificado.

6.2.2 Plan de Operaciones

El plan de operaciones está diseñado para asegurar que la empresa pueda implementar y mantener el sistema de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra de manera eficiente y a largo plazo. Este plan incluye la instalación, capacitación y mantenimiento del sistema, asegurando que se cumplan con los requisitos técnicos y operativos para satisfacer las necesidades de los agricultores de Sicaya.

1. Instalación del sistema

El proceso de instalación del sistema de riego y reservorios es una de las operaciones más críticas para asegurar que el producto sea implementado adecuadamente en las parcelas de los agricultores.

- **Duración:** Se estima que la instalación de cada sistema tomará entre 3 a 4 días, dependiendo del tamaño de la parcela y las condiciones del terreno.
- **Equipo de instalación:** Cada equipo estará compuesto por 2 técnicos especializados, quienes se encargarán de instalar el sistema de reservorios y riego, además de ajustar las configuraciones para cada parcela en función de las características del terreno.

- **Materiales:** Los materiales principales incluyen reservorios de geomembranas o Rotoplas, válvulas de control, tuberías de distribución, y los equipos para la instalación del sistema de riego por goteo o aspersión.

Proyección de instalación:

Se proyecta que se podrán instalar entre 50 y 70 sistemas por mes, lo que permitirá cubrir una demanda significativa en la región de Sicaya durante los primeros años de implementación. El proceso de instalación será escalable para responder a aumentos en la demanda.

2. Capacitación a los agricultores

Para asegurar que los agricultores puedan utilizar y mantener el sistema de manera eficiente, se ofrecerá un programa de capacitación técnica que incluirá los siguientes componentes:

- **Capacitación inicial:** Al finalizar la instalación, se realizará una capacitación en la que los agricultores aprenderán a operar el sistema de riego, manejar las válvulas y monitorear el flujo de agua. Este entrenamiento será esencial para asegurar que el sistema sea utilizado correctamente y que se eviten fallos por mal uso.
- **Material educativo:** Además de la capacitación presencial, se entregará un manual de uso sencillo que incluya diagramas y pasos para el mantenimiento básico del sistema. También se ofrecerán videos tutoriales a través de plataformas digitales como YouTube, para reforzar los conceptos.
- **Soporte continuo:** Los agricultores podrán acceder a un soporte técnico remoto, donde podrán hacer consultas o solicitar visitas técnicas en caso de problemas con el sistema.

3. Mantenimiento del sistema

El mantenimiento del sistema es esencial para asegurar su durabilidad y funcionamiento continuo. El plan de mantenimiento incluye visitas periódicas para revisar la operación del sistema y realizar las reparaciones necesarias.

- **Visitas de mantenimiento preventivo:** Se realizarán cada 6 meses. Durante estas visitas, los técnicos revisarán el estado del reservorio, las válvulas, las tuberías y el sistema de riego, asegurando que todo funcione correctamente.
- **Reparaciones menores:** Cualquier daño menor, como fugas o ajustes en el sistema de riego, será reparado durante las visitas de mantenimiento preventivo. Las reparaciones más complejas serán gestionadas a través de órdenes de servicio especializadas.
- **Servicio postventa:** Se ofrecerá un servicio de atención postventa, donde los agricultores podrán solicitar mantenimiento adicional fuera de los plazos programados en caso de emergencias o problemas críticos.

4. Proyección de costos operativos

Los costos operativos para la instalación y mantenimiento del sistema están diseñados para ser competitivos, asegurando un buen margen de rentabilidad mientras se mantiene la calidad del servicio.

- **Costo por instalación:** Se estima que el costo total por instalación, incluyendo mano de obra y materiales, será de 24000 soles por sistema. Este costo se ajustará conforme la demanda crezca y se logren economías de escala.
- **Costo por visita de mantenimiento:** Cada visita de mantenimiento preventivo tendrá un costo estimado de 150 soles por sistema, que incluirá revisiones generales y pequeñas reparaciones.

- Margen operativo: Se espera que la eficiencia operativa, combinada con un crecimiento de la demanda, permita alcanzar un margen operativo saludable, con un equilibrio entre costos y tiempo de respuesta.

5. Capacidad operativa

Para cubrir la demanda proyectada de entre 50 y 70 instalaciones mensuales, se requerirá:

- Equipos técnicos especializados: Equipos conformados por técnicos capacitados en la instalación y mantenimiento de sistemas de riego tecnificado, con la posibilidad de aumentar el personal a medida que se expanda la operación.
- Gestión logística: Un sistema de gestión logística que garantice la disponibilidad de los materiales necesarios (reservorios, tuberías, válvulas) y optimice las rutas de instalación para reducir tiempos y costos.
- Tecnología de soporte: La utilización de tecnología como sistemas de gestión de órdenes de trabajo (CRM) para manejar de manera eficiente las solicitudes de instalación, mantenimiento y soporte técnico.

El plan de operaciones asegura que la implementación del sistema de riego tecnificado será eficiente y escalable, con un enfoque en la instalación rápida, capacitación efectiva y mantenimiento constante. Estos elementos garantizarán la satisfacción de los agricultores y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

6.2.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis

El Plan de Marketing se validará utilizando una simulación de Monte Carlo para analizar la relación entre el CAC (Costo de Adquisición de Clientes) y el LTV (Lifetime Value). La meta es mantener un CAC bajo y un LTV que asegure la rentabilidad del proyecto en el largo plazo.

Hipótesis de marketing: El LTV (Lifetime Value) será al menos 3 veces mayor que el CAC (Costo de Adquisición de Clientes).

Parámetro de aceptación: Si el ratio $LTV/CAC \geq 3$, la hipótesis será validada. Esto significa que el valor que se obtiene de cada cliente a lo largo de la vida útil del sistema será al menos tres veces el costo de adquirirlo.

Para validar esta hipótesis, hemos realizado una simulación de Montecarlo en 1000 escenarios distintos, ajustados a una distribución normal, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8

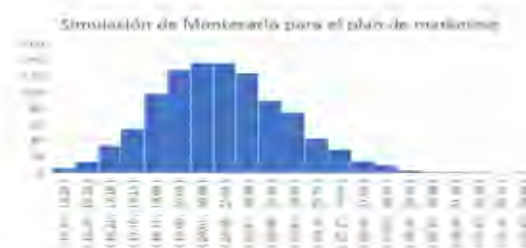
Simulación de Montecarlo para el Plan de Marketing

Valor medio del CAC	S/799.56
Desviación estándar	S/ 68.35
Valor medio del VTVC	S/16,911.28
Desviación estándar del VTVC	S/1,556.69
CAC Simulado	S/763.19
VTVC Simulado	S/13,528.01
VTVC/CAC	17.73

Simulación del plan de marketing

Media	21.28157526
Error típico	0.089350617
Mediana	21.20972735
Moda	#N/D
Desviación estándar	2.825514597

Varianza de la muestra	7.983532735
Curtosis	0.593167749
Coefficiente de asimetría	0.397940121
Rango	21.5276815
Mínimo	13.27098992
Máximo	34.79867142
Suma	21281.57526
Cuenta	1000
Nivel de confianza (95.0%)	0.17533642
Valor inferior	21.11
Valor superior	21.46



Esta ratio excede ampliamente el umbral de 3, lo que valida de manera contundente la hipótesis de que el VTVC será al menos 3 veces mayor que el CAC. Esto significa que el plan de marketing es altamente rentable, ya que cada cliente genera un valor significativamente mayor que su costo de adquisición.

El **Plan de Operaciones** debe asegurar que la empresa pueda implementar y mantener el sistema de riego tecnificado de manera eficiente, con costos controlados y un servicio adecuado para diferentes niveles de demanda. La validación se basará en el análisis de tres escenarios de demanda: **pesimista, conservador, y optimista.**

Hipótesis de operaciones: La empresa será capaz de mantener un **nivel de servicio del 100%** en la instalación y mantenimiento del sistema, independientemente de si la demanda es **75%, 100%, o 125%** de la demanda proyectada.

Parámetro de aceptación: Si la empresa mantiene el **100% de servicio** (sin retrasos significativos en la instalación y mantenimiento) en cualquiera de los tres escenarios de demanda, la hipótesis será validada.

Hipótesis de eficiencia operativa: El **margen bruto** será mantenido en **40%** en todos los escenarios de demanda.

Parámetro de aceptación: Si el margen bruto se mantiene en **40%** o más en los tres escenarios, la hipótesis será confirmada.

Tabla 9

Escenarios de Demanda para Validar el Plan de Operaciones

Escenario	Ingresos (S/)	Costo Total (S/)	Beneficio (S/)	Margen Bruto (%)	Nivel de Servicio (%)
Pesimista (75% demanda)	15,703,836	9,436,735	6,267,101	40%	100%
Conservador (100% demanda)	20,939,420	12,581,024	8,358,396	40%	100%
Optimista (125% demanda)	26,173,524	15,724,952	10,448,572	40%	100%

La hipótesis de capacidad operativa y eficiencia será validada si, en los tres escenarios de demanda, se mantiene un nivel de servicio del 100% y un margen bruto del 40%.

6.3 Validación de la Viabilidad de la Solución

La viabilidad de la solución se evaluará mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) a través de una simulación de Monte Carlo. Esta simulación nos permitirá explorar diferentes escenarios financieros, analizando cómo las variaciones en los ingresos, costos operativos y otros factores clave afectan la rentabilidad del proyecto de riego tecnificado.

Hipótesis de viabilidad financiera: El proyecto será financieramente viable si el VAN promedio del sistema de riego tecnificado es mayor a 2.0 millones de soles, con una probabilidad de que el VAN sea inferior a 1,000,000 soles menor al 5%.

Parámetros de aceptación:

VAN promedio \geq 1.8 millones de soles.

La probabilidad de un VAN inferior a 1,000,000 soles deben ser menor al 5%.

Método de validación: La validación se realizará a través de una simulación de Monte Carlo con 500 iteraciones, variando los factores críticos como los ingresos proyectados, costos operativos, y los flujos de caja a lo largo de 5 años. Estas simulaciones permitirán calcular el VAN bajo diferentes condiciones de mercado y escenarios de demanda.

6.3.1 Presupuesto de Inversión

El presupuesto de inversión incluye los costos iniciales de adquisición de activos fijos, equipo, infraestructura, y cualquier otro recurso necesario para iniciar el negocio. A continuación, se detallan los componentes clave del presupuesto de inversión:

1. Infraestructura y local

Para operar, el negocio requerirá un espacio físico donde se realicen las actividades administrativas y de almacenamiento de herramientas y materiales. Los costos de infraestructura incluyen:

- Alquiler del local para almacenamiento y oficinas administrativas.
- **Adecuaciones** y equipamiento básico del local.

Tabla 10

Inversión en Infraestructura y Local

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
1.1	Alquiler de local (6 meses)	GLB	6	3,000.00	18,000.00
1.2	Adecuaciones (instalaciones básicas)	GLB	1	5,000.00	5,000.00
Total, Infraestructura					23,000.00

2. Equipamiento

El negocio necesitará una serie de herramientas, equipo de protección y vehículos para realizar las instalaciones de los reservorios. Este rubro incluye la compra de activos fijos que se utilizarán durante la vida útil del proyecto.

Tabla 11

Inversión en Equipamiento

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
2.1	Herramientas y equipo de instalación	GLB	1	10,000.00	10,000.00
2.2	Equipos de protección personal (EPP)	GLB	5	1,000.00	5,000.00
2.3	Computadoras y equipo de oficina	UND	2	3,000.00	6,000.00
2.4	Vehículo para transporte de equipos y personal	UND	1	70,000.00	70,000.00
Total, Equipamiento					91,000.00

3. Licencias y permisos

Para la puesta en marcha del negocio, será necesario considerar los costos asociados a la obtención de licencias de funcionamiento, permisos municipales y registros comerciales obligatorios. Asimismo, se deberán contemplar los gastos vinculados a la contratación de servicios legales y contables que garanticen el cumplimiento normativo. Estos aspectos son fundamentales para asegurar el inicio formal y adecuado de las operaciones del proyecto.

Tabla 12

Inversión en Licencias y Permisos

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
3.1	Licencias de funcionamiento	GLB	1	3,000.00	3,000.00
3.2	Servicios legales y contables	GLB	1	2,500.00	2,500.00
Total, Licencias					5,500.00

4. Capital de trabajo inicial

El capital de trabajo es necesario para cubrir los gastos operativos durante los primeros meses de operación del negocio. Esto incluye:

- Salarios del personal operativo y administrativo.
- Materiales iniciales para las primeras instalaciones.

Tabla 13

Inversión en Capital Inicial

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
4.1	Sueldos (6 meses de personal técnico)	GLB	6	8,000.00	48,000.00
4.2	Sueldo administrativo (6 meses)	GLB	6	3,500.00	21,000.00
4.3	Materiales iniciales (para 10 instalaciones)	GLB	10	14,634.36	146,343.60
Total, Capital de Trabajo					215,343.60

5. Publicidad y marketing inicial

Para dar a conocer el negocio y atraer clientes, se requerirá una inversión inicial en campañas publicitarias, demostraciones de campo y otros esfuerzos de marketing.

Tabla 14

Inversión en Publicidad y Marketing Digital

ITEM	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Parcial (S/)
5.1	Publicidad en medios locales	GLB	1	5,000.00	5,000.00
5.2	Demostraciones en campo (3 eventos)	GLB	3	4,000.00	12,000.00
5.3	Marketing digital (primeros 6 meses)	GLB	1	3,000.00	3,000.00
Total					20,000.00
Publicidad					

A continuación, se detalla el presupuesto total de inversión considerando todos los componentes previamente mencionados.

Tabla 15

Inversión Total

Categoría	Costo (S/)
Infraestructura y local	23,000.00
Equipamiento	91,000.00
Licencias y permisos	5,500.00
Capital de trabajo inicial	215,343.60
Publicidad y marketing inicial	20,000.00
Total, Inversión Inicial	354,843.60

El presupuesto total de inversión para poner en marcha el negocio de instalación de reservorios de riego tecnificado asciende a S/ **354,843.60**, incluyendo la adquisición de infraestructura, equipo, licencias, capital de trabajo inicial, y el gasto en publicidad para promover el servicio en los primeros meses de operación.

Este monto asegura que el negocio cuente con los recursos necesarios para comenzar a operar eficientemente, atender a los clientes y generar ingresos sostenibles en el mediano y largo plazo.

6.3.2 Análisis Financiero

El análisis financiero es una parte fundamental para evaluar la viabilidad económica del proyecto de instalación de sistemas de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra. Este análisis se centra en revisar los flujos de caja proyectados, el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), entre otras métricas clave que permiten determinar si el proyecto será rentable y sostenible a lo largo del tiempo.

El objetivo de este análisis es proporcionar una visión clara sobre la rentabilidad del proyecto, identificando los riesgos financieros y los retornos esperados, lo que facilitará la toma de decisiones estratégicas y la planificación a largo plazo. A través del análisis de estos indicadores, se puede asegurar que la inversión generará un rendimiento suficiente para cubrir los costos operativos y generar utilidades, además de analizar posibles escenarios financieros que puedan impactar en el éxito del negocio.

Las ventas proyectadas muestran un crecimiento sostenido. El mercado crece un 10% anual, mientras que la empresa mantiene una participación del 2%. Los clientes aumentan un 10% cada año, y el precio unitario sube un 7% anual, justificando el incremento por inflación y mejoras en el producto.

Las ventas crecen de S/ 1.32 millones en 2024 a S/ 2.48 millones en 2029 (+87.7%). Este crecimiento se debe tanto al aumento de clientes como al ajuste de precios, garantizando un escenario financiero sostenible y rentable.

Tabla 16*Proyección de Ventas Anuales (2025-2029), en Soles*

Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Mercado Meta		2,500	2,750	3,025	3,328	3,660
Participación en el Mercado (%)		2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
Cantidad de Clientes		50	55	61	67	73
Membresía		120000	132000	145200	159720	175692
Precio Unitario (S/)		24000.00	25680.00	27477.60	29401.03	31459.10
Total, Ventas (S/.)		S/1,320,000.00	S/1,544,400.00	S/1,807,594.80	S/2,116,358.68	S/2,478,655.73

El flujo de efectivo muestra una tendencia positiva, con un crecimiento constante en la generación de caja a lo largo de los cinco años. Los ingresos operativos aumentan de S/ 1.32 millones en el año 1 a S/ 2.48 millones en el año 5, impulsando un flujo neto positivo cada año. La inversión inicial significativa en activos ocurre en el año 0, sin grandes desembolsos posteriores, lo que reduce la presión financiera a futuro.

El saldo de caja se incrementa de S/ 466,180 a S/ 1.97 millones en cinco años, mostrando una sólida capacidad para generar liquidez y cubrir gastos operativos y financieros. En resumen, el proyecto presenta viabilidad financiera con un flujo de caja positivo y estable.

El estado de situación financiera muestra una fuerte posición de liquidez a lo largo de los cinco años, con un incremento constante en los activos corrientes. El efectivo crece de S/ 535,663 en el año 1 a S/ 1,969,201 en el año 5, lo que indica un buen manejo del flujo de caja.

En cuanto a los activos no corrientes, la depreciación de los activos fijos se incrementa cada año, lo que refleja el desgaste progresivo de los equipos y bienes adquiridos. Sin embargo, los activos totales siguen creciendo significativamente, pasando de S/ 291,073 en el año 1 a S/ 1,678,611 en el año 5, lo que denota una sólida acumulación de valor.

Tabla 17*Flujo de Caja Anual (2025-2029), en Soles*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVIDADES DE OPERACIÓN						
Ingresos por ventas		1,320,000	1,544,400	1,807,595	2,116,359	2,478,656
Pago costo de ventas		-918,600	-1,007,870	-1,108,031	-1,220,411	-1,346,501
Pago de Gastos administrativos		-252,750	-252,750	-252,750	-252,750	-252,750
Pago de Impuesto a la renta		-32,078	-73,061	-122,503	-182,056	-253,686
Pago de Participación trabajadores						
Total, Actividades de Operación		116,572	210,719	324,312	461,142	625,718
ACTIVIDADES DE INVERSIÓN						
Compra de activos fijos	233,090					
Total, Actividades de Inversión	233,090	0	0	0	0	0
ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO						
Aporte de capital de los socios	93,236					
ingresos por Prestamos	139,854					
Amortización deuda		-18,678	-22,472	-27,037	-32,530	-39,138
Intereses		-28,411	-24,616	-20,051	-14,559	-7,951
Pago de dividendos						
Total, Actividades de financiamiento	233,090	-47,088	-47,088	-47,088	-47,088	-47,088
Aumento (disminución de efectivo)	466,180	69,483	163,631	277,223	414,054	578,630
más saldo inicial de caja		466,180	535,663	699,294	976,517	1,390,571
SALDO FINAL DE CAJA	466,180	535,663	699,294	976,517	1,390,571	1,969,201

Los pasivos disminuyen constantemente, principalmente debido a la amortización de la deuda de largo plazo, que baja de S/ 121,176 en el año 1 a S/ 0 en el año 5, lo que refleja un proceso de desendeudamiento eficiente.

El patrimonio muestra un incremento notable, con los resultados acumulados aumentando año tras año, lo que lleva a un crecimiento del patrimonio total de S/ 169,897 en el año 1 a S/ 1,678,611 en el año 5, fortaleciendo la posición financiera de la empresa.

El WACC (Weighted Average Cost of Capital), calculado en 12.64%, representa el costo promedio ponderado del capital que la empresa debe pagar por financiar sus

operaciones, tanto con deuda como con capital propio. Este indicador es crucial, ya que establece el retorno mínimo que la empresa necesita generar para satisfacer a sus inversionistas y acreedores. Si el retorno de los proyectos es mayor que el WACC, la empresa crea valor; si es menor, la empresa destruye valor.

En esta tabla, el CAPM (modelo de valoración de activos) es clave para determinar el costo del capital accionario (16.05%), mientras que el COK (Costo de Oportunidad del Capital) total, que incluye deuda e inversión propia, es del 17.45%. El WACC combina estos elementos ponderando la deuda (60%) y el capital accionario (40%), ofreciendo una visión general del costo del financiamiento a largo plazo.

Tabla 18

Cálculo del WACC

Rf	7.00%
Bu	0.74
$BL = Bu * [1 + (D/C) * (1 - T_c)]$	
BL	1.52
(Rm - Rf)	5.95%
CAPM	16.05%
Rp	1.40%
COK (Costo de financiamiento (Costo deuda e inversión propia))	17.45%
T RENTA	29.50%

T RENTA	29.50%
Pasivo con costo	S/139,854.00
Capital Accionariado	S/ 93,236.00
Activo	S/233,089.99
Wd	60.00%
We	40.00%
T.C. t-1 PEN USD	4
T.C.HOY PEN USD	3.75
T.C. t-1 USD PEN	0.25
T.C.HOY USD PEN	0.267
Devaluación	0.067
COK SOLES	10.11%
TASA BANCARIA	20.31%
WACC	12.64%

El flujo de caja libre (FCF) proyectado para el periodo 2024-2029 muestra una tendencia positiva y creciente, lo que indica que el negocio tiene una buena capacidad para generar efectivo disponible para los accionistas después de cubrir las inversiones y los costos operativos.

En 2024, el FCF es negativo (-S/ 185,350) debido a la inversión inicial en activos. A partir de 2025, el flujo de caja se vuelve positivo y aumenta consistentemente, alcanzando S/ 1,136,001 en 2029.

El EBITDA (ganancias antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización) crece de S/ 697,168 en 2025 a S/ 879,405 en 2029, lo que refleja una mejora significativa en la eficiencia operativa y en los márgenes del negocio.

Los impuestos crecen a medida que el negocio genera más ingresos, pero el impacto es compensado por el aumento del NOPAT (Utilidad Neta después de Impuestos) y el FCF. El flujo de caja del accionista (FCA) también sigue una tendencia creciente, con un incremento desde S/ 69,483 en 2025 hasta S/ 1,657,063 en 2029, lo que asegura retornos sólidos para los inversionistas.

En consecuencia, se puede afirmar que el flujo de caja libre muestra una sólida generación de liquidez a partir del segundo año, lo que demuestra la viabilidad financiera y la capacidad del negocio para sostener y mejorar su rentabilidad a lo largo del tiempo.

Tabla 19

Estado Anual del Flujo de Caja Libre (2025-2029), en Soles, Escenario Moderado

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Total, Ingresos		1,455,000	1,911,009	2,232,106	2,318,509	2,710,437
Costos		-632,283	-770,812	-849,978	-844,245	-927,824
Margen Bruto		822,718	1,140,197	1,382,129	1,474,263	1,782,613
Gastos fijos - Administrativos		-125,550	-125,550	-125,550	-125,550	-125,550
EBITDA		697,168	1,014,647	1,256,579	1,348,713	1,657,063
Amortización de inversiones		-3,500	-3,500	-3,500	-3,500	-3,500
Depreciación		-8,000	-8,000	-8,000	-8,000	-8,000
EBIT		685,668	1,003,147	1,245,079	1,337,213	1,645,563
Impuestos		-202,272	-295,928	-367,298	-394,478	-485,441
Depreciación y amort.		11,500	11,500	11,500	11,500	11,500
NOPAT		494,896	718,719	889,281	954,235	1,171,622
Inversión Inicial	-185,350					
FCF	-185,350	494,896	718,719	889,281	954,235	1,171,622
Préstamo	111,210					
Pago de Intereses		-22,657	-19,635	-15,997	-11,617	-6,346
Escudo fiscal de los intereses		6,684	5,792	4,719	3,427	1,872
Amortizaciones de préstamos		-14,835	-17,857	-21,496	-25,875	-31,147
Flujo de caja del accionista (FCA)	-74,140	464,087	687,019	856,507	920,170	1,136,001
Detalle				Valor		
VA				S/ 2,865,121.99		
Inversión				-S/ 185,350.00		
VAN				S/ 2,679,771.99		
TIR				303.02%		
WACC				12.66%		

6.3.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis

Para validar nuestra hipótesis utilizaremos una Simulación de Montecarlo, para el VAN y lo evaluaremos en 500 escenarios aleatorios distintos y analizaremos el comportamiento de este y su variabilidad, de manera que podamos contrastar los parámetros de validez establecidos.

Tabla 20

Simulación de Monte Carlo para el Valor Actual Neto (VAN)

Años	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja neto	-185,350	494,896	718,719	889,281	954,235	1,171,622
Promedio ponderado de capital	22.70%					
Valor Actual Neto (VAN)	2,019,043.59					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	303.02%					
Período de retorno (en meses)	4.49					
Para obtener la desviación estándar	VAN-Prom	VAN-DE				
deben probarse varios escenarios	1,918,091.41	156,557.27				
Primera simulación	2,070,993.01					
VAN promedio simulado	1,918,942.51					
VAN desviación estándar simulada	156,828.39					
VAN mínimo	1,477,112.66					
VAN máximo	2,504,460.89					
Riesgo de pérdida: VAN < 1,000,000	0.00%					



El resultado del análisis Monte Carlo del Valor Actual Neto (VAN) confirma que el proyecto cumple con los parámetros establecidos:

- VAN promedio: El VAN promedio simulado es de S/ 1,918,942.51, lo que supera el parámetro establecido de S/ 1.8 millones. Esto indica que, en promedio, el proyecto genera un valor superior al mínimo requerido, validando su viabilidad financiera.
- Probabilidad de que el VAN sea menor a S/ 1 millón: En la pérdida el riesgo (probabilidad de que el VAN sea menor a S/ 1 millón) es del 0.00%, lo que significa que, en ninguno de los escenarios simulados, el VAN cae por debajo de este umbral. Este resultado es significativamente menor al límite del 5% establecido, lo que reduce considerablemente el riesgo de obtener un VAN insuficiente.

Además, hacemos un análisis de escenarios para el VAN, haciendo variar la demanda y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 21*Estimación del Flujo de Caja en Miles de S/ en un Escenario Pesimista*

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Total, Ingresos		1,236,750	1,624,358	1,897,290	1,970,732	2,303,871
Costos		-632,283	-770,812	-849,978	-844,245	-927,824
Margen Bruto		604,468	853,546	1,047,313	1,126,487	1,376,047
Gastos fijos - Administrativos		-125,550	-125,550	-125,550	-125,550	-125,550
EBITDA		478,918	727,996	921,763	1,000,937	1,250,497
Amortización de inversiones		-3,500	-3,500	-3,500	-3,500	-3,500
Depreciación		-8,000	-8,000	-8,000	-8,000	-8,000
EBIT		467,418	716,496	910,263	989,437	1,238,997
Impuestos		-137,888	-211,366	-268,528	-291,884	-365,504
Depreciación y amort.		11,500	11,500	11,500	11,500	11,500
NOPAT		341,029	516,629	653,235	709,053	884,993
Inversión Inicial	-185,350					
FCF	-185,350	341,029	516,629	653,235	709,053	884,993
Préstamo	111,210					
Pago de Intereses		-22,657	-19,635	-15,997	-11,617	-6,346
Escudo fiscal de los intereses		6,684	5,792	4,719	3,427	1,872
Amortizaciones de préstamos		-14,835	-17,857	-21,496	-25,875	-31,147
Flujo de caja del accionista (FCA)	-74,140	310,221	484,929	620,462	674,988	849,373
VA	S/ 2,094,181.14					
Inversión	-S/ 185,350.00					
VAN	S/ 1,908,831.14					
TIR	221.05%					
WACC	12.66%					

Tabla 22

Estimación del Flujo de Caja en Miles de S/ bajo un Escenario Optimista

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Total, Ingresos		1,818,750	2,388,762	2,790,133	2,898,136	3,388,046
Costos		-632,283	-770,812	-849,978	-844,245	-927,824
Margen Bruto		1,186,468	1,617,949	1,940,155	2,053,891	2,460,222
Gastos fijos - Administrativos		-125,550	-125,550	-125,550	-125,550	-125,550
EBITDA		1,060,918	1,492,399	1,814,605	1,928,341	2,334,672
Amortización de inversiones		-3,500	-3,500	-3,500	-3,500	-3,500
Depreciación		-8,000	-8,000	-8,000	-8,000	-8,000
EBIT		1,049,418	1,480,899	1,803,105	1,916,841	2,323,172
Impuestos		-309,578		-531,916	-565,468	-685,336
Depreciación y amort		11,500	11,500	11,500	11,500	11,500
NOPAT		751,339	1,055,534	1,282,689	1,362,873	1,649,336
Inversión Inicial	-185,350					
FCF	-185,350	751,339	1,055,534	1,282,689	1,362,873	1,649,336
Préstamo	111,210					
Pago de Intereses		-22,657	-19,635	-15,997	-11,617	-6,346
Escudo fiscal de los intereses		6,684	5,792	4,719	3,427	1,872
Amortizaciones de préstamos		-14,835	-17,857	-21,496	-25,875	-31,147
Flujo de caja del accionista						
(FCA)	-74,140	720,531	1,023,834	1,249,916	1,328,807	1,613,716
VA	S/ 4,150,023.41					
Inversión	-S/ 185,350.00					
VAN	S/ 3,964,673.41					
TIR	440.21%					
WACC	12.66%					

Comparando el escenario pesimista con el escenario optimista, ambos confirman la viabilidad financiera, pero con diferencias claras en estos resultados:

- VAN: En un pésimo escenario, el VAN es de S/ 1.9 millones, lo que indica que el proyecto sigue siendo rentable, aunque con retornos más ajustados. En el escenario optimista, el VAN aumenta significativamente a S/ 3.96 millones, mostrando una mayor creación de valor si las condiciones son favorables.
- TIR: La TIR en el escenario pesimista es del 221.05%, lo cual sigue siendo muy positivo. Sin embargo, en el optimista, la TIR alcanza un 440.21%, lo que refleja un retorno extraordinariamente alto en un contexto favorable.

Ambos escenarios validan la viabilidad del proyecto, pero el optimista proyecta un retorno financiero mucho mayor, mientras que el pesimista aún asegura rentabilidad, aunque con menores márgenes. Revisar su Validación Financiera. Me parece que es poco el costo del Plan. Revisarlo Mejor

Tabla 23

Resultados de la Validación de las Hipótesis de Negocio

6.4 Resumen del Capítulo

Dimensión	Hipótesis	Prueba	Resultado	¿Se acepta?
Deseabilidad	Hipótesis sobre disposición a pagar por el producto	Prueba 1: Encuesta	80% aprobó el precio	Sí / No
	Hipótesis sobre la facilidad de uso del producto	Prueba 2: Entrevista y uso del producto	75% se mostró satisfecho	Sí / No
Factibilidad	Hipótesis sobre desempeño del plan de marketing	Prueba 3: Simulación de Montecarlo	Relación CAC, LTV supera 3 ampliamente	Sí / No
	Hipótesis sobre la simulación del desempeño logístico	Prueba 4: Desempeño del sistema productivo en 3 escenarios.	Se mantuvo el 100% del servicio	Sí / No
Viabilidad	Hipótesis sobre simulación del VAN	Prueba 5: Simulación de Montecarlo	El VAN se mantiene por encima de los 2 millones	Sí / No

Capítulo VII. Solución Sostenible

En este capítulo se presenta una propuesta de solución sostenible orientada a garantizar la viabilidad del proyecto Contrasequía en el largo plazo. La sostenibilidad será analizada desde una triple perspectiva: social, ambiental y financiera, considerando el entorno rural y las condiciones particulares del distrito de Sicaya. Se busca asegurar que la intervención no solo genere valor inmediato, sino que mantenga su impacto positivo a lo largo del tiempo.

Para ello, se evaluarán estrategias orientadas a minimizar el impacto ambiental y maximizar la eficiencia en el uso de los recursos naturales, especialmente el agua. También se abordará el bienestar de las comunidades agrícolas beneficiarias, integrando prácticas que promuevan equidad, participación activa y fortalecimiento local. Asimismo, se analizarán los mecanismos financieros que aseguran la continuidad del modelo, alineando los objetivos del negocio con los principios de responsabilidad social y sostenibilidad económica.

7.1 Relevancia Social de la Solución

La relevancia social de la solución propuesta se sustenta en su capacidad para abordar desafíos estructurales vinculados al acceso al agua ya la sostenibilidad de la actividad agrícola en comunidades rurales como Sicaya. El modelo Contrasequía no solo busca implementar una solución tecnológica, sino también fomentar prácticas sostenibles, promover el bienestar social y contribuir al desarrollo territorial. En este sentido, se evaluó la alineación de la propuesta con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas en la Agenda 2030.

El primer objetivo relevante es el ODS 6: Agua limpia y saneamiento, que contempla un total de 8 metas específicas. El modelo impacta directamente en tres de estas metas: la meta 6.1, que busca lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio

asequible para todos; la meta 6.4, orientada a aumentar considerablemente el uso eficiente del agua en todos los sectores; y la meta que promueve la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua. La implementación de reservorios pluviales y sistemas de riego tecnificado reduce la dependencia de fuentes hídricas estacionales, mientras que la capacitación comunitaria garantiza una gestión inclusiva y eficiente. Dado que se afecta 3 de las 8 metas de este ODS, el Índice de Relevancia Social (IRS) correspondiente es de 0.375.

El segundo objetivo con impacto significativo es el ODS 12: Producción y consumo responsables, que posee un total de 11 metas. En este caso, el modelo incide sobre tres metas específicas: la meta 12.2, que promueve la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales; la meta 12.4, relacionada con el manejo ecológicamente racional de productos químicos y todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida; y la meta 12.5, que busca reducir significativamente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. La mejora en las prácticas de producción agrícola, el uso racional del agua y la reducción de pérdidas postcosecha a través del acompañamiento técnico, refuerzan el compromiso del modelo con una agricultura regenerativa. En consecuencia, al impactar 3 de las 11 metas, el IRS del ODS 12 es de 0.273.

A partir del promedio simple de los índices individuales, se estima un IRS total del proyecto de 0.324, lo cual evidencia un nivel relevante de contribución a metas clave del desarrollo sostenible. Este índice no solo es una medida cuantitativa del alcance social de la solución, sino también una expresión del enfoque integral con el que se ha diseñado la intervención. En síntesis, el modelo Contrasequía no solo ofrece una respuesta innovadora a un problema técnico, sino que también promueve transformaciones duraderas en la calidad de vida, la equidad ambiental y la resiliencia de los pequeños agricultores.

Tabla

Resumen del Índice de Relevancia Social (IRS)

Objetivo de Desarrollo Sostenible	Metas Totales	Metas impactadas	Servicio de Impuestos Internos (IRS)
ODS 6 - Agua limpia y saneamiento	8	3	0.375
ODS 12 - Producción y consumo responsables	11	3	0.273
Promoción total del proyecto	19	6	0.315

7.2 Rentabilidad Social de la Solución

La viabilidad social de la solución planteada está relacionada con los beneficios producidos por la implementación del sistema de riego tecnificado en las comunidades rurales. Los principales beneficios sociales incluyen el ahorro de agua, el aumento de la productividad agrícola, la creación de empleo y el efecto favorable en los ingresos de los agricultores. A continuación, se detallan estos beneficios y los costos sociales asociados, con una proyección para los próximos cinco años a partir de 2025.

Uno de los mayores beneficios es el ahorro de agua, gracias al uso eficiente del sistema de riego tecnificado. Se estima que cada cliente ahorra aproximadamente 200 m³ de agua al año, lo que representa un impacto directo en la preservación de este recurso. Además, el sistema incrementa la productividad agrícola en un 20% en 2025, con un aumento progresivo hasta el 30% en 2029. Este aumento en la productividad genera ingresos adicionales para los agricultores, renovar su calidad de vida y fortaleciendo la economía local.

En cuanto al empleo, se prevé la generación de puestos laborales vinculados a la instalación, funcionamiento y mantenimiento del sistema de riego. Aunque la cantidad de clientes es modesta, se estima que por cada 25 clientes se genera un empleo directo, lo que contribuye a la economía local y al bienestar social de las comunidades.

Por otro lado, los costos sociales incluyen aspectos relacionados con el impacto ambiental, como las emisiones de dióxido de carbono generadas por el uso del sistema de riego y el transporte de técnicos, así como los costos de capacitación para que los agricultores aprendan a utilizar y mantener adecuadamente el sistema. Aunque estos costos existen, su impacto es limitado en comparación con los beneficios que la solución genera a lo largo del tiempo.

A continuación, se presentan las tablas detalladas del costo – beneficio social proyectados para los próximos cinco años.

Tabla 24

Cálculo del Flujo de Beneficios y Costos Sociales del Proyecto, en Soles

Criterio	2025	2026	2027	2028	2029
Cantidad de clientes	50	62	68	67	73
Ahorro de agua por cliente (m³)	10,000	12,400	13,600	13,400	14,600
Aumento de productividad agrícola (%)	20%	25%	28%	30%	30%
Ahorro económico por eficiencia en el uso del agua (S/)	S/112,125	S/139,035	S/152,490	S/150,248	S/163,703
Ingresos adicionales por incremento en la producción (S/)	S/1,200,000	S/1,488,000	S/1,632,000	S/1,608,000	S/1,752,000
Valor total de los beneficios sociales (S/)	S/6,918,375	S/10,247,205	S/12,153,810	S/11,824,830	S/13,865,985

Tabla 25

Cálculo del Flujo de los Costos Sociales del Proyecto, en Soles

Criterio	2025	2026	2027	2028	2029
Cantidad de clientes	50	62	68	67	73
Costo de emisiones de CO2 por uso del sistema (kg)	S/152.00	S/188.48	S/206.72	S/203.68	S/221.92
Costo por mantenimiento del sistema por cliente (S/)	S/25,000	S/31,000	S/34,000	S/33,500	S/36,500
Emisiones CO2 por transporte de técnicos (kg)	300.00	372.00	408.00	402.00	438.00
Emisiones de CO2 por transporte de técnicos(S/)	S/228.00	S/282.72	S/310.08	S/305.52	S/332.88
Valor de emisiones de CO2	S/68,400.00	S/105,171.84	S/126,512.64	S/122,819.04	S/145,801.44
Costos de capacitación para agricultores (S/)	S/50,000	S/62,000	S/68,000	S/67,000	S/73,000
Valor total de los costos sociales (S/)	S/1,376,000	S/2,100,858	S/2,520,570	S/2,447,966	S/2,899,502

La tabla de costos sociales proyectados entre 2025 y 2029 evidencia el compromiso del modelo Contrasequía con la sostenibilidad operativa y su impacto positivo en las comunidades agrícolas. Aunque se identifican costos asociados a emisiones de CO₂, mantenimiento del sistema y programas de capacitación, estos se encuentran justificados por los beneficios sociales derivados, como el uso eficiente del agua, el fortalecimiento de capacidades locales y el incremento en la productividad agrícola. Este enfoque integral se alinea principalmente con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), al promover la gestión eficiente del recurso hídrico, y con el ODS 12 (Producción y consumo responsables), al optimizar el uso de insumos agrícolas y reducir el impacto ambiental de las operaciones técnicas.

En particular, el monitoreo detallado de las emisiones de dióxido de carbono, tanto por el uso del sistema como por el transporte técnico, demuestra un esfuerzo consciente por cuantificar y mitigar el impacto ambiental del proyecto. Paralelamente, los costos destinados a la capacitación de los agricultores reflejan una apuesta clara por la sostenibilidad social del modelo, asegurando que los usuarios adopten prácticas responsables y tecnológicamente apropiadas. Así, la inversión en estos rubros no solo garantiza la continuidad del sistema, sino

que refuerza la contribución del proyecto a una agricultura más resiliente, equitativa y ambientalmente consciente.

La tabla refiere el flujo social de los próximos cinco años:

Tabla 26

VAN Social

Criterio	2025	2026	2027	2028	2029
Valor total de los beneficios sociales	S/6,918,375	S/10,247,205	S/12,153,810	S/11,824,830	S/13,865,985
Valor total de los costos sociales	S/1,376,000	S/2,100,858	S/2,520,570	S/2,447,966	S/2,899,502
Flujo social anual	S/5,542,375.00	S/8,146,347	S/9,633,240.40	S/9,376,864.40	S/10,966,483.40
Tasa social de descuento	8%				
VAN social (S/)	S/34,119,064.98				
VAN social (\$)	\$9,098,417.33				

La tabla presenta el análisis del flujo social anual del proyecto, tomando en cuenta el valor total de los beneficios y los costos sociales entre los años 2025 y 2029. El flujo social anual se obtiene al restar los costos sociales de los beneficios sociales, lo que muestra el impacto neto que el proyecto tiene en la sociedad cada año.

Los beneficios sociales crecen de S/ 6,918,375 en 2025 a S/ 13,865,985 en 2029, lo que indica una expansión del impacto positivo a medida que el proyecto avanza. Esto incluye el incremento en la productividad agrícola, el ahorro en recursos, y la creación de empleos. Los costos sociales, aunque también aumentan (de S/ 1,376,000 a S/ 2,899,502 en el mismo periodo), se mantienen controlados y significativamente menores en comparación con los beneficios.

El flujo social anual sigue una tendencia creciente, comenzando en S/ 5,542,375 en 2025 y alcanzando S/ 10,966,483 en 2029, lo que muestra una contribución positiva y sostenible del proyecto para la sociedad.

Finalmente, al aplicar la tasa social que descuenta el 8%, se calcula un VAN social de S/ 34,119,064.98 o \$9,098,417.33. Esto demuestra que el proyecto produce un impacto social favorable a lo largo del tiempo con beneficios acumulados que superan ampliamente los costos.

En resumen, el análisis del VAN social y el flujo social anual demuestra que el proyecto no solo es rentable desde una perspectiva económica, sino que también tiene un impacto social considerable y positivo. A lo largo de los años previstos, los beneficios sociales derivados del sistema de riego en este caso tecnificado superan de manera constante los costos, garantizando una contribución perdurable al desarrollo económico y social de las comunidades agrícolas beneficiadas. Esto refuerza el valor del proyecto en términos de sostenibilidad social y justifica su ejecución como una solución fundamental para mejorar la calidad de vida en las zonas rurales.

7.3 Resumen del Capítulo

El Capítulo VII analiza la sostenibilidad del modelo Contrasequía desde una perspectiva integral que incluye dimensiones sociales, ambientales y financieras. Se resalta que la propuesta no solo responde a una necesidad funcional de acceso al agua, sino que también promueve una transformación estructural en las prácticas agrícolas de Sicaya. La solución está diseñada para mantenerse vigente en el tiempo, adaptarse al entorno y generar un impacto positivo duradero en las comunidades rurales.

En el ámbito social, se destaca la relevancia del proyecto por su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables). El análisis muestra que el modelo impacta 3 de las 8 metas del ODS 6 y 3 de las 11 del ODS 12, alcanzando un Índice de Relevancia Social (IRS) promedio de 0.324. Esta alineación evidencia el potencial del proyecto para

contribuir a la equidad en el acceso al agua y la promoción de una agricultura responsable y resiliente.

Desde la dimensión ambiental, el modelo contempla acciones concretas para minimizar el impacto ecológico, como la captación de agua de lluvia, el uso eficiente de recursos y la reducción de emisiones asociadas al transporte técnico. Aunque existen costos sociales vinculados a las emisiones de CO₂ y al mantenimiento del sistema, estos se ven ampliamente compensados por los beneficios ambientales y sociales generados. La inclusión de programas de capacitación y acompañamiento técnico garantiza la apropiación comunitaria del sistema, fortaleciendo su sostenibilidad a largo plazo.

En conclusión, el modelo Contrasequía demuestra ser una solución escalable, técnicamente viable y socialmente justa, que contribuye a la sostenibilidad del desarrollo agrícola en contextos rurales. Su enfoque modular, participativo y ambientalmente consciente le permite alinearse con los estándares internacionales de desarrollo sostenible. Así, se consolida como una propuesta replicable, con impacto real en la calidad de vida de los agricultores y en la gestión responsable de los recursos naturales.

Capítulo VIII. Decisión e Implementación

Este capítulo se enfoca en la toma de decisiones para la ejecución del proyecto y en la elaboración de un plan de implementación que facilite la realización de las actividades necesarias para alcanzar los objetivos propuestos. Se describirán las etapas principales del proceso de implementación, los recursos indispensables, y se designará al equipo encargado de llevar a cabo cada fase del proyecto.

La decisión de poner en marcha la implementación del proyecto se fundamenta en los estudios previos que han comprobado tanto la viabilidad económica como el impacto social favorable. Se ha considerado el retorno social, la sostenibilidad del proyecto y las ventajas para las comunidades favorecidas.

8.1 Plan de Implementación

El plan de puesta en marcha del proyecto de riego tecnificado ha sido desarrollado para garantizar una ejecución eficaz y organizada. El proyecto se implementará en varias fases que abarcan desde la preparación inicial hasta el mantenimiento y seguimiento continuo del sistema. Cada fase cuenta con objetivos específicos, recursos asignados y un equipo de trabajo responsable de su ejecución.

Fase 1: Preparación (Enero - Marzo 2025)

En esta fase se llevarán a cabo todas las gestiones preliminares necesarias para el correcto desarrollo del proyecto. Incluye la obtención de permisos y licencias requeridas, la realización de acuerdos con agricultores, y la contratación del personal técnico y administrativo.

Objetivo: Tener listo el marco legal y logístico para el proyecto.

Duración: 3 meses.

Responsables: Gerente de Proyecto, Equipo Administrativo, Coordinador de Operaciones.

Actividades clave:

Tramitación de permisos legales.

Revisión de acuerdos de cooperación con agricultores.

Contratación de personal especializado.

Fase 2: Capacitación (Abril - Mayo 2025)

Una vez asegurada la preparación legal y administrativa, se procederá con la capacitación de los agricultores sobre el uso correcto del sistema de riego tecnificado. Este proceso educativo es crucial para que los beneficiarios puedan maximizar el uso del sistema.

Objetivo: Asegurar que los agricultores dominen el uso y mantenimiento del sistema.

Duración: 2 meses.

Responsables: Capacitadores, Especialistas en Riego Tecnificado.

Actividades clave:

Talleres de capacitación sobre la operación del sistema de riego.

Distribución de manuales y guías de mantenimiento básico.

Fase 3: Instalación (Junio - Noviembre 2025)

La instalación del sistema de riego será ejecutada por el equipo técnico especializado. Esta fase incluye la instalación del hardware de regado, la conexión a los depósitos de agua, y las pruebas de operación.

Objetivo: Instalar y poner en marcha el sistema en los terrenos de los agricultores.

Duración: 6 meses.

Responsables: Coordinador de Operaciones, Equipo Técnico de Instalación.

Actividades clave:

Instalación física del sistema de riego en los terrenos de los agricultores.

Pruebas de funcionamiento para garantizar que todo opera correctamente.

Fase 4: Seguimiento y Mantenimiento (diciembre 2025 - diciembre 2029)

Una vez que el sistema esté en funcionamiento, se establecerá un plan de seguimiento regular para asegurar que los sistemas de riego continúan funcionando de manera óptima. Esto incluye visitas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Objetivo: Mantener la operatividad del sistema a largo plazo.

Duración: Continuo (4 años).

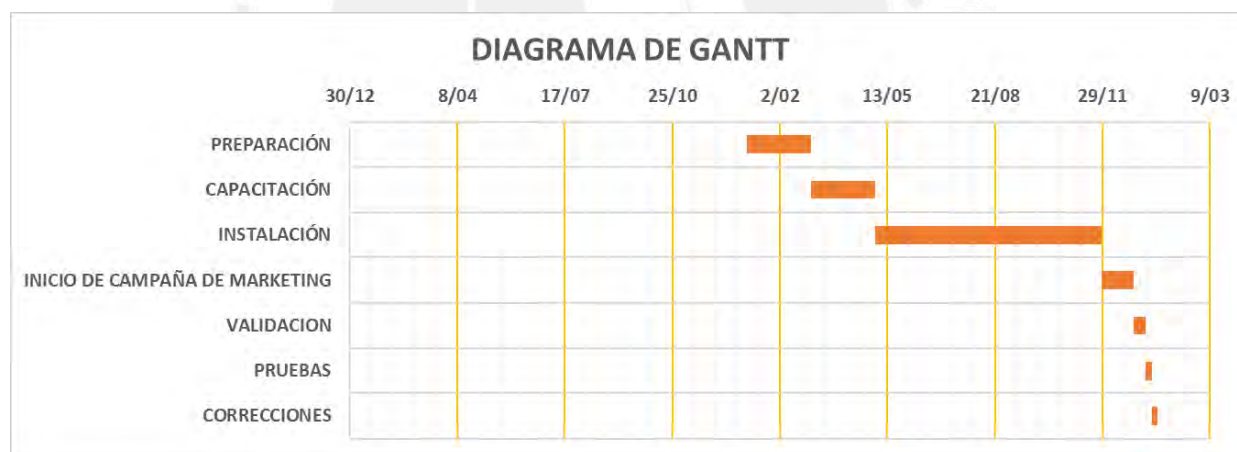
Responsables: Coordinador de Operaciones, Equipo de Mantenimiento.

Actividades clave:

Seguimiento del rendimiento del sistema. Mantenimiento preventivo y correctivo cuando sea necesario.

Figura 13

Diagrama de Gantt



8.2 Conclusión

El proyecto de captación de agua en Rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra no solo es una solución técnica eficiente, sino que también tiene implicaciones profundas en múltiples dimensiones: económica, social, ambiental y operativa. A través de un detallado análisis de implementación y los resultados proyectados, es evidente que esta propuesta posee el potencial de generar un efecto positivo en las comunidades rurales, fortaleciendo tanto su desarrollo económico como su sostenibilidad a largo plazo.

Implicaciones Económicas: Desde una perspectiva económica, el proyecto contribuye directamente al incremento en la productividad agrícola, lo que se traduce en un aumento de los ingresos para los agricultores beneficiados. El análisis de los flujos sociales revela que los beneficios superan considerablemente los costos, lo que genera un VAN social positivo, asegurando la viabilidad económica del proyecto a largo plazo. La capacidad del sistema de riego para optimizar la eficiencia en el uso del agua incrementa la productividad de las tierras agrícolas hasta en un 30%, permitiendo una mayor rentabilidad por hectárea trabajada.

Asimismo, la creación de empleos directos e indirectos fortalecerá la economía local, creando oportunidades laborales relacionadas con la instalación, operación y mantenimiento del sistema. Esto no solo contribuye a la disminución del desempleo en las áreas rurales, sino que también impulsa el desarrollo de competencias técnicas en la población local, mejorando su empleabilidad a futuro.

Implicaciones Sociales: El impacto social del proyecto es significativo, ya que abarca una amplia gama de mejoras que trascienden los beneficios económicos. El acceso a un sistema de riego tecnificado permitirá a las familias rurales estabilizar y aumentar sus ingresos, mejorando sus condiciones de vida y brindando mayor seguridad alimentaria. Además, el ahorro de recursos como el agua no solo disminuye los costos de operaciones para los agricultores, también puede liberar tiempo y esfuerzo que podrían ser destinados a otras actividades productivas o educativas.

Desde la perspectiva de la equidad, el proyecto ofrece igualdad de oportunidades para los agricultores, proporcionando acceso a tecnología avanzada que, en muchos casos, no está disponible en las zonas rurales. Esto ayuda a disminuir la diferencia tecnológica entre las zonas urbanas y rurales, promoviendo una mayor inclusión social.

Implicaciones Ambientales: El uso eficiente del agua es uno de los beneficios ambientales más importantes de este proyecto. Según que el cambio climático aumenta la presión sobre

los recursos hídricos, la implementación de un sistema de riego tecnificado es esencial para reducir el desperdicio y poder garantizar un manejo sostenible de las fuentes de agua. El ahorro estimado de hasta 200 m³ por agricultor anual permite que el uso de este recurso sea más sostenible, contribuyendo a la preservación de acuíferos y otras fuentes hídricas locales.

A pesar de los beneficios, el proyecto también debe mitigar sus impactos ambientales negativos, como las emisiones del dióxido de carbono abarcadas en el transporte de técnicos y la operación del sistema. Estos impactos pueden gestionarse mediante el uso de vehículos más eficientes y la reducción de desplazamientos, maximizando así el beneficio ambiental del proyecto.

Implicaciones Operativas: Desde un punto de vista operativo, el proyecto requiere una gestión integral que asegure la coordinación eficiente entre las diferentes fases: preparación, capacitación, instalación, y seguimiento/mantenimiento. La planificación detallada, representada en el diagrama de Gantt, permite una visión clara de las actividades, recursos necesarios y plazos a cumplir. El crecimiento de este proyecto dependerá principalmente de una correcta asignación de los recursos y de un equipo de trabajo capacitado y coordinado.

Además, la fase de capacitación es crítica para el éxito operativo del proyecto. Asegurar que los agricultores comprendan y dominen el uso del sistema de riego es esencial para maximizar su efectividad. Un mantenimiento adecuado y un seguimiento constante a lo largo de los años también garantizarán la durabilidad y sostenibilidad del sistema implementado. Se recomienda implementar el proyecto de riego tecnificado como una estrategia transformadora que genere impactos positivos en el ámbito económico, social y ambiental. Esta iniciativa tiene el potencial de incrementar la rentabilidad de los agricultores, fomentar la inclusión social en zonas rurales y promover un uso responsable de los recursos naturales. Para maximizar sus beneficios y mitigar posibles riesgos, será fundamental asegurar una

implementación adecuada, acompañada de un plan de trabajo bien estructurado, capacitación constante y un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo.

A partir de lo expuesto, podemos concluir que el proyecto Contrasequia representa una solución viable para los habitantes de Sicaya, quienes enfrentan la escasez de agua de lluvia para sus cultivos durante los meses de mayo a agosto. Este proyecto tiene como objetivo captar agua en tanques durante la temporada de lluvias y utilizar sistemas de riego tecnificado con el apoyo de sensores, lo que permitirá a los agricultores mantener sus sembríos durante todo el año. De esta manera, se contribuirá a mejorar su bienestar económico y social.

8.3 Recomendación

Después de un análisis exhaustivo de la viabilidad, los principales aportes sociales, económicos y también medioambientales, así con la implementación del proyecto, se puede determinar que este tipo de riego tecnificado es una solución adecuada y necesaria para las comunidades rurales. No solo incrementa la productividad agrícola, sino que también optimiza el uso de recursos hídricos, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo social de las áreas involucradas.

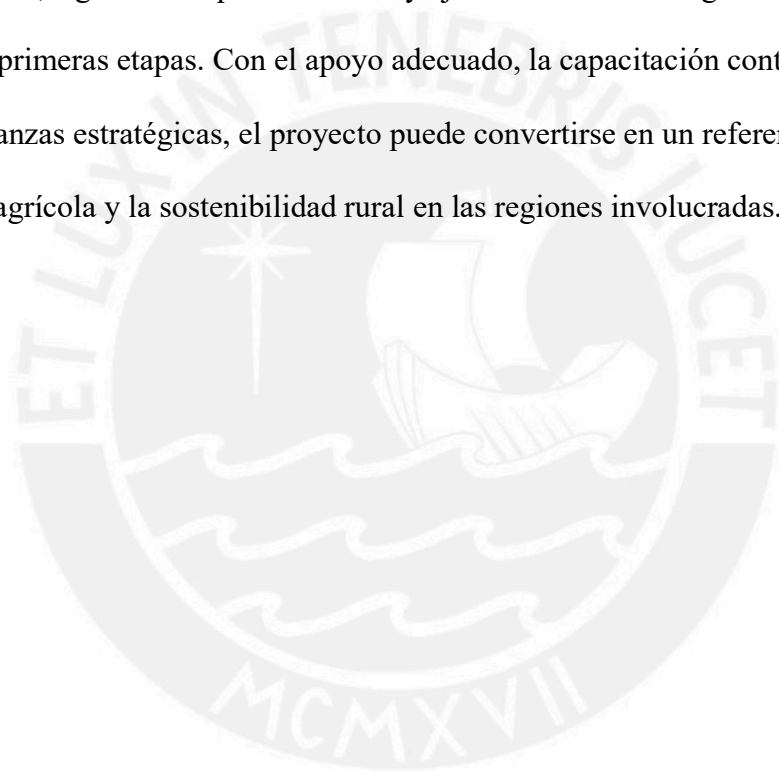
A continuación, se ofrecen algunas recomendaciones clave para asegurar el éxito y la sostenibilidad a largo plazo del proyecto:

- Priorizar la capacitación y acompañamiento técnico constante: La efectividad del sistema de riego tecnificado depende en gran medida de la correcta operación por parte de los agricultores. Es esencial que el programa de capacitación inicial sea robusto, acompañado de soporte técnico continuo, para garantizar que los beneficiarios estén completamente familiarizados con el uso y mantenimiento del sistema. Esto reducirá errores operativos y maximizará la eficiencia del riego.

- Fomentar la adopción de prácticas sostenibles: Además de enseñar a los agricultores a utilizar el sistema, es recomendable incluir módulos sobre prácticas agrícolas sostenibles que vayan de la mano con el riego tecnificado. Esto podría incluir el manejo de suelos, la rotación de cultivos y el uso eficiente de fertilizantes, contribuyendo a una agricultura más sostenible.
- Monitorear y ajustar el impacto ambiental: Aunque el sistema ofrece ahorros significativos en el uso del agua, es importante gestionar cuidadosamente las emisiones del dióxido de carbono que están implicadas al transporte y operación del sistema. Se recomienda el uso de herramientas de monitoreo ambiental para minimizar al mínimo el carbono del proyecto, buscando la adopción de vehículos eléctricos u opciones más eficientes para el transporte de técnicos.
- Evaluar periódicamente el impacto social y económico: Durante el ciclo de vida de este proyecto, es crucial hacer evaluaciones esporádicas para evaluar el impacto real en términos de productividad agrícola, ingresos familiares, y mejoras en la calidad de vida. Estas evaluaciones permitirán hacer ajustes necesarios en la implementación y asegurar que nuestro proyecto y objetivos se cumplan efectivamente.
- Buscar alianzas y financiamiento complementario: Aunque el proyecto muestra un fuerte retorno social, la búsqueda de alianzas estratégicas con organismos gubernamentales, ONGs y entidades privadas puede proporcionar un financiamiento adicional que permita escalar el proyecto o reducir los costos para los agricultores. Esto también puede ayudar a integrar otros programas de desarrollo rural que fortalezcan los resultados del proyecto.
- Expandir el proyecto gradualmente: Aunque los resultados proyectados son prometedores, se recomienda una expansión gradual del proyecto para nuevas áreas o

comunidades, de manera que el equipo pueda afinar el modelo de implementación y adaptarlo a las necesidades particulares de cada región. Este enfoque escalonado reducirá riesgos y asegurará un crecimiento sostenible.

El proyecto de riego tecnificado tiene el potencial de transformar la agricultura rural, impulsando tanto el desarrollo económico como la sostenibilidad ambiental en las comunidades agrícolas. Se recomienda avanzar con la implementación del proyecto de manera organizada, siguiendo el plan detallado y ajustando las fases según el aprendizaje obtenido en las primeras etapas. Con el apoyo adecuado, la capacitación continua y la búsqueda de alianzas estratégicas, el proyecto puede convertirse en un referente para la modernización agrícola y la sostenibilidad rural en las regiones involucradas.



Referencias

- Allan, R. P., & Soden, B. J. (2008). Atmospheric warming and the amplification of precipitation extremes. *Science*, 321(5895), 1481-1484.
<https://doi.org/10.1126/science.1160787>
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2023). *Gestión del agua en el Perú: Desafíos y oportunidades*. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe>
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). (2023). *Reporte de inflación y estadísticas macroeconómicas*. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe>
- Banco Mundial. (2023). *Crisis del agua en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://www.worldbank.org>
- Banco Mundial. (2023). *Crisis del agua en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://www.worldbank.org>
- Banco Mundial. (2023). *Uso del agua en la agricultura en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <https://www.worldbank.org>
- Brown, L. R. (2013). *Full planet, empty plates: The new geopolitics of food scarcity*. W.W. Norton & Company.
- Cadena SER. (2024). *La mitad de la población mundial sufre por la escasez de agua*. Recuperado de <https://www.cadenaser.com>
- Chappell, M. J., & LaValle, L. A. (2011). Food security and biodiversity: Can we have both? *Agriculture and Human Values*, 28(1), 3-26. <https://doi.org/10.1007/s10460-009-9251-4>
- Comisión Mundial sobre la Economía del Agua. (2023). *El impacto económico de la crisis hídrica global*. Recuperado de <https://www.watercommission.org>
- El País. (2024). *Desafíos hídricos en América Latina*. Recuperado de <https://www.elpais.com>

- FAO (2020). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>
- FAO. (2022). *Estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Recuperado de <https://www.fao.org>
- García, M., López, L., & Ramírez, P. (2019). Impacto de la tecnificación agrícola en la sostenibilidad de los recursos hídricos. *Revista de Estudios Agrícolas*, 15(2), 45-60. <https://doi.org/10.1016/j.reag.2019.06.003>
- Gollin, D., Parente, S. L., & Rogerson, R. (2002). The role of agriculture in development. *The American Economic Review*, 92(2), 160-164. <https://doi.org/10.1257/000282802320189177>
- Green, S. R., & Clothier, B. E. (2008). Environmental sustainability of irrigated production systems. *Agricultural Water Management*, 95(3), 294-304. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.10.012>
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(9), 3232-3237. <https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109>
- Ojo Público. (2023, noviembre 5). *La crisis histórica del agro en Perú impacta y amenaza la agricultura familiar*. Recuperado de <https://ojo-publico.com/derechos-humanos/la-crisis-historica-del-agro-impacta-y-amenaza-la-agricultura-familiar>
- El Financiero. (2023). *Productores del campo enfrentan problemas en sus actividades*. Recuperado de <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/productores-del-campo-enfrentan-problemas-en-sus-actividades/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2017*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>

- Kumar, M. D. (2005). Impact of irrigation on poverty alleviation: A review of empirical evidence. *Water Resources Development*, 21(3), 439-457.
<https://doi.org/10.1080/07900620500162019>
- La República. (2024). *Cajamarca: Minera Yanacocha vertió 40 millones de metros cúbicos de agua residual al ambiente*. Recuperado de <https://www.larepublica.pe>
- Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R., Vivas, E., Todorovic, M., & Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, 146, 84-94. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.012>
- Liu, J., & Yang, W. (2010). Water sustainability for China and beyond. *Science*, 328(5986), 1517-1518. <https://doi.org/10.1126/science.1189699>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577-1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2022). *Producción y sostenibilidad del sector agrícola en Perú*. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023). *Impacto del agua en la producción agrícola en regiones andinas*. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023). *Impacto del agua en la producción agrícola en regiones andinas*. Recuperado de <https://www.midagri.gob.pe>
- Molden, D. (Ed.). (2007). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. Earthscan and International Water Management Institute.
- Olesen, J. E., Trnka, M., Kersebaum, K. C., Skjelvåg, A. O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., ... & Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 34(2), 96-112.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2023). *Cambio climático y recursos hídricos*.

Recuperado de <https://public.wmo.int>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2023). *Informe sobre el cambio climático y*

los recursos hídricos. Recuperado de <https://public.wmo.int>

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2023). *Informe sobre el cambio climático y*

los recursos hídricos. Recuperado de <https://public.wmo.int>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). *Patógenos y contaminación agrícola*.

Recuperado de <https://www.who.int>

Postel, S. L., & Richter, B. D. (2012). *Rivers for life: Managing water for people and nature*.

Island Press.

Ramírez, L., & Domínguez, E. (2018). Tecnificación del riego en zonas rurales: Beneficios y desafíos para la sostenibilidad. *Revista de Ingeniería y Medio Ambiente*, 12(3), 25-42.

<https://doi.org/10.1016/j.rima.2018.04.005>

Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., & Gerten, D. (2009). Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. *Water Resources Research*, 45(7).

<https://doi.org/10.1029/2007WR006767>

World Bank (2020). *Agricultural productivity and climate change adaptation*. World Bank

Publications. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8824-1>

Zilberman, D., Lipper, L., McCarthy, N., & Gordon, B. (2007). *Sustainable irrigation development in the era of climate change*. Springer.

Zurita, L. F., & Cáceres, J. (2021). Estudio sobre el impacto socioeconómico del riego tecnificado en comunidades rurales de Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de*

Agricultura Sostenible, 10(1), 65-79. <https://doi.org/10.1016/j.relas.2021.01.006>

Banco Mundial. (2023). *Gestión sostenible del agua en zonas rurales de América Latina y el Caribe*. <https://www.worldbank.org/>

FAO. (2022). *El impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria y el acceso al agua en comunidades rurales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2017*. <https://www.inei.gob.pe/>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023). *Estrategias para la mejora del acceso al agua en la agricultura familiar*. <https://www.midagri.gob.pe/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023). *Riesgos sanitarios asociados al uso de agua contaminada en la producción agrícola*. <https://www.who.int/>

Porter, M. E. (2008). *The five competitive forces that shape strategy*. *Harvard Business Review*, 86(1), 78–93. <https://hbr.org/>

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2023). *Diagnóstico y planificación para la gestión integrada de los recursos hídricos en el Perú*. <https://www.ana.gob.pe/>

Apéndice

Apéndice A. Prototipo 1 de la solución al problema.



Apéndice B. Sistema autónomo para humedad.



Apéndice C. Panel solar para dar energía a la batería.



Apéndice D. Configuración de Arduino para la humedad.

```
4 {
5   Serial.begin(9600);
6 }
7 void loop()
8 {
9   int valor = map(analogRead(sensor), 0, 1023, 100, 0);
10  //se hace un mapeo de la lectura del sensor a 0-100
11  Serial.print("Humedad: ");
12  Serial.print(valor);
13  Serial.println("%");
14  delay(100);
}
```

Output Serial Monitor X

Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

```
Humedad: 10%
Humedad: 10%
Humedad: 10%
Humedad: 10%
Humedad: 10%
```

Offline

Apéndice E. Riego tecnificado por goteo.



Apéndice F. Total de encuestados por genero



Apéndice G. Total de encuestados por nivel educativo



Apéndice H. Tarjeta de prueba de hipótesis.

Tarjeta de prueba (Strategyzer)

Actividad PRUEBA DE USO

Responsable EQUIPO 1

Paso 1: Hipótesis (Riesgo ☠ ☠ ☠)

Creemos que

Los agricultores de Sicaya consideran que el sistema de captación de agua a través de tanques rotoplas, riego tecnificado y sensores de humedad de la tierra son fáciles de usar y les facilita el proceso de irrigación, mejorando la eficiencia en sus actividades agrícolas.

Paso 2: Prueba (Confiabilidad de los datos 📊 📈 📉)

Para verificarlo, nosotros

Implementaremos el sistema en 3 terrenos de prueba con 8 agricultores que no tengan experiencia previa en tecnología de sensores. Les proporcionaremos una breve guía de uso y les pediremos.

Paso 3: Métrica (Tiempo requerido 🕒🕒🕒)**Además, mediremos**

1. El porcentaje de agricultores que muestren interés en adoptar el sistema (medido por encuestas).
2. El número de agricultores que solicitan una demostración adicional o más información.
3. La disposición a pagar por el sistema de captación de agua, riego tecnificado y sensores de humedad.

Paso 4: Criterio

Estamos bien si Al menos el 70% de los agricultores encuestados muestran interés en el sistema y 3 o más agricultores están dispuestos a implementarlo en sus tierras.

MCMXVII

Tarjeta de prueba (Strategyzer)

Actividad

PRUEBA DE INTENCIÓN

Responsable

EQUIPO 1

Paso 1: Hipótesis (Riesgo ☠ ☠ ☠)

Creemos que

Los agricultores están dispuestos a pagar por el sistema de captación de agua a través de tanques rotoplás, riego tecnificado y sensores de humedad, siempre que el precio esté por debajo de los 15000 soles y existan facilidades de financiamiento

Paso 2: Prueba (Confiabilidad de los datos 👍 👍 👍)

Para verificarlo, nosotros

realizaremos una encuesta y entrevista a 15 agricultores de diferentes tamaños de explotación agrícola para medir su interés en adoptar el sistema. Ofreceremos una demostración del sistema en funcionamiento en una parcela piloto para observar su reacción y disposición a utilizarlo.

Paso 3: Métrica (Tiempo requerido 🕒🕒🕒)**Además, mediremos**

- 1.El porcentaje de agricultores que muestran interés y aceptación para adoptar el sistema (medido por encuestas).**
- 2. El número de agricultores que solicitan una demostración adicional o más información.**
- 3.La disposición a pagar por el sistema o participar en un plan piloto.**

Paso 4: Criterio**Estamos bien si**

al menos el 70% de los agricultores encuestados muestran interés en el sistema y al menos el 55% menciona la necesidad de financiamiento para adquirir el sistema.

