

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Tesis

Evaluación del sistema de riego por aspersion para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023

Asesor:

M. Sc. Caballero Ramírez, Sandra Creceida

Autor:

Azurín Peralta, Jose Luis

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Agrónomo

Abancay Apurímac – Perú

2025

Acta de sustentación



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N° 011-2025-UTEA-FI-DEPA.

Reunidos el Jurado Examinador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| ➤ <i>Dr. Ely Jesús ACOSTA VALER</i> | PRESIDENTE DE JURADO |
| ➤ <i>Mg. Ángel MALDONADO MENDIVIL</i> | DICTAMINANTE |
| ➤ <i>M.Sc. Franklin YANQUI DIAZ</i> | REPLICANTE |

El aspirante al TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Bachiller: José Luis AZURIN PERALTA


Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, respecto al Examen de Sustentación, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

SUSTENTACIÓN DE TESIS denominado: *"Evaluación del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay - Apurímac, 2023"*.

Habiendo aprobado con la nota de DIECISÉIS (16).

Se extiende, conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en el tomo III de los folios N° 204 y 205, de fecha 06 de enero del 2025.

Abancay, 06 de enero del 2025.



Dr. Ely Jesús ACOSTA VALER
PRESIDENTE DEL JURADO



Mg. Ángel MALDONADO MENDIVIL
DICTAMINANTE



M.Sc. Franklin YANQUI DIAZ
REPLICANTE

C.c.
Archivo

Reporte de similitud

Evaluación del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay - Apurímac, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	19 %	8 %	9 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
2	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	www.psi.gob.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	1library.co Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	www.thefreelibrary.com Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.autonoma deica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Azurín Peralta, Jose Luis
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 40324433
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0006-5762-7156
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Caballero Ramírez, Sandra Creceida
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 43318916
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0002-1998-2409
Datos de la investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Agronomía
Línea de investigación	: Agricultura y ambiente
Rango de años en la que se realizó la investigación	: 2023 - 2024
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 21%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#_4.01.06

Dedicatoria

Con mucho amor, cariño y respeto a mi madre Alina Peralta Torres, a mi esposa Margot Manrique Gonzales, a mis hijos Sebastian y Luciana, y hermanos Roger y Flor.

Jose Luis

Agradecimiento

A la Universidad Tecnológica de los Andes, a la Facultad de Ingeniería, en especial a la Escuela Profesional de Agronomía, por darme la oportunidad de formarme como profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, por su amistad, respeto, y principalmente por compartir sus conocimientos, sus experiencias y darnos las herramientas necesarias para desenvolvemos en el ámbito laboral.

Mi agradecimiento especial a la M. Sc. Sandra Creceida Caballero Ramírez en su condición de Asesora.

Al Ing. Augusto Ramírez Vicencio por ofrecerme su apoyo durante el proceso de ejecución del trabajo de investigación, a quien doy mi más sincero agradecimiento.

Jose Luis

Resumen

Este trabajo de investigación ha tenido como objetivo “evaluar el sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023”, para ello se ha utilizado el método de investigación descriptivo con enfoque mixto. La técnica usada ha sido la observación del sistema de riego y por otro lado la encuesta ha sido aplicada a una muestra de 79 agricultores de un total de 85 usuarios de dicho sistema de riego, con ello se ha llegado a los siguientes resultados: En el estado actual de la infraestructura de riego en el sector de Trujipata baja, se identifican diversas deficiencias en su infraestructura, como desmoronamiento, deterioro y obstrucciones en varias partes del sistema. A través de una encuesta, se evidencia que la mayoría de los usuarios desconoce la importancia del mantenimiento del sistema de riego, lo que ha generado problemas en la distribución del agua, conflictos internos y una disminución en los ingresos económicos de las familias del sector. Además, se propone un manual de operaciones y mantenimiento para mejorar la gestión del recurso hídrico en la zona. La encuesta también revela que la mayoría de los usuarios considera aceptable la calidad del agua utilizada en el sistema de riego. Sin embargo, existe un porcentaje considerable que desconoce o no tiene opinión sobre la existencia y funcionamiento de un plan de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego. Estos hallazgos resaltan la necesidad de crear conciencia sobre la importancia del mantenimiento del sistema de riego, implementar el manual propuesto y mejorar la comunicación sobre el plan de operación y mantenimiento para garantizar un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja.

Palabras clave: Sistema de riego, recurso hídrico, aspersión.

Abstract

The objective of this research work was to “evaluate the sprinkler irrigation system for water resource management in the Trujipata Baja sector, Abancay – Apurímac, 2023”, for which the descriptive research method with a mixed approach has been used. The technique used has been the observation of the irrigation system and on the other hand the survey has been applied to a sample of 79 farmers out of a total of 85 users of said irrigation system, with this the following results have been reached: In the current state of the irrigation infrastructure in the Trujipata Baja sector, various deficiencies in its infrastructure are identified, such as collapse, deterioration and obstructions in various parts of the system. Through a survey, it is evident that the majority of users are unaware of the importance of maintaining the irrigation system, which has generated problems in water distribution, internal conflicts and a decrease in the economic income of families in the sector. In addition, an operations and maintenance manual is proposed to improve the management of water resources in the Área. The survey also reveals that the majority of users consider the quality of the water used in the irrigation system to be acceptable. However, there is a considerable percentage that is unaware or has no opinion on the existence and functioning of an operation and maintenance plan for irrigation infrastructure. These findings highlight the need to raise awareness about the importance of irrigation system maintenance, implement the proposed manual and improve communication about the operation and maintenance plan to guarantee efficient and sustainable use of water resources in the Trujipata Baja sector.

Keywords: Irrigation system, water resource, sprinkling.

Índice general

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice general.....	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xv
Índice de anexos.....	xviii
I. Introducción.....	19
II. Planteamiento del problema.....	20
2.1. Descripción y formulación del problema.....	20
2.1.1. Problema general.....	21
2.1.2. Problema específico.....	21
2.2. Objetivos.....	21
2.2.1. Objetivo general.....	21
2.2.2. Objetivos específicos.....	21
2.3. Justificación de la investigación.....	22
2.4. Hipótesis.....	23
2.4.1. Hipótesis general.....	23
2.4.2. Hipótesis específicos.....	23
2.5. Variable.....	23
III. Marco Teórico.....	25

3.1. Antecedentes.....	25
3.2. Bases teóricas.....	30
3.2.1. Sistema de riego por aspersión.....	30
3.2.2. Características del sistema de riego por aspersión.....	31
3.2.3. Componentes de un sistema de riego por aspersión.....	31
3.2.4. Infraestructura de riego.....	33
3.2.5. Tubería de conducción.....	33
3.2.6. Válvula de control.....	34
3.2.7. Arco de riego.....	35
3.2.8. Tubería de distribución y laterales.....	36
3.2.9. Emisores de riego.....	37
3.2.10. Riego por aspersión en la sierra.....	37
3.2.11. Gestión del recurso hídrico.....	38
3.3. Definición de términos.....	39
IV. Metodología.....	42
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	42
4.1.1. Tipo de investigación.....	42
4.1.2. Nivel de investigación.....	42
4.1.3. Metodología de la investigación.....	42
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	43
4.2.1. Ámbito temporal.....	43
4.2.2. Ámbito espacial.....	43
4.3. Población y muestra.....	44
4.3.1. Población.....	44
4.3.2. Muestra.....	44
4.3.3. Muestreo.....	44
4.4. Instrumentos.....	44
4.5. Procedimientos.....	45

4.6. Análisis de datos.....	46
4.7. Consideraciones éticas.....	46
V. Resultados y discusión.....	48
5.1. Resultados.....	48
5.1.1. Superficie de terreno agrícola cubierto por el sistema de riego por aspersión sector de Trujipata.....	48
5.1.2. Estado actual del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja	54
5.1.3. Mantenimiento y la operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja.....	68
5.2. Discusión.....	81
VI. Conclusiones.....	84
VII. Recomendaciones.....	87
VIII. Referencias.....	89
IX. Anexos.....	93

Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	23
Tabla 2: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 01 (sistema de Tucumachay).....	48
Tabla 3: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 02 (sistema de Aljo pucyu).....	48
Tabla 4: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 03 (sistema de Molleyoc).....	49
Tabla 5: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 04 (sistema de Casa Abuelo – Rajaypata).....	50
Tabla 6: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 05 (sistema de Kisa huayco).....	51
Tabla 7: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 06 (sistema de Tambo corral).....	51
Tabla 8: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 07 (sistema de Nina kiruyuc).....	52
Tabla 9: Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 08 (sistema de Durazno pata).....	52
Tabla 10: Estado actual de la Bocatoma.....	53
Tabla 11: Estado actual de la Captación.....	53
Tabla 12: Estado actual del Desarenador.....	54
Tabla 13: Estado actual de la Línea de conducción.....	54
Tabla 14: Estado actual de la Línea de Cámaras de inspección.....	55
Tabla 15: Estado actual de la Línea de Válvulas de aire.....	56
Tabla 16: Estado actual de la Línea de Cámaras de carga.....	56
Tabla 17: Estado actual de la Línea de Válvulas de control.....	57
Tabla 18: Estado actual de la Línea de Cámaras rompe presión.....	58
Tabla 19: Estado actual de la Línea de Válvulas de purga.....	58
Tabla 20: Estado actual de la Línea de Hidrantes.....	59

Tabla 21: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente?.....	59
Tabla 22: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es la antigüedad aproximada de tu sistema de riego?.....	60
Tabla 23: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego?.....	61
Tabla 24: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿En qué estado se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego (como tuberías, válvulas, etc.)?	62
Tabla 25: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Has experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en tu sistema de riego?.....	63
Tabla 26: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Se han realizado mejoras o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años?.....	64
Tabla 27: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo?.....	65
Tabla 28: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia realizas actividades de mantenimiento en tu sistema de riego?.....	69
Tabla 29: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Qué tipo de actividades de mantenimiento llevas a cabo en tu sistema de riego? (Selecciona todas las que correspondan)	70
Tabla 30: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuánto tiempo ha estado inactivo tu sistema de riego debido a reparaciones en el último año?.....	71
Tabla 31: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la uniformidad de riego en tu sistema?.....	72
Tabla 32: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es la calidad del agua utilizada en tu sistema de riego?.....	73
Tabla 33: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Sabe usted que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona?.....	74
Tabla 34: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Quien debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en su sector?.....	75
Tabla 35: Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene?.....	76

Tabla 36: Manual de mantenimiento y operación del sistema de riego.....	78
Tabla 37: Padrón general de usuarios.....	105

Índice de figuras

Figura 1: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuál es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente?.....	60
Figura 2: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuál es la antigüedad aproximada de tu sistema de riego?.....	61
Figura 3: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego?.....	62
Figura 4: Porcentaje de respuestas de ¿En qué estado se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego (como tuberías, válvulas, etc.)?.....	63
Figura 5: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Has experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en tu sistema de riego?.....	64
Figura 6: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Se han realizado mejoras o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años?.....	65
Figura 7: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo?.....	66
Figura 8: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia realizas actividades de mantenimiento en tu sistema de riego?.....	70
Figura 9: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Qué tipo de actividades de mantenimiento llevas a cabo en tu sistema de riego? (Selecciona todas las que correspondan)	71
Figura 10: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuánto tiempo ha estado inactivo tu sistema de riego debido a reparaciones en el último año?.....	72
Figura 11: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la uniformidad de riego en tu sistema?.....	73
Figura 12: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuál es la calidad del agua utilizada en tu sistema de riego?.....	74
Figura 13: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Sabe usted que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona?.....	75
Figura 14: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Quien debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en su sector?.....	76

Figura 15: Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene?.....	77
Figura 16: Acompañamiento de la asesora de la Escuela Profesional de Agronomía al ámbito de ejecución del proyecto de tesis zona de captación de la línea de conducción del sistema de riego, infraestructura hidráulica ubicada en el sector de Moyocorral. Inicio de la línea de conducción de 5500 m de longitud.....	96
Figura 17: Evaluación del canal principal Mariño infraestructura hidráulica que traslada el agua hacia la línea de conducción del sistema de riego Trujipata baja.....	96
Figura 18: Recorrido de evaluación del estado situacional de las cámaras de inspección ubicadas a lo largo de la línea de conducción cada 50 a 70 metros, en la imagen se identifica cámaras rotas a causa de una inadecuada operación y mantenimiento.....	97
Figura 19: Recorrido de evaluación del tramo de la línea de conducción con tubería suspendida HDPE de 250 mm anclada en el sector de Ñacchero en colindancia con la comunidad Campesina Huayllabamba, actividad realizada con la participación de usuarios del sector.....	97
Figura 20: Verificación de la cámara de carga N.º 06 ingreso de agua a partir de la cámara de inspección con tubería de 110 mm (4 pulgadas) sector Tambocorral.....	98
Figura 21: Situación actual de la cámara de carga 04 sector Casa Abuelo, deterioro de infraestructura hidráulica a consecuencia de trabajos de operación y mantenimiento deficientes por parte de usuarios del sistema de riego.....	98
Figura 22: Verificación de cámaras de inspección en el tramo correspondiente al lateral 05 sector Quisahuaycco sistema de riego Trujipata Baja – distrito Abancay..	99
Figura 23: Evaluación del funcionamiento, trabajos de operación y mantenimiento, verificación del trabajo de la válvula de control cámara de carga 03 sector Mollechayuc, sistema de riego Trujipata Baja – distrito Abancay.....	99
Figura 24: Medición de presión en hidrantes realizado a nivel de los 08 laterales del sistema con la utilización de un instrumento para medir presión (manómetro) levantando la información tomando en consideración la unidad de medida en bares.....	100
Figura 25: Levantamiento de información mediante encuestas dirigido a usuarios que forman parte del comité de riego del sector Trujipata Baja, tomando en	

consideración aspectos como organización interna a nivel del comité de riesgo.
..... 100

Índice de anexos

A) Matriz de consistencia.....	94
B) Base de datos.....	96
C) Evidencias fotográfica.....	101
D) Plano general del sistema de riego.....	106
E) Plano de ubicación de Trujipata Baja.....	107
F) Plano parcelario de Trujipata Baja.....	108
G) Esquema hidráulico de Trujipata Baja.....	109
H) Padrón general de usuarios.....	110
I) Manual de operaciones y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión.....	113

I. Introducción

La gestión eficiente del recurso hídrico en la agricultura fue un desafío crucial en el tiempo de ejecución de esta investigación, especialmente en regiones con condiciones climáticas variables. En ese contexto, el sistema de riego por aspersión emergió como una herramienta fundamental para optimizar el uso del agua en la agricultura, permitiendo una distribución uniforme y controlada en áreas específicas de cultivo. El presente trabajo de investigación se centró en la evaluación del sistema de riego por aspersión como parte integral de la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, ubicado en Abancay – Apurímac, durante el año 2023.

La elección de este sector respondió a la necesidad de comprender y mejorar las prácticas de riego en un entorno específico, donde las condiciones geográficas y climáticas podían influir significativamente en la eficacia de los sistemas de riego. En la investigación se propuso analizar la eficiencia y la efectividad del sistema de riego por aspersión existente, considerando factores como la disponibilidad hídrica, la infraestructura actual y las prácticas de gestión, además, se buscó identificar posibles desafíos y oportunidades para la optimización del sistema, con el objetivo último de contribuir al manejo sostenible del recurso hídrico en la agricultura local. A través de esta investigación, se pretendió ofrecer recomendaciones prácticas a través de un manual de operación y mantenimiento del sistema de riego, basadas en evidencia para mejorar la eficiencia del sistema de riego por aspersión en el sector de Trujipata baja.

Los resultados de esta investigación no solo beneficiarán a los agricultores locales en este momento, sino que también servirán como referencia para otras regiones que enfrentan desafíos similares en la gestión del recurso hídrico en la agricultura.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

La experiencia de los proyectos de riego en la sierra sur y, en particular, en la región Apurímac en los últimos años demostró que la construcción de la infraestructura como único componente importante, incidió en la baja sostenibilidad de los mismos y que, como consecuencia, no se logró la rentabilidad a largo plazo de las inversiones efectuadas por el Estado.

En el sector de Trujipata baja, se observó una escasez de agua que afectó la disponibilidad de este recurso para el riego. Esto podría atribuirse a factores como el cambio climático, la falta de infraestructura adecuada de almacenamiento y distribución de agua, el mal manejo de los recursos hídricos, el mal manejo de la infraestructura existente, el deficiente mantenimiento y operación de dicha infraestructura de riego, entre otros. Por otro lado, el sistema de riego por aspersión existente en el sector de Trujipata baja presenta problemas de eficiencia en términos de distribución uniforme del agua, pérdidas por evaporación o arrastre, obstrucciones en los aspersores, entre otros. Esto podría haberse debido al uso ineficiente del recurso hídrico y, en consecuencia, afectar la productividad de los cultivos.

Los problemas mencionados anteriormente podrían haberse generado por la falta de conocimiento técnico y capacitación adecuada en los agricultores y encargados del sistema de riego en Trujipata baja, esto, a su vez, habría llevado a prácticas inadecuadas de gestión del agua, desconocimiento de las mejores prácticas de riego y dificultades para identificar y solucionar problemas en el sistema de riego, esto queda agravada aún más por la falta de coordinación entre los diferentes actores involucrados en la gestión del agua, como agricultores, autoridades locales, organizaciones de usuarios de agua, entre otros. Por ello, fue muy importante esta investigación al abordar estos problemas, para identificar las principales dificultades en la gestión del recurso hídrico y proporcionar

recomendaciones para mejorar la eficiencia del sistema de riego, promover el uso sostenible del agua y fomentar la coordinación entre los diferentes actores involucrados.

2.1.1. Problema general

¿Cuál es la evaluación del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023?

2.1.2. Problema específico

- ¿Cuál es la superficie de terreno agrícola cubierto por el sistema de riego por aspersión sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023?
- ¿Cuál es el estado actual de la infraestructura del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023?
- ¿Cómo es el mantenimiento y la operación del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar el sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023.

2.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la superficie de terreno agrícola cubierto por el sistema de riego por aspersión sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023.
- Describir el estado actual de la infraestructura del sistema de riego por aspersión y la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023.
- Valorar el mantenimiento y la operación del sistema de riego por aspersión y proponer un manual de operaciones y mantenimiento para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023.

2.3. Justificación de la investigación

Si la disponibilidad de agua en el área de Trujipata baja es limitada y el sistema actual de riego por aspersión no opera eficientemente, resulta esencial realizar una investigación exhaustiva y una evaluación del sistema de riego, por lo tanto el objetivo es identificar las deficiencias y proponer soluciones que mejoren la gestión del recurso hídrico. Adicionalmente, un sistema de riego ineficiente podría tener consecuencias negativas para la productividad agrícola en el sector, esto podría resultar en bajos rendimientos de la producción agrícola y pérdidas económicas para los agricultores, por ello, esta investigación se enfocó en identificar dichos problemas para luego en base a ello mejorar el funcionamiento del sistema de riego con el fin de incrementar la productividad y rentabilidad de la actividad agrícola en Trujipata baja, asimismo, la escasez de agua y las crecientes preocupaciones ambientales impulsan la promoción de prácticas sostenibles de gestión del agua, en tal sentido, esta investigación busca identificar y mejorar los componentes del sistema de riego para reducir el desperdicio de agua y fomentar el uso responsable y sostenible del recurso hídrico en dicho sector, por otro lado también permitirá obtener beneficios económicos y sociales significativos, ya que los agricultores podrían disminuir los costos asociados al uso excesivo de agua y mejorar la rentabilidad de sus cultivos.

A través de la aplicación de los conocimientos técnicos proporcionados por el Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de riego, se busca capacitar a los directivos y usuarios, tanto hombres como mujeres, con el objetivo de fortalecer los Comités y Comisión de Regantes en términos organizativos y de gestión del recurso hídrico, con la finalidad de lograr la sostenibilidad de las actividades de riego y agricultura, considerándolas como pilares fundamentales para el desarrollo rural.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023 se encontrará parcialmente operativo.

2.4.2. Hipótesis específicos

- La superficie de terreno agrícola cubierto por el sistema de riego por aspersión sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023 será como máximo de 80%.
- El estado de la infraestructura del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, 2023 se encontrará por debajo de su servicio óptimo.

2.5. Variable

A) Variable 1: Evaluación del sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico

Definición conceptual

El sistema de riego por aspersión es una técnica de irrigación que simula la lluvia natural mediante el uso de dispositivos que distribuyen agua a través de boquillas o aspersores, cubriendo uniformemente el área cultivada. Este sistema se utiliza ampliamente en la agricultura para gestionar eficientemente el recurso hídrico, promoviendo el crecimiento y desarrollo de los cultivos al proporcionar una cantidad adecuada de agua de manera controlada y oportuna. La gestión del recurso hídrico mediante riego por aspersión implica la planificación, implementación y monitoreo de la distribución de agua, optimizando su uso para minimizar el desperdicio y maximizar la eficiencia hídrica. En el contexto de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, esta técnica es especialmente relevante debido a la necesidad de manejar los recursos hídricos de manera sostenible en una región con características climáticas y topográficas particulares.

Definición operacional

La variable "Sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico" se operacionaliza mediante la implementación y evaluación de un sistema de riego que incluye aspersores, tuberías y mecanismos de control para distribuir agua en áreas agrícolas específicas de Trujipata baja, Abancay – Apurímac, durante el año 2023. Para medir este sistema, se realizaron diversas actividades y se recogieron datos específicos, el estado situacional del sistema de riego, la eficiencia del uso del agua y se considerarán variables ambientales y técnicas, como la presión de agua en los hidrantes, la cobertura del sistema de riego. El éxito de la gestión del recurso hídrico se evalúa mediante indicadores como la reducción en el consumo de agua, la mejora en la producción agrícola y la satisfacción de los agricultores locales con el sistema implementado. (Basuchaudhuri, 2020)(Castellanos et al.2022)

B) Operacionalización de variables

Tabla 1:

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Indices
Sistema de riego por aspersión para la gestión del recurso hídrico	Superficie de terreno agrícola cubierto	• Ubicación geográfica	Nominal Nominal
		• El sistema de riego por sector y sus productores regantes	
	Estado de infraestructura	• Antigüedad del sistema de riego	Años
		• Realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego	Nominal
Mantenimiento y operación del sistema de riego		• Estado en la que se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego	Nominal
		• Fugas o roturas en tu sistema de riego	Nominal
		• Frecuencia de mantenimiento	mes
		• Eficiencia de riego	%
		• Pérdidas de agua	%
		• Cumplimiento de programación	%

Nota: elaboración propia

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

Naroua, I., Rodríguez Sinobas, L., y Sánchez Calvo, R. (2012), señalan que realizar evaluaciones de campo en los sistemas de riego es fundamental para conocer su desempeño y establecer pautas de manejo que optimicen la eficiencia y resultados del riego. En su estudio, analizaron trece sistemas de riego por aspersión: diez pivotes centrales, dos sistemas de cobertura total y un ramal de avance frontal. También se evaluaron las cartas de riego proporcionadas por el fabricante en ocho de los pivotes y en el ramal de avance frontal, determinando la uniformidad en la distribución del agua mediante el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CU). Posteriormente, seleccionaron boquillas de los emisores para mejorar la uniformidad del agua, asumiendo una distribución constante de caudal. Los resultados de campo revelaron que el 38% de los sistemas evaluados presentaron una mala uniformidad en la aplicación del agua ($CU < 80$). Además, el 31% de los sistemas no cumplió con el rendimiento de aplicación requerido ($Ra < 0,75$), y el 92% de los sistemas mostraron riego deficitario. En cuanto a las cartas de riego del fabricante, las estimaciones arrojaron $CU < 80$, sugiriendo que el cambio de boquillas mejoraría la uniformidad en la mayoría de los sistemas.

Zayas, E. C., Arias, Á. G., López, A. G., Miranda, Z. P., y Espinosa, E. J. (2014) se propusieron evaluar el funcionamiento de diversas técnicas de riego por aspersión, midiendo el Coeficiente de Uniformidad y la eficiencia de descarga, con el fin de diseñar un plan para mejorar el uso eficiente del agua en el riego. Realizaron un levantamiento de las técnicas de riego presentes en la zona de estudio, y las evaluaciones de campo se llevaron a cabo bajo las normas NC-ISO 11545:2007 y NC-ISO 8224-1:2011, utilizando el software EVALEN para calcular el coeficiente de uniformidad. Los resultados mostraron que los sistemas con menor eficiencia de descarga fueron el enrollador con cañón y el lateral rodante, con valores de 0,60 y 0,63 respectivamente. Al analizar los volúmenes de agua necesarios para una campaña de papa, se encontró que el enrollador con ala

piovana requería 1940 m³ adicionales, el enrollador con cañón 3333,20 m³, el lateral rodante 2936,60 m³ y la máquina de pivote central 1944,40 m³, sumando un total de 10154,20 m³ de agua extraída de la fuente.

Bonilla, L. (2011), en su investigación en la Universidad Veracruzana, recomendó el mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas existentes en la subcuenca del Papaloapan para garantizar su funcionamiento ante eventos hidrometeorológicos extremos. También propuso la construcción de nuevas obras hidráulicas, como sistemas de drenaje, drenes, bordos, desviaciones y estructuras de almacenamiento, con el objetivo de reducir los riesgos y la vulnerabilidad en los cauces, cuencas y comunidades cercanas al río Papaloapan en México.

Roblero, J. (2011), en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", menciona que las obras hidráulicas buscan satisfacer las necesidades de producción agropecuaria, considerando las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales. Con la implementación de presas de almacenamiento en zonas áridas y semiáridas, se espera que en el futuro disminuyan los efectos de la sequía, mejorando la estabilidad. Además, esto contribuirá al aumento de la productividad, la producción de alimentos básicos, y fortalecerá la relación entre el Estado y los productores. También establecerá las bases para una mayor autonomía económica y un uso más eficiente del agua a través de nuevos métodos agrícolas.

Núñez, A. (2015) explica que la eficiencia de un sistema de riego se refiere a la proporción de agua utilizada por las plantas en comparación con la cantidad suministrada desde la bocatoma. El agua es captada de una fuente natural, conducida a través de un canal principal y luego distribuida por canales secundarios hasta llegar a las parcelas. Para determinar cuánta agua captada es realmente usada para el riego, es esencial medir la eficiencia del sistema. La eficiencia de riego se compone de la eficiencia de conducción en el canal principal, la eficiencia de distribución en los canales laterales y la eficiencia de aplicación a nivel de parcela. El producto de estas tres eficiencias determina

la eficiencia total del sistema, lo que resulta fundamental para calcular la demanda hídrica de cualquier proyecto de riego.

Fernández, A. (2010) describe el riego por superficie como el método más antiguo de riego, utilizado por miles de años en todo el mundo. Este sistema consiste en aplicar agua directamente sobre el suelo mediante gravedad o escurrimiento. Una característica clave de este método es que el propio suelo actúa como distribuidor del agua en la parcela, guiando el agua desde la cabecera de la parcela hasta los puntos más lejanos. A medida que el agua avanza, se infiltra en el suelo y llega a la zona de raíces, donde es almacenada y utilizada por las plantas. Finalmente, el agua alcanza el extremo opuesto de la parcela, conocido como la cola, que es el último punto en recibir agua.

López Rivera, C. P. (2018), en su tesis titulada "Limitaciones del riego artesanal y diseño de un sistema de riego por aspersión en el fundo Tauca-Tarma", busca responder cómo el diseño de un sistema de riego por aspersión puede reducir las limitaciones del riego artesanal en el fundo Tauca-Tarma. El objetivo de la investigación fue analizar la influencia de las limitaciones del riego artesanal en dicho diseño, con la hipótesis de que un sistema de riego por aspersión mejoraría dichas limitaciones. El estudio es de tipo aplicado, de nivel descriptivo-explicativo, y con un diseño no experimental. La investigación se llevó a cabo en el fundo Tauca, que cubre 14 hectáreas, en el distrito de Palca, Tarma. Se concluyó que el diseño de un sistema de riego por aspersión permitiría regar 6.48 hectáreas en 12 horas, utilizando un caudal de 21 l/seg. La investigación demostró que este diseño contribuiría al ahorro de agua y al riego de más áreas, verificando un mejor aprovechamiento hídrico.

Chunque Alcántara, W. (2018) realizó una investigación en comunidades rurales de la provincia de Cajamarca, cuyo objetivo fue evaluar la uniformidad y eficiencia de riego, así como la frecuencia de mantenimiento de los sistemas de riego presurizados por aspersión. Utilizando una metodología que combinó trabajo de campo y análisis en gabinete, se analizaron variables como eficiencia, uniformidad y sostenibilidad. Se

llevaron a cabo expediciones a diferentes sectores rurales donde se implementaron estos sistemas, utilizando instrumentos como vasos pluviómetros y manómetros para medir la presión, y se controló el tiempo de operación de los aspersores. También se realizaron encuestas y entrevistas a los agricultores. En total, se evaluaron 23 sistemas de riego, con un promedio de uniformidad de distribución (UD) del 80% y un coeficiente de uniformidad de Christiansen (CU) del 78%, lo que indica una buena uniformidad. La eficiencia de aplicación fue del 62%, considerada aceptable, mientras que la eficiencia de almacenamiento, con un 62%, fue insuficiente para cubrir las necesidades radicales del cultivo. Los sistemas resultaron sostenibles, generando utilidades superiores al 50% de los costos de producción por hectárea. El sistema de riego GGE de Hualagar destacó con una eficiencia de aplicación del 68%, eficiencia de almacenamiento del 58%, una uniformidad de distribución del 88% y un coeficiente de uniformidad del 93%. En general, los sistemas presurizados demostraron ser sostenibles, mejorando la rentabilidad y productividad de los cultivos.

Asencios Pineda, J. (2017) diseñó e instaló un sistema de riego tecnificado por aspersión en áreas de laderas del sector de Hualtipampa Alta, en Cajamarca, con el objetivo de incrementar la producción de Rye Grass en un área de 10.62 hectáreas y mejorar los ingresos de siete familias agricultoras. El diseño del sistema tuvo en cuenta la funcionalidad hidráulica, el uso eficiente de recursos y la simplicidad de las estructuras para facilitar su construcción y operación. El sistema aprovecha el desnivel entre el reservorio y las parcelas, lo que permite un riego por gravedad. Se implementaron 29 unidades de riego distribuidas en seis turnos, utilizando aspersores de 1/2" y 3/4" con diferentes espaciamientos. Además, se consideró un reservorio de 2,205 m³, reguladoras de presión, válvulas de aire, control y purga, y se seleccionaron las tuberías adecuadas según el caudal y la topografía. El costo total del proyecto ascendió a S/. 264,015.72, con un costo promedio por hectárea de S/. 24,860.24, siendo subvencionado en un 93.75%

por el Programa Sectorial de Irrigaciones y el resto por la Asociación los Andes de Cajamarca.

Chunque Alcántara, W. (2018) desarrolló una segunda tesis en las mismas comunidades rurales de Cajamarca con el fin de evaluar la uniformidad y eficiencia de los sistemas de riego presurizado por aspersión. La metodología combinó trabajos de campo y gabinete, midiendo variables como la uniformidad, eficiencia y sostenibilidad de los sistemas. Se instalaron pluviómetros y manómetros para medir el desempeño de los sistemas, y se realizaron entrevistas a los agricultores. Se evaluaron 23 sistemas, obteniendo una uniformidad de distribución del 69% y un coeficiente de uniformidad de Christiansen del 78%, considerado bueno. La eficiencia de aplicación fue del 62%, aceptable, mientras que la eficiencia de almacenamiento fue del 62%, considerada insuficiente para satisfacer las necesidades de los cultivos. Los sistemas demostraron ser sostenibles al generar utilidades superiores al 50% de los costos de producción, destacando nuevamente el sistema GGE de Hualagar por su eficiencia en la aplicación del riego y la uniformidad de distribución del agua.

Peña López, E. (2019) señala que el subsector hidráulico Rica Playa-Oidor, situado en la parte media del río Tumbes en su margen izquierda, abarca cuatro infraestructuras hidráulicas de riego (Rica Playa, Higuierón, Casa Blanqueada, Oidor), cubriendo una superficie de 470,51 hectáreas. Estas tierras son administradas por 382 usuarios, con un área total de 708,4 hectáreas, de las cuales 562,6 hectáreas están bajo riego. Los principales cultivos son: 131,3 hectáreas de banano convencional, 169,9 hectáreas de banano orgánico, 111,9 hectáreas de plátano dominico, 79,8 hectáreas de limón, 51,2 hectáreas de cacao convencional, 18,5 hectáreas de cacao orgánico y 3 hectáreas de mango. Los laterales de estas infraestructuras tienen una longitud total de 16,42 km, de los cuales 6,27 km están revestidos, 8,74 km son de tierra y 1,41 km son de tubería. El canal principal, completamente revestido, tiene 6,33 km de longitud. Los suelos son profundos, con textura fina y una capa superficial de franco arcilloso. El río Tumbes

provee un caudal adecuado para satisfacer la demanda de 760 litros por segundo requerida para las cuatro infraestructuras hidráulicas. Además, se determinó la demanda de agua neta y bruta para los cultivos, y se georreferenció la infraestructura de riego, incluyendo equipos de bombeo, canales principales, laterales, medidores y repartidores. Se elaboraron esquemas hidráulicos y se propusieron evaluaciones de cada infraestructura del subsector hidráulico Rica Playa-Oidor.

David Aurelio Cahua Villasante (2020), en su tesis titulada "Evaluación de un sistema de riego por aspersión Huancasayani Ñacoreque y su relación con la producción agrícola en Cuyocuyo, Sandia", destaca la creciente escasez de recursos hídricos en la sierra peruana, particularmente en Puno, debido al cambio climático. Este fenómeno ha provocado la desglaciación de los nevados, la evaporación de los bofedales en las zonas altas y una gestión deficiente de los recursos hídricos, lo que ha reducido la disponibilidad de fuentes de agua superficiales. Para contrarrestar estos efectos, se ha optado por optimizar el uso del agua mediante sistemas de riego por aspersión. Sin embargo, Cahua Villasante critica que en los últimos años se ha priorizado el componente técnico, enfocándose en la construcción de infraestructuras sin considerar una visión integral que también contemple el aspecto social, crucial para el éxito de estos proyectos. Destaca la importancia de la organización comunitaria y las relaciones humanas, aspectos que a menudo se descuidan. Además, identifica problemas en el manejo agronómico, como la falta de conocimientos sobre la aplicación de agua en las parcelas, prácticas culturales inadecuadas y una gestión deficiente de los suelos agrícolas.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Sistema de riego por aspersión

A finales del IV milenio a.C., el descenso del nivel del Golfo Pérsico llegó a su fin, lo que provocó la degradación de la capa freática y el desecamiento de muchos ramales secundarios del delta. Para evitar que la productividad agrícola disminuyera, los centros urbanos implementaron una política conjunta para establecer un sistema de riego

confiable. Se construyó una red de canales que permitiera el cultivo en las tierras de cada jurisdicción, lo que favoreció el crecimiento desproporcionado de los núcleos urbanos más poderosos. Esto generó conflictos entre las poblaciones por el control de las tierras irrigadas y los canales. El sistema de riego consistía en la construcción de un canal central, conocido como "río", derivado del curso fluvial mediante una presa y rodeado por diques. De este canal principal se ramificaban varios conductos menores que alimentaban las acequias, encargadas de llevar el agua a los campos (Serrano, 1998, p. 113).

El sistema de riego por aspersión, en cambio, es relativamente reciente y ha comenzado a implementarse de manera más extendida, debido a la tendencia de los agricultores a mecanizar sus fincas. Su mayor desarrollo se produjo después de la Segunda Guerra Mundial, cuando el aluminio se volvió más accesible. En este método, el agua se distribuye en forma de lluvia a través de tuberías presurizadas con pequeños orificios. La presión necesaria se obtiene generalmente mediante una bomba centrífuga, aunque también se puede aprovechar la diferencia de nivel en algunos casos (Flórez-Tuta et al., 2013).

3.2.2. Características del sistema de riego por aspersión

Este método consiste en generar una lluvia de intensidad relativamente uniforme sobre la parcela, con el propósito de que el agua se infiltre directamente en el punto donde cae. Según los autores, la uniformidad en la distribución del agua depende en gran medida del diseño del aspersor, que incluye factores como el tipo y número de boquillas, la presión de trabajo, así como el diseño del marco de riego y su mantenimiento adecuado (Ramos Ramos, M. P., & Báez Rivera, D. F., 2013).

3.2.3. Componentes de un sistema de riego por aspersión

Los componentes de un sistema de riego según **Felipe, M. (2016)** son:

1. Tanque de almacenamiento de agua: Almacena el agua que se utilizará para el riego y asegura un suministro constante.

2. **Válvulas de control:** Permiten controlar el flujo de agua en diferentes secciones del sistema y regular el riego en distintas áreas.
3. **Líneas principales:** Son tuberías de mayor diámetro que transportan el agua desde la fuente de suministro (como el tanque o la red de agua) hasta las distintas zonas de riego.
4. **Líneas laterales:** Son tuberías más pequeñas que se ramifican desde las líneas principales y distribuyen el agua hacia los aspersores.
5. **Aspersores:** Son los dispositivos encargados de distribuir el agua sobre el área a regar. Pueden ser aspersores fijos o rotores que giran para cubrir un área mayor.
6. **Boquillas de los aspersores:** Determinan el patrón de riego, la distancia y el caudal del agua que se emite. Pueden ser ajustables para adaptarse a las necesidades de riego específicas.
7. **Filtros:** Retienen partículas y sedimentos presentes en el agua para evitar obstrucciones en los aspersores y mantener el sistema en buenas condiciones de funcionamiento.
8. **Válvulas de drenaje:** Permiten vaciar el sistema de agua para evitar daños por congelamiento o para realizar mantenimiento.
9. **Controlador de riego:** Es un dispositivo programable que controla el encendido y apagado automático del sistema de riego, así como la duración y frecuencia del riego.
10. **Hidrante:** Es una estructura rectangular, hecha de concreto o plástico, que se coloca en puntos estratégicos para permitir la conexión de las mangueras de riego.
11. **Línea de riego móvil:** Consiste en la red de tuberías que se despliega después de los hidrantes. En el riego en laderas, generalmente se utiliza una línea de riego formada por uno o dos aspersores, conectados a una manguera de polietileno de aproximadamente sesenta metros, con un diámetro de 1/2" o 3/4 de pulgada. Esta

línea de riego se va desplazando en el terreno de manera rotativa hasta humedecer toda el área.

3.2.4. Infraestructura de riego

La infraestructura de riego es el componente principal de un sistema de irrigación y está formada por diversos elementos clave, entre los que se incluyen:

Toma de captación lateral: Es una obra civil que se construye en uno de los lados del curso de agua, permitiendo que el agua fluya directamente hacia una caja de captación para ser conducida a través de tuberías o canales (OPS, 2014).

Desarenador: Son estructuras hidráulicas que tienen la función de separar (decantar) y evacuar el material sólido que el agua transporta por los canales (ANA, 2010).

Reservorio: Tiene una doble función: actúa como cámara de carga para generar una presión constante en el sistema de riego presurizado y proporciona el caudal necesario para los aspersores en operación (Anten y Willet, 2000).

3.2.5. Tubería de conducción

Anten y Willet (2000) indicaron que la tubería a presión es aquella que opera con el conducto completamente lleno de agua, sin importar la pendiente, lo que significa que puede encontrarse en contrapendiente, siempre y cuando el líquido en movimiento llene toda la conducción. En su obra "Diseño de pequeños Sistemas De Riego Por Aspersión En Ladera", los autores afirman que es posible trabajar con tuberías llenas, asegurando que la presión dentro de la tubería no sea inferior a la cota topográfica, lo cual previene la aparición de presiones negativas y la formación de bolsas de aire.

Por otro lado, Pizarro (1996) señaló que las tuberías utilizadas en las líneas primarias y secundarias de sistemas de riego suelen estar hechas de materiales plásticos como PVC (policloruro de vinilo) y PE (polietileno), recomendados para riego localizado de alta frecuencia. También destacó algunas diferencias entre ambos materiales:

- i. Para el PVC:

- Existen dos tipos de juntas: por encolado (con diámetros comerciales en pulgadas) y elásticas (con diámetros comerciales en milímetros).
- Debe instalarse enterrado, ya que su composición no tolera la exposición prolongada a los rayos solares.
- Es más económico en comparación con el polietileno.

ii. Para el polietileno:

- Puede instalarse al aire libre.
- Es más flexible y menos frágil.
- Aunque más costoso que el PVC, tanto el material como los accesorios de conexión.
- Hay tres tipos de tuberías de polietileno, diferenciadas por su densidad: baja, media y alta densidad.

3.2.6. Válvula de control

Según Nuñez Correa, J. J. (2017), las válvulas de control utilizadas en los sistemas de riego por aspersión incluyen varios tipos, como las válvulas volumétricas, la válvula reguladora de presión, la válvula de aire y la válvula de mantenimiento.

- Válvulas volumétricas: El tipo más común en sistemas presurizados es la válvula woltman, la cual presenta dos configuraciones de hélice: axial y vertical. Las válvulas de hélice axial tienen un molinete paralelo a la tubería y pueden ser instaladas en tuberías horizontales, verticales o inclinadas. En contraste, las válvulas de hélice vertical tienen el molinete en posición perpendicular a la tubería y solo se instalan en tuberías horizontales. Además, las válvulas de tipo axial requieren tramos rectos de tubería antes y después de la instalación, según las especificaciones técnicas del fabricante, mientras que las válvulas de hélice vertical no tienen esta necesidad. No obstante, el tipo vertical tiene la desventaja de presentar mayores pérdidas de carga y una disponibilidad limitada de diámetros.

- **Válvula reguladora de presión:** Su función principal es mantener una presión constante aguas abajo, lo que es crucial en sistemas presurizados para garantizar una uniformidad en el riego. Estas válvulas funcionan como reductoras de presión y se colocan en puntos estratégicos del sistema para evitar presiones elevadas, optimizando así el costo de instalación. Además, estas válvulas cumplen dos funciones importantes: regulan las presiones estáticas cuando el sistema no está en funcionamiento y controlan las presiones dinámicas cuando el sistema está operando.
- **Válvula de aire o ventosa:** Es una pieza especial colocada a lo largo de la tubería principal y secundaria, que permite la entrada y salida de aire. Existen tres tipos de válvulas de aire según su función: (1) válvulas que permiten la entrada y salida de aire durante el llenado y vaciado de las tuberías, (2) válvulas que solo permiten la salida de aire durante el funcionamiento, y (3) válvulas combinadas que integran las funciones de las dos anteriores.
- **Válvulas de seccionamiento:** También conocidas simplemente como válvulas, su función principal es abrir o cerrar el paso del agua. Se colocan en puntos estratégicos para facilitar el mantenimiento del sistema. Si hay una fuga o rotura en la tubería o el hidrante, estas válvulas permiten interrumpir el flujo de agua hacia aguas abajo sin afectar el funcionamiento aguas arriba.

3.2.7. Arco de riego

Según Nuñez Correa, J. J. (2017), los arcos de riego o hidrantes, que permiten controlar el riego a nivel parcelario, son esenciales en sistemas de riego por aspersión en terrenos con desniveles topográficos. Los hidrantes del tipo válvula hidráulica tienen la función de abrir y cerrar el flujo de agua en respuesta a una señal hidráulica, la cual puede activarse de manera manual o automática. Además, estas válvulas tienen la capacidad de recibir órdenes eléctricas cuando se les equipa con un solenoide, permitiendo un control más preciso y eficiente del riego.

3.2.8. Tubería de distribución y laterales

Según Nuñez Correa, J. J. (2017), la tubería de distribución o terciaria se encuentra dentro de la subunidad o parcela de riego y alimenta a los laterales de riego, los cuales suministran agua a los aspersores. Estas tuberías suelen estar fabricadas de PVC o polietileno. En el caso del PVC, es necesario que se instale enterrado para evitar la exposición a los rayos solares, mientras que el polietileno puede colocarse a la intemperie. La tubería terciaria se coloca nivelada en terrenos con pendientes de hasta 5%, pero en pendientes mayores, se instala siguiendo la inclinación del terreno. Estas tuberías se diseñan para soportar velocidades máximas de 2.5 m/s.

Existen dos enfoques para la selección de diámetros en el diseño de tuberías:

1. Diseño con un solo diámetro en todo el recorrido: Esta opción es más adecuada para terrenos con pendientes suaves, donde se necesita una baja diferencia de presión para mantener la uniformidad del riego.
2. Diseño con varios diámetros: Este diseño presenta ventajas técnicas y económicas, ya que se utiliza en terrenos con pendientes pronunciadas. Ayuda a mantener una baja diferencia de presión y reduce el costo de las tuberías, ya que los diámetros más pequeños pueden ser hasta la mitad del diámetro inicial, lo que genera ahorro.

En cuanto a las tuberías laterales, estas también se ubican dentro de la subunidad de riego y suministran agua a los emisores de riego. Al igual que las tuberías terciarias, están hechas de PVC o polietileno. En terrenos con pendientes de hasta 5%, las tuberías laterales se colocan perpendiculares a la curva de nivel, pero en pendientes mayores, se instalan en la dirección de la pendiente más suave, siguiendo la curva de nivel. Estas líneas laterales permiten velocidades elevadas debido a las múltiples salidas, aunque se debe tener cuidado con los posibles golpes de ariete.

3.2.9. Emisores de riego.

Anten y Willet (2000) señalaron que la elección del aspersor debe basarse en varios factores clave:

- Velocidad básica de infiltración del suelo: La velocidad de infiltración del agua del aspersor debe compararse con la del suelo para evitar que el agua se infiltre más rápido de lo que el suelo puede absorber, lo que podría causar escorrentía.
- Tamaño de la parcela: Para parcelas grandes, es recomendable utilizar aspersores con un mayor diámetro de humedecimiento, mientras que para parcelas más pequeñas se requieren aspersores con un menor diámetro de alcance.
- Tipo de cultivo: El tipo de cultivo es fundamental para seleccionar el aspersor adecuado, asegurando que el diámetro de salida no dañe las hojas, especialmente durante la floración. Además, la altura a la que se coloca el aspersor también depende del tipo de cultivo.
- Presiones de trabajo: En terrenos con desniveles, es preferible usar aspersores que operen con presiones elevadas para asegurar una cobertura uniforme.
- Costo del aspersor: El precio está relacionado con el material de fabricación, que afecta su durabilidad. La mejor elección se basa en revisar las especificaciones técnicas del aspersor, considerando los factores mencionados anteriormente.

3.2.10. Riego por aspersión en la sierra.

Anten y Willet (2000) destacaron que el aprovechamiento de los desniveles topográficos en laderas es un factor crucial para diseñar sistemas de riego por aspersión en zonas montañosas a bajo costo. Este método utiliza la altura de las fuentes naturales de agua y las tuberías para generar la presión necesaria en los aspersores, eliminando la necesidad de bombas.

Los autores también subrayan la importancia de alcanzar una eficiencia del 75% en estos sistemas de riego, una cifra que consideran estándar bajo condiciones normales a

nivel parcelario. Para lograr esta eficiencia, es fundamental espaciar adecuadamente los aspersores y tender las líneas de riego con la distancia correcta entre ellas; de lo contrario, la eficiencia podría disminuir significativamente.

En cuanto a la pérdida de presión en la conducción, los autores mencionan que no es un problema significativo en terrenos con desniveles, ya que las pérdidas por fricción se compensan con la ganancia de presión debido al desnivel topográfico. La eficiencia del 75% sigue siendo el parámetro de evaluación a nivel parcelario.

Ley de Creación del Programa de Riego Tecnificado N° 28585 (2014): Este programa, reglamentado por el D.S. N° 004-2006-AG, establece como de necesidad pública el reemplazo progresivo de los sistemas de riego tradicionales en el sector agrícola. También destaca la importancia de implementar manuales de operación y mantenimiento en los sistemas de riego tecnificado, como una medida de apoyo a los agricultores.

Ley de Organizaciones de Usuarios de Agua N° 30157 (2014):

Artículo 3: Las organizaciones de usuarios de agua están conformadas por juntas de usuarios, comisiones de usuarios y comités de usuarios. Los comités de usuarios son el nivel más básico de organización y están integrados en las comisiones de usuarios, que a su vez forman parte de las juntas de usuarios.

Artículo 5: El reconocimiento de las comisiones y comités de usuarios para su funcionamiento se realiza a través de un acto administrativo de la Autoridad Nacional del Agua, con la opinión de la Junta de Usuarios correspondiente.

3.2.11. Gestión del recurso hídrico

En la región de los Andes tropicales, donde los procesos hidroclimáticos y socioeconómicos son cada vez más complejos y existe una escasez de datos que genera incertidumbre sobre la futura disponibilidad y demanda de recursos hídricos, se requiere una gestión sostenible y robusta del agua. En este contexto, ha surgido en los últimos años el concepto de gestión adaptativa del agua (GAA), que está directamente

relacionado con la capacidad adaptativa de múltiples actores involucrados, como autoridades, expertos y usuarios del agua (Pahl-Wostl, 2007). El incremento de esta capacidad adaptativa (CA) se logra mediante el aprendizaje social (AS), que fomenta la construcción colectiva de capacidades de gestión del agua de manera iterativa y ascendente entre todos los participantes.

No obstante, el potencial del AS y la GAA enfrenta obstáculos debido a estructuras gubernamentales centralizadas y burocráticas, desigualdades sociales, conflictos, privatización de los servicios de agua y acceso limitado a la información (Pahl-Wostl, 2009). En Perú, la institucionalidad refleja varias de estas dificultades, lo que probablemente impide una transición significativa desde un modelo de gestión centralizada, basado en el "comando y control", hacia una gestión integrada y adaptativa de los recursos hídricos (GI/ARH) en un futuro cercano.

A nivel local, ha habido avances en la gestión participativa del agua bajo principios de CA y AS, como el proyecto «Lima Water» en las cuencas de los ríos Chillón, Rímac y Lurín. Sin embargo, estos esfuerzos también enfrentan barreras, como la fragilidad institucional, la limitada implementación del aprendizaje colectivo y las relaciones de poder desiguales (Miranda Sara y Baud, 2014; Filippi, Hordijk, Alegría y Rojas, 2014), que dificultan una verdadera transformación hacia una gestión adaptativa del agua.

3.3. Definición de términos

1. Sistema de riego: Un sistema de riego consta de tres componentes principales: la infraestructura, la organización para su operación y mantenimiento, y el sistema de producción agropecuaria bajo riego. Esta guía aborda los tres componentes en conjunto, garantizando que los proyectos de riego funcionen de manera coherente y que sus partes formen un sistema funcional (Anten y Willet, 2000).
2. Riego por aspersión: En este método, el agua es conducida bajo presión hacia los aspersores, que emiten gotas de agua para simular el efecto de la lluvia, mojando el terreno de manera uniforme (Anten y Willet, 2000).

3. Captación de manantial: Las estructuras diseñadas para aprovechar el afloramiento natural del agua en los manantiales. Su diseño depende de la calidad, cantidad y tipo de fuente de agua (Sevilla, 2014).
4. Desarenador: Estructura hidráulica que retiene y evacua sedimentos como arena y grava. Generalmente consta de tres cámaras que permiten el proceso de decantación (Sevilla, 2014).
5. Línea de conducción: Es el canal que transporta el agua desde la captación hasta el primer tanque de distribución. Puede ser un canal abierto o una tubería cerrada, siendo esta última la opción preferida para evitar que los sedimentos lleguen a las áreas de riego (Anten, 2000).
6. Red de distribución: Conjunto de canales o tuberías que distribuyen el caudal de agua a los distintos sectores de riego. En sistemas entubados, pueden añadirse componentes como sifones, válvulas de limpieza, cámaras rompe presión, entre otros (Anten, 2000).
7. Reservorio/cámara de carga: Cumple una doble función: generar presión constante para el sistema de riego presurizado y proporcionar el caudal necesario para los aspersores en funcionamiento (Anten, 2000).
8. Hidrantes: Puntos de conexión de la línea de riego móvil dentro de las parcelas. Están equipados con una válvula y un acople rápido para mangueras, y se colocan estratégicamente para regar varias partes de la parcela (Anten, 2000).
9. Línea de riego fija: Distribuye el agua presurizada en todo el sector de riego, conectando los hidrantes a las líneas de riego móviles. Utiliza tuberías de PVC enterradas, calculadas para mantener la presión adecuada en cada hidrante (Anten, 2000).
10. Línea de riego móvil: Manguera equipada con aspersores que se conecta a los hidrantes y se mueve de manera rotativa para regar todo el sector. En áreas compartidas, esta línea es utilizada por varios usuarios (Anten, 2000).

- 11.** ANA (Autoridad Nacional del Agua): Entidad del Ministerio de Agricultura y Riego responsable de la gestión de los recursos hídricos en el Perú, conforme a la Ley N° 29338 de Recursos Hídricos. Es el ente rector del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (Minagri, 2017).
- 12.** Eficiencia del Sistema de Riego (Efr): La eficiencia de un sistema de riego se refiere a la relación entre el agua utilizada por las plantas y la cantidad suministrada desde la fuente. El agua captada se conduce a través de un canal principal y luego se distribuye por un canal secundario hasta llegar a la parcela agrícola (Nuñez, 2015).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

esta investigación corresponde a una investigación aplicada. La investigación aplicada se enfoca en la resolución de problemas específicos y prácticos, utilizando el conocimiento teórico existente para desarrollar soluciones que puedan implementarse en un contexto real. En este caso, el objetivo es mejorar la gestión del recurso hídrico mediante la implementación y evaluación de un sistema de riego por aspersión en un área agrícola específica. La investigación busca proporcionar soluciones prácticas y eficaces para optimizar el uso del agua en la agricultura, lo que tiene un impacto directo y tangible en la producción agrícola y en la sostenibilidad del recurso hídrico en la región de Trujipata baja, Abancay – Apurímac.

4.1.2. Nivel de investigación

esta investigación se sitúa en un nivel de investigación explicativa. La investigación explicativa va más allá de la simple descripción de fenómenos; su objetivo es identificar las causas y efectos, así como entender las relaciones de causalidad entre las variables estudiadas. En este caso, el estudio no solo describe el sistema de riego por aspersión y su implementación, sino que también analiza cómo este sistema afecta la gestión del recurso hídrico y cuáles son los factores que contribuyen a su eficacia.

4.1.3. Metodología de la investigación

El enfoque metodológico de esta investigación es mixto, integrando tanto métodos cuantitativos como cualitativos para obtener una comprensión completa y detallada del impacto del sistema de riego por aspersión en la gestión del recurso hídrico en Trujipata baja, Abancay – Apurímac. Los métodos cuantitativos se emplean para medir y analizar datos precisos sobre, la presión en los hidrantes, entre otros. Estos datos se recopilan mediante mediciones de campo y se analizan utilizando herramientas estadísticas. Paralelamente, se utilizan métodos cualitativos, como entrevistas y cuestionarios, para

captar las percepciones, experiencias y niveles de satisfacción de los agricultores locales con respecto al nuevo sistema de riego. Este enfoque combinado permite evaluar no solo la eficacia técnica del sistema, sino también su aceptación y el impacto socioeconómico en la comunidad agrícola, proporcionando una visión holística y detallada de los beneficios y desafíos asociados con la implementación del riego por aspersión en la región.

4.2. Ámbito temporal y espacial

4.2.1. Ámbito temporal

La investigación y evaluación del sistema de riego por aspersión se llevaron a cabo durante un período de cuatro meses, desde septiembre de 2023 hasta diciembre de 2023. Este periodo permitió realizar una evaluación exhaustiva y detallada de las condiciones iniciales, la implementación del sistema y su impacto en la gestión del recurso hídrico en la región estudiada.

4.2.2. Ámbito espacial

El estudio se ha llevado a cabo en el Perú, específicamente en la Región Apurímac. Dentro de esta región, la investigación se centra en la provincia de Abancay, en el distrito del mismo nombre, más específicamente, en la comunidad Juan Velazco Alvarado, sector Trujipata Baja. La investigación se sitúa en la microcuenca Mariño, una zona tributaria de la subcuenca del río Pachachaca. Esta microcuenca se encuentra al noroeste de la provincia de Abancay, capital de la Región Apurímac, con una altitud que varía entre los 1,700 y 5,200 msnm. En el contexto específico de esta investigación, los sistemas de riego en la cuenca media se encuentran dentro de la microcuenca del río Mariño, abarcando el sector de Trujipata Baja, ubicado en la parte suroeste de la microcuenca. Las coordenadas precisas de esta ubicación son 72°55'11" de longitud oeste y 13°38'15" de latitud sur, con una altitud de 2563 msnm.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población está formada por un total de 85 beneficiarios del sistema de riego

4.3.2. Muestra

Para la determinación de la muestra se ha hecho uso de la formula

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

Donde:

n:= ? (tamaño de la muestra)

N:= 85 (tamaño de la población)

p:= 0.5 (proporción de la población con la característica deseada)

q:= 0.5 (proporción de la población sin la característica deseada)

Z:= 1.96 (Nivel de confianza deseada)

e:= 0.05 (nivel de error dispuesto a cometer)

$$n = \frac{83(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2(83-1) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 70$$

por lo tanto se tiene una muestra como mínimo de 70 para garantizar la objetividad del estudio.

4.3.3. Muestreo

El muestreo es probabilístico ya que cada integrante de la población tiene las mismas probabilidades de pertenecer a la muestra.

4.4. Instrumentos

Para la recolección de datos, se utilizaron varios instrumentos tanto cuantitativos como cualitativos. Entre los instrumentos cuantitativos, se incluyeron medidores de presión para verificar la presión en los hidrantes, dispositivos GPS para registrar las coordenadas exactas de las parcelas y sistemas de riego. También se utilizaron fichas de campo para documentar observaciones directas sobre la uniformidad de la distribución

del agua. Por otro lado, los instrumentos cualitativos incluyeron cuestionario estructurado aplicados a los agricultores para recoger datos sobre sus percepciones, experiencias y niveles de satisfacción con el sistema de riego por aspersión. Adicionalmente, se realizaron entrevistas en profundidad con líderes comunitarios y técnicos agrícolas para obtener una comprensión más detallada de los impactos socioeconómicos y las prácticas agrícolas locales.

4.5. Procedimientos

1. Planificación y Preparación:

- Selección de Instrumentos: Se seleccionaron y prepararon los instrumentos de recolección de datos, incluyendo medidores de presión, dispositivos GPS, fichas de campo, cuestionarios estructurados y guías de entrevista.
- Capacitación del Equipo: Se realizó una capacitación detallada para los aplicadores de la encuesta en campo sobre el uso de los instrumentos de recolección de datos, las técnicas de observación y la manera adecuada de conducir entrevistas y aplicar cuestionarios.

2. Recolección de datos cuantitativos:

- Mediciones Iniciales: Se llevaron a cabo mediciones iniciales de la presión en los hidrantes y la distribución del agua en las parcelas.
- Registro de Coordenadas: Se utilizaron dispositivos GPS para registrar las coordenadas exactas de las parcelas y los puntos de medición, asegurando la precisión geográfica de los datos.
- Observaciones de Campo: Durante el proceso de la investigación, se realizaron observaciones directas y se documentaron en fichas de campo, registrando detalles sobre la cobertura del riego y cualquier incidencia técnica.

3. Recolección de datos cualitativos:

- Aplicación de Cuestionarios: Se aplicaron cuestionarios estructurados a los agricultores para recopilar datos sobre sus percepciones, experiencias y

niveles de satisfacción con el sistema de riego. El cuestionario incluían preguntas abiertas y cerradas para captar una amplia gama de información.

4. Finalización de la recolección de datos:

- **Compilación y Organización de Datos:** Una vez finalizada la recolección de datos, se procedió a la compilación y organización de toda la información recolectada. Los datos cuantitativos se ingresaron en hojas de cálculo y bases de datos estadísticas, mientras que los datos cualitativos fueron transcritos y codificados para su análisis.
- **Preparación para el Análisis:** Se prepararon los datos para el análisis, asegurando que estuvieran completos y correctamente estructurados para facilitar el procesamiento y la interpretación de los resultados.

4.6. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó utilizando una combinación de técnicas descriptivas y analíticas. En el caso de los datos cuantitativos, se llevaron a cabo análisis estadísticos para comparar la presión del agua en los hidrantes, entre otros datos relevantes para la investigación. Los datos cualitativos fueron analizados mediante análisis de contenido, identificando temas clave y relaciones entre las percepciones de los agricultores y los resultados cuantitativos obtenidos. Este enfoque permitió fortalecer la validez de las conclusiones y proporcionando una visión integral de los impactos del sistema de riego por aspersión en la gestión del recurso hídrico en Trujipata baja, Abancay – Apurímac.

El software utilizado para estos análisis ha sido Excel y SPSS.

4.7. Consideraciones éticas

Se realizaron reuniones informativas con los usuarios de riego. En estas reuniones, se explicó claramente los objetivos, métodos y beneficios potenciales del estudio. Se enfatizó que la participación era completamente voluntaria y que los participantes tenían la libertad de retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones negativas. Se tomaron medidas rigurosas para garantizar la confidencialidad y el anonimato de los

datos recolectados. La información personal y específica de las parcelas de los agricultores fue codificada y almacenada de forma segura para evitar cualquier identificación individual.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

5.1.1. Superficie de terreno agrícola cubierto por el sistema de riego por aspersión sector de Trujipata

El sector de Trujipata Baja abarca una zona agrícola de 138.7856 hectáreas, habitada por 85 familias que mantienen la estructura de una comunidad campesina. Estas familias se dedican principalmente a la producción agropecuaria. En la comunidad campesina Juan Velasco Alvarado, ubicada en Trujipata Baja, se cultivan productos comerciales como papa, maíz y hortalizas (lechuga, espinaca, tomate, pepinillo, entre otros), así como frutales como palta, durazno, ciruelo y granadilla. En el ámbito pecuario, los productores se enfocan principalmente en la cría de animales menores como cuyes y gallinas, y en menor medida en ganado vacuno. Estas actividades se priorizan tanto para la seguridad alimentaria como para la comercialización, lo que contribuye a dinamizar la economía familiar mediante la venta de productos en la ciudad de Abancay.

El sistema de riego en Trujipata Baja está organizado en ocho laterales, todos ellos alimentados por una línea de conducción principal. Cada uno de estos laterales cuenta con una cámara de carga, responsable de distribuir el recurso hídrico a las parcelas agrícolas. Se cuenta con 8 sectores intervenidos a lo largo del sistema. La ubicación geográfica se encuentra en el anexo D, para plano parcelario (ver Anexo E)

1. Sector Tucumachay

El sector Tucumachay cuenta con una longitud de 1250.21 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que se tienen. El sistema de Tucumachay tiene un total de 10 hidrantes para 5 usuarios.

Tabla 2:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 01 (sistema de Tucumachay)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Astoquillca Jimenez Cirilo	Tucumachay	P-53	1	2.3	2.3	1	6
Astoquillca Jimenez Cirilo	Tucumachay	P-53	2	1.03	1.03	1	6
Huanca Robles German	Tucumachay	P-3	1	0.72	0.72	1	4
Palomino Ustua Gabriel	Tucumachay	P-15	1	4.83	4.83	1	9.5
Ustua Camacho Javier	Tucumachay	P-58	1	4.91	4.91	4	5, 7,7,8.5
Ustua Fernandez Raul	Tucumachay	P-71	1	16.31	16.31	2	3, 3

Nota: elaboración propia

2. Sector Aljo Pucyu

El sector Aljo Pucyu cuenta con una longitud 619.27 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que tienen. El sistema de Aljo Pucyu tiene un total de 08 hidrantes para 6 usuarios.

Tabla 3:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 02 (sistema de Aljo pucyu)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Murrugarra Solis William	Aljo Pucyu	P-86	1	0.09	0.09	1	2
Murrugarra Solis William	Aljo Pucyu	P-86	2	1.51	1.51	1	2.5
Vasquez Zevallos Cirilo	Aljo Pucyu	P-67	1	1.8	1.8	2	3 - 6.5
Vasquez Zevallos Teodora	Aljo Pucyu	P-60	1	0.15	0.15	1	6.5
Vasquez Zevallos Zoila	Aljo Pucyu	P-49	1	0.64	0.64	1	6.5
Vasquez Zevallos Braulio	Aljo Pucyu	P-52	1	0.48	0.48	1	6.5
Vasquez Zevallos Tomasa	Aljo Pucyu	P-66	1	0.94	0.94	1	3

Nota: elaboración propia

3. Sector Molleyoc

El sector Molleyoc cuenta con una longitud 831.34 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 110 mm (4 pulgadas), 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que tienen. El sistema de Molleyoc tiene un total de 18 hidrantes para 10 usuarios.

Tabla 4:*Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 03 (sistema de Molleyoc)*

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Leon Ortiz Vda De Moya Celestina	Molleyoc	P-12	1	11.83	11.83	1	7
Leon Ortiz Vda De Moya Celestina	Molleyoc	P-12	2	0.04	0.04	1	8
Leon Ortiz Vda De Moya Celestina	Molleyoc	P-12	3	1.04	1.04	1	8
Leon Ortiz Vda De Moya Celestina	Molleyoc	P-12	4	0.44	0.44	1	9
Ortega Ccasani Julian	Molleyoc	P-20	1	0.64	0.64	1	3.8
Otero Sierra Pilar	Molleyoc	P-23	1	0.86	0.86	1	2
Alzamora Rojas Fortunato	Molleyoc	P-30	1	0.14	0.14	1	8
Alzamora Rojas Fortunato	Molleyoc	P-30	2	0.22	0.22	1	8
Alzamora Rojas Fortunato	Molleyoc	P-30	3	0.34	0.34	1	8.5
Boza De Untiveros Eugenia	Molleyoc	P-31	1	0.15	0.15	1	5
Boza De Untiveros Eugenia	Molleyoc	P-31	2	0.39	0.39	1	5.5
Sinte Cabrera Lorenzo	Molleyoc	P-39	1	0.65	0.65	1	4
Sinte Cabrera Santiago	Molleyoc	P-48	1	0.61	0.61	1	4
Sinte Cabrera Santiago	Molleyoc	P-48	2	0.19	0.19	1	4.5
Alzamora Rojas Percy	Molleyoc	P-64	1	0.49	0.49	1	7.5
Untiveros Camacho Felipe	Molleyoc	P-72	1	2.19	2.19	1	3
Untiveros Camacho Felipe	Molleyoc	P-72	2	0.07	0.07	1	3.5
Otero Sierra Julian	Molleyoc	P-8	1	0.75	0.75	1	2.5

Nota: elaboración propia

4. Sector Casa Abuelo-Rajaypata

El sector Casa Abuelo-Rajaypata cuenta con una longitud 1695.68 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 110 mm (4 pulgadas), 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que tienen. El sistema de Casa Abuelo-Rajaypata tiene un total de 32 hidrantes para 23 usuarios.

Tabla 5:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 04 (sistema de Casa Abuelo – Rajaypata)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Ferrel Ivanan Maria Salome	Casa abuelo rajaypata	Huerto familiar	1	2.97	2.97	1	5
Palma Chipana Cesar Augusto	Casa abuelo rajaypata	P-13	1	0.14	0.14	1	8
Palma Chipana Cesar Augusto	Casa abuelo rajaypata	P-13	2	1.28	1.28	1	8.5
Aymara Olivera Eduardo	Casa abuelo rajaypata	P-14	1	0.5	0.5	1	5
Arce Selgueron Eunice	Casa abuelo rajaypata	P-16	1	0.79	0.79	1	5
Vasquez Valderrago Maria	Casa abuelo rajaypata	P-18	1	0.28	0.28	1	3
Palma Chipana Timotea	Casa abuelo rajaypata	P-37	1	1.6	1.6	1	8
Palma Chipana Esteban	Casa abuelo rajaypata	P-38	1	0.16	0.16	1	7.5
Valverde Villafuerte Benigno	Casa abuelo rajaypata	P-41	1	1.22	1.22	1	4
Valverde Villafuerte Benigno	Casa abuelo rajaypata	P-41	2	0.28	0.28	1	4.5
Valverde Villafuerte Benigno	Casa abuelo rajaypata	P-41	3	0.15	0.15	1	5
Villegas Otero Rosa Luz	Casa abuelo rajaypata	P-43	1	0.06	0.06	1	3.5
Valverde Villafuerte Lucia	Casa abuelo rajaypata	P-45	1	0.63	0.63	1	6
Sinte Cabrera Exaltacion	Casa abuelo rajaypata	P-46	1	0.03	0.03	1	4
Cusi Barazorda Cipriano	Casa abuelo rajaypata	P-5	1	1.05	1.05	1	7.5
Palma Chipana Bertha	Casa abuelo rajaypata	P-54	1	0.16	0.16	1	8
Valverde Villafuerte Teodosia	Casa abuelo rajaypata	P-55	1	0.4	0.4	1	6
Palma Chipana De Cespedes Cirila	Casa abuelo rajaypata	P-56	1	0.16	0.16	1	8
Gutierrez Cordova Isabel	Casa abuelo rajaypata	P-57	1	0.03	0.03	1	5.5
Valverde Villafuerte Jesus	Casa abuelo rajaypata	P-59	1	1.75	1.75	1	5
Valverde Villafuerte Jesus	Casa abuelo rajaypata	P-59	2	0.13	0.13	1	5.5
Aymara Alve Segundino	Casa abuelo rajaypata	P-6	1	2.04	2.04	1	4.5
Valverde Villafuerte Flora	Casa abuelo rajaypata	P-69	1	0.45	0.45	1	5.5
Vasquez Valdarrago Ricardo	Casa abuelo rajaypata	P-70	1	0.21	0.21	1	2.5
Vasquez Valdarrago Ricardo	Casa abuelo rajaypata	P-70	2	0.46	0.46	1	3
Vasquez Valdarrago Ricardo	Casa abuelo rajaypata	P-70	3	0.72	0.72	1	3
Aymara Alve Roberto	Casa abuelo rajaypata	P-73	1	0.84	0.84	1	4.5
Aymara Alve Roberto	Casa abuelo rajaypata	P-73	2	0.81	0.81	1	4.5
Aymara Alve Roberto	Casa abuelo rajaypata	P-73	3	0.34	0.34	1	5.5
Aymara Alve Roberto	Casa abuelo rajaypata	P-73	4	2.44	2.44	1	6
Rios Sauñe Marcelino	Casa abuelo rajaypata	P-79	1	1.71	1.71	2	2, 3

Nota: elaboración propia

5. Sector Kisa Huayco

El sector Kisa Huayco cuenta con una longitud 1589.18 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 110 mm (4 pulgadas), 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que tienen. El sistema de KISA HUAYCO tiene un total de 19 hidrantes para 16 usuarios.

Tabla 6:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 05 (sistema de Kisa huayco)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Barazorda Calderon Ignacio	Kisahuaycco	P-17	1	0.49	0.49	1	7.5
Leiva Vasquez Felix	Kisahuaycco	P-21	1	2.72	2.72	1	4.5
Boezo Sauñe Ceferina	Kisahuaycco	P-28	1	0.54	0.54	1	7
Barazorda Calderon Luis Alberto	Kisahuaycco	P-32	1	0.59	0.59	2	8 - 8.5
Mediano Castillo Edgar	Kisahuaycco	P-35	1	0.08	0.08	1	4
Mediano Castillo Edgar	Kisahuaycco	P-35	2	0.12	0.12	1	4
Sierra Ferrel Lucia	Kisahuaycco	P-4	1	0.54	0.54	1	7.5
Pumacahua Palomino Faustina	Kisahuaycco	P-47	1	0.97	0.97	1	5.5
Alzamora Rojas Ceferino	Kisahuaycco	P-63	1	0.45	0.45	1	4.5
Robles Palacios Alejandro Arturo	Kisahuaycco	P-75	1	0.76	0.76	1	4.5
Robles Palacios Alejandro Arturo	Kisahuaycco	P-75	2	0.66	0.66	1	5.5
Gomez Portilla Sixta	Kisahuaycco	P-77	1	0.17	0.17	1	7
Barazorda Calderon Nelly	Kisahuaycco	P-78	1	0.58	0.58	1	8
Aymara De Ferrel Aurelia	Kisahuaycco	P-81	1	0.88	0.88	1	4
Ipenza Gomez Mario	Kisahuaycco	P-87	1	1.46	1.46	2	3 - 3.5
Huaraca Carrasco Rosmil	Kisahuaycco	P-88	1	0.3	0.3	1	5
Ballon Ñahui Felipe	Kisahuaycco	P-9	1	0.65	0.65	1	3.5

Nota: elaboración propia

6. Sector Tambo Corral

El sector Tambo Corral cuenta con una longitud 1536.24 metros; se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 110 mm (4 pulgadas), 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales. El sistema de Tambo Corral tiene un total de 10 hidrantes para 7 usuarios.

Tabla 7:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 06 (sistema de Tambo corral)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Ferrel Aymara Gloria	Tambocorral	P-11	1	0.411	0.411	1	5
Murrugarra Arias Javier	Tambocorral	P-22	1	0.368	0.368	1	9.5
Torres Miranda Pablo Arnaldo	Tambocorral	P-40	1	0.464	0.464	1	2
Aguilar Velazque Pedro	Tambocorral	P-7	1	1.640	1.640	1	5
Aguilar Velazque Pedro	Tambocorral	P-7	2	0.710	0.710	1	6
Solis Villegas Genaro	Tambocorral	P-74	1	1.191	1.191	1	5
Solis Villegas Genaro	Tambocorral	P-74	2	3.140	3.140	1	6
Peña Caballero Manuel	Tambocorral	P-80	1	2.413	2.413	2	5 , 6
Gamboa Huamanñahui Juan Carlos	Tambocorral	P-82	1	1.000	1.000	1	5

Nota: elaboración propia

7. Sector Nina Kiruyuc

El sector Nina Kiruyuc cuenta con una longitud 438.31 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que tienen. El sistema de Nina Kiruyuc tiene un total de 3 hidrantes para 2 usuarios.

Tabla 8:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 07 (sistema de Nina kiruyuc)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Solis Sierra Roger	Nina kiruyuc	P-19	1	0.8	0.8	1	6.5
Solis Sierra Roger	Nina kiruyuc	P-19	2	0.3	0.3	1	7
Chirinos Solis Pedro Damian	Nina kiruyuc	P-44	1	4.51	4.51	1	2

Nota: elaboración propia

8. Sector Durazno Pata

El sector Durazno Pata cuenta con una longitud 832.78 metros, donde se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión, el sistema de distribución cuenta con tubería de 90mm, 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5 según sus presiones nominales que tienen. El sistema de Durazno Pata tiene un total de 12 hidrantes para 9 usuarios.

Tabla 9:

Número de hidrantes y presión (bares) por usuario en el lateral 08 (Durazno pata)

Apellidos Y Nombres/Razon Social	Sector	N° de parcela	N° de Sub parcela	Área Total (ha.)	Área Bajo Riego (ha.)	N.º de Hidrantes	Presión (bares)
Aguilar Aymara Luis	Duraznopata	P-1	1	0.32	0.32	1	6
Aguilar Aymara Luis	Duraznopata	P-1	2	1.18	1.18	1	6.5
Aguilar Aymara Gavina	Duraznopata	P-10	1	0.71	0.71	1	6
Aguilar Aymara Gavina	Duraznopata	P-10	2	0.34	0.34	1	7.5
Aguilar Aymara Elena	Duraznopata	P-29	1	0.18	0.18	1	6
Aymara Solis Donatila	Duraznopata	P-33	1	0.16	0.16	1	6.5
Caceres Aymara Daniel	Duraznopata	P-34	1	0.66	0.66	1	2
Ortega Falcon Jose Antonio	Duraznopata	P-36	1	4.12	4.12	1	4
Aguilar Velazque Pedro	Duraznopata	P-7	1	3.02	3.02	1	7
Barazorda Palomino Inocencio	Duraznopata	P-76	1	5.3	5.3	1	2
Huaman Valdez Sergio	Duraznopata	P-83	1	1.67	1.67	1	4
Huaman Valdez Sergio	Duraznopata	P-83	2	0.97	0.97	1	4.5

Nota: elaboración propia

5.1.2. Estado actual del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja

a) Análisis técnico de la Bocatoma

Tabla 10:

Estado actual de la Bocatoma

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	Desmoronamiento de aleros	Tiempo de construcción y deficiente mantenimiento	Filtración y menor captación del agua hacia el sistema	Ninguna

Nota: elaboración propia

En general, en la **Tabla (10)** muestra, la bocatoma se encuentra en un estado regular, pero presenta algunos problemas que podrían afectar su capacidad para captar agua de manera eficiente. Desmoronamiento de aleros: Este problema está relacionado con el tiempo de construcción y un mantenimiento deficiente. Como consecuencia, se produce filtración y una menor captación de agua hacia el sistema. Actualmente, no se han tomado medidas para abordar este problema. Es importante tomar medidas para corregir el desmoronamiento de los aleros lo antes posible para evitar que el problema se agrave y afecte aún más la eficiencia de la bocatoma.

b) Análisis técnico de la Captación

Tabla 11:

Estado actual de la Captación

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	Desmoronamiento de infraestructura y rotura de compuerta de ingreso.	Deficiente mantenimiento	Fluido del agua hacia la línea de conducción de manera irregular.	Ninguna

Nota: elaboración propia

En general, en la **Tabla (11)** muestra, la captación se encuentra en un estado regular, sin problemas críticos que afecten su funcionamiento, sin embargo el problema es el desmoronamiento de infraestructura y rotura de compuerta de ingreso: Este problema está relacionado con el tiempo de construcción y un mantenimiento deficiente. Como consecuencia, se produce un flujo irregular del agua hacia la línea de conducción.

Actualmente, no se han tomado medidas para abordar este problema. Es importante tomar medidas para corregir el desmoronamiento de la infraestructura y la rotura de la compuerta de ingreso lo antes posible para evitar que el problema se agrave y afecte la regularidad del flujo de agua.

c) Análisis técnico de la Desarenador

Tabla 12:

Estado actual del Desarenador

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	Presencia de sólidos excesivos.	Deficiente mantenimiento	Rebalse de agua e ingreso de sólidos a la línea de conducción.	Limpiezas temporales

Nota: elaboración propia

La **Tabla** (12) proporciona una descripción del estado actual del desarenador, indicando que se encuentra en un estado regular, pero con la presencia de sólidos excesivos. Esta situación podría generar problemas como el rebalse de agua e ingreso de sólidos a la línea de conducción. También se identifica las causas de estos problemas, las cuales se atribuyen a un deficiente mantenimiento del desarenador. Como consecuencia de este mantenimiento deficiente, se observa un rebalse de agua e ingreso de sólidos a la línea de conducción. Para solucionar estos problemas y mantener el desarenador en buen estado, se recomiendan limpiezas temporales. Estas limpiezas ayudarán a eliminar los sólidos excesivos y prevenir el rebalse de agua e ingreso de sólidos a la línea de conducción.

d) Análisis técnico de la Línea de conducción

Tabla 13:

Estado actual de la Línea de conducción

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Bueno	Presencia de sólidos en la sección de tubería de línea de conducción.	Deficiente mantenimiento	Menor ingreso del fluido de agua a la sección de tubería por obstrucción.	Ninguna

Nota: elaboración propia

Esta **Tabla** (13) proporciona una descripción del estado actual de la línea de conducción, indicando que se encuentra en un estado regular, pero con la presencia de sólidos en la sección de tubería. Esta situación podría generar problemas como la disminución del flujo de agua. También se identifica las causas de estos problemas, las cuales se atribuyen a un deficiente mantenimiento. Como consecuencia de este mantenimiento deficiente, se observa una disminución del ingreso del fluido de agua a la sección de tubería por obstrucción. Para solucionar estos problemas y mantener la línea de conducción en buen estado, se recomiendan limpiezas periódicas. Estas limpiezas ayudarán a eliminar los sólidos y prevenir la disminución del flujo de agua.

e) Análisis técnico de la Línea de Cámaras de inspección

Tabla 14:

Estado actual de la Línea de Cámaras de inspección

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	Deterioro de infraestructura y rotura de tapas de concreto.	Operación del componente de riego de forma inadecuada.	Filtraciones y por consiguiente pérdida de agua por infiltración.	Ninguna

Nota: elaboración propia

Esta **Tabla** (14) proporciona una descripción del estado actual de la línea de cámaras de inspección, indicando que se encuentra en un estado regular, pero con la presencia de deterioro de la infraestructura y componentes de concreto, lo que podría generar problemas de operación y pérdida de agua por infiltración. También se identifica las causas de estos problemas, el deficiente mantenimiento y operación de éstos componentes. Como consecuencia de este deterioro, se observa pérdida de agua por infiltración, lo que podría afectar el suministro de agua al sistema de riego y generar problemas de riego. Para solucionar estos problemas y mantener la línea de cámaras de inspección en buen estado, se debe mejorar el mantenimiento y operación de éstos sistemas.

f) Análisis técnico de la Línea de Válvulas de aire

Tabla 15:

Estado actual de la Línea de Válvulas de aire

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Deficiente	Válvulas deterioradas que no cumplen su función	Mantenimiento inadecuado.	Presencia de aire en la sección de tubería y por consiguiente velocidad mínima del agua.	Ninguna

Nota: elaboración propia

Esta **Tabla (15)** proporciona una descripción del estado actual de la línea de válvulas de aire, indicando que se encuentra en un estado deteriorado, lo que genera problemas de funcionamiento y velocidad mínima del agua. También se identifica las causas de estos problemas los cuales son el mantenimiento inadecuado, las cuales generan la presencia de aire en la sección de tubería y por consiguiente velocidad mínima del agua. Como consecuencia de este deterioro, se observa una velocidad mínima del agua, lo que podría afectar el riego de las plantas y generar problemas en el crecimiento de las mismas. Para solucionar estos problemas y mantener la línea de válvulas de aire en buen estado, se recomiendan reparaciones y mantenimiento preventivo. Las reparaciones deben incluir la sustitución de las válvulas de aire dañadas y la reparación de cualquier otro daño a la línea. El mantenimiento preventivo debe incluir inspecciones periódicas de la línea para identificar y corregir cualquier problema potencial.

g) Análisis técnico de la Línea de Cámaras de carga

Tabla 16:

Estado actual de la Línea de Cámaras de carga

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	funcionamiento con dificultades por la manipulación inadecuada de la válvula de salida y el deficiente mantenimiento en los sedimentadores	operación y Mantenimiento deficientes.	insuficiente agua de riego en el sistema y presencia de sólidos en el agua de riego.	Ninguna

Nota: elaboración propia

La **Tabla** (16) proporciona una descripción del estado actual de la línea de cámaras de carga, indicando que se encuentra en un estado de funcionamiento con dificultades. La **Tabla** identifica las causas de estos problemas, las cuales se atribuyen a la operación y mantenimiento deficientes, lo que genera la insuficiente agua de riego en el sistema y la presencia de sólidos en el agua de riego. Como consecuencia de estas deficiencias, se observa un mal funcionamiento de la cámara de carga y una disminución del flujo de agua. Para solucionar estos problemas y mantener la línea de cámaras de carga en buen estado, se recomiendan reparaciones y mantenimiento preventivo. Las reparaciones deben incluir la limpieza de la cámara de carga para eliminar los sólidos acumulados. El mantenimiento preventivo debe incluir inspecciones periódicas de la línea para identificar y corregir cualquier problema potencial.

h) Análisis técnico de la Línea de Válvulas de control

Tabla 17:

Estado actual de la Línea de Válvulas de control

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	endurecimiento de timones de apertura y cierre de obturador (compuerta interna de válvula).	operación y Mantenimiento deficientes.	distribución inadecuada a los ramales de riego y deterioro de válvula.	Ninguna

Nota: elaboración propia

La **Tabla** (17) proporciona una descripción del estado actual de la línea de válvulas de control, indicando que se encuentra en un estado regular, pero con la presencia de endurecimiento de timones de apertura y cierre de obturador (compuerta interna de válvula). Esta situación podría generar problemas de operación y dificultad en la regulación del flujo de agua. También se identifica las causas de estos problemas, las cuales se atribuyen a un mantenimiento deficiente y distribución inadecuada a los ramales de riego. Como consecuencia de este mantenimiento deficiente, se observa un endurecimiento de los timones y una dificultad en la regulación del flujo de agua. Para solucionar estos problemas y mantener la línea de válvulas de control en buen estado, se

recomiendan reparaciones y mantenimiento preventivo. Las reparaciones deben incluir la limpieza y lubricación de los timones de las válvulas, así como la sustitución de cualquier pieza dañada. El mantenimiento preventivo debe incluir inspecciones periódicas de las válvulas para identificar y corregir cualquier problema potencial.

i) Análisis técnico de la Línea de Cámaras rompe presión

Tabla 18:

Estado actual de la Línea de Cámaras rompe presión

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	obstrucción de tubos de rebose	Mantenimiento deficiente.	acumulación de sólidos en la sección interior de la cámara rompe presión.	limpiezas esporádicas e inadecuadas

Nota: elaboración propia

Esta **Tabla** (18) proporciona una descripción del estado actual de la línea de cámara rompe presión, indicando que se encuentra en un estado regular, cuya causa fundamental es la operación y mantenimiento deficientes. Esta situación podría generar problemas de operación y afectación al funcionamiento del sistema de riego. La **Tabla** también identifica las consecuencia de este problema como es la acumulación de sólidos en la sección interior de la cámara rompe presión, lo que a su vez provoca una disminución del flujo de agua y una reducción de la presión en la línea. Para solucionar estos problemas y mantener la línea de presión en buen estado, se recomiendan reparaciones y mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo debe incluir inspecciones periódicas de la línea para identificar y corregir cualquier problema.

j) Análisis técnico de la Línea de Válvulas de purga

Tabla 19:

Estado actual de la Línea de Válvulas de purga

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	obstrucción en llaves de paso por la acumulación de sólidos.	operación y Mantenimiento deficiente.	sistema de riego sin conductos de purga.	ninguna

Nota: elaboración propia

La **Tabla (19)** muestra que la línea de válvulas de purga se encuentra en un estado regular debido a la obstrucción en las llaves de paso, causada por la acumulación de sólidos. Este problema surge de una operación y mantenimiento deficientes del sistema. Como consecuencia, el sistema de riego carece de conductos de purga, y no se han tomado medidas o acciones para solucionar esta situación, hasta el momento de la investigación.

k) Análisis técnico de la Línea de Hidrantes

Tabla 20:

Estado actual de la Línea de Hidrantes

Estado	Problemas	Causas	Efectos o consecuencias	Medidas o acciones
Regular	deterioro de llaves de paso, tapas metálicas y cajas de hidrantes.	operación y Mantenimiento deficiente.	inadecuado suministro de agua de riego a nivel parcelario	limpiezas esporádicas

Nota: elaboración propia

La **Tabla (20)** muestra que la línea de hidrantes se encuentra en un estado regular debido al deterioro de llaves de paso, tapas metálicas y cajas de hidrantes. Este problema es consecuencia de una operación y mantenimiento deficientes, lo que resulta en un suministro inadecuado de agua de riego a nivel parcelario. Las medidas tomadas hasta ahora han sido solo limpiezas esporádicas, sin abordar de manera integral las causas del deterioro.

l) Percepción del estado de infraestructura

P12: ¿Cuál es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente?

Tabla 21:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente?

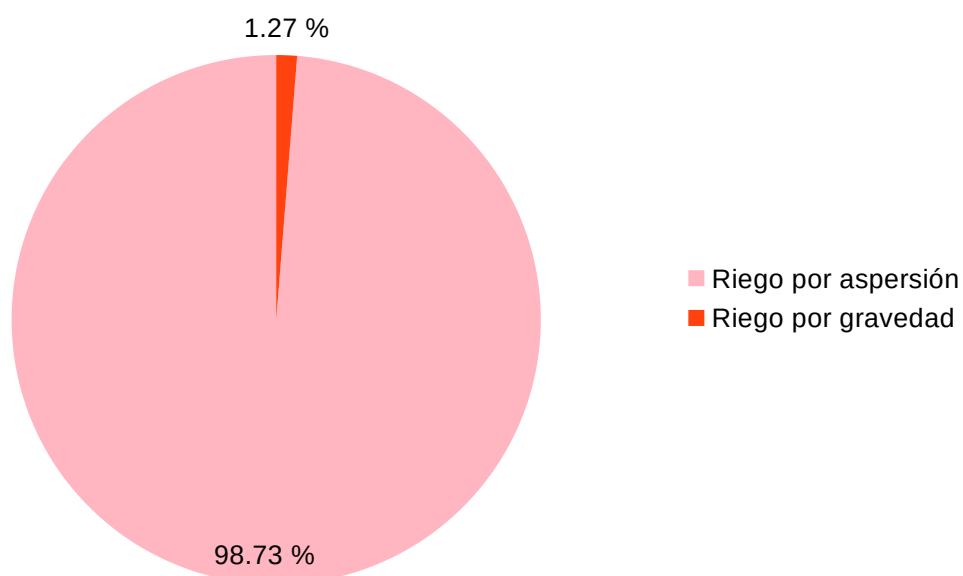
P12	fi	hi%	Hi%
Riego por aspersión	78	98.73	98.73
Riego por gravedad	1	1.27	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (21)** y la **Figura (1)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente?, realizada para evaluar el estado de las infraestructuras de riego del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 98.73 % de la muestra menciona que el Riego por aspersión es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente, mientras que el 1.27 % menciona que es el Riego por gravedad.

Figura 1:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuál es el tipo de sistema de riego que utilizas predominantemente?



Nota: elaboración propia

P13: ¿Cuál es la antigüedad aproximada de tu sistema de riego?

Tabla 22:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es la antigüedad aproximada de tu sistema de riego?

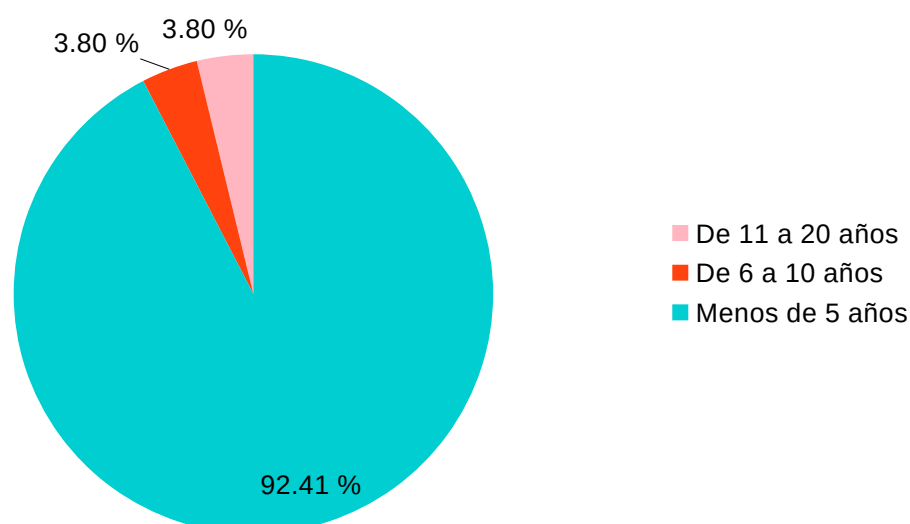
P13	fi	hi%	Hi%
De 11 a 20 años	3	3.80	3.80
De 6 a 10 años	3	3.80	7.59
Menos de 5 años	73	92.41	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (22)** y la **Figura (2)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es la antigüedad aproximada de tu sistema de riego?, realizada para evaluar el estado de las infraestructuras de riego del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 92.41 % de la muestra menciona que es Menor a 5 años la antigüedad aproximada de su sistema de riego, mientras el 3.8 % menciona que es de De 11 a 20 años la antigüedad aproximadamente, y el 3.8 % asegura que es de 6 a 10 años.

Figura 2:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuál es la antigüedad aproximada de tu sistema de riego?



Nota: elaboración propia

P14: ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego?

Tabla 23:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego?

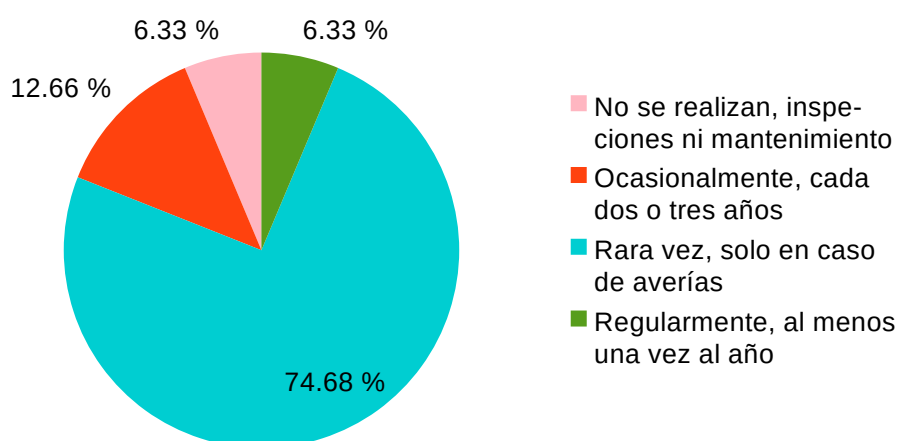
P14	fi	hi%	Hi%
No se realizan, inspecciones ni mantenimiento	5	6.33	6.33
Ocasionalmente, cada dos o tres años	10	12.66	18.99
Rara vez, solo en caso de averías	59	74.68	93.67
Regularmente, al menos una vez al año	5	6.33	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (23)** y la **Figura (3)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego?, en ella se observa que el 74.68 % de la muestra menciona que Rara vez y solo en caso de averías realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego, mientras que el 12.66 % menciona que Ocasionalmente, cada dos o tres años y el 6.33 % menciona que No se realizan, inspecciones ni mantenimiento del sistema de riego, y finalmente seguido por el 6.33 % que menciona que se realiza Regularmente, al menos una vez al año.

Figura 3:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimiento en tu sistema de riego?



Nota: elaboración propia

P15: ¿En qué estado se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego (como tuberías, válvulas, emisores, etc.)?

Tabla 24:

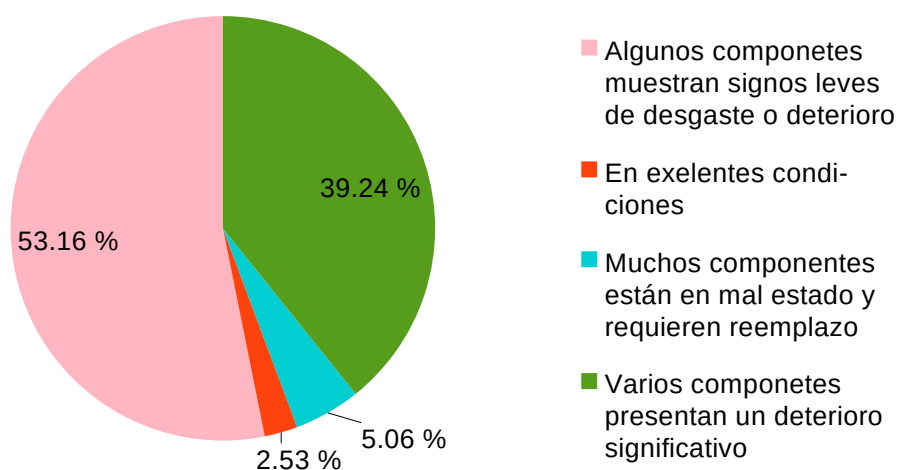
Frecuencia de respuestas al ítem: ¿En qué estado se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego (como tuberías, válvulas, etc.)?

P15	fi	hi%	Hi%
Algunos componetes muestran signos leves de desgaste o deterioro	42	53.16	53.16
En exelentes condiciones	2	2.53	55.70
Muchos componentes están en mal estado y requieren reemplazo	4	5.06	60.76
Varios componetes presentan un deterioro significativo	31	39.24	100.00
Total Resultado	79	100.00	

La **Tabla (24)** y la **Figura (4)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿En qué estado se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego (como tuberías, válvulas, emisores, etc.)?, en ella se observa que el 53.16 % de la muestra menciona que Algunos componentes muestran signos leves de desgaste o deterioro, mientras que el 39.24 % menciona que Varios componentes presentan un deterioro significativo, luego el 5.06 % asegura que Muchos componentes están en mal estado y requieren reemplazo y el 2.53 % cree que se encuentran En excelentes condiciones.

Figura 4:

Porcentaje de respuestas de ¿En qué estado se encuentran los componentes principales de tu sistema de riego (como tuberías, válvulas, etc.)?



Nota: elaboración propia

P16: ¿Has experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en tu sistema de riego?

Tabla 25:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Has experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en tu sistema de riego?

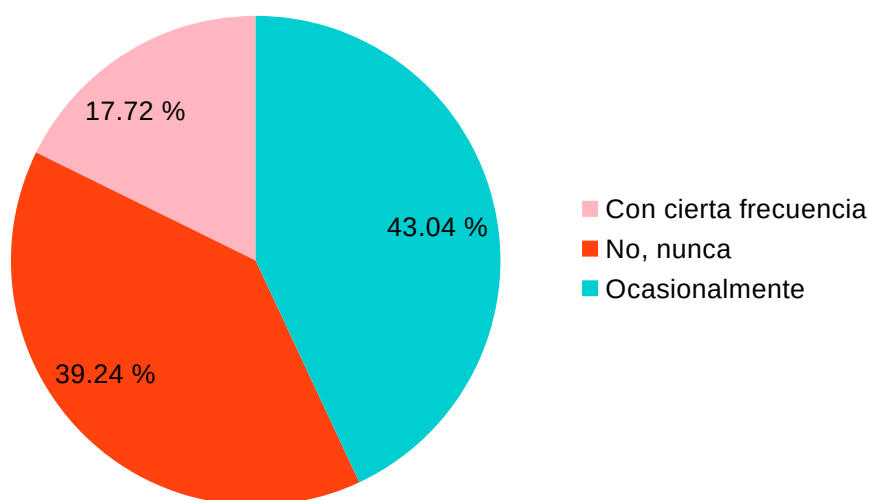
P16	fi	hi%	Hi%
Con cierta frecuencia	14	17.72	17.72
No, nunca	31	39.24	56.96
Ocasionalmente	34	43.04	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (25)** y la **Figura (5)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Has experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en tu sistema de riego?, realizada para evaluar el estado de las infraestructuras de riego del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 43.04 % de la muestra menciona que Ocasionalmente ha experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en el sistema de riego, mientras que el 39.24 % menciona que nunca Ha experimentado dichos problemas y el 17.72 % menciona que Con cierta frecuencia ha experimentado problemas de fugas o roturas en el sistema de riego.

Figura 5:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Has experimentado problemas recurrentes de fugas o roturas en tu sistema de riego?



Nota: elaboración propia

P17: ¿Se han realizado mejoras o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años?

Tabla 26:

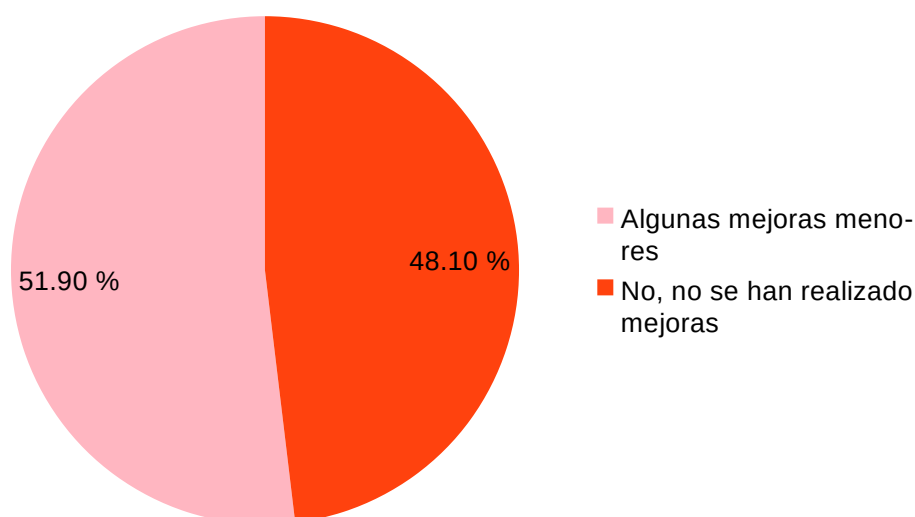
Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Se han realizado mejoras o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años?

P17	fi	hi%	Hi%
Algunas mejoras menores	41	51.90	51.90
No, no se han realizado mejoras	38	48.10	100.00
Total Resultado	79	100.00	

La **Tabla (26)** y la **Figura (6)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Se han realizado mejoras o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años?, realizada para evaluar el estado de las infraestructuras de riego del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 51.9 % de la muestra menciona que se han realizado algunas mejoras menores o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años, mientras que el 48.1 % menciona que no se han realizado mejoras se dicho sistema de riego.

Figura 6:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Se han realizado mejoras o actualizaciones en la infraestructura de tu sistema de riego en los últimos años?



Nota: elaboración propia

P18: ¿Cómo calificarías la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo?

Tabla 27:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo?

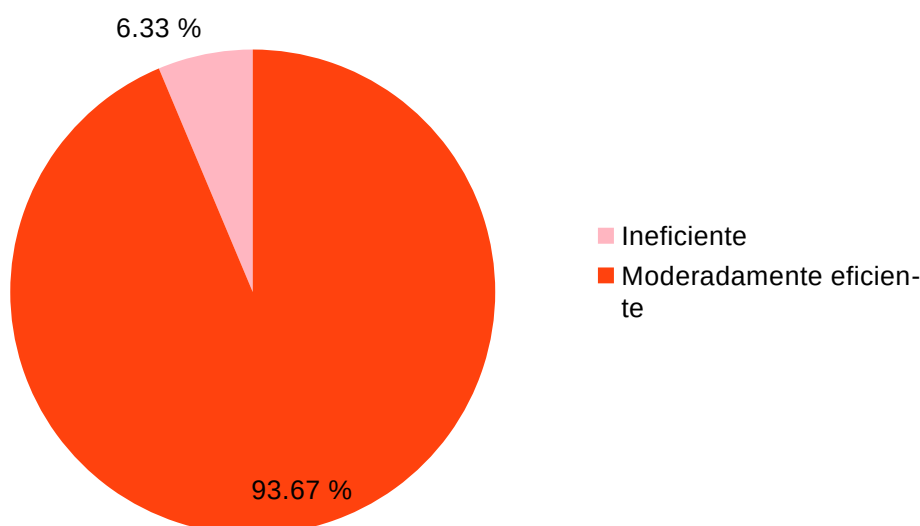
P18	fi	hi%	Hi%
Ineficiente	5	6.33	6.33
Moderadamente eficiente	74	93.67	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (27)** y la **Figura (7)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo?, en ella se observa que el 93.67 % de la muestra menciona que la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo es moderada, mientras que el 6.33 % menciona que es Ineficiente en general el sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo.

Figura 7:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la eficiencia general de tu sistema de riego en la entrega de agua a las áreas de cultivo?



Nota: elaboración propia

P19: ¿Has realizado algún análisis del rendimiento y eficiencia de tu sistema de riego en los últimos años?

Respecto a esta interrogante el 100 % de la muestra menciona que nunca realizado algún análisis del rendimiento y eficiencia de su sistema de riego en los últimos años, en el sector de Trujipata.

Para la visualización de los detalle respecto a Estado actual del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, se encuentra en el Anexo C (Plano general del sistema de riego) y en el Anexo E (Esquema hidráulico de Trujipata Baja).

5.1.3. Mantenimiento y la operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja

a) Aspecto organizacional

Dentro de lo que contempla la base para el buen funcionamiento de los sistemas de riego se encuentra el aspecto organizacional, muy pocas veces tomado en cuenta sin contemplar la magnitud de su importancia dentro de la sostenibilidad de los sistemas de riego, en nuestra región existen proyectos de riego que dentro de su expediente técnico dejan de lado el aspecto organizacional, situación que deriva en dificultades a la hora de la utilización de los sistemas de riego por la parte usuaria ya que la base para la implementación adecuada de actividades de operación y mantenimiento de sistemas de riego parte de una buena organización a nivel interno como la articulación multiactor para el cumplimiento del objetivo final de la ejecución de los proyectos de riego.

En el sector de trujipata baja existe un comité de riego que de acuerdo a la ley N° 29338 ley de recursos hídricos son los encargados de llevar adelante los trabajos de mantenimiento y operación de los sistemas de riego, cabe mencionar que los comités de riego son las organizaciones menores en el organigrama teniendo por encima de ellos las comisiones de riego y como ente mayor JUSHMAP. En el sector de trujipata baja el aspecto organizacional se encuentra debilitado por el desconocimiento de funciones tanto de usuarios como de los dirigentes, por ello de que las actividades para mantener operativo el sistema de riego existente son deficientes, el desconocimiento de funciones y la falta de implementación de los documentos de gestión para la organización juegan en contra de ellos mismos ya que no existen las herramientas normativas para el fortalecimiento organizacional interno, situación que ayudaría a conocer las funciones reales tanto de los usuarios como de los dirigentes y de esta manera poder realizar la implementación adecuada de las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en el sector de trujipata baja.

b) Mantenimiento del sistema de riego

El trabajo de mantenimiento del sistema de riego es deficiente en todos los componentes ya que no existe la cultura de realizar estas actividades y aún más la importancia de realizarlas, en esa dirección es que el sistema de riego en su conjunto presenta deficiencias en el traslado de la cantidad de agua hacia las parcelas convirtiéndose esto en razones para los conflictos internos entre usuarios por el uso del agua, menores campos de cultivo con riego y por consiguiente menores ingresos económicos a las familias del sector, todos estos inconvenientes por el desconocimiento de la importancia del mantenimiento del sistema de riego por parte de los usuarios aun contando con el recurso suficiente para la distribución a nivel parcelario.

El mantenimiento está orientado a la ejecución del conjunto de actividades y acciones que, en forma periódica o extraordinaria, deban efectuarse en el sistema de riego. Su finalidad es mantener en condiciones de operatividad y en buen estado de conservación el sistema de riego, así como satisfacer las diversas necesidades de demanda de agua de riego, contemplando el momento más oportuno y los menores costos. Las actividades de mantenimiento se clasifican en tres tipos:

- a)** Normales (regulares, preventivas, o rutinarias).
- b)** Correctivas (de reparaciones o sistemáticas).
- c)** Especiales (o de emergencias).
 - Mantenimiento Normal (Regular, preventivo o rutinario): realizado en condiciones normales de funcionamiento de las obras. Obedece a una programación preestablecida. Realizado en función de las características propias de sus componentes para preservarlos y lograr su mayor vida útil, garantizando la continuidad del programa regular de riego efectuado rutinariamente generalmente en el transcurso de cada año para prevenir daños y mantener la infraestructura en óptimas condiciones de funcionamiento.

- **Mantenimiento Correctivo (Sistemático, de reparación, o de modificaciones):** realizada para que las obras afectadas recuperen su capacidad original, incluye modificaciones en la red de canales y estructuras para adecuarse a cambios importantes. Se refiere a la ejecución de trabajos de reparaciones, cambio de elementos deteriorados o modificaciones de componentes. Algunas de estas actividades pueden ser programadas en función de su vida útil, otras se ejecutan como resultado de problemas de mal funcionamiento no previstos. En algunos casos su ejecución obliga a la suspensión del servicio, la construcción de nuevas obras dentro del sistema debe entenderse como acciones de mejoramiento y no como mantenimiento.
- **Mantenimiento Especial (Emergencias):** mediante el cual se repara los daños en la infraestructura causados por calamidades o siniestros tales como deslizamientos e inundaciones.

c) Percepción del mantenimiento y operación del sistema de riego

P20: ¿Con qué frecuencia realizas actividades de mantenimiento en tu sistema de riego?

Tabla 28:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia realizas actividades de mantenimiento en tu sistema de riego?

P20	fi	hi%	Hi%
Anualmente	63	79.75	79.75
No realizo actividad de mantenimiento	15	18.99	98.73
Trimestralmente	1	1.27	100.00
Total Resultado	79	100.00	

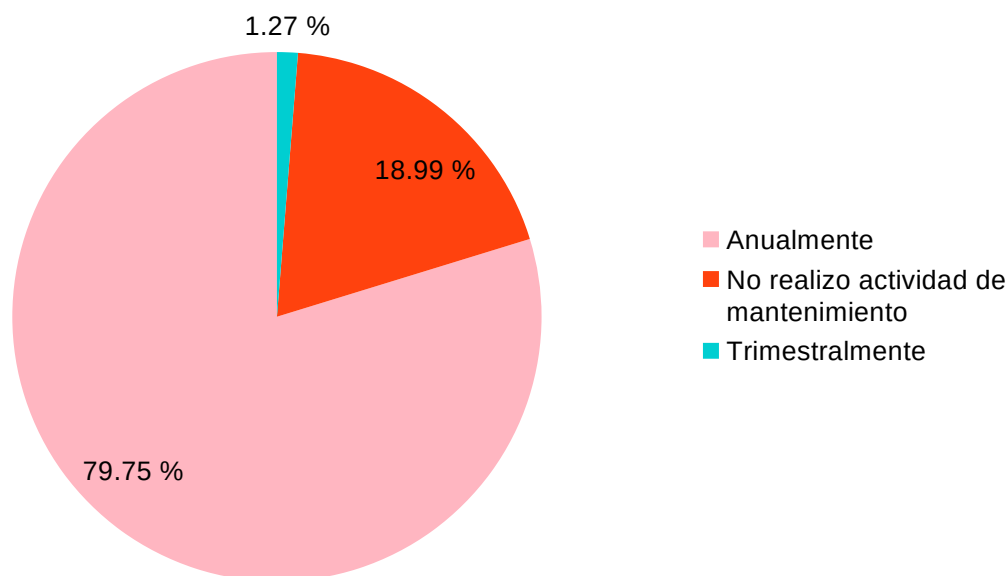
Nota: elaboración propia

La **Tabla (28)** y la **Figura (8)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia realizas actividades de mantenimiento en tu sistema de riego?, realizada para evaluar el mantenimiento y operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 79.75 % de la muestra menciona que anualmente realiza actividades de mantenimiento en su sistema de riego, mientras que el

18.99 % menciona que No realiza actividad de mantenimiento en su sistema de riego, y el 1.27 % menciona que lo hace Trimestralmente.

Figura 8:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Con qué frecuencia realizas actividades de mantenimiento en tu sistema de riego?



Nota: elaboración propia

P21: ¿Qué tipo de actividades de mantenimiento llevas a cabo en tu sistema de riego? (Selecciona todas las que correspondan)

Tabla 29:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Qué tipo de actividades de mantenimiento llevas a cabo en tu sistema de riego? (Selecciona todas las que correspondan)

P21	fi	hi%	Hi%
Limpieza de cámaras de carga	24	30.38	30.38
Limpieza de línea de conducción	14	17.72	48.10
Ninguna actividad de mantenimiento	8	10.13	58.23
Reparación de fugas o roturas en tubería	33	41.77	100.00
Total Resultado	79	100.00	

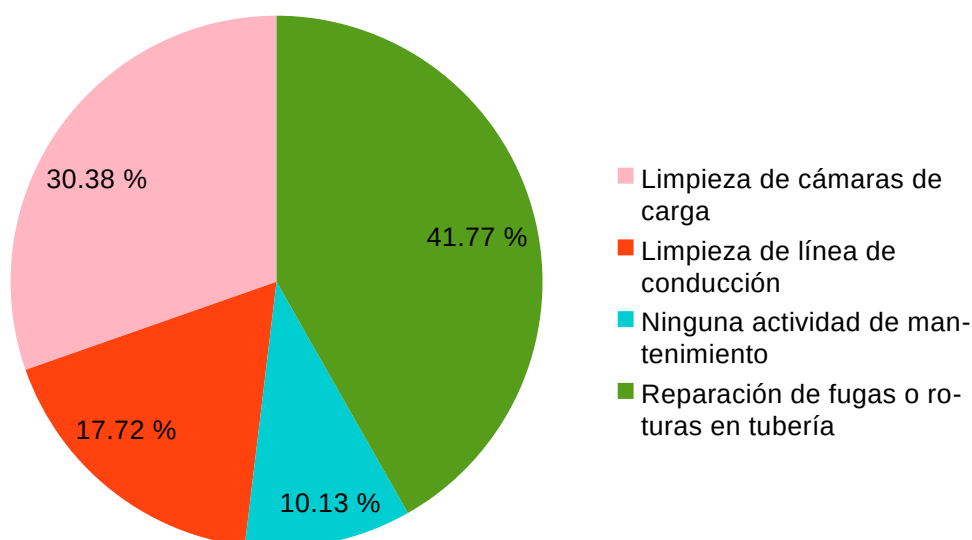
Nota: elaboración propia

La **Tabla (29)** y la **Figura (9)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Qué tipo de actividades de mantenimiento llevas a cabo en tu sistema de riego? (Selecciona todas las que correspondan), realizada para evaluar el mantenimiento y operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 41.77 % de

la muestra menciona que la actividad de mantenimiento que lleva a cabo en su sistema de riego es la Reparación de fugas o roturas en tubería, mientras que el 30.38 % menciona que es la Limpieza de cámaras de carga, luego el 17.72 % menciona que es la Limpieza de línea de conducción la actividad de mantenimiento que lleva a cabo en su sistema de riego, y el 10.13 % menciona que no realiza Ninguna actividad de mantenimiento.

Figura 9:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Qué tipo de actividades de mantenimiento llevas a cabo en tu sistema de riego? (Selecciona todas las que correspondan)



Nota: elaboración propia

P22: ¿Cuánto tiempo ha estado inactivo tu sistema de riego debido a reparaciones en el último año?

Tabla 30:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuánto tiempo ha estado inactivo tu sistema de riego debido a reparaciones en el último año?

P22	fi	hi%	Hi%
De dos a tres meses	5	6.33	6.33
De una semana a un mes	74	93.67	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (30)** y la **Figura (10)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuánto tiempo ha estado inactivo tu sistema de riego debido a reparaciones en el último año?, realizada para evaluar el mantenimiento y operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 6.33 % de la muestra menciona que entre dos a tres meses es el tiempo ha estado inactivo su sistema de riego debido a reparaciones en el último año, mientras que el 93.67 % menciona que es de una semana a un mes el tiempo que ha estado inactivo su sistema de riego.

Figura 10:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuánto tiempo ha estado inactivo tu sistema de riego debido a reparaciones en el último año?



Nota: elaboración propia

P23: ¿Cómo calificarías la uniformidad de riego en tu sistema?

Tabla 31:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la uniformidad de riego en tu sistema?

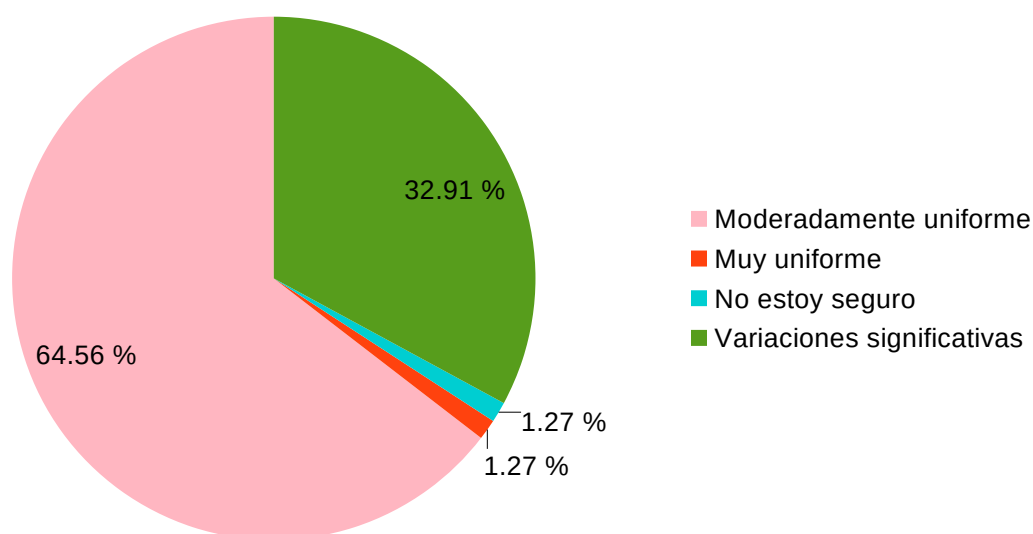
P23	fi	hi%	Hi%
Moderadamente uniforme	51	64.56	64.56
Muy uniforme	1	1.27	65.82
No estoy seguro	1	1.27	67.09
Variaciones significativas	26	32.91	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (31)** y la **Figura (11)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la uniformidad de riego en tu sistema?, realizada para evaluar el mantenimiento y operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 64.56 % de la muestra menciona que es Moderadamente uniforme la uniformidad de riego en su sistema de riego, mientras que el 32.91 % menciona que existe Variaciones significativas es la uniformidad de riego en su sistema, luego el 1.27 % menciona que es Muy uniforme el riego en su sistema, y el 1.27 % menciona que No está seguro es la uniformidad de riego en su sistema.

Figura 11:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cómo calificarías la uniformidad de riego en tu sistema?



Nota: elaboración propia

P24: ¿Cuál es la calidad del agua utilizada en tu sistema de riego?

Tabla 32:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es la calidad del agua utilizada en tu sistema de riego?

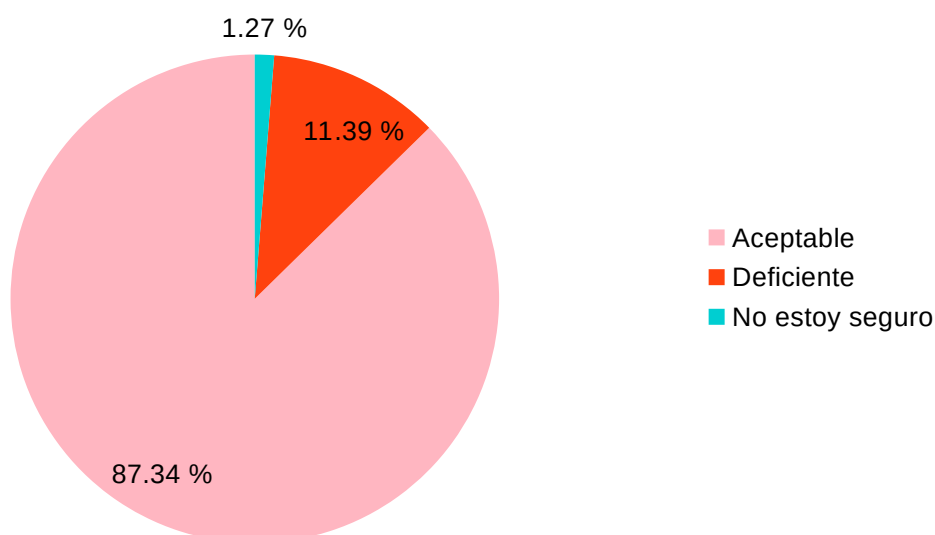
P24	fi	hi%	Hi%
Aceptable	80	87.34	87.34
Deficiente	9	11.39	98.73
No estoy seguro	1	1.27	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (32)** y la **Figura (12)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Cuál es la calidad del agua utilizada en tu sistema de riego?, realizada para evaluar el mantenimiento y operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 87.34 % de la muestra menciona que es Aceptable la calidad del agua utilizada en su sistema de riego, mientras que el 11.39 % menciona que es Deficiente la calidad del agua, y el 1.27 % afirma que No está seguro la calidad del agua utilizada en su sistema de riego.

Figura 12:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Cuál es la calidad del agua utilizada en tu sistema de riego?



Nota: elaboración propia

P25: ¿Sabe usted que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona?

Tabla 33:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Sabe usted que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona?

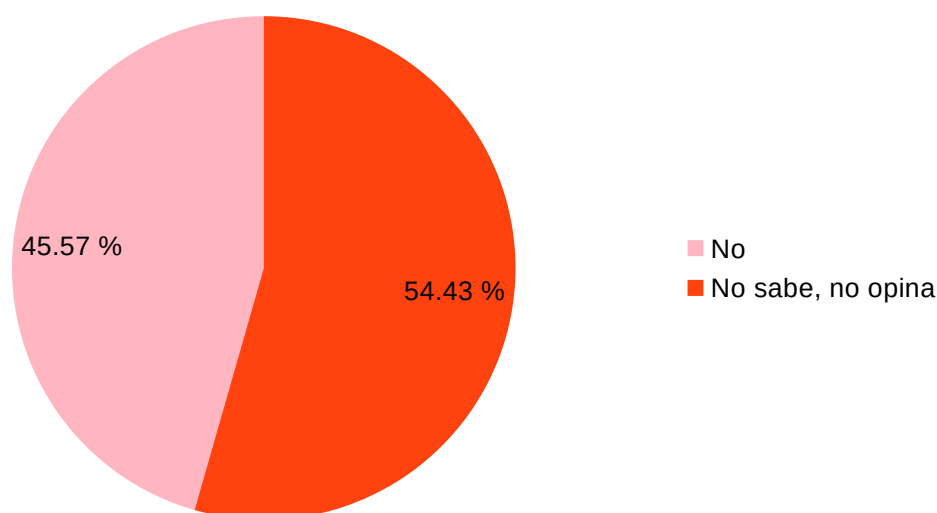
P25	fi	hi%	Hi%
No	36	45.57	45.57
No sabe, no opina	43	54.43	100.00
Total Resultado	79	100.00	

Nota: elaboración propia

La **Tabla (33)** y la **Figura (13)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Sabe usted que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona?, realizada para evaluar el mantenimiento y operación del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 54.43 % de la muestra menciona que No sabe o no opina sobre si sabe que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona, mientras que el 45.57 % menciona que No sabe que dicho plan de operación y mantenimiento.

Figura 13:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Sabe usted que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona?



Nota: elaboración propia

P10: ¿Quién debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en su sector?

Tabla 34:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Quién debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en su sector?

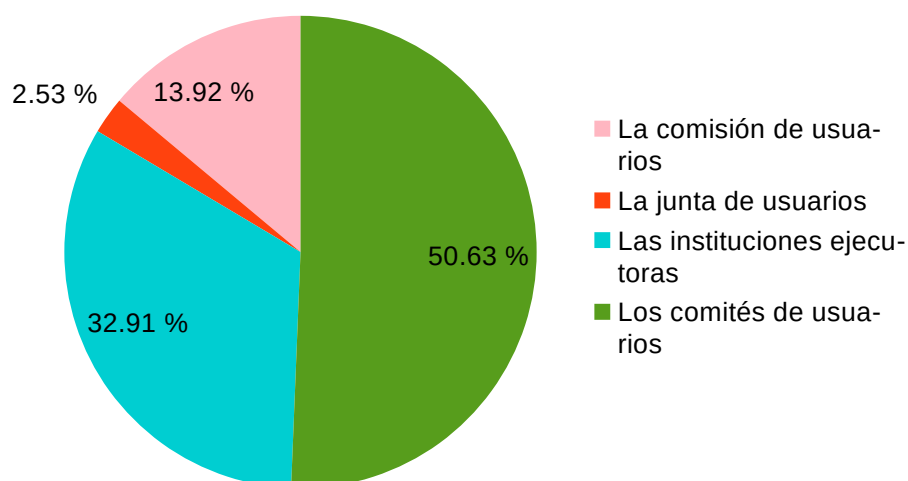
P10	fi	hi%	Hi%
La comisión de usuarios	11	13.92	13.92
La junta de usuarios	2	2.53	16.46
Las instituciones ejecutoras	26	32.91	49.37
Los comités de usuarios	40	50.63	100.00
Total Resultado	79	100.00	200.00

Nota: elaboración propia

La **Tabla (34)** y la **Figura (14)** muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Quién debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en su sector?, en ella se observa que el 50.63 % de la muestra menciona que Los comités de usuarios son quienes debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego, mientras que el 32.91 % menciona que debes ser Las instituciones ejecutoras, luego el 13.92 % señala que La comisión de usuarios son quienes debería realizar dicha actividad y el 2.53 % dice que debe ser La junta de usuarios.

Figura 14:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Quién debería realizar las actividades de operación y mantenimiento del sistema de riego en su sector?



Nota: elaboración propia

P11: ¿Conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene?

Tabla 35:

Frecuencia de respuestas al ítem: ¿Conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene?

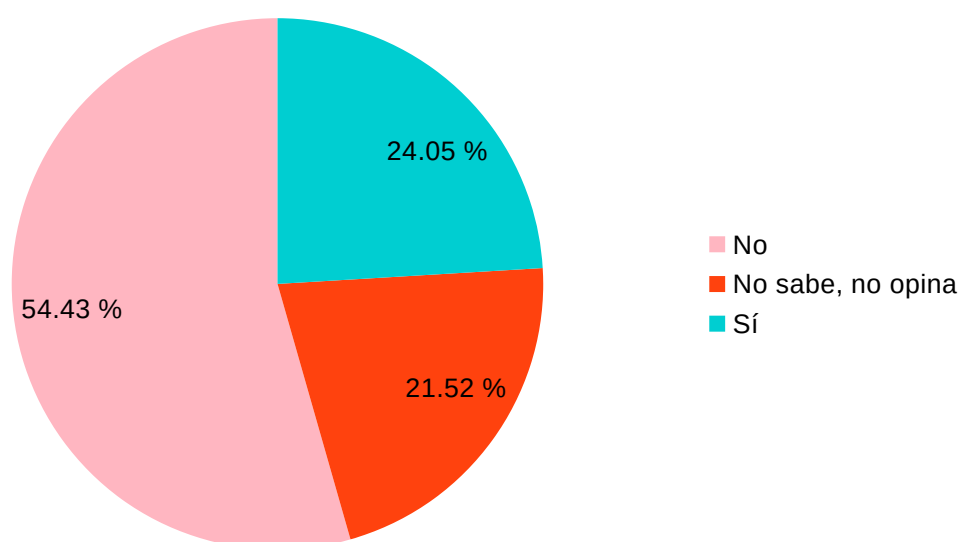
P11	fi	hi%	Hi%
No	43	54.43	54.43
No sabe, no opina	17	21.52	75.95
Sí	19	24.05	100.00
Total Resultado	79	100.00	200.00

Nota: elaboración propia

La **Tabla** (35) y la **Figura** (15) muestran la frecuencia de respuestas al ítem: ¿Conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene?, realizada para evaluar las bases de la organización de los beneficiarios del sistema de riego por aspersión del sector de Trujipata baja, en ella se observa que el 54.43 % de la muestra menciona que No conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene, mientras que el 24.05 % menciona que Sí conoce como está distribuido y que componentes tiene, y el 21.52 % No sabe ó no opina al respecto.

Figura 15:

Porcentaje de respuestas al ítem: ¿Conoce como está distribuido su sistema de riego y que componentes tiene?



Nota: Elaboración propia

d) Operación del sistema de riego

Respeto a la operación del sistema de riego lo que se pudo observar en campo son las dificultades a la hora de operar el sistema, todo ello referido a lo siguiente:

- Manipulación inadecuada de las válvulas de control y a partir de ello es que la distribución del agua a los laterales de riego es inadecuada.
- La implementación de los turnos de riego es de vital importancia (en proceso de implementación).

- La falta de implementación de un personal encargado de realizar la distribución del agua (tomero), aspectos que ayudarían significativamente en la operación adecuada del sistema de riego y de esta manera cubrir las necesidades de riego de las familias del sector de trujipata baja.

Propuesta de un manual de operación y mantenimiento de sistemas de riego

A partir de la evaluación del sistema de riego trujipata baja en sus aspectos técnico - organizacional se da la urgencia de la implementación de un documento de gestión (manual) que ayude a fortalecer los conocimientos de los usuarios de agua de riego y por consiguiente garantizar la sostenibilidad del proyecto existente en el sector, tomando en consideración que dentro del presente documento guía contemplara todos los aspectos normativos y técnicos que ayuden a fortalecer el funcionamiento de la organización de riego y por consiguiente mejorar aspectos fundamentales como el uso adecuado del agua a partir de un sistema de riego en condiciones de funcionamiento óptimo.

e) Manual de mantenimiento y operación del sistema de riego

Tabla 36:

Manual de mantenimiento y operación del sistema de riego

Autor	Jose Luis Azurin peralta
Fecha de publicación	
Numero de edición	1
Resumen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Operación y Mantenimiento de Bocatoma: Consta de 02 ítems para operación y 05 ítems para el mantenimiento. 2. Operación y Mantenimiento de Desarenador: consta de 01 ítems para operación y 05 ítems para el mantenimiento. 3. Operación y Mantenimiento de Línea de Conducción: Consta de 03 ítems para operación y 03 ítems para el mantenimiento. 4. Operación y Mantenimiento de Cámara de Inspección: Consta de 01 ítems para operación y 05 ítems para el mantenimiento. 5. Operación y Mantenimiento de Reservorio: Consta de 01 ítem para operación y 05 ítems para el mantenimiento. 6. Operación y Mantenimiento de Cámara de Carga: Consta de 01 ítem para operación y 05 ítems para el mantenimiento. 7. Operación y Mantenimiento de Válvula de Control: Consta de 01 ítem para operación y 05 ítems para el mantenimiento. 8. Cuadro de número de vueltas de apertura y cierre según diámetro. 9. Válvula tipo compuerta: 01 ítem. 10. Válvula de retención: 01 ítem. 11. Válvula de globo: 01 ítem. 12. Red de distribución: Consta de 01 ítem de operación y 03 ítems de mantenimiento. 13. Cámara rompe presión tipo 07: consta de 01 ítem para operación y 05 ítems para mantenimiento. 14. Válvula de aire: 01 ítem. 15. Hidrante: Consta de 01 ítem para operación y 03 ítems de mantenimiento. 16. Válvula de purga: Consta de 01 ítema para operación y 03 ítems de mantenimiento. 17. Accesorios módulos de riego: Consta de 12 ítems. 18. Tipos de aspersores: Consta de 03 ítems. 19. Aspersores técnicos para riego parcelario
Público objetivo	Usuarios de agua de riego.

Nota: Elaboración propia (Ver anexo H)

5.2. Discusión

En este trabajo de investigación se ha encontrado que el sistema de riego por aspersión en Trujipata Baja presenta diversas deficiencias en su infraestructura. Se han identificado problemas como el desmoronamiento de aleros, deterioro de la infraestructura, rotura de compuertas, presencia excesiva de sólidos en el desarenador, y deterioro en cámaras de inspección y de carga. También hay problemas en válvulas de aire, control y purga, y obstrucciones en tubos y llaves de paso, además de deterioro en llaves de paso, tapas metálicas y cajas de hidrantes. Por otro lado una encuesta reveló que el 98.73 % de la muestra utiliza riego por aspersión, pero la mayoría (74.68 %) rara vez o solo en caso de averías realiza inspecciones y mantenimiento. Solo el 12.66 % realiza inspecciones ocasionalmente y el 6.33 % regularmente. Un pequeño porcentaje (6.33 %) no realiza inspecciones ni mantenimiento. Sobre el estado de los componentes, el 53.16 % observa signos leves de desgaste, el 39.24 % reporta deterioro significativo en varios componentes, y el 5.06 % indica que muchos componentes están en mal estado y requieren reemplazo. Aproximadamente el 43.04 % ha experimentado fugas o roturas ocasionalmente, mientras que el 39.24 % nunca ha tenido estos problemas. La evaluación del mantenimiento y operación del sistema de riego muestra una deficiencia en todas las actividades debido a la falta de una cultura de mantenimiento. Esto ha causado problemas en el traslado adecuado del agua hacia las parcelas, generando conflictos entre los usuarios y reduciendo los campos de cultivo con riego, lo que resulta en menores ingresos para las familias. Estos problemas son atribuidos al desconocimiento de la importancia del mantenimiento y operación del sistema de riego, a pesar de contar con suficientes recursos para la distribución parcelaria y finalmente se ha propuesto un manual de operaciones y mantenimiento para la gestión del recurso hídrico en Trujipata Baja. La encuesta también encontró que el 87.34 % de la muestra considera aceptable la calidad del agua utilizada en su sistema de riego, mientras que el 11.39 % la considera deficiente. El 54.43 % de la muestra no sabe o no opina sobre qué es un plan

de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y cómo funciona, mientras que el 45.57 % no sabe que dicho plan existe.

Por otro lado Los autores Naroua, Rodríguez Sinobas, y Sánchez Calvo (2012) llevaron a cabo un estudio de evaluación en campo de trece sistemas de riego por aspersión, principalmente pivotes centrales, con el propósito de analizar su funcionamiento y establecer criterios de manejo que mejoren la eficiencia del riego. En su investigación, utilizaron el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CU) como indicador de la uniformidad de distribución de agua en los sistemas. Sus hallazgos revelaron que una parte significativa de los sistemas evaluados presentaba problemas de uniformidad de riego y rendimiento por debajo de lo requerido, lo que indica la necesidad de ajustes en el manejo y diseño de los sistemas. También Chunque Alcántara (2018) se enfocó en determinar la uniformidad de riego, eficiencia de riego y la periodicidad de mantenimiento de los sistemas de riego presurizados por aspersión en comunidades rurales de Cajamarca. Su metodología combinó trabajos de campo, análisis de gabinete y encuestas a agricultores para evaluar 23 sistemas de riego. Encontró que, en promedio, la uniformidad de distribución y eficiencia de aplicación eran aceptables, pero la eficiencia de almacenamiento era inaceptable en muchos casos. Además, identificó el mejor sistema de riego con altos niveles de eficiencia y uniformidad y Finalmente, Zayas et al. (2014) se propusieron evaluar diferentes técnicas de riego por aspersión mediante la determinación del Coeficiente de Uniformidad y la Eficiencia de descarga, con el fin de proponer un plan de acción para el uso eficaz del agua en el riego. Utilizaron normas internacionales para las evaluaciones de campo y software especializado para el análisis de datos. Sus resultados mostraron que ciertas técnicas de riego presentaban eficiencias de descarga más bajas que otras, lo que requería volúmenes adicionales de agua para cumplir con los requerimientos hídricos de los cultivos.

Esta investigación y los estudios de Naroua et al. (2012), Chunque Alcántara (2018) y Zayas et al. (2014) coinciden en varios aspectos clave sobre los sistemas de riego por

aspersión. En primer lugar, tanto esta investigación como la de Naroua et al. y Chunque Alcántara destacan la importancia de la uniformidad de distribución del agua para la eficiencia del riego. Los problemas de uniformidad observados en Trujipata Baja son similares a los encontrados por Naroua et al., lo que subraya la necesidad de ajustes en el manejo y mantenimiento del sistema de riego.

VI. Conclusiones

- Respecto a la superficie de terreno agrícola cubierto por el sistema de riego por aspersión en el sector de Trujipata se ha encontrado que: El sector de Trujipata Baja abarca una zona agrícola de 138.7856 hectáreas, habitada por 85 familias que mantienen la estructura de una comunidad campesina. Estas familias se dedican principalmente a la producción agropecuaria, El sistema de riego en Trujipata Baja está organizado en ocho laterales, todos alimentados por una línea de conducción principal. Cada lateral cuenta con una cámara de carga, responsable de distribuir el agua a las parcelas agrícolas. Los sectores intervenidos a lo largo del sistema son los siguientes: 1. Sector Tucumachay. Este sector tiene una longitud de 1250.21 metros, con una cámara de carga y una cámara rompe presión. La distribución de agua se realiza a través de tuberías de 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5, según sus presiones nominales. El sistema de Tucumachay tiene un total de 08 hidrantes para 4 usuarios. 2. Sector Aljo Pucyu. Con una longitud de 619.27 metros, este sector también cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías utilizadas son de 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5. El sistema de Aljo Pucyu tiene 09 hidrantes para 7 usuarios. 3. Sector Molleyocc. Este sector tiene una longitud de 438.31 metros, con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías son de 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5. El sistema de Nina Kiruyuc cuenta con 06 hidrantes para 03 usuarios. 4. Sector Casa abuelo Rajaipata. Tiene una longitud de 832.78 metros, con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías son de 90 mm (3 pulgadas), 63 mm (2 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5. Este sistema tiene 11 hidrantes para 09 usuarios. 5. Sector Kisa Huayco. En el sector Kisa Huayco, con una longitud de 750.30 metros, también se cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías son de 90 mm (3 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas

de clases 10 y 7.5. Este sector tiene 06 hidrantes para 04 usuarios. 6. Sector Tambo Corral. El Sector Tambo Corral, con una longitud de 680.45 metros, cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías utilizadas son de 90 mm (3 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10 y 7.5. Este sistema tiene 07 hidrantes para 05 usuarios. 7. Sector Nina Kiruyuc. tiene una longitud de 543.29 metros, con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías son de 90 mm (3 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5. Este sistema cuenta con 05 hidrantes para 03 usuarios. 8. Sector Durasnopata. Finalmente, el sector Vallecito, con una longitud de 832.78 metros, cuenta con una cámara de carga y una cámara rompe presión. Las tuberías son de 90 mm (3 pulgadas) y 1 1/2 pulgadas de clases 10, 7.5 y 5. Este sistema tiene 11 hidrantes para 09 usuarios.

- Respecto al estado actual de la infraestructura del sistema de riego por aspersión y la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja, se evidencia que el estado actual de la bocatoma y sus componentes muestra diversas deficiencias, incluyendo desmoronamiento de aleros, infraestructura deteriorada, rotura de compuertas, presencia de sólidos excesivos en el desarenador, y deterioro de infraestructura en las cámaras de inspección y de carga, así como problemas en las válvulas de aire, control y purga, y obstrucciones en tubos y llaves de paso. Además, se observa deterioro en llaves de paso, tapas metálicas y cajas de hidrantes en la línea de hidrantes. Por otro lado una encuesta reveló que casi la totalidad de la muestra (98.73 %) utiliza riego por aspersión. Sin embargo, la mayoría de los encuestados (74.68 %) rara vez o solo en caso de averías realizan inspecciones y mantenimiento en su sistema de riego. Un porcentaje menor realiza inspecciones ocasionalmente (12.66 %) o regularmente (6.33 %), mientras que un pequeño porcentaje (6.33 %) menciona que no se realizan inspecciones ni mantenimiento. Respecto al estado de los componentes, más de la mitad de la muestra (53.16 %) observa signos leves de desgaste o deterioro, aunque un

porcentaje significativo (39.24 %) señala un deterioro significativo en varios componentes, y un pequeño porcentaje (5.06 %) indica que muchos componentes están en mal estado y requieren reemplazo. En cuanto a problemas recurrentes, aproximadamente el 43.04 % de la muestra ha experimentado ocasionalmente fugas o roturas en el sistema de riego, mientras que el 39.24 % nunca ha experimentado dichos problemas.

- En la evaluación del mantenimiento y la operación del sistema de riego por aspersión se ha encontrado que el trabajo de mantenimiento del sistema de riego es deficiente en todos los componentes debido a la falta de una cultura que promueva y comprenda la importancia de estas actividades. Esta deficiencia ha llevado a que el sistema de riego presente problemas en el traslado adecuado del agua hacia las parcelas, lo que ha generado conflictos internos entre los usuarios por el uso del agua. Esto ha resultado en una reducción de los campos de cultivo con riego y, por ende, en menores ingresos económicos para las familias del sector. Estos problemas son atribuidos al desconocimiento de la importancia del mantenimiento del sistema de riego por parte de los usuarios, a pesar de contar con suficientes recursos para la distribución a nivel parcelario. Por otro lado se ha logrado proponer un manual de operaciones y mantenimiento para la gestión del recurso hídrico en el sector de Trujipata baja la que se presenta en el anexo (B). Mediante encuesta se ha encontrado que el 87.34 % de la muestra menciona que es Aceptable la calidad del agua utilizada en su sistema de riego, mientras que el 11.39 % menciona que es Deficiente la calidad del agua, el 54.43 % de la muestra menciona que No sabe o no opina sobre si sabe que es un plan de operación y mantenimiento de infraestructura de riego y como funciona, mientras que el 45.57 % menciona que No sabe que dicho plan de operación y mantenimiento existe.

VII. Recomendaciones

- **Mantenimiento Regular y Preventivo:** Se recomienda establecer un programa de mantenimiento regular que incluya inspecciones periódicas para identificar y reparar daños en la infraestructura del sistema de riego antes de que se conviertan en problemas graves. Desarrollar un calendario de mantenimiento en cual permitirá organizar estas actividades de manera sistemática. Además, es crucial capacitar a los usuarios sobre la importancia del mantenimiento regular y cómo llevar a cabo inspecciones y reparaciones básicas, lo cual contribuirá a prolongar la vida útil del sistema y a mejorar su eficiencia.
- **Mejora de la Infraestructura:** Se recomienda también iniciar un plan de reparación para abordar las deficiencias identificadas en la bocatoma, compuertas, desarenador, cámaras de inspección y carga, válvulas, y llaves de paso. La reparación de tuberías y llaves de paso que presentan un deterioro significativo y están en mal estado es también una prioridad. Estas mejoras en la infraestructura garantizarán un flujo de agua más eficiente y reducirán las pérdidas y obstrucciones en el sistema de riego.
- **Gestión Eficiente del Recurso Hídrico:** Es esencial implementar el manual de operaciones y mantenimiento propuesto para la gestión del recurso hídrico y asegurar que todos los usuarios estén familiarizados con sus contenidos y procedimientos. Además, se debe establecer un sistema de monitoreo regular para evaluar la calidad del agua y tomar medidas correctivas si se detectan deficiencias.
- **Fomento de la Cultura de Mantenimiento:** Realizar campañas de sensibilización para educar a los usuarios sobre la importancia del mantenimiento y su impacto en la eficiencia del riego y la productividad agrícola. Además, proporcionar incentivos para los usuarios que realizan mantenimiento regular y adecuado de sus sistemas de riego puede fomentar una mayor participación y compromiso con estas

actividades. Una cultura de mantenimiento bien establecida contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo del sistema de riego.

- Resolución de Conflictos y Gestión Comunitaria: Implementar mecanismos de mediación para resolver conflictos internos relacionados con el uso del agua es necesario para mantener una armonía comunitaria y una gestión eficiente del recurso hídrico. Fortalecer la estructura de la comunidad campesina mejorará la coordinación y gestión del sistema de riego, permitiendo una distribución más equitativa y eficiente del agua entre los usuarios.

VIII. Referencias

- ANA (Autoridad Nacional del Agua, PE). Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales. (2010). Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico: Desarenadores. Lima, PE. s.e. p. 75.
- Anten, M. y Willet, H. (2000). PRONAMACHCS (Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos); SNV (Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo). Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas. Cajamarca, PE. 62 p.
- Anten, M. (2000). Diseño de Pequeños Sistemas de Riego. En M. Anten, Diseño de Pequeños Sistemas de Riego (pág. 7). Cajamarca: Minagri-PRONAMACHCS.
- Asencios Pineda, J. (2017). Diseño e instalación de un sistema de riego tecnificado por aspersión para el grupo de gestión empresarial Mi Hualtipampa Alta-Cajamarca.
- Avelar Roblero, J. U., Sánchez Bravo, J. R., Domínguez Acevedo, A., Lobato de La Cruz, C., & Mancilla Villa, O. R. (2019). Validación de un prototipo de sistema captación de agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano. *Idesia (Arica)*, 37(1), 53-59.
- Basuchaudhuri, P. (2020). *Physiology of Soybean Plant*.
- Cahua Villasante, D. A. (2020). Evaluación del sistema de riego por aspersión Huancasayani Ñacoreque y su relación producción agrícola en Cuyocuyo-Sandia.
- Castellanos, A. E., Hinojo-Hinojo, C., Rodriguez, J. C., Romo-Leon, J. R., Wilcox, B. P., Biederman, J. A., & Peñuelas, J. (2022). Plant functional diversity influences water and carbon fluxes and their use efficiencies in native and disturbed dryland ecosystems. *Ecohydrology*, 15(5), e2415. [researchgate.net](https://www.researchgate.net)
- Chunque Alcántara, W. (2018). Evaluación de los sistemas de riego presurizados en las comunidades rurales de la provincia de Cajamarca.

Felipe, M. (2016). Manejo del riego por aspersión en Valles.

Filippi, M.E., Hordijk, M.A., Alegría, J.F. y Rojas, J.D. (2014). Knowledge integration: a step forward? Continuities and changes in Arequipa's water governance system. *Environment and Urbanization*, 26 (1), 130-146. <http://dx.doi.org/10.1177/0956247814539233>.

Flórez-Tuta, N., Zution-Gonçalves, I., Feitosa, D. R. C., Agnellos-Barbosa, E. A., Deus, F. P. D., Diego-Ribeiro, M., & Eiji-Matsura, E. (2013). Eficiencia de aplicación de agua en la superficie y en el perfil del suelo en un sistema de riego por aspersión. *Agrociencia*, 47(2), 107-119.

Hernández, J. 2010. Investigador Científico del CSIC. Grupo de Biotecnología de Frutales, CEBAS-CSIC,

Lopez Rivera, C. P. (2018). Limitaciones del riego artesanal y diseño de un sistema de riego por aspersión en el fundo Tauca-Tarma.

Minagri. (2017). Ley de Recursos Hídricos. Lima: Minagri.

Miranda Sara, L. y Baud, I. (2014). Knowledge-building in adaptation management: concertacion processes in transforming Lima water and climate change governance. *Environment and Urbanization*, 26 (2), 505-524. <http://dx.doi.org/10.1177/0956247814539231>.

Naroua, I., Rodríguez Sinobas, L., & Sánchez Calvo, R. (2012). Evaluación de los sistemas de riego por aspersión en la Comunidad de Regantes " Río Adaja" y propuestas para la mejora del manejo del riego.

Núñez Correa, J. J. (2017). Sistema de riego por aspersión en el sector Cascamache, distrito Huancabamba, Provincia Huancabamba, Región Piura.

Núñez, A. (2015). Manual de cálculo de eficiencia para riego para sistemas de riego. En A.

- Nuñez, A. (2015). Mamual de cálculo de eficiencia para riego para sistemas de riego. En A. Nuñez, Mamual de cálculo de eficiencia para riego para sistemas de riego. (pág. 7). Lima: Minagri-DGIAR.
- OPS (Organización Panamericana de Salud, PE). (2004). Especificaciones Técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales: Tipos de captación. Lima, PE. s.e. p. 7.
- Pahl-Wostl, C. (2007). Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. *Integrated Assessment of Water Resources and Global Change: A North-South Analysis*, 21, 49-62. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-5591-1>
- Peña Lopez, E. (2019). Diagnóstico situacional de la infraestructura Hidráulica de riego, del subsector Hidráulico Rica Playa-Oidor en el Distrito de San Jacinto, Provincia de Tumbes-2016.
- Pizarro, F. (1996). Riegos Localizados de Alta Frecuencia. España. Editorial Mundi-Prensa. 513 p.
- Ramos Ramos, M. P., & Báez Rivera, D. F. (2013). Diseño y Construcción de un Sistema de Riego por Aspersión en una Parcela Demostrativa en el Cantón Cevallos (Bachelor's thesis).
- Serrano, J. (1998). Historia antigua del próximo oriente. Madrid: Akal textos s.a
- Sevilla, J. (2014). Operación y mantenimiento del sistema de riego por aspersión en laderas. Programa Subsectorial de Irrigaciones - PSI, 10.
- Sevilla, J. (2014). Operación y mantenimiento del sistema de riego por aspersión en laderas. Programa Subsectorial de Irrigaciones - PSI, 8.
- Zayas, E. C., Arias, Á. G., López, A. G., Miranda, Z. P., & Espinosa, E. J. (2014). Evaluación y propuesta de medidas en diferentes técnicas de riego por aspersión para un uso eficiente del agua. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(1), 22-28.

Zenebe, T. F., Y. Mohamed y A. M. Haile. "Mitigación de la sedimentación en la toma de desvío del riego por avalancha de Fota: estudio de caso del plan de riego por avalancha de Gash, Sudán". *Ingeniería de Sistemas de Riego y Drenaje* 4, no. 02 (2015): 2-7.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes