



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA
DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA
DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA
DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA
DE RIEGO DEL RIO HUICHUMA SECTOR CANDAHUA
DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCA HUA
DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. RONALD MADERA TERÁN

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:

Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 0181-2026-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 14 de abril del 2026

VISTO: El expediente N° 2026-CU-002278 presentado por el (la) Bachiller: **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 23 de abril del 2026
- * **HORA** : 08:00 hr
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

cc.
Archivo 2026
interesado (a)



Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1353-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-9325 por el señor (a): **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – N° 980-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 062 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 062 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730cc.
Archivo
interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 396-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 3187, presentado por el señor (a) **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 304-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 021-2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDANA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 021-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDANA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDANA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730cc.
Archivo 2025
Interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani López
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



NELIDA RAMOS GUTIERREZ

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LA PIEDRA PÓMEZ EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALE...

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:604071236

Fecha de entrega

1 jul 2026, 16:11 GMT-5

Fecha de descarga

2 jul 2026, 21:38 GMT-5

Nombre del archivo

T036_71848636_T.docx

Tamaño del archivo

13.4 MB

127 páginas

18.525 palabras

104.035 caracteres



11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RIO HUICHUMA SECTOR CANDANA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCA HUA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46903541
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2348-8523
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Cusco Provincia: Espinar Distrito: Alto Pichigua - Latitud: S 14° 46' 40" - Longitud: O 71° 15' 05"  https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1AaZMLvXmxaV9ob3e3kDtiUqh7re1vxU&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Abril 2026
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Biotechnología Ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.08.01



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ, identificado con DNI
Nro. 46903541, en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación**, ☐ **Trabajo Académico**
denominada:

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RIO HUICHUMA SECTOR

CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCA HUA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 08 de Junio del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dirijo este logro al Creador, por concederme la existencia, el bienestar y la entereza indispensable para cumplir mis objetivos.

A mis progenitores, por su cariño, abnegación y por constituir el modelo de perseverancia que me motiva a progresar constantemente.

A mis hermanos y allegados, por sus muestras de apoyo y solidaridad durante las etapas más arduas de esta travesía.

Percy Eloy Parrilla Ramírez



AGRADECIMIENTO

A mi núcleo familiar, por su respaldo absoluto, por impulsarme en las circunstancias más adversas y por inculcarme la importancia de la dedicación y la tenacidad.

A la UANCV, por recibirme a lo largo de mi preparación académica y proporcionarme las herramientas formativas indispensables para afianzar mi expertise en el ámbito de la ISA.

A mis docentes, por su entrega, exigencia académica y orientación constante que forjaron en mí disciplina, responsabilidad y compromiso con el desarrollo sostenible.

Supremamente, a mis compañeros y amigos, con quienes compartí experiencias que fortalecieron mi camino académico y personal.

Percy Eloy Parrilla Ramírez



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	18
1.2. Planteamiento del problema.....	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Objetivos de la investigación	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Justificación de la investigación.....	21
1.4.1. Justificación Practica	21
1.4.2. Justificación social.....	22



1.4.3. Justificación ambiental	22
1.4.4. Justificación Económica	23
1.5. Hipótesis de la investigación	23
1.6. Variables.....	24
1.6.1. Variable de caracterización	24
1.6.2. Variable de interés.....	24
1.7. Operacionalización de variables	24

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	26
2.1.1. Antecedentes internacionales	26
2.1.2. Antecedentes nacionales	30
2.1.3. Antecedentes regionales	35
2.2. Bases teóricas	39
2.2.1. Sistema de riego.....	39
2.2.2. Sistema de riego por gravedad.....	40
2.2.3. Importancia del riego en la agricultura.....	43
2.2.4. Eficiencia en el uso del agua en la agricultura	44
2.2.5. Impacto ambiental	45
2.2.6. Tipos de impacto ambiental.....	46
2.2.7. Factores ambientales	51



2.2.8. Acciones antrópicas	52
2.2.9. Evaluación de impacto ambiental	56
2.2.10. Metodología CONESA.....	57
2.2.11. Metodología de Buroz (1985)	58
2.3. Marco conceptual.	59
2.3.1. Evaluación de impacto ambiental	59
2.3.2. Factores ambientales	59
2.3.3. Impacto ambiental	59
2.3.4. Impacto ambiental negativo.....	60
2.3.5. Medio ambiente	60
2.3.6. Componentes ambientales	60
2.3.7. Sistema de riego.....	61
2.3.8. Medidas de manejo ambiental.....	61
2.3.9. Plan de manejo ambiental	61

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación	62
3.2. Tipo de investigación	62
3.3. Nivel de investigación	63
3.4. Enfoque de investigación.....	64
3.5. Población y muestra	64



3.5.1. Población.....	64
3.5.2. Muestra	65
3.6. Materiales y equipos.....	65
3.7. Técnicas e instrumentos.....	66
3.7.1. Técnicas.....	66
3.7.2. Instrumentos.....	67
3.8. Lugar de estudio.....	68
3.9. Procedimiento metodológico:	70
3.9.1. Objetivo 1: Identificar los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia del sistema de riego.....	70
3.9.2. Objetivo 2: Determinar los impactos ambientales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña.....	75
3.9.3. Objetivo 3: Proponer medidas de manejo ambiental orientadas a mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos generados por el sistema de riego.....	80

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	83
-----------------------	----



4.1.1. Identificación de los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia del sistema de riego.....	83
4.1.2. Impactos ambientales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña.	96
4.1.3. Proponer medidas de manejo ambiental orientadas a mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos generados por el sistema de riego.	131
4.2. Discusiones.....	143
CONCLUSIONES	147
RECOMENDACIONES	149
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	151
ANEXOS	156



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.....	24
Tabla 2 Criterios de evaluación según la metodología Conesa.	57
Tabla 3 Criterios de evaluación del Método de Buroz (1985).	58
Tabla 4 Coordenadas del lugar de estudio, sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña de la comunidad de Mollocchahua, distrito de Alto Pichigua.	69
Tabla 5 Modelo de la matriz de doble entrada para componentes ambientales y componentes del proyecto.	76
Tabla 6 Criterios de evaluación aplicados para la valoración semicuantitativa de impactos ambientales según la metodología de Buroz (1994).....	78
Tabla 7 Parámetros climáticos característicos del área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.....	86
Tabla 8 Rasgos fisiográficos e hidrográficos predominantes en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.....	87
Tabla 9 Caracterización geológica y edáfica del área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	88
Tabla 10 Cobertura vegetal y cultivos predominantes en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.	90
Tabla 11 Fauna silvestre registrada en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	91
Tabla 12 Fauna doméstica identificada en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	92



Tabla 13 Organización comunal en la comunidad de Mollocacahua – sector Candaña.	94
Tabla 14 Actividades económicas predominantes en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma.	94
Tabla 15 Delimitación del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del sistema de riego del río Huichuma.	95
Tabla 16 Actividades previstas en la etapa de construcción del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	98
Tabla 17 Actividades previstas en la etapa de operación del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	101
Tabla 18 Actividades previstas en la etapa de mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	103
Tabla 19 Matriz de doble entrada entre componentes ambientales y acciones del proyecto en las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma.	105
Tabla 20 Impactos ambientales identificados en la fase de construcción del sistema de riego del río Huichuma – sector Candaña.	108
Tabla 21 Impactos ambientales identificados en la fase de operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma – sector Candaña.	110
Tabla 22 Matriz de Leopold simplificada para el análisis de impactos ambientales del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	112
Tabla 23 Valoración semicuantitativa de los impactos ambientales identificados en la fase de construcción del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	120



Tabla 24 Valoración semicuantitativa de los impactos ambientales identificados en la fase de operación del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.....	125
Tabla 25 Valoración semicuantitativa de los impactos ambientales identificados en la etapa de mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	129
Tabla 26 Medidas de manejo ambiental para mitigar impactos negativos en el medio físico en el sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	132
Tabla 27 Medidas de manejo ambiental para proteger la flora y fauna en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.	134
Tabla 28 Medidas de manejo ambiental para potenciar los beneficios socioeconómicos del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña. ..	136
Tabla 29 Medidas de gestión de residuos sólidos del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	138
Tabla 30 Estrategias de revegetación y recuperación de áreas intervenidas en el sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	139
Tabla 31 Lineamientos de monitoreo ambiental del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	140
Tabla 32 Propuesta de medidas de contingencia ambiental del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.....	141
Tabla 33 Programa de capacitación y sensibilización ambiental en el sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.....	142



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano de ubicación del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña de la comunidad de Mollocacahua, distrito de Alto Pichigua.	69
Figura 2 Guía de entrevista breve aplicada a autoridades comunales de Mollocacahua para identificar aspectos organizativos y de gestión del agua.	72
Figura 3 Guía de entrevista breve aplicada a usuarios directos del sistema de riego del río Huichuma para identificar percepciones, usos y expectativas.	73
Figura 4 Área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña. .	84
Figura 5 Representación gráfica de la Matriz de Leopold simplificada para el análisis de impactos ambientales del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.	118



RESUMEN

El estudio se propuso como finalidad valorar el efecto ambiental del sistema de riego del río Huichuma en la localidad de Candaña, perteneciente a la comunidad de Molloccahua, distrito de Alto Pichigua, durante el año 2025. El enfoque metodológico empleado respondió a un diseño no experimental, de carácter aplicado y evaluativo, cuyos procedimientos comprendieron la identificación de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del medio ambiente, la cuantificación de impactos utilizando los criterios establecidos por Buroz (1994) y la implementación de la Matriz de Leopold. Los hallazgos demostraron que durante la etapa constructiva prevalecieron afectaciones ambientales de moderadas a severas, resaltando la degradación del suelo (5.65 puntos) y la probabilidad de siniestros (5.41 puntos), en contraste con los efectos favorables que se concentraron en la creación de fuentes laborales (10.41 puntos). En la etapa operativa, los beneficios fueron más significativos, sobresaliendo el aprovechamiento hídrico (7.10 puntos), la optimización de la productividad agraria (6.49 puntos) y la diversificación de siembras (6.44 puntos); mientras que las consecuencias adversas más notorias se relacionaron con la aplicación de fertilizantes y pesticidas (−3 en recursos hídricos, −2 en ecosistemas naturales). Durante la etapa de conservación, las afectaciones ambientales registraron una menor intensidad, siendo más relevante la alteración de la calidad hídrica (3.81 puntos), al tiempo que los impactos favorables correspondieron a la remoción de sedimentos en los conductos y al reforzamiento del tejido social. Se concluye que, pese a que la construcción produjo efectos adversos transitorios y susceptibles de compensación, la puesta en marcha y el cuidado permanente generan ventajas



perdurables, constituyendo el sistema de riego como un proyecto de importancia estratégica para la población de Mollocagua.

Palabras claves: impacto ambiental, sistema de riego, metodología semicuantitativa, Matriz de Leopold.

ABSTRACT

The purpose of the study was to assess the environmental impact of the Huichuma River irrigation system in the town of Candaña, part of the community of Mollocachua, Alto Pichigua district, during the year 2025. The methodological approach used was a non-experimental, applied, and evaluative design, whose procedures included the identification of the physical, biological, and socioeconomic components of the environment, the quantification of impacts using the criteria established by Buroz (1994), and the implementation of the Leopold Matrix. The findings showed that during the construction phase, moderate to severe environmental impacts prevailed, highlighting soil degradation (5.65 points) and the probability of accidents (5.41 points), in contrast to the favorable effects that were concentrated in the creation of jobs (10.41 points). During the operational stage, the benefits were more significant, with water use (7.10 points), optimization of agricultural productivity (6.49 points), and crop diversification (6.44 points) standing out; while the most notable adverse consequences were related to the application of fertilizers and pesticides (−3 in water resources, −2 in natural ecosystems). During the conservation phase, environmental impacts were less intense, with the most significant being the alteration of water quality (3.81 points), while the favorable impacts corresponded to the removal of sediment from the conduits and the strengthening of the social fabric. It is concluded that, although the construction produced temporary adverse effects that can be compensated for, the implementation and ongoing maintenance generate lasting benefits, making the irrigation system a project of strategic importance for the population of Mollocachua.

Keywords: environmental impact, irrigation system, semi-quantitative methodology, Leopold Matrix.



INTRODUCCIÓN

El agua constituye un recurso fundamental para la producción rural y el bien de las colectividades rurales, especialmente en contextos altoandinos donde la irregularidad de las precipitaciones limita el desarrollo de cultivos de manera sostenible (FAO, 2017). En el Perú, la agricultura de subsistencia y de pequeña escala pende en gran medida de la disponibilidad y el manejo eficiente del agua para riego, siendo este un factor determinante para avalar la seguridad alimenticia y reducir la vulnerabilidad de los agricultores frente a la variabilidad climática (MINAGRI, 2016).

Los sistemas de riego en zonas rurales representan una alternativa estratégica para acrecentar la productividad agraria, diversificar cultivos y optimar la condición de existencia de la población. Sin embargo, la edificación y maniobra de estas construcciones también pueden crear impactos ambientales que deben ser valorados y gestionados adecuadamente, ya que implican modificaciones en el uso del suelo, alteraciones en los caudales hídricos y posibles afectaciones a los ecosistemas locales (Glasson, Therivel, & Chadwick, 2013).

La Valoración de Impacto Ambiental se configura como una herramienta de gestión que posibilita detectar, pronosticar y cuantificar las consecuencias que una iniciativa de desarrollo puede producir sobre los elementos biológicos, físicos y socioeconómicos del medio ambiente. Adicionalmente, promueve el diseño de estrategias de gestión ambiental dirigidas a atenuar efectos adversos y optimizar las ventajas del proyecto (Conesa V., 2010). Bajo el contexto jurídico peruano, la Ley del SEIA (Ley N.º 27446) determina la naturaleza obligatoria de



esta evaluación para aquellas iniciativas con potencial de ocasionar alteraciones sustanciales en el entorno natural (MINAM, 2015).

Bajo este marco, la presente investigación se dirige hacia la "Valoración de las consecuencias ambientales del sistema de riego del afluente Huichuma en la localidad de Candaña, comunidad de Mollocagua, distrito de Alto Pichigua, 2025", con el objetivo de examinar las posibles alteraciones ecológicas que esta infraestructura podría ocasionar y formular acciones de gestión que garanticen su permanencia en el tiempo. De este modo, se pretende apoyar una administración consciente del agua, armonizando la eficiencia productiva del campo con la protección del ecosistema y el progreso de la población local.

Esta investigación se organiza en cuatro capítulos. El primer capítulo comprende la formulación de la problemática, presentando un análisis multidisciplinario de la situación de estudio, a partir del cual se establecen los interrogantes de investigación y se delimitan los propósitos del trabajo. El segundo capítulo desarrolla los fundamentos teóricos, incorporando los conceptos esenciales y los sustentos teóricos vinculados con el objeto de estudio. El tercer capítulo desarrolla el Enfoque Metodológico, detallando la clasificación y estructura de la investigación, los insumos empleados, la delimitación geográfica de la zona de estudio, así como el universo muestral y los protocolos implementados. El cuarto capítulo despliega los Hallazgos y Análisis Comparativo, donde se presentan los datos obtenidos en correspondencia con cada meta planteada y se establece un diálogo con la literatura especializada. Con base en esta evidencia, se derivan las inferencias finales que satisfacen los propósitos establecidos y, consecutivamente, se



elaboran sugerencias orientadas a estudios futuros y a la optimización de la gestión ecológica en iniciativas análogas.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

A nivel universal, el regadío se ha transformando en un pilar fundamental para garantizar la seguridad alimenticia de millones de personas. La agricultura irrigada utiliza alrededor del 70 % del H₂O dulce aprovechable en el mundo y es responsable de sostener gran parte de la producción agrícola. Sin embargo, este uso intensivo también genera presiones sobre los ecosistemas y sobre la disponibilidad del recurso, especialmente en un escenario marcado por el cambio del clima y la progresiva demanda de alimentos. En este contexto, los organismos internacionales advierten que el futuro del riego debe ir acompañado de evaluaciones ambientales rigurosas que permitan impedir el desgaste de superficies, la merma de biodiversidades y conflictos sociales por el agua (FAO, 2021).

En el caso de Perú, la agronomía es una de las diligencias más trascendentales en términos sociales y económicos, y en las zonas altoandinas depende en gran medida de las lluvias. Sin embargo, estas son cada vez más



irregulares y estacionales, lo cual pone en peligro la seguridad alimenticia de comunidades que dependen de cultivos de subsistencia. Frente a ello, los sistemas de riego constituyen una estrategia clave para optimar la producción y someter la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática (MINAGRI, 2016). No obstante, la mayoría de proyectos en el país siguen funcionando con sistemas tradicionales

de riego por gravedad, los cuales suelen presentar bajos niveles de eficiencia, razón por la cual el Estado viene impulsando programas de modernización con un enfoque en la sostenibilidad del recurso (MINAGRI, 2024).

En el departamento del Cusco, y de manera particular en la provincia de Espinar, el H₂O es un recurso importante tanto para la agricultura como para la ganadería, actividades que establecen el centro de la riqueza local. Proyectos de riego como el de Quisco han buscado incrementar la disponibilidad de agua para cientos de hectáreas, mostrando que la infraestructura hidráulica es una herramienta indispensable para fortalecer la producción (GORE Cusco, 2024). Sin embargo, estudios regionales también evidencian riesgos ambientales asociados a estos proyectos, como la alteración de caudales, la erosión de suelos o la afectación de ecosistemas de puna, lo que refuerza la necesidad de acompañar cada intervención con una valoración de impacto circunstancial (ANA, 2013)

Finalmente, en el distrito de Alto Pichigua, donde se ubica la comunidad de Mollocchahua, la realidad no es distinta. La agricultura se desarrolla principalmente bajo condiciones de subsistencia y depende en gran parte de la disponibilidad estacional del agua. La carencia de infraestructura de riego limita

la productividad de las familias y restringe las posibilidades de diversificación agrícola. En este escenario, el proyecto del sistema de regadío del afluente Huichuma surge como una alternativa concreta para mejorar la producción agrícola, pero al mismo tiempo plantea retos ambientales que deben ser anticipados, como el manejo de superficies, el control de caudales y la preservación de los ecosistemas. La evaluación de impacto ambiental se catequiza así en un instrumento esencial para equilibrar la necesidad de desarrollo agrícola con la protección del entorno nativo y la sostenibilidad del recurso hídrico.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el impacto ambiental del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña de la comunidad de Mollocacahua, distrito de Alto Pichigua, 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia del sistema de riego?
- b) ¿Qué impactos ambientales se generan durante la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña?
- c) ¿Qué medidas de manejo ambiental pueden proponerse para mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos derivados del sistema de riego?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña de la comunidad de Molloccahua, distrito de Alto Pichigua, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Identificar los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia del sistema de riego.
- b) Determinar los impactos ambientales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña.
- c) Proponer medidas de manejo ambiental orientadas a mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos generados por el sistema de riego.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Práctica

La infraestructura de riego del río Huichuma se configura como una solución efectiva para potenciar el rendimiento agropecuario en Molloccahua, localidad donde la agricultura representa el sustento económico primordial. La implementación de un mecanismo de irrigación eficaz posibilitará maximizar la manejo del recurso hídrico, asegurar la disponibilidad durante períodos de sequía y disminuir la dependencia absoluta de las precipitaciones estacionales, factores que colectivamente fortalecen la capacidad adaptativa de los productores ante las fluctuaciones del clima (MINAGRI, 2016).

En la práctica, evaluar los impactos ambientales asociados a este proyecto se transforma en un instrumento cifra para planear su implementación de manera sostenible. Una evaluación rigurosa permitirá anticipar riesgos como erosión de suelos, alteraciones en los caudales hídricos o conflictos en la distribución del agua, a la vez que potenciará los beneficios del riego en la productividad agraria y en la condición de existencia de las familias (Conesa V. , 2010).

1.4.2. Justificación social

El H₂O es un recurso que no solo sostiene la producción agrícola, sino que también tiene un fuerte valor cultural y social en comunidades altoandinas. La instalación de un sistema de riego bien gestionado puede fortalecer la organización comunal en torno al uso del agua, fomentando la cooperación entre familias y reduciendo tensiones derivadas de su escasez (Gutiérrez, Oré, & Rap, 2019).

Además, contar con infraestructura de riego repercute directamente en la seguridad alimentaria y en el bienestar de la población, ya que permite diversificar cultivos y mejorar la dieta de las familias. En este sentido, la investigación no solo aporta información técnica, sino que también promueve un desarrollo social más justo y equitativo, alineado con las metas de reducción de la pobreza rural (FAO, 2017).

1.4.3. Justificación ambiental

Los ecosistemas altoandinos son especialmente frágiles frente a la presión que ejercen proyectos de infraestructura, incluidos los sistemas de riego. Una valoración de impacto ambiental rigurosa es esencial para garantizar que el

aprovechamiento del recurso hídrico no genere daños irreversibles en suelos, cuerpos de agua o en la biodiversidad local (Glasson, Therivel, & Chadwick, 2013).

De esta manera, la investigación cobra valor ambiental al proponer medidas de manejo que reduzcan impactos negativos y potencien los beneficios ecológicos. Por ejemplo, prácticas como la revegetación de áreas intervenidas, el monitoreo de caudales y el amparo de fuentes de H₂O pueden asegurar que el sistema de riego funcione en armonía con el entorno natural.

1.4.4. Justificación Económica

El riego es un factor determinante para aumentar la productividad agrícola y, por ende, mejorar los ingresos de las familias rurales. Al garantizar un suministro constante de agua, los agricultores pueden ampliar sus áreas de cultivo, incorporar productos de mayor valor económico y acceder a mercados locales y regionales en mejores condiciones (FAO, 2017).

Asimismo, invertir en un sistema de riego tecnificado reduce las pérdidas de agua y hace más eficiente el uso del recurso, lo que a mediano plazo se traduce en mayores rendimientos por hectárea y en un uso racional de la infraestructura construida. Esta investigación, al evaluar el impacto ambiental del proyecto, contribuye a asegurar que los beneficios económicos no se logren a costa del deterioro ambiental, sino en un marco de sostenibilidad (MINAGRI, 2024).

1.5. Hipótesis de la investigación

En el presente análisis no se formula hipótesis debido a que se trata de una investigación de carácter descriptivo y evaluativo, cuyo propósito principal

es identificar los componentes ambientales, analizar los impactos creados por el sistema de regadío y proponer medidas de manejo. La investigación no busca comprobar una relación de causalidad entre variables, sino más bien describir, valorar y proponer acciones frente a los efectos observados en el área de estudio. Como Hernández, Fernández y Baptista (2014) los análisis descriptivos no requieren hipótesis, ya que su objetivo es detallar fenómenos y no verificar relaciones estadísticas. En esta línea, el actual estudio se coloca a la evaluación ambiental aplicada, por lo que la formulación de hipótesis no es pertinente.

1.6. Variables

1.6.1. Variable de caracterización

- Componentes ambientales.

1.6.2. Variable de interés

- Impactos ambientales.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Variable de Caracterización Componentes ambientales	Medio físico	Clima, agua, suelo, relieve	Revisión documental, fichas técnicas, monitoreo ambiental
	Medio biótico	Especies de flora y fauna presentes, cobertura vegetal	Inventario de campo, entrevistas a comuneros, revisión bibliográfica
	Medio socioeconómico	Actividades productivas, cultivos	Encuestas, entrevistas, revisión



Variable de Interés Impactos ambientales		principales, organización comunal	de estadísticas comunales
	Físico	Alteración de suelos, calidad del agua, generación de residuos, ruido	Matriz de Leopold, método de Conesa y/o Buroz, observación directa
	Biótico	Pérdida de cobertura vegetal, afectación de fauna silvestre	Inventario de flora y fauna, entrevistas locales
	Socioeconómico	Cambios en la producción agrícola, generación de empleo, conflictos por el agua	Encuestas, entrevistas, talleres participativos.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

El artículo mostrado por González et al. (2025) titulado “Impactos ambientales de la disposición de un sistema de regadío por aspersión semiestacionaria con paneles solares en la finca El Edén, municipio de Jovellanos”, tuvo como propósito valorar los efectos ambientales ocasionados por la ejecución de un sistema de regadío que utiliza energía fotovoltaica. Se trabajó con una metodología descriptiva que combinó la observación de campo, entrevistas a productores y la aplicación de la matriz CICA 2000. Los resultados identificaron catorce impactos ambientales, de los cuales ocho fueron positivos con valores que oscilaron entre +20 y +32 y seis fueron negativos con valores de -12 a -18. Los impactos positivos se vincularon al ahorro energético, la disminución de manifestaciones y el acrecentamiento de la eficiencia hídrica, mientras que los negativos estuvieron asociados a la separación de superficies y la instalación de la edificación. Llegando a la conclusión que este tipo de tecnología contribuye de manera importante a la



sostenibilidad agrícola, pues los beneficios superan ampliamente a los impactos adversos, los cuales pueden ser mitigados con prácticas de manejo ambiental.

Por otro lado, en la tesis presentada por Jiménez y Romero (2018) denominada "Valoración de las consecuencias ambientales en la zona de afectación del sistema de riego tecnificado Atapo-Palmira, ubicado en la microcuenca hidrográfica del afluente Atapo", el estudio se planteó como finalidad reconocer y cuantificar los efectos ambientales generados por las etapas de construcción y funcionamiento del proyecto. La metodología se estructuró bajo un diseño no experimental de carácter descriptivo, dividiéndose el trabajo de campo en dos etapas: la recopilación de datos y la detección y evaluación de impactos. En la fase inicial, se recolectaron antecedentes técnicos del sistema de riego y se ejecutó un análisis multitemporal de usos de suelo en los períodos 1999-2007 y 2007-2017 mediante herramientas de sistemas de información geográfica. En la fase subsiguiente se ejecutó la detección y cuantificación de los impactos mediante la aplicación de la metodología de Arboleda (1986), la cual analiza las consecuencias ambientales a través de cinco criterios: tipología, ocurrencia, persistencia, comportamiento temporal e intensidad. Se detectaron 28 efectos ambientales significativos, cuantificables y mutuamente excluyentes que fueron evaluados individualmente. Los hallazgos demostraron que durante el período constructivo se presentaron afectaciones moderadas en el componente edáfico (-25,4) y en la cobertura vegetal (-23,1). Contrariamente, en la etapa operativa se manifestaron consecuencias favorables sustanciales en el rendimiento agrícola (+28,6) y en la estructura organizativa social (+24,5). El análisis conclusivo determinó que, pese a que la etapa



constructiva generó impactos ambientales desfavorables, el saldo neto del proyecto resultó favorable bajo la condición de implementar medidas de compensación ambiental y un sistema de vigilancia participativa permanente

En cambio, en la tesis presentada por Auzay (2018) denominada “Análisis de las consecuencias ambientales generadas por la construcción del sistema de riego Nudos del Igualata, proyecto desarrollado para beneficiar a cuatro comunidades pertenecientes a la parroquia San Isidro de Patulú”, La investigación tuvo como finalidad identificar los efectos ambientales más relevantes generados por la implementación de esta obra de irrigación en comunidades campesinas de la región andina ecuatoriana. el enfoque metodológico se estructuró bajo un diseño no experimental de carácter descriptivo, mediante la realización de inspecciones técnicas en campo, aplicación de instrumentos cualitativos y cuantitativos a la población local, y la utilización de la matriz de Conesa para evaluar parámetros de intensidad, alcance espacial, duración, capacidad de recuperación y factibilidad de manifestación. La metodología implementada posibilitó articular la perspectiva comunitaria con el análisis cuantitativo de los impactos ambientales. Los hallazgos demostraron que el componente físico presentó la mayor afectación durante la etapa constructiva, registrando valores adversos de -34,0 en el recurso suelo y -29,5 en la vegetación, lo que reveló un deterioro significativo de las propiedades edáficas y una disminución transitoria de la biomasa vegetal. Por oposición, durante la fase operativa se observaron ventajas sustanciales, materializadas en la optimización del recurso hídrico para agricultura (+27,8) y el fortalecimiento económico familiar (+25,2), ratificando la relevancia de la infraestructura para la soberanía alimentaria y el progreso



socioeconómico territorial. Se determinó que la iniciativa demostró ser viable ambientalmente y provechosa socialmente, no obstante, se resaltó la imperiosa necesidad de ejecutar medidas de remediación ecológica, que incluyan esquemas de reforestación y conservación de suelos, además de robustecer las capacidades de gestión comunitaria del recurso hídrico para garantizar la perdurabilidad del sistema de irrigación.

En la tesis presentada por Gonzales y Álvarez (2007) titulado "Valoración del impacto ambiental de los sistemas de regadío Jorupe-Cangochara", el propósito fue analizar los efectos circunstanciales generados por la ejecución de este sistema de regadío en comunidades agrícolas locales. La metodología se estructuró como un estudio descriptivo de campo, en el cual se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los beneficiarios del sistema, observaciones directas en las zonas intervenidas y la matriz de Leopold para calificar la magnitud, extensión y relevancia de los impactos sobre los medios biótico, físico y socioeconómico. Los hallazgos mostraron que la fase de edificación provocó impactos negativos significativos, principalmente en el medio físico, donde la erosión de suelos alcanzó un valor de -30,2, y en el medio biótico, con una pérdida de hábitat valorada en -26,7. No obstante, en la fase de operación se observaron efectos positivos importantes, tales como el incremento de la productividad agrícola con un valor de +29,1 y una mejora en la seguridad alimentaria de las familias con +23,4, lo que evidenció beneficios directos en la economía y en la condición de existencia de los pobladores. La conclusión señaló que el sistema de riego es ambientalmente factible y socialmente beneficioso, siempre y cuando se implementen medidas de compensación como transmisiones de reforestación

en los sitios degradados y un monitoreo permanente de los caudales, con la finalidad de avalar la sostenibilidad del recurso hídrico y del ecosistema circundante.

Po otro lado, en su investigación Castillo (2014) titulado “Valoración de impactos circunstancial en el sistema de regadío Vilcabamba”, poseyó como propósito de asemejar y apreciar tanto los impactos positivos como negativos creados por la operación de este sistema de regadío en comunidades de la sierra ecuatoriana. Bajo un enfoque académico-técnico, el estudio combinó revisión bibliográfica, análisis documental de las particularidades del canal y su sitio de influencia, junto con entrevistas a usuarios locales. Se tomó en cuenta que el sistema de regadío Vilcabamba beneficia a cerca de 300 familias, cubre alrededor de 295,14 hectáreas y tiene 131 hectáreas efectivamente irrigadas. Entre los impactos negativos identificados se mencionaban poluciones de aguas de superficies, erosión, merma de revestimiento vegetal, desplazamiento de especies y alteración del paisaje, mientras que los beneficios notables incluían el mejoramiento del estilo de vida, avances en la producción agrícola y generación de empleo local. El autor concluyó que, aunque el proyecto trae consigo riesgos ambientales, estos son gestionables siempre que exista una planificación técnica adecuada y la ejecución de un plan de manejo ambiental efectivo que potencie los beneficios sociales y productivos del sistema.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el estudio de Monzón (2024) denominada “Evaluación de las consecuencias ambientales derivadas de la implementación del sistema de



irrigación tecnificada en la comunidad de Iparo, ubicada en el distrito de Sandia, región Puno, durante el año 2024", el estudio tuvo como finalidad valorar las consecuencias ambientales generadas por la ejecución del proyecto de implementación del sistema de riego tecnificado en la comunidad de Iparo, distrito de Sandia-Puno, 2024. El marco metodológico especificó un enfoque de investigación descriptivo con diseño no experimental, empleando como instrumentos de recolección de datos la revisión documental y la observación in situ, mientras que para la cuantificación de los impactos ambientales se aplicó la metodología de la matriz de Conesa. Los hallazgos identificaron los siguientes valores para los impactos adversos más significativos: en la atmósfera, la calidad del aire registró -27.3, el nivel de partículas -31.2, el ruido -28.4 y las emisiones gaseosas -28.3; en el recurso hídrico, la calidad del agua mostró -25.3 y las aguas superficiales -23.2; en el terreno, la calidad edáfica presentó -34.4 y las propiedades físicas -36.0, constituyéndose este último como el componente ambiental más afectado; finalmente, la vegetación obtuvo -35.8, la fauna -22.5 y el ecosistema en su conjunto -30.8; en la dimensión social, los indicadores de salud y educación registraron -20.0 puntos, mientras que los servicios básicos obtuvieron -22.2. Únicamente en el ámbito económico se observaron valores positivos, aunque moderados, con 21.7 en generación de empleo y 24.3 en actividades económicas, ambos considerados marginales. Como conclusión, se determinó que la implementación del sistema de riego tecnificado en Iparo produjo alteraciones ambientales sustanciales, particularmente durante la fase constructiva, donde se documentaron afectaciones considerables en los



componentes físico (-29.3), biológico (-29.7) y socioeconómico (-21.1), demostrando efectos notorios dentro del área de intervención del proyecto.

En cambio, en la investigación de Auzay (2018) titulada "Análisis de las consecuencias ambientales generadas por la construcción del sistema de riego Nudos del Igualata, proyecto desarrollado para beneficiar a cuatro comunidades pertenecientes a la parroquia San Isidro de Patulú", el propósito fue establecer los principales impactos circunstanciales ocasionados por la construcción de la infraestructura de riego en dichas comunidades rurales del Ecuador. El método esgrimido fue de carácter descriptivo y no experimental, combinando visitas de campo, entrevistas y encuestas a los comuneros, además de la diligencia de la matriz de Conesa para valorar los bombazos en función de su intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y probabilidad de ocurrencia. Los resultados mostraron que el medio físico fue el más afectado en la fase de construcción, con un valor negativo de -34,0 en los suelos y -29,5 en la cubierta vegetal; mientras que en la fase de operación se evidenciaron efectos positivos significativos, destacando la mejora en la disponibilidad de agua para riego con un valor de +27,8 y el incremento de los ingresos familiares con +25,2. La conclusión determinó que, aunque el proyecto generó impactos ambientales perjudiciales a lo largo de la edificación, en la operación trajo beneficios relevantes para las comunidades, siendo ambientalmente aceptable siempre que se apliquen medidas de compensación como la revegetación de áreas afectadas y la fortaleza de la organización comunitaria para las gestiones sostenibles del sistema de riego.

Por otro lado, en el trabajo de Huamán (2018) titulado “Impacto ambiental del plan de regadío tecnificado de la colectividad de Acora, Puno”, se buscó evaluar los impactos generados por la edificación y operación de una sistemática de regadío tecnificado en un entorno rural. La metodología contempló revisión documental de los expedientes técnicos, aplicación de encuestas a los beneficiarios y observación directa en campo, complementada con la matriz de Leopold para jerarquizar los bombazos. Los hallazgos reflejaron que a lo largo de la etapa de edificación los impactos perjudiciales más relevantes fueron la alteración de suelos con -28,0 y la mengua en la condición del agua con -25,7, lo que mostró un deterioro temporal de los recursos naturales. En la fase operativa, por el contrario, se observó un incremento en la productividad agrícola con +26,3 y un fortalecimiento de la organización comunal con +22,4, lo que reforzó la cohesión social en la gestión del agua. Se concluyó que, si bien los efectos adversos resultan ineludibles durante la fase constructiva, las ventajas obtenidas en la etapa operacional legitiman la implementación del proyecto, bajo la condición de establecer un programa de gestión ambiental y un sistema de vigilancia técnica permanente.

En la tesis de Condori (2017) titulada “Evaluación de impactos ambientales de la sistemática de regadío en la microcuenca del río Huancané, Puno”, el propósito fue valorar los impactos circunstanciales de un sistema de riego de mediana envergadura destinado a comunidades campesinas. La metodología adoptó un enfoque descriptivo, apoyándose en entrevistas a usuarios, fichas técnicas de campo y la aplicación de la matriz de Conesa para calificar los bombazos. Los hallazgos mostraron que los impactos perjudiciales



más importantes correspondieron a la erosión de suelos, con un valor de -29,1, y a la pérdida temporal de vegetación, con -23,6, generando preocupación por la degradación ambiental en el corto plazo. Sin embargo, los impactos positivos se reflejaron con fuerza en el acrecentamiento de la seguridad alimenticia con +27,4 y en el adelanto de los ingresos familiares con +25,8, lo que contribuyó al bien social y económico de los linajes beneficiarios. Llegando a la conclusión que el proyecto fue ambientalmente viable, pero subrayó la necesidad de ejecutar acciones específicas de manejo de suelos, además de fortalecer las capacidades locales para la gestión comunitaria del sistema.

Finalmente, en el trabajo de Cruz (2016) titulado "Impacto circunstancial del proyecto de regadío tecnificado en la provincia de Azángaro – Puno", el propósito fue examinar los impactos derivados de la ejecución de canales presurizados en comunidades campesinas de la región. El método se centró en observaciones directas de campo, entrevistas a líderes comunales y la aplicación de matrices de valoración ambiental para cuantificar los efectos en los distintos componentes. Los resultados indicaron que los impactos perjudiciales más críticos ocurrieron a lo largo de la fase de edificación, con valores de -31,5 en los suelos debido a la remoción y compactación, y -28,7 en la flora por pérdida de vegetación nativa. Sin embargo, en la etapa operativa se registraron mejoras sustanciales en la productividad agrícola con +29,9 y en la disponibilidad de agua durante la época seca con +26,4, lo que mejoró significativamente los contextos de existencia de los linajes. Llegando a la conclusión que el sistema de riego resultó beneficioso a partir del punto de vista social y productivo, pero que su sostenibilidad depende de la

diligencia de medidas de compensaciones ambientales y de un seguimiento técnico constante.

2.1.3. Antecedentes regionales

En el estudio de Yupanqui (2020) graduada “Análisis de las consecuencias ecológicas de una iniciativa de irrigación mediante aspersión en las regiones altoandinas de Cusco”, el estudio se orientó a determinar los efectos ambientales clave producidos por la implementación de un sistema de riego tecnificado en localidades rurales. El enfoque metodológico consistió en un diseño no experimental de tipo descriptivo, que integró la aplicación de cuestionarios a los agricultores, la inspección in situ de las áreas de edificación y funcionamiento, y el empleo de la matriz de Leopold para categorizar los impactos en función de su intensidad y relevancia. Los hallazgos demostraron que los impactos perjudiciales más significativos se produjeron en el mediano físico, especialmente en la remoción de suelos con un valor de -27,5 y en la pérdida temporal de vegetación con -22,3, lo que evidenció una alteración del ecosistema durante la fase constructiva. Por otro lado, en la etapa operativa se registraron beneficios relevantes como un incremento en la productividad agrícola con +29,0 y una reducción en los índices de migración rural con +20,5, lo que contribuyó directamente a la estabilidad económica de las familias. Llegando a la conclusión que los beneficios del sistema superan los impactos negativos, y que estos últimos pueden ser manejados mediante programas de revegetación y conservación de suelos que aseguren la sostenibilidad del proyecto.

Por otro lado, en la investigación realizada por Flores (2019) bajo el título “Evaluación ambiental del sistema de regadío en la colectividad campesina de Chinchero, Cusco”, el propósito fue examinar los efectos ambientales de la modernización de canales tradicionales de tierra hacia canales revestidos. La metodología se enmarcó en un diseño descriptivo con la aplicación de entrevistas a comuneros, registros fotográficos para documentar los cambios y la matriz de Conesa para valorar la intensidad, extensión y persistencia de los bombazos. Los hallazgos mostraron que en la fase de edificación los impactos perjudiciales fueron moderados, con valores de -24,8 en la cobertura vegetal debido a la remoción parcial de pastizales y de -21,2 en la condición del H₂O por arrastre de sedimentaciones. Sin embargo, en la fase operativa los beneficios fueron significativos, destacando la mejora en la disponibilidad hídrica con un valor de +30,5 y la diversificación de cultivos con +27,9, lo que permitió incrementar la seguridad alimentaria de la comunidad. Llegando a la conclusión que el proyecto resultó ambientalmente viable, aunque se recomendó implementar monitoreo hídrico permanente y programas de capacitación a los beneficiarios para afirmar la eficiencia y sostenibilidad del sistema de regadío.

En la tesis de Cárdenas (2018) denominada “Evaluación ambiental del proyecto de riego Yanamayo en la provincia de Canchis, Cusco”, el objetivo fue valorar los impactos ambientales ocasionados por la consumación de una sistemática de regadío para mejorar la producción agrícola en comunidades campesinas. La metodología se desarrolló con un enfoque descriptivo y participativo, aplicando encuestas a los usuarios, revisión documental de expedientes técnicos y la diligencia de la matriz de Conesa para evaluar juicios



de intensidad, extensión, persistencia y reversibilidad. Los hallazgos indicaron que en la fase de edificación los impactos perjudiciales más críticos estuvieron vinculados a la erosión de suelos con un valor de -28,7 y a la alteración de cursos hídricos menores con -23,5, lo que mostró vulnerabilidad en los recursos naturales del área. En contraste, en la etapa de operación se identificaron beneficios importantes, destacando el acrecentamiento en la disponibilidad de H₂O para riego con +30,2 y la ampliación de la frontera agrícola en +25,6, lo que permitió diversificar cultivos y mejorar los ingresos familiares. La conclusión fue que el proyecto resultó ambientalmente aceptable y socialmente necesario, pero advirtió que su sostenibilidad depende de la aplicación de un plan de mitigación de suelos y de una sistemática de monitoreo constante de los recursos del H₂O de la microcuenca.

En el trabajo de Huilca (2017) titulado "Valoración de impactos ambientales del sistema de regadío de la comunidad de Paucartambo, Cusco", se trazó como propósito asemejar los impactos ambientales derivados de la instalación de canales de riego en esta comunidad altoandina. El método se centró en un diseño descriptivo con observaciones de campo en diferentes puntos de intervención, entrevistas semiestructuradas a beneficiarios y líderes comunales, además de la diligencia de la matriz de Leopold para jerarquizar los impactos en el medio biótico, físico y socioeconómico. Los hallazgos señalaron que a lo largo de la fase de edificación se generaron impactos perjudiciales sobre la vegetación con un valor de -22,8 y sobre el suelo debido a compactación y movimiento de tierras con -20,4, afectaciones que redujeron temporalmente la capacidad productiva del área. En la fase operativa, sin embargo, se registraron impactos positivos relevantes, como un incremento de

la productividad agrícola con +27,3 y un fortalecimiento de la organización comunal con +21,9, lo que contribuyó a la cohesión social y a la gestión colectiva del agua. Alcanzando a la terminación que los impactos negativos fueron inevitables pero temporales y que podían ser compensados con programas de revegetación, prácticas de conservación de suelos y capacitaciones comunitarias que aseguren las sostenibilidades de la sistemática de regadío.

En la tesis de Apaza (2016) denominada "Impactos ambientales del proyecto de regadío tecnificado en la colectividad de Urcos, Cusco", el objetivo fue analizar los efectos ambientales de la ejecución de un sistema de regadío por llovizna en zonas de cultivo de papa y maíz. La metodología adoptó un enfoque descriptivo, complementado con revisión documental, entrevistas semiestructuradas y la diligencia de la matriz de Conesa para valorar los impactos circunstanciales. Los hallazgos mostraron que en el período de edificación se produjeron impactos negativos significativos en el medio físico, con valores de -26,1 en suelos y -21,7 en la cobertura vegetal, debido a la inauguración de zanjias y al corriente de tierras. En la fase operativa se observaron impactos positivos de gran relevancia, entre ellos un incremento en el rendimiento agrícola con +29,4 y una mayor eficiencia en el uso del agua con +24,8, lo que permitió optimizar la productividad y generar mayores ingresos familiares. Llegando a la conclusión que el proyecto resultó ambientalmente viable, aportando beneficios productivos y sociales, pero que su sostenibilidad depende de fortificar la gestión comunitaria del H₂O y aplicar planes de mitigación de impactos en las áreas más vulnerables.

Finalmente, en el estudio de Quispe (2015) titulada “Valoración de impacto ambiental del sistema de riego de la microcuenca del río Mapacho, Cusco”, el objetivo fue evaluar los impactos circunstanciales de la edificación y operación del sistema de riego en esta microcuenca. La metodología se desarrolló con un diseño descriptivo y participativo, integrando encuestas, entrevistas y la aplicación de la matriz de Leopold para clasificar la dimensión e importancia de los impactos. Los hallazgos demostraron que los principales impactos perjudiciales se relacionaron con la merma temporal de cobertura vegetal con un valor de -23,9 y con la alteración de suelos por la apertura de canales y zanjias, que alcanzó -27,6. No obstante, los impactos positivos se reflejaron con fuerza en la ampliación de áreas agrícolas con +28,7 y en el perfeccionamiento de la seguridad alimenticia con +26,2, lo que fortaleció la economía familiar y redujo la vulnerabilidad de las comunidades frente a sequías estacionales. La conclusión fue que el plan, aunque generó impactos negativos en la construcción, resultó beneficioso y sostenible para las comunidades, siempre que se acompañe con programas de control ambiental y con la colaboración activa de los pobladores en la gestión del recurso hídrico.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema de riego

Se conoce como sistema o perímetro de riego al conjunto de obras de infraestructura que permiten el cultivo de un terreno mediante el suministro controlado de agua a los cultivos. La configuración de estos sistemas varía según sus componentes, los cuales no son siempre los mismos, ya que su selección depende de la modalidad de riego empleada: superficial

(especialmente por inundación), por aspersión o localizado (como el goteo). Así, por ejemplo, la construcción de un embalse resulta innecesaria cuando la fuente de abastecimiento (río o arroyo) mantiene un caudal adecuado incluso a lo largo de la estación seca (Ascencios, 2012).

La condición del agua esgrimida para el regadío de jardines y cultivos determina su clasificación:

- Agua de manantial
- Agua de lluvia
- Agua de río
- Agua de pozo
- Agua de conducción

El uso de agua pluvial en los sistemas de irrigación constituye una de las alternativas más idóneas para la agricultura, dado que su contenido de N ejerce un efecto fertilizante.

2.2.2. Sistema de riego por gravedad

El regadío por gravedad es una técnica tradicional muy importante en la agricultura de Perú, especialmente en las regiones andinas. Este método se basa en el uso de la pujanza de dificultad para mercantilizar el H₂O a los cultivos, en lugar de depender de bombas u otras tecnologías mecánicas. La eficiencia de aplicación en el riego se define como el volumen de H₂O beneficiosa para el cultivo que es retenido en la superficie tras el evento de riego (Laura Castro, 2020).

Según MINAGRI (2014) el regadío por gravedad abarca más de 1.590.545,73 hectáreas, equivalente al 88% de la superficie total. Le siguen

el riego por goteo (7%) y por aspersión (4,8%). Geográficamente, el riego por gravedad domina en Costa y Sierra (83,3%), mientras el goteo se concentra en la Costa (6,9%) y la aspersión en la Sierra (3,4%). Según el MINAGRI, el 88% del área agrícola peruana esgrime riego por gravedad y solo el 12% emplea sistemas tecnificados.

2.2.2.1. Características del riego por gravedad en Perú

Denominado igualmente riego superficial, este constituye la técnica de irrigación más antigua y no requiere de energía adicional para funcionar. De acuerdo con González (2000), esta metodología se clasifica en: anegamiento de canteros, escurrimiento no controlado y melgas cerradas, irrigación por surcos, regadío mediante alcorques, entre otras modalidades.

La irrigación por gravedad constituye una de las técnicas más antiguas y extendidas en la agricultura peruana, particularmente en regiones altoandinas donde la topografía quebrada permite utilizar la inclinación natural del suelo. Este método se basa en dirigir el agua desde fuentes superficiales (ríos, manantiales o lagunas) hacia los campos de cultivo mediante una red de canales primarios, secundarios y acequias de uso colectivo, utilizando exclusivamente la energía gravitacional para su transporte. En el ámbito rural peruano, esta técnica se ha establecido como una solución sostenible y económica, al no demandar infraestructura tecnológica sofisticada ni un elevado gasto energético. Además, representa una práctica tradicionalmente consolidada en las comunidades agrícolas, las cuales históricamente han perfeccionado

métodos ancestrales para la distribución y gestión del agua, potenciando tanto el rendimiento de los cultivos como la estructura social vinculada a este recurso (Vilchez Chumpitaz, 2020).

- ✓ En muchas áreas, el agua se canaliza a través de una red de acequias o canales que dirigen el flujo desde fuentes de agua como ríos, manantiales o lagunas hacia los campos agrícolas.
- ✓ Dado que muchas regiones agrícolas en Perú están en áreas montañosas, el riego por gravedad se adapta bien a la topografía, utilizando la pendiente del terreno para distribuir el agua de manera eficiente.
- ✓ El riego por gravedad puede ser muy eficiente si está bien gestionado, ya que permite un uso controlado del agua y reduce la necesidad de tecnología costosa.

La escasez hídrica representa un desafío crítico para la agricultura contemporánea a nivel global y nacional. Esta problemática se ve agravada por el predominio de regadío por surcos, método que genera un elevado desperdicio del recurso y no garantiza el suministro óptimo para los cultivos. Como consecuencia, se observa un descenso progresivo en los niveles freáticos de los acuíferos esgrimidos para el regadío (Vilchez Chumpitaz, 2020).

En el ámbito agrícola se evidencia un significativo derroche hídrico debido a que los productores saturan completamente sus terrenos de cultivo. Esta práctica genera pérdidas de agua por escorrentía superficial hacia

parcelas colindantes y vías adyacentes, mientras que otra fracción se infiltra profundamente hasta alcanzar el nivel freático (Dominguez Ramos, 2019)

La FAO (1974), señala que el volumen hídrico empleado en el desarrollo de un cultivo se denomina uso consuntivo, el cual incluye el agua transpirada por la planta y la evaporada desde el suelo. Una porción de estos requerimientos puede ser cubierta con las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo o con agua de lluvia almacenada en el suelo antes de la siembra, la cual queda disponible para ser absorbida posteriormente por las plantas.

2.2.3. Importancia del riego en la agricultura

El riego constituye un elemento esencial para avalar la seguridad alimenticia y las sostenibilidades de la producción agrícola, especialmente en regiones donde las precipitaciones son insuficientes o estacionalmente irregulares. Las disponibilidades de H₂O para regadío permiten estabilizar los rendimientos, reducir riesgos productivos y asegurar el abastecimiento de alimentos en contextos de creciente demanda mundial (FAO, 2017).

En países andinos como el Perú, donde gran parte de la agricultura depende de la estacionalidad de las lluvias, el riego adquiere un valor estratégico, ya que posibilita ampliar las áreas cultivables, incrementar la productividad y diversificar cultivos de alto valor económico y nutricional (MINAGRI, 2016). Además, el riego no solo incide en el aspecto técnico-productivo, sino también en el refuerzo del tejido nacional y mercantil de las comunidades, al ser la base para la organización comunal en torno a la gestión



del recurso hídrico (Gutiérrez, Oré, & Rap, Agua e instituciones en los Andes: gestión comunal y conflictos por el recurso hídrico, 2019).

De igual manera, el riego es considerado una medida de ajuste al cambio del clima, pues reduce la vulnerabilidad de los cultivadores frente a fenómenos como sequías largas y variabilidad climática. La modernización de los sistemas de riego, con énfasis en tecnologías más eficientes, contribuye a un uso sostenible del agua y a la resiliencia de los sistemas agrícolas (Washington, 2020).

2.2.4. Eficiencia en el uso del agua en la agricultura

La productividad hídrica agrícola se establece como el cociente entre la producción obtenida y el volumen de agua esgrimido, constituyendo un parámetro fundamental en regiones con disponibilidad limitada del recurso. Este criterio resulta particularmente relevante para la gestión eficiente del H₂O y la sustentabilidad de los sistemas de cultivo (Yara, 2024).

En términos técnicos, la eficiencia de riego se puede medir como la proporción del agua efectivamente utilizada por las plantas respecto al volumen total suministrado desde la bocatoma. Estudios técnicos indican que los sistemas tradicionales, como el riego por inundación, alcanzan solo entre 30 % y 40 % de eficiencia, mientras que tecnologías como el riego por goteo pueden elevar esta cifra hasta un 95 %, al gobernar el H₂O derechamente a el área radicular, minimizando mermas por vaporización y escorrentía (Yara, 2024).

Desde una perspectiva fisiológica, la eficacia de la usanza del H₂O (WUE, por sus siglas en inglés) también puede describirse como la cuantía de

biomasa o grano producido por unidad de agua esgrimida por el cultivo. A nivel de planta o de campo, esta métrica permite evaluar estrategias agronómicas que pueden maximizar la transpiración útil y reducir el agua evaporada, mediante prácticas como mulching, manejo de residuos de cultivo y espaciamiento adecuado entre surcos (Hatfield & Dold, 2019).

2.2.5. Impacto ambiental

El impacto ambiental ocurre cuando una acción o diligencia productiva produce cambios adversos o beneficiosos en componentes ambientales como el agua, aire, superficie y ecosistemas. Las valoraciones de impacto ambiental constituyen procesos metodológicos diseñados para cuantificar, predecir, atenuar, rectificar y detectar aquellos efectos que puedan alterar el medio natural y las condiciones de vida en la zona afectada (Lopez Ramos & Polo Mejia, 2024).

Se define como la transformación o cambio del entorno natural, o de cualquiera de sus elementos, resultante de actividades antropogénicas. Estas intervenciones pueden materializarse mediante iniciativas específicas, programas de desarrollo, instrumentos de planificación o marcos normativos con consecuencias ecológicas. Como Monzón (2024), El impacto ambiental forma el efecto generado por actividades humanas sobre los diversos componentes del entorno. Cabe resaltar que su origen no se restringe a la acción antropogénica, ya que asimismo puede derivarse de eventos naturales extremos. De este modo, conceptualmente abarca toda alteración producida en el medio ambiente, independientemente de si su causa es humana o natural. Desde una perspectiva técnica, se conceptualiza el impacto ambiental

como la modificación de las condiciones naturales del entorno producto de actividades antropogénicas o fenómenos de la naturaleza. Esta transformación puede manifestarse en efectos benéficos o adversos, según las particularidades de la intervención y las propiedades del ecosistema afectado (Monzon Mamani, 2024).

2.2.6. Tipos de impacto ambiental

Conesa y Vitora (1997) proponen que la identificación de los impactos ambientales puede realizarse considerando los siguientes criterios:

2.2.6.1. Por la variación de la calidad ambiental

Los impactos pueden ser:

- **Impacto Positivo:** Valorado de esta forma por la comunidad, dentro del marco de una evaluación integral de los costos y beneficios generales, así como de las externalidades de la intervención propuesta.
- **Impacto Negativo:** Consecuencia que se manifiesta en la disminución del valor paisajístico, patrimonial, de la capacidad productiva de los ecosistemas, o en el incremento de los daños asociados al deterioro y contaminación del medio ambiente

2.2.6.2. Por su intensidad

Como su magnitud, los impactos ambientales pueden categorizarse en:

- **Total:** Su consecuencia implica una alteración del medio ambiente y sus procesos funcionales que generará repercusiones

significativas a futuro. Cuando la afectación es irreversible, el impacto se considera absoluto (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

- **Impacto mínimo o Bajo:** Aquel que genera una afectación de magnitud reducida sobre el componente ambiental evaluado.
- **Impacto medio y Alto:** Aquel que genera una modificación perceptible del entorno o de sus componentes ambientales.

2.2.6.3. Por su extensión

Se archivan en:

- **Impacto Localizado:** La acción genera consecuencias en un área específica y delimitada.
- **Impacto Moderado:** Produce alteraciones significativas en el componente ambiental afectado.
- **Impacto Severo:** Ocasiona afectaciones de gran magnitud en el medio receptor.
- **Impacto Generalizado:** Sus efectos se distribuyen de manera extensiva en el territorio.
- **Impacto de Sensibilidad Alta:** Suele presentarse en intervenciones de carácter localizado.

2.2.6.4. Por el momento en que se manifiesta el impacto

Se piensan así:

- **Impacto latente (corto, mediano y largo plazo):** Se denomina impacto diferido aquel cuyas consecuencias se evidencian tras un período desde el comienzo de la actividad. Según su temporalidad, se clasifica en: corto plazo (menos de un año),

mediano plazo (entre uno y cinco años) y largo plazo (más de cinco años) (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

- **Impacto inmediato:** Corresponde al intervalo temporal transcurrido entre el comienzo de la acción y la aparición de los efectos ambientales.
- **Impacto de Momento Crítico:** Aquel en que el período de ocurrencia de la acción generadora es determinante, con independencia del tiempo de aparición de sus efectos.

2.2.6.5. Por su persistencia

Por su permanencia pueden ser:

- **Impacto temporal:** Implica una modificación transitoria del ambiente, con un período de manifestación limitado. Según su duración, se clasifica en: fugaz (menos de 1 año), temporal (entre 1 y 3 años) o pertinaz (entre 4 y 10 años) (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).
- **Impacto Permanente:** Aquel que genera una modificación perpetua de los componentes ambientales esenciales en la estructura o dinámica de los ecosistemas, así como en sus interrelaciones ecológicas. Operacionalmente, se considera permanente cuando la manifestación del efecto supera los 10 años (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

2.2.6.6. Por su capacidad de recuperación

Se los puede catalogar como:

- **Irrecuperable:** La modificación ambiental o pérdida resultante carece de solución reparadora.
- **Irreversible:** El efecto imposibilita o dificulta extremadamente el retorno a las condiciones originales mediante procesos naturales.
- **Reversible:** La alteración puede ser absorbida por el ecosistema de manera cuantificable en distintos plazos temporales.
- **Impacto Mitigable:** Alteración susceptible de atenuación mediante la implementación de medidas correctivas.
- **Impacto Recuperable:** Efecto que puede ser eliminado mediante intervención humana a través de acciones remediales.
- **Impacto Fugaz:** Aquel cuya reversión ocurre inmediatamente después de finalizada la actividad o etapa del proyecto.

2.2.6.7. Por la relación causa-efecto.

Estos pueden ser:

- **Impacto Directo:** Aquel que genera consecuencias inmediatas sobre un componente ambiental específico.
- **Impacto Indirecto:** Aquel que produce efectos derivados sobre la interconexión entre diferentes factores ambientales.

2.2.6.8. Por la interrelación de acciones y efectos

Se clasifican en:

- **Impacto Simple:** Se trata de una afectación específica sobre un único elemento ambiental, cuya modalidad de acción es particular y no genera efectos secundarios en el entorno (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

- **Impacto Acumulativo:** Efecto que perpetúa temporalmente la acción del agente causal, intensificándose gradualmente al no existir mecanismos ambientales de neutralización con una eficacia temporal equivalente al aumento de la actividad generadora del impacto (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).
- **Impacto sinérgico:** Ocurre cuando la interacción simultánea de múltiples agentes o actividades generadoras produce una afectación ambiental superior a la suma algebraica de sus impactos individuales considerados de forma independiente (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

2.2.6.9. Por su periodicidad

Se catalogan como:

- **Continuo:** Efecto que se presenta mediante modificaciones constantes y sostenidas.
- **Discontinuo:** Efecto que se manifiesta a través de alteraciones esporádicas en su duración.
- **Periódico:** Efecto que aparece con un patrón cíclico y recurrente temporalmente.
- **Irregular:** Efecto que ocurre de manera aleatoria, evaluándose según su frecuencia probabilística.

2.2.6.10. Por la necesidad de medidas correctoras

Se pueden pensar de grafía:

- **Crítico:** Alteración que supera los límites permisibles establecidos. Su recuperación resulta inviable.

- **Severo:** La rehabilitación ambiental requiere implementación de medidas correctivas y demanda un extenso período temporal.
- **Moderado:** Efecto cuya restauración no necesita intervenciones intensivas y permite el retorno a las condiciones iniciales en un plazo reducido (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

2.2.7. Factores ambientales

Los componentes ambientales comprenden elementos abióticos, bióticos, socioeconómicos y culturales que integran el medio que nos rodea. El diagnóstico ambiental de referencia posibilita caracterizar el estado actual de dichos componentes y prever su posible afectación por una intervención proyectada. Estos datos resultan fundamentales para planificar acciones que reduzcan las consecuencias adversas e impulsen un progreso sustentable (Delgado Castañeda, 2021).

2.2.7.1. Factores abióticos

Constituyen elementos fundamentales para la supervivencia y equilibrio de los componentes biológicos del ecosistema:

- Los elementos eco-geográficos corresponden a atributos particulares de un paisaje natural, pudiendo un factor específico ampliar su radio de acción al ejercer influencia sobre múltiples paisajes.
- Los componentes físico-químicos constituyen propiedades ambientales que definen aspectos cruciales de las interacciones ecológicas.

2.2.7.2. Factores bióticos

Constituyen los organismos vivos y sus interacciones ecológicas:

- Las interacciones biológicas presentan distintos niveles de influencia según ocurran entre organismos de una misma especie (relaciones intraespecíficas) o de especies diferentes (relaciones interespecíficas).
- La flora cumple funciones esenciales como fuente de alimentación y hábitat para la fauna.
- La concentración poblacional, entendida como la distribución espacial de individuos de una o varias especies en un territorio definido.
- El hombre cuando su influencia es mayor.

2.2.7.3. Factores Socio-económicos

La categoría de factores socioeconómicos incluye los siguientes elementos:

- Características demográficas: dinámica poblacional, composición estructurada, atributos culturales y distribución espacial.
- Configuración del sistema económico.
- Patrones de utilización del territorio en áreas rurales.

2.2.8. Acciones antrópicas

Las intervenciones antropogénicas constituyen actividades deliberadamente ejecutadas por el ser humano, las cuales pueden incidir de manera directa o indirecta sobre los componentes ambientales. A continuación, se detallan algunas de estas acciones:

2.2.8.1. Acciones Antrópicas y sus efectos en el suelo

La evaluación global de la condición actual del suelo identifica como principales problemáticas de degradación la afectación biológica y la erosión generada por el agua. La primera está determinada por la tala indiscriminada y los incendios que provocan una reducción significativa del contenido orgánico; la segunda por la topografía accidentada, la intensidad de las lluvias, la explotación forestal y el cambio de uso de suelos forestales a actividades agropecuarias. Durante los procesos de eliminación de la cobertura forestal autóctona, resulta igualmente significativa la alteración del suelo provocada por la circulación de equipos pesados y la habilitación de vías de acceso. Entre las intervenciones que modifican las propiedades edáficas se incluyen: la erosión generada por escorrentía superficial, la tala de árboles, la destabilización y compactación de los estratos superficiales, y los deslizamientos en corredores viales (González Betancourt & Álvarez Rentería, Evaluación del impacto ambiental del sistema de riego Jorupe-Cangochara, 2007).

2.2.8.2. Acciones Antrópicas y sus efectos en el agua

Las actividades de uso hídrica para irrigación generan afectaciones inmediatas sobre los elementos ambientales. La magnitud del impacto ambiental guarda estrecha relación con la intensidad de las condiciones meteorológicas y las características del relieve. Igualmente, deben clasificarse como áreas vulnerables aquellas regiones que poseen una amplia red de cuerpos de agua y múltiples lagos, de donde se obtiene el recurso para consumo humano y demás usos. La tala de bosques puede



provocar inundaciones estacionales en zonas deprimidas, afectando la recuperación vegetal y los organismos del suelo. Durante la estación lluviosa, el incremento del flujo superficial intensifica la erosión y el transporte de sedimentos hacia los cauces, deteriorando sus características fisicoquímicas. En sistemas marítimos de reducidas dimensiones, puede alterarse la comunidad de microorganismos acuáticos, modificándose los patrones de interceptación, escurrimiento, caudal, niveles freáticos y indicadores fisicoquímicos del agua (Guzman Ramos, 2001).

2.2.8.3. Acciones Antrópicas y sus efectos en el aire

En la actualidad, las actividades antropogénicas orientadas a intensificar la producción industrial, química y agropecuaria generan significativas emisiones de sustancias gaseosas nocivas que deterioran la calidad del aire, frecuentemente con consecuencias irreversibles tanto para la atmósfera como para la salud pública. Entre los fenómenos más reconocidos se encuentran el calentamiento global, las elevadas concentraciones de contaminantes atmosféricos y las alteraciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los ecosistemas (Guzman Ramos, 2001).

2.2.8.4. Acciones Antrópicas y sus efectos en la flora

La deforestación genera impactos significativos en la vegetación, manifestándose en la disminución de especies autóctonas y la proliferación de plantas invasoras. La reducción de flora nativa resulta directamente de la eliminación de bosques y la construcción de vías.



Simultáneamente, al eliminarse la cobertura forestal, se crean espacios que son colonizados por especies exóticas de difícil control, afectando negativamente la capacidad regenerativa del ecosistema. Adicionalmente, la estructura biológica de las formaciones boscosas se modifica sustancialmente con la pérdida del dosel, permitiendo el predominio de arbustos que desarrollan matorrales densos (Guzman Ramos, 2001).

2.2.8.5. Acciones Antrópicas y sus efectos en la fauna

La división de las masas forestales frecuentemente genera consecuencias en las poblaciones de aves y mamíferos debido a la degradación de su entorno natural. La desaparición del ecosistema boscoso sitúa a las especies aviares en una condición de elevada vulnerabilidad, particularmente por el alto grado de endemismo que las distingue. La eliminación de la cobertura arbórea disminuye las oportunidades de obtención de alimento y protección para la fauna, incluyendo mamíferos, aves y marsupiales de hábitos arbóreos. La eliminación de árboles maduros reduce la disponibilidad de cavidades que proporcionan espacios para la nidificación aviar. Las especies vegetales que dependen de aves para polinización o dispersión de semillas en bosques fragmentados con urbes reducidas de estas aves mutualistas experimentan deficiencias reproductivas y variaciones en los patrones de intercambio genético. Esta situación genera impactos en la riqueza específica y densidad poblacional de aves y mamíferos (Guzman Ramos, 2001).

2.2.9. Evaluación de impacto ambiental

El concepto de "Valoración de Impacto Ambiental" posee actualmente múltiples acepciones. Bajo esta denominación se agrupan diversas metodologías, procedimientos e instrumentos utilizados por actores públicos y privados en el ámbito de la Planificación y Gestión Ambiental. Se aplica para identificar los efectos ambientales derivados de proyectos de ingeniería, obras o actividades antropogénicas de diversa índole, abarcando tanto los impactos generados por los procesos productivos como por sus resultados. Igualmente, se utiliza para caracterizar los efectos potenciales de instalaciones en fase de implementación (Sánchez, 2002).

En consecuencia, la finalidad fundamental de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) consiste en coadyuvar a la preservación del medio ambiente mediante el apoyo a la toma de decisiones destinadas a alcanzar las metas de un proyecto, atenuando sus consecuencias ecológicas o evitando intervenciones cuyos efectos ambientales se consideren inadmisibles. En este marco, la EIA puede conceptualizarse como un instrumento crucial para el desarrollo sustentable, al generar información pertinente para la adopción de decisiones fundamentadas (Espinoza, 2002).

La EIA se conceptualiza como: "Procedimiento orientado a detectar, pronosticar, analizar, mitigar y divulgar preventivamente las consecuencias de una iniciativa sobre el ecosistema; y como mecanismo/trámite administrativo de supervisión de proyectos que, basado en un análisis técnico de sus repercusiones ecológicas (Estudio de Impacto Ambiental) y en un proceso de consulta ciudadana, posibilita que el organismo ambiental autorizado emita una Resolución de Impacto Ambiental denegando, autorizando o ajustando la propuesta" (Leal & Rodríguez, 1998).

2.2.10. Metodología CONESA

El Método Simplificado de Conesa, creado por Vicente Conesa en 1997, constituye una herramienta metodológica práctica para valorar los efectos ambientales de proyectos o actividades. Como Gatell et al. (2012) este sistema emplea una matriz de relación causal. A diferencia de la versión completa del método Conesa, esta adaptación simplificada incorpora diez criterios fundamentales para la evaluación, optimizando su comprensión y aplicabilidad.

Tabla 2

Criterios de evaluación según la metodología Conesa.

Criterio	Significado
Intensidad (IN)	Representa la magnitud del impacto que ejerce una acción sobre un factor específico dentro de un contexto. Se expresa en una escala de 1 a 12.
Extensión (EX)	El Área de Influencia Relativa del Impacto (AIR) define hasta qué proporción del entorno del proyecto será afectada por la acción.
Momento (MO)	Lapso entre la acción y la aparición del efecto en el factor ambiental.
Persistencia (PE)	Tiempo que dura el efecto del impacto desde su inicio hasta que el componente afectado vuelve a condiciones previas a la acción.
Reversibilidad (RV)	Probabilidad de que el componente ambiental afectado pueda retornar a sus condiciones iniciales una vez cesada la acción.
Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de recuperación del componente ambiental afectado por intervención humana (medidas correctoras).
Sinergia (S)	Aumento del efecto al combinarse con otros impactos, de manera que el resultado es mayor que la suma de los efectos simples.
Acumulación (AC)	Acumulación progresiva de efectos de un impacto cuando la acción que lo genera persiste en el tiempo.
Efecto (EF)	Relación causa–efecto que describe cómo una acción genera un impacto.
Periodicidad (PR)	Regularidad con la que se manifiesta el efecto ambiental: puede ser cíclico, periódico o continuo.

Nota. La tabla muestra los criterios que permiten valorar de manera sistemática la significancia de los impactos ambientales, citado por Conesa (1997).

2.2.11. Metodología de Buroz (1985)

El método de Buroz (1985) es una técnica de valoración de impactos ambientales que busca cuantificar la magnitud e importancia de los efectos que crea un plan sobre los diferentes componentes ambientales. Se fundamenta en la asignación de índices numéricos a criterios previamente definidos, lo que permite obtener un valor total que refleja la significancia del impacto.

Este método es ampliamente esgrimido en evaluaciones de impacto ambiental porque facilita el cotejo entre disyuntivas y orienta la toma de decisiones sobre medidas de suspensión, compensación o mitigación.

Tabla 3

Criterios de evaluación del Método de Buroz (1985).

Criterio	Descripción
Naturaleza (N)	Define si el impacto es beneficioso (positivo) o perjudicial (negativo).
Intensidad (I)	Mide el grado de afectación sobre el factor ambiental (bajo, medio o alto).
Extensión (E)	Determina el área o proporción del entorno que será afectado por el impacto.
Persistencia (P)	Indica el tiempo de duración del impacto desde su inicio hasta la recuperación del ambiente.
Reversibilidad (R)	Posibilidad de que el medio ambiente regrese a sus condiciones originales tras cesar la acción.
Probabilidad de ocurrencia (O)	Estima la posibilidad de que el impacto se produzca bajo las condiciones del proyecto.

Nota. La combinación de estos criterios mediante escalas cuantitativas permite asignar un índice de significancia a cada impacto, facilitando la

priorización de los más relevantes para el manejo ambiental, citado por Buroz (1985).

2.3. Marco conceptual.

2.3.1. Evaluación de impacto ambiental

Constituye un procedimiento metodológico para anticipar, detectar, valorar y atenuar los posibles efectos ambientales de una iniciativa planificada. Comprende el análisis de las repercusiones sobre la ecología, diversidad biológica, flora, recursos hídricos, características edáficas, calidad atmosférica y poblaciones humanas circundantes. La Evaluación de Impacto Ambiental incluye las fases de: detección de componentes ambientales vulnerables; pronóstico de consecuencias potenciales; cuantificación de la intensidad de los efectos; implementación de acciones correctivas; y vigilancia permanente para comprobar la eficacia de las medidas implementadas (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

2.3.2. Factores ambientales

Constituye un sistema complejo de componentes interrelacionados que definen las propiedades del hábitat humano. Conceptualiza un alcance integral que incorpora tanto los aspectos físico-biológicos del entorno como las dimensiones socioeconómicas y culturales que lo configuran (Delgado Castañeda, 2021).

2.3.3. Impacto ambiental

Se conceptualiza el impacto ambiental como la alteración generada por las acciones antropogénicas en el entorno natural. Esta modificación puede afectar componentes individuales o múltiples del ecosistema, desde

microhábitats hasta la escala planetaria, manifestándose con diferentes niveles de intensidad y sofisticación (Monzon Mamani, 2024).

2.3.4. Impacto ambiental negativo

Se refiere a la reducción o transformación negativa del valor ecológico, patrimonial, escénico, de capacidad productiva de los ecosistemas, o al incremento de los daños por contaminación, degradación del suelo o sedimentación, así como otros peligros ambientales que alteren la estructura eco-geográfica, la identidad y las características de un territorio específico, o que se manifiesten como una consecuencia social adversa para las comunidades locales (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997).

2.3.5. Medio ambiente

El medio ambiente es un concepto amplio que abarca un sitio/región o incluso el planeta en su totalidad. Dentro de este escenario, se da una constante interacción entre los factores abióticos y los seres vivos, tanto animales como vegetales. Esta compleja red de relaciones conforma el equilibrio natural que sustenta la vida en la Tierra (Monzon Mamani, 2024).

2.3.6. Componentes ambientales

Los factores ambientales constituyen los elementos integrantes del entorno ecológico y social, susceptibles de experimentar afectaciones, ya sea de manera directa o indirecta, durante la implementación de un proyecto, construcción o actividad humana. Convencionalmente, estos se categorizan en tres dimensiones principales: componentes físicos, elementos biológicos y aspectos socioeconómicos (Glasson, Therivel, & Chadwick, 2013).

2.3.7. Sistema de riego

Se precisa como el grupo de estructuras, equipos y prácticas utilizadas para conducir, distribuir y aplicar agua a los cultivos agrícolas. Existen diversos tipos, entre ellos el regadío por gravedad, que aprovecha la pendiente nativa del terreno para transportar agua a partir de una fuente superficial hacia las parcelas, siendo el más extendido en zonas altoandinas debido a su bajo costo de operación (MINAGRI, 2016).

2.3.8. Medidas de manejo ambiental

Los factores ambientales constituyen los elementos integrantes del entorno ecológico y social, susceptibles de experimentar afectaciones, ya sea de manera directa o indirecta, durante la implementación de un proyecto, construcción o actividad humana. Convencionalmente, estos se categorizan en tres dimensiones principales: componentes físicos, elementos biológicos y aspectos socioeconómicos (Conesa, Fdez, & Vitora, 1997). Estas acciones se diseñan con base en los hallazgos del estudio de impacto ambiental y se estructuran dentro de un PGA, el cual define metodologías, actores responsables, insumos necesarios y calendarios para su ejecución (Washington, 2020).

2.3.9. Plan de manejo ambiental

Se entiende como el conjunto de medidas protectoras, correctivas y de compensación destinadas a controlar los impactos perjudiciales y potenciar los beneficios de un plan. En proyectos de riego, este plan incluye el manejo de suelos, protección de fuentes hídricas, capacitación comunitaria y monitoreo ambiental continuo (Washington, 2020).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

El diseño del presente estudio es no experimental y de corte transversal. Se considera no experimental ya que no se manipularán las variables de estudio, ya que se observarán los fenómenos así como se presentan en la zona de influencia de la sistemática de regadío del río Huichuma. El análisis se realizará desde de la individualización de los impactos circunstancial en sus diferentes fases (edificación y operación), sin interponerse ni cambiar las condiciones del entorno. Es de corte transversal porque la pesquisa será recolectada en una etapa específica de época (junio, julio y agosto) correspondiente al año 2025, lo que permitirá describir y valorar la situación ambiental del proyecto en ese momento. Este diseño resulta pertinente, ya que se centra en analizar una problemática ambiental concreta y actual, proporcionando insumos técnicos útiles para la gestión ambiental de proyectos similares (Hernández & Fernández, 2010).

3.2. Tipo de investigación

Estas acciones se diseñan con base en los hallazgos del estudio de impacto ambiental y se estructuran dentro de un PGA, el cual define



metodologías, actores responsables, insumos necesarios y calendarios para su ejecución: la exigencia de valorar las consecuencias ecológicas de una infraestructura de riego en una localidad rural del Cusco. Los hallazgos de esta investigación poseen un propósito utilitario, al facilitar que las entidades gestoras y los beneficiarios dispongan de datos especializados que fundamenten la adopción de resoluciones ambientales. Simultáneamente, es valorativa ya que aspira a cuantificar los efectos favorables y desfavorables de la iniciativa sobre los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno, estableciendo su intensidad y relevancia mediante procedimientos estandarizados. Con este enfoque, se procura no solo analizar la situación, sino también emitir una valoración sobre la factibilidad ecológica del proyecto y formular acciones de gestión que garanticen su perdurabilidad.

3.3. Nivel de investigación

El estudio se desarrolla en los niveles descriptivo y explicativo. Es descriptiva al caracterizar detalladamente los atributos de los elementos ambientales en la zona de estudio (condiciones climáticas, propiedades edáficas, composición florística, comunidades faunísticas, sistemas productivos, etc.) y los efectos generados en cada componente por la implementación del sistema de riego. Asimismo, es explicativa al analizar las interrelaciones proyecto-ambiente, determinando los mecanismos mediante los cuales la instalación y funcionamiento de la infraestructura de riego generan impactos específicos, identificando sus causas subyacentes. Este nivel de investigación permitirá comprender con mayor claridad la dinámica entre la infraestructura

hídrica y el entorno, lo que es esencial para plantear medidas de manejo ambiental efectivas y pertinentes.

3.4. Enfoque de investigación

El enfoque metodológico del estudio es cuantitativo con un complemento cualitativo. El enfoque cuantitativo predomina, ya que se aplicarán metodologías de evaluación como la matriz de Leopold, la metodología de Buroz y los criterios de Conesa, que permiten asignar valores numéricos a la magnitud, extensión, reversibilidad y probabilidad de ingeniosidad de los impactos. Esto facilitará medir con precisión el nivel de fingimiento o beneficio sobre los diferentes mecanismos ambientales. Sin embargo, se incorporará también un enfoque cualitativo, a través de entrevistas semiestructuradas a los comuneros y autoridades locales, con el fin de integrar la percepción social al análisis técnico. La mezcla de los dos enfoques enriquecerá el estudio, pues permitirá no solo medir los impactos, sino también interpretar su significado desde la perspectiva de quienes habitan el territorio y dependen directamente del recurso hídrico.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La urbe de estudio está compuesta por el área de influencia del sistema de regadío del afluente Huichuma en el sector Candaña de la colectividad de Mollocachua, Alto Pichigua, la cual comprende tanto el medio físico (suelo, agua, corriente, clima y relieve), el medio biótico (fauna y flora locales) y el medio socioeconómico (población, actividades agrícolas, organización comunal y servicios básicos). Asimismo, se reflexionan como parte de la urbe a los actores

sociales afines al usanza y gestión del recurso hídrico, incluyendo familias agricultoras, dirigentes comunales y autoridades locales.

3.5.2. Muestra

La muestra es de carácter intencionado y representativo, y corresponde a los sectores de la zona de atribución seguida donde se localizan las infraestructuras de riego como la bocatoma, los canales de conducción y las parcelas agrícolas beneficiadas. En el componente físico, la muestra incluye puntos de observación y análisis de suelo y agua; en el componente biótico, áreas de cubierta vegetal y registros de animal; y en el componente socioeconómico, un grupo representativo de familias usuarias del sistema de riego, a quienes se aplican encuestas y entrevistas. Esta estrategia permite referir con una visión integral de los impactos circunstanciales en los diferentes medios.

3.6. Materiales y equipos

Los instrumentos y recursos empleados en el desarrollo de esta investigación fueron los que se detallan a continuación.

a. Materiales

- Cuaderno de notas.
- Guías de entrevistas.
- Materiales de oficina,
- Papel bond.

b. Equipos

- GPS portátil.
- Cámara fotográfica.

- Teléfono móvil.
- Computadora portátil.
- Impresora y material de oficina.
- (EPP

3.7. Técnicas e instrumentos

Como Hernández, Fernández & Batista (2014) la recopilación de información implica el diseño de una estrategia metodológica detallada que permita obtener datos con objetivos definidos.

3.7.1. Técnicas

En este estudio para la recolección de datos se esgrimió las siguientes técnicas:

- **Observación directa:** Este procedimiento se empleó para documentar metódicamente las afectaciones ambientales observables en la zona de intervención del proyecto de riego, incluyendo modificaciones en los componentes edáficos, hídricos, bióticos y socioambientales.
- **Encuesta:** Se implementó para sistematizar datos cuantificables sobre las valoraciones, vivencias y puntos de vista de los agricultores y beneficiarios del sistema de regadío en relación con las ventajas e impactos del proyecto.
- **Entrevista semiestructurada:** Esta técnica se empleó para obtener información cualitativa más profunda, a través del diálogo directo con autoridades locales, dirigentes comunales y especialistas vinculados al sistema de riego.

- **Revisión documental:** Se recurrió a esta técnica para recopilar y analizar antecedentes de proyectos similares, expedientes técnicos, normativa ambiental y estudios científicos relacionados con sistemas de riego e impacto ambiental.
- **Valoración de impactos ambientales:** Esta pericia se empleó para jerarquizar y cuantificar los impactos identificados, considerando criterios como magnitud, intensidad, extensión, reversibilidad y persistencia.

3.7.2. Instrumentos

En correspondencia con las técnicas estudiosas, los instrumentos de recopilación de datos fueron los siguientes:

- **Fichas de observación de campo:** Se esgrimieron para registrar de manera sistemática los impactos que se evidenciaron en la superficie, el agua, la fauna, la flora y el entorno social de la zona de influencia del sistema de regadío.
- **Cuestionario estructurado:** Se aplicó a los agricultores y beneficiarios del sistema de regadío con el fin de recopilar información sobre sus percepciones, los beneficios obtenidos y las afectaciones experimentadas a partir de la edificación y operación del proyecto.
- **Guía de entrevista:** Se empleó en entrevistas semiestructuradas dirigidas a autoridades locales, dirigentes comunales y especialistas vinculados al sistema de riego, con el fin de obtener información cualitativa y valoraciones técnicas respecto a los impactos ambientales identificados.

- **Fichas de registro bibliográfico y documental:** Se utilizaron para organizar y sistematizar la información recopilada de estudios previos, expedientes técnicos, normativas ambientales y antecedentes de proyectos de riego similares, lo que permitió sustentar la investigación con base en fuentes confiables.
- **Matrices de evaluación (Leopold, Buroz, Conesa):** Se aplicaron como instrumentos de análisis para jerarquizar los impactos ambientales identificados, considerando criterios de intensidad, magnitud, reversibilidad, persistencia y probabilidad de ocurrencia, lo que permitió establecer el nivel de significancia de cada impacto.

3.8. Lugar de estudio

El estudio se desenvuelve en la colectividad de Mollocagua, sector Candaña, situada en Alto Pichigua, Espinar, Cusco. Esta zona forma parte de la orografía del torrente Alto Apurímac y se caracteriza por una topografía accidentada que combina valles, quebradas y formaciones montañosas.

El distrito de Alto Pichigua presenta una marcada variabilidad climática en función de la elevación. En las zonas bajas el clima es más cálido y húmedo, con respecto de cultivos y vegetación de cobertura intermedia; mientras que en las zonas altas predominan las temperaturas frías, frecuentes heladas y granizadas que limitan la producción agrícola. La zona de análisis se halla en la ecorregión Puna, a más de 3.800 m s. n. m., donde los pastizales naturales, pajonales y bofedales constituyen recursos esenciales para el pastoreo de ganado y la riqueza de subsistencia de las estirpes campesinas.

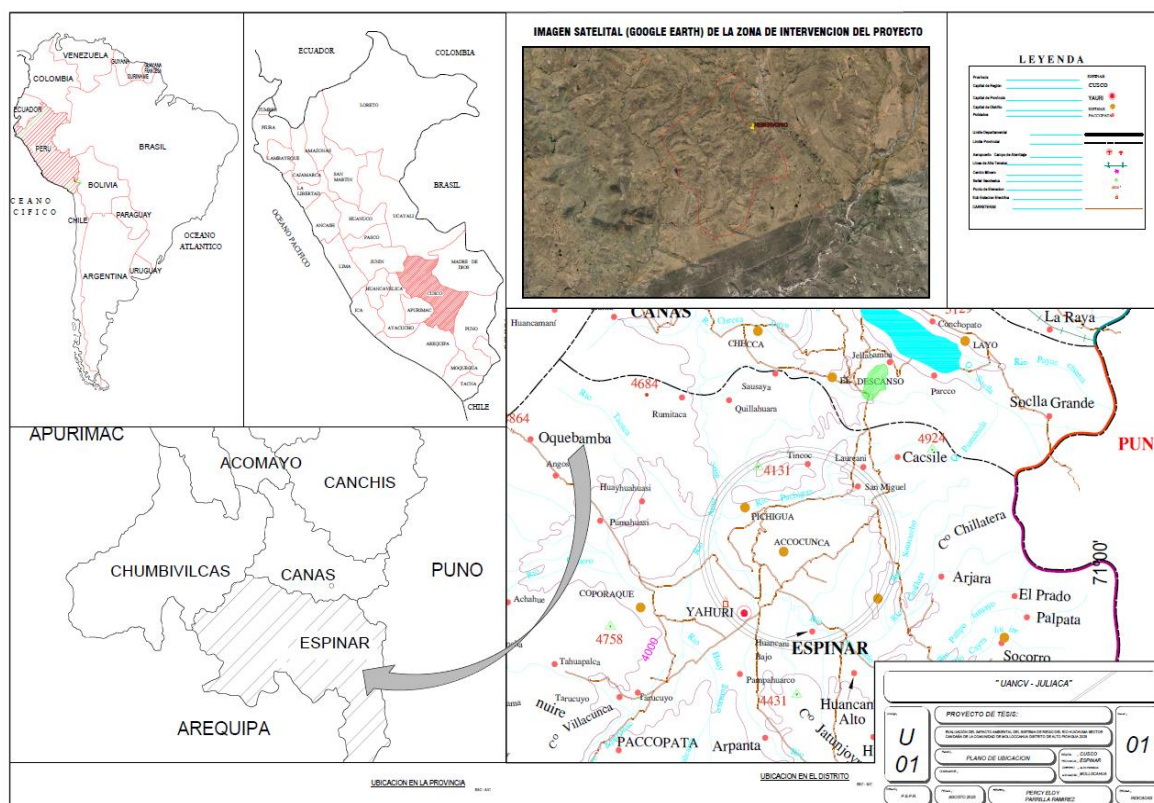
Tabla 4

Coordenadas del lugar de estudio, sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña de la comunidad de Molloccahua, distrito de Alto Pichigua.

Código	Ubicación/Lugar	Coordenadas	
		Este	Norte
P-01	Sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña	258167.31	8363517.68

Figura 1

Plano de ubicación del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña de la comunidad de Molloccahua, distrito de Alto Pichigua.



3.9. Procedimiento metodológico:

3.9.1. *Objetivo 1: Identificar los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia del sistema de riego.*

Para desempeñar con el primer propósito específico, orientado a identificar los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos en la zona de autoridad del sistema de regadío del afluente Huichuma, se aplicó un procedimiento metodológico basado en la localización cartográfica de la zona de análisis, la recopilación de información secundaria y la verificación en campo mediante observaciones directas.

a. Delimitación del área de influencia

Se definió el AID, correspondiente a la captación, cisterna, cámaras rompe presiones, sistemas de paneles solares y zonas de trazo de la infraestructura, tal como el AI, que incluyó las viviendas beneficiarias, terrenos agrícolas y áreas comunales vinculadas al uso del recurso hídrico. Para esta delimitación se empleó el plano oficial del proyecto y herramientas cartográficas en coordenadas UTM WGS84.

b. Recopilación de información secundaria

Se revisaron fuentes públicas como el SENAMHI para parámetros climáticos (precipitación, temple, relente viento y relativa), así como estudios geológicos y edáficos de la región. Del mismo modo, se empleó el EIA (2023) para complementar la información de fisiografía, hidrografía, flora, fauna y organización comunal.

c. Trabajo de campo y verificación in situ



Se efectuaron andados en la zona de análisis siguiendo transectos que pasaron por puntos estratégicos: captación, cisterna, quebradas, bofedales y zonas de cultivo. En cada sitio se aplicaron fichas de observación, se utilizaron GPS para registrar coordenadas y se tomaron fotografías georreferenciadas. Asimismo, se corroboró la existencia de especies vegetales y de fauna, y se constató la dinámica productiva y social de la comunidad.

d. Levantamiento socioeconómico

El levantamiento socioeconómico se realizó con el propósito de complementar la información documental mediante la voz directa de los actores locales. Para ello, se aplicaron entrevistas breves y se sostuvieron conversaciones informales con las principales autoridades comunales, entre ellas el presidente de la comunidad y el teniente gobernador, así como con usuarios directos beneficiarios del sistema de riego.

Las entrevistas a autoridades comunales permitieron obtener una visión clara sobre la estructura organizativa de Mollocchahua, los mecanismos de toma de fallos colectivos en torno a la conducción del agua y las expectativas comunales frente a la ejecución del sistema de regadío. Asimismo, se recogieron percepciones acerca de los beneficios esperados, tanto en la producción agrícola como en la condición de existencia de las familias, y de los retos actuales vinculados a la insolvencia de H₂O, la gestión de pastos y el mantenimiento de subestructura.

Por otro lado, las entrevistas a usuarios directos, principalmente agricultores y ganaderos brindaron información valiosa sobre las actividades productivas predominantes, el acceso actual al recurso hídrico y las dificultades enfrentadas en temporadas de sequía o heladas. Los usuarios expresaron también sus expectativas frente al sistema de riego, destacando la posibilidad de diversificar cultivos, optimizar el beneficio de los forrajes y avalar la sostenibilidad de la ganadería.

Figura 2

Guía de entrevista breve aplicada a autoridades comunales de Mollocagua para identificar aspectos organizativos y de gestión del agua.

Entrevistas Breves - Componente Socioeconómico

Las siguientes entrevistas breves fueron aplicadas a autoridades comunales y usuarios directos del sistema de riego del río Huichuma, con el propósito de recopilar información socioeconómica relacionada con la organización comunal, las actividades productivas y el uso del recurso hídrico. Se presentan las guías de preguntas utilizadas para cada grupo de actores.

1. Entrevista a Autoridades Comunales

Cargo: presidente de comunidad / teniente gobernador

Objetivo: Conocer la organización comunal, roles de autoridades y participación en el proyecto de riego.

Preguntas:

- 1. ¿Cuál es la estructura organizativa de la comunidad y el rol que usted desempeña en ella?
- 2. ¿Cómo se toman las decisiones en la comunidad respecto al uso del agua y proyectos comunales?
- 3. ¿Qué expectativas tiene la comunidad con la implementación del sistema de riego del río Huichuma?
- 4. ¿Qué beneficios considera que traerá el sistema de riego a las familias y a la producción agrícola?
- 5. ¿Cuáles son los principales problemas o limitaciones que enfrentan actualmente en relación con el agua?
- 6. ¿Cómo se organiza la comunidad para el mantenimiento y gestión de la infraestructura de riego?

La mentora de entrevista afanosa a los mandos comunales permitió obtener información sobre la estructura organizativa de Mollocagua, los

mecanismos de toma de decisiones en torno a la usanza del H₂O y los proyectos comunales, así como las expectativas frente al sistema de riego. Este instrumento resultó clave para comprender el papel de las autoridades en la gestión y sostenibilidad de la infraestructura hidráulica.

Figura 3

Guía de entrevista breve aplicada a usuarios directos del sistema de riego del río Huichuma para identificar percepciones, usos y expectativas.

2. Entrevista a Usuarios Directos del Sistema de Riego

Perfil: Agricultores y ganaderos beneficiarios del sistema de riego

Objetivo: Identificar percepciones, usos actuales del agua y expectativas frente al sistema de riego.

Preguntas:

- 1. ¿Qué cultivos y actividades productivas realiza usted en sus parcelas?
- 2. ¿De qué manera obtiene actualmente el agua para sus cultivos y ganado?
- 3. ¿Ha enfrentado problemas de escasez de agua en los últimos años? ¿Cómo los solucionó?
- 4. ¿Qué beneficios espera obtener con la implementación del sistema de riego del río Huichuma?
- 5. ¿Considera que el sistema de riego ayudará a mejorar su producción agrícola y ganadera? ¿De qué manera?
- 6. ¿Qué compromisos estaría dispuesto a asumir para el mantenimiento y sostenibilidad del sistema de riego?

La guía de entrevista aplicada a los beneficiarios directos del sistema de regadío facilitó la recopilación de datos sobre sus actividades productivas, las dificultades enfrentadas por la escasez de agua y las expectativas en relación con la implementación del proyecto. Asimismo,

permitió conocer el nivel de compromiso comunitario en torno al mantenimiento y sostenibilidad del sistema de regadío.

e. Sistematización de la información

Los datos obtenidos se organizaron en tablas de síntesis para cada componente ambiental:

- **Medio físico:** clima, fisiografía-hidrografía y geología-suelos.
- **Medio biótico:** cobertura vegetal, especies de vegetación y cultivos, fauna silvestre y fauna doméstica.
- **Medio socioeconómico:** organización comunal, actividades económicas y delimitación AID/AII.

Esta sistematización facilitó la presentación clara de los resultados y permitió resaltar tanto la fragilidad ambiental como la relevancia social del sistema de riego.

f. Análisis e interpretación

Finalmente, la pesquisa fue analizada en función de su fragilidad y potencial. En el medio físico, se valoró la vulnerabilidad de los suelos y la dependencia del régimen de lluvias; en el medio biótico, se identificó la importancia de los bofedales y la coexistencia entre biodiversidad y actividades productivas; y en el medio socioeconómico, se destacó la organización comunal y la dependencia del agua para la seguridad alimentaria.

3.9.2. Objetivo 2: Determinar los impactos ambientales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña

Para alcanzar el segundo propósito específico, dirigido a establecer las consecuencias ambientales vinculadas con la instalación, funcionamiento y conservación del sistema de regadío del río Huichuma en el sector Candaña, se implementó una metodología organizada en las siguientes fases:

a. Identificación de acciones del proyecto

Se revisaron los documentos técnicos y el expediente del proyecto, a partir de los cuales se identificaron las actividades previstas en cada fase: construcción, operación y mantenimiento. Este inventario permitió definir con claridad las intervenciones que podían generar interacciones con el medio físico, biótico y socioeconómico.

b. Relación con componentes ambientales

Tras identificar las diligencias del proyecto, se establecieron correlaciones con los elementos ambientales vulnerables (componentes edáficos, hídricos, atmosféricos, bióticos y socioeconómicos). Para este fin, se elaboró una matriz de interacciones donde se relacionaron las actividades con los componentes, detectando las potenciales fuentes de impacto.

Tabla 5

Modelo de la matriz de doble entrada para componentes ambientales y componentes del proyecto.

		Componentes del ambiente											
		Físico				Biótico				Socioeconómico			
ETAPAS	Componentes y acciones del Proyecto	Atmósfera	Geología	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Biótica acuática	Uso del territorio	Humano	Económico	Demográfico
	Construcción												
	Operación												
	Mantenimiento												

Nota. a matriz permitió relacionar de manera sistemática las acciones previstas en cada época del proyecto (edificación, operación y mantenimiento) con los diferentes mecanismos del ambiente (socioeconómico, biótico y físico),

identificando los posibles puntos de interacción y las áreas de mayor sensibilidad ambiental.

c. Valoración cualitativa inicial de impactos

Los impactos ambientales reconocidos se caracterizaron de forma cualitativa considerando criterios básicos como signo (positivo/negativo), intensidad, duración y reversibilidad. Este análisis permitió establecer una primera aproximación sobre el nivel de significancia de los impactos en cada período del plan.

d. Valoración semicuantitativa mediante criterios de Buroz (1994)

Posteriormente, se aplicó la metodología propuesta por Buroz (1994) para la evaluación de impactos circunstanciales, la cual se fundamentó en la asignación de puntajes a once parámetros: IN, MO, EX, RV, PE, SI, MC, EF, AC, PR y R. Cada parámetro fue ponderado mediante un peso específico (W), y la transcendencia del impacto se calculó a través de la suma ponderada de todos los juicios. Los resultados se expresaron en valores que permitieron clasificar los impactos en: irrelevantes (<2 puntos), moderados (2–5 puntos), severos (5–8 puntos) y críticos (>8 puntos).

Tabla 6

Criterios de evaluación aplicados para la valoración semicuantitativa de impactos ambientales según la metodología de Buroz (1994).

Criterios de evaluación – metodología Buroz,1994					
Intensidad (IN)		Extensión (EX)		Riesgo (R)	
Baja	1	Puntual	1	Cierto	10
Media	2	Parcial	3	Alto	7
Alta	4	Alta	5	Medio	5
Muy Alta	7	Total	7	Bajo	2
Total	10	Crítica	10	Nulo	0
Persistencia (P)		Reversibilidad (RV)		Periodicidad (PR)	
Fugaz	2	Corto plazo	2	Irregular	2
Temporal	5	Mediano plazo	5	Periódico	5
Permanente	10	Irreversible	10	Continuo	10
Recuperabilidad (MC)		Momento (MO)		Sinergia (SI)	
R. Inmediato	1	Largo plazo	1	Sin	2
R. Mediano plazo	2	Mediano plazo	3	Moderado	5
Mitigable y/o compensable	5	Inmediato	5	Muy	10
Irrecuperable	10				
Acumulación (AC)		Efecto (EF)			
Simple	3	Directo	3		
Acumulado	10	Indirecto	10		

Nota. Elaboración propia a partir de Buroz (1994), considerando los parámetros empleados en el método de valoración semicuantitativa de impactos ambientales.

La tabla 6 exhibe los parámetros de valoración empleados para adjudicar calificaciones en la evaluación semicuantitativa de los efectos ambientales. Dichos criterios, fundamentados en el método de Buroz

(1994), comprenden once indicadores esenciales: intensidad, cobertura, peligrosidad, duración, reversibilidad, frecuencia, cabida de recuperación, temporalidad, sinergia, acumulación y consecuencia. Cada uno de estos aspectos se calificó en rangos predefinidos que van desde condiciones mínimas hasta máximas, otorgando valores numéricos que permiten ponderar su importancia relativa en la valoración final.

Por ejemplo, la intensidad de un impacto podía variar desde baja (1) hasta total (10), mientras que la extensión oscilaba entre puntual (1) y crítica (10). La reversibilidad diferenciaba entre mediano plazo (5), corto plazo (2) e irreversible (10). Del mismo modo, la periodicidad podía ser irregular (2), periódica (5) o continua (10), y la acumulación se clasificó en simple (3) o acumulada (10).

e. Construcción de matrices de valoración

Con los valores obtenidos, se elaboraron matrices de valoración específicas para cada fase del proyecto: edificación, operación y sostenimiento. Estas matrices permitieron visualizar de manera ordenada los impactos identificados, su clasificación y el nivel de significancia, diferenciando entre efectos negativos y positivos.

f. Uso de la Matriz de Leopold simplificada

Como herramienta complementaria, se elaboró una Matriz de Leopold simplificada, en la que se representaron los impactos en escala de -3 (impacto negativo elevado) a +3 (impacto positivo alto), cruzando las operaciones del proyecto con los componentes circunstanciales. La

información se graficó en un mapa de calor que permitió visualizar con mayor claridad la distribución y la tendencia de los impactos por etapa.

g. Interpretación de resultados

Finalmente, se interpretaron los valores conseguidos en las matrices y en la representación gráfica, lo que permitió identificar los impactos más fustigadores en la edificación (erosión del superficie, polución del H₂O, generación de restos), los riesgos de la operación (uso de agroquímicos) y los efectos predominantemente positivos en el mantenimiento (eficiencia hídrica y fortalecimiento de la organización comunal). Esta interpretación constituyó el pedestal para la formulación de medidas de mitigación y manejo ambiental orientadas a someter los efectos hostiles y potenciar los beneficios del sistema de riego.

3.9.3. Objetivo 3: Proponer medidas de manejo ambiental orientadas a mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos generados por el sistema de riego.

Después de realizar los procedimientos de los ítems 3.3.1. y 3.3.2. se siguió un procedimiento metodológico basado en la sistematización de la pesquisa conseguida en las períodos previas y en la aplicación de criterios técnicos y normativos de gestiones ambientales.

a. Análisis de resultados de impactos

En primer lugar, se analizaron los impactos circunstanciales previamente reconocidos y valorados en las fases de construcción, operación y mantenimiento, tomando como referencia los puntajes

obtenidos por medio de la sistemática de Buroz (1994) y la Matriz de Leopold simplificada. Este análisis permitió priorizar los impactos más significativos, tanto negativos como positivos, que requerían medidas específicas de manejo.

b. Clasificación de los impactos según su naturaleza

Los impactos fueron clasificados en negativos (como erosión del suelo, turbidez del agua y riesgo por uso de agroquímicos) y positivos (como generación de empleo, eficiencia en el uso del agua y fortalecimiento de la organización comunal). Esta clasificación facilitó definir medidas diferenciadas de prevención, mitigación, corrección, compensación o potenciación.

c. Identificación de medidas de manejo ambiental

Comenzando en la simbolización, se identificaron medidas concretas para cada componente ambiental:

- **Medio físico:** control de erosión, revegetación de taludes, gestión de residuos, reducción de polvo y uso racional del agua.
- **Medio biótico:** revegetación con especies nativas, protección de hábitats y promoción de prácticas agrícolas sostenibles.
- **Medio socioeconómico:** priorización de mano de obra local, aprendizaje técnico, fortalecimiento organizacional y prevención de conflictos sociales.

d. Formulación de programas transversales de gestión

Posteriormente, se formularon programas de gestiones ambientales complementarios, como la gestión de restos sólidos, la revegetación y recuperación de áreas intervenidas, el monitoreo ambiental, la atención a contingencias y la capacitación y sensibilización comunitaria. Estos programas fueron diseñados como instrumentos de apoyo que garantizaran la sostenibilidad ambiental y social del sistema de riego.

e. Asignación de responsables y etapas de aplicación

Cada medida fue vinculada con actores responsables (contratista, comité de riego, supervisión ambiental, municipalidad, comunidad) y se definió la etapa en la que debía aplicarse (construcción, operación o mantenimiento). Esto permitió instituir un marco despejado de corresponsabilidad en la ejecución de las templadas.

f. Contraste con experiencias previas y normativas

Finalmente, las medidas propuestas se contrastaron con antecedentes nacionales y regionales y con la normativa ambiental vigente en el Perú (MINAM, ANA, OEFA), lo que aseguró su pertinencia técnica y legal. Este contraste permitió confirmar que las acciones formuladas eran viables, efectivas y coherentes con la realidad de la comunidad de Mollocchahua.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Identificación de los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en el área de influencia del sistema de riego.

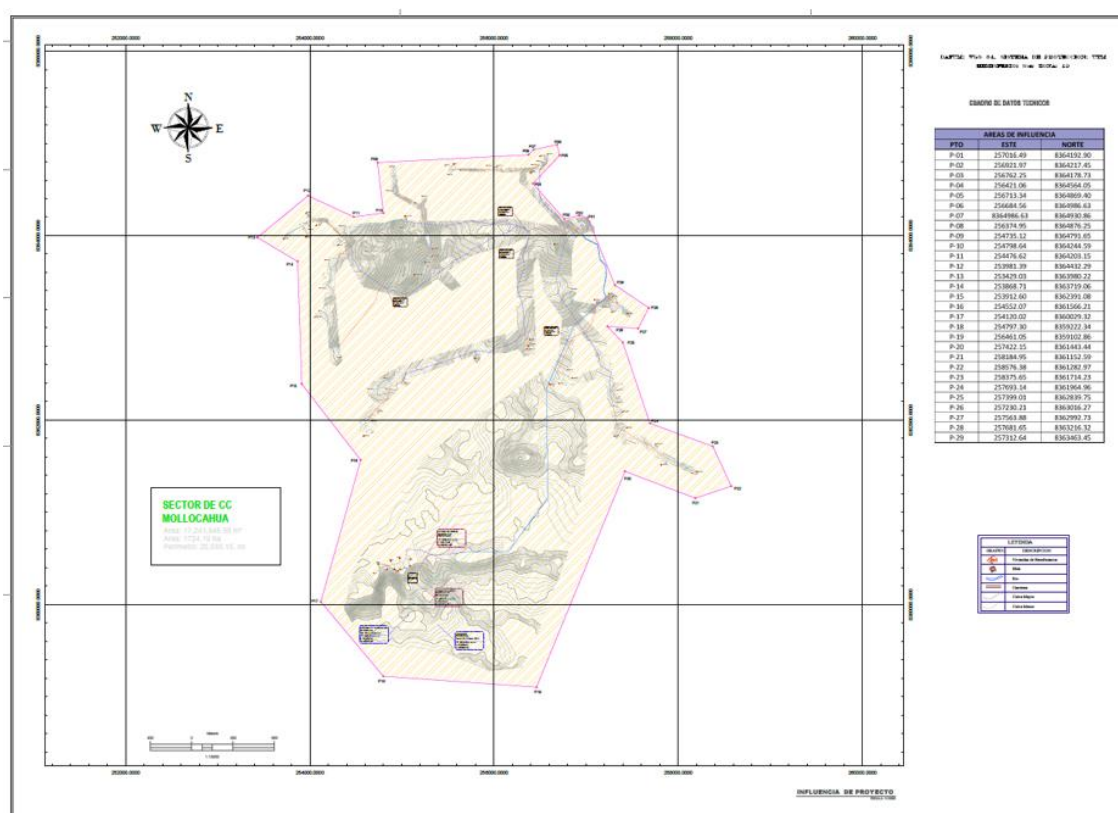
La identificación de los mecanismos ambientales de la zona de influencia del sistema de regadío del afluente Huichuma, en el sector Candaña de la comunidad de Mollocacahua, permitió reconocer de manera integral los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos que conformaron el escenario de intervención del proyecto. Este análisis resultó esencial, ya que estableció la línea base a partir de la cual se valoraron los impactos circunstanciales creados durante las fases de edificación y operaciones de la infraestructura hidráulica.

A continuación, se muestra la zona de autoridad del sistema de regadío del río Huichuma, sector Candaña, con la finalidad de contextualizar el contorno espacial en la se desplegó la caracterización de los mecanismos ambientales, se elaboró el plano del área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña. Este instrumento cartográfico permitió

delimitar con precisión el AID, vinculada a la localización de las labores hidráulicas principales, y el AII, relacionada con las zonas circundantes y las viviendas de los beneficiarios. La representación gráfica incluyó además la ubicación de la captación proyectada, la cisterna, las cámaras rompe presiones y los sistemas de paneles solares, así como la distribución espacial de las familias usuarias y las vías de acceso al sector. En conjunto, el plano constituyó un insumo clave para comprender la dinámica territorial y para visualizar de manera integral el espacio donde interactúan los mecanismos físicos, bióticos y socioeconómicos que se describen a continuación.

Figura 4

Área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.



En la figura 4, se puede ver el plano de la zona de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña, el cual podemos visualizar de manera integral el espacio en el que se identificaron los mecanismos ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos. En él se delimitaron la zona de influencia directa, asociada a la ubicación de la captación proyectada, cisterna, cámaras rompe presión y sistemas de paneles solares, tal como la zona de autoridad indirecta, que comprendió las viviendas beneficiarias y las zonas colindantes vinculadas al uso del recurso hídrico. Esta representación cartográfica no solo aportó precisión técnica a la localización de las infraestructuras y comunidades, sino que también facilitó la comprensión de la interacción entre el territorio y los elementos ambientales.

A partir de las delimitaciones de la zona de influencia, se procedió a la caracterización de los mecanismos ambientales que conformaron el ambiente del proyecto. Este análisis permitió organizar la información en tres dimensiones fundamentales: el medio físico, que describe las condiciones naturales y de soporte territorial; el medio biótico, que abarca la flora y fauna presentes en el ecosistema altoandino; y el medio socioeconómico, que recoge la dinámica comunal, productiva y cultural de la población beneficiaria.

✓ **Medio Físico:**

El análisis del medio físico en la zona de influencia de las sistematicas de regadío del afluente Huichuma permitió establecer las condiciones naturales que definieron el escenario de intervención del proyecto. Los registros meteorológicos, la configuración fisiográfica, las características hidrográficas y la composición geológica y edáfica fueron sistematizados con el fin de

comprender la dinámica ambiental de la zona. Estos componentes no solo brindaron información técnica indispensable para la evaluación de impactos, sino que también evidenciaron la vulnerabilidad del territorio frente a las variabilidades climáticas y los procesos de degradaciones de la superficie. Para facilitar la comprensión de estos hallazgos, posteriormente, se muestran tablas de los primordiales indicadores identificados en la línea base ambiental.

Tabla 7

Parámetros climáticos característicos del área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Molloccahua.

Parámetro	Valor promedio anual	Observaciones
Precipitación	793.6 mm	Lluvias concentradas entre diciembre y marzo, generando marcada estacionalidad hídrica.
Temperatura media	7.8 °C	Mínima de 3.5 °C en julio y máxima de 10 °C en diciembre; evidencian un clima frío de puna.
Humedad relativa	63.3 %	Fluctuaciones asociadas a la temporada de lluvias.
Velocidad del viento	1.98 m/s	Con picos de hasta 2.9 m/s en agosto; influyen en la erosión y dispersión de partículas.

Nota. Los datos climáticos corresponden a las exploraciones de la estación meteorológica de Yauri (Espinar), obtenidos del SENAMHI e incorporados en la línea base ambiental del Análisis de Impacto Ambiental del plan (2023).

La tabla 7, muestra los principales parámetros climáticos de la zona de influencia de la sistemática de regadío del río Huichuma, sector Candaña. Los resultados evidenciaron una precipitación media anual de 793.6 mm,

concentrada entre los meses de diciembre y marzo, lo que reflejó una marcada estacionalidad hídrica. El temple media anual fue de 7.8 °C, con mínimas de 3.5 °C en invierno (julio) y máximas cercanas a 10 °C hacia finales de año, propias de un clima frío de puna. La humedad relativa promedio alcanzó 63.3 %, con fluctuaciones asociadas a la temporada de lluvias. Finalmente, la prontitud media del viento fue de 1.98 m/s, con picos de hasta 2.9 m/s en agosto, lo que generó implicancias directas en procesos de erosión y dispersión de partículas en suelos descubiertos.

En conjunto, estos indicadores revelaron que la zona de análisis se determina por una fuerte variabilidad climática y fragilidad ambiental, factores que condicionaron tanto las prácticas agrícolas como la necesidad de referir con infraestructura de regadío que reduzca la dependencia exclusiva de las lluvias estacionales.

Tabla 8

Rasgos fisiográficos e hidrográficos predominantes en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Componente	Descripción
Relieve	Cadenas de cerros, altiplanicies y valles interandinos, con altitudes entre 3 900 y 4 900 m s.n.m.
Hidrografía	Subcuencas del río Apurímac, presencia de manantiales y bofedales de gran importancia hídrica y ecológica.
Accesibilidad	Condicionada por la topografía accidentada y la red vial secundaria de la comunidad de Molloccahua.

Nota. La información fisiográfica e hidrográfica se obtuvo del EIA del proyecto, complementada con datos cartográficos de la oquedad del afluente Apurímac y observaciones de campo realizadas en la comunidad de Molloccahua.

La tabla 8, muestra los principales rasgos fisiográficos e hidrográficos de la zona de influencia del sistema de riego del río Huichuma. Se observó que el relieve estuvo dominado por cadenas de cerros, altiplanicies y valles interandinos, con altitudes que oscilaron entre los 3 900 y 4 900 m s.n.m., lo cual condicionó tanto la disposición de la infraestructura hidráulica como la dinámica de escorrentía. La hidrografía del área de estudio estuvo vinculada a las subcuencas del río Apurímac, caracterizadas por la presencia de manantiales y bofedales que constituyen ecosistemas de gran relevancia hídrica y ecológica, debido a su capacidad de regulación del recurso y su papel como hábitat de especies altoandinas. Finalmente, la accesibilidad al área se encontró limitada por la topografía accidentada y dependió en gran medida de la red vial secundaria, lo que reflejó las condiciones de aislamiento propias de las comunidades de altura.

Estos resultados pusieron en evidencia un territorio ambientalmente sensible y geográficamente complejo, donde los rasgos fisiográficos e hidrográficos no solo definen el paisaje natural, sino que también determinan las oportunidades y restricciones para la ejecución del sistema de riego.

Tabla 9

Caracterización geológica y edáfica del área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Componente	Condiciones identificadas	Riesgos/fragilidades
Geología	Formaciones volcánicas y sedimentarias (Grupo Barroso, Grupo Puno) y depósitos cuaternarios recientes.	Susceptibilidad a sismos moderados y deslizamientos en pendientes.

Suelos	Textura franco-arenosa a franco-limosa, con baja fertilidad natural.	Vulnerables a erosión hídrica y compactación por uso agropecuario intensivo.
--------	--	--

Nota. La información geológica y edáfica corresponde a la línea centro ambiental del EIA del proyecto, elaborada a partir de estudios geológicos regionales y observaciones de campo en la colectividad de Mollocchahua.

La tabla 9, presenta la caracterización geológica y edáfica del área de autoridad de la sistemática de riego del río Huichuma. Se identificó que la geología del área está compuesta por formaciones volcánicas y sedimentarias (Grupo Barroso y Grupo Puno), así como por depósitos cuaternarios recientes, lo que confiere al territorio una susceptibilidad moderada a la sismicidad y a deslizamientos en zonas de pendiente. Esta condición geológica constituye un factor de riesgo que debe ser considerado en la proyección y maniobra de la infraestructura hidráulica.

En cuanto a los suelos, se determinó que predominan los de textura franco-arenosa a franco-limosa, caracterizados por su baja fertilidad natural. Esta condición los hace vulnerables a la erosión hídrica, especialmente durante las lluvias intensas, y a la compactación asociada al pastoreo y al uso agropecuario intensivo. Estas limitaciones edáficas refuerzan la importancia de implementar medidas de conservación de suelos, como revegetación, terrazas y un manejo adecuado de la cobertura vegetal.

En conjunto, los resultados mostraron que la base geológica y edáfica del área de influencia no solo condiciona la estabilidad física del territorio, sino que también determina la productividad agrícola y la sostenibilidad de las

actividades comunales. Por ello, el sistema de riego debe ser gestionado considerando estas fragilidades naturales, de manera que contribuya a la seguridad hídrica sin agravar los procesos de degradación del suelo.

✓ **Medio Biótico:**

El análisis del medio biótico permitió identificar la cobertura vegetal, la vida silvestre y la vida doméstica presentes en la zona de influencia de la sistemática de regadío del afluente Huichuma. Estos resultados no solo evidenciaron la riqueza natural de los ecosistemas altoandinos, sino también la interacción directa entre la biodiversidad y las actividades productivas de la comunidad. La presencia de pajonales, céspedes de puna y bofedales resaltó la fragilidad ecológica del territorio, mientras que la coexistencia de especies silvestres y animales domésticos reflejó el rol central de la ganadería en la economía local.

Tabla 10

Cobertura vegetal y cultivos predominantes en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Molloccahua.

Componente	Especies/Tipos identificados	Observaciones
Vegetación natural	Césped de puna, pajonales, bofedales, roquedales.	Cumplen funciones de regulación hídrica y conservación de suelos.
Especies dominantes	<i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Stipa brachyphylla</i> , <i>Polylepis sp.</i> , <i>Lupinus sp.</i>	Gramíneas altoandinas predominantes; especies de polylepis con importancia ecológica.

Cultivos	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>), avena, trébol, raigrás, alfalfa	Cultivos de subsistencia y forrajeros, asociados a la economía comunal.
----------	---	---

Nota. La información de cobertura vegetal y cultivos proviene de las observaciones de campo ejecutadas en el sector Candaña.

La tabla 10, se observa la cubierta vegetal de la zona de influencia estuvo conformada primariamente por céspedes de puna, pajonales y bofedales, los cuales desempeñaron un pliego fundamental en las regulaciones del H₂O y la preservación del suelo. Las especies dominantes fueron gramíneas altoandinas, como *Festuca* y *Stipa*, junto con especies de *Polylepis* y *Lupinus*, que reforzaron la importancia de este ecosistema como refugio de biodiversidad. Además, se observaron cultivos de papa, avena, trébol, raigrás y alfalfa, utilizados tanto para consumo familiar como para la alimentación del ganado, lo que evidenció la estrecha correspondencia entre el medio biótico y la economía comunal.

Tabla 11

Fauna silvestre registrada en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Grupo faunístico	Especies observadas	Observaciones
Aves altoandinas	Huallata (<i>Chloephaga melanoptera</i>), gaviotas, patos silvestres, gavián andino	Especies asociadas a bofedales y cuerpos de agua; algunas de interés para conservación.
Mamíferos menores	Roedores y pequeños carnívoros altoandinos	Rol ecológico en la cadena trófica local.

Nota. Los registros de fauna silvestre provienen de las exámenes de campo en Molloccahua.

La tabla 11, se muestra la fauna silvestre el cual estuvo compuesta principalmente por aves altoandinas, como la huallata, gaviotas y patos silvestres, además de rapaces como el gavilán andino. Estas especies se asociaron estrechamente a los bofedales y humedales altoandinos, lo que subrayó la importancia de estos ecosistemas como hábitats críticos. Asimismo, se registraron pequeños mamíferos que cumplen funciones ecológicas relevantes en la cadena alimenticia. Estos hallazgos demostraron la fragilidad del ecosistema frente a cambios en la disponibilidad hídrica.

Tabla 12

Fauna doméstica identificada en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Especie doméstica	Observaciones
Ovinos	Ganado predominante; principal fuente de carne y lana.
Vacunos	Criados en menor número; fuente de carne y lácteos.
Camélidos andinos	Llamas y alpacas; utilizados para transporte y fibra.
Equinos	Usados como animales de carga y transporte.

Nota. La información sobre fauna doméstica se recopiló de entrevistas comunales, de la línea base socioambiental del EIA y de las observaciones de campo en la zona de influencia de la sistemática de regadío del afluente Huichuma, sector Candaña.

En la tabla 12, se observa que la fauna doméstica representó un componente esencial en la existencia económica y cultural de Molloccahua. Los ovinos fueron el ganado predominante, valorado por la producción de

carne y lana, mientras que los vacunos complementaron la dieta con carne y lácteos. Los camélidos, principalmente llamas y alpacas, además de ser fuente de fibra, cumplieron un rol en el transporte local. Los equinos, por su parte, se utilizaron como animales de carga en las labores agrícolas y de traslado. La coexistencia de fauna doméstica con ecosistemas de bofedales y pajonales reflejó la interdependencia entre biodiversidad y subsistencia comunal.

Con respecto al medio biótico, los resultados mostraron un ecosistema altoandino en el que la flora, fauna silvestre y animales domésticos conformaron una red de interacciones clave para el equilibrio ambiental y el sustento de la comunidad. La presencia de bofedales y especies nativas resaltó la necesidad de una administración cuidadosa del recurso del H₂O, de manera que el sistema de riego fortalezca la productividad agrícola sin comprometer la biodiversidad local.

✓ **Medio Socioeconómico:**

El análisis del medio socioeconómico en la zona de influencia del sistema de regadío del afluente Huichuma permitió comprender la organización comunal, las actividades productivas y las características poblacionales vinculadas al uso del recurso hídrico. Estos resultados reflejaron no solo la estructura económica asentada en la agronomía y ganadería de subsistencia, sino también la importancia de la cohesión social y de las fundaciones locales en la gestión del H₂O y del territorio

Tabla 13

Organización comunal en la comunidad de Mollocacahua – sector Candaña.

Componente	Descripción
Autoridades comunales	Presidente comunal y directiva elegida con mandatos de dos años.
Autoridad local	Teniente gobernador o agente municipal, encargado del orden y la coordinación con instituciones externas.
Participación social	Asamblea comunal como espacio de toma de decisiones colectivas.

Nota. La información sobre organización comunal proviene de entrevistas comunitarias, en la comunidad de Mollocacahua – sector Candaña.

La tabla 13, muestra la organización comunal de Mollocacahua, el cual se basó en estructuras tradicionales de gobernanza, donde el presidente comunal y la asamblea constituyeron los ejes de decisión. La presencia de un teniente gobernador o agente municipal reforzó la articulación con entidades externas, garantizando representación y orden social. Esta organización reflejó la capacidad de la comunidad para gestionar proyectos de infraestructura, como el sistema de riego, mediante una estructura participativa y legítima.

Tabla 14

Actividades económicas predominantes en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma.

Actividad	Descripción
Agricultura de subsistencia	Cultivos de papa, avena, cebada, alfalfa y pastos cultivados.

Ganadería extensiva	Ovinos, vacunos, camélidos y equinos como fuentes de carne, lana, lácteos y transporte.
Complementarias	Venta ocasional de excedentes agrícolas y ganaderos en ferias locales.

Nota. La información económica se recopiló de la línea base socioeconómica del EIA y de observaciones en campo de la comunidad de Mollocchahua – sector Candaña.

La tabla 14, se observa que la economía local estuvo sustentada principalmente en la agronomía de subsistencia y la ganadería pastoril, donde los cultivos andinos y el pastoreo garantizaron la seguridad alimentaria familiar. La comercialización de excedentes en ferias locales constituyó una fuente secundaria de ingresos, aunque limitada. Esta dinámica productiva evidenció la fuerte dependencia del recurso del H₂O y la relevancia de la sistemática de regadío como factor de seguridad y resiliencia económica.

Tabla 15

Delimitación del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del sistema de riego del río Huichuma.

Área de influencia	Características
Área de influencia directa (AID)	Incluyó la zona de captación, cisterna, cámaras rompe presión, sistemas de paneles solares, reservorios y canales principales.
Área de influencia indirecta (AII)	Comprendió las viviendas beneficiarias, terrenos agrícolas irrigados y comunidades vinculadas al uso del recurso hídrico.

Nota. La circunscripción de la zona de influencia se obtuvo del plano oficial del proyecto, brindada por la Municipalidad Distrital de Alto Pichigua.

La tabla 15, enseña la circunscripción de la zona de influencia permitió distinguir entre los espacios directamente intervenidos por las obras y aquellos que, si bien no fueron ocupados físicamente, se vieron beneficiados o condicionados por la disponibilidad del recurso hídrico. El AID correspondió a la infraestructura hidráulica principal, mientras que el AIi integró a las familias usuarias y a las áreas agrícolas. Esta diferenciación resultó clave para el análisis de impactos, al reconocer tanto los efectos inmediatos de la obra como las implicancias sociales y económicas en el ámbito comunal.

En conjunto, para el medio socioeconómico, los resultados demostraron que la comunidad de Mollocachua es un espacio organizado, productivo y resiliente, donde la estructura comunal, las prácticas agrícolas y la ganadería conformaron un sistema de vida interdependiente con el agua. La ejecución de la sistemática de regadío no solo respondió a una necesidad técnica, sino que se configuró como una oportunidad para fortificar la seguridad alimenticia, la economía familiar y la cohesión social en el sector Candaña.

4.1.2. Impactos ambientales asociados a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña.

El examen de los impactos circunstancial permitió valorar de manera sistemática los efectos coligados a la edificación y maniobra del sistema de regadío del río Huichuma en el sector Candaña. Para ello, se aplicaron metodologías de evaluación reconocidas que integraron criterios como magnitud, duración, extensión, reversibilidad e importancia, lo que posibilitó identificar impactos tanto negativos como positivos. Este procedimiento



aseguró una valoración objetiva y comparativa entre los desiguales mecanismos del medio físico, biótico y socioeconómico, proporcionando una visión clara sobre las transformaciones creadas por el proyecto.

Antes de presentar los impactos ambientales reconocidos en las fases de edificación, operación y sustento del sistema de regadío del afluente Huichuma, se consideró necesario detallar previamente las actividades específicas contempladas en cada etapa. Esta descripción permitió establecer una relación directa entre las operaciones desarrolladas y los efectos potenciales sobre el medio físico, biótico y socioeconómico, garantizando así una mayor claridad y coherencia en el análisis de los resultados.

ACTIVIDADES POR ETAPA:

➤ Etapa de construcción:

La etapa de edificación del sistema de riego del afluente Huichuma constituyó una de las fases más críticas del proyecto, ya que implicó la ejecución de actividades que generaron transformaciones directas sobre el medio físico y biótico. Durante esta fase se llevaron a cabo acciones necesarias para preparar el terreno, habilitar accesos y disponer de infraestructura temporal que garantizara el desarrollo de las obras. Asimismo, se movilizaron equipos, materiales y personal técnico, lo que implicó intervenciones puntuales en el suelo, la vegetación y las vías comunales. Estas actividades, aunque temporales, marcaron el inicio de los procesos constructivos y fueron el punto de emigración para la identificación de los impactos circunstanciales asociados, los cuales se detallan posteriormente.

Tabla 16

Actividades previstas en la etapa de construcción del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Actividad	Descripción
Limpieza del terreno	Consistió en la remoción, transporte y disposición de la capa vegetal hasta una hondura de 0,20 m en todas las áreas de edificación, conforme al replanteo inicial de la obra. Se efectuó en zonas destinadas a instalaciones provisionales y a obras permanentes, dejando el terreno libre de vegetación y apto para el inicio de los trabajos.
Construcción de instalaciones provisionales	Se levantaron una oficina técnica, un almacén de herramientas y materiales, y una caseta de vigilancia, distribuidos en un área aproximada de 200 m ² . Las instalaciones se construyeron con losas de concreto, muros de madera y techos de calamina, contando además con baños químicos y lavatorios.
Mejoramiento de caminos de acceso	Se acondicionaron trochas y caminos de una sola vía para garantizar la conectividad entre los componentes del proyecto y la tubería principal de conducción, facilitando el ingreso de maquinaria y materiales.
Transporte y movilización de equipos y maquinaria	Se trasladaron materiales, herramientas y equipos desde los almacenes hasta las zonas de obra. Se utilizaron tractores de oruga, retroexcavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras, volquetes y martillos neumáticos.
Trazo y replanteo parcelario	Se ejecutó la sitio e identificación de los diversos elementos de obra según planos, empleando recursos humanos, equipos topográficos y materiales de señalización como pintura y cal hidratada.
Movimiento de tierras	Incluyó excavaciones de zanjas en terreno natural, rectificación y preservación de perfiles, así como el carguío, transporte y disposición del material en zonas autorizadas.
Obras civiles	Comprendieron la construcción de cámaras repartidoras de caudal, cajas de concreto para válvulas y llaves de paso, entre otras estructuras. Se realizaron excavaciones, nivelaciones, compactación manual y colocación de concreto ($f'c=210$ kg/cm ²), conforme a normas ACI 318-77 y ASTM.
Cama de apoyo	Consistió en la colocación de material seleccionado en el fondo de las zanjas (arena gruesa, gravilla o roca triturada según el tipo de terreno)

	con un espesor mínimo de 0,10 m, debidamente compactado, para brindar soporte uniforme a las tuberías.
Distribución y tendido de tuberías	Se efectuó la distribución, tendido y unión de tuberías de HDP en las zanjas, utilizando herramientas manuales y siguiendo el diseño hidráulico.
Relleno y compactado de zanjas	Se rellenaron las zanjas con material seleccionado, realizando compactación en capas hasta conseguir el nivel del terreno natural, de acuerdo con las especificaciones técnicas.
Eliminación de materiales excedentes	El material no reutilizable proveniente de excavaciones fue transportado y dispuesto en lugares autorizados, empleando volquetes y cargadores frontales o retroexcavadoras según la accesibilidad.
Utilización de maquinaria y equipos	Durante toda la fase constructiva se emplearon equipos pesados (retroexcavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras, etc.), garantizando eficiencia en el movimiento de tierras y ejecución de obras.
Instalación del sistema de riego	Se realizaron el tendido y montaje de la infraestructura hidráulica, siguiendo el plano hidráulico del proyecto, con la colocación de accesorios y equipos requeridos.
Generación de residuos y efluentes	Producto de las actividades constructivas se generaron residuos sólidos (empaques, restos de obra, excedentes) y efluentes líquidos (procedentes de talleres y servicios higiénicos), los cuales requirieron manejo adecuado.

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y de observaciones directas realizadas en el área de influencia.

La tabla 16, presenta de manera sistemática las diligencias consideradas en el período de construcción de la sistemática de regadío del río Huichuma, sector Candaña. Se identificó que esta fase comprendió un conjunto de acciones iniciales, intermedias y finales que permitieron preparar el terreno, instalar la infraestructura hidráulica y dejar operativos los componentes principales del proyecto.

Entre las actividades más relevantes destacaron la limpieza del terreno y el trazo y replanteo parcelario, que sentaron los centros para el inicio de obra.

Posteriormente, se ejecutaron labores como el corriente de tierras, la distribución de cama de apoyo y la distribución y tendido de tuberías, que aseguraron la correcta instalación de la red hidráulica. De manera paralela, se levantaron obras civiles complementarias (cajas de concreto, cámaras repartidoras, válvulas y llaves de paso) con especificaciones técnicas de resistencia y calidad exigidas por norma.

Asimismo, la tabla recoge actividades logísticas y de soporte, como la construcción de instalaciones provisionales (oficina, depósito y caseta de guardianía), la mejora de caminos de camino y la reunión de maquinaria y equipos, indispensables para avalar la unión de los adeudos en un entorno geográficamente complejo. Finalmente, se reconocieron procesos asociados al cierre parcial de frentes de obra, como el relleno y tupido de zanjas, la exclusión de materiales supernumerarios y la gestión de residuos y efluentes, que fueron esenciales para minimizar los impactos negativos y mantener condiciones adecuadas de seguridad y salubridad.

➤ **Etapas de operación:**

La época de operación del sistema de regadío del afluente Huichuma consistirá en un conjunto de actividades destinadas a garantizar su adecuado funcionamiento, optimar el uso del recurso del H₂O y asegurar la productividad agrícola de la comunidad de Mollocachua. Estas acciones abarcarán tanto la manipulación de la infraestructura hidráulica como las labores agrícolas propias del ciclo productivo, a partir el preparativo de la superficie hasta la cosecha y el manejo de residuos.

Tabla 17

*Actividades previstas en la etapa de operación del sistema de riego del río
Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocagua.*

Actividad	Descripción
Manipulación de captación, línea de conducción y reservorios	Se obtendrá el recurso hídrico desde la obra de captación y se trasladará a los reservorios, garantizando la disponibilidad del agua para el regadío por aspersión.
Manipulación de cajas repartidoras, válvulas y llaves de paso	Se ejecutará la apertura, regulación y cierre de caudales mediante la operación de tomas laterales, válvulas y llaves de paso del sistema.
Preparación del suelo para el cultivo	Los comuneros realizarán la preparación del suelo con herramientas manuales, adecuándolo para recibir la siembra.
Siembra	Se colocarán las semillas directamente en el suelo, empleando el método de siembra por filas, tal como se practica en la zona.
Aplicación de insumos químicos	Se aplicarán fertilizantes y plaguicidas, principalmente urea y superfosfato, con el fin de optimar la productividad de los cultivos.
Operación del sistema de riego	Se realizará la apertura y cierre de válvulas, la medida de presión, el funcionamiento del sistema de filtrado y la inspección de laterales para asegurar un riego uniforme.
Cosecha	Se recolectarán los productos agrícolas de manera manual, garantizando la conservación de los cultivos.
Postcosecha	Se procederá a la eliminación de los desechos generados en la cosecha, principalmente mediante la quema de residuos vegetales, tal como es práctica habitual en la comunidad.

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y de observaciones directas en campo ejecutadas en la zona de influencia.

La tabla 17, detalla las diligencias previstas en el período de operación, las cuales abarcarán tanto la gestión hidráulica como las labores agrícolas. En el primer caso, se considera el manejo de la captación, línea de conducciones, reservorios, cajas repartidoras y válvulas, actividades que permitirán regular de manera eficiente la oferta de agua para riego. En el segundo, se incluyen las labores productivas realizadas por los comuneros: la preparación del suelo, la siembra, la aplicación de fertilizantes, la cosecha y el manejo de residuos.

Cabe resaltar que las operaciones de la sistemática de riego constituirán el eje central de esta fase, pues de ella dependerá el suministro adecuado y oportuno de agua. Del mismo modo, las actividades de cosecha y postcosecha tendrán un impacto directo en la economía familiar y en la sostenibilidad del recurso, ya que la quema de residuos deberá ser gestionada adecuadamente para evitar afectaciones ambientales.

En conjunto, estas actividades permitirán que el sistema de riego funcione de manera eficiente, incrementando la producción agrícola y fortaleciendo la seguridad alimenticia de la comunidad de Mollocagua.

➤ **Etapas de mantenimiento:**

La fase de mantenimiento de la sistemática de riego del río Huichuma estará orientada a preservar en óptimas condiciones la infraestructura hidráulica y garantizar la sostenibilidad del servicio a lo largo del tiempo. Esta fase comprenderá actividades técnicas, organizativas y comunitarias que se llevarán a cabo de manera periódica, con el fin de prevenir deterioros, corregir

fallas y asegurar la continuidad del riego en beneficio de la comunidad de Mollocachua.

Tabla 18

Actividades previstas en la etapa de mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocachua.

Actividad	Descripción
Mantenimiento del canal y reservorios	Se realizará la limpieza de sedimentos y maleza en el canal y las tuberías de conducción. Asimismo, se llevará a cabo el mantenimiento de reservorios, válvulas de apertura y cámaras rompe presión. Para el control de maleza se emplearán herramientas manuales (pico, lampa, rastrillo) y, en algunos casos, insumos químicos. En situaciones de colmatación, las cámaras y reservorios se limpiarán mediante herramientas manuales, válvulas de lavado o sistemas de rebose.
Mantenimiento de equipos de aplicación de insumos químicos	Se revisará periódicamente el funcionamiento de los equipos utilizados para la aplicación de fertilizantes, evitando la acumulación de compuestos poco solubles en el fondo del estanque donde se prepara la solución madre.
Mantenimiento del sistema de riego	Se ejecutará la limpieza de filtros, el purgado y la desinfección de tuberías de conducción y distribución, así como la limpieza de los laterales de riego (mangueras de polietileno). También se contemplará la reparación de tuberías y accesorios, garantizando un adecuado funcionamiento del sistema.

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y de observaciones directas en campo.

La tabla 18, muestra las diligencias de la fase de sustento, las cuales estarán enfocadas en la conservación preventiva y correctiva del sistema de



riego. El sustento del canal y cisternas permitirá mantener libre de sedimentaciones y maleza las estructuras hidráulicas, asegurando un flujo continuo de agua y evitando pérdidas por obstrucción. El uso de herramientas manuales y, en casos específicos, de insumos químicos, garantizará la efectividad de estas acciones.

El sustento de mecanismos de aplicación de gastos químicos resulta clave para evitar fallas en el suministro de nutrientes a los cultivos, previniendo problemas derivados de acumulaciones o bloqueos en los estanques de preparación de soluciones.

Finalmente, el sustento del sistema de regadío abarcará la limpieza, desinfección y reparación de tuberías y accesorios, asegurando que el H₂O alcance de forma eficaz y uniforme a las parcelas. Estas acciones en conjunto asegurarán que la infraestructura hidráulica conserve su capacidad de servicio y continúe siendo un soporte fundamental para la productividad rural y el bienestar de la colectividad de Mollocchahua.

Análisis matricial de los impactos ambientales en las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma:

En el marco del análisis matricial, se estableció la correspondencia entre las acciones del plan y los componentes ambientales susceptibles de ser presumidos en cada fase. Esta aproximación permitió identificar de manera sistemática las interacciones más relevantes en la construcción, operaciones y sustento del sistema de regadío de la afluyente Huichuma, asegurando una visión integral de los impactos potenciales.

Tabla 19

Matriz de doble entrada entre componentes ambientales y acciones del proyecto en las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma.

		Componentes del ambiente											
		Físico				Biótico				Socioeconómico			
ETAPAS	Componentes y acciones del Proyecto	Atmósfera	Geología	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Biótica	Uso del	Humano	Económico	Demográfico
Construcción	Limpieza de terreno	x		x	x	x	x	x			x	x	
	Construcción de oficina provisional, almacén y caseta de guardianía	x	x	x		x	x	x			x	x	
	Mejoramiento de caminos y acceso	x		x							x	x	
	Transporte y movilización de equipos y maquinarias	x		x	x						x		
	Trazo y replanteo parcelario			x									
	Movimiento de tierras	x	x	x	x	x	x	x			x		
	Obras civiles	x	x	x	x	x		x			x		
	Construcción de la cama de apoyo	x		x	x								
	Distribución y tendido de las tuberías	x		x									
	Relleno y compactado de zanjas	x		x	x	x							

La tabla 19, presenta una matriz de doble ingreso en la que se cruzaron las acciones determinadas del proyecto con los componentes del ambiente físico, biótico y socioeconómico. De este modo, se identificó qué factores ambientales resultaron más sensibles frente a las intervenciones previstas en cada fase del proyecto. Durante la construcción, las actividades de mayor interacción fueron la limpieza del terreno, el corriente de tierras y las obras civiles, las cuales afectaron de forma simultánea al suelo, agua, flora y uso del territorio. En la operación, el manejo de la atracción, la conducción de agua y la aplicación de fertilizantes mostraron relación directa con los recursos del H₂O, las biodiversidades y el mecanismo socioeconómico. Finalmente, en la etapa de mantenimiento, actividades como la limpieza de canales y reservorios y el mantenimiento del sistema de riego se asociaron principalmente al componente físico (suelo, agua) y al social, reforzando la importancia del cuidado continuo de la infraestructura.

En conjunto, la matriz evidenció que, si bien los impactos negativos se concentraron principalmente en la fase de edificación que están asociados a la remoción de suelos, corriente de tierras, afectación temporal de la vegetación y generación de residuos, estos efectos resultaron de carácter localizado, de corta duración y con posibilidad de ser mitigados por medio de la diligencia de medidas ambientales adecuadas. Por el contrario, los impactos positivos vinculados a la etapa de mantenimiento y operación predominaron de manera clara en el mediano y largo plazo, destacando la mejora en la medio de H₂O para regadío, el acrecentamiento de la producción agraria, el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y la consolidación de la organización comunal en la gestión del recurso del H₂O.

Tabla 20

Impactos ambientales identificados en la fase de construcción del sistema de riego del río Huichuma – sector Candaña.

Componente	Impacto identificado	Signo	Intensidad	Duración	Reversibilidad	Valoración
Suelo	Remoción de capa vegetal, movimiento de tierras y compactación	Negativo	Moderada	Temporal	Parcialmente reversible	Impacto Moderado
Aire	Emisión de material particulado (polvo) por maquinaria y tránsito	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Impacto Bajo
Agua	Incremento puntual de turbidez en escorrentías de obra	Negativo	Moderada	Corta	Reversible	Impacto Bajo-Moderado
Ruido	Generación de ruido por maquinaria y transporte	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Impacto Bajo
Flora	Afectación puntual de pajonales y céspedes de puna	Negativo	Moderada	Temporal	Reversible con revegetación	Impacto Bajo-Moderado
Fauna	Alteración temporal de hábitats por presencia de maquinaria	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Impacto Bajo
Social	Generación de empleo local y dinamización económica	Positivo	Moderada	Corta	No aplica	Impacto Positivo Moderado

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y observaciones directas en la zona de influencia.



La tabla 20, muestra los principales impactos ambientales reconocidos en la fase de construcción de la sistemática de regadío del afluente Huichuma, sector Candaña. Los resultados evidencian que la superficie fue uno de los mecanismos más presumidos, debido a la remoción de capa vegetal y movimiento de tierras, clasificado como un impacto moderado y parcialmente reversible; asimismo, la manifestación de material particulado y sonido por maquinaria y tránsito generaron impactos bajos, de carácter temporal y completamente reversibles.

En cuanto al agua, se identificó un incremento puntual de turbidez en las escorrentías superficiales a lo largo de las diligencias de movimiento y excavación de tierras, lo que puede afectar temporalmente la calidad del recurso hídrico y las disponibilidades para consumo o riego. Este efecto fue clasificado como un impacto bajo-moderado, de corta duración y reversible mediante medidas de control de sedimentos y manejo adecuado de excedentes. Por su parte, la flora experimentó una afectación moderada sobre pajonales y céspedes de puna, debido a la eliminación de cubierta vegetal en las zonas de obra; sin embargo, este impacto se consideró parcialmente reversible siempre que se apliquen programas de revegetación y restauración de la cobertura natural en las zonas intervenidas.

Finalmente, la fauna experimentó una alteración temporal de hábitats por la presencia de maquinaria, catalogada como un impacto bajo y reversible. En conjunto, estos resultados confirman que la fase constructiva concentró efectos negativos localizados y de corta duración, que podrán ser mitigados con un manejo ambiental adecuado, sin comprometer la sostenibilidad del ecosistema ni de la comunidad beneficiaria.

Tabla 21

Impactos ambientales identificados en la fase de operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma – sector Candaña.

Componente	Impacto identificado	Signo	Intensidad	Duración	Reversibilidad	Valoración
Agua	Mayor disponibilidad hídrica para riego agrícola	Positivo	Alta	Permanente	No aplica	Impacto Muy Significativo
Suelo	Riesgo de salinización y compactación por riego inadecuado	Negativo	Baja-Moderada	Prolongada	Reversible con manejo	Impacto Bajo-Moderado
Flora	Incremento de áreas cultivadas y forrajeras	Positivo	Moderada	Permanente	No aplica	Impacto Positivo Significativo
Fauna	Posible desplazamiento por intensificación agrícola	Negativo	Baja	Prolongada	Parcialmente reversible	Impacto Bajo
Social	Mejora en la seguridad alimentaria y organización comunal	Positivo	Alta	Permanente	No aplica	Impacto Muy Significativo
Económico	Incremento en productividad agrícola y ganadera	Positivo	Alta	Permanente	No aplica	Impacto Muy Significativo

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y observaciones directas en la zona de influencia.



La tabla 21, presenta los impactos ambientales reconocidos en la fase de operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma, donde se observa un predominio de efectos positivos de carácter permanente y alta significancia. El agua resultó ser el componente más beneficiado, dado que la infraestructura instalada permitirá asegurar una mayor disponibilidad hídrica para el riego agrícola, clasificada como un impacto muy significativo, de alta intensidad y duración permanente. En el caso del suelo, se reconoció el riesgo de salinización y compactación por prácticas inadecuadas de riego, con un valor de impacto bajo-moderado y reversible mediante un manejo adecuado del recurso.

En cuanto a la flora, se identificó un impacto positivo importante relacionado con el incremento de áreas cultivadas y forrajeras, lo que ayuda derechamente a la seguridad alimenticia y al sostenimiento de la ganadería local. Para la fauna, se previó un posible desplazamiento de especies por la intensificación agrícola, clasificado como un impacto bajo y parcialmente reversible si se adoptan medidas de conservación de hábitats.

Los componentes social y económico mostraron los impactos más relevantes en esta fase. En el ámbito social, la maniobra del sistema de regadío permitirá una mejora en la seguridad alimentaria y en la organización comunal, mientras que en el aspecto económico se proyecta un incremento en la productividad agrícola y ganadera. Ambos fueron clasificados como impactos muy significativos, de alta intensidad y permanentes, lo que resalta la importancia de la sistemática de regadío como motor de desarrollo en la colectividad de Mollocchahua.

Tabla 22

Matriz de Leopold simplificada para el análisis de impactos ambientales del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Acciones del proyecto	Suelo	Agua	Aire	Flora	Fauna	Social- económico	Valoración general
Etapas de construcción							
Limpieza del terreno	-2	-1	0	-2	-1	+1	Impacto moderado negativo con beneficio social puntual
Construcción de instalaciones provisionales	-1	-1	0	-1	-1	+2	Impacto bajo negativo, positivo en organización comunal
Mejoramiento de caminos de acceso	-2	-1	-1	-1	-1	+2	Impacto mixto: físico-biótico negativo, social positivo
Transporte y movilización de equipos	-1	0	-2	-1	0	+1	Impacto bajo negativo, beneficio laboral local
Trazo y replanteo parcelario	-1	-1	0	-1	0	+1	Impacto bajo negativo, temporal y reversible
Movimiento de tierras	-3	-2	-1	-2	-1	0	Impacto negativo significativo en suelo y agua
Obras civiles (cámaras, cajas, estructuras)	-2	-1	0	-1	-1	+2	Impacto mixto: físico-biótico negativo, social positivo
Construcción de la cama de apoyo	-2	-1	0	-1	-1	0	Impacto bajo-moderado negativo



Distribución y tendido de tuberías	-2	-1	0	-1	-1	+1	Impacto bajo negativo con beneficio en infraestructura
Relleno y compactado de zanjas	-2	-1	0	-1	-1	0	Impacto bajo-moderado negativo, reversible
Eliminación de materiales excedentes	-2	-2	0	-1	-1	-1	Impacto moderado negativo si no se gestiona
Operación de maquinaria y equipos	-1	-1	-2	-1	-1	+1	Impacto bajo negativo con beneficio temporal
Instalación del sistema de riego	-2	-1	0	-1	-1	+2	Impacto mixto: físico-biótico negativo, social positivo
Generación de residuos y efluentes	-2	-2	0	-1	-1	-1	Impacto moderado negativo si no se controla
Etapas de operación							
Manipulación de captación, conducción y reservorios	-1	-2	0	-1	-1	+3	Impacto positivo en lo social, moderado en ambiente
Manipulación de cajas, válvulas y llaves de paso	-1	-1	0	0	0	+2	Impacto bajo negativo, positivo en gestión comunal
Preparación del suelo para cultivo	-2	-1	0	-2	-1	+3	Impacto mixto: físico-biótico negativo, social positivo
Siembra	-1	-1	0	-2	-1	+2	Impacto mixto: físico negativo, social positivo

Aplicación de fertilizantes y plaguicidas	-2	-3	0	-2	-2	+1	Impacto negativo alto si no hay buenas prácticas
Operación del sistema de riego	-1	+3	0	+2	+1	+3	Impacto mayoritariamente positivo en productividad
Cosecha	-1	-1	0	-1	-1	+2	Impacto bajo negativo con beneficios sociales
Postcosecha	-1	-1	0	-1	-1	+1	Impacto bajo negativo por manejo de residuos
Etapas de mantenimiento							
Mantenimiento del canal y reservorio	-1	+2	0	+1	+1	+2	Impacto positivo en recurso hídrico y social
Mantenimiento de equipos para fertilización	0	+2	0	0	0	+2	Impacto positivo en eficiencia y organización
Mantenimiento del sistema de riego	0	+2	0	0	0	+2	Impacto positivo en eficiencia y durabilidad

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y observaciones directas en la zona de influencia. Los valores (–3 a +3) expresan la dirección e intensidad relativa del efecto, estimados mediante juicio experto y contrastados con la línea base.

La tabla 22 presenta la matriz de Leopold adaptada para el examen de los efectos ambientales de la sistemática de regadío del río Huichuma, sector Candaña. Dicha matriz relaciona las actividades del proyecto en sus fases de construcción, operación y mantenimiento con los componentes ambientales (suelo, agua, aire, flora, fauna y socioeconómico), adjudicando una calificación semicuantitativa en una escala de -3 (impacto negativo severo) a +3 (impacto positivo significativo).

En la etapa de construcción se concentraron los efectos negativos más relevantes sobre suelo y agua: el movimiento de tierras (-3 en suelo; -2 en agua) y la eliminación de materiales excedentes (-2 en suelo y agua) resultaron las acciones más sensibles por remover la capa edáfica, generar sedimentos y modificar perfiles; otras actividades constructivas (cama de apoyo, tendido de conducciones, relleno/compactado) mantuvieron valores negativos bajos-moderados (-1 a -2) por afectación puntual de flora y disturbio local de hábitats, mientras que el transporte y movilización de equipos incidió sobre aire (-2) por material particulado. Pese a ello, se registraron efectos sociales positivos (hasta +2) por construcción de instalaciones provisionales, mejoramiento de accesos e instalación del sistema, asociados a empleo, organización y accesibilidad.

En la fase de operaciones, se observó un cambio de tendencia respecto a la fase constructiva, con un claro predominio de impactos positivos y permanentes. Las operaciones de la sistemática de regadío destacaron por sus beneficios en la disponibilidad hídrica (+3 en agua), el incremento de la productividad agrícola y ganadera (+3 en social) y el fomento de la gobernanza del recurso (+2 en flora, al favorecer la cobertura vegetal cultivada). También resultaron favorables las

actividades de manipulación de infraestructura hidráulica (válvulas, cajas y reservorios), que aportaron impactos positivos en el componente social (+2) al facilitar la organización comunal del riego. Asimismo, los procesos productivos como la siembra y la preparación de suelos generaron impactos sociales significativos (+2 a +3), vinculados al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y al incremento de áreas de cultivo; sin embargo, estos mismos procesos ocasionaron efectos negativos bajos a moderados (−1 a −2 en superficie, H₂O y flora), asociados a la remoción de cobertura natural y a la mayor escorrentía superficial. El principal riesgo identificado en esta fase fue la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, que alcanzó los valores negativos más altos (−3 en agua; −2 en flora y fauna). Este impacto se relaciona con la posibilidad de lixiviación de nutrimentos, eutrofización de entidades de H₂O y afectación de la biota terrestre y acuática, por lo que requiere la ejecución de buenas experiencias agrarias, tales como el uso de dosis adecuadas, la aplicación controlada en momentos oportunos y el establecimiento de franjas de protección en torno a los cauces.

Durante la fase de conservación del sistema de riego del río Huichuma se reconocieron tres labores fundamentales: preservación del canal y embalse, cuidado de equipos de fertilización y mantenimiento de la infraestructura de riego. Estas intervenciones manifestaron predominantemente efectos favorables, tanto en el ámbito físico como social. La conservación del canal y embalse producirá ventajas inmediatas en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico, al asegurar la remoción de sedimentos y vegetación acuática, lo que se refleja en un impacto positivo sobre el agua (+2), adicionalmente de coadyuvar a la protección de la flora y fauna (+1) vinculadas a estos ecosistemas acuáticos,

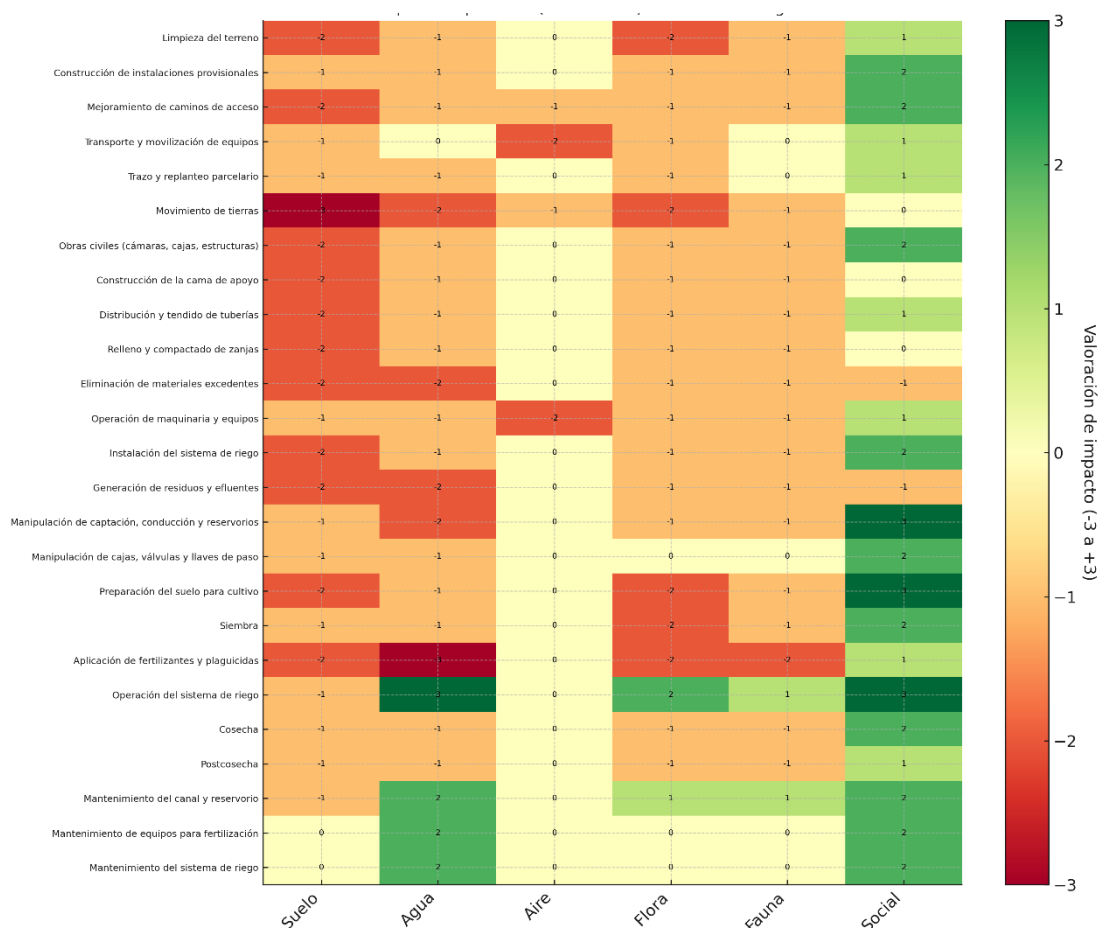


y al robustecimiento de la estructura organizativa comunitaria (+2). Por su parte, el mantenimiento de equipos para la aplicación de fertilizantes tendrá efectos positivos en la eficiencia de las prácticas agrícolas, evitando pérdidas de insumos y reduciendo el riesgo de acumulación de compuestos poco solubles; este impacto se refleja en agua (+2) y en el componente social (+2). Finalmente, el sustento del sistema de riego permitirá extender la vida útil de la infraestructura y asegurar la entrega uniforme del caudal, lo que representa impactos positivos en la eficiencia hídrica (+2 en agua) y en la sostenibilidad social (+2).

Finalmente, la matriz evidencia que los impactos perjudiciales se reúnen en actividades constructivas (temporales y manejables con control de sedimentos, revegetación y manejo de residuos), mientras que en operación y mantenimiento dominan beneficios sostenibles en agua, productividad y organización comunal, orientando la priorización de medidas: control de erosión, barreras de retención y zanjias de coronación; manejo responsable de agroquímicos (dosis, oportunidad, franjas de protección); y rutinas de limpieza, reparación y estabilización de taludes.

Figura 5

Representación gráfica de la Matriz de Leopold simplificada para el análisis de impactos ambientales del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.



La figura 5 presenta la visualización gráfica de la Matriz de Leopold adaptada, en la cual se relacionaron las acciones del proyecto durante las etapas de construcción, funcionamiento y conservación con los principales factores ambientales (suelo, agua, aire, flora, fauna y socioeconómico). Las valoraciones se expresaron mediante una escala de -3 (efecto negativo severo) a +3 (efecto positivo significativo), utilizando una escala de colores que permite visualizar con mayor claridad la magnitud y la dirección de cada impacto.



En la etapa de construcción, los colores rojos y anaranjados predominan en los componentes suelo, agua y flora, reflejando impactos negativos moderados a severos, principalmente por el tendencia de tierras, la remoción de cubierta vegetal y la generación de residuos. Sin embargo, se aprecian celdas en verde en el componente social, vinculadas a los beneficios de empleo y organización comunal.

Durante la operación, los tonos verdes se intensifican en agua, flora y social, destacando los impactos positivos asociados a la mayor disponibilidad hídrica, la productividad agrícola y el fortalecimiento de la organización comunal. Los impactos negativos más notorios (rojos) corresponden al uso de fertilizantes y plaguicidas, que afectan principalmente al agua, flora y fauna.

Finalmente, en la fase de mantenimiento, se observa un predominio de celdas verdes en agua y social, lo que evidencia que las acciones de limpieza de canales, mantenimiento de equipos y conservación del sistema contribuyen de manera significativa a la sostenibilidad del recurso del H₂O y a la eficiencia operativa del sistema.

Valoración de impactos ambientales:

La valoración de impactos circunstanciales constituye una etapa clave dentro del análisis, ya que permite cuantificar y jerarquizar los efectos identificados en las fases de edificación, operación y sostenimiento del sistema de regadío del río Huichuma.

Tabla 23

Valoración semicuantitativa de los impactos ambientales identificados en la fase de construcción del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.

Valoración de Impactos Ambientales														
Etapa de Construcción														
Puntaje		Importancia	Valor Asignado a las constantes											
			W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	Suma
<2 Puntos		Irrelevante	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	W R	
2 - 5 Puntos		Moderado	0.30	0.20	0.10	0.10	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	1.00
<5 - 8 Puntos		Severo												
>8 Puntos		Crítico												
Positivo														
			Valor asignado a cada parámetro											Valor
Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R	del impacto
C-001	Generación de material particulado	Negativo	4	3	5	2	2	1	5	3	10	2	5	3.56
C-002	Generación de gases	Negativo	2	1	5	2	2	2	5	3	10	5	5	2.76



C-003	Generación de ruido	Negativo	2	1	5	2	2	1	5	3	10	2	2	2.41
C-004	Generación de polvo	Negativo	4	3	3	2	2	2	5	3	10	5	7	3.66
C-005	Erosión del suelo	Negativo	4	3	5	10	10	5	5	10	10	5	10	5.65
C-006	Alteración de propiedades físicas del suelo (densidad, textura)	Negativo	4	3	3	2	5	5	5	3	10	5	10	4.14
C-007	Contaminación del suelo	Negativo	4	3	3	5	5	5	5	3	10	2	7	4.14
C-008	Cantidad de agua	Negativo	2	1	5	2	2	1	5	3	10	5	7	2.81
C-009	Alteración del nivel freático	Negativo	2	1	5	2	5	2	2	3	10	2	2	2.55
C-010	Alteración en el drenaje del suelo	Negativo	2	1	5	5	5	2	2	3	10	2	5	3.00
C-011	Incremento de la escorrentía superficial	Negativo	4	3	5	5	5	2	5	3	10	2	7	4.19
C-012	Contaminación del agua	Negativo	4	3	5	2	10	5	5	3	3	3	7	4.18
C-013	Perdida de la cobertura vegetal	Negativo	2	3	5	2	2	2	2	3	10	5	5	3.07
C-014	Especies nativas	Negativo	2	3	5	2	2	2	2	3	10	2	5	2.92
C-015	Alteración del hábitat de la flora	Negativo	2	3	3	2	5	5	2	3	10	5	5	3.20
C-016	Alteración del hábitat de la fauna	Negativo	2	3	5	2	2	2	2	3	10	5	5	3.07
C-017	Generación de vectores	Negativo	1	1	3	2	5	2	2	3	3	2	5	1.99



C-018	Alteración de la vista panorámica del paisaje	Negativo	2	3	3	2	5	2	2	3	10	5	5	3.05
C-019	Alteración de la estética del paisaje	Negativo	2	3	3	2	5	2	2	3	10	10	5	3.30
C-020	Generación de molestias en la población	Negativo	1	1	5	2	2	2	2	3	3	2	2	1.86
C-021	Generación de bienestar	Positivo	4	3	3	10	5	2	2	3	10	10	7	4.80
C-022	Generación de conflictos	Negativo	1	1	5	2	2	1	5	3	3	2	2	1.90
C-023	Incremento de enfermedades	Negativo	1	3	3	2	5	2	2	3	3	2	5	2.39
C-024	Riesgo de accidentes	Negativo	7	5	5	5	2	1	5	3	10	5	7	5.41
C-025	Generación de ingresos por trabajo	Positivo	4	3	5	2	2	1	5	3	10	10	10	4.21
C-026	Ocupación demográfica	Positivo	4	3	5	2	2	1	5	3	10	10	10	4.21

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y observaciones directas en la zona de influencia. Los valores se obtuvieron aplicando una metodología semicuantitativa de ponderación de parámetros ambientales (intensidad, extensión, momento, permanencia, reversibilidad, magnitud de cambio, sinergia, acopio, efecto directo/indirecto, periodicidad y recurrencia).

La tabla 23, presenta la valoración semicuantitativa de los impactos circunstanciales correspondientes a la fase de construcción del sistema de regadío del río Huichuma. Los resultados evidencian que la mayor parte de los impactos identificados fueron negativos, con intensidades que oscilan entre baja y moderada, reflejando principalmente afectaciones temporales y reversibles sobre la superficie, el H₂O, el aire y la cobertura vegetal. Sin embargo, también se registraron impactos de mayor magnitud, clasificados como severos, vinculados sobre todo a procesos de erosión y a riesgos inherentes a las actividades constructivas. De manera complementaria, se identificaron impactos de carácter positivo asociados al componente social y económico, destacando la generación de empleo e ingresos, tal como la dinamización del patrimonio local, que constituyen beneficios relevantes para la comunidad de Mollocchahua.

Entre los impactos negativos más relevantes, destaca la erosión del suelo (C-005) con un valor de 5.65 puntos, clasificado como severo, debido a la susceptibilidad de los suelos altoandinos a la pérdida de su capa fértil a lo largo del movimiento de tierras y excavaciones. Asimismo, el riesgo de accidentes (C-024) alcanzó 5.41 puntos, también considerado severo, vinculado al uso de maquinaria pesada y labores en terrenos con pendientes. Otros impactos significativos fueron la polución del superficie (C-007) y la polución del agua (C-012), ambos con valores superiores a 4.0 puntos, que reflejan riesgos de alteración de las patrimonios físico-químicas del entorno y de afectación a las fuentes hídricas locales.

En contraste, los impactos positivos más notables estuvieron relacionados con el componente socioeconómico, principalmente la generación de ingresos



por trabajo (C-025), que alcanzó 10.41 puntos, considerado un impacto crítico positivo, y la ocupación demográfica (C-026) con 4.21 puntos, que refleja la atracción de mano de obra y dinamización local durante la fase de obra. De igual forma, la generación de bienestar (C-021) fue valorada con 4.80 puntos, resaltando el efecto social favorable de la inversión pública en infraestructura.

Por otro lado, varios impactos fueron clasificados como irrelevantes (<2 puntos), tales como la generación de molestias a la población (C-020) con 1,86 puntos y la generación de conflictos (C-022) con 1.90 puntos, lo que indica que, si bien son aspectos a considerar, su magnitud y permanencia son limitadas.

En conjunto, la tabla evidencia que la fase de edificación concentró impactos perjudiciales principalmente sobre el superficie, agua, aire y cobertura vegetal, de carácter temporal y parcialmente reversible. No obstante, también generó impactos positivos significativos en el ámbito social y económico, especialmente vinculados a la creación de cargo y las dinamizaciones de la economía local. Esto refuerza la importancia de implementar medidas de control de erosión, manejo de residuos, seguridad ocupacional y revegetación, para aminorar los efectos hostiles y potenciar los beneficios de la intervención.

Tabla 24

Valoración semicuantitativa de los impactos ambientales identificados en la fase de operación del sistema de riego del río

Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocachua.

Valoración de Impactos Ambientales													
Etapa de Operación													
Puntaje		Importancia	Valor Asignado a las constantes										
			W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	Suma
			IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	
<2 Puntos		Irrelevante											
2 - 5 Puntos		Moderado	0.3	0.2	0.1	0.1	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	1.00
<5 - 8 Puntos		Severo											
>8 Puntos		Crítico											
Positivo													
Valor asignado a cada parámetro													Valor del impacto
Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R
O-001	Generación de material particulado	Negativo	2	3	5	2	2	1	2	3	10	5	5
O-002	Generación de gases	Negativo	1	3	5	2	2	1	2	3	10	5	5
O-003	Generación de polvo	Negativo	2	3	5	2	2	1	2	3	10	5	5
O-004	Generación de un microclima	Positivo	7	3	3	2	5	2	5	3	10	5	7
O-005	Control de la erosión del suelo	Positivo	4	5	3	10	5	2	10	10	3	5	10



O-006	Mejoramiento de la estabilidad del suelo	Positivo	4	3	3	5	5	2	5	3	3	5	7	3.93
O-007	Mejora de las propiedades físicas del suelo	Positivo	4	5	3	5	5	2	5	3	3	5	10	4.48
O-008	Contaminación del suelo	Negativo	2	3	5	2	5	2	5	10	10	5	7	3.65
O-009	Eficiencia en el uso del agua	Positivo	7	7	5	10	10	1	2	3	10	10	10	7.1
O-010	Alteración del nivel freático	Positivo	2	5	3	5	5	2	5	3	3	2	5	3.48
O-011	Mejora en el drenaje del suelo	Positivo	2	5	3	5	5	2	5	3	3	2	5	3.48
O-012	Disminución de la escorrentía superficial	Positivo	7	7	5	5	5	2	10	10	3	5	7	6.19
O-013	Contaminación del agua	Negativo	2	3	3	2	10	5	5	3	10	2	5	3.44
O-014	Mejora de la vista panorámica	Positivo	4	7	5	5	5	2	10	3	3	5	5	4.98
O-015	Mejora de la estética del paisaje	Negativo	2	5	3	5	5	2	2	3	3	5	10	3.79
O-016	Aumento de la cobertura vegetal	Positivo	7	5	5	5	2	2	10	3	10	5	10	5.76
O-017	Alteración del hábitat de las especies nativas	Negativo	2	1	5	10	2	2	3	3	3	2	10	3.39
O-018	Alteración del hábitat de la fauna de la zona	Negativo	2	1	5	10	2	1	3	3	3	2	5	3.09
O-019	Presencia de vectores y/o plagas	Negativo	4	5	3	2	5	2	10	10	3	2	7	4.24
O-020	Mejora en el rendimiento del cultivo	Positivo	7	5	5	10	5	1	5	3	10	10	10	6.49
O-021	Incremento en la intensidad del cultivo	Positivo	7	5	5	10	5	1	5	3	10	10	10	6.49

O-022	Generación de bienestar en la población	Positivo	7	5	3	10	5	1	5	3	10	10	7	6.14
O-023	Incremento de enfermedades	Negativo	4	5	3	2	5	2	10	3	3	2	5	3.93
O-024	Mejor eficiencia de trabajo	Positivo	7	5	5	10	5	1	3	3	10	10	10	6.43
O-025	Aumento de ingresos	Positivo	7	7	3	10	5	2	3	3	3	5	7	6.07
O-026	Disminución de movimientos migraciones	Positivo	4	5	3	2	5	2	5	3	3	2	2	3.63
O-027	Ocupación demográfica	Positivo	4	5	5	10	5	1	10	3	10	10	10	5.74

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y observaciones directas en la zona de influencia. Los puntajes se obtuvieron aplicando una metodología semicuantitativa basada en indicadores como intensidad, extensión, momento, permanencia, reversibilidad, magnitud del cambio, sinergia, acopio, efectos directos/indirectos, periodicidad y recurrencia.

La tabla 24, muestra la valoración semicuantitativa de los impactos ambientales durante el período de operación del sistema de riego del río Huichuma. A diferencia de la etapa de edificación, en esta fase predominaron los impactos positivos, con valores altos que reflejan beneficios permanentes en los mecanismos físico, biótico y social.

Entre los impactos positivos más destacados se encuentran la eficiencia en el uso del agua (O-009) con 7.1 puntos, la mejora en el rendimiento del cultivo (O-020) con 6.49 puntos, y el acrecentamiento en la intensidad del cultivo (O-021) con 6.44 puntos, todos ellos clasificados como de alta significancia positiva, evidenciando la contribución del proyecto a la seguridad alimentaria y la productividad agrícola. Asimismo, se registraron otros efectos favorables como la disminución de la escorrentía superficial (O-012, 5.10 puntos), el aumento de la cobertura vegetal (O-016, 5.76 puntos) y la ocupación demográfica (O-027, 5.74 puntos), los cuales fortalecen la estabilidad del ecosistema y dinamizan la economía comunal.

En contraste, los impactos negativos, aunque presentes, se mantuvieron en niveles bajos a moderados. Por ejemplo, la contaminación del agua (O-013) alcanzó 3.98 puntos, la contaminación del suelo (O-008) obtuvo 3.65 puntos, y la alteración del hábitat de especies nativas (O-017) fue valorada en 3.39 puntos. Estos resultados muestran que los principales riesgos están asociados al uso inadecuado de agroquímicos y a la intensificación agrícola, los cuales podrían afectar la condición de los recursos del H₂O y la biodiversidad local.

Finalmente, los impactos sociales reflejaron una tendencia claramente favorable: la generación de bienestar en la población (O-022) alcanzó 5.10 puntos, mientras que la mejora del ingreso (O-025) obtuvo 6.07 puntos, consolidando a la fase de operación como el momento en que la sistemática de regadío aporta mayores beneficios sostenibles a la comunidad.

Tabla 25

Valoración semicuantitativa de los impactos ambientales identificados en la etapa de mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocagua.

Valoración de Impactos Ambientales														
Etapa de Mantenimiento														
Puntaje		Importancia	Valor Asignado a las constantes											Suma
<2 Puntos		Irrelevante	W IN	W EX	W MO	W PE	W RV	W MC	W SI	W AC	W EF	W PR	W R	
2 - 5 Puntos		Moderado	0.3	0.2	0.1	0.1	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	1.00
<5 - 8 Puntos		Severo												
>8 Puntos		Crítico												
Positivo														
Valor asignado a cada parámetro														
Código	Impacto ambiental identificado	Tipo de impacto	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	R	Valor del impacto
M-001	Generación de polvo	Negativo	1	1	5	2	2	1	2	3	3	2	5	1.69
M-002	Contaminación del suelo	Negativo	4	3	5	2	5	5	5	3	10	5	7	3.11
M-003	Consumo del agua	Negativo	1	1	5	2	2	2	5	3	10	5	2	2.04
M-004	Contaminación del agua	Negativo	4	5	5	2	10	5	5	3	10	5	7	3.81

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto y observaciones directas en el área de influencia. La valoración se realizó mediante metodología semicuantitativa considerando indicadores de intensidad, extensión, momento, permanencia, reversibilidad, sinergia, acopio y periodicidad.

La tabla 25, muestra los hallazgos de la valoración semicuantitativa de los impactos circunstancial durante la fase de mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma. Los valores obtenidos evidencian que la mayoría de los impactos se clasificaron en rangos de irrelevantes a moderados, con predominio de efectos negativos de carácter controlable y de corta duración.

El impacto más bajo correspondió a la generación de polvo (M-001), con un valor de 1.69 puntos, clasificado como irrelevante, ya que se trata de emisiones puntuales originadas en labores de limpieza y tránsito ocasional de maquinaria, fácilmente mitigables con medidas simples como riego de vías o uso de EPP. En contraste, el impacto con mayor puntaje fue la polución del H₂O (M-004), con 3.81 puntos, considerado moderado, asociado principalmente al arrastre de sedimentos o residuos durante las faenas de limpieza de canales y reservorios.

Asimismo, la contaminación del suelo (M-002) alcanzó 3.11 puntos, también clasificada como moderada, vinculada a posibles derrames o impropia disposición de restos sólidos y orgánicos. El consumo de agua (M-003) obtuvo un valor de 2.04 puntos, clasificado en el rango moderado bajo, debido al uso de caudales adicionales para labores de mantenimiento como lavado de equipos e infraestructura.

En conjunto, la tabla refleja que los impactos de la fase de mantenimiento son de baja significancia ambiental, localizados y en su mayoría reversibles, lo que evidencia que esta fase, a diferencia de la construcción, no representa una amenaza crítica para el entorno. Sin embargo, la necesidad de medidas protectoras y de control como manejo de restos, disposición adecuada de lodos

y planificación eficiente del consumo hídrico resulta indispensable para afirmar las sostenibilidades del sistema de regadío a largo plazo.

4.1.3. Proponer medidas de manejo ambiental orientadas a mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos generados por el sistema de riego.

Con fundamento en los efectos ambientales detectados y calificados durante las etapas de instalación, funcionamiento y conservación del sistema de riego del río Huichuma, se establecieron estrategias de gestión ambiental dirigidas a atenuar las consecuencias adversas y optimizar los beneficios. Estas acciones se orientaron hacia los componentes más vulnerables como el recurso edáfico, hídrico, atmosférico, biótico y socioeconómico, siendo diseñadas bajo parámetros de factibilidad operativa, eficacia ecológica y consenso comunitario. Adicionalmente, se articularon con el marco regulatorio ambiental peruano y los estándares de calidad para proyectos de infraestructura hidráulica en ecosistemas de montaña.

Las propuestas se organizaron en tres bloques:

- ✓ Medio físico (suelo, agua y aire)
 - ✓ Medio biótico (flora y fauna)
 - ✓ Medio socioeconómico (humano, económico y cultural)
- **Medidas de manejo ambiental para el medio físico:**

En este ítem, se establecieron medidas de manejo ambiental dirigidas al medio físico, considerando los primordiales impactos negativos reconocidos sobre el suelo, agua y aire durante las etapas de edificación, operación y

sustento del sistema de regadío del afluente Huichuma. Estas medidas se formularon con el fin de avisar, mitigar y corregir los efectos adversos generados por la obra, garantizando la sostenibilidad de la infraestructura y el amparo de los recursos nativos.

Tabla 26

Medidas de manejo ambiental para mitigar impactos negativos en el medio físico en el sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Impacto identificado	Medida propuesta	Tipo de medida	Responsable	Etapas de aplicación
Erosión del suelo por movimiento de tierras	Implementar terrazas, zanjas de coronación y revegetación en taludes.	Mitigadora / Correctiva	Contratista – Supervisión ambiental	Construcción
Contaminación del agua por sedimentos	Colocar barreras de retención, trampas de sedimentos y planes de manejo de excedentes.	Preventiva / Mitigadora	Contratista – Comité comunal de riego	Construcción
Generación de polvo por maquinaria	Aplicación de riego periódico en vías y uso de coberturas para materiales sueltos.	Mitigadora	Contratista – Supervisión ambiental	Construcción y mantenimiento
Consumo excesivo de agua en mantenimiento	Uso de agua solo en volúmenes autorizados y reutilización en	Preventiva	Operador comunal del sistema	Mantenimiento

	actividades secundarias.			
Riesgo de salinización de suelos	Promover prácticas de riego tecnificado y rotación de cultivos.	Preventiva de / Correctiva	Comité de riego – Agricultores	Operación

Nota. Elaboración propia a partir de la valoración de impactos ambientales y medidas recomendadas en proyectos de infraestructura hidráulica altoandina.

La tabla 26, presenta las medidas de manejo circunstancial propuestas para el medio físico. En relación con el suelo, se propuso la implementación de terrazas, zanjaz de coronación y revegetación de taludes para controlar la erosión generada por el movimiento de tierras. Respecto al agua, se incluyó la instalación de barreras de conservación y trampas de sedimentaciones como medidas preventivas y mitigadoras para reducir la contaminación por escorrentías, además de recomendaciones para un uso racional del recurso durante el mantenimiento del sistema. En cuanto al aire, se planteó la aplicación de riego periódico en vías y la cobertura de materiales sueltos para disminuir la emisión de polvo ocasionado por la maquinaria. Finalmente, se consideró el riesgo de salinización de suelos como consecuencia de prácticas inadecuadas de riego, proponiéndose la rotación de cultivos y la adopción de técnicas de riego tecnificado. Estas acciones permiten reducir los impactos adversos en el medio físico y consolidan la sostenibilidad ambiental de la obra.

➤ **Medidas de manejo ambiental para el medio biótico:**

Con el fin de preservar la biodiversidad local y reducir los efectos adversos del sistema de riego sobre los ecosistemas naturales, se plantearon medidas

de manejo circunstancial enfocadas en el medio biótico. Estas medidas se orientaron a minimizar la merma de cubierta vegetal, prevenir la alteración de hábitats de fauna silvestre y someter los peligros coligados a la usanza de agroquímicos y a la expansión agrícola en el área de influencia.

Tabla 27

Medidas de manejo ambiental para proteger la flora y fauna en el área de influencia del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Impacto identificado	Medida propuesta	Tipo de medida	Responsable	Etapas de aplicación
Afectación de cobertura vegetal	Revegetación con especies nativas (Stipa ichu, Festuca dolichophylla).	Correctiva / Compensatoria	Contratista – Autoridad local	Construcción y operación
Alteración de hábitat de fauna	Franjas de amortiguamiento y horarios de trabajo adecuados.	Preventiva	Contratista – Supervisión ambiental	Construcción
Desplazamiento de fauna por agricultura	Corredores biológicos y campañas de sensibilización comunal.	Mitigadora	Comité de riego – Comunidad	Operación
Uso de agroquímicos	Capacitación en agricultura sostenible (fertilizantes orgánicos, bioinsumos).	Preventiva / Correctiva	Comité de riego – Municipalidad	Operación

Nota. Elaboración propia a partir de impactos bióticos identificados y medidas de manejo ambiental en ecosistemas altoandinos.

La tabla 27, muestra las medidas planteadas para la flora y fauna. Para mitigar el fingimiento de la cubierta vegetal, se recomendó la revegetación con especies nativas (*Stipa ichu*, *Festuca dolichophylla*), que contribuyen a la restauración ecológica y al control de la erosión. En cuanto a la fauna, se propuso el establecimiento de franjas de amortiguamiento y la regulación de los horarios de trabajo, con el fin de disminuir la perturbación de especies locales durante la construcción. Frente al riesgo de desplazamiento de fauna por intensificación agrícola, se planteó la creación de corredores biológicos y el progreso de operaciones de sensibilización dirigidas a la comunidad. Finalmente, para contrarrestar los impactos del uso de agroquímicos, se promovió la capacitación en prácticas de agricultura sostenible, fomentando la aplicación de fertilizantes orgánicos y bioinsumos. Estas acciones permiten equilibrar la productividad agraria con la preservación de la biodiversidad altoandina.

➤ **Medidas de manejo ambiental para el medio socioeconómico:**

Además de las medidas dirigidas al medio físico y biótico, se formularon acciones orientadas al medio socioeconómico, con el fin de maximizar los favores que el sistema de riego aporta a la comunidad de Molloccahua. Estas medidas buscan fortalecer la generación de empleo, mejorar la seguridad alimentaria, incrementar los ingresos de las familias, consolidar la organización comunal y prevenir posibles conflictos sociales asociados al uso del recurso del H₂O.

Tabla 28

Medidas de manejo ambiental para potenciar los beneficios socioeconómicos del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña.

Impacto identificado	Medida propuesta	Tipo de medida	Responsable	Etapas de aplicación
Generación de empleo temporal	Priorización de mano de obra local	Potenciadora	Contratista – Comunidad	Construcción
Mejora de seguridad alimentaria	Capacitación en producción diversificada (hortalizas, forrajes)	Potenciadora	Comité de riego – ONG locales	Operación
Incremento de ingresos	Promoción de cadenas de valor y acceso a mercados	Potenciadora	Comunidad – Municipalidad	Operación y mantenimiento
Organización comunal	Fortalecimiento de capacidades en gestión del agua	Preventiva / Potenciadora	Comité de riego – ANA	Operación y mantenimiento
Riesgo de conflictos sociales	Comités de vigilancia y mecanismos de resolución de conflictos	Preventiva / Correctiva	Comité de riego – Comunidad	Operación

Nota. Elaboración propia en base a impactos socioeconómicos y buenas prácticas de gestión comunal de sistemas de riego.

La tabla 28, presenta las medidas propuestas para potenciar los beneficios socioeconómicos derivados del sistema de riego. A lo largo de la fase de edificación, se propuso la priorización de mano de obra local, lo cual



permite dinamizar la economía de las familias del área y fortalecer la participación comunitaria. En la etapa de operación, se planteó la capacitación en producción diversificada (hortalizas y forrajes), favoreciendo la seguridad alimenticia y la resiliencia de los medios de existencia locales. Asimismo, el incremento de ingresos se buscó mediante la promoción de cadenas de valor y la facilitación de acceso a mercados, medidas que consolidan la sostenibilidad económica en el mediano y largo plazo. En paralelo, se recomendó el fortalecimiento de capacidades en gestión del agua, reforzando la organización comunal y la gobernanza del recurso. Finalmente, para reducir el riesgo de conflictos sociales, se propuso la conformación de comités de vigilancia y la ejecución de mecanismos de resolución consensuada, afirmando una gestión participativa y equitativa del sistema de riego. Estas medidas socioeconómicas no solo mitigan riesgos sociales, sino que también potencian el impacto positivo del proyecto en el bienestar comunitario.

Programas y medidas de gestión ambiental propuestos:

En complemento a las medidas específicas formuladas para los mecanismos físico, socioeconómico y biótico, se desarrollaron programas y medidas de gestión ambiental transversales que aseguran el adecuado funcionamiento y sostenibilidad del sistema de regadío del río Huichuma. Estos lineamientos integran acciones preventivas, correctivas y de fortalecimiento institucional, con el fin de someter los riesgos ambientales y sociales, al mismo tiempo que potencian los beneficios positivos para la comunidad de Mollocagua.

Las propuestas se agrupan en cinco ámbitos principales: gestión de restos sólidos, revegetación y recobro de zonas intervenidas, monitoreo ambiental, contingencias ambientales, y capacitación y sensibilización comunitaria.

Tabla 29

Medidas de gestión de residuos sólidos del sistema de riego del río

Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocagua.

Componente	Acciones propuestas	Responsable	Etapas de aplicación
Segregación de residuos	Separación en orgánicos, inorgánicos aprovechables y no aprovechables	Contratista – Comunidad	Construcción y operación
Almacenamiento temporal	Instalación de puntos de acopio señalizados y techados	Contratista – Supervisión ambiental	Construcción y operación
Transporte y disposición final	Traslado de residuos a botaderos o rellenos sanitarios autorizados	Contratista – Municipalidad	Construcción y operación

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto.

La tabla 28, muestra las medidas de gestión de residuos sólidos del sistema de regadío del río Huichuma, sector Candaña – Colectividad de Mollocagua. En el que, la gestión de restos sólidos constituye un mecanismo esencial para garantizar que las actividades constructivas y operativas del sistema de riego se desarrollen en armonía con el entorno. Las medidas propuestas aseguran las segregaciones en la fuente, el acopio temporal en espacios acondicionados y las disposiciones finales en lugares autorizados, lo que minimiza la contaminación de la superficie y de las entidades de H₂O. De esta

manera, este enfoque fomenta una cultura de responsabilidades ambientales dentro de la comunidad, integrando tanto al contratista como a los pobladores en la ejecución de prácticas de manejo responsable de restos.

Tabla 30

Estrategias de revegetación y recuperación de áreas intervenidas en el sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.

Componente	Acciones propuestas	Responsable	Etapas de aplicación
Restauración de cobertura vegetal	Siembra de especies nativas (<i>Stipa ichu</i> , <i>Festuca dolichophylla</i>)	Contratista – Autoridad local	Construcción y operación
Estabilización de taludes	Uso de enmallados, hidrosiembra y plantaciones en fajas	Contratista – Supervisión ambiental	Construcción
Control de erosión	Implementación de zanjas de coronación y barreras vegetales	Contratista – Comunidad	Construcción y mantenimiento

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto.

La tabla 30, muestra las estrategias de revegetación y recuperación, en donde se busca restaurar los ecosistemas afectados por la construcción del sistema de riego y prevenir procesos de degradación en el mediano plazo. Se prioriza el uso de especies nativas altoandinas, como *Stipa ichu* y *Festuca dolichophylla*, por su adaptabilidad y capacidad de control de erosión. Estas acciones no solo aseguran el recobro de la cobertura vegetal, sino que asimismo promueven la estabilización de taludes y la conservación del paisaje natural. A través de la participación comunitaria, se fortalece la conciencia

sobre la transcendencia de resguardar la biodiversidad y se refuerza el sentido de pertenencia hacia los recursos restaurados.

Tabla 31

Lineamientos de monitoreo ambiental del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.

Componente	Indicadores	Frecuencia	Responsable
Agua	Calidad físico-química y microbiológica	Semestral	Supervisión ambiental – Comité de riego
Suelo	Erosión, compactación y salinización	Anual	Supervisión ambiental – Comunidad
Aire y ruido	Niveles de polvo y ruido en zonas sensibles	Trimestral	Contratista – Supervisión ambiental
Flora y fauna	Cobertura vegetal y especies indicadoras	Anual	Autoridad ambiental – Comunidad

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto.

La tabla 31, presenta los lineamientos del monitoreo ambiental, el cual fue concebido como una herramienta de seguimiento continuo que permite valorar la eficacia de las medidas de manejo aplicadas en el proyecto. Los indicadores seleccionados abarcan el H₂O, la superficie, el aire, el ruido y la biodiversidad, proporcionando una visión integral del estado ambiental en la zona de influencia. Este sistema de control asegura la detección temprana de impactos no previstos, facilita la ejecución de medidas correctivas y promueve la transparencia en la gestión ambiental al involucrar tanto a autoridades como a la comunidad en el proceso de vigilancia. En consecuencia, los lineamientos de monitoreo fortalecen la gobernanza ambiental y respaldan la sostenibilidad del sistema de regadío a largo plazo.

Tabla 32

Propuesta de medidas de contingencia ambiental del sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocacahua.

Riesgo identificado	Acción de contingencia	Responsable	Recursos requeridos
Derrames de combustibles o aceites	Contención inmediata con material absorbente y disposición segura	Contratista – Supervisión ambiental	Kit de derrames, EPP
Deslizamientos o inestabilidad de taludes	Señalización, evacuación del personal y estabilización del área	Contratista – Defensa Civil	Maquinaria pesada, señalética
Fallas en infraestructura hidráulica	Cierre inmediato de válvulas y comunicación a la comunidad	Comité de riego – Contratista	Personal técnico y herramientas

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto.

La tabla 32, muestra la propuesta de medidas de albur, el cual establece protocolos claros de recelo y respuesta inmediata ante sucesos ambientales que pudieran ocurrir a lo largo de la edificación u operación del sistema. Los escenarios contemplados incluyen derrames de hidrocarburos, deslizamientos y fallas en la infraestructura hidráulica. Cada situación está acompañada de acciones específicas, responsables definidos y recursos disponibles, lo que garantiza una capacidad de reacción rápida y organizada. Este enfoque no solo protege los recursos naturales, sino que también resguarda la seguridad de los laboradores y la comunidad, reduciendo la vulnerabilidad del proyecto frente a eventos inesperados.

Tabla 33

Programa de capacitación y sensibilización ambiental en el sistema de riego del río Huichuma, sector Candaña – Comunidad de Mollocchahua.

Tema de capacitación	Objetivo	Responsable	Beneficiarios
Gestión del agua	Promover el uso eficiente del recurso hídrico	Comité de riego – Municipalidad	Agricultores y usuarios
Uso de agroquímicos	Capacitación en dosis adecuadas y alternativas orgánicas	Comité de riego – ONG locales	Agricultores locales
Manejo de residuos	Fomentar segregación y disposición adecuada	Contratista – Supervisión ambiental	Comuneros y trabajadores
Organización comunal	Fortalecer la gestión participativa del sistema	Comité de riego – Comunidad	Población local

Nota. Elaboración propia a partir del expediente técnico del proyecto.

La tabla 33, muestra el programa de capacitación y sensibilización ambiental, en donde, se plantea como un instrumento de fortalecimiento de capacidades locales, con un enfoque participativo y comunitario. Sus temas centrales abarcan la gestión eficiente del agua, el uso responsable de agroquímicos, el manejo de residuos y la organización comunal. Mediante talleres prácticos y actividades de sensibilización, se busca empoderar a los agricultores y beneficiarios del sistema de riego, originando una gestión sostenible y consciente de los recursos. Este programa refuerza la colaboración activa de la población en la toma de decisiones, lo que contribuye

a la consolidación de una comunidad organizada y comprometida con el amparo del ambiente.

En conjunto, las medidas y programas de gestión ambiental propuestos para el sistema de regadío del afluente Huichuma configuran una estrategia integral que articula acciones preventivas, correctivas, mitigadoras y de potenciación. Las gestiones de restos sólidos garantiza la disminución de la polución y fomenta prácticas responsables dentro de la comunidad; las estrategias de revegetación aseguran la recuperación de ecosistemas y la conservación del paisaje; los lineamientos de monitoreo fortalecen el control ambiental y la transparencia en la gestión; las medidas de contingencia proporcionan protocolos claros de reacción frente a emergencias; y el programa de capacitación y sensibilización impulsa la colaboración activa de la urbe en la sostenibilidad del sistema. Por lo tanto, estos instrumentos no solo mitigan los impactos negativos identificados, sino que también consolidan los impactos positivos, generando condiciones favorables para el desarrollo ambiental, social y económico sostenible de la comunidad de Mollocchahua.

4.2. Discusiones

Con respecto, a la identificación de los dispositivos ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos presentes en la zona de influencia de las sistemáticas de regadío, nuestros resultados mostraron la importancia del suelo de puna, las escorrentías estacionales, los pajonales/céspedes altoandinos y la organización comunal de riego como elementos clave de la línea base. Esta caracterización integral permitió reconocer tanto los factores naturales más sensibles a la intervención como los aspectos sociales que



constituyen fortalezas para la gestión del agua. En estudios internacionales y regionales, los componentes más sensibles durante obras hidráulicas fueron igualmente el suelo y la cobertura vegetal (pérdida temporal, compactación), seguidos del agua por aumentos de turbidez (2007). En la investigación de Quispe (2015) la dimensión socioeconómica aparece recurrentemente como un vector positivo (empleo, organización, seguridad alimentaria), incluso en escenarios con afectación físico-biótica durante la construcción. La coherencia entre nuestra línea base y estos patrones comparados fortalece la validez externa de los componentes priorizados (suelo-agua-vegetación-organización) para el análisis de impactos subsecuente. Además, el hecho de haber georreferenciado áreas sensibles (bofedales, taludes inestables, puntos de captación) alinea a nuestro estudio con buenas prácticas reportadas por Jiménez y Romero (2018) facilitando la trazabilidad de impactos por etapa. En síntesis, los componentes ambientales identificados en Huichuma se alinea con las tendencias internacionales, nacionales y regionales, donde el suelo, la cobertura vegetal y el agua aparecen como los componentes más vulnerables en la fase de construcción, mientras que los aspectos socioeconómicos se consolidan como factores positivos recurrentes. Además, el hecho de que en Huichuma se hayan georreferenciado áreas sensibles (bofedales, taludes inestables y puntos de captación) refuerza la trazabilidad del análisis de impactos, en concordancia con las buenas prácticas metodológicas reportadas en la literatura.

En cuanto, a el valor de los impactos circunstancial asociados a la edificación, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candaña, los hallazgos mostraron que durante la edificación



prevalecieron los impactos negativos sobre el suelo (erosión con 5.65 puntos) y el agua (turbidez moderada), lo que coincide con lo reportado por Auzay (2018) y Monzón (2024), quienes evidenciaron pérdidas significativas en la calidad del suelo y vegetación (−34.0 y −35.8). En la operación, en Huichuma se registraron impactos positivos predominantes, como la eficiencia en el uso del agua (7.10 puntos) y la mejora en el rendimiento agrícola (6.49 puntos), resultados consistentes con los de Yupanqui (2020) y Flores (2019), que destacaron incrementos de hasta +29.0 en productividad agrícola y mejoras en la seguridad alimentaria (+27.9). Sin embargo, el principal riesgo en esta fase fue el uso de agroquímicos (−3 en agua; −2 en flora/fauna), similar a lo identificado por Huamán (2018) en Acora y por Monzón (2024) en Sandia, donde se evidenció deterioro de la condición del agua y afectación a la biota. Finalmente, en la fase de mantenimiento, los impactos en Huichuma fueron bajos a moderados, siendo el más relevante la contaminación del agua (3.81 puntos), mientras que los beneficios se relacionaron con la limpieza de canales y el fortalecimiento comunal, lo cual se alinea con hallazgos de Quispe (2015) y Jiménez y Romero (2018), quienes sobresalieron la importancia del mantenimiento rutinario y la organización comunitaria para consolidar la sostenibilidad de los sistemas de riego.

En relación con las iniciativas de gestión ambiental formuladas para atenuar los efectos adversos y realzar los beneficios generados por el sistema de riego del río Huichuma, las intervenciones propuestas se concentraron en el manejo de la erosión y restauración ecológica con flora autóctona, el manejo de desechos sólidos, la vigilancia ambiental, la respuesta ante emergencias y el fortalecimiento de capacidades locales. Estas medidas coinciden con lo



reportado por Auzay (2018) quien resaltó el requerimiento de implementar programas de revegetación y protección de suelos para compensar la pérdida de cubierta vegetal (-34.0 y -28.7 en suelos). Del mismo modo, la incorporación de planes de monitoreo y participación comunal en Huichuma guarda relación con lo planteado por Jiménez y Romero (2018) y Quispe (2015), quienes enfatizaron el rol de la vigilancia social y el seguimiento técnico para avalar la sostenibilidad de los sistemas de regadío. En cuanto al riesgo crítico del uso de agroquímicos, en Huichuma se propusieron programas de capacitación en agricultura sostenible y bioinsumos, lo cual responde a las observaciones de Huamán (2018) y Monzón (2024), que identificaron deterioro de la condición del H₂O y la biota por prácticas inadecuadas. Asimismo, la priorización de la mano de obra local, el fortalecimiento organizacional y la resolución de conflictos en Huichuma se relaciona con los hallazgos de Gonzales y Álvarez (2007), Flores (2019) y Yupanqui (2020), quienes destacaron que los beneficios sociales (empleo, cohesión comunitaria, reducción de migración rural) potencian el impacto positivo de los proyectos de riego. Es decir, que las medidas de Huichuma presentan una convergencia clara con los demás estudios realizados, al abordar los mismos riesgos y beneficios señalados en experiencias previas, pero se distinguen por integrar en un solo paquete de gestión tanto los componentes ambientales como los programas sociales y de capacitación, lo cual refuerza su pertinencia y eleva su potencial de sostenibilidad frente a los antecedentes revisados.

CONCLUSIONES

Las conclusiones alcanzadas en el actual análisis responden de manera directa a los objetivos planteados y permiten valorar integralmente el impacto ambiental del sistema de regadío del río Huichuma. Posteriormente, se presentan las conclusiones correspondientes.

Primero: Basado en los resultados obtenidos de los componentes ambientales en la zona de influencia de la sistemática de regadío del río Huichuma, se concluye que el territorio presenta condiciones físicas de alta fragilidad, una biodiversidad propia de ecosistemas altoandinos y una organización socioeconómica estrechamente ligada al uso del agua. Estos elementos evidencian la importancia del sistema de riego como instrumento para fortalecer la seguridad hídrica, la producción agrícola y el bienestar de la colectividad de Molloccahua.

Segundo: Respecto a la determinación de los impactos ambientales coligados a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego del río Huichuma, se concluye que en la fase de edificación predominaron impactos negativos moderados a severos, destacando la erosión del suelo (5.65 puntos) y el riesgo de accidentes (5.41 puntos). En contraste, durante la operación, los impactos positivos fueron predominantes, resaltando la eficiencia en el uso del agua (7.10 puntos) y la mejora en el rendimiento agrícola (6.49 puntos), mientras que el riesgo más crítico fue el uso de agroquímicos (−3 en agua, −2 en fauna y flora). En la etapa de mantenimiento, los impactos fueron bajos a moderados, siendo la contaminación del agua (3.81 puntos) el más relevante. En conjunto, el

análisis confirma que los efectos negativos son temporales y mitigables, mientras que los beneficios sociales y productivos del sistema son significativos y sostenibles.

Tercero: En cuanto a las estrategias de gestión ambiental dirigidas a atenuar los efectos adversos y optimizar los impactos favorables, se concluye que las iniciativas y programas formulados para el sistema de riego del río Huichuma posibilitan reducir las consecuencias negativas más significativas, como la degradación edáfica, la polución acuática y la modificación de ecosistemas, mientras que fortalecen las ventajas asociadas al rendimiento agropecuario, la estabilidad alimentaria y la estructura organizativa comunitaria.

Cuarto: Como conclusión general, la valoración del impacto ambiental del sistema de regadío del río Huichuma en el sector Candaña permitió establecer una línea base integral de los mecanismos bióticos, físicos y socioeconómicos, identificar y valorar los efectos generados en cada fase del proyecto y proponer medidas de manejo adecuadas. Los resultados mostraron que, aunque la construcción generó impactos negativos moderados a severos (erosión del suelo con 5.65 puntos), estos fueron temporales y mitigables. En contraste, durante la operación se registraron impactos positivos significativos, como la eficacia en la usanza del agua (7.10 puntos) y la mejora en la productividad agrícola (6.49 puntos), consolidando beneficios ambientales y sociales.

RECOMENDACIONES

Dado por los hallazgos derivados se elaboraron una sucesión de recomendaciones orientadas a futuros estudiadores que deseen penetrar en el estudio del impacto ambiental de sistemas de riego en contextos altoandinos.

Primero: A los futuros estudiadores se les recomienda desarrollar estudios comparativos entre distintos sistemas de riego altoandinos, con el fin de identificar patrones recurrentes de impactos sociales y ambientales, así como las particularidades propias de cada contexto territorial.

Segundo: Se sugiere a los próximos estudiadores esgrimir tecnologías avanzadas de percepción remota y plataformas de información georreferenciada, las cuales facilitarán examinar de forma multitemporal la evolución de la cobertura terrestre y las transformaciones en el límite agropecuario, produciendo hallazgos con mayor exactitud y capacidad de reproducción.

Tercero: Para conservar el entorno natural, a los futuros estudiadores se les sugiere profundizar en el estudio del uso de agroquímicos y sus implicancias ambientales, evaluando sus efectos en el agua, el suelo y la biodiversidad mediante análisis de laboratorio y programas de monitoreo participativo comunitario.

Cuarto: Por otro lado, a los futuros investigadores se les sugiere incorporar el enfoque de cambio climático en la evaluación de impactos, considerando escenarios de variabilidad hídrica, sequías y estrés hídrico, de modo que se identifique la resiliencia y adaptabilidad de los sistemas de riego frente a estas amenazas.



Quinto: Asimismo, a los futuros estudiadores se les sugiere diseñar y aplicar indicadores de sostenibilidad específicos para proyectos de riego, que integren de manera equilibrada dimensiones ambientales, sociales, económicas y culturales, y que permitan comparar resultados en diferentes comunidades.

Sexto: Finalmente a los futuros estudiadores se les sugiere documentar y sistematizar experiencias exitosas de gestión comunal del agua, generando propuestas de modelos de gobernanza hídrica comunitaria que puedan ser replicadas en otros contextos rurales del país y la región andina.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2013). *La ANA llega a comunidades de Espinar en Cusco para conocer su problemática hídrica*. Autoridad Nacional del Agua.
- Apaza Flores, R. M. (2016). *Impacto ambiental del proyecto de riego tecnificado en la comunidad de Urcos, Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.
- Ascencios, D. (2012). *Sistema de Riego en el Cultivo de Esparrago; UNALM – AGROBANCO*. Ancash – Perú.
- Auzay Tierra, L. A. (2018). *Evaluación de impacto ambiental en la construcción del sistema de riego Nudos del Igualata para cuatro comunidades de la parroquia San Isidro de Patulú*. Riobamba - Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5046/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2018-0023.pdf>
- Buroz, J. (1985). *Metodología para la evaluación de impacto ambiental*. Caracas - Venezuela: Editorial Universitaria.
- Cárdenas Quispe, L. A. (2018). *Evaluación ambiental del proyecto de riego Yanamayo en la provincia de Canchis, Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco., Canchis - Cusco.
- Castillo Vasquez, V. E. (2014). *Evaluación de impactos ambientales en el sistema de riego Vilcabamba*. Loja - Ecuador. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6e09e00d-a30e-4ffd-a348-f8eea06f28fd/content>
- Condori Quispe, M. (2017). *Evaluación de impacto ambiental del sistema de riego en la microcuenca del río Huancané, Puno*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno., Huancané - Puno.
- Conesa, Fdez, V., & Vitoria. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 3 ed. Madrid - España: Mundi-Prensa.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.



- Cruz Mamani, P. (2016). *Impacto ambiental del proyecto de riego tecnificado en la provincia de Azángaro – Puno*. Azángaro – Puno.
- Delgado Castañeda, L. (2021). *Declaración de impacto ambiental*. Lima - Perú.
- Dominguez Ramos, T. R. (2019). *Mejora de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del distrito de Chupaca-2018*. Universidad Continental, Chupaca.
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago - Chile.
- FAO. (1974). *Anuario de producción 1973*. Roma.
- FAO. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura: Tendencias y desafíos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.
- FAO. (2021). *El estado de los recursos terrestres y hídricos mundiales para la alimentación y la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Flores Huanca, R. (2019). *Evaluación ambiental del sistema de riego en la comunidad campesina de Chinchero, Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco., Chinchero - Cusco.
- Gatell, A., Leyva, C., & Campos, E. (2012). *Evaluación de impacto ambiental: herramienta en la formación ambiental del arquitecto. Artículo de arquitectura y urbanismo*.
- Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2013). *Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental*. Rutledge.
- González , J. M. (2000). *Principios básicos del riego por superficie*. Madrid.
- González Betancourt, H. I., & Álvarez Rentería, L. A. (2007). *Evaluación del impacto ambiental del sistema de riego Jorupe-Cangochara*. Loja – Ecuador.



- González Betancourt, H. I., & Álvarez Rentería, L. A. (2007). *Evaluación del impacto ambiental del sistema de riego Jorupe-Cangochara*. Loja – Ecuador. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/05bd1a1a-868a-4544-9003-2bdd13d53dd1/content>
- González Rodríguez, D., Almeida Rodríguez, M., De la Caridad Abreu Lavín, Y., Ramírez Suárez, W. M., & López Arteaga, A. (2025). *Impactos ambientales de la instalación de un sistema de riego por aspersión semiestacionaria con paneles solares en la finca El Edén, municipio de Jovellanos*. Universidad de Matanzas, Cuba. Obtenido de <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/4587/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20DE%20LA%20INSTALACI%C3%93N%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20RIEGO%20POR%20ASPERSI%C3%93N%20SEMIESTACIONARIA%20CON%20PANELES%20SOLARES%20EN%20LA%20FINCA%20EL%20ED%C3%89N%2C%20MUNICIPIO>
- GORE Cusco. (2024). *Más agua para el futuro: reinicio del proyecto de riego Quisco (Espinar)*. Gobierno Regional del Cusco, Espinar.
- Gutiérrez, A., Oré, M. T., & Rap, E. (2019). *Agua e instituciones en los Andes: gestión comunal y conflictos por el recurso hídrico*. Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima.
- Gutiérrez, A., Oré, M. T., & Rap, E. (2019). *Agua e instituciones en los Andes: gestión comunal y conflictos por el recurso hídrico*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Guzman Ramos, A. (2001). *Problemática ambiental desde la perspectiva geográfica*.
- Hatfield, J. L., & Dold, C. (2019). *Eficiencia en el uso del agua: avances y desafíos en un clima cambiante*. Fronteras en la ciencia vegetal.
- Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de



https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Quinta.ed.

Huamán Ccallo, E. (2018). *Impacto ambiental del proyecto de riego tecnificado de la comunidad de Acora, Puno*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Acora - Puno.

Huillca Mamani, D. E. (2017). *Evaluación de impactos ambientales del sistema de riego de la comunidad de Paucartambo, Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Paucartambo - Cusco.

Jiménez Vargas, A. J., & Romero Aguilera, M. A. (2018). *Estudio de impacto ambiental en el área de influencia del sistema de riego presurizado Atapo-Palmira, microcuenca del río Atapo*. Riobamba - Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5311/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0001.pdf>

Laura Castro, D. Á. (2020). *Eficiencia del sistema de riego por solarización a diferentes profundidades en el cultivo de haba (Vicia faba L.) en la provincia de Acobamba*. Acobamba.

Leal, J., & Rodriguez, E. (1998). *Guías para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local: segunda versión ampliada*.

Lopez Ramos, A. J., & Polo Mejia, M. Y. (2024). *Evaluación de la calidad del agua e impacto ambiental en la cuenca baja del río Huaura, 2023*. Huacho – Perú. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/10182/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAGRI. (2014). *Notas de Prensa*. Ministerio de Agricultura y Riego. Obtenido de <http://www.minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2014/11886-minagri-regiones-y-municipios-destinan-s-320-millones-para-tecnificacion-del-riego>.



- MINAGRI. (2016). *Lineamientos técnicos para el riego en la sierra*. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima.
- MINAGRI. (2024). *Manual N.º 6: Cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima - Perú.
- MINAM. (2015). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N.º 27446*. Ministerio del Ambiente, Lima - Perú.
- Monzon Mamani, L. E. (2024). *Impacto ambiental de la creación del servicio de riego tecnificado de la comunidad de Iparo del distrito de Sandia-Puno, 2024*. Universidad Privada San Carlos, Sandia-Puno. Obtenido de https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/1007/Lizeth_Esmeralda_MONZON_MAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe Sutta, F. J. (2015). *Evaluación de impacto ambiental del sistema de riego de la microcuenca del río Mapacho, Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco., Cusco.
- Sánchez, L. (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental. En II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental* (págs. 46-78). Montevideo: UNESCO.
- Vilchez Chumpitaz, H. A. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de La Isla - Asia, Cañete*. La Isla - Asia, Cañete.
- Washington, D. C. (2020). *Gestión sostenible del agua y resiliencia agrícola en América Latina*. Banco Mundial.
- Yara. (22 de marzo de 2024). *Producir más, con menos: eficiencia del uso del agua en riego*. Obtenido de Yara - Perú.
- Yupanqui Ccoyllulle, J. (2020). *Evaluación de impacto ambiental de un proyecto de riego por aspersión en zonas altoandinas del Cusco*. Cusco: CONCYTEC.



ANEXO



ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAHUA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCAHAUA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General: ¿Cuál es el impacto ambiental del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candahua de la comunidad de Molloccahua, distrito de Alto Pichigua, 2025?	Objetivo General: Evaluar el impacto ambiental del sistema de riego del río Huichuma en el sector Candahua de la comunidad de Molloccahua, distrito de Alto Pichigua, 2025.	Hipótesis General: El sistema de riego del río Huichuma genera impactos ambientales significativos en el sector Candahua de la comunidad de Molloccahua. Hipótesis Específicas: 1. El sistema de riego afecta negativamente la calidad del suelo. 2. El sistema de riego influye en la calidad del agua .3. El sistema de riego altera la biodiversidad local.	Variable Independiente: Diseño del sistema Sistema de riego del río Huichuma Variable Dependiente: Impacto ambiental	 Diseño del sistema Uso del agua Impacto en el suelo Impacto en el agua Impacto en la biodiversidad	 Tipo de infraestructura, cobertura, eficiencia hídrica Volumen utilizado, frecuencia de riego Erosión, salinización, compactación Calidad del agua, contaminación Cambios en flora y fauna	Tipo: Aplicada Nivel: Descriptivo – explicativo Diseño: No experimental – transversal Método: Deductivo – inductivo Técnicas: Encuesta, observación directa Instrumentos: Cuestionario, ficha de observación Población: Agricultores de la comunidad Muestra: Probabilística o censal (según población)



ANEXO 2.

Modelo de entrevista breve aplicada a autoridades comunales de Molloccahua.

Entrevistas Breves - Componente Socioeconómico

Las siguientes entrevistas breves fueron aplicadas a autoridades comunales y usuarios directos del sistema de riego del río Huichuma, con el propósito de recopilar información socioeconómica relacionada con la organización comunal, las actividades productivas y el uso del recurso hídrico. Se presentan las guías de preguntas utilizadas para cada grupo de actores.

1. Entrevista a Autoridades Comunales

Cargo: presidente de comunidad / teniente gobernador

Objetivo: Conocer la organización comunal, roles de autoridades y participación en el proyecto de riego.

Preguntas:

- 1. ¿Cuál es la estructura organizativa de la comunidad y el rol que usted desempeña en ella?
- 2. ¿Cómo se toman las decisiones en la comunidad respecto al uso del agua y proyectos comunales?
- 3. ¿Qué expectativas tiene la comunidad con la implementación del sistema de riego del río Huichuma?
- 4. ¿Qué beneficios considera que traerá el sistema de riego a las familias y a la producción agrícola?
- 5. ¿Cuáles son los principales problemas o limitaciones que enfrentan actualmente en relación con el agua?
- 6. ¿Cómo se organiza la comunidad para el mantenimiento y gestión de la infraestructura de riego?



ANEXO 3.

Modelo de entrevista breve aplicada a usuarios directos del sistema de riego del río Huichuma para identificar percepciones, usos y expectativas.

2. Entrevista a Usuarios Directos del Sistema de Riego

Perfil: Agricultores y ganaderos beneficiarios del sistema de riego

Objetivo: Identificar percepciones, usos actuales del agua y expectativas frente al sistema de riego.

Preguntas:

- 1. ¿Qué cultivos y actividades productivas realiza usted en sus parcelas?
- 2. ¿De qué manera obtiene actualmente el agua para sus cultivos y ganado?
- 3. ¿Ha enfrentado problemas de escasez de agua en los últimos años? ¿Cómo los solucionó?
- 4. ¿Qué beneficios espera obtener con la implementación del sistema de riego del río Huichuma?
- 5. ¿Considera que el sistema de riego ayudará a mejorar su producción agrícola y ganadera? ¿De qué manera?
- 6. ¿Qué compromisos estaría dispuesto a asumir para el mantenimiento y sostenibilidad del sistema de riego?



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCAHUA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	JHON ALEXANDER TICONA TICONA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. CIVIL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					89 %
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97 %
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					99 %
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					88 %
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					95 %
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					96 %
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					84 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

93.22%

JHON A. TICONA TICONA
INGENIERO-CIVIL
CIP: 377418



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCAHUA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ERIKA YESABELLA USCAMAYTA PARICELA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
10. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					88 %
11. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					89 %
12. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					89 %
13. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					93 %
14. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95 %
15. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					96 %
16. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					84 %
17. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					96 %
18. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					85 %

III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

90.56%



Erika Yesabella Uskamayta Paricela
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Reg. CIP. 269742



VALIDACION DE INSTRUMENTO

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO
HUICHUMA SECTOR CANDAÑA DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCAHUA DISTRITO DE ALTO
PICHIGUA 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	ALEX DANIEL HANCCO MAMANI
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
19. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					89 %
20. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					97%
21. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					81%
22. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					88%
23. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					95%
24. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					89%
25. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					83%
26. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					85%
27. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APPLICABILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

89.44%

Alex Daniel Hanco Mamani
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Reg. CIP N° 243240



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 08-06-26

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: PERCY ELOY PARRILLA RAMIREZ

Dirección: AV. REPUBLICA DE PERU S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46903541

Teléfono: 977512013 email: parry19pr@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO DEL RIO HUICHUMA SECTOR CANDAÑA
DE LA COMUNIDAD DE MOLLOCCA HUA DISTRITO DE ALTO PICHIGUA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): impacto ambiental, sistema de riego, metodología semicuantitativa, Matriz de Leopold

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1, 2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral**. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



Firma de Autor



huella digital

08 - Junio - 2026

Fecha