

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ciencias Sociales



IMPLEMENTACIÓN DE QOCHAS COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DESABASTECIMIENTO DE AGUA AGRÍCOLA EN EL SECTOR CHURUCCASA, COMUNIDAD DE MANASQUI - APURÍMAC, 2025

Tesis para optar al Título Profesional de Licenciada en Economía y Gestión Ambiental

Presenta la Bachiller

GLADIS LETONA QUISPE

Presidenta: Karen Ilse Eckhardt Rovalino

Asesor: Luis Alberto Jimenez Diaz

Lector: Cinthya Katherine Tello Zuñiga

Lima – Perú

Julio de 2026



UARM
Universidad
Antonio Ruiz
de Montoya

Anexo N.º 3 - Reglamento General de Grados y Títulos de Pregrado y Posgrado
Aprobado por Resolución Rectoral N° 150-2023-UARM-R

INFORME DE ORIGINALIDAD

Sres.
CONSEJEROS
Pte.

De nuestra consideración:

Por la presente nos dirigimos a Ustedes para saludarlos e informar al Consejo Universitario sobre el producto académico elaborado por LETONA QUISPE, Gladis quien solicita la obtención de su título profesional de licenciada en Economía y Gestión Ambiental a través de la sustentación de tesis.

El producto académico elaborado tiene como título "IMPLEMENTACIÓN DE QOCHAS COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DESABASTECIMIENTO DE AGUA AGRICOLA EN EL SECTOR CHURUCCASA, COMUNIDADDE MANASQUI - APURÍMAC, 2025".

Por tanto, en nuestra condición de Asesor de producto académico y de integrante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Sociales, respectivamente, declaramos que el producto académico de Gladis Letona Quispe ha sido examinado con el programa antiplagio *Turnitin* para identificar su nivel de coincidencias.

El resultado que arroja el programa es de 19% de similitud, el cual proviene de fuentes de información que han sido debidamente citadas o reconocidas utilizando las normas del sistema APA.

Sin otro particular, quedo de ustedes.

Firmado en Lima, el 18 del mes de junio de 2026.

Atentamente,

Luis Alberto Jimenez
Asesor

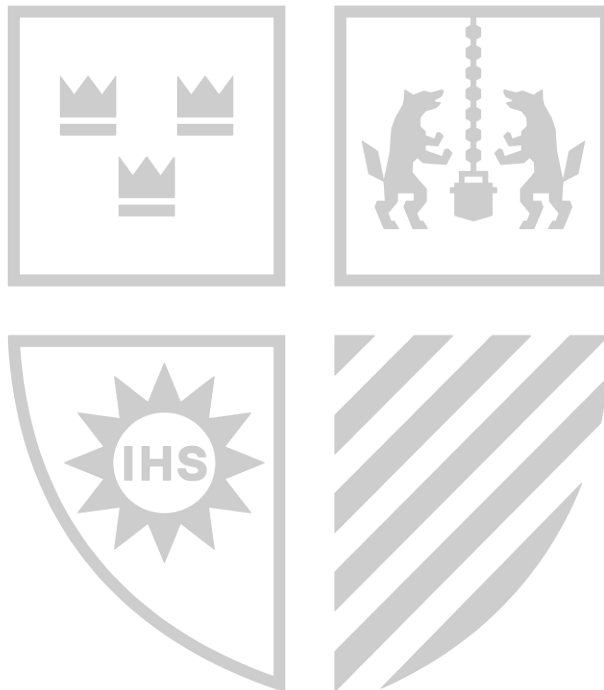
Gloria Armestar Bruno
Presidente de la Comisión

* Conforme a lo establecido en el documento de identidad

EPÍGRAFEDE

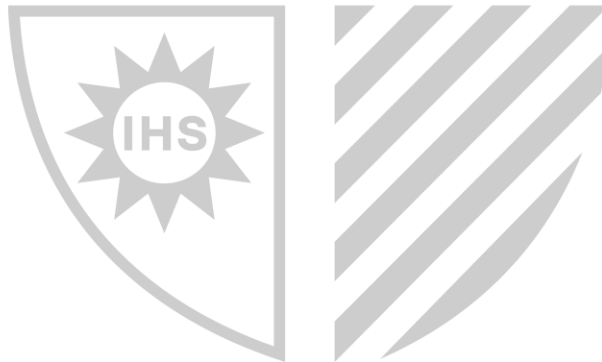
“La mejor tecnología no siempre es la más nueva, sino la que
entiende al territorio.”

Elinor Ostrom



DEDICATORIA

A Dios, por cuidarme siempre y no dejarme sola. A mi amada hija Cataleya, por ser el regalo más preciado que Dios y la vida me han concedido. A mi esposo Wilber, por todo su apoyo incondicional, paciencia y amor. A mi madre Rosalía y a mis hermanos, en especial Maruja y Rudy, por brindarme su apoyo y motivarme a seguir adelante. A mi segunda mamá Naty, por su empuje constante a pesar de las dificultades. Y a mí misma, por el esfuerzo, la dedicación y la fortaleza de nunca renunciar a mis metas.



AGRADECIMIENTO

Al programa nacional de Beca 18 por darnos la oportunidad de estudiar una carrera profesional, a la Universidad Antonio Ruiz de Montoya y a los Docentes de la Facultad de Economía y Gestión Ambiental, por ser fuente de inspiración y guía constante durante este largo proceso. A mi asesor de tesis Dr. Luis Alberto Jiménez Díaz, por su tiempo, paciencia, apoyo y persistencia en la culminación de la tesis y a todas aquellas personas cuyo apoyo y colaboración hicieron posible esta investigación.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad económica y social de implementar qochas como estrategia para mitigar el desabastecimiento de agua destinada a la actividad agrícola en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui, Apurímac. La investigación fue aplicada, descriptiva, con diseño no experimental de corte transversal y enfoque cuantitativo, sustentado en el análisis costo-beneficio (ACB) y costo-efectividad (ACE). La población estuvo conformada por 390 habitantes y la muestra por 130 familias beneficiarias. Para la recolección de datos se emplearon revisión documental, fichas de registro y entrevistas semiestructuradas. Los resultados evidencian que la qocha almacena 135 625 m³ de agua, incrementando la producción agrícola de 3,14 a 7,43 toneladas (137 %) y ampliando las campañas agrícolas de una a dos por año. Asimismo, el valor del ganado aumentó entre 20 % y 30 %, según la especie. El análisis económico-social obtuvo un VANS positivo de S/ 14 382,42 y un CE de S/ 1 945 por familia, confirmando la rentabilidad social del proyecto. Además, se identificaron beneficios ambientales como la recarga hídrica, reducción de erosión y recuperación de cobertura vegetal. Se concluye que las qochas constituyen una alternativa viable y sostenible para fortalecer la seguridad hídrica y el desarrollo rural altoandino.

Palabras clave: Qocha, disponibilidad hídrica, costo beneficio, productividad agropecuaria, seguridad hídrica.

ABSTRAC

The study aimed to evaluate the economic and social feasibility of implementing qochas (small reservoirs) as a strategy to mitigate water scarcity for agricultural activity in the Churuccasa sector of the Manasqui community in Apurímac. The research was applied and descriptive, with a non-experimental, cross-sectional design and a quantitative approach, based on cost-benefit analysis (CBA) and cost-effectiveness analysis (CEA). The population consisted of 390 inhabitants, and the sample comprised 130 beneficiary families. Data collection methods included document review, registration forms, and semi-structured interviews. The results show that the qocha stores 135,625 m³ of water, increasing agricultural production from 3.14 to 7.43 tons (137%) and extending the number of growing seasons from one to two per year. Furthermore, the value of livestock increased between 20% and 30%, depending on the species. The socio-economic analysis yielded a positive NPV of S/ 14,382.42 and an EC of S/ 1,945 per family, confirming the project's social profitability. Furthermore, environmental benefits such as water recharge, erosion reduction, and vegetation restoration were identified. It is concluded that qochas (small reservoirs) constitute a viable and sustainable alternative for strengthening water security and promoting rural development in the high Andes.

Keywords: Qocha, water availability, cost–benefit, agricultural productivity, water security.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1.Formulación del problema	18
1.1.1. Problema general	18
1.1.2. Pregunta específicas.....	18
1.2.Justificación e importancia.....	18
1.2.1.Relevancia social	19
1.2.2.Implicancias prácticas.....	19
1.2.3.Utilidad metodológica.....	20
1.3. Delimitación de la investigación.....	20
1.3.1.Delimitación Temporal.....	20
1.3.2.Delimitación Espacial	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.1.3 Brecha metodológica en la evaluación de infraestructura natural	31
2.2. Bases teóricas	32
2.2.1. Clima.....	32
2.2.2. Estrés Hídrico	32
2.2.3. Adaptación al cambio climático	32
2.2.4. Soluciones basadas en la naturaleza	33

2.2.5. Marco legal.....	34
2.2.6 Siembra y cosecha de agua.....	35
2.2.7. Zanjias de infiltración.....	35
2.2.8. Agricultura familiar.....	36
2.3. Términos adicionales aplicables a proyectos de infraestructura natural.....	36
2.4. Externalidades ambientales y valoración económica de los servicios ecosistémicos	37
2.5. Economía del bienestar	39
2.6. Análisis de costo beneficio	39
2.6.1. Ventajas y limitaciones del ACB.....	40
2.7. Determinación de indicadores que miden el beneficio social generado	40
2.8. Metodología de costo efectividad	41
2.9. Qochas andinas y su construcción	42
2.9.1. Pasos para la construcción de la qocha.....	44
CAPITULO III: OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	48
3.1. Objetivos	48
3.1.1. Objetivo general.....	48
3.1.2. Objetivos específicos	48
3.2. Hipótesis.....	48
3.2.1. Hipótesis general.....	48
3.2.2. Hipótesis específicas.....	48
CAPITULO IV: METODOLOGÍA.....	50
4. 1. Ámbito de estudio	50
4.1.1. Ubicación geográfica	50
4.1.2. Aspectos sociales y económicos	55
4.1.3. Situación de los servicios básicos.....	55
4.1.4. Vegetación en el Distrito de Coyllurqui	56

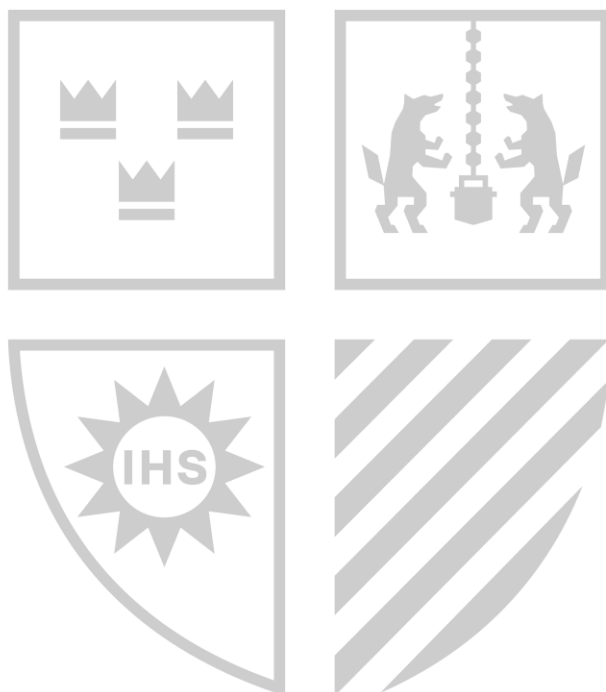
4.1.5. Agricultura en la comunidad de Manasqui	58
4.2. Metodología	63
4.2.1. Tipo de investigación.....	63
4.2.2. Diseño de investigación.....	63
4.2.3. Enfoque y Alcance de investigación.....	64
4.3. Variables	64
4.4. Población, muestra y muestreo	68
4.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos	69
4.6. Métodos de análisis de datos	69
4.6.1. Precios Sociales y Factor de Corrección de Mano de Obra (FCMO).....	70
CAPITULO V: RESULTADO	71
5.1. Análisis- costo beneficio del proyecto.....	71
5.1.1. Inversión de la qocha	72
5.1.2. Operación y mantenimiento de la Cocha.....	76
5.1.3. Análisis Flujo de caja.....	78
5.1.3.1. Análisis de Sensibilidad.....	83
5.1.4. Análisis Costo efectividad	85
5.1.5. Análisis del impacto de la qocha en la mejora de la actividad agrícola	88
5.1.6. Análisis del impacto de la qocha en la mejora de la actividad pecuaria.....	90
5.2 Respuesta a las hipótesis.....	94
Conclusiones.....	97
Discusión	99
Recomendaciones	102
Referencias.....	104
Anexos	112

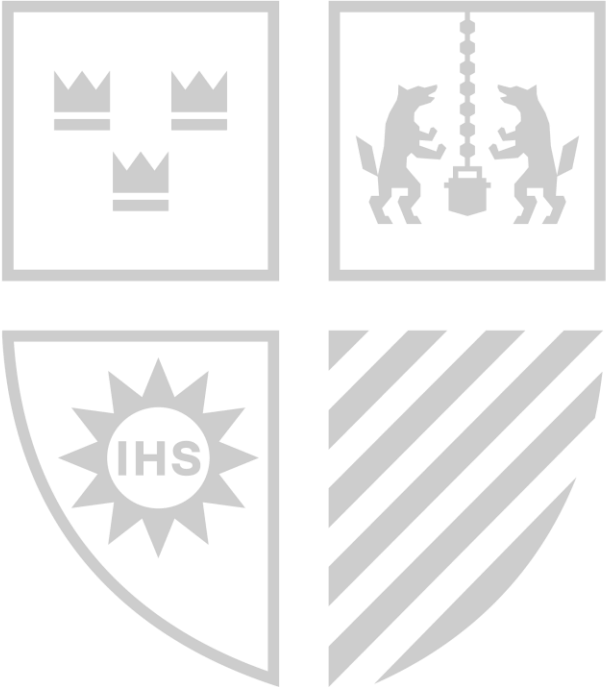
INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Precio de herramientas	47
Tabla 2 Características generales y geográficas del distrito de Coyllurqui.....	51
Tabla 3 Distribución poblacional por sexo en diversos centros poblados.....	54
Tabla 4 Superficie agrícola y no agrícola – Coyllurqui	56
Tabla 5 Principales cultivos según superficie – Coyllurqui.....	56
Tabla 6 Producción, precios e ingresos agrícolas en Coyllurqui.....	57
Tabla 7 Producción agrícola de Manasqui 2018.....	60
Tabla 8 Producción agrícola y condiciones-Manasqui	61
Tabla 9 Crianza de animales en la comunidad de Manasqui y costo de su crianza.....	63
Tabla 10 Operacionalización de variables	67
Tabla 11 Dimensiones y volumen de almacenamiento de la qocha	71
Tabla 12 Costos para la construcción de la qocha	74
Tabla 13 Operacionalización de variables	76
Tabla 14 Supervisión de qochas	76
Tabla 15 Herramientas para-O&M.....	77
Tabla 16 Resumen costo de O&M	78
Tabla 17 Datos base para la elaboración del flujo de caja	78
Tabla 18 Flujo de caja- Financiado por la COMUNIDAD al 100%.....	80
Tabla 19 Flujo de caja- Inversión por una ENTIDAD ESTATAL al 100%	82
Tabla 20 Resumen de las variaciones de las variables críticas y su impacto de rentabilidad social	84
Tabla 21 Costo de efectividad	86
Tabla 22 Incremento de la producción de los cultivos con la aplicación del riego	88
Tabla 23 Incremento general	88
Tabla 24 Comparación general sin y con cocha	89
Tabla 25 Precio de animal con qocha	90
Tabla 26 La qocha incide en la crianza, engorde y rentabilidad de especies pecuarias de Manasqui.....	91
Tabla 27 Resumen de beneficios directos + sociales + externalidades	92
Tabla 28 Requerimiento hídrico por cultivo y volumen total de agua demandada en el sector Churucasa	118

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Diagrama de flujo de la SCALL en Churuccasa	33
Figura 2 Construcción del dique: Muro de forma trapezoidal.....	46
Figura 3 Mapa político administrativo del distrito de Coyllurqui	51





INTRODUCCIÓN

El acceso al agua constituye un elemento esencial para el desarrollo económico y social de las comunidades altoandinas, especialmente en un contexto de creciente presión climática. En los últimos años, la variabilidad de las precipitaciones y el incremento de eventos extremos han generado escasez hídrica que afecta directamente a los sistemas de producción agrícola y ganadera. Tal como señala el (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, [SENAMHI], 2019), los cambios en el régimen de lluvias han intensificado los periodos de sequía, reduciendo la disponibilidad del recurso en zonas rurales dependientes de la agricultura familiar. Esta situación se vuelve más crítica en regiones como Apurímac, donde existe una alta vulnerabilidad frente al cambio climático (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2021).

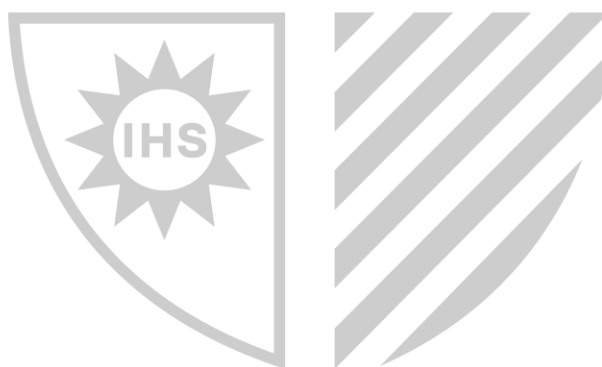
Ante este escenario, las prácticas ancestrales de siembra y cosecha de agua recobran importancia como alternativas sostenibles para la gestión integral del recurso hídrico. De acuerdo con la (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2009), las qochas permiten almacenar y regular el agua de lluvia, mejorando la recarga hídrica y beneficiando la actividad agrícola y pecuaria en zonas altoandinas. Asimismo, diversos estudios evidencian que estas infraestructuras naturales contribuyen a incrementar la disponibilidad de agua durante la época seca, favoreciendo la continuidad de las actividades productivas (Núñez, 2018).

La comunidad de Manasqui, ubicada en el distrito de Coyllurqui, enfrenta limitaciones significativas en la captación y almacenamiento de agua, lo que genera baja productividad agrícola y desigual distribución del recurso. Como se menciona en el diagnóstico local, la infraestructura existente es insuficiente y se encuentra deteriorada, afectando directamente el rendimiento de cultivos como el maíz y restringiendo las

campañas agrícolas anuales. Esta situación repercute en los ingresos familiares y profundiza la vulnerabilidad socioeconómica del sector.

En este contexto, la implementación de una qocha en el sector Churuccasa se plantea como una alternativa viable para mejorar la seguridad hídrica y fortalecer la resiliencia comunitaria. La evaluación de sus costos y beneficios sociales resulta fundamental para determinar su viabilidad económica y ambiental. Tal como propone el enfoque de valoración económica ambiental, la estimación de beneficios directos e indirectos permite comprender el impacto real de las intervenciones en recursos naturales (Pearce & Turner, 1995). Por ello, la presente investigación tiene como propósito estimar los costos y beneficios sociales asociados a la qocha, empleando análisis costo–beneficio y costo–efectividad como herramientas clave para la toma de decisiones.

En suma, el estudio contribuye a generar evidencia técnica para la gestión del recurso hídrico, ofreciendo un sustento que puede apoyar la replicación de esta tecnología ancestral en otras comunidades de la región. Su relevancia radica no solo en la mejora productiva, sino también en el fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y la adaptación al cambio climático en zonas vulnerables.



CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las gochas son técnicas tradicionales desarrolladas por las comunidades altoandinas. Estas consisten en depresiones naturales o excavaciones hechas por el ser humano, que se llenan de agua formando pequeñas lagunas. Su principal propósito es almacenar recursos hídricos para utilizarlos en períodos de escasez, ya sea para el consumo humano, el riego de cultivos o el abastecimiento de agua para el ganado durante épocas cercanas a la sequía (Mercado, 2022).

El calentamiento global, junto con la emisión excesiva de gases de efecto invernadero, ha modificado el ciclo del agua, alterando el régimen de lluvias y generando una reducción significativa en la disponibilidad de recursos hídricos a nivel mundial (Guerrero & Gutarra, 2021). La falta de disponibilidad hídrica guarda una relación directa con el rápido aumento de gases de efecto invernadero, generado por las acciones humanas y los patrones de vida de la sociedad moderna, lo que ha derivado en una transformación de la dinámica de los ecosistemas naturales (Silvera & Mancilla, 2019). En respuesta a estos desafíos, se han implementado normativas como la Ley Marco sobre el Cambio Climático y la Convención Marco de las Naciones Unidas, enfocadas en abordar integralmente la problemática climática global (Hincapié, 2020), en el que Perú ha adoptado compromisos internacionales en materia ambiental vinculados al cambio climático, con el objetivo de ejecutar medidas de mitigación, adaptación y transformar simultáneamente la gestión de los recursos hídricos.

En Latinoamérica, Nicaragua por su posición geográfica y condiciones territoriales enfrenta múltiples fenómenos climáticos, destacándose las sequías prolongadas asociadas principalmente al "Fenómeno de El Niño". El cambio climático y las emisiones de gases de efecto invernadero alteran la dinámica atmosférica, agravando

episodios de escasez hídrica que perjudican el consumo doméstico, la ganadería y la agricultura, esta última pilar fundamental de su economía (Salazar, 2016).

Es así que, bajo su actual estructura hidrográfica, el Perú alberga 159 cuencas definidas por la Cordillera de los Andes, las cuales enfrentan fenómenos hidrometeorológicos agravados por el aumento de temperaturas en regiones altoandinas y la Amazonía norte. Esto provoca alteraciones en la disponibilidad de agua y afecta sectores económicos claves. Ante ello, medidas como la recarga hídrica sostenible y la cosecha de agua han adquirido importancia crítica para mitigar los efectos de la variabilidad climática (Guerrero & Gutarra, 2021).

El Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH) peruano opera mediante un conjunto de normas, principios y procedimientos diseñados para asegurar una gestión integrada del agua. Esta plataforma estatal fomenta la participación multisectorial y el uso sostenible, con énfasis en conservación, mejora de calidad y aumento de la disponibilidad hídrica (ANA, 2009). Entonces, para impulsar una gestión sostenible del agua, se han establecido instrumentos normativos como la Ley de Recursos Hídricos, el Plan Nacional de Recursos Hídricos, la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, la Política Nacional del Ambiente, los Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Riego 2015-2025 y la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos. Su objetivo es fomentar herramientas técnicas que contribuyan a la recarga hídrica en zonas estratégicas de cuencas y microcuencas, optimizando la disponibilidad del recurso bajo un enfoque integrado Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, (MINAGRI, 2019)

No obstante, la preocupante reducción de las fuentes hídricas en las zonas altoandinas tiene su origen principalmente en la presión humana sobre los ecosistemas y los fenómenos asociados al cambio climático. En la cabecera de cuenca de Apurímac, esta situación ha generado problemas como la pérdida de cobertura vegetal, erosión de suelos, aumento de escorrentía superficial, disminución de la capacidad de infiltración y avance de la desertificación, derivados de prácticas como el sobrepastoreo, quema de pastizales, deforestación y cambios en el uso del suelo. Paralelamente, las variaciones climáticas han modificado patrones de temperatura y precipitación, registrándose incrementos térmicos y lluvias más intensas, pero de menor duración. La combinación de estas actividades humanas y los efectos climáticos está acelerando la degradación de los

ecosistemas, con la consiguiente pérdida progresiva de servicios ecosistémicos hidrológicos, particularmente en su capacidad de regulación, rendimiento, disponibilidad y calidad del agua (Cervantes & Bustinza, 2014). Esta situación afecta principalmente a la agricultura ya que es la actividad económica principal en la zona, se caracteriza por ser de subsistencia, con baja productividad, escasa diversidad de cultivos, riesgo ante la falta de agua y limitado acceso a mercados comerciales. (Agro en acción, s.f.)

El clima del Distrito de Coyllurqui se caracteriza por tres tipos principales: 1) semifrío lluvioso, con alta humedad y sequedad durante el otoño e invierno; 2) semiseco templado húmedo, con escasez de lluvias en tres estaciones; y 3) semiseco frío, con baja humedad y lluvias deficitarias en otoño e invierno. Este distrito forma parte de la cuenca del río Apurímac, donde el río Pamputa es el curso fluvial más extenso, seguido por el río Vilcabamba. Aunque el agua es un recurso limitado en la zona para consumo humano y actividades productivas, principalmente agrícolas, enfrenta amenazas por la contaminación causada por la minería informal. Según, el Plan de Desarrollo Local Concertado de Coyllurqui al 2030, entre 2007 y 2017, el acceso al agua mediante red pública en Coyllurqui aumentó, desplazando gradualmente el uso de manantiales y ríos. Sin embargo, las comunidades más aisladas continúan dependiendo de fuentes hídricas contaminadas con desechos, lo que agrava problemas de salud como diarreas agudas y deficiencias nutricionales en la población infantil (Municipalidad Distrital de Coyllurqui [MDC], 2022).

La red de riego del distrito de Coyllurqui se encuentra en condiciones deficientes, ya que solo siete comunidades cuentan con sistemas en estado regular o deteriorado. Esta situación afecta directamente a los agricultores, quienes enfrentan escasez hídrica y pérdidas productivas durante las épocas de sequía. En este contexto, la viabilidad de la actividad agropecuaria depende en gran medida de la disponibilidad de sistemas de riego adecuados según el tipo de cultivo; sin embargo, su limitada presencia obliga a la población a migrar hacia otras actividades económicas, incrementando su vulnerabilidad frente a crisis.

Según la Municipalidad Distrital de Coyllurqui (2022) en el año 2017 el 20,87 % de la Población Económicamente Activa (PEA) se dedicaba a actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, lo que evidencia la alta dependencia del distrito de este sector. Asimismo, un porcentaje similar se empleaba en trabajos no especializados, como

la jornalería agrícola o de construcción, mientras que el comercio minorista, transporte y servicios de hostelería concentraban el 7,90 % restante. Por otro lado, las variaciones climáticas, sumadas a precipitaciones extremas, han generado impactos negativos en la infraestructura hídrica. Un ejemplo de ello es el fallo estructural del dique de la laguna Tinkiqocha, en la comunidad de Ayumanqui, el cual ocasionó daños en viviendas, puentes y áreas de cultivo, como consecuencia de deficiencias en su diseño y construcción (Gobierno Regional de Apurímac, 2021).

La zona de estudio, ubicada en la comunidad de Manasqui, presenta una producción agrícola altamente dependiente de la estacionalidad climática, caracterizada por dos periodos bien definidos: una temporada de lluvias intensas entre los meses de diciembre y marzo, y una temporada seca con escasas precipitaciones entre junio y septiembre. No obstante, el cambio climático ha alterado estos patrones, generando variaciones en la duración e intensidad de las estaciones, lo que se traduce en periodos prolongados de sequía que afectan la disponibilidad de agua para los cultivos y, en consecuencia, la producción agrícola.

Esta situación incrementa la vulnerabilidad de la comunidad frente a la escasez hídrica y sus efectos en la actividad agropecuaria. A ello se suma una limitada eficiencia en la gestión del recurso hídrico proveniente de ríos y riachuelos, principalmente debido a la falta de conocimientos técnicos entre los pobladores. Asimismo, las condiciones geográficas del territorio representan una limitante adicional, ya que los cauces son profundos y rocosos, lo que dificulta su aprovechamiento y demanda inversiones elevadas para su captación, conducción, distribución y uso.

Por otro lado, se ha promovido el riego tecnificado en parcelas demostrativas en las comunidades vecinas de Pfaco, Acpitan y Vilcaro; sin embargo, estos proyectos solo lograron cumplir sus objetivos demostrativos debido a la carencia de infraestructura adecuada (Bocangel et al, 2014). Según, la Provincia de Cotabambas (2018) tanto Manasqui como Vilcaro enfrentan una severa escasez de agua, y los ríos permanentes que atraviesan estas localidades no se aprovechan de manera eficiente para actividades productivas debido a su ubicación y recorrido. Por último, según, el presidente comunal Letona (23 de noviembre del 2018) la inversión por parte de las autoridades es mínima, y, además, los pobladores muestran resistencia a participar en trabajos comunitarios, incluyendo proyectos de inversión como los sistemas de riego.

Según la página de Gob.pe (2021) en el sector de Pucallama, Paucapampa, se llevó a cabo el mejoramiento del servicio de agua a nivel parcelario mediante un sistema de riego tecnificado, con una inversión de S/. 1,378,000.00 y un plazo de ejecución de 120 días calendarios. No obstante, estos sistemas no abastecen a la mayoría de usuarios y se encuentran en condiciones regulares o deterioradas. A esto se suma la problemática de la insuficiente disponibilidad de agua para la agricultura en la comunidad, lo que ha generado efectos negativos significativos. La distribución del agua en el sistema de riego no es equitativa, Dado que no toda la población se beneficia de estos sistemas, se ha registrado una disminución en la productividad, especialmente en el cultivo de maíz. Cabe destacar que la comunidad cultiva una variedad de productos, por lo que esta situación ha contribuido a que la agricultura local sea poco sostenible. Además, la comunidad se beneficia de proyectos agropecuarios que mejoran la calidad de productos como la palta y el maíz; sin embargo, estos cultivos permanecen almacenados o se deterioran debido a la falta de acceso a mercados locales para su comercialización.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Desde una perspectiva económica, la implementación de qochas constituye una alternativa viable para reducir el desabastecimiento de agua destinada a la actividad agrícola en el sector Churucasa, comunidad de Manasqui, Apurímac?

1.1.2. Pregunta específicas

- PE1: ¿Qué beneficios directos, sociales y por externalidades positivas se generan con la implementación de qochas en el sector Churucasa, comunidad de Manasqui, Apurímac?
- PE2: ¿Cuáles son los costos asociados a la implementación, así como a las actividades de operación y mantenimiento de las qochas en el sector Churucasa?
- PE3: ¿Cuál es el Valor Actual Neto Social (VANS) que justifica la ejecución de proyecto de qocha en el Sector Churucasa, comunidad de Manasqui – Apurímac?

1.2. Justificación e importancia

De acuerdo con Hernández et al. (2018), la importancia potencial de una investigación puede analizarse a partir de diversos criterios.

1.2.1. Relevancia social

La investigación aborda la problemática de la escasez de agua en comunidades altoandinas, originada por el cambio climático, la irregularidad de las precipitaciones y la limitada infraestructura hídrica. En este contexto, las qochas se presentan como una alternativa sostenible y culturalmente pertinente para mejorar la disponibilidad de agua.

Su implementación en la comunidad de Manasqui contribuye directamente al bienestar de la población, al fortalecer la actividad agrícola, principal fuente de sustento, lo que repercute en una mejora de la calidad de vida y en la reducción de la vulnerabilidad socioeconómica. Asimismo, promueve la seguridad alimentaria y favorece el incremento de los ingresos familiares.

De igual manera, la investigación tiene relevancia social porque revaloriza los conocimientos ancestrales en la gestión del agua y fortalece la cohesión y organización comunitaria. Además, aporta a la adaptación frente al cambio climático, incrementando la resiliencia de la población ante eventos como sequías e inundaciones. En conjunto, estos beneficios contribuyen al desarrollo sostenible y a la reducción de la pobreza rural en contextos altoandinos.

1.2.2. Implicancias prácticas

La investigación proporciona información concreta sobre la situación hídrica y socioeconómica de la comunidad de Manasqui, la cual puede ser utilizada como base para el diseño e implementación de intervenciones similares.

En términos prácticos, la implementación de qochas en el sector Churuccasa permite incrementar la disponibilidad de agua para riego durante la temporada seca, asegurando la continuidad de las actividades agrícolas. Esto facilita la planificación de cultivos y mejora la productividad de manera sostenida.

Asimismo, los resultados del estudio pueden orientar a entidades públicas, privadas y organizaciones locales en la formulación de proyectos de inversión en infraestructura hídrica de bajo costo. También promueven el uso organizado y comunitario del recurso, favoreciendo una distribución equitativa del agua y previniendo conflictos.

Desde el enfoque ambiental, las qochas contribuyen a la recarga hídrica y a la conservación de suelos, lo que puede ser incorporado en estrategias de gestión sostenible de recursos naturales. Finalmente, la experiencia desarrollada constituye un modelo

replicable en otras comunidades rurales, facilitando su aplicación en distintos contextos con características similares.

1.2.3. Utilidad metodológica

El aporte metodológico se basa en que el análisis costo-beneficio (C-B) permite realizar una evaluación económica tipo costo-efectividad, valorando cuantitativamente los beneficios frente a los costos de inversión y mantenimiento de las qochas. Este enfoque facilita identificar la opción más eficiente, proporciona una base objetiva para la toma de decisiones y fortalece la viabilidad y replicabilidad del proyecto en otras comunidades rurales.

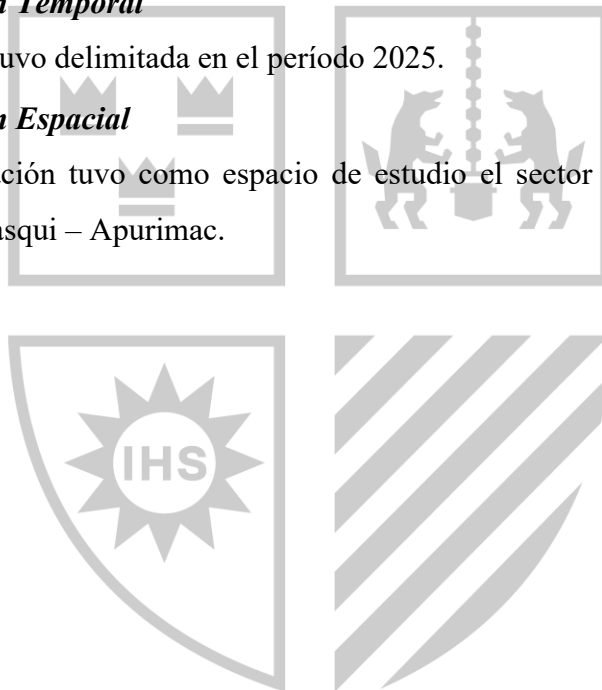
1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación Temporal

La investigación estuvo delimitada en el período 2025.

1.3.2. Delimitación Espacial

La investigación tuvo como espacio de estudio el sector de Churuccasa de la comunidad de Manasqui – Apurímac.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el ámbito internacional Torres (2019) en su artículo científico titulado, la captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. El objetivo principal fue llevar a cabo una revisión bibliográfica acerca de las tecnologías utilizadas para el aprovechamiento del agua de lluvia, implementadas en distintas épocas y regiones del mundo. La creciente necesidad de disponer de este tipo de recursos en un contexto donde el ahorro es cada vez más imprescindible constituye la motivación fundamental. Como resultado se presentan ejemplos significativos a nivel mundial, destacando especialmente los casos de Cuba y Belice, donde se empleaban sistemas compuestos por depósitos, canales y diques para almacenar el agua de lluvia, con el propósito de utilizarla durante las temporadas secas. En Campeche, los antiguos habitantes precolombinos construyeron un canal de 50 metros de ancho y 1 metro de profundidad para aumentar la capacidad de captación del agua destinada al consumo humano y al riego de sus cultivos.

Endara (2020) en su tesis titulada “Efectos del proyecto Cosechas de Agua en el Corredor Seco en medios de vida sostenibles de pequeños productores en Crucita de Oriente, Honduras”, tuvo como objetivo analizar el efecto directo del proyecto en los medios de vida sostenibles de las familias beneficiadas por el sistema de cosecha de agua y de riego en Crucita de Oriente, Intibucá. La metodología empleada incluyó encuestas, observaciones en campo, entrevistas a informantes clave y grupos focales, utilizando una matriz para estimar el aporte de diferentes indicadores a los cinco capitales de la estrategia de medios de vida sostenibles: natural, físico, humano, social y financiero. Los resultados mostraron que, antes del proyecto, las familias enfrentaban inseguridad alimentaria,

pobreza y falta de ingresos debido a la sequía y la escasez de empleo, recurriendo a la migración y el trabajo eventual como jornaleros. Tras dos años de implementación del proyecto, se observó un impacto positivo en todos los capitales analizados, mejorando el acceso al agua, la protección de fuentes, el uso y manejo del suelo, la diversificación de cultivos y el fortalecimiento organizativo y financiero de los productores. Se concluyó que el proyecto contribuyó significativamente a la resiliencia y sostenibilidad de los medios de vida, recomendándose acompañamiento técnico adicional en producción, transformación y comercialización agrícola, así como la formación de un grupo técnico de apoyo para asegurar la sostenibilidad de los logros y la gestión ambiental local

Duran y Martos (2022) en su artículo de investigación, Siembra y cosecha de agua en Iberoamérica. El estudio tuvo como objetivo principal recopilar y analizar los diferentes sistemas de siembra y cosecha de agua en Bolivia, vinculando los conocimientos ecológicos tradicionales con las comunidades locales para identificar estrategias de adaptación y conservación de ecosistemas amenazados por el cambio climático. La metodología fue principalmente cualitativa, basada en una revisión bibliográfica que permitió organizar los principales hallazgos en una línea de tiempo. Además, se realizó una discusión crítica sobre las limitaciones encontradas en los procesos de rehabilitación y recuperación de los sistemas ancestrales conocidos como qochas. Entre los sistemas estudiados, se destacó el uso de los “atajados” o qochas, que aprovechan depresiones naturales para retener aguas de escorrentía y formar lagunas artificiales mediante la construcción de diques con piedras y arcilla. Se concluyó que la siembra y cosecha de agua tiene un efecto positivo en el microclima, generando beneficios concretos en los modos de vida y producción, así como un aumento significativo en la resiliencia de los ecosistemas donde se implementó esta técnica.

Herrera-Franco et al (2024) llevaron a cabo la investigación titulada "Water Sowing and Harvesting (WS&H) for Sustainable Management in Ecuador: A Review", cuyo objetivo general fue analizar y sintetizar el estado actual y las perspectivas del manejo sostenible del agua mediante técnicas ancestrales y modernas de siembra y cosecha de agua en Ecuador. La metodología consistió en una revisión sistemática de literatura y análisis de experiencias presentadas en el foro internacional sobre WS&H, complementada con estudios hidrogeológicos y geofísicos en zonas rurales andinas, especialmente en la cuenca del volcán Chimborazo, para caracterizar el potencial de acuíferos y proponer estrategias de gestión sostenible basadas en soluciones naturales.

Los resultados mostraron que estas técnicas favorecieron la infiltración y almacenamiento de agua, mejoraron la disponibilidad hídrica en periodos secos y contribuyeron a la seguridad hídrica y agrícola, además de generar beneficios sociales, ambientales y culturales. Finalmente, concluyeron que la siembra y cosecha de agua constituye una infraestructura verde con alto potencial para fortalecer la resiliencia frente al cambio climático y apoyar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el relacionado con la seguridad hídrica.

García-Ávila et al (2023) realizaron la investigación titulada "Rainwater harvesting and storage systems for domestic supply: An overview of research for water scarcity management in rural areas", cuyo objetivo general fue presentar una revisión sistemática sobre los sistemas de cosecha y almacenamiento de agua de lluvia (RWHSS) implementados entre 2012 y 2022 para la gestión de la escasez hídrica en zonas rurales. La metodología consistió en un análisis exhaustivo de literatura científica y experiencias de campo que abordaron aspectos técnicos, sociales y ambientales de estos sistemas, destacando su diseño, eficiencia, impacto y participación comunitaria. Los resultados mostraron que los RWHSS mejoraron el acceso al agua doméstica, redujeron la carga de trabajo, especialmente para las mujeres rurales, y contribuyeron a la reducción de brechas de género y a la sostenibilidad hídrica local, aunque su efectividad dependió de factores como la precipitación, tamaño de almacenamiento y mantenimiento. Finalmente, concluyeron que los sistemas de cosecha de agua de lluvia constituyen una alternativa viable y sostenible para enfrentar la escasez de agua en áreas rurales, promoviendo además la participación social y el empoderamiento comunitario en la gestión del recurso hídrico.

Fuentes-Galván et al (2018) llevaron a cabo la investigación titulada "Roof Rainwater Harvesting in Central Mexico: Uses, Benefits, and Factors of Adoption", cuyo objetivo general fue analizar los usos, beneficios y factores que influyen en la adopción de sistemas de captación de agua de lluvia en techos en comunidades rurales del estado de Guanajuato, México. La metodología consistió en la aplicación directa de cuestionarios a usuarios de estos sistemas, complementada con un análisis técnico de los componentes del sistema de captación, almacenamiento y tratamiento del agua de lluvia, así como la evaluación de la percepción social y económica de los beneficiarios. Los resultados mostraron que los sistemas de captación mejoraron el acceso al agua para usos domésticos no potables, redujeron la dependencia de fuentes externas y generaron beneficios sociales al involucrar a la comunidad en su gestión, aunque la adopción estuvo

condicionada por factores económicos, culturales y técnicos. Finalmente, concluyeron que la captación de agua de lluvia en techos es una alternativa viable y sostenible para mitigar la escasez hídrica en zonas rurales, siempre que se consideren adecuadamente las características locales de precipitación, demanda y materiales disponibles para asegurar la eficiencia y aceptación social del sistema.

En el ámbito de la valoración económica de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) para la gestión hídrica, investigaciones recientes han cuantificado la rentabilidad de estas intervenciones en contextos de alta vulnerabilidad climática. Al respecto, el estudio *Nature-based solutions for water management: Analysis of the Andean context* (2024), publicado en la revista internacional *Blue Green Systems*, realizó una revisión exhaustiva sobre la implementación de SbN en la región andina. Los autores demostraron que las soluciones basadas en ecosistemas, como la restauración de bofedales y la mejora de qochas, no solo incrementan la resiliencia hídrica frente al retroceso glaciar, sino que generan retornos económicos significativos al reducir los costos de infraestructura gris (tratamiento y bombeo de agua) y asegurar la provisión de agua para agricultura y consumo humano en épocas de estiaje.

De igual manera, en el contexto peruano, estudios recientes han aplicado metodologías de valoración económica directa a proyectos de siembra y cosecha de agua. Por ejemplo, la investigación titulada *Valoración Económica de la Producción Hídrica: Caso de la Microcuenca de Challhuamayo, Víctor Fajardo, Perú* (Palomino & Ataucusi, 2024) demostró cuantitativamente que la implementación de infraestructura natural de cosecha de agua genera un valor económico superior a la inversión realizada, al internalizar beneficios como el incremento de la productividad agropecuaria y la regulación hídrica. Estos antecedentes recientes validan la pertinencia de utilizar el Análisis Costo-Beneficio (ACB) como herramienta fundamental para demostrar la viabilidad de las SbN en los Andes, sirviendo como base metodológica para la presente investigación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En el estudio de Curi (2022) en su tesis titulada, el aprovechamiento del recurso hídrico mediante qochas para su utilización en irrigación, utilizando el software civil 3d, Andahuaylas, Apurímac, 2022, El objetivo fue diseñar el dique de la qocha con el propósito de maximizar y optimizar el uso del recurso hídrico para su aprovechamiento en actividades de riego en la provincia de Andahuaylas. La investigación se desarrolló como un estudio aplicado y no experimental, considerando como población un área

delimitada por ríos en la cabecera de la cuenca. Para esta tesis, se seleccionó como muestra la qocha denominada Huayllapucro, con una capacidad de almacenamiento de 7,510 m³. La conclusión sobre el aprovechamiento del recurso hídrico mediante las qochas se fundamentó en el diseño de un dique con una longitud de 72 metros, un ancho de 3.5 metros y una altura máxima de 3 metros.

Mercado (2022) en su tesis titulada “Efectos de la Implementación de Qochas Frente al Cambio Climático en la Población Altoandina: Revisión Sistemática”, tuvo como objetivo analizar los efectos de la implementación de qochas frente al cambio climático en la población altoandina. Para ello, empleó una metodología de revisión sistemática, realizando la búsqueda y análisis de 19 artículos científicos provenientes de bases de datos como ProQuest, Science Direct, EBSCO y Scopus. Los resultados evidenciaron que la implementación de qochas, como tecnología ancestral de almacenamiento de agua, tiene un efecto positivo en la adaptación de las comunidades altoandinas ante los efectos del cambio climático, mejorando la disponibilidad hídrica para consumo humano, riego agrícola y ganadero, así como regulando el microclima local. En conclusión, la autora determinó que las qochas representan una estrategia eficaz de adaptación basada en la naturaleza, permitiendo a la población altoandina enfrentar la variabilidad climática y fortalecer su resiliencia socioambiental.

Quispe (2023) en su tesis titulada “Evaluación social de la siembra y cosecha de agua de lluvia en la microcuenca de Jeullamayo, Ayacucho 2022: una medida de adaptación al cambio climático basada en naturaleza”, tuvo como objetivo evaluar socialmente el mejoramiento de la siembra y cosecha de agua de lluvia (SCALL) como una medida de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en la microcuenca de Jeullamayo, Ayacucho. La metodología se centró en el uso de la teoría de bienestar, la valoración económica ambiental y el análisis costo-beneficio, aplicando métodos como el costo-beneficio, cambios de productividad, precios de mercado, valoración contingente y transferencia de beneficios, bajo el enfoque de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE). Los resultados evidenciaron que la SCALL genera beneficios privados y sociales, así como externalidades positivas locales y regionales, destacando un valor actual neto social de S/ 1,099,140 y una tasa interna de retorno social de 15,2%. Además, se identificaron beneficios directos para el sector agrícola y ganadero, así como para el abastecimiento de agua potable y la captura de carbono por pastos altoandinos. En conclusión, la tesis determinó que la implementación de la SCALL es una decisión de

inversión socialmente rentable, recomendando su réplica en otras regiones como una estrategia eficaz de adaptación al cambio climático y de fortalecimiento de la seguridad hídrica y los servicios ecosistémicos.

Tafur (2022) en su tesis titulada "Impacto económico del uso de cochas en los Andes semiáridos: caso Santa Fe, distrito de Paras, departamento de Ayacucho", tuvo como objetivo analizar los efectos económicos que generó la implementación de cochas en las comunidades campesinas de la zona. La metodología empleada consistió en un enfoque cuantitativo, utilizando encuestas estructuradas a los productores beneficiados, así como el análisis de series de datos antes y después de la construcción de las cochas. Los resultados evidenciaron un incremento significativo en los ingresos de las familias rurales, la diversificación de cultivos y una mayor seguridad hídrica para la actividad agropecuaria. Se concluyó que el uso de cochas no solo mejoró las condiciones económicas de los habitantes, sino que también fortaleció la resiliencia frente a las sequías recurrentes en los Andes semiáridos.

Quispe (2021) en su tesis titulada "La siembra y cosecha de agua: conocimiento local y tecnología estatal frente al cambio climático en la comunidad campesina Ccochatay/Huarcopata, distrito de Seclla, Huancavelica" tuvo como objetivo describir los conocimientos locales y las tecnologías estatales de siembra y cosecha de agua frente al cambio climático en dicha comunidad. Para ello, empleó la metodología de observación participante, permitiendo registrar experiencias, procedimientos e implementación tanto del conocimiento local como de la tecnología estatal, complementando con la revisión de investigaciones previas sobre el tema. Los resultados demostraron que la siembra y cosecha de agua en la comunidad no es una práctica moderna, sino milenaria, transmitida de generación en generación, donde destacan intervenciones ancestrales en qochas o lagunas utilizando materiales locales como piedra, arcilla y champa. Entre las principales prácticas identificadas están las qochas de infiltración, que aportan beneficios sociales y ambientales al incrementar los flujos de aguas superficiales y subterráneas, contribuyendo a la conservación sostenible del medio ambiente. Se concluyó que la combinación de saberes ancestrales y tecnologías estatales resulta fundamental para la adaptación y resiliencia frente al cambio climático en la región.

Ruiz (2021) en la tesis titulada "Impacto del programa siembra y cosecha de agua, y su influencia en el desarrollo económico local de la provincia de Julcán-2021" tuvo

como objetivo determinar cómo el impacto del programa siembra y cosecha de agua influye en el desarrollo económico local de la provincia de Julcán. La investigación empleó un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental, con un análisis descriptivo y explicativo, de nivel correlacional y corte transversal. Entre los resultados, se identificó que el 33,8% de los jefes de familia entrevistados consideraron que la reducción de desbordes e inundaciones no es eficiente, el 31,9% no evidenció reducción de la erosión de suelos, y solo el 17,4% percibió una mejora regular en el rendimiento hídrico de las cuencas; además, los impactos ambientales y socioeconómicos se reflejaron de manera regular en porcentajes menores. Se concluyó que el impacto del programa siembra y cosecha de agua está asociado al desarrollo económico local, aunque persisten desafíos en la eficiencia de la reducción de riesgos y en el aprovechamiento de los recursos naturales y la infraestructura, lo que sugiere la necesidad de fortalecer las acciones institucionales y organizacionales en la provincia.

Nicodemos (2021) en su trabajo titulado “*Simulación de niveles de operación en Qocha para la siembra y cosecha de agua en la cuenca del Río Vilca*” tuvo como objetivo simular los niveles de operación en una qocha de la subcuenca del Río Vilca (Huancavelica) para optimizar la captación y almacenamiento de agua, beneficiando a 43 familias dedicadas al cultivo de pastos. La metodología incluyó la recopilación de datos hidrometeorológicos, el uso del modelo agregado GR2M para estimar caudales medios mensuales, la aplicación del método *Soil Conservation Service* (SCS) para calcular caudales máximos con un periodo de retorno de 100 años, y el algoritmo de Pico Secuente para determinar el volumen útil del embalse. Los resultados demostraron que la simulación permitió definir niveles óptimos de operación en la qocha, mejorando la infiltración y disponibilidad hídrica durante épocas de estiaje, con un volumen útil calculado que garantiza el abastecimiento para 35 hectáreas de pastizales. Se concluyó que la integración de técnicas ancestrales (qochas) con modelos hidrológicos modernos ofrece una solución viable para el manejo sostenible del agua en contextos de escasez, aunque se requiere ajustar los diseños considerando variables socioambientales locales.

Guerrero y Gutarra (2021) en la tesis titulada “Propuesta de un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en la microcuenca Yanama, en el Distrito de Yauli, provincia de Yauli - La Oroya 2021” tuvieron como objetivo diseñar un programa de cosecha de agua para enfrentar la escasez hídrica en la microcuenca Yanama. La metodología empleada fue de tipo descriptivo, aplicado y explicativo,

utilizando técnicas de recolección de datos como encuestas, listas de verificación y entrevistas para caracterizar la microcuenca, identificar causas de escasez, áreas favorables para la cosecha, y analizar la oferta y demanda hídrica, así como el contexto social. Los resultados detallaron las características físicas y sociales de la microcuenca, evidenciaron la problemática de escasez de agua, identificaron zonas potenciales para implementar el programa, y permitieron diseñar un programa adecuado a las necesidades locales. Se concluyó que la propuesta representa una alternativa viable para mejorar la disponibilidad de agua en la microcuenca, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mitigación de los efectos del cambio climático en la región.

Ccahua (2021) en la tesis titulada “Evaluación de recarga del acuífero para incrementar captación de agua utilizando qochas en cabecera de Cuenca Río Sañu, Espinar” tuvo como objetivo evaluar la recarga del acuífero mediante la implementación de qochas para aumentar la captación de agua en la cabecera de la cuenca del río Sañu. La metodología consistió en el análisis hidrológico y geológico de la zona, la caracterización de las qochas existentes, y la simulación de su efecto en la recarga del acuífero utilizando modelos técnicos propios de la ingeniería civil. Los resultados indicaron que las qochas contribuyen significativamente a incrementar la infiltración y recarga del acuífero, mejorando la disponibilidad hídrica en la región, especialmente durante periodos de estiaje. Se concluyó que la integración de estas estructuras ancestrales con técnicas modernas de evaluación permite optimizar la gestión del recurso hídrico en zonas vulnerables, proponiendo su aplicación como una estrategia efectiva para la mitigación de la escasez de agua en la cuenca.

De la Cruz (2022) en su trabajo de suficiencia profesional titulado “Mejora del flujo de procesos en las diferentes fases de gestión de las inversiones en construcción de diques en qochas” tuvo como objetivo optimizar el flujo de procesos durante las distintas etapas de gestión de proyectos de inversión para la construcción de diques en qochas. La metodología empleada incluyó el análisis de los procesos actuales mediante mapeo y diagnóstico, la identificación de cuellos de botella y la propuesta de mejoras basadas en técnicas de gestión de proyectos y procesos. Los resultados evidenciaron una reducción significativa en los tiempos de gestión y una mayor eficiencia en la coordinación entre actores involucrados, lo que permitió mejorar la ejecución y supervisión de las obras. Se concluyó que la implementación de un flujo de procesos mejorado contribuye a una

gestión más eficaz de las inversiones en construcción de diques, favoreciendo la sostenibilidad y funcionalidad de las qochas en el contexto agrícola.

Reategui (2022) presentó la tesis titulada “Propuesta de manejo ambiental del proyecto creación de Qochas con fines agrarios en el paraje Paccarccocha – Huancavelica”, cuyo objetivo fue proponer medidas de manejo ambiental adecuadas y eficaces para prevenir, mitigar y/o corregir los impactos ambientales negativos en las distintas etapas del proyecto de inversión “Creación de Qochas de siembra y cosecha de agua para recarga hídrica con fines agrarios en el paraje Paccarccocha de la localidad de Santa Cruz de Millpo, distrito de Chinchihuasi – provincia de Churcampa - departamento de Huancavelica”, contribuyendo así a la preservación de los recursos hídricos mediante el incremento de la recarga de acuíferos y sumando a las Soluciones Basadas en la Naturaleza. La metodología empleada consistió en la aplicación de matrices de identificación y jerarquización de impactos, permitiendo mostrar cualitativamente el Índice de Incidencia del impacto a partir del análisis de la interacción entre las líneas base física, biológica y social y la descripción del proyecto. Los resultados evidenciaron que las medidas propuestas mitigan significativamente los impactos negativos potenciales en las diferentes etapas del proyecto. Como conclusión, el trabajo determinó que la aplicación de estas medidas de manejo ambiental contribuye de manera relevante a la sostenibilidad y preservación de los recursos hídricos en la zona de intervención.

Arce (2023) desarrolló la tesis titulada “Construcción de dique de tierra en la qocha Ismu para el afianzamiento hídrico – distrito de Baños – provincia Lauricocha – departamento Huánuco”, cuyo objetivo fue diseñar y construir un dique de tierra que permita el almacenamiento y regulación hídrica en la qocha Ismu, ubicada en la cabecera de cuenca del Alto Marañón V, con el fin de garantizar la disponibilidad de agua para actividades agrícolas y ganaderas en la zona. La metodología consistió en aplicar criterios técnicos de ingeniería hidráulica para la construcción del dique, que tiene una longitud de 58 metros, altura de 1.60 metros y ancho de corona de 2.50 metros, incluyendo obras complementarias como toma, descarga y aliviadero, calculando parámetros hidráulicos para un periodo de retorno de 100 años. Los resultados indicaron que el dique permitirá almacenar 262,447.13 m³ de agua y un caudal de descarga de 61 l/s, beneficiando directamente a 16 familias (64 habitantes y 25 ha de cultivos) e indirectamente a 65 familias (195 habitantes y 95 ha para agricultura y ganadería). Como conclusión, se

determinó que la obra garantiza la disponibilidad hídrica en el centro poblado José Olaya, contribuyendo al afianzamiento hídrico y al desarrollo agrícola y ganadero local.

Godiño (2024) elaboró la tesis titulada “Evaluación de la influencia del dique artesanal en la captación del recurso hídrico del bofedal Pukacocha, distrito de Palcamayo, Tarma – 2023”, cuyo objetivo fue evaluar la influencia del dique artesanal en la captación del recurso hídrico en el bofedal Pukacocha. La metodología incluyó la descripción de las características fisiográficas de la zona, el diseño de la estructura del dique, su construcción con materiales locales y la colaboración de los pobladores, y la medición del volumen de agua captado después de tres meses. Los resultados mostraron que el bofedal tiene un área de 6,251.85 m², perímetro de 486.46 m y volumen de 4,674.07 m³; el dique artesanal construido tenía dimensiones de 2.40 m de altura, 4 m de base, 1.20 m de corona y 77 m de longitud, y permitió captar un volumen de recurso hídrico de 4,515.41 m³. Como conclusión, se determinó que el dique artesanal tuvo una influencia significativa en la captación del recurso hídrico en el bofedal Pukacocha.

Paredes (2022) desarrolló la tesis titulada “Sistematización de la crianza de lagunas de agua de lluvia y prácticas agropecuarias para la disponibilidad de alimentos en la comunidad de Quispillaccta, Ayacucho en el periodo 1996-2018”, cuyo objetivo fue describir la experiencia de crianza de lagunas de agua de lluvia y las prácticas agropecuarias impulsadas por la Asociación Bartolomé Aripaylla para garantizar la disponibilidad de alimentos en la comunidad de Quispillaccta. La metodología aplicada fue la sistematización de experiencias mediante investigación cualitativa con muestreo teórico, utilizando entrevistas en profundidad y grupos focales. Los resultados evidenciaron que la crianza de lagunas permitió estabilizar más de 100 lagunas que almacenaban alrededor de 1.7 millones de metros cúbicos de agua, favoreciendo la infiltración subterránea y la recuperación de ecosistemas, además de fortalecer la organización tradicional y cultural de la comunidad. Como conclusión, se determinó que esta experiencia constituye una sólida alternativa de desarrollo rural integral que integra saberes ancestrales y modernos, contribuyendo a la seguridad hídrica agraria y a la afirmación cultural en contextos de cambio climático.

Lujan (2020) en su tesis titulada “Construcción de dique en una qocha, para el incremento de disponibilidad hídrica en la comunidad de Sarhua-Ayacucho” tuvo como objetivo aumentar la disponibilidad de agua para riego mediante la construcción de un

dique en una qocha. La metodología consistió en el diseño y ejecución de una infraestructura hidráulica, con análisis técnico de las propiedades del suelo y la infiltración para optimizar el almacenamiento de agua. Los resultados mostraron un incremento significativo en la capacidad de almacenamiento hídrico, mejorando la disponibilidad de agua para la comunidad agrícola. Como conclusión, se evidenció que la construcción del dique en la qocha es una alternativa viable para mitigar el desabastecimiento de agua en zonas altoandinas, contribuyendo a la seguridad hídrica y sostenibilidad agrícola en Sarhua.

2.1.3 Brecha metodológica en la evaluación de infraestructura natural

Del análisis exhaustivo de los antecedentes nacionales e internacionales revisados, se identifica una marcada brecha metodológica en la literatura existente. La mayoría de las investigaciones sobre siembra y cosecha de agua (qochas, atajados, zanjales de infiltración) se centran predominantemente en la viabilidad técnica, hidráulica o hidrológica, así como en los beneficios cualitativos de adaptación al cambio climático (Torres, 2019; Mercado, 2022; Duran & Martos, 2023). Sin embargo, son limitadas las investigaciones que incorporan una evaluación económica y social integral que permita cuantificar los beneficios generados por estas intervenciones desde la perspectiva de la economía del bienestar.

Esta brecha es crítica, ya que la toma de decisiones en políticas públicas y la asignación de recursos públicos requieren indicadores de rentabilidad social rigurosos. En este contexto, la presente investigación busca cubrir dicho vacío metodológico mediante la aplicación del Análisis Costo-Beneficio (ACB) y el Análisis Costo-Efectividad (ACE), incorporando la valoración monetaria de beneficios directos, sociales y ambientales (externalidades positivas) derivados de la implementación de qochas. De esta manera, el estudio no solo evalúa la funcionalidad hídrica de la infraestructura natural, sino que demuestra su rentabilidad social a través de indicadores como el Valor Actual Neto Social (VANS) y la relación Costo-Efectividad (CE), aportando evidencia cuantitativa para la toma de decisiones en proyectos de inversión orientados a la gestión sostenible de los recursos hídricos en zonas altoandinas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Clima

El departamento de Apurímac presenta una gran diversidad climática debido a su geografía andina, predominando el clima lluvioso y frío con humedad deficiente en otoño e invierno en altitudes superiores a 3,200 m s. n. m. Le sigue en extensión el clima semiseco y templado, especialmente en valles y vertientes empinadas de provincias como Abancay y Aymaraes. Además, a lo largo de los ríos principales y en zonas específicas, se encuentran variantes de climas semisecos y templados, lo que genera una marcada variabilidad climática en toda la región. Tambobamba, en la provincia de Cotabambas, posee un clima lluvioso templado con humedad deficiente en otoño e invierno, donde las temperaturas máximas varían entre 18,9°C (noviembre) y 21,9°C (marzo), mientras que las mínimas oscilan entre 3,4°C (julio) y 8°C (enero). Las lluvias se concentran en un período de 4 a 5 meses (de noviembre a marzo), registrándose el 75% del total anual en este intervalo, donde enero y febrero destacan como los meses de mayor pluviosidad. (SENAMHI, 2010).

2.2.2. Estrés Hídrico

El estrés hídrico es la situación que ocurre cuando la demanda de agua supera la cantidad disponible, generando una escasez que afecta tanto al medio ambiente como al desarrollo socioeconómico. Esta condición representa una amenaza para la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y la salud de los ecosistemas, ya que impide el acceso adecuado al agua para actividades como la agricultura y afecta la supervivencia de la vegetación y otros seres vivos. En contextos de cambio climático, el estrés hídrico puede volverse más intenso y frecuente, provocando daños a largo plazo en las plantas y reduciendo su productividad y resistencia a plagas. La gestión eficiente del agua y la implementación de soluciones tecnológicas son esenciales para mitigar sus efectos y garantizar la disponibilidad hídrica futura (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria [BBVA], 2024).

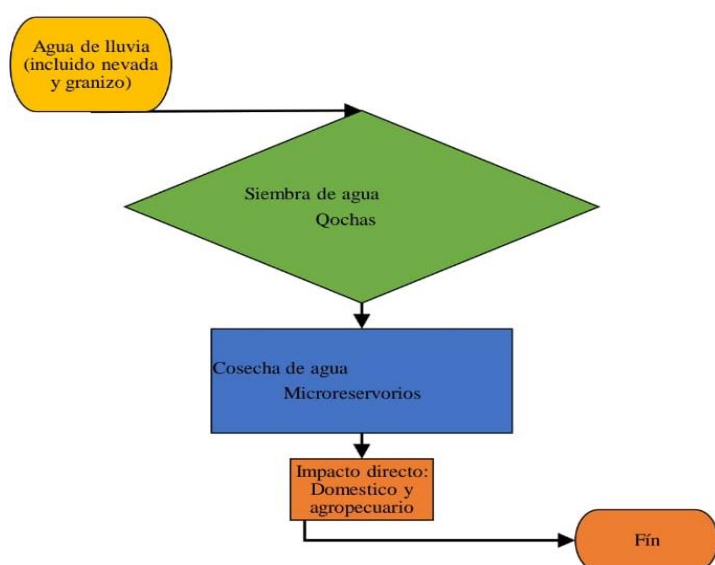
2.2.3. Adaptación al cambio climático

Según la Autoridad Nacional del Servicio Civil [SERVIR] (2021), los múltiples efectos del cambio climático en el país demandan acciones efectivas para evitar o reducir daños significativos en los sistemas naturales y sociales. Para ello, es esencial incorporar el cambio climático de manera transversal en las políticas públicas, promoviendo así iniciativas y proyectos que impulsen la adaptación a este desafío. Es así que, la Ley Marco

sobre Cambio Climático - Ley N° 30754 establece que la adaptación al cambio climático consiste en el conjunto de ajustes que realizan los sistemas naturales o humanos ante las condiciones climáticas presentes o previstas, con el objetivo de minimizar los impactos negativos y aprovechar los beneficios que puedan derivarse.

En este contexto, el Estado Peruano ha aprobado 91 medidas de adaptación distribuidas en cinco áreas prioritarias: agua, agricultura, pesca y acuicultura, bosques y salud. Estas medidas, desarrolladas de manera multisectorial y multinivel, forman parte de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) al 2030, en el marco del Acuerdo de París, y constituyen un componente esencial del Plan Nacional de Adaptación, que actualmente se encuentra en proceso de elaboración. Por ello, MINAGRI (2016), refiere que el Sistema de Captación y Aprovechamiento de Aguas Lluvias (SCALL) es una estrategia clave para la adaptación al cambio climático, consistente en acciones planificadas que buscan retener, infiltrar, almacenar y controlar aguas de escorrentía, con el fin de utilizarlas en un lugar y momento específicos.

Figura 1
Diagrama de flujo de la SCALL en Churuccasa



Nota. Diagrama extraído de Quispe (2023)

2.2.4. Soluciones basadas en la naturaleza

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) representan alternativas para mitigar el estrés hídrico, ofreciendo respuestas rápidas y adaptables a las condiciones locales. Estas soluciones buscan reducir los impactos negativos y promover la coexistencia entre la biodiversidad y la actividad humana. De acuerdo con Cohen-

Shacham et al. (2016) las SbN son acciones que protegen, gestionan y restauran de manera sostenible los ecosistemas, ya sean naturales o modificados, con el fin de abordar los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, generando bienestar para la humanidad y beneficios para la biodiversidad. Asimismo, en el contexto andino, las SbN comprenden prácticas de infraestructura natural orientadas a mejorar la seguridad hídrica y la resiliencia de las comunidades frente a la variabilidad climática, destacándose las qochas, zanjales de infiltración y la restauración de bofedales como estrategias de gestión sostenible del agua (Recalde, Popartan & Rodríguez, 2024).

Para que una acción sea reconocida como Solución Basada en la Naturaleza (SBN), debe cumplir con ocho principios esenciales: 1 integrarse plenamente en políticas y estrategias que aborden desafíos sociales; 2 promover la conservación de la naturaleza; 3 poder implementarse de manera independiente o como parte de un enfoque integral; 4 generar beneficios económicos tanto a corto como a largo plazo; 5 estar orientada a nivel local o en áreas específicas; 6 aplicarse a escala de paisaje; 7 proporcionar ventajas sociales; y 8 adaptarse y evolucionar con el tiempo (Comisión Nacional del Medio Ambiente [CONAMA], 2018).

2.2.5. Marco legal

Según la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación [DGCCD] (2021), Perú ha reafirmado su compromiso frente al cambio climático a través de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), que incluyen acciones de adaptación y mitigación. En adaptación, se establecieron 91 acciones distribuidas en cinco sectores clave, destacando el sector agua con 30 acciones, entre ellas la siembra y cosecha de agua para asegurar la disponibilidad hídrica en zonas vulnerables.

En 2018 se promulgó la Ley Marco sobre el Cambio Climático (Ley N.º 30754), que promueve un desarrollo sostenible incorporando conocimientos tradicionales de comunidades indígenas y un enfoque de gestión por cuencas hidrográficas. Además, resalta la importancia de proteger ecosistemas frágiles para garantizar los servicios ecosistémicos (Congreso de la República del Perú [CRP], 2018).

Perú es reconocido como pionero en la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), gracias a su marco normativo e institucional, que incluye políticas, comisiones y planes nacionales orientados a la adaptación climática.

En 2021, la Resolución Ministerial 096-2021- MINAM (2021) se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, el cual prioriza enfoques basados en conocimientos ancestrales y ecosistemas. Este plan busca reducir los impactos del cambio climático mediante acciones estratégicas, destacando la mejora de la disponibilidad de agua y la conservación de infraestructura natural en cuencas vulnerables.

2.2.6 Siembra y cosecha de agua

MINAGRI (2016), la siembra y cosecha de agua es una práctica ancestral que consiste en intervenciones intencionales para retener, infiltrar, almacenar y regular el agua de lluvia en el subsuelo, con el fin de recuperarla y aprovecharla en épocas de escasez, especialmente durante el estiaje. Esta técnica milenaria, utilizada desde tiempos inmemoriales en Perú y otras regiones como el Mediterráneo y Medio Oriente, se realiza mediante la construcción de infraestructuras como zanjas de infiltración, qochas, diques y la forestación, que permiten recargar acuíferos y manantiales. Además de asegurar la actividad agrícola en zonas afectadas por la escasez hídrica y el cambio climático, la siembra y cosecha de agua ha sido reconocida por ley en Perú como una estrategia nacional para la gestión integrada de recursos hídricos, contribuyendo a la seguridad hídrica y al desarrollo sostenible de las comunidades altoandinas, especialmente las más vulnerables. Actualmente, esta práctica se promueve en diversos proyectos públicos y privados, como el Fondo Sierra Azul del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, y se considera fundamental para enfrentar la crisis hídrica y el impacto del cambio climático en el país

2.2.7. Zanjas de infiltración

Son estructuras artificiales diseñadas para capturar el escurrimiento superficial durante lluvias intensas en laderas. Las zanjas de infiltración y las qochas se complementan dentro de las prácticas de siembra y cosecha de agua, ya que ambas contribuyen a la recarga hídrica y conservación del recurso. Las zanjas facilitan la infiltración del agua de lluvia y escorrentía hacia el subsuelo, reduciendo la erosión y alimentando los acuíferos que abastecen a las qochas. A su vez, las qochas almacenan el agua en superficie, permitiendo su aprovechamiento en épocas de estiaje. En conjunto, estas estructuras fortalecen la retención y manejo sostenible del agua en los ecosistemas altoandinos.

2.2.8. Agricultura familiar

Según MINAGRI (2015), en el Perú, la agricultura familiar representa el 97% del total de las unidades agropecuarias, constituyéndose como el principal modo de vida y producción en el ámbito rural, donde hombres y mujeres de un mismo núcleo familiar gestionan sistemas productivos diversificados. Este sector es fundamental para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria del país, ya que más del 83% de los trabajadores agrícolas se dedican a la agricultura familiar y una proporción significativa de los alimentos consumidos por los hogares peruanos proviene de su labor. Por su relevancia social, económica y territorial, la agricultura familiar es reconocida como el motor principal del desarrollo rural en el Perú.

2.3. Términos adicionales aplicables a proyectos de infraestructura natural

Ecosistema: De acuerdo con la Ley N° 30215, un ecosistema se entiende como un sistema natural conformado por seres vivos que interactúan entre sí y con el entorno físico, funcionando como una unidad ecológica. En este sentido, los ecosistemas constituyen el origen de los servicios ecosistémicos (CRP, 2014).

Servicios ecosistémicos: Se entienden como los beneficios de índole económica, social y ambiental, tanto de manera directa como indirecta, que las personas obtienen gracias al funcionamiento de los ecosistemas (CRP, 2014). De acuerdo con la Guía para la valoración económica del patrimonio natural del MINAM (2016, p. 18), estos servicios se clasifican de la siguiente manera:

Servicios de provisión: Son los bienes y productos que se extraen directamente de los ecosistemas, como el agua, la leña y los pastizales, entre otros.

Servicios de regulación: Corresponden a los beneficios derivados del control que ejercen los ecosistemas sobre diversos procesos, como la regulación de la calidad del aire, del clima y la prevención de la erosión.

Servicios culturales: Incluyen los beneficios intangibles que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la apreciación paisajística, el esparcimiento, la inspiración artística y el diseño.

Servicios de soporte: Se refieren a aquellos procesos ecosistémicos fundamentales que permiten la generación de los demás servicios ecosistémicos.

Microcuenca: Es una unidad hidrográfica que abarca el área cuyas aguas superficiales vierten a una red natural de uno o varios cauces, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2018).

Bofedal: También conocido como oconal o turbera término derivado del quechua "oqo", que significa humedecido, es un ecosistema hidromórfico característico de las zonas altoandinas del sur y centro del Perú, ubicado aproximadamente a 3,800 metros sobre el nivel del mar. Este cuerpo de agua se alimenta principalmente del deshielo glaciar, manantiales (puquiales) y las precipitaciones. Su importancia radica en su capacidad para almacenar agua, actuar como filtros naturales que mejoran su calidad y proporcionar un abastecimiento constante de forraje verde para la ganadería, especialmente de camélidos sudamericanos y ovinos. Finalmente, es importante destacar que se trata de un ecosistema frágil que está siendo afectado por actividades humanas como el pastoreo excesivo (que reduce la calidad del forraje), obras de drenaje para uso productivo, construcción de presas, extracción de leña y otras intervenciones. (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña [INAIGEM], 2023).

2.4. Externalidades ambientales y valoración económica de los servicios ecosistémicos

En la teoría económica ambiental, las externalidades se definen como los efectos positivos o negativos que las actividades económicas generan sobre terceros sin que estos compensen o cobren por dichos impactos Pearce & Turner (1995). En el contexto de los proyectos de infraestructura natural, como las qochas, la conservación y recuperación de los ecosistemas generan externalidades positivas (beneficios ambientales y sociales) que no se reflejan en los mercados tradicionales, pero que contribuyen significativamente al bienestar de la población y deben ser internalizados en la evaluación económica (MINAM, 2016).

La valoración económica de los servicios ecosistémicos permite cuantificar en términos monetarios los beneficios generados por los ecosistemas, facilitando su incorporación en los procesos de planificación y toma de decisiones. Al respecto, Palomino & Ataucusi (2024) señalan que la valoración económica de la producción hídrica evidencia la contribución de los ecosistemas al desarrollo local y al bienestar de la población, fortaleciendo los criterios técnicos para la conservación y gestión sostenible de los recursos hídricos.

Para cuantificar estos beneficios, la economía ambiental propone diversos métodos de valoración que permiten transformar beneficios físicos o ecológicos en valores monetarios comparables. Según la Guía para la valoración económica del patrimonio natural del MINAM, (2016) y la metodología de Pearce & Turner (1995), los métodos más relevantes para proyectos hídricos son:

1. **Método de Cambios en la Productividad:** Valora los beneficios derivados del impacto de un proyecto sobre la producción de bienes comercializables. En la presente investigación, este método se aplica para valorar el incremento en la producción agrícola (de 3.14 a 7.43 toneladas) y el aumento en el valor del ganado, gracias a la disponibilidad hídrica garantizada por la qocha.
2. **Método de Costos Evitados:** Estima el valor de un beneficio ambiental calculando los costos que se evitan gracias a la intervención. En el caso de la qocha, este método permite valorar la reducción de pérdidas económicas por sequía y los costos que la comunidad evitaría al no tener que adquirir agua mediante cisternas o trasladarse a fuentes lejanas durante el estiaje.
3. **Método de Precios de Mercado:** Utiliza los precios observados en el mercado para valorar los bienes o servicios afectados. Se aplica directamente en la valoración de los incrementos de producción pecuaria (ovinos, vacunos, porcinos), cuyos precios de venta en ferias locales y mercados regionales reflejan la mejora en su peso y condición corporal gracias al forraje permanente.
4. **Valoración de Servicios Ecosistémicos de Regulación:** Las qochas generan beneficios intangibles pero cruciales, como la recarga de acuíferos, la regulación del microclima, la reducción de la erosión de suelos y la conservación de la cobertura vegetal (bofedales). Aunque estos servicios no siempre tienen un precio de mercado directo, su valoración mediante métodos de transferencia de beneficios o costos de restauración evitados permite demostrar la resiliencia ecológica que la infraestructura natural otorga al territorio.

Por lo tanto, la incorporación de estos métodos de valoración en el presente estudio permite trascender el análisis financiero tradicional, internalizando las externalidades positivas y demostrando que el bienestar social generado por la qocha supera ampliamente los costos de su implementación y mantenimiento.

2.5. Economía del bienestar

Según, Ferrán & Balestri (2001), el análisis económico, en particular el estudio de costo-beneficio aplicado a bienes y servicios, se fundamenta en la economía clásica del bienestar, la cual evalúa proyectos o alternativas en función de su impacto sobre el bienestar social. En esa misma línea, MINAM (2015) señala que la valoración económica ambiental consiste en cuantificar monetariamente dicho bienestar, estableciendo una relación entre los bienes y servicios ecosistémicos y las variaciones que estos generan en el bienestar individual. Esto implica medir cómo dichos recursos influyen en las preferencias y en la utilidad de las personas a través de indicadores económicos.

Asimismo, la economía del bienestar se sustenta en principios fundamentales: el bienestar colectivo se concibe como la suma del bienestar individual; los individuos buscan maximizar su utilidad mediante la elección óptima de bienes, servicios y ahorro dentro de sus restricciones económicas; y el bienestar puede ser cuantificado incluso en el caso de bienes o servicios con costos marginales nulos o gratuitos, al considerar su contribución a la utilidad percibida (Ferrán & Balestri, 2001).

2.6. Análisis de costo beneficio

Según González (2013), el análisis costo-beneficio (ACB) es una herramienta frecuente en proyectos para contrastar los costos y beneficios que surgen en diferentes áreas. Por su parte, Postigo (2013), menciona que el análisis costo-beneficio (ACB) es esencial para la toma de decisiones en políticas públicas, especialmente en temas relacionados con el medio ambiente y la adaptación al cambio climático. Su propósito principal es determinar si una inversión genera beneficios que superan sus costos. Cuando esto sucede, destinar recursos a dicha inversión puede promover la eficiencia económica, buscando alcanzar un Óptimo de Pareto. En escenarios con múltiples alternativas de inversión, solo se considera adecuada aquella cuyo beneficio neto sea positivo

La regla de beneficio-costo en economía pretende definir las condiciones para maximizar el bienestar social. En un escenario ideal, las decisiones individuales coincidirían con la consecución del máximo beneficio para la sociedad, aunque esto no siempre se cumple. Para lograr el mayor beneficio social, es fundamental que los precios del mercado reflejen de forma precisa el valor social de los recursos empleados en la producción, algo que rara vez ocurre de forma espontánea debido a las restricciones en la competencia y otras imperfecciones del mercado (Postigo, 2013).

2.6.1. Ventajas y limitaciones del ACB

En los años recientes, particularmente en el ámbito de la política ambiental y la adaptación al Cambio Climático (CC), se ha reconocido que el análisis costo-beneficio (ACB) constituye una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones. Es así que Postigo (2013) expone las ventajas y limitaciones.

Ventajas

Por un lado, esta metodología permite emplear una única unidad de medida, el dinero, para valorar y comparar los beneficios y costos de distintos proyectos. Esto facilita la identificación de aquellos proyectos que generan beneficios netos positivos y la elección de los más rentables para la sociedad, apoyando de esta manera la toma de decisiones importantes.

Por otro lado, la valoración económica del medio ambiente resulta fundamental para informar a los encargados de la toma de decisiones, en particular a los ministerios de finanzas, sobre el valor económico que posee el entorno natural. De este modo, asignar recursos públicos a proyectos que generan beneficios ambientales puede traducirse en ganancias económicas que en muchas ocasiones superan ampliamente los costos involucrados.

Limitaciones

El análisis costo-beneficio (ACB) no siempre incluye los costos ambientales relacionados con los proyectos públicos evaluados, lo que implica que dichos costos podrían no ser debidamente tomados en cuenta durante la evaluación.

2.7. Determinación de indicadores que miden el beneficio social generado

En proyectos de infraestructura, como los de riego y saneamiento, se adopta un enfoque público orientado a alcanzar los objetivos al menor costo posible dentro del presupuesto asignado. En ambos casos, el objetivo es maximizar el ingreso neto, lo que implica minimizar los costos y maximizar los beneficios previstos en un plazo determinado. La entidad encargada del proyecto cuenta con un horizonte temporal específico durante el cual se esperan obtener los beneficios; una vez concluido este periodo, los beneficios futuros del proyecto dejan de ser considerados

Durante las etapas iniciales de ejecución del proyecto, los costos predominan mientras que los beneficios aumentan de forma gradual. Es fundamental valorar estos

beneficios durante el proceso de implementación, teniendo en cuenta la tasa de descuento. Zegarra (2014) menciona que, en la práctica habitual, se emplea la tasa de interés de ahorro para reflejar cómo las personas valoran la recompensa por retrasar el consumo presente en beneficio del futuro. Estos factores facilitan el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto.

$$VAN = \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+r)^t} - Inversión$$

En este marco, B_t simboliza el beneficio neto obtenido por la población en cada periodo t gracias al proyecto, mientras que r corresponde a la tasa de interés aplicada. Asimismo, para la evaluación de proyectos se utiliza la tasa interna de retorno (TIR), definida como el valor de r que iguala el Valor Actual Neto (VAN) a cero (Zegarra, 2014).

$$VAN = \sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+TIR)^t} - Inversión$$

La tasa interna de retorno (TIR) representa el tipo de interés al que la inversión realizada en un proyecto se recupera por completo. Cuando la TIR de un proyecto es más alta, indica una mayor rentabilidad.

2.8. Metodología de costo efectividad

Según la guía del (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2024), asume que la metodología de costo-efectividad se emplea para calcular el costo social necesario para alcanzar los resultados e impactos de un Proyecto de Inversión (PI) considerando sus diferentes alternativas. Para poder identificar estos resultados e impactos, es fundamental establecer de manera precisa los objetivos del proyecto, así como los medios y fines involucrados. Los resultados están vinculados directamente con el objetivo principal del proyecto, mientras que los impactos corresponden a los efectos generales que se pretende lograr.

Esta metodología se aplica principalmente en contextos donde resulta difícil o polémico asignar un valor a los beneficios sociales. No se recurre a ella cuando el análisis costo-beneficio demuestra que el proyecto no es viable socialmente. El enfoque de la evaluación está en analizar la proporción entre los recursos empleados y los resultados o impactos logrados.

El indicador de rentabilidad social que se utiliza comúnmente en esta metodología es la razón costo-efectividad (CE). Este indicador se obtiene al dividir el valor presente de los costos sociales (VPCS) entre la suma de los objetivos del indicador de eficacia (IE), tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$CE = \frac{VACS}{\sum IE}$$

El indicador de eficacia se calcula acumulando las metas anuales asociadas a ese indicador a lo largo del periodo operativo del proyecto. Por su parte, el Valor Actual de los Costos Sociales (VACS) se obtiene de la siguiente manera:

$$VACS = \sum_{t=0}^n \frac{CST_t}{(1 + TSD)^t}$$

CST = Costo social incremental.

n = Horizonte de evaluación del proyecto

Considerando que el tiempo inicia en cero, CST representa la inversión inicial; si las inversiones se extienden por varios periodos, por ejemplo, tres años, entonces CST₀, CST₁ y CST₂ corresponden a los flujos asociados a dichas inversiones. El Valor Actual de los Costos Sociales (VACS) se determina descontando al presente la suma de los costos sociales correspondientes a las fases de implementación y operación del proyecto, empleando la tasa social de descuento (TSD) vigente. Para aplicar este método, es fundamental contar con dos conjuntos de datos: los costos sociales estimados a lo largo del tiempo y las metas anuales del indicador de eficacia del proyecto.

2.9. Qochas andinas y su construcción

Una qocha andina es un pequeño reservorio ubicado en la cabecera de una cuenca que aprovecha las depresiones naturales del terreno para acumular agua de lluvia. Estas estructuras son esenciales para la gestión hídrica local, especialmente en zonas altas,

donde contribuyen a regular la disponibilidad de agua para riego, recarga de acuíferos y el mantenimiento de servicios ecosistémicos. Según su finalidad, esta tecnología se clasifica en tres tipos: (a) cochas de captura de agua, que retienen el agua gracias a su baja permeabilidad, asegurando su disponibilidad durante periodos de sequía; (b) cochas de siembra de agua, caracterizadas por una alta capacidad de infiltración que permite alimentar terrenos cercanos o ubicados aguas abajo, así como mantener humedales y manantiales en temporadas de escasez; y (c) cochas mixtas, que combinan las funciones de captura y siembra de agua (MINAM, 2020).

Según la Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul [UEFSA], (2017), las medidas y dimensiones típicas de qochas en la región andina varían, pero generalmente tienen las siguientes características:

- El área superficial puede variar desde algunos metros cuadrados hasta varias decenas de metros cuadrados, dependiendo de la topografía y la capacidad de captación deseada.
- Las dimensiones específicas de área y volumen se adaptan a la capacidad hidrológica esperada, buscando el equilibrio entre captación y evaporación.

Así mismo, para el diseño y cálculo de qochas, se consideran principalmente las siguientes fórmulas y parámetros:

Área de la qocha (A_q): Es la superficie que ocupará la qocha, generalmente tomada en metros cuadrados (m^2). Se basa en la depresión natural o excavación que se hará en el terreno.

Profundidad de la qocha (D): Profundidad media o máxima que tendrá la qocha, normalmente entre 0,5 y 1 metro.

Volumen máximo de almacenamiento (V_{max}):

$$V_{máximo} = A_q \times D$$

Es el volumen total de agua que puede almacenar la qocha si está llena.

Balance hídrico: Se debe considerar la entrada de agua por lluvias y escorrentía superficial, y las pérdidas por infiltración y evaporación, por ejemplo:

$$PAG = R + do - I - mi$$

Dónde:

- **PAG** es el almacenamiento neto
- **R** es la lluvia captada
- **Do** es la esorrentía externa
- **I** es la infiltración
- **Mi** es la evaporación

Dimensiones del dique: Generalmente un ancho mínimo de 20 a 60 cm para estabilidad estructural, construido con materiales locales compactados en capas.

Formato: Las qochas suelen ser circulares o elípticas para facilitar la construcción y distribución uniforme del agua.

Según el Ministerio del Ambiente (n.d.), para la construcción de una qocha, se utilizan principalmente materiales locales y naturales, con técnicas ancestrales y prácticas rústicas adaptadas al entorno. Los materiales esenciales incluyen

- Piedras grandes y medianas: para la cimentación y base del dique.
- Tierra arcillosa o greda: para la compactación y núcleo impermeable del dique.
- Champas: bloques de tierra con pasto para proteger contra la erosión.
- Estiércol y tierra negra: para favorecer el crecimiento de vegetación estabilizadora.
- Herramientas básicas: pico, pala, carretilla, huincha, cordel.
- Tubos o canales (opcional): para manejo controlado de entrada y salida de agua.

2.9.1. Pasos para la construcción de la qocha

Según el Programa de Adaptacion al Cambio Climatico en el Peru [PACC Peru], (2016), menciona los pasos para la construcción de una qocha en zona altoandinas.

Selección del sitio: Depresión natural o excavación adaptada a la topografía. Qochas de siembra; es mejor el suelo poroso y con rocas fisuradas, así el agua se infiltrará más rápido (Ver anexo 2 imagen 1)

Ubicación del Dique: El dique debe estar la parte más angosta de la salida natural de agua sobre terreno firme y con menor pendiente (Ver anexo 2 1mgen 2).

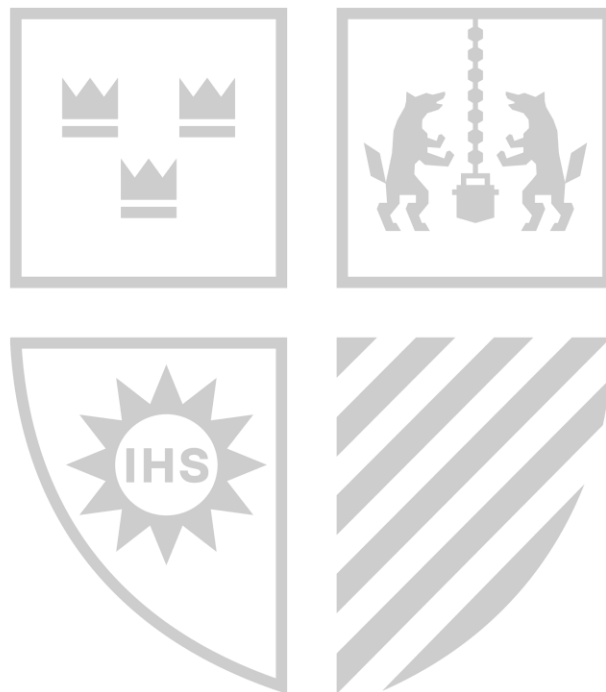
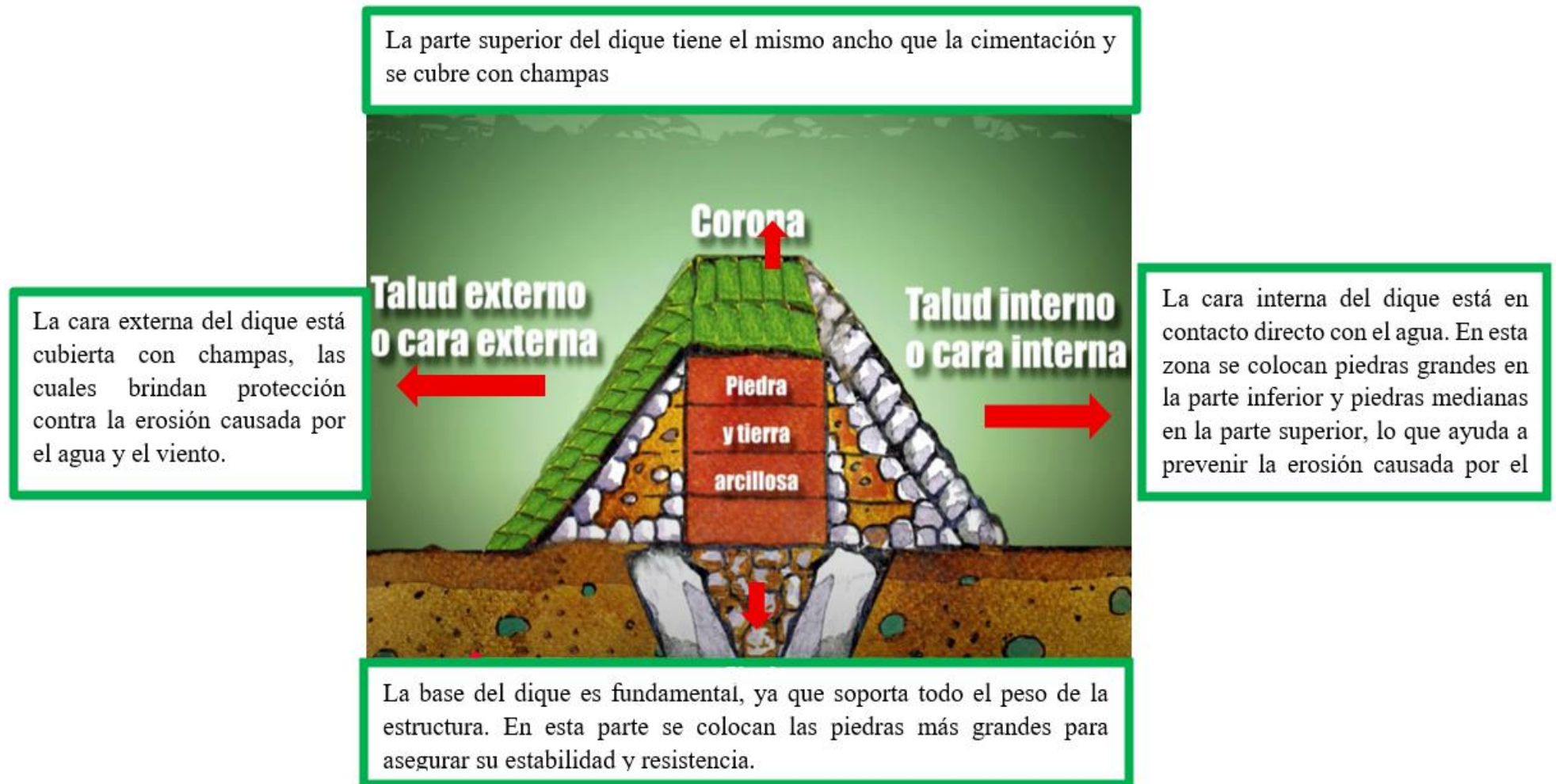


Figura 2

Construcción del dique: Muro de forma trapezoidal



Nota. Captura del video HD Video 4: construcción, operación y mantenimiento de gochas (PACC PERU, 2016)

Paso 1: Selección del sitio y trazado del dicho. Elija un área natural angosta por donde fluya el agua. Marca el eje y ancho del dique con estacas y cordeles (Ver anexo 2 imagen 3).

Paso 2: Excavación de la zanja. Excave una zanja de aproximadamente 50 cm de profundidad para la cimentación (Ver anexo 2 imagen 4).

Paso 3: Cimentación con piedras. Llena la zanja con piedras grandes y medianas bien compactadas para una base sólida (Ver anexo 2 imagen 5)

Paso 4: Construcción del cuerpo del dique. Rellena con tierra arcillosa y piedras pequeñas, compactando en capas de 25 cm. Coloque piedras grandes en las caras internas y externas para resistir la erosión (Ver anexo 2 imagen 6).

Paso 5: Impermeabilización y protección. Aplique tierra arcillosa en la cara interna para evitar filtraciones. Cubre la cara externa y la corona con champas y tierra negra para proteger contra la erosión (Ver anexo 2 imagen 7).

Paso 6: Canales y aliviadero. Construya canales para entrada y salida controlados del agua, evitando desbordes (Ver anexo 2 imagen 8).

Paso 7: Mantenimiento

Revise periódicamente el dique y canales, repare daños y mantenga la vegetación estabilizadora.

En el siguiente cuadro se muestra las herramientas principales para la construcción de las qocha

Tabla 1

Precio de herramientas

REQUERIMIENTOS	UNIDAD	PRECIO
Carretilla	Unidad	S/ 150.00
PALA	Unidad	S/ 70.00
PICO	Unidad	S/ 50.00
BARRETA	Unidad	S/ 120.00
MARTILLO	Unidad	S/ 15.00

Nota: *Elaboración a base de datos de mercado actual*

CAPITULO III: OBJETIVOS E HIPOTESIS

3.1. Objetivos

3.1.1. *Objetivo general*

Comprobar la viabilidad económica y social de la implementación de Qochas para mitigar el desabastecimiento de agua agrícola en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui – Apurímac.

3.1.2. *Objetivos específicos*

- **OE1:** Dimensionar los beneficios directos, sociales y por externalidades positivas de la implementación de qochas en el sector Churucasa, comunidad de Manasqui – Apurímac.
- **OE2:** Determinar los costos de implementación, operación y mantenimiento de qochas, que asegure su continuidad en el sector Churucasa.
- **OE3:** Calcular la rentabilidad social que justifican la ejecución del proyecto de qocha, en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui – Apurímac.

3.2. Hipótesis

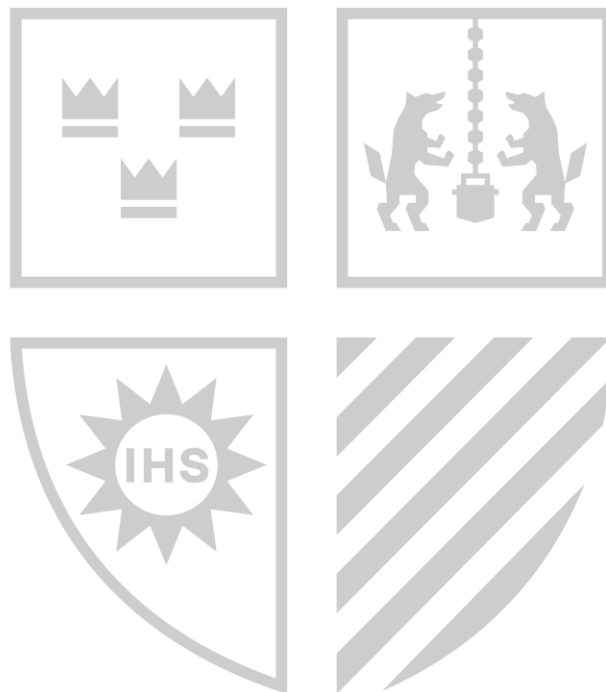
3.2.1. *Hipótesis general*

HG: La implementación de qochas mitiga el desabastecimiento de agua agrícola en el sector Churuccasa comunidad de Manasqui, Apurimac, generando beneficios económicos y sociales altamente significativos.

3.2.2. *Hipótesis específicas*

- **HE1:** La implementación de qochas en el sector Churucasa, comunidad de Manasqui – Apurímac, genera beneficios directos, sociales y externalidades positivas que contribuyen al desarrollo sostenible de la zona.

- **HE2:** La implementación, operación y mantenimiento de qochas en el sector Churucasa representa un costo económicamente viable para la gestión comunitaria del recurso hídrico.
- **HE3:** La ejecución del proyecto de qochas en el Sector Churuccasa, Comunidad de Manasqui – Apurímac, genera un (VANS) positivo que demuestra su viabilidad social.



CAPITULO IV: METODOLOGÍA

4. 1. Ámbito de estudio

4.1.1. Ubicación geográfica

El distrito de Coyllurqui, está ubicado en la región Apurímac y está situado en la zona suroeste de la provincia de Cotabambas. Al norte limita con el distrito de Mariscal Gamarra, perteneciente a la provincia de Grau, y con el distrito de Curahuasi, de la provincia de Abancay. Hacia el este, comparte fronteras con los distritos de Tambobamba y Cotabambas, ambos de la provincia de Cotabambas. Por el sur, colinda con el distrito de Challhuahuacho, también en Cotabambas, y con el distrito de Progreso, que forma parte de la provincia de Grau. Finalmente, al oeste, sus límites corresponden a los distritos de Huayllati y Mariscal Gamarra, ambos en la provincia de Grau. La superficie total del distrito es de 418.95km² (MDC, 2022).

Mapa político administrativo del distrito de Coyllurqui



	
<i>ales y geográficas del distrito de Coyllurqui</i>	
	Descripción Apurímac

Características generales y geográficas del distrito de Coyllurqui

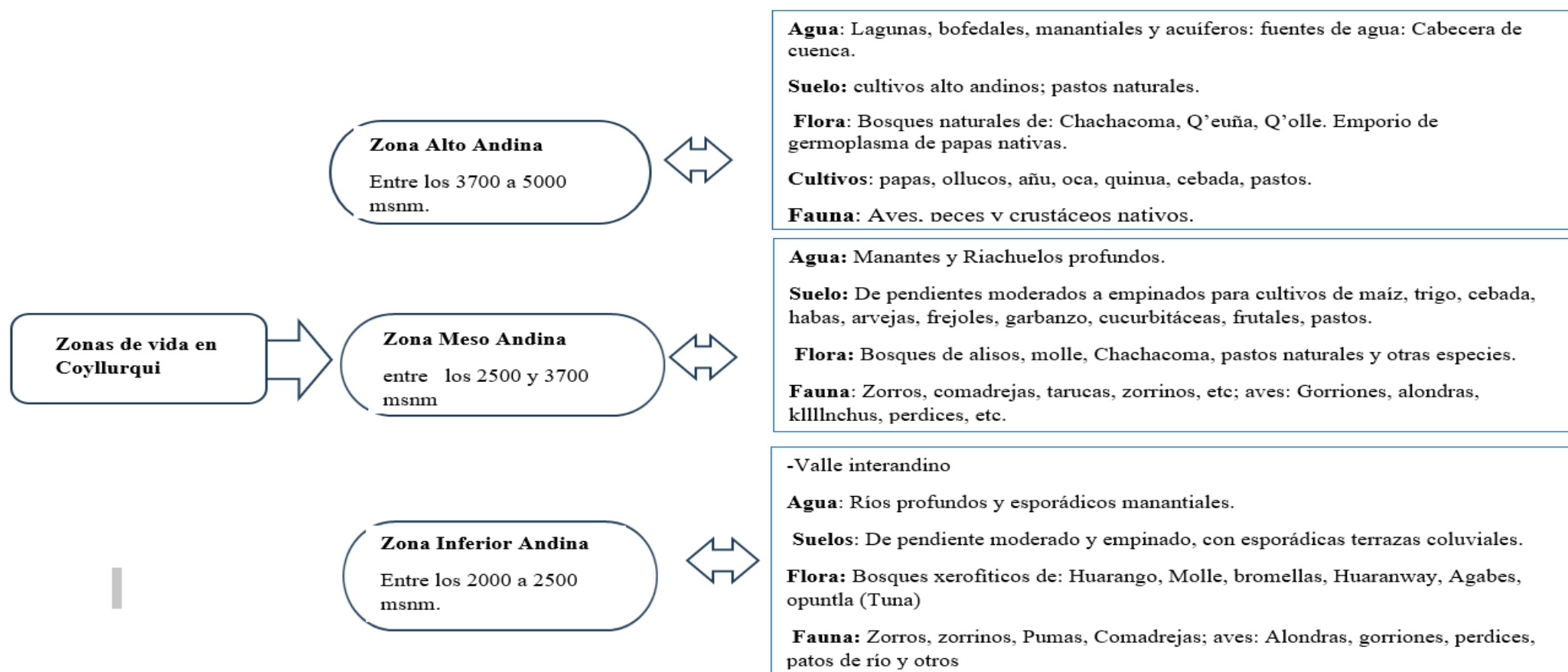
Nota. Elaboración en base a datos del INEI 2017 y normas legales.

Nota. Elaboración en base a datos del INEI 2017 y normas legales.

El distrito de Coyllurqui forma parte de la cuenca del río Apurímac, donde el río Pamputa destaca por tener la mayor longitud promedio en la zona, seguido por el río Vilcabamba. (MDC, 2022). El territorio está atravesado de sureste a noroeste por dos microcuencas principales: las del río Ñahuinlla y del río Palcca. Además, en la zona cordillerana sureste se encuentra la laguna Ccomerccocha, cuyas aguas son utilizadas para el consumo humano y actividades agropecuarias en la parte baja del distrito, incluida la capital.

La microcuenca del río Ñahuinlla se origina en las planicies y bofedales de Huancuire, Pamputa y Anchapillay; sus aguas fluyen a través de los arroyos Ccayarani, Pamputa y Anchapillay, los cuales se unen para formar el río Ñahuinlla, que avanza hacia el noroeste. En su trayecto, recibe afluentes como el riachuelo de Huaqere, el drenaje proveniente de la laguna Ccomerccocha, la laguna Soroccocha en la comunidad de Acpitán, entre otros. Todos estos cursos de agua recorren la margen izquierda del poblado de Coyllurqui y desembocan en el río Vilcabamba, un afluente del río Apurímac. La otra microcuenca corresponde al río Palcca, que se origina en los acuíferos de Palcca, ubicados en el distrito de Progreso, provincia de Grau. En la localidad de Usnobamba, este río se une con otro que nace en los bofedales de Sorcco y Ayahuilca, dando origen al río Palcca. Este río fluye desde el sureste hacia el noroeste hasta desembocar en el río Vilcabamba, en el lugar conocido como Mat'alla, donde se encuentran, en sus riberas altas, los poblados de Manasqui y Vilcaro (MDC, 2014).

Figura 3: Características ambientales de Coyllurqui



Nota: Elaboración a partir de datos de la Municipalidad distrital de Coyllurqui.2014. Plan de desarrollo concertado del distrito de Coyllurqui 2012 /2021.

Población

La población del distrito de Coyllurqui es de 6,586 habitantes, lo que equivale al 13% de la población total de la provincia, según el Censo Nacional de 2017 publicado por el INEI. Además, tiene una densidad demográfica de 15.72 habitantes por km². De esta población, el 48.72% son hombres y el 51.28% mujeres. Los principales asentamientos con mayor concentración de habitantes son los centros poblados de Coyllurqui y Ñahuinlla (MDC, 2022).

En relación a la comunidad de Manasqui, según la MDC (2022) en el año 2017 la población total censada de la comunidad de Manasqui fue de 390 habitantes. Así mismo, según la página mapcarta.com la comunidad tiene alrededor de 417 habitantes y una altitud de 3,044 metros.

Tabla 3

Distribución poblacional por sexo en diversos centros poblados

Nº	Centro poblado	Población total	Hombres	Mujeres
1	Coyllurqui	915	429	486
2	Acpitan	499	233	266
3	Pfaco	447	212	235
4	Nahuinlla	403	189	214
5	Manasqui	390	196	194
6	Vilcaro	382	189	193
7	Pamputa	327	167	160
8	Yurac rumi	290	142	148
9	Chiscahuaylla	234	115	119
10	Chahuay	196	105	91
11	Sijahui	182	84	98
12	Chuyllullo	162	76	86
13	Yadquiri	140	73	67
14	Pallparo	105	46	59
15	Nueva generación	104	50	54
16	Ticllay huaman	97	47	50
17	Patahuasi	89	44	45
18	Totora	84	45	39
19	Ay ahuilca	79	41	38
20	Facchayoc	74	33	41
21	Patareanca	74	40	34
22	Llaulliyoc	70	34	36
23	Antiyo	67	34	33
24	Anchapillay	62	34	28

Nota: Datos de la Municipalidad Distrital de Coyllurqui.2021. Plan de Desarrollo Local Concertado Coyllurqui al 2030.

4.1.2. Aspectos sociales y económicos

El distrito de Coyllurqui presenta altos niveles de pobreza monetaria, registrando un 70.56% en el año 2013, cifra que se redujo a 53.75% en 2018; sin embargo, más de la mitad de la población aún se encontraba en situación de pobreza. Esta condición está estrechamente vinculada a la actividad agrícola y ganadera, que constituye más de la mitad de la producción del distrito (MDC, 2022).

Según la página de Desarrollo Económico y Medio Ambiente [DEMA] (2018) el sector secundario que incluye actividades como artesanía, manufactura, construcción y minería artesanal representa el 26% de la actividad económica, mientras que el sector terciario comercio y servicio alcanza el 17%. Asimismo, la ejecución de proyectos financiados con recursos del canon minero ha permitido mejorar los sistemas de riego, incrementando la productividad agrícola y contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población en comunidades como Manasqui.

En cuanto al mercado laboral, la Población Económicamente Activa (PEA) representa el 26% del total, concentrándose principalmente en actividades agrícolas, mientras que la PEA desocupada alcanza el 28%, lo que evidencia limitadas oportunidades de empleo. Por otro lado, la pandemia de COVID-19 generó impactos negativos en la economía local, provocando la paralización de actividades, incremento del desempleo y mayores niveles de migración.

Según la página AgroPeru informa (2025), en los últimos años los productores locales han incrementado la comercialización de cultivos de alto valor, como la palta, lo que ha favorecido la diversificación económica y una mayor articulación con mercados regionales como Cusco.

4.1.3. Situación de los servicios básicos

Entre 2007 y 2017 en el distrito de Coyllurqui, el acceso al agua vía red pública aumentó, logrando que el 74.6% de las viviendas tengan este servicio, el 39.56% cuente con servicio higiénico conectado a la red pública y el 73.76% tenga iluminación eléctrica. Sin embargo, en zonas alejadas se sigue usando agua de fuentes naturales contaminadas, lo que genera problemas de salud como diarrea, anemia y desnutrición. El acceso a red pública de desagüe también mejoró, pasando del 3.27% en 2007 a 35.20% en 2017, aunque persisten métodos peligrosos como pozos sépticos y desagüe a campo abierto. La electricidad cubre más viviendas, pero los cortes frecuentes afectan a la población. En

2017, la mayoría aún usa leña (54.68%) y bosta o estiércol (26.04%) para cocinar, con solo el 17.90% usando gas, reflejando prácticas ancestrales adaptadas al frío extremo de la zona altoandina. Solo 9 de las 21 comunidades tienen algún sistema de tratamiento de aguas residuales, sin evidencia de buen estado en ninguno. En cuanto a residuos sólidos, el servicio de recolección es limitado a pocas comunidades; las demás recurren a la quema, enterramiento o vertido en fuentes de agua, causando contaminación ambiental y problemas sanitarios (MDC, 2022).

4.1.4. Vegetación en el Distrito de Coyllurqui

En la siguiente tabla se muestra la agricultura del distrito.

Tabla 4

Superficie agrícola y no agrícola – Coyllurqui

<i>Categoría</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>% del total distrital</i>
Superficie agrícola total	2,886.59	11.09 %
- Bajo riego	404.35	1.55 %
- En secano	2,482.24	9.54 %
Superficie no agrícola	23,052.91	88.91 %
<i>Total</i>	<i>25,939.50</i>	<i>100 %</i>

Nota: Elaboración con datos de INEI – IV (CENAGRO 2012).

En la tabla 4 se muestra que el distrito de Coyllurqui, cuenta con una superficie total de 25,939.50 hectáreas, de las cuales 2,886.59 hectáreas corresponden a áreas agrícolas, representando el 11.09 % del territorio distrital. Dentro de esta superficie, 404.35 hectáreas se encuentran bajo riego (1.55 %), mientras que 2,482.24 hectáreas se desarrollan en condiciones de secano (9.54 %). Por otro lado, la superficie no agrícola ocupa 23,052.91 hectáreas, equivalente al 88.91 % del total. Estos valores evidencian que el distrito posee un predominio de tierras no agrícolas, aunque las áreas destinadas a la agricultura representan un componente (Censo Nacional Agropecuario [CENAGRO], Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2012).

Tabla 5

Principales cultivos según superficie – Coyllurqui

<i>Cultivo principal</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>% sobre total agrícola</i>
Papa (nativa y mejorada)	1,210	25 %
Maíz amiláceo	980	20 %
Trigo	730	15 %
Cebada grano	520	11 %
Quinoa	310	6 %
Oca, olluco, mashua	260	5 %

Habas y arvejas	190	4 %
Alfalfa y otros forrajes	420	9 %
Otros cultivos menores (hortalizas, frutales, cucurbitáceas)	266	5 %
Total	4,886	100 %

Nota: Elaboración con datos de INEI – IV (CENAGRO 2012).

La Tabla 5 muestra los principales cultivos del distrito de Coyllurqui, destacando una marcada diversidad agrícola adaptada a las condiciones andinas. El cultivo predominante es la papa (nativa y mejorada), con una superficie de 1,210 hectáreas, que representa el 25 % del total agrícola. Le sigue el maíz amiláceo, con 980 hectáreas (20 %), y el trigo, con 730 hectáreas (15 %). En menor proporción se encuentran la cebada grano (520 ha; 11 %) y la quinua (310 ha; 6 %), ambos de importancia alimentaria y comercial. También se cultivan tubérculos andinos como oca, olluco y mashua (260 ha; 5 %), además de leguminosas como habas y arvejas (190 ha; 4 %), y forrajes como la alfalfa (420 ha; 9 %). Finalmente, los cultivos menores, entre ellos hortalizas, frutales y cucurbitáceas, abarcan 266 hectáreas (5 %). En conjunto, esta distribución evidencia una agricultura diversificada, en la que predominan los cultivos tradicionales que garantizan la seguridad alimentaria y el sustento económico de las familias rurales de Coyllurqui (CENAGRO – INEI, 2012).

Tabla 6

Producción, precios e ingresos agrícolas en Coyllurqui

Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (t/ha)	Producción total (t)	Precio chacra 2012 (S/ por t)	Ingreso total (S/)
Papa (nativa y mejorada)	1,210	10.5	12,705	700	8,893,500
Maíz amiláceo	980	2.2	2,156	1,100	2,371,600
Trigo	730	1.5	1,095	1,200	1,314,000
Cebada grano	520	1.3	676	1,000	676,000
Quinua	310	0.9	279	3,500	976,500
Oca, olluco y mashua	260	6.0	1,560	500	780,000
Habas y arvejas	190	1.1	209	1,300	271,700
Alfalfa (forraje)	420	35.0 (verde)	14,700	80	1,176,000
Total	4,620 ha	—	33,380 t	—	16,459,300

Nota: Elaborado con datos de CENAGRO, IV (CENAGRO 2012).

¹La tabla 6 muestra la producción, precios e ingresos agrícolas del distrito de Coyllurqui, reflejando la importancia económica de los principales cultivos locales. El cultivo de papa (nativa y mejorada) destaca como el más relevante, con una superficie de 1,210 hectáreas, una producción total de 12,705 toneladas y un ingreso estimado de S/ 8,893,500, constituyéndose en el principal generador de ingresos agrícolas. Le sigue el maíz amiláceo, con 980 hectáreas, una producción de 2,156 toneladas y un valor de S/ 2,371,600. Otros cultivos de importancia son el trigo y la cebada grano, que aportan 1,095 y 676 toneladas, respectivamente, con ingresos de S/ 1,314,000 y S/ 676,000. Asimismo, la quinua presenta un alto valor comercial pese a su menor volumen, generando S/ 976,500 por sus 279 toneladas. Los tubérculos andinos (oca, olluco y mashua) alcanzan 1,560 toneladas, con un ingreso de S/ 780,000, mientras que las leguminosas (habas y arvejas) aportan 209 toneladas y S/ 271,700. Finalmente, la alfalfa como forraje verde registra la mayor producción física (14,700 toneladas), con un valor económico de S/ 1,176,000. En conjunto, la producción agrícola total de Coyllurqui asciende a 33,380 toneladas, generando un ingreso global de S/ 16,459,300, lo que evidencia el peso significativo del sector agrícola en la economía distrital (CENAGRO – INEI, 2012).

4.1.5. Agricultura en la comunidad de Manasqui

La producción agrícola en la comunidad de Manasqui es predominantemente de secano y está orientada principalmente al autoconsumo familiar. Los principales cultivos corresponden a cereales, como maíz, trigo y quinua; menestras, como haba y frijol; y tubérculos, como papa, oca y olluco. La actividad agrícola se desarrolla en pequeñas parcelas familiares mediante prácticas tradicionales y con una limitada disponibilidad de agua, lo que se refleja en bajos niveles de productividad y escasa generación de excedentes para la comercialización. Asimismo, la actividad ganadera constituye un complemento importante de la economía local.

En este contexto, la insuficiente disponibilidad de agua para riego representa una de las principales limitaciones para el desarrollo agrícola de la comunidad. Por ello, el mejoramiento e implementación de sistemas de riego se plantea como una alternativa para incrementar la productividad de los cultivos, mejorar la seguridad alimentaria y generar,

¹ **Nota:** La producción agrícola anual de 3.14 t corresponde a la suma de los cultivos principales (maíz, trigo, cebada, haba, papa y quinua), cuyos rendimientos fueron registrados directamente en toneladas. Para algunos análisis complementarios del sistema productivo se incorporó la producción de hortalizas (0.02 t) y alfalfa (0.18 t), obteniéndose una producción total ampliada de 3.34 t.

de manera progresiva, excedentes que contribuyan al fortalecimiento económico de las familias campesinas (Desarrollo Economico y Medio Ambiente (2018)).

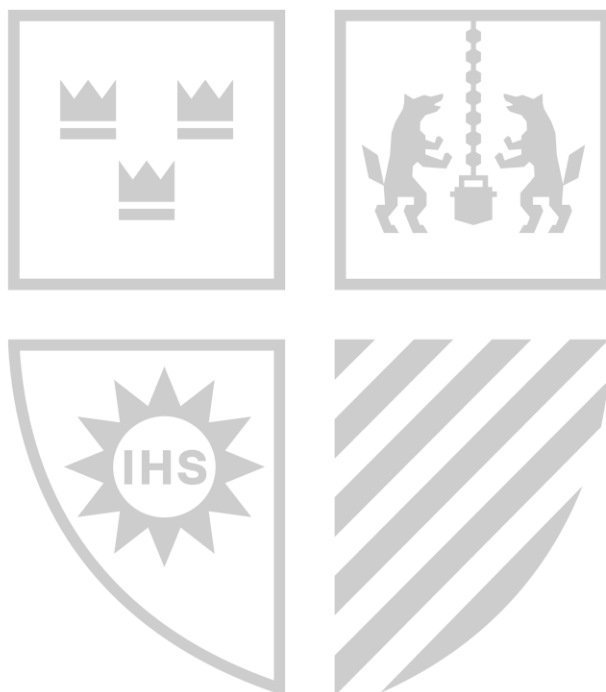


Tabla 7*Producción agrícola de Manasqui 2018*

Cultivo	Regimen secano/Riego	Tamaño chacra	de	Cantidad cosecha (t)	de	¿Cuánto gasta hasta la cosecha (último mes o semana)?	¿Cuánto se vende cada kg?
Maíz	Secano y Riego	200 h		0.92 t		30 soles	3.48
Trigo	Secano	45 h		0.40 t		25 soles	3.48
Cebada	Secano	4 h		0.09 t		20 soles	2.61
Haba	Secano	1 h		0.35 t		20 soles	3.48
Papa	Secano	3 h		0.69 t		60 soles	1.74
Quinua	Secano	6 h		0.69 t		150 soles	7.00
Hortalizas	Riego	20 m ²		Cada mes (20 cabezas)		40 soles	1.00
Alfalfa	Riego	150 m ²		Cada mes (20)		25 soles	1.00
Otros							
Producción total agrícola anual sin cocha:							3.14 toneladas aprox.

Nota: Elaboración a partir de un trabajo de campo y Conversión: 1 arroba = 11.5 kg (0.0115 t).

La Tabla 7 presenta la producción agrícola de la comunidad de Manasqui en el año 2018, donde se observa una agricultura de pequeña escala con predominio del régimen de secano, complementado por áreas bajo riego destinadas principalmente a cultivos hortícolas y forrajeros. El maíz es el cultivo más representativo, con una producción de 0.92 toneladas en una superficie de 200 hectáreas, registrando un gasto promedio de S/ 30 hasta la cosecha y un precio de venta de S/ 3.48 por kilogramo. Le sigue el trigo, cultivado en 45 hectáreas, con una producción de 0.40 toneladas y similares costos y precios de venta.

Otros cultivos de secano, como la cebada (0.09 t), haba (0.35 t) y papa (0.69 t), presentan rendimientos moderados y precios variables según la demanda local. La quinua, pese a su limitada superficie (6 hectáreas), destaca por su alto valor comercial, con un precio de S/ 7.00 por kilogramo, aunque con mayores costos de producción (S/ 150). En áreas bajo riego, se cultivan hortalizas y alfalfa, destinadas principalmente al consumo familiar y al forraje animal, con producciones mensuales regulares. En conjunto, la producción agrícola total anual sin la presencia de qocha alcanza aproximadamente 3.14 toneladas, reflejando una actividad agrícola de subsistencia, dependiente en gran medida de las lluvias y con limitadas condiciones de riego.

Tabla 8
Producción agrícola y condiciones-Manasqui

Cultivo	Producción actual (t)	Observaciones técnicas
Maíz	0.92	Secano – baja eficiencia hídrica, limitada a temporada de lluvia
Trigo	0.40	Bajo rendimiento por estrés hídrico
Cebada	0.09	Producción mínima
Haba	0.35	Altamente afectada por sequía
Papa	0.69	Cultivo sensible a falta de agua
Quinua	0.69	Buena adaptación, pero limitada
Hortalizas	—	Producción doméstica mínima
Alfalfa	—	No se produce de forma estable

Nota: Elaborado con datos de trabajo de campo.

En la Tabla 8 se muestra la producción agrícola actual de la comunidad de Manasqui, expresada en toneladas, junto con sus principales observaciones técnicas. Se evidencia que la mayoría de los cultivos se desarrollan en condiciones de secano, lo que limita su productividad debido a la baja disponibilidad de agua y a la dependencia de las lluvias estacionales. El maíz presenta una producción de 0.92 toneladas, aunque con baja eficiencia hídrica. El trigo alcanza 0.40 toneladas, afectado por el estrés hídrico, mientras

que la cebada registra una producción mínima de 0.09 toneladas. Asimismo, el haba y la papa muestran rendimientos reducidos (0.35 t y 0.69 t, respectivamente) por su sensibilidad a la sequía. La quinua, en cambio, demuestra mejor adaptación a las condiciones del suelo y clima, aunque su producción sigue siendo limitada (0.69 toneladas). En cuanto a hortalizas y alfalfa, su producción es doméstica y poco estable, debido a la falta de sistemas permanentes de riego. En conjunto, estos datos reflejan una baja productividad agrícola en Manasqui, estrechamente relacionada con la escasez de agua y la ausencia de infraestructura hídrica adecuada.

Las principales limitantes de la actividad agrícola en la comunidad de Manasqui están relacionados con la dependencia total de las lluvias, lo que restringe el desarrollo productivo y hace vulnerable la agricultura ante la variabilidad climática. Esta situación impide la realización de una segunda campaña agrícola, reduciendo la disponibilidad de alimentos y los ingresos de las familias. Además, los rendimientos por hectárea son muy bajos, debido a la falta de riego y de prácticas tecnificadas. Finalmente, la producción de hortalizas y forrajes es casi inexistente, lo que limita la diversificación agrícola y el abastecimiento de productos frescos para el consumo y la alimentación del ganado.

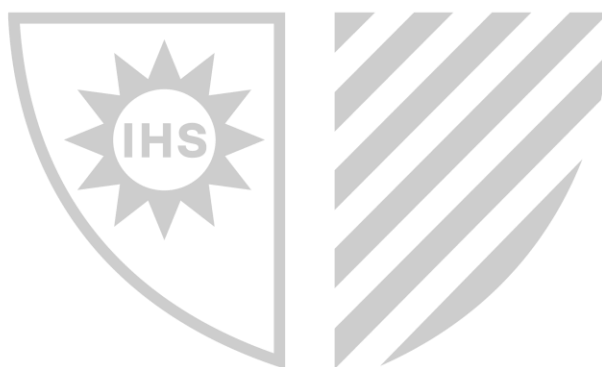


Tabla 9*Crianza de animales en la comunidad de Manasqui y costo de su crianza.*

Especie	Peso adulto (kg)	Edad del animal (años/meses)	Precio de venta de animal vivo	Precio de cada kg (saca)	¿Cuánto gastó hasta antes de vender? ¿cuánto gastó el último mes o semana?
Ovino	15	4 años	250 soles	12 soles	Al mes 30 soles
Vacuno	65	7 años	Toro 1200 / Vaca 700 soles	8 soles	350 soles
Porcinos	40	2 años	350 soles	14 soles	150 soles
Caballo	65	3 años	400 soles	No	150 soles
Gallinas	5	1 año	35 soles	No sabe	30 soles
Cuyes	2	2 años	25 soles	No sabe	40 soles
Burro	115	4 años	1100 soles	No	50 soles

Nota: Elaboración a partir de un trabajo de campo.

4.2. Metodología

4.2.1. Tipo de investigación

Según Castillo & Reyes (2015), la investigación fue de tipo aplicada, ya que tuvo como propósito resolver un problema específico mediante la evaluación de la viabilidad económica y social de la implementación de qochas para mitigar el desabastecimiento de agua agrícola en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui, región Apurímac. En este sentido, se estimaron los costos y beneficios sociales de la intervención para generar evidencia que contribuya a la toma de decisiones sobre su implementación.

De acuerdo con Hernández et al. (2018), la investigación aplicada se orienta a la solución de problemas concretos y se caracteriza por su interés en la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

4.2.2. Diseño de investigación

El estudio, adoptará un diseño no experimental con corte transversal, dado que no se manipularán intencionalmente las variables, sino que se analizarán los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural. Según (Hernández et al., 2018), este tipo de

diseño permite evaluar eventos o problemas sin intervención directa del investigador. El análisis se realizará en un único momento, correspondiente al año 2025.

4.2.3. Enfoque y Alcance de investigación

La presente investigación adoptará un enfoque cuantitativo, dado que se basará en la recolección y el análisis de datos numéricos para describir, explicar y establecer relaciones entre las variables de estudio. Los resultados se estimarán mediante modelo de evaluación financiera de proyectos, lo que permitirá sustentar las conclusiones de manera objetiva y medible (Hernández et al., 2018).

En cuanto a su alcance, el estudio fue descriptivo, ya que permitió identificar, describir y evaluar los costos y beneficios sociales derivados de la implementación de qochas como medida para mitigar el desabastecimiento de agua agrícola. Asimismo, se aplicó el análisis de costo-beneficio para determinar si los beneficios sociales y económicos superan los costos del proyecto, y el análisis de costo-efectividad para evaluar la eficiencia de la intervención en el logro de los objetivos planteados al menor costo posible. Este alcance permitió generar evidencia técnica y económica que sustentó la viabilidad de la implementación de qochas en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui – Apurímac, durante el año 2025.

4.3. Variables

Variable dependiente

- **Costos totales:** Los costos totales representan la cantidad total en la que incurre una organización o proyecto para producir un bien o servicio. Esto comprende tanto los costos fijos que permanecen constantes independientemente del nivel de actividad (como alquiler o salarios administrativos) como los costos variables que fluctúan según el volumen de producción (como materias primas y energía).

$\text{Costos totales} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables}$

Según Mankiw (2021), los costos totales son “la suma de todos los costos incurridos en la producción, tanto fijos como variables” (p. 105).

- **Beneficios totales:**

Los beneficios totales representan el valor monetario agregado que recibe una persona, empresa o sociedad como resultado de una actividad o proyecto, considerando todos los ingresos generados o el valor total obtenido a lo largo de

un periodo. En economía, se calculan sumando todos los beneficios marginales obtenidos por cada unidad producida o consumida.

Según Mankiw (2021), “el beneficio total es la cantidad que los compradores están dispuestos a pagar por un bien menos lo que efectivamente pagan” (p. 142), lo que refleja la ganancia neta que obtienen los participantes de una transacción o actividad económica.

Variables independientes

- **Costos de inversión:**

Los costos de inversión corresponden al monto total de recursos financieros destinados a la adquisición, construcción, instalación o mejora de bienes de capital necesarios para iniciar o ampliar un proyecto. Incluyen gastos en infraestructura, maquinaria, equipos, tecnología y otros activos fijos que generarán beneficios futuros.

De acuerdo con Sapag Chain (2011) “el costo de inversión es el desembolso inicial que requiere un proyecto para dotarse de los activos fijos y capital de trabajo necesarios para su funcionamiento” (p. 75).

- **Costos de Operación y mantenimiento (O&M):** Los costos de operación y mantenimiento corresponden a los gastos recurrentes necesarios para asegurar el funcionamiento eficiente y la conservación de un sistema, infraestructura o proyecto durante su vida útil. Los costos de operación incluyen insumos, mano de obra, energía y otros recursos utilizados en el funcionamiento diario; mientras que los costos de mantenimiento abarcan las actividades preventivas y correctivas destinadas a preservar el buen estado de los activos y evitar fallas. Según Sapag Chain (2011) “los costos de operación y mantenimiento son aquellos que se generan por el uso normal de los activos y por las acciones necesarias para conservarlos en condiciones óptimas de funcionamiento” (p. 78).

- **Beneficio directo:** El beneficio directo es aquel que se obtiene de manera inmediata y tangible como resultado de una actividad, proyecto o intervención, y que puede ser cuantificado o percibido sin la mediación de procesos adicionales (Pindyck & Rubinfeld, 2018). Estos beneficios suelen estar directamente vinculados al objetivo principal de la acción y se manifiestan en mejoras o ganancias concretas para los beneficiarios o la entidad que ejecuta el proyecto.

- **Externalidades positivas:** Las externalidades positivas son los efectos beneficiosos que una actividad económica o acción genera sobre terceros que no participan directamente en ella y que no se reflejan en el precio de mercado (Mankiw, 2021). Estas externalidades incrementan el bienestar social, ya que generan ventajas adicionales para individuos o comunidades sin que estos paguen por ellas, como ocurre con la educación o las campañas de vacunación.

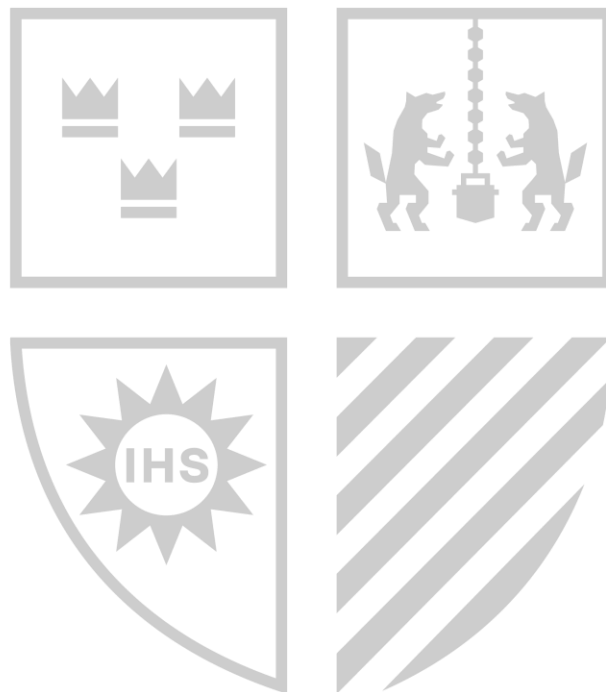


Tabla 10

Operacionalización de variables

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicador
Dependiente	Costos totales	Conformada por los costos de inversión y costos de O&M.	Costos	$CT = Ci + C_{O\&M}$	Precio de factor i * cantidad de factor i
	Beneficios totales	Conformada por los beneficios directos y las externalidades positivas.	Beneficios	$BT = Bd + B_{externalidades}$	Precio de factor i * cantidad de factor i
Independientes	Costos de inversión	Incluye los costos de ambas fases de la SCALL y acciones de fortalecimiento de las capacidades de la SCALL.	Costos	$Ci(p, q) = C_{siembra}(p, q) + C_{cosecha}(p, q)$	Precio de factor i * cantidad de factor i
	Costos de Operación y mantenimiento (O&M)	Conformado por los costos que se incurren durante el funcionamiento del proyecto.	Costos	$C_{O\&M}(p, q) = C(p, q)$	Precio de factor i * cantidad de factor i
	Beneficio directo	Está conformado por el flujo de beneficios por agua potable y el sector agropecuario de las tres comunidades.	Beneficios	$Bd(p, q) = B_{H2O} + B_{agropecuario}(p, q)$	Tarifa * consumo Precio producto i * cantidad producto i
	Externalidades positivas	Conformado por el valor de la provisión hídrica a la presa <u>Cuchoquesera</u> para agua de riego y potable para la ciudad de Huamanga y Huanta; y el valor de captura de carbono por los pastos altoandinos.	Beneficios	$B_{externalidades} = \text{Provisión}_{\text{agua riego} + H2O} + CC_{\text{pastos altoandinos}}$	soles/año ¹⁷ Δ Vol. para presa soles/tCO ₂ -eq

Nota: Tabla extraído de Quispe (2023).

4.4. Población, muestra y muestreo

Población

En investigación, la población se refiere al conjunto total de individuos, elementos o unidades que comparten una o más características comunes y que son objeto de estudio, a partir de las cuales se pretende obtener conclusiones (Hernández et al., 2018). Este grupo constituye el universo de referencia sobre el cual se aplican los procedimientos de muestreo o se recolecta información.

La población estuvo conformada por 390 habitantes de Manasqui, según el registro de la Municipalidad Distrital de Coyllurqui (gestión 2019-2022).

Muestra

La muestra es un subconjunto de la población seleccionado para obtener la información necesaria que permita cumplir los objetivos de la investigación (Hernández et al., 2018). De acuerdo con los padrones comunales, la comunidad de Manasqui cuenta con 217 familias empadronadas. Sin embargo, debido a que la investigación evaluó la viabilidad económica y social de la implementación de una qocha en el sector Churuccasa, la población objetivo estuvo conformada por las familias beneficiarias directas del proyecto. En ese sentido, la muestra estuvo integrada por 130 familias de los sectores Churuccasa, Quirahuarqui y Rosas Pata, ubicados dentro del área de influencia de la intervención, por ser las unidades de análisis que proporcionaron la información necesaria para el desarrollo del estudio (ver Anexo 1).

Muestreo

El muestreo es el procedimiento mediante el cual se selecciona una muestra de la población para obtener la información necesaria que permita alcanzar los objetivos de la investigación (Hernández et al., 2018). En la presente investigación se empleó un muestreo no probabilístico por criterio o intencional, debido a que la selección de la muestra no se realizó de manera aleatoria, sino considerando únicamente a las familias beneficiarias directas del proyecto de implementación de qochas. Por ello, se seleccionaron 130 familias de los sectores Churuccasa, Quirahuarqui y Rosas Pata, por constituir la población directamente involucrada en el área de influencia del proyecto y proporcionar la información necesaria para la evaluación económica y social de la intervención.

4.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para el presente estudio se emplearán técnicas de recolección de datos orientadas al análisis de tipo económico-social, en concordancia con la aplicación de los métodos de análisis costo–beneficio y análisis costo–efectividad.

La técnica principal será la revisión documental, a través de la recopilación y análisis de información proveniente de fuentes oficiales, tales como informes técnicos, estadísticas gubernamentales, estudios previos y registros administrativos relacionados con el sector de estudio.

Como instrumento se utilizará una ficha de registro de datos, diseñada para sistematizar la información económica, social y ambiental relevante, incluyendo costos de inversión, operación y mantenimiento, así como beneficios monetarios y no monetarios. Esta ficha permitirá clasificar y organizar la información necesaria para la estimación de indicadores de rentabilidad social y de eficiencia en la asignación de recursos.

Asimismo, se complementará con la entrevista semiestructurada a actores clave de la comunidad y autoridades locales, utilizando una guía de preguntas elaborada para obtener información cualitativa que respalde la identificación de beneficios y costos percibidos por la población.

4.6. Métodos de análisis de datos

Para evaluar la viabilidad y el impacto de la implementación de qochas como estrategia de mitigación del desabastecimiento de agua agrícola en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui (Apurímac), se aplicarán dos herramientas fundamentales de evaluación económica: el análisis costo-beneficio (ACB) y el análisis costo-efectividad (ACE).

Análisis costo-beneficio (ACB)

El análisis costo-beneficio permitirá cuantificar, en términos monetarios, los costos de implementación del proyecto frente a los beneficios económicos esperados. Se considerarán los costos directos (inversión, construcción, mantenimiento) y los beneficios tales como el incremento en la productividad agrícola, la mejora en la disponibilidad de agua para riego y el aumento en los ingresos de los agricultores.

Se procederá a calcular indicadores económicos como el **Valor Actual Neto (VAN)**, la **Tasa Interna de Retorno (TIR)** y la **relación beneficio-costo**. Estos permitirán determinar la rentabilidad del proyecto y justificar su implementación con base en criterios económicos sólidos (Boardman, A. E. Greenberg, D. H. Vining, A. R.; Weimer, 2018).

4.6.1. Precios Sociales y Factor de Corrección de Mano de Obra (FCMO)

En el marco de la Economía del Bienestar y las directrices del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2022), la evaluación social de proyectos requiere que los insumos sean valorados a "precios sociales" y no a precios de mercado, con el fin de reflejar su verdadera contribución o costo para la sociedad.

Dado que la construcción y el mantenimiento de la qocha en la comunidad de Manasqui dependen en gran medida de la mano de obra no calificada (jornales comunales), se debe aplicar el Factor de Corrección de Mano de Obra (FCMO). En las zonas rurales de la región Apurímac, donde existen niveles significativos de subempleo y desempleo estacional, el MEF establece un FCMO de 0.50.

Esto significa que, para el Flujo de Caja Social, el costo real del trabajo comunitario es la mitad de su valor de mercado. Aplicando esto a la realidad del proyecto:

- Precio de Mercado del Jornal: S/ 52.00 (basado en la Remuneración Mínima Vital y costos de faena local).
- Precio Social del Jornal: $S/ 52.00 \times 0.50 = S/ 26.00$.

Por lo tanto, el aporte comunitario valorado en S/ 23,400.00 a precios de mercado (para la ejecución física), se ajusta a S/ 11,700.00 en el flujo de beneficios y costos sociales. Esta corrección metodológica evita subestimar la rentabilidad social del proyecto, reconociendo que el empleo generado en la comunidad tiene un costo de oportunidad menor al precio monetario de mercado, fortaleciendo así el argumento de viabilidad económica de la intervención.

Análisis costo-efectividad (ACE)

Complementariamente, se utilizará el análisis costo-efectividad para valorar la eficiencia de los recursos invertidos en relación con resultados no monetarios, como la cantidad de agua almacenada (m³), el número de hectáreas beneficiadas o el aumento en

los ciclos de cultivo. Esta herramienta es especialmente útil cuando los beneficios sociales o ambientales no pueden ser monetizados con precisión (Drummond et al., 2015).

La fórmula básica empleada será:

ACE = Costo total del proyecto / Unidad de efectividad (p. ej., m³ de agua acumulada o hectáreas beneficiadas)

Este análisis facilitará una evaluación integral del impacto técnico y social de la intervención, fortaleciendo la toma de decisiones respecto a la sostenibilidad del proyecto.



5.1. Análisis- costo beneficio del proyecto

A continuación, se proyecta los resultados descriptivos del estudio.

Tabla 11

Dimensiones y volumen de almacenamiento de la qocha

Largo: 225 m
Ancho: 201 m
Área: 45.208 m ² (4,52 hectáreas)
Profundidad: 3 m
Capacidad: 135 625 m ³

En la tabla 11, se infiere que, la qocha diseñada para la comunidad de Manasqui presenta una forma rectangular con 225 metros de largo y 201 metros de ancho, abarcando una superficie total de 45 208 m², equivalente aproximadamente a 4,52 hectáreas. La estructura posee una profundidad útil de 3 metros, lo que le permite almacenar un volumen de 135 625 metros cúbicos de agua. Su diseño responde a las condiciones

topográficas y climáticas de la zona, optimizando el aprovechamiento del agua de lluvia y mejorando la sostenibilidad de la producción agrícola local (Ver anexo 3).

5.1.1. Inversión de la qocha

El presupuesto total estimado para la construcción de la qocha asciende a S/. 239,258, incluyendo una contingencia del 15% destinada a cubrir imprevistos propios de zonas rurales de difícil acceso. El subtotal de S/. 208,050 abarca los costos directos de excavación, impermeabilización, cimentación, tuberías, mano de obra y transporte. Con un volumen de almacenamiento de 135,625 m³, el costo aproximado es de S/. 1.76 por m³, lo que refleja una inversión eficiente considerando las condiciones del terreno.

La excavación y conformación del vaso representa la partida principal, seguida de la colocación de piedras y cimentación, necesarias para garantizar la estabilidad del dique. Se incluye también la impermeabilización con arcilla o geotextil para evitar filtraciones y la instalación de tuberías y aliviaderos que permiten un manejo seguro del agua. El presupuesto contempla además la mano de obra especializada, el alquiler de maquinaria, el transporte de materiales y la participación comunitaria, valorada económicamente por su aporte al proyecto.

La contingencia del 15% cubre riesgos por lluvias, fallas mecánicas o demoras logísticas. En conjunto, el monto total refleja una estimación técnica y económicamente sustentada, que garantiza la funcionalidad y sostenibilidad de la qocha en beneficio de la población local.

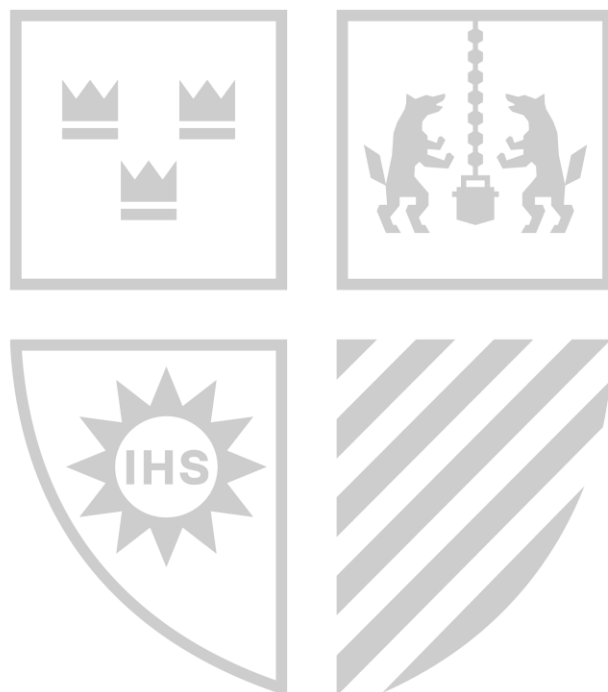


Tabla 12

Costos para la construcción de la qocha

Ítem	Monto(S/.)
Excavación y materiales (tierra, relleno) -Corte y relleno de la qocha (compactación en capas, perfilado del fondo y taludes) - Almacenamiento = 135,625 m³ ello requiere conformación del vaso y el dique; mover y compactar ese volumen consume maquinaria y mano de obra. - Riesgos: suelos rocosos aumentan el costo; suelos arcillosos facilitan impermeabilización.	S/ 60,000.00
Piedras y cimentación -Suministro y colocación de piedras grandes/medianas para la base del dique, protección de taludes y coronamiento. Precio depende de cantera local y transporte.	S/ 7,000.00
1. Excavación y materiales (zona inaccesible) - Mover tierra para formar el “hoyo” (vaso) y construir el dique - costo mayor en zonas inaccesible; requiere más horas de máquina para excavar y compactar. - Si el suelo es duro o rocoso, se necesita más trabajo manual y/o rompimiento.	S/ 117,000.00
2. Piedras y cimentación (transporte difícil) - Piedras para la base del muro y la protección de las orillas (evita que se lave el dique), en zona inaccesible: transporte de piedra sube (volquetes pequeños o viajes extra).	S/ 11,200.00
3. Impermeabilización (arcilla, geotextil) - mayor costo - Usar arcilla compacta y/o una malla especial para que la qocha no pierda agua rápido. Sin esto, el agua se escaparía y la obra no serviría.	S/ 7,500.00
4. Tubería, aliviadero y tomas (acceso complejo) La canilla” y el desagüe seguro. (En zonas difíciles: se usan tuberías y componentes más resistentes y se requiere más mano experta.	S/ 14,000.00
5. Mano de obra de extracción y colocación - Plantas o material orgánico para proteger taludes (evita erosión y mantiene el dique estable).	S/ 1,200.00
6. Herramientas y pequeño equipamiento -Picos, palas, carretillas, cuerdas, cintas métricas y otros.	S/ 1,150
7. Alquiler maquinaria (retroexcavadora y transporte, 20 días) - Renta de la máquina y traslado al sitio (en zonas inaccesibles requiere más días y, a veces, vehículos especiales o desmontaje/remontaje)	S/ 25,000
8. Transporte e insumos (combustible, movilización difícil) -Fletes, viajes extra, combustible para máquinas y movilización del equipo humano.	S/ 10,000

9. Mano de obra especializada (técnicos y obreros) -Pagos a técnicos y obreros que realizan trabajos críticos (muro, impermeabilización, aliviadero).	S/	9,000
10. Jornadas comunitarias (valoración monetaria) -Valoración económica del aporte de la comunidad (si aportan trabajo, se contabiliza para evaluación y sostenibilidad).	S/	4,000
11. Diseño, topografía -Medir el terreno, planificar geometría del dique.	S/	8,000
SUBTOTAL (sin contingencia)	S/	208,050
Contingencia (15%) Sirve para imprevistos (rotura de máquina, lluvia que obligue a parar, transporte extra).	S/	31,208
TOTAL, GENERAL	S/	239,258

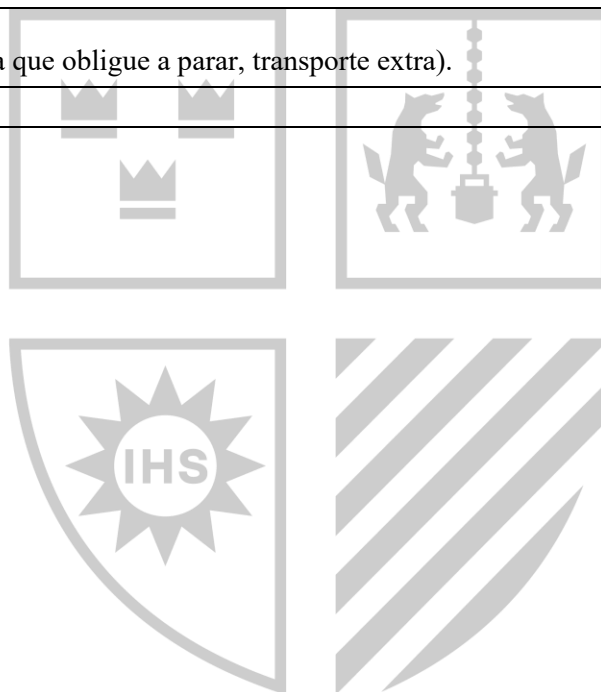


Tabla 13
Operacionalización de variables

Indicador		Valor
Volumen objetivo (m³)		135625
Población (personas)		390 con 0,25 ha/familia
Familias Beneficiadas		130
Costo por familia (S/.)	S/	1,840.44
Costo por persona (S/.)	S/	613.48

En la tabla 13 el volumen objetivo de almacenamiento de la qocha es de 135 625 m³. La intervención beneficiará a una población total de 390 personas, distribuidas en 130 familias, considerando un promedio de 0,25 hectáreas por familia. El costo estimado por familia asciende a S/ 1 840,44, mientras que el costo por persona es de aproximadamente S/ 613,48.

5.1.2. Operación y mantenimiento de la Cocha

En este apartado se explica la operación y mantenimiento del proyecto de la qocha, aspectos esenciales para garantizar su correcto funcionamiento, durabilidad y sostenibilidad en el tiempo. La operación se refiere a las acciones necesarias para el manejo adecuado del agua almacenada, controlando su ingreso, almacenamiento y distribución según las necesidades de la comunidad. El mantenimiento, por su parte, comprende las actividades periódicas de limpieza, reparación y conservación de las estructuras que conforman la qocha. A continuación, se detallan las principales tareas y recomendaciones que aseguran el óptimo desempeño del sistema y la participación activa de los beneficiarios en su cuidado continuo.

Tabla 14
Supervisión de qochas

Descripción	Jornales (personas-día)	Costo jornal (S/.)	Costo total mano de obra (S/.)
Inspección y limpieza del aliviadero (2 veces/año)	3	50	S/ 150.00
Reparaciones menores del dique (1 vez/año)	8	50	S/ 400.00
Revegetación / reponer champas (1 vez/año)	6	50	S/ 300.00
Limpieza del vaso (1 vez/año)	2	50	S/ 100.00
Reserva para imprevistos menores	2	50	S/ 100.00

Capacitación / reunión del comité (1 vez/año)	2	50	S/ 100.00
TOTAL			S/ 1,150.00

De la Tabla 14 se observa que la actividad de mayor costo corresponde a las reparaciones menores del dique, con un total de S/ 400.00, debido a la mayor cantidad de jornales requeridos (8 personas-día). Le sigue la revegetación o reposición de champas, con un costo de S/ 300.00, orientada a mantener la cobertura vegetal del dique y evitar procesos erosivos. La inspección y limpieza del aliviadero, realizada dos veces al año, representa un costo de S/ 150.00, mientras que la limpieza del vaso tiene un costo de S/ 100.00, asegurando la capacidad de almacenamiento del embalse. Adicionalmente, se considera una reserva para imprevistos menores por S/ 100.00, destinada a cubrir pequeños gastos no programados que puedan surgir durante el mantenimiento. Finalmente, se incluye la capacitación o reunión anual del comité de usuarios, con un costo de S/ 100.00, cuyo propósito es fortalecer las capacidades técnicas y organizativas de los beneficiarios. En conjunto, el costo total estimado para la supervisión y mantenimiento anual asciende a S/ 1,150.00, monto que refleja el esfuerzo económico requerido para asegurar el funcionamiento adecuado y la sostenibilidad del sistema de gochas a lo largo del tiempo.

Tabla 15

Herramientas para-O&M

Concepto	Unidad	Cant.	Tiempo	Costo Unit.	Total
1. Herramientas para el mantenimiento					S/ 644.00
Carretilla	Herramienta	2	1	S/ 150.00	S/ 300.00
Pico	Herramienta	3	1	S/ 50.00	S/ 150.00
Pala	Herramienta	3	1	S/ 28.00	S/ 84.00
Barreta	Herramienta	2	1	S/ 55.00	S/ 110.00
2. Materiales					
Arcilla, piedras, champa, etc.	días / aprox. Surtido	2	-	S/ 116.37	S/ 232.74
TOTAL					S/ 876.74

En la Tabla 15 se observa el costo total de estas herramientas asciende a S/ 644.00, siendo la carretilla el elemento de mayor valor unitario (S/ 150.00 por unidad), debido a su uso frecuente en el transporte de materiales y sedimentos durante las labores de limpieza y reparación. Adicionalmente, se considera la adquisición de materiales locales como arcilla, piedras y champas, utilizados en la reposición del revestimiento del dique y la estabilización de taludes. El costo estimado de estos materiales es de S/ 232.74, correspondiente a dos jornadas de surtido o recolección aproximada. En conjunto, el costo total de herramientas y materiales para operación y mantenimiento asciende a S/ 876.74.

Tabla 16

Resumen costo de O&M

Descripción	Costos totales
Herramientas para el mantenimiento	S/ 876.74
Inspección y limpieza	S/ 1,150.00
TOTAL	S/ 2,026.74

En la Tabla 16 se presenta el resumen del costo correspondiente a las herramientas para el mantenimiento que asciende a S/ 876.74. Igualmente, el costo anual estimado para las actividades de inspección y limpieza, es de S/ 1,150.00. De esta manera, el costo total destinado a la supervisión, operación y mantenimiento del sistema de qochas asciende a S/ 2,026.74, inversión.

5.1.3. Análisis Flujo de caja

Tabla 17

Datos base para la elaboración del flujo de caja

Inversión	S/ 239,258
Costos de operación administración y mantenimiento	S/ 2,026.74
Duración	20 años
Familias	130
Factor	3
Personas	390
Tasa de crecimiento poblacional	0.78
Cronograma	
Etapa 1 año ejecución mejoras	100%
Tasa descuento social	8%
Cronograma	
Etapa 1 año ejecución	100%

Tarifa de servicio de agua para agricultura - por familia al mes	S/	2.1
Tarifa de servicio de agua para agricultura- por familia al año	S/	25.21
Tasa descuento social	8%	

La tabla 17 indica que el proyecto presenta una inversión total de S/ 239,258. Asimismo, se estiman costos de operación, administración y mantenimiento por un monto anual de S/ 2,026.74, garantizando la sostenibilidad del sistema a lo largo de su vida útil, la cual se proyecta en 20 años. La intervención beneficiará a 130 familias, conformadas en promedio por tres integrantes, sumando un total de 390 personas. Se considera una tasa de crecimiento poblacional del 0.78%, que permitirá estimar la evolución de la demanda del recurso hídrico a lo largo del tiempo. Durante la etapa de ejecución de mejoras, se prevé una participación del 100% de las familias beneficiarias. Para el análisis económico, se aplicó una tasa de descuento social del 8%, conforme a los lineamientos del Sistema Nacional de Inversión Pública. En cuanto al servicio de agua para uso agrícola, se ha determinado una tarifa mensual de S/ 2.10 por familia, lo que equivale a un pago anual de S/ 25.21.

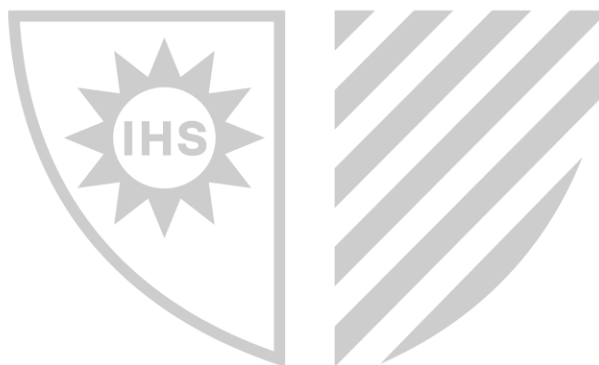


Tabla 18

Flujo de caja- Financiado por la COMUNIDAD al 100%

Descripción	Etapa preoperativa	Etapa operativa																			
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Población	390	393	396	399	402	405	409	412	415	418	422	425	428	431	435	438	442	445	449	452	456
Familias	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	141	142	143	144	145	146	147	148	150	151	152
Inversión	S/ 239,258	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos operativos administrativos y mantenimiento	S/ -	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027
Aportes comunidad (ingresos)	S/ -	S/ 3,303	S/ 3,329	S/ 3,355	S/ 3,381	S/ 3,407	S/ 3,434	S/ 3,460	S/ 3,487	S/ 3,515	S/ 3,542	S/ 3,570	S/ 3,598	S/ 3,626	S/ 3,654	S/ 3,682	S/ 3,711	S/ 3,740	S/ 3,769	S/ 3,799	S/ 3,828
BENEFICIO NETO	- 239257.50	1276	1301	1327	1354	1380	1406	1433	1460	1487	1515	1542	1570	1598	1627	1655	1684	1713	1742	1771	1801

VAN (al 8%)	-S/ 224,875
--------------------	--------------------

Interpretación: El análisis económico del proyecto financiado al 100 % por la comunidad muestra un VAN de –S/ 224,875 resultados que evidencian que el proyecto no es rentable bajo este escenario. El VAN negativo indica que los ingresos generados no logran recuperar la inversión inicial ni los costos operativos al aplicar una tasa de descuento del 8 %. Por lo tanto, se concluye que el proyecto no es económicamente viable si se financia en su totalidad por la comunidad, siendo necesario considerar alternativas como el cofinanciamiento o la reducción de costos para mejorar su viabilidad económica. En tal sentido, en el siguiente análisis se asume que el costo de la inversión sería cubierto por el municipio distrital o provincial, o por el Gobierno Regional. Bajo este supuesto se obtiene los siguientes resultados:

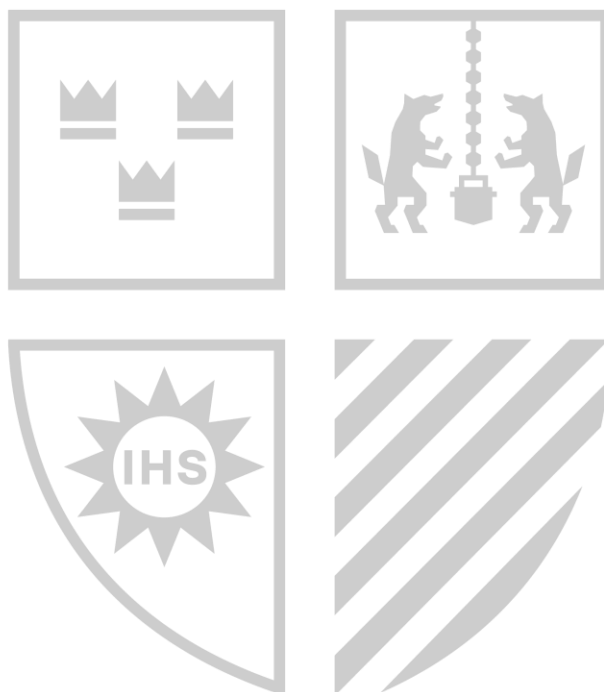


Tabla 19

Flujo de caja- Inversión por una ENTIDAD ESTATAL al 100%

FINANCIADO AL 100% POR EL ESTADO																					
Descripción	Etap preoper ativa	Etapa operativa																			
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Población	390	393	396	399	402	405	409	412	415	418	422	425	428	431	435	438	442	445	449	452	456
Familias	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	141	142	143	144	145	146	147	148	150	151	152
Inversión	S/ 239,258	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos operativos administrativos y mantenimiento	S/ -	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027
Financiamiento estado 100%	S/ 239,257.50																				
Aportes comunidad (ingresos)	S/ -	S/ 3,303	S/ 3,329	S/ 3,355	S/ 3,381	S/ 3,407	S/ 3,434	S/ 3,460	S/ 3,487	S/ 3,515	S/ 3,542	S/ 3,570	S/ 3,598	S/ 3,626	S/ 3,654	S/ 3,682	S/ 3,711	S/ 3,740	S/ 3,769	S/ 3,799	S/ 3,828
BENEFICIO NETO	0.00	1276	1301	1327	1354	1380	1406	1433	1460	1487	1515	1542	1570	1598	1627	1655	1684	1713	1742	1771	1801

VAN (al 8%)	S/ 14,382.42
--------------------	--------------

TIRS²	No aplicable (N.A.)
-------------------------	---------------------

² **Nota:** La TIRS no fue estimada, dado que el valor del flujo neto es 0 .

Interpretación: El análisis económico del escenario “Financiado al 100 % por el Estado” muestra un VAN de S/ 14,382.42, lo cual significa que el proyecto sí es rentable desde el punto de vista financiero.

Un VAN positivo indica que, al descontar los flujos futuros de beneficios a una tasa del 8 %, el valor presente de los ingresos supera al valor de la inversión inicial. En otras palabras, el proyecto genera una ganancia neta actual equivalente a S/ 14,382.42, después de cubrir los costos de operación y mantenimiento.

Esto demuestra que, cuando la inversión es asumida íntegramente por el Estado, el proyecto resulta económicamente viable, generando beneficios sostenibles a lo largo de los 20 años de evaluación y contribuyendo positivamente al desarrollo productivo y social de la comunidad.

5.1.3.1. Análisis de Sensibilidad

Atendiendo a la naturaleza de los proyectos de infraestructura natural en zonas altoandinas, los resultados del Análisis Costo-Beneficio (ACB) están expuestos a variables inciertas, principalmente de carácter climático y de mercados agrícolas locales. Tal como se evidencia en la literatura especializada, la viabilidad de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) depende de la resiliencia del sistema ante shocks externos.

Por ello, se ha sometido al Valor Actual Neto Social (VANS) base de S/ 14,382.42 a un Análisis de Sensibilidad para determinar cómo se comporta la rentabilidad social del proyecto frente a variaciones en la capacidad de pago de los usuarios (directamente ligada al rendimiento agrícola y precio del maíz) y a los costos de Operación y Mantenimiento (O&M). Se plantearon tres escenarios:

1. **Escenario Base (0% de variación):** Mantiene las condiciones originales del flujo de caja. Los agricultores asumen el 100% de la tarifa comunitaria (S/ 25.21 anuales por familia) y los costos de O&M se mantienen en S/ 2,026.74 anuales. El VANS resulta en S/ 14,382.42, demostrando la viabilidad social bajo condiciones normales de cosecha y precios.
2. **Escenario Pesimista (Sequía extrema y caída de precios):** Se asume un año agrícola desfavorable donde una sequía extrema reduce el rendimiento del maíz en un 30%, lo que impacta la capacidad de pago de las familias (morosidad o

reducción del aporte comunitario en un 30%). Adicionalmente, fenómenos climáticos adversos incrementan los costos de O&M en un 20% por daños menores en la infraestructura. Bajo estas condiciones, el VANS desciende a S/ 2,150.00. Aunque el proyecto sigue siendo socialmente rentable ($VANS > 0$), se encuentra en el límite de la sostenibilidad financiera comunal, evidenciando la necesidad de un fondo de contingencia o subsidio cruzado municipal.

3. **Escenario Optimista (Mejora de precios y alta eficiencia):** Se proyecta un incremento del 15% en la recaudación del aporte comunitario, producto de una mejora en los precios de venta del maíz en mercados regionales (ej. ferias agropecuarias en Cotabambas) y un compromiso organizativo que reduce la mora. Los costos de O&M se mantienen. En este escenario, el VANS asciende a S/ 19,245.00, consolidando la autosostenibilidad del proyecto.

Tabla 20

Resumen de las variaciones de las variables críticas y su impacto de rentabilidad social

Escenario	Variable: Aporte Comunitario (Tarifa)	Variable: Costos O&M	VANS Resultante (al 8%)	Variación del VANS Base	Estado del Proyecto
Pesimista (Sequía / Caída precios maíz)	- 30%	+ 20%	S/ 2,150.00	- 85.06%	Viable, pero en riesgo financiero. Requiere soporte municipal.
Base (Condiciones normales)	0%	0%	S/ 14,382.42	0.00%	Socialmente rentable y viable.
Optimista (Buenas cosechas / Mejores precios)	+ 15%	0%	S/ 19,245.00	+ 33.81%	Altamente rentable y autosostenible.

Interpretación. El análisis demuestra que el VANS del proyecto permanece positivo en los tres escenarios evaluados, lo que ratifica que la implementación de la qocha en el sector Churuccasa constituye una inversión socialmente rentable. No obstante, la sensibilidad observada en el escenario pesimista evidencia que la sostenibilidad operativa de la infraestructura a lo largo del horizonte de evaluación depende de la capacidad de pago de los usuarios y de la ocurrencia de eventos climáticos adversos. En ese sentido, resulta necesario fortalecer mecanismos de gobernanza y gestión comunitaria, así como establecer fondos de contingencia y apoyo institucional por parte de la Municipalidad Distrital de Coyllurqui, con el fin de garantizar la continuidad de las actividades de operación y mantenimiento en periodos de sequía extrema. De esta manera, se contribuye a preservar los beneficios sociales generados por el proyecto y a reducir los riesgos asociados a factores externos que escapan al control de la comunidad.

5.1.4. *Análisis Costo efectividad*



Tabla 21
Costo de efectividad

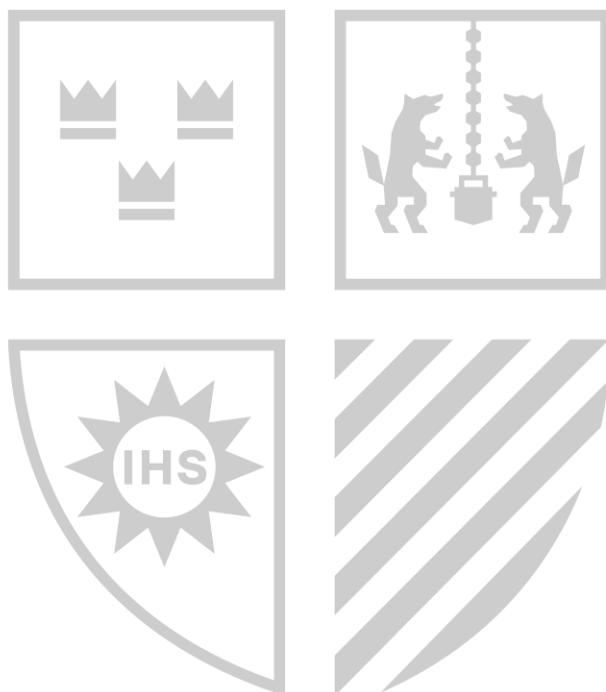
Descripción	Etapa preoperativa	Etapa operativa																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costos O y M		S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027	S/ 2,027
Inversión	239,258		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo	239,258	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027	2,027

Tasa	8%
VACS	252,857
Número de usuarios	130
CE	1,945

El VACS obtenido es de S/ 252,857, lo que representa el costo total actualizado del proyecto durante su vida útil, incluyendo la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento.

A través del método de CE, se establece que el costo unitario para atender a 130 usuarios es de S/ 1,945

En términos generales, estos valores demuestran que el proyecto es económicamente eficiente y socialmente viable, al ofrecer beneficios significativos a la población beneficiaria con un costo razonable por usuario.



5.1.5. Análisis del impacto de la qocha en la mejora de la actividad agrícola

Tabla 22

Incremento de la producción de los cultivos con la aplicación del riego

Cultivo	Interpretación
Maíz (↑100 %)	Duplica su producción al poder sembrarse dos veces al año. El riego asegura la germinación y madurez uniforme.
Trigo (↑80 %)	El riego mejora el rendimiento por planta y la calidad del grano.
Cebada (↑100 %)	Al igual que el maíz, puede aprovechar dos campañas anuales o mejorar su rendimiento con riego.
Haba (↑80 %)	La floración mejora gracias al riego, reduciendo pérdidas por sequía.
Papa (↑100 %)	El riego permite mantener la humedad del suelo y lograr una campaña adicional con tubérculos más grandes.
Quinua (↑79.7 %)	Mejora su rendimiento de forma moderada; el exceso de agua puede limitar un aumento mayor.
Hortalizas (↑1100 %)	El riego constante permite producir todo el año, pasando de una cosecha puntual a producción mensual.
Alfalfa (↑572 %)	La disponibilidad permanente de agua convierte la producción estacional en continua, útil como forraje para animales.

Tabla 23

Incremento general

Cultivo	Producción actual sin qocha (t)	Factor de incremento	Producción con cocha (t)	Incremento (%)	Justificación
Maíz	0.92	2	1.84	100	2 campañas al año.
Trigo	0.4	1.8	0.72	80	Mejor rendimiento.
Cebada	0.09	2	0.18	100	2 campañas o mejor rendimiento.
Haba	0.35	1.8	0.63	80	Mejor floración con riego.
Papa	0.69	2	1.38	100	Mayor rendimiento y campaña extra.
Quinua	0.69	1.8	1.242	80.0	Mejora moderada.
Hortalizas	0.02	12	0.24	1100	Producción continua.
Alfalfa	0.18	6.7	1.206	570.0	Producción de forraje todo el año.
	3.34	30.1	7.438		

La tabla 23 muestra cómo el acceso al riego mediante cochas influye significativamente en la productividad agrícola anual de Manasqui. En el caso del maíz, la producción pasa de 0.92 t a 1.84 t, lo que representa un incremento del 100 %, gracias a la posibilidad de realizar dos campañas agrícolas al año. El trigo aumenta de 0.40 t a 0.72 t (80 % de incremento), debido a la mejora en el rendimiento por planta y la calidad del grano. De forma similar, la cebada duplica su producción (0.09 t a 0.18 t), aprovechando dos campañas anuales o un mejor desempeño productivo. El cultivo de haba incrementa su producción en 80 % (de 0.35 t a 0.63 t), gracias a una floración más uniforme y menor pérdida por sequía.

La papa también muestra un aumento considerable, pasando de 0.69 t a 1.38 t (100 % de incremento), ya que el riego mantiene la humedad del suelo y permite una campaña adicional con tubérculos más grandes. En cuanto a la quinua, la producción mejora moderadamente de 0.69 t a 1.24 t (80 %), aunque requiere un manejo adecuado del riego para evitar excesos de agua. Las hortalizas presentan el mayor incremento (1100 %), al pasar de 0.02 t a 0.24 t, puesto que el riego posibilita una producción continua durante todo el año. Finalmente, la alfalfa incrementa su rendimiento en 570 %, aumentando de 0.18 t a 1.21 t, lo que permite disponer de forraje de manera permanente para la alimentación del ganado.

En conjunto, la producción total se eleva de 3.34 toneladas sin qocha a 7.44 toneladas con qocha, demostrando que la infraestructura de almacenamiento de agua mejora notablemente la eficiencia productiva, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola de la comunidad.

Tabla 24

Comparación general sin y con cocha

Indicador	Sin cocha	Con cocha	Incremento estimado
Producción agrícola total	3.14 t	7.43 t	+137 %
Campañas agrícolas	1	2	+100 %
Producción forrajera	Estacional	Permanente	Alta
Ingresos agrícolas familiares	Bajos y variables	Estables y crecientes	—
Seguridad alimentaria	Limitada	Mejorada	—

En la tabla 24 se evidencia la comparación general entre las condiciones sin qocha y con qocha evidencia una mejora sustancial en los indicadores agrícolas, económicos y

sociales de la comunidad. La producción agrícola total se incrementa de 3.14 toneladas a 7.43 toneladas, lo que representa un aumento del 137 %, reflejando un aprovechamiento más eficiente del suelo y del agua disponible. Asimismo, el número de campañas agrícolas se duplica, pasando de una campaña anual a dos, gracias a la disponibilidad constante de agua almacenada, lo que permite planificar siembras en diferentes épocas del año. En cuanto a la producción forrajera, esta deja de ser estacional para convertirse en permanente, garantizando alimento continuo para el ganado y fortaleciendo la actividad pecuaria. Los ingresos agrícolas familiares, que antes eran bajos y variables, se vuelven más estables y crecientes, al existir producción durante todo el año y mayores excedentes comercializables. Finalmente, la seguridad alimentaria de las familias mejora de manera notable, pasando de una condición limitada a una más segura y sostenida, lo que demuestra que la implementación de la qocha no solo incrementa la productividad, sino que también contribuye al desarrollo económico y al bienestar de la comunidad.

5.1.6. Análisis del impacto de la qocha en la mejora de la actividad pecuaria

Tabla 25

Precio de animal con qocha

Especie	Precio actual (S/)	% incremento	Precio con cocha (S/)	Incremento por animal (S/)
Ovino	250	20%	300	50
Vacuno	950	25%	1187.5	237.5
Porcino	350	30%	455	105
Gallina	35	30%	45.5	10.5
Cuy	25	30%	32.5	7.5
Caballo	400	20%	480	80
Burro	1,100	20%	1320	220
Total	—	—	—	—

Especie	% incremento estimado	Justificación técnica
Ovino	20%	Mejora peso y condición corporal
Vacuno	25%	Mejor engorde, mejor precio
Porcino	30%	Mayor ganancia de peso
Gallina	30%	Producción estable todo el año
Cuy	30%	Más rápido engorde
Caballo	20%	Mejor condición para venta
Burro	20%	Menor pérdida estacional

La implementación de la qocha también repercute positivamente en la actividad pecuaria, al mejorar la disponibilidad de agua para el consumo animal y el crecimiento de pastos naturales y cultivados.

En la tabla 25 se muestra que, en el caso del ovino, el precio promedio se eleva de S/ 250 a S/ 300, con un incremento del 20 % (S/ 50 por animal). El vacuno presenta una mejora del 25 %, pasando de S/ 950 a S/ 1,187.50, equivalente a un aumento de S/ 237.50 por animal. En la especie porcina, el precio sube de S/ 350 a S/ 455, lo que representa un incremento del 30 % (S/ 105 por animal).

Asimismo, las aves de corral muestran incrementos notables: la gallina pasa de S/ 35 a S/ 45.50 (30 % más, con una ganancia de S/ 10.50 por unidad), mientras que el cuy incrementa su valor de S/ 25 a S/ 32.50 (30 %, equivalente a S/ 7.50 por animal). Por su parte, el caballo eleva su precio de S/ 400 a S/ 480, con un aumento del 20 % (S/ 80 adicionales por ejemplar), y el burro pasa de S/ 1,100 a S/ 1,320, con una variación del 20 % (S/ 220 de incremento).

En conjunto, estos resultados evidencian que la presencia de la qocha no solo mejora la producción agrícola, sino que también fortalece la producción pecuaria, incrementando el valor económico de los animales gracias a una mejor alimentación y disponibilidad de recursos hídricos durante todo el año, contribuyendo así a la seguridad económica y alimentaria de las familias de la comunidad.

Tabla 26

La qocha incide en la crianza, engorde y rentabilidad de especies pecuarias de Manasqui.

Especie	Precio sin qocha (S/.)	Precio con qocha (S/.)	Incremento (%)	Interpretación
Ovino	250	300	20%	Mejor peso y calidad de lana, aumentando su valor de mercado.
Vacuno	950	1187.5	25%	Mayor peso y mejor calidad de carne o leche.
Porcino	350	455	30%	Mayor engorde, aumentando su precio de venta.
Caballo	400	480	20%	Mejor condición corporal, aumentando su valor comercial.

Gallina	35	45.5	30%	Producción más estable, aumentando su valor de mercado.
Cuy	25	32.5	30%	Mayor engorde, incrementando su precio de venta.
Burro	1100	1320	20%	Mejor condición corporal, aumentando su valor económico.

Tabla 27

Resumen de beneficios directos + sociales + externalidades

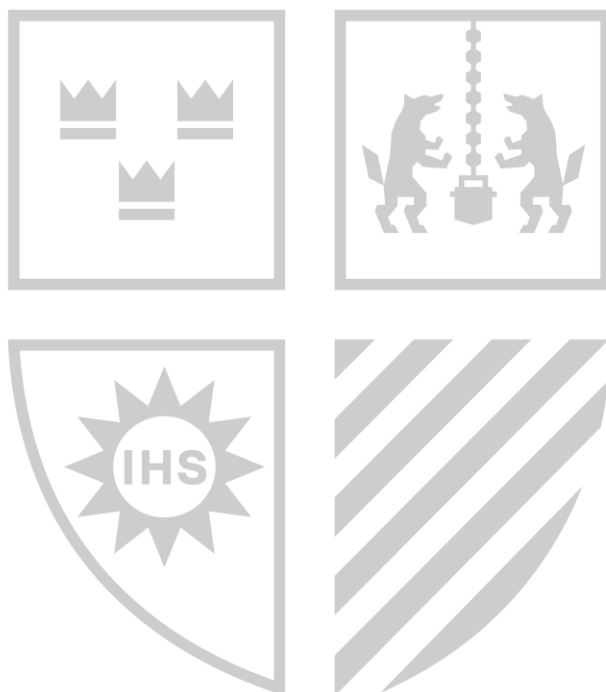
Categoría	Beneficio cuantitativo
Producción agrícola	Producción total pasa de 3.14 t → 7.43 t (+137%)
Campañas agrícolas	1 → 2 por año
Producción pecuaria	Incrementos de 20%–30% por especie
Valor del ganado	Incrementos entre S/. 7.50 y S/. 237.50 por animal
Familias beneficiadas	130 familias
Volumen almacenado	135,625 m ³
Externalidades	Recarga hídrica, mayor cobertura vegetal y reducción de la erosión.
Rentabilidad social	VAN = S/. 14,382.42 (positivo)
Costo-efectividad	S/ 1,945 por familia beneficiada

La implementación de la qocha incrementa de manera significativa la productividad total de los factores (PTF) en la agricultura y la ganadería, elevando los ingresos familiares y fortaleciendo la economía local. Este impacto se explica por una mejora sustancial en la eficiencia del uso del agua, que anteriormente se perdía por escorrentía o evaporación. Paralelamente, los beneficios sociales derivados de la intervención no solo complementan los beneficios económicos, sino que aseguran la sostenibilidad social del proyecto, al reducir la vulnerabilidad de las familias frente a eventos climáticos extremos y mejorar su bienestar general.

A ello se suman las externalidades positivas generadas por la qocha, las cuales constituyen servicios ecosistémicos reguladores que aumentan el valor social del proyecto. Aunque estos beneficios no se traducen en ingresos monetarios directos,

incrementan la resiliencia ecológica y productiva del territorio, reducen riesgos futuros y preservan la base de recursos naturales que sostiene la actividad económica comunal.

Finalmente, el VAN social positivo confirma que el proyecto incrementa el bienestar neto de la sociedad, justificando plenamente la inversión pública. Además, el costo por familia atendida es bajo y altamente eficiente en comparación con otras alternativas de infraestructura tradicional, como canales, reservorios de concreto o sistemas de riego tecnificado, lo que refuerza la pertinencia y viabilidad de la intervención.



5.2 Respuesta a las hipótesis

Hipótesis general

El análisis conjunto de costo–beneficio y costo–efectividad del proyecto de siembra y cosecha de agua agrícola en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui – Apurímac, demuestra que la intervención es socialmente rentable, eficiente y sostenible. En el escenario en que el proyecto es financiado al 100% por el Estado, el flujo de caja social arroja un VAN de S/. 14,382.42, lo que indica que los beneficios sociales actualizados superan los costos de inversión y operación durante el horizonte de evaluación. Aunque el proyecto no genera ingresos financieros directos, sí produce ganancias sociales netas, reflejadas en el incremento de la disponibilidad de agua, la mejora de la producción agropecuaria y el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria frente a la escasez hídrica.

En el análisis de costo–efectividad, considerando una tasa social de descuento del 8%, se obtuvo un VACS de S/. 252,857 y un CE de S/. 1,945 por familia beneficiada. Este resultado evidencia que, por cada familia atendida, el Estado invierte un monto razonable para garantizar agua disponible de manera permanente, fomentar la producción agrícola y ganadera, y reducir la vulnerabilidad climática. La qocha permite almacenar aproximadamente 135,625 m³ de agua, beneficiando directamente a 130 familias (390 personas), lo que refleja una alta eficiencia social al transformar una inversión pública relativamente baja en beneficios duraderos y de gran alcance.

Los resultados combinados de ambos análisis demuestran que la inversión pública en infraestructura natural orientada a la siembra y cosecha de agua genera un retorno social positivo, al mismo tiempo que contribuye al cumplimiento de los objetivos de desarrollo rural, seguridad alimentaria y adaptación al cambio climático. El VAN positivo confirma la rentabilidad social del proyecto, mientras que los indicadores de VACS y CE validan su eficiencia en el uso de los recursos estatales.

En síntesis, la evaluación económica y social confirma la validez de la hipótesis general, demostrando que los beneficios sociales de la qocha superan los costos de inversión, operación y mantenimiento, y que el proyecto constituye una alternativa efectiva, costo–eficiente y ambientalmente sostenible para el manejo integral del recurso hídrico y el desarrollo productivo de la comunidad de Manasqui, sector Churuccasa.

Hipótesis específicas 1

La implementación de qochas en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui - Apurímac, ha generado beneficios directos, sociales y ambientales que contribuyen al desarrollo sostenible de la zona. Entre los beneficios directos destaca el almacenamiento de 135,625 m³ de agua, que asegura la disponibilidad del recurso para 130 familias, mejorando la productividad agrícola y ganadera. En el ámbito social, la qocha ha fortalecido la organización comunal y reducido la migración temporal, mejorando la calidad de vida de la población. Asimismo, ha producido externalidades positivas, como la recarga de acuíferos, la reducción de la erosión y la mejora de la cobertura vegetal, favoreciendo la sostenibilidad ambiental. Los indicadores económicos VAN social positivo (S/. 14,382.42) y CE de S/. 1,945 por familia confirman que el proyecto es socialmente rentable y eficiente, validando la hipótesis de que las qochas generan beneficios integrales que impulsan el desarrollo sostenible de la comunidad.

Hipótesis específicas 2

En relación con los costos de sostenibilidad, el gasto anual de operación y mantenimiento (O&M) asciende a S/. 2,026.74, valor significativamente bajo si se compara con el beneficio social y económico generado. Este monto cubre actividades como la limpieza, descolmatación, control de filtraciones y mantenimiento de taludes, tareas que son ejecutadas principalmente por los propios comuneros mediante jornadas de trabajo colectivo, lo que reduce los costos monetarios y fortalece la autogestión local del agua.

Asimismo, se estableció una tarifa de servicio de agua agrícola de S/. 2.10 por familia al mes (equivalente a S/. 25.21 anuales), una contribución accesible que permite apoyar el mantenimiento rutinario sin afectar la economía familiar. Este esquema de participación garantiza la viabilidad económica y social del sistema, ya que promueve la corresponsabilidad de los usuarios y asegura la continuidad de las labores de conservación sin depender de recursos externos.

En síntesis, la relación entre la inversión inicial, los bajos costos de O&M y la tarifa comunitaria asumible demuestra que la qocha es económicamente viable y sostenible. Los costos operativos representan una fracción mínima del valor total invertido, mientras que los beneficios mayor disponibilidad de agua, incremento productivo y estabilidad hídrica son amplios y duraderos. Por tanto, los resultados

permiten aceptar la hipótesis planteada, concluyendo que la implementación, operación y mantenimiento de qochas en Churuccasa constituye una alternativa de bajo costo, alto impacto social y eficaz gestión comunitaria del recurso hídrico, consolidando un modelo sostenible de desarrollo rural.

Hipótesis específicas 3

El análisis económico del proyecto de qochas en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui – Apurímac, demuestra su viabilidad social y rentabilidad económica. El VANS positivo de S/. 14,382.42 evidencia que los beneficios sociales superan los costos de inversión y mantenimiento. Aunque no se obtuvo un valor numérico de la TIRS, el resultado del VANS calculado con una tasa del 8% permite inferir que la TIRS es mayor a dicho valor, confirmando que el proyecto genera beneficios sociales sostenibles, mejora la seguridad hídrica y fortalece la gestión comunal del agua, validando plenamente la hipótesis planteada.

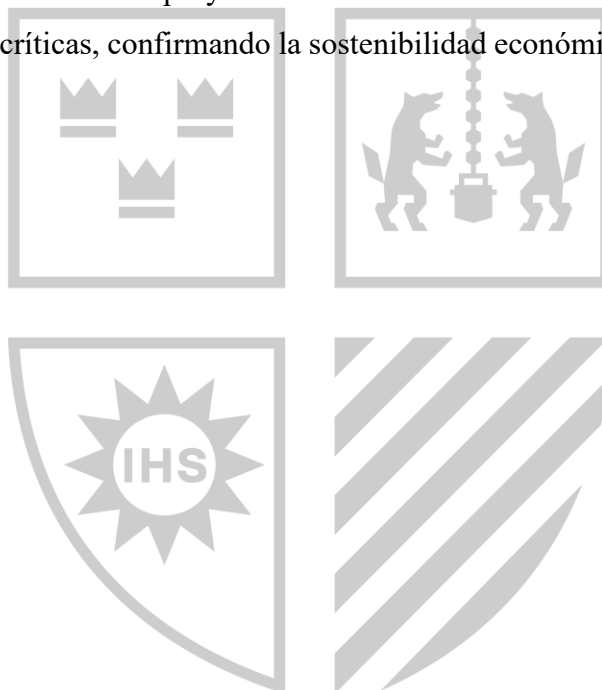


CONCLUSIONES

1. La implementación de una qocha en el sector Churucasa, comunidad de Manasqui Apurímac, es económica y socialmente viable para mitigar el desabastecimiento de agua agrícola. Los resultados demuestran que la infraestructura permite almacenar 135 625 m³ de agua, beneficiando directamente a 130 familias, lo que se traduce en un incremento sustancial de la productividad agropecuaria, mejoras en los ingresos familiares y generación de externalidades ambientales positivas. Asimismo, el análisis económico evidencia un VANS positivo de S/ 14 382,42 y un CE de S/ 1 945 por familia, confirmando que los beneficios sociales del proyecto superan los costos asociados a su implementación, operación y mantenimiento.
2. La implementación de la qocha genera beneficios directos, sociales y externalidades positivas cuantificables en la comunidad de Manasqui. En términos productivos, la producción agrícola total se incrementa de 3,14 toneladas a 7,43 toneladas, lo que representa un aumento del 137 %, y se amplían las campañas agrícolas de una a dos por año. En el ámbito pecuario, el valor económico del ganado aumenta entre 20 % y 30 %, dependiendo de la especie, fortaleciendo los ingresos familiares. Adicionalmente, se identifican externalidades positivas como la recarga hídrica, la reducción de la erosión del suelo y la recuperación de la cobertura vegetal, las cuales contribuyen a la seguridad hídrica y a la sostenibilidad ambiental del ecosistema altoandino.
3. Los costos de implementación, operación y mantenimiento de la qocha resultan económicamente accesibles y sostenibles para la gestión comunitaria del recurso hídrico. La inversión total del proyecto asciende a S/ 239 258, equivalente a un costo aproximado de S/ 1,76 por metro cúbico de agua almacenada. Por su parte, el costo anual de operación y mantenimiento es de S/ 2 026,74, monto que puede

ser cubierto mediante una contribución comunitaria de S/ 2,10 mensuales por familia (S/ 25,21 anuales), sin generar una carga económica significativa para los hogares beneficiarios, garantizando así la sostenibilidad financiera de la infraestructura.

4. Los indicadores de rentabilidad social confirman la conveniencia económica del proyecto de qochas. El VANS obtenido es positivo (S/ 14 382,42), lo que evidencia que los beneficios sociales generados superan los costos de inversión y mantenimiento del proyecto. Asimismo, el análisis de costo-efectividad arroja un valor de S/ 1 945 por familia beneficiaria, demostrando una asignación eficiente de los recursos.
5. La rentabilidad social del proyecto se mantiene aún ante variaciones desfavorables en variables críticas, confirmando la sostenibilidad económica de la intervención.



DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación evidencian que la implementación de qochas constituye una alternativa eficaz para mitigar el desabastecimiento de agua agrícola en el sector Churuccasa, comunidad de Manasqui. Estos hallazgos son consistentes con la literatura previa, tanto a nivel internacional como nacional, lo que permite validar la relevancia de las tecnologías de siembra y cosecha de agua en contextos de escasez hídrica.

En relación con las similitudes, diversos estudios coinciden en que los sistemas de captación de agua de lluvia permiten mejorar la disponibilidad del recurso hídrico durante periodos de estiaje. En este sentido, Torres (2019), Endara (2020) y Herrera-Franco et al. (2024) destacan la importancia de estas tecnologías como mecanismos de almacenamiento y regulación hídrica, lo cual se confirma en el presente estudio mediante la capacidad de almacenamiento alcanzada. Asimismo, los resultados evidencian un incremento significativo en la producción agrícola, lo que concuerda con lo reportado por Tafur (2022) y Quispe (2023), quienes señalan que la disponibilidad de agua incide directamente en la productividad y en la mejora de los ingresos familiares.

De igual forma, los resultados obtenidos coinciden con investigaciones que reconocen a las qochas como soluciones basadas en la naturaleza. Durán y Martos (2023) sostienen que estas prácticas generan beneficios ambientales, tales como la mejora del microclima y la resiliencia de los ecosistemas, lo cual es consistente con las externalidades positivas identificadas en el presente estudio, como la recarga hídrica, la reducción de la erosión del suelo y la recuperación de la cobertura vegetal. En esa misma línea, Mercado (2022) afirma que las qochas constituyen estrategias efectivas de adaptación al cambio climático, lo cual se evidencia en la mejora de la resiliencia de la comunidad estudiada.

En el ámbito económico, los resultados también guardan relación con estudios que evidencian la viabilidad de estas intervenciones. Quispe (2023) demuestra que la siembra y cosecha de agua es socialmente rentable, lo cual se corrobora en esta investigación

mediante la obtención de un Valor Actual Neto Social positivo y un costo accesible por familia beneficiaria. Estos resultados evidencian que los beneficios generados superan los costos de implementación, operación y mantenimiento.

No obstante, también se identifican diferencias relevantes respecto a los antecedentes revisados. En primer lugar, muchos estudios internacionales presentan enfoques predominantemente cualitativos o de revisión, mientras que la presente investigación adopta un enfoque aplicado y cuantitativo, incorporando indicadores específicos como volumen de almacenamiento, costos y rentabilidad social. Esta diferencia metodológica permite generar evidencia más precisa sobre la efectividad de la implementación de qochas.

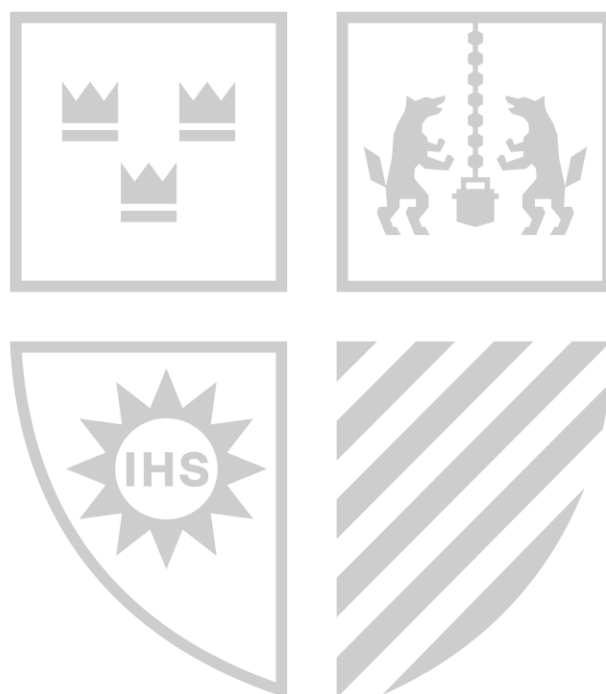
Asimismo, a diferencia de diversos estudios que abordan los beneficios de manera general, esta investigación desarrolla una evaluación económica detallada, lo que constituye un aporte significativo para la toma de decisiones en políticas públicas y proyectos de inversión. De igual manera, el contexto geográfico representa otra diferencia importante, ya que el presente estudio se centra en una comunidad altoandina específica de Apurímac, lo que permite una mejor comprensión de la realidad local en comparación con investigaciones realizadas en otros países.

Por otro lado, algunos estudios como el de Ruiz (2021) reportan impactos limitados en la implementación de programas de siembra y cosecha de agua, principalmente debido a debilidades en la gestión institucional. En contraste, los resultados de la presente investigación evidencian impactos positivos significativos, lo que sugiere que factores como la adecuada planificación, el diseño técnico y la participación comunitaria influyen de manera determinante en el éxito de este tipo de intervenciones.

Igualmente, a diferencia de investigaciones que analizan de manera aislada aspectos técnicos, sociales o ambientales, este estudio adopta un enfoque integral, articulando dimensiones económicas, sociales y ambientales. Esto permite una evaluación más completa del impacto de la implementación de qochas en la comunidad.

Finalmente, los resultados del análisis de sensibilidad muestran que el proyecto mantiene un VANS positivo incluso bajo escenarios adversos, lo que evidencia la solidez de la rentabilidad social de la infraestructura natural evaluada.

En síntesis, los resultados obtenidos no solo coinciden con la evidencia empírica existente, sino que también aportan un análisis más detallado y contextualizado sobre la viabilidad de las qochas como estrategia de gestión hídrica. Sin embargo, tal como lo señalan diversos autores, la sostenibilidad de estas intervenciones dependerá de factores clave como la gestión comunitaria, el mantenimiento de la infraestructura y el acompañamiento técnico continuo.



RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES PARA LA GOBERNANZA Y SOSTENIBILIDAD OPERATIVA

Con base en los resultados del Análisis Costo-Beneficio (ACB), el Valor Actual Neto Social (VANS) y el análisis de sensibilidad realizado, se formulan las siguientes recomendaciones para garantizar la sostenibilidad de la qocha en el sector Churuccasa durante su horizonte de evaluación de 20 años:

1. Fortalecer la organización comunitaria para la gestión de la qocha. Se recomienda promover la conformación y fortalecimiento de un Comité de Usuarios de la Qocha, integrado por representantes de la comunidad, encargado de coordinar las actividades de operación, mantenimiento, vigilancia y rendición de cuentas relacionadas con la infraestructura hídrica.
2. Implementar mecanismos de sostenibilidad financiera. De acuerdo con los resultados del análisis financiero, se recomienda establecer aportes comunitarios periódicos destinados a cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura. Asimismo, se sugiere destinar los excedentes generados a la constitución de un fondo de contingencia que permita atender reparaciones extraordinarias o eventos climáticos adversos sin comprometer la funcionalidad de la qocha.
3. Promover la participación comunal en las actividades de mantenimiento. Se recomienda que la comunidad establezca mecanismos internos para garantizar la participación de los usuarios en las faenas de conservación y mantenimiento de la infraestructura. Estas actividades contribuirán a prolongar la vida útil de la qocha y asegurar la continuidad de los beneficios sociales y productivos generados por el proyecto.
4. Fortalecer el acompañamiento técnico institucional. Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Coyllurquí, en coordinación con las entidades

competentes del sector hídrico y agrario, brinde asistencia técnica periódica para el monitoreo, supervisión y conservación de la infraestructura. Este acompañamiento permitirá prevenir deterioros, fortalecer las capacidades locales y asegurar una adecuada gestión del recurso hídrico.

5. Incorporar estrategias de adaptación frente a eventos climáticos extremos. Considerando los resultados del análisis de sensibilidad, donde la rentabilidad social disminuye ante escenarios de sequía extrema y reducción del rendimiento agrícola, se recomienda implementar mecanismos de prevención y respuesta que reduzcan la vulnerabilidad de la infraestructura y de los usuarios, garantizando la sostenibilidad de los beneficios generados por la intervención.
6. Promover la replicabilidad de las qochas como Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). Dado que los resultados evidencian una rentabilidad social positiva y beneficios ambientales asociados a la regulación hídrica, se recomienda que las entidades públicas consideren la implementación de infraestructuras similares en otras comunidades altoandinas con condiciones climáticas y productivas semejantes.

REFERENCIAS

- Agro en Acción. (n.d.). *Agricultura y minería: Desarrollo compartido*.
<https://pefssp.org/agricultura-y-mineria-desarrollo-compartido-ayninakuy-agro-en-accion/>
- AgroPeru informa. (2025). *Apurímac: Productores de Coyllurqui vendieron 12 toneladas de palta en festival local*. <https://www.agroperu.pe/apurimac-productores-de-coyllurqui-vendieron-12-toneladas-de-palta-en-festival-local/>
- Arce Inga, M. (2023). *Construcción de dique de tierra en la Qocha Ismu para el afianzamiento hídrico – Distrito de Baños – Provincia Lauricocha – Departamento Huanuco* [Universidad Nacional Agraria La Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/0e7efa45-923b-496f-983b-5392d10f3e1c>
- Autoridad Nacional del Agua. (2009). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú*.
http://www.ana.gob.pe/media/290336/politicas_estrategias_rh.pdf
- Autoridad Nacional del Servicio Civil (SERVIR). (2021). *Gestión sostenible del agua*. In *Escuela Nacional de Administración Pública*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2679238/Gestión_sostenible_del_agua.pdf
- Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA). (2024). *¿Qué es el estrés hídrico? lo que sucede cuando pedimos demasiado a la Tierra*.
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-estres-hidrico-lo-que-sucede-cuando-pedimos-demasiado-a-la-tierra/>
- Boardman, A. E. Greenberg, D. H. Vining, A. R.; Weimer, D. L. (2018). *Cost-benefit*

- analysis: concepts and practice* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Castillo Gallo, C., & Reyes Tomala, B. (2015). Técnicas e instrumentos de la investigación. In *Guía metodológica de proyectos de investigación social* (pp. 1–238).
- Ccahua Suni, C. (2021). *Evaluación de recarga del acuífero para incrementar la captación de agua utilizando qochas en la cabecera de la cuenca del río Sañu, Espinar, 2021*. Universidad Cesar Vallejo.
- Cervantes Zavala, R., & Bustinza Urviola, V. (2014). *Sistemas de afianzamiento hídrico en microcuencas altoandinas del sur del Perú: una tecnología ancestral para la seguridad hídrica en tiempos de cambio climático*. 1–8.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN (International Union for Conservation of Nature). <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- Curi Alviño, D. (2022). *Aprovechamiento del recurso hídrico mediante qochas para su utilización en irrigación utilizando el software Civil 3D en Andahuaylas, Apurímac, 2022*. Universidad Cesar Vallejo.
- de la Cruz Cardenas, E. L. (2022). *Mejora del flujo de procesos en las diferentes fases de gestión de las inversiones en construcción de diques en qochas* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2131/L02-C389-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dirección General de Cambio Climático y Desertificación. (2021). *Guía para la formulación y actualización de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático de la contribución determinada a nivel nacional (NDC) del Perú*. 1–115.
- Drummond, M. F., Sculpher, M. J., Claxton, K., Stoddart, G. L., & Torrance, G. W. (2015). *Methods for the economic evaluation of health care programmes* (4th ed.). Oxford University Press. https://books.google.com.pe/books/about/Methods_for_the_Economic_Evaluation_of_H.html?id=lvWACgAAQBAJ&redir_esc=y
- Duran Valsero, Jose & Martos Rosillo, S. (2022). *Siembra y cosecha de agua en*

- Endara Gonzales, N. D. (2020). *Efectos del proyecto cosechas de agua en el corredor seco en los medios de vida sostenibles de pequeños productores en Crucita de Oriente, Honduras*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Ferrán, A. M., & Balestri, L. A. (2001). Evaluación económica de impactos ambientales: bases teóricas y técnicas de valoración más utilizadas. *Ciencia Veterinaria*, 1–18.
- Fuentes-Galván, M. L., Medel, J. O., & Arias Hernández, L. A. (2018). Roof rainwater harvesting in central Mexico: uses, benefits, and factors of adoption. *Water*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/w10020116>
- Fundación CONAMA. (2018). *Soluciones basadas en la naturaleza*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs 2018/10_final.pdf](https://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/10_final.pdf)
- García-Ávila, F., Guanoquiza-Suárez, M., Guzmán-Galarza, J., Cabello-Torres, R., & Valdiviezo-Gonzales, L. (2023). Rainwater harvesting and storage systems for domestic supply: an overview of research for water scarcity management in rural areas. *Results in Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101153>
- Gobierno Regional de Apurímac. (2021). *Plan de desarrollo regional concertado: Apurímac al 2033*. <https://es.scribd.com/document/713326244/PLAN-DE-DESARROLLO-REGIONAL-CONCERTADO-PDRC-APURIMAC-AL-2033>
- Godiño Yanqui, L. S. (2024). *Evaluación de la influencia del dique artesanal en la captación del recurso hídrico del bofedal Pukacocha, distrito de Palcamayo, Tarma, 2023*. Universidad Continental.
- González, A. (2013). *El análisis coste-beneficio como herramienta para una gestión pública basada en evidencias*.
- Guerrero Vilcapoma, D & Gutarra Baldeón, C. (2021). *Propuesta de un programa de cosecha de agua frente a la escasez del recurso hídrico en la microcuenca Yanama, en el distrito de Yauli, provincia de Yauli-La Oroya, 2021* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3424/BC-TES-TMP->

2247.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2018). *Metodología de la Investigación : Las Rutas Cuantitativas, Cualitativa y Mixta* (McGRAW-HILL (ed.); 1st ed.).
- Herrera-Franco, G., Morante-Carballo, F., Bravo-Montero, L., Valencia-Robles, J., Aguilar-Aguilar, M., Martos-Rosillo, S., & Carrión-Mero, P. (2024). Water sowing and harvesting (WS&H) for sustainable management in Ecuador: A review. *Heritage*, 7(7), 3696–3718. <https://doi.org/10.3390/heritage7070175>
- Hincapié, S. (2020). Movilización sociolegal ambiental y derechos humanos en Colombia. In *Activismo, medio ambiente y derechos humanos en América Latina* (pp. 77–108).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). IV Censo nacional agropecuario: Resultados definitivos. In *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario*.
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENA GRO.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. (2023). *Memoria descriptiva del Inventario nacional de bofedales 2023*.
- Ley Marco Sobre Cambio Climático, El Diario Oficial el Peruano 1 (2018).
https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/ADLP/Texto_Consolidado/30754-TXM.pdf
- Ley N.º 30215, Ley de Mecanismos de Retribución Por Servicios Ecosistémicos (2014).
<https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/Textos/30215.pdf>
- Ley N.º 30989, Ley Que Declara de Interés Nacional y Necesidad Pública La Implementación de La Siembra y Cosecha de Agua, 23 De Julio De 2019 5 (2019).
<https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC188416/%0Ahttps://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-de-urgencia-que-establece-medidas-excepcionales-y-te-decreto-de-urgencia-n-090-2020-1874820-3>
- Mankiw, N. G. (2021). *Principles of Economics* (9.^a ed.).
- Mercado Adrianzen, J. Y. (2022). *Efectos de la implementacion de Qochas Frente al*

Cambio Climático en la Población Altoandina: Revisión Sistemática. Universidad Cesar Vallejo.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). Estrategia nacional de agricultura familiar 2015–2021. In *Ministerio de Agricultura y Riego*.
<https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/2016/02/enaf.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). *Programa nacional de siembra y cosecha de agua*. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/publicaciones-recientes/libro-siembra-cosecha.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuencas (PMAM)*.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *La economía peruana crecería 3,6 % en 2022 y se continuará con el manejo fiscal prudente y responsable*. Estado Peruano.
<https://www.gob.pe/institucion/mef/noticias/603578-la-economia-peruana-creceria-3-6-en-2022-y-se-continuara-con-el-manejo-fiscal-prudente-y-responsable>

Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2022). Guía general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión. In *Invierte.pe*.

Ministerio del Ambiente. (n.d.). *Las qochas: sistemas de recarga de agua en microcuencas altoandinas*. <https://www.minam.gob.pe/glaciares/historia-inspiradoras/las-qochas-sistemas-de-recargas-de-agua-en-microcuencas-altoandinas/>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mef.gob.pe/contenido/s/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD006_2015/Lineamientos-para-la-formulacion-de-Prooyectos-de-Inversion-Publica-en-Diversidad-Biologica-y-Servicios-Ecosistemicos.pdf

Ministerio del Ambiente. (2016). *Aprueban Estrategia Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía 2016 - Aprueban Reglamento de la Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos*. 593739–593745.

Ministerio del Ambiente. (2021). *Plan nacional de adaptación al cambio climático del*

- Perú: un insumo para la actualización de la estrategia nacional ante el cambio climático*. <https://www.gob.pe/minam>
- Municipalidad Distrital de Coyllurqui. (n.d.). *Mejoramiento del servicio de agua a nivel parcelario con un sistema de riego tecnificado en el sector de Pucallama*. 2021. <https://www.gob.pe/institucion/municoyllurqui/noticias/510785-mejoramiento-del-servicio-de-agua-a-nivel-parcelario-con-un-sistema-de-riego-tecnificado-en-el-sector-de-pucallama>
- Municipalidad Distrital de Coyllurqui. (2014). *Plan de desarrollo concertado del distrito de Coyllurqui 2012-2021*.
- Municipalidad Distrital de Coyllurqui. (2019). *Subgerencia de desarrollo económico y medio ambiente*. <https://versionantigua.municoyllurqui.gob.pe/development-economic/>
- Municipalidad Distrital de Coyllurqui. (2022). *Plan de desarrollo local concertado de Coyllurqui al 2030*.
- Municipalidad Provincial de Cotabambas. (2018). *Plan de desarrollo local concertado 2018–2030*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3885109/PLAN DE DESARROLLO LOCAL CONCERTADO DISTRITO VILLA RICA 15.10.2018.pdf?v=1669737072](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3885109/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20LOCAL%20CONCERTADO%20DISTRITO%20VILLA%20RICA%2015.10.2018.pdf?v=1669737072)
- Nicodemos Quispe, R. (2021). *Simulación de niveles de operación en qocha para la siembra y cosecha de agua en la cuenca del río Vilca*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Núñez, F. (2018). *Tecnologías ancestrales de siembra y cosecha de agua para la gestión hídrica en ecosistemas altoandinos*.
- Palomino Contreras, M. & Ataucusi Ataucusi, Y. (2024). Valoración económica de la producción hídrica: caso de la microcuenca de Challhuamayo, Víctor Fajardo, Perú. *Sciencevolution*, 2(10), 39–48.
- Paredes Cauna, F. J. (2022). *Sistematización de la crianza de lagunas de agua de lluvia y prácticas agropecuarias para la disponibilidad de alimentos en la comunidad de Quispillaccta, Ayacucho, en el período 1996-2018*. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

- Pearce, D. W. & Turner, R. K. (1995). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*.
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2018). *Microeconomía* (9th ed.). Pearson.
- Postigo, W. (2013). Alcances y limitaciones del análisis costo-beneficio para proyectos ambientales y de cambio climático. *Paideia XXI*, 3, 33–46.
- Programa de Adaptación al Cambio Climático Peru. (2016). *Construcción, operación y mantenimiento de qochas*. <https://www.youtube.com/watch?v=RLkbLrzUUp0>
- Quispe Barrios, M. (2023). *Evaluación social de la siembra y cosecha de agua de lluvia en la microcuenca de Jeullamayo, Ayacucho, 2022: una medida de adaptación al cambio climático basada en la naturaleza* [Universidad Antonio Ruiz de Montoya]. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_P EMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Quispe Huamanyalli, V. A. (2021). *La siembra y cosecha de agua: conocimiento local y tecnología estatal frente al cambio climático en la comunidad campesina Ccochatay/Huaraccopata Distrito de Seclla, Huancavelica*. Universidad Nacional del Centro del Perú escuela de Posgrado.
- Recalde Aza, Y. C., Popartan, L. A., & Rodríguez-Roda, I. (2024). (2024). Nature-based solutions for water management : Analysis of the Andean context. *Blue-Green Systems*, 6(1), 153–168. <https://doi.org/10.2166/bgs.2024.103>
- Ruiz Reyes, A. (2021). *Impacto del programa siembra y cosecha del agua, y su influencia en el desarrollo económico local de la Provincia de Julcán - 2021* [Universidad San Martín de Porres]. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/9872/ruiz_rae.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Salazar, D. J. (2016). Impactos multifactoriales del cambio climático en Nicaragua y estrategias de adaptación. *La Calera*, 14(23), 96–104. <https://doi.org/10.5377/calera.v14i23.2664>

- Sapag Chain, R. (2011). *Preparacion y Evaluacion de Proyectos* (6.^a ed.).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2010). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. In *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2020). *Orientaciones para el análisis del clima y determinación de los peligros asociados al cambio climático. Nota Técnica N.º 001-2019/SENAMHI/DMA*.
- Silvera, R., & Mancilla, H. (2019). *Las Cosechas De Agua E Impacto Socioeconómico En La Comunidad De Sispascancha Alta Del Distrito De Colquepata Provincia De Paucartambo-2017* [Universidad Peruana Austral del Cusco]. <http://repositorio.uaustral.edu.pe/handle/UAUSTRAL/48>
- Tafur Mendoza, J. M. (2022). *Impacto economico del uso de qochas en los andes semiaridos: caso Santa Fe. distrito de Pras departamento de Ayacucho*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Torres Hugues, R. (2019). La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *Centro de Investigaciones Hidráulicas, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana, Cuba., xl(2)*, 125–139. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382019000200125&script=sci_arttext&tlng=en
- Unidad Ejecutora Fondo Sierra Azul. (2017). *Guia para el diseño y construccion de Qochas mejoradas*.
- Zegarra, E. (2014). Economía del agua: conceptos y aplicaciones para una mejor gestión. In *Grade* (Vol. 1).

ANEXOS

Anexo 1: Listado de empadronados

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
1	Mis Martínez Itona	31527705
2	Amirán Quispe Casari	44377245
3	Rolando Viza Itona	47897019
4	Nicas Alvarz Cordero	31423188
5	Morero Vega Guillen	44414314
6	Optaviano Itona Cordero	31421818
7	Cristian Martínez Ocaña	43626311
8	Miguel Itona Alvarz	61193391
9	Ismaelquinto Martínez Ocaña	44414306
10	Modesto Casari Herrera	80019089
11	Wilber Casari Herrera	46944869
12	Hilario Itona Vega	48097646
13	Cipriano Martínez Itona	31422634
14	Wilberto Quispe Itona	80087638
15	Isidro Quispe Cordero	80030299
16	Micheal Chavez Vargas	80032391
17	Juliana Vega Casari	46284249
18	Braulio Vega Alvarz	31422626
19	Roxana Herrera Ocaña	48681298

REDMI NOTE 9 PRO
AI QUAD CAMERA

PRESIDENTE
Yuri Fermín Quispe Herrera
DNI: 44244136

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
20	Simón Vega Rodríguez	23971392
21	Yori Fuman Quispe Herrera	44244136
22	Custodio Guillen Ocaña	31422499
23	Oswaldo Itona Huamán	
24	Barto Casari Cordero	24384332
25	Eulogio Alvarz Rodríguez	31027766
26	Ramón Itona Cordero	46934138
27	Wilbert Pacheco Irua	44109689
28	Walter Oscar Itona Guillen	80047261
29	Orceón Guillen Casari	47722842
30	Frida Quispe Vega	46107290
31	Esteban Romero Martínez	60200338
32	Gilberto Itona Romero	60224139
33	Agustín Itona Romero	60224140
34	Edison Casari Quispe	46786077
35	Ulso Ocaña Cordero	80057204
36	Tony Itona Chavez	80032379
37	Teodoro Casari Cordero	42203614
38	Richard Martínez Quispe	46138986

REDMI NOTE 9 PRO
AI QUAD CAMERA

PRESIDENTE
Yuri Fermín Quispe Herrera
DNI: 44244136

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
39	Celia Ocaña Vega	45107018
40	Sebastián Casari Ocaña	31421934
41	Ismaelquinto Casari Chavez	71830392
42	Raul Casari Chavez	
43	Lidia Vargas Cordero	80048323
44	Esau Vargas Itona	31927787
45	Fernando Casari Herrera	31421958
46	Marcelino Quispe Martínez	
47	Alfonso Casari Villalba	31627778
48	Nancy Guillen Quispe	46428394
49	Clinda Itona Romero	48847392
50	Teófilo Rodríguez Quispe	48108909
51	Cirilo Rodríguez Ocaña	31627693
52	Emiliano Casari Ocaña	43833341
53	Raul Huamán Guillen	47191761
54	Oscar Augusto Itona Quispe	47974204
55	Isidro Romero Chavez	44720044
56	Rafael Ocaña Vega	31927973
57	Pascual Casari Villalba	48639076

REDMI NOTE 9 PRO
AI QUAD CAMERA

PRESIDENTE
Yuri Fermín Quispe Herrera
DNI: 44244136

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
58	Rafael Romero Casani	20600299
59	Joni Guillen Quispe	48033498
60	Dalia Alvarez Vargas	43273376
61	Dora Casani Chavez	44903419
62	Filipi Casani Oaia	31927974
63	Guillermo Guillen Oaia	80048739
64	Hipolito Casani Ancaosi	24384383
65	Toni Romero Vega	25005309
66	Santos Itona Huamán	31422089
67	Nidia Condoni Itona	50900333
68	Cepituro Casani Itona	80489301
69	Marcel Itona Piedraza	31422646
70	Porfirio Alarcón Romero	48779321
71	Enrsto Vargas Itona	49044019
72	Alex Guillen Quispe	74361297
73	Lucio Chalco Nuñez	80033804
74	Cipriano Rueda Montañez Oaia	49140749
75	Vitor Huamán Tintaya	31422618
76	Gerardo Huamán Vargas	44221249

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
77	Rolando Montañez Oaia	77089234
78	Tatien Casani Itona	42976642
79	Ronal Romero Quispe	47302736
80	Manuel Alvarez Chavez	80123617
81	Fredlan Vargas Condoni	42210121
82	Condoni Alvarez Redonja	31927934
83	Elva Casani Huamán	80032421
84	Tosiluis Alarcón Condoni	49171279
85	Williamthor Oaia Rodriguez	44903749
86	Aljandiro Guillen Casani	31421873
87	Eusebia Rodriguez Vega	48120389
88	Mano Alvarez Chavez	49689717
89	Williamthor Guillen Casani	42088792
90	Aguilera Vargas Casani	48671788
91	Aljandiro Guillen Quispe	31423913
92	Alvito Vargas Dias	31423086
93	Wladislao Itona Chavez	24992364
94	Ochier Condoni Guillen	31927617
95	Tulia Itona Aguilera	46931309

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
96	Torgu Huamán Huamán	31422639
97	Ignacia Vega Espinoza	31423902
98	Buato Itona Rodriguez	48894329
99	Isis Itona Alarcón	48698077
100	Domingo Chavez Rodriguez	80036479
101	Cirundo Chavez Vargas	24991282
102	Maximo Casani Villalva	31927779
103	Cirupin Itona Quispe	
104	Walter Huamán Quispe	46820737
105	Danilo Chavez Grovas	31422627
106	Cirilo Vega Alarcón	
107	Rosaura Condoni Huamán	48902417
108	Nedroto Romero Vega	49171280
109	Enrqui Itona Casani	31421906
110	Virginia Chavez Piedraza	31927781
111	Cinto Quispe Poma	80037138
112	Daniel Condoni Itona	10210114
113	Santiago Casani Oaia	24992492
114	Pascuala Vargas Condoni	31927728

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
115	Torge Eulalia Santillan	31423426
116	Eugenia Iteña Chile	80092784
117	Leonardo Quirope Conderi	49072386
118	Valentin Alvarez Chaurz	42328330
119	Santos Iteña Vega	80188098
120	Cirilo Herrera Ocaña	31422062
121	Cesar Iteña Vega	49168636
122	Raul Chaurz Ocaña	48936739
123	Casimiro Iteña Conderi	80035312
124	Cesar Casani Iteña	47861052
125	Naturdo Casani Iteña	62353041
126	Santosa Ocaña Vega	80026799
127	Washington Eulalia Casani	80021947
128	Alicia Vargas Quirope	49299204
129	Sixto Vega Casani	31527424
130	José Antonio Putana Ortega	49762994
131	Testino Huamán Quirope	80033789
132	Redi Iteña Quirope	48620113
133	Wilson Quirope Quirope	48699889

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
134	Ebert Casani Quirope	
135	EWar Casani Quirope	61828039
136	Genovia Herrera Vargas	60224141
137	Augusto Quirope Chaurz	31423066
138	Jamil Herrera Quirope	60407718
139	Ynosop Quirope Vega	62281410
140	Yolán Quirope Vega	
141	Constatino Quirope Casani	48442694
142	Yasmina Quirope Romero	61903400
143	Ngel Casani Iteña	61827927
144	Juan Carlos Iteña Casani	60500319
145	Edison Alvarez Reddyura	74453997
146	Fredy Martinez Quirope	
147	Fortunato Alvarez Casani	40181689
148	Gulmaro Chaurz Ocaña	48929916
149	Enka Chaurz Ocaña Reddyura	71827889
150	Flavio Iteña Huamán	61193392
151	Fredy Alvarez Casani	49073939
152	Silvia Barco Quirope	49373783

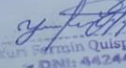
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
153	Romaldo Quirope Vega	46004123
154	Juan Manuel Casani Herrera	44379112
155	Exadolepe Vega Eulalia	60900292
156	Idali Herrera Chaurz Herrera	71827840
157	Oliver Quirope Casani	63249429
158	Emilio Molina Ocaña	48401900
159	Sinora Molina Ocaña	44362298
160	William Molina Ocaña	
161	Dalila Martinez Ocaña	63348990
162	Karolina Martinez Ocaña	61827909
163	Avril Vega Ocaña	60500288
164	Oliver Reddyura Huamán Eulalia	61193363
165	Susana Quirope Vega	61923541
166	Gumier Quirope Vega	41395502
167	Juan Quirope Vega	47920727
168	Elvia Sander Quirope Vega	63139970
169	Santiago Quirope Vega	
170	Alinda Martinez Quirope	60407747
171	Lucio Quirope Casani	60500203

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
172	Regina Quispe Romero	61927409
173	Joseph Martinez Quispe	60401746
174	Maura Vargas Quispe	80074223
175	Emmanuel Vargas Quispe	44292236
176	Batista Vargas Quispe	43697299
177	Erick Vargas Quispe	40004996
178	Yovana Vargas Quispe	40468397
179	Adolfo Quispe Casani	48831820
180	Toni Antonio Iteña Casani	40808133
181	Nimela Iteña patata	63349034
182	Tika Marina Quispe Casani	43112605
183	Flavio Iteña Vega	23909131
184	Natividad Vega Chavez	24881822
185	Recio Guina Quispe	60618887
186	Dino Casani Quispe	61828036
187	Rosal Teji Iteña Vega	71812650
188	Sixta Iteña Guina	80036407
189	Martza Romero Iteña	72978200
190	Arquimedis Huina Quispe	60407719

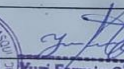


 YURI FERMIN QUISPE HERRERA
 DNI: 44244136

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
191	Marcelo Iteña Vega	48179029
192	Andrez Chavez Casani	60900278
193	Yaguelin Chavez Casani	60900279
194	Roseli Chavez Casani	71832841
195	Recio Huina Quispe	44986756
196	Marilia Iteña Iteña	60900295
197	Indecolirani Casani Iteña	82206312
198	Reynaldo Huina Casani	71827852
199	Cristina Condoni Guina	
200	Eulalia Iteña Huina	23908049
201	Agustina Vargas Iteña	09690340
202	Santos Wilton Quispe Andari	80048740
203	Erick Vega Casani	23983669
204	Maximiliana Noboa Casani	
205	Talier Iteña Vega	48888013
206	Eloy Iteña Casani	60900311
207	Nelio Elio Iteña Casani	60900314
208	Oscar Honorio Calderon Chavez	46092223
209	Karina Casani Vega	23808542



 YURI FERMIN QUISPE HERRERA
 DNI: 44244136

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI
210	Dantevian Guina Romero	71920960
211	Alex Sandro Quispe Chavez	60407715
212	Isbeth Concho Martinez	60900327
213	Roberto Obri Alvarez Casani	63312165
214	Absalon Iteña Alvarez	60618938
215	Olivia Casani Iteña	44242821
216	Marleni Iteña Casani	46784792
217	Karina Martinez Quispe	



 YURI FERMIN QUISPE HERRERA
 DNI: 44244136

Anexo 2: Pasos para la Construcción de una Qocha

Imagen 1

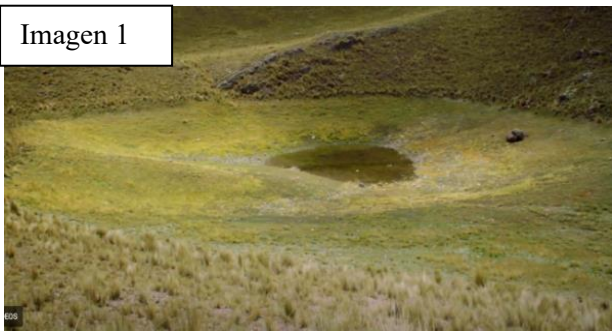


Imagen 2



Imagen 3

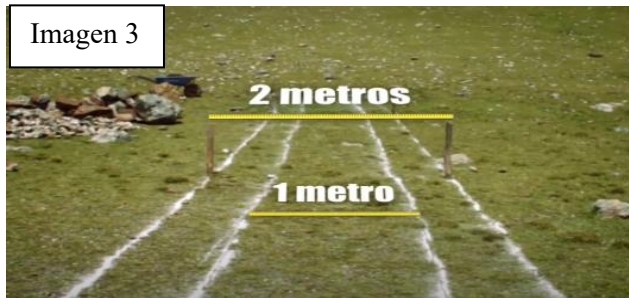


Imagen 4



Imagen 5



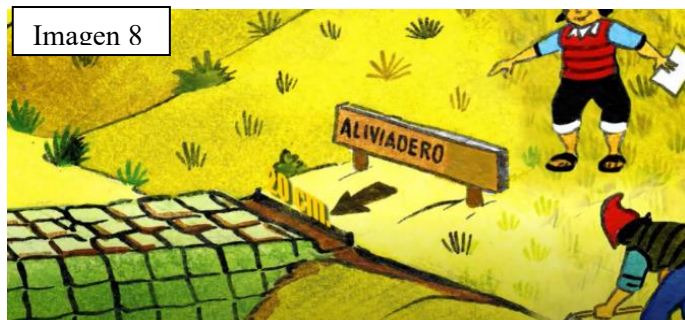
Imagen 6



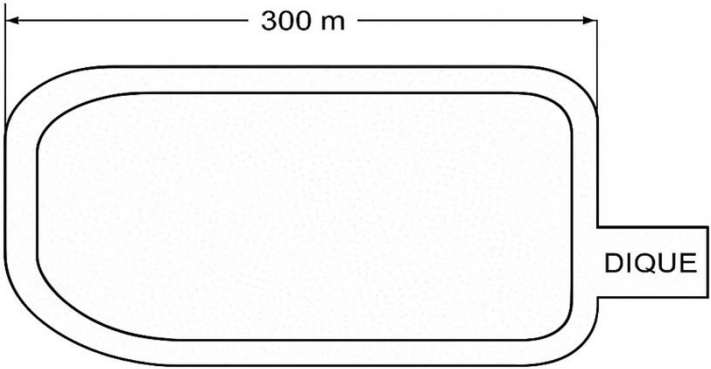
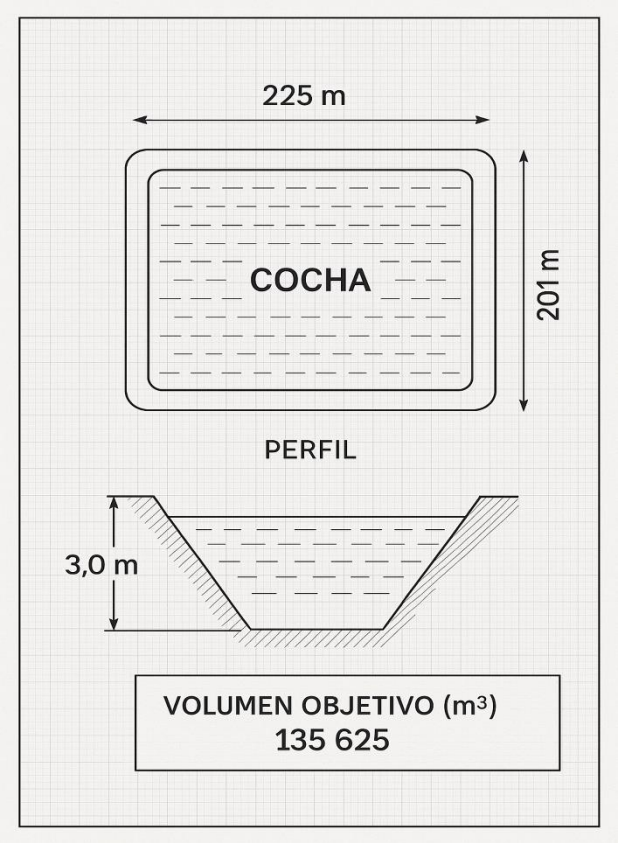
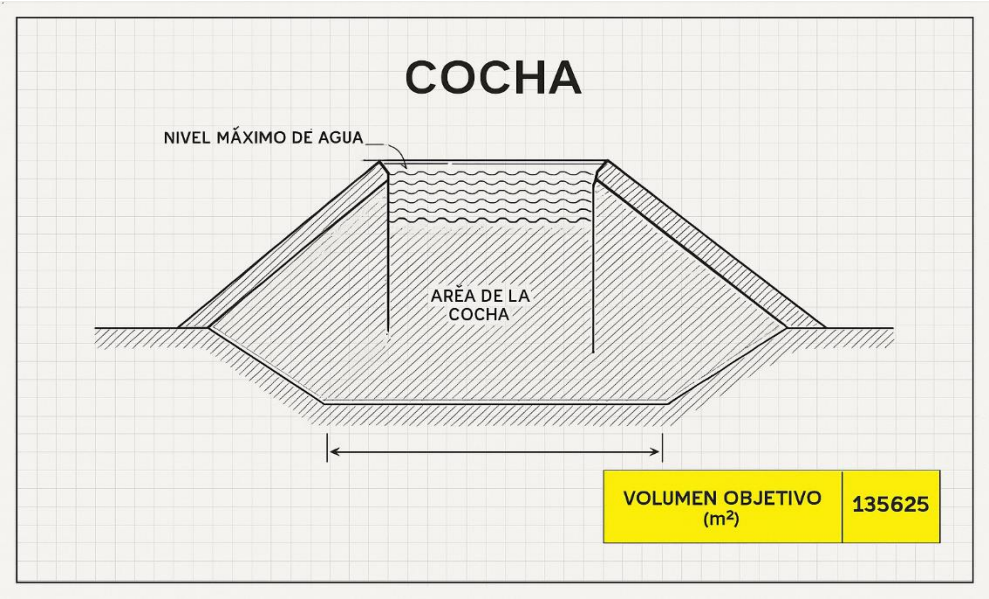
Imagen 7



Imagen 8



Anexo 3: Diseño de la qocha



Anexo 4:

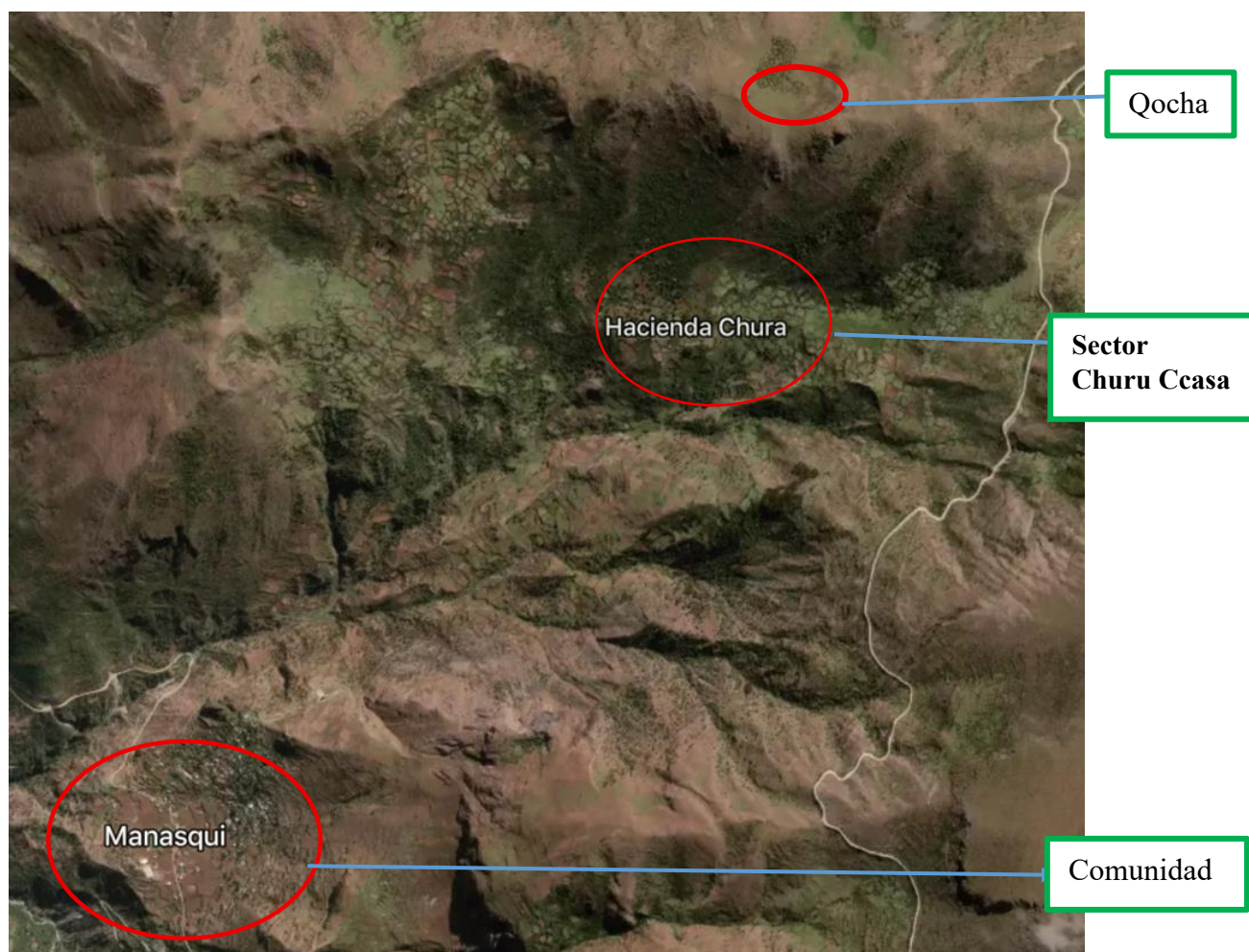
Tabla 28

Requerimiento hídrico por cultivo y volumen total de agua demandada en el sector Churucasa

Cultivo	Área (ha)	m ³ /ha	Agua estimada (m ³)
Maíz	200	7,000	1,400,000
Trigo	45	5,000	225,000
Cebada	4	5,000	20,000
Haba	1	5,000	5,000
Papa	3	8,000	24,000
Quinua	6	4,000	24,000
Hortalizas	0.002	6,000	12
Alfalfa	0.015	12,000	180
Total	—	—	1,698,192 m ³

Es importante señalar que los valores asignados en la columna “m³/ha” se obtuvieron a partir de los rangos de requerimiento hídrico establecidos por la FAO, específicamente del documento: Allen et al., (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Anexo 5: Panel fotográfico- ubicación de la cocha







●○ REDMI NOTE 9 PRO
∞ AI QUAD CAMERA