

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA DEL  
BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA  
SELVA, TINGO MARÍA - 2022**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**JERALIN SABAY VELASQUEZ GRANADOS**

**ASESOR**

**Ing. M.Sc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO**

**Tingo María – Perú**

**2025**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°129-2025-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de noviembre de 2025, a horas 7:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, TINGO MARÍA-2022”**

Presentado por la Bachiller: **VELASQUEZ GRANADOS, JERALIN SABAY** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 20 de noviembre de 2025

  
Dr. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ  
PRESIDENTE

  
Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO  
MIEMBRO



  
Ing. M. Sc. MARIBEL FLORA ROCA CAPCHA  
MIEMBRO

  
Ing. MSc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO  
ASESOR



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 414 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

### Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

### Tipo de documento:

|       |   |                                    |  |
|-------|---|------------------------------------|--|
| Tesis | X | Trabajo de Suficiencia Profesional |  |
|-------|---|------------------------------------|--|

| TÍTULO  | AUTOR                            | PORCENTAJE   |  |
|---|----------------------------------|--------------|--|
|   |                                  | SIMILITUD    | CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL |
| DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, TINGO MARÍA - 2022 | JERALIN SABAY VELASQUEZ GRANADOS | 08 %<br>Ocho | Menor a<br>20 %                                |

Tingo María, 10 de diciembre de 2025.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO  
  
ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES  
JEFE

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA**  
**DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**AGRARIA DE LA SELVA, TINGO MARÍA - 2022**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Autor</b>                   | : Jeralin Sabay Velasquez Granados         |
| <b>Asesor</b>                  | : Ing. M.Sc. Dionisio Montalvo, Franklin   |
| <b>Área de investigación</b>   | : Gestión Ambiental - PICSDS               |
| <b>Grupo de investigación</b>  | : Gestión Ambiental                        |
| <b>Línea de investigación:</b> | : Gestión de la contaminación              |
| <b>Lugar de ejecución</b>      | : Universidad Nacional Agraria de la Selva |
| <b>Duración</b>                | : 06 meses                                 |
| <b>Financiamiento</b>          | : S/. 4 459,40                             |
| <b>FEDU</b>                    | : No                                       |
| <b>Propio</b>                  | : Si                                       |
| <b>Otros</b>                   | : No                                       |

**Tingo María – Perú, 2025**

## **DEDICATORIA**

Quiero expresar mi infinito agradecimiento primeramente a Dios, quien me ha brindado fortaleza para seguir adelante cada día, quien además guía mis pasos y nunca me abandona.

A mis queridos padres Rebeca Granados y Mario Velasquez, quienes son los pilares en mi vida. Sus consejos son los que me han ayudado para mi formación personal y profesional, y gracias a ellos estoy logrando cumplir esta meta.

A mis hermanos Jaclyn, Kerly y Jordy quienes desde la distancia siempre han sabido aconsejarme para seguir adelante y nunca rendirme.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental quien me acogió dándome una formación profesional.

Quiero agradecer de manera especial al Ing. Msc. Franklin Dionisio Montalvo, por su gran apoyo durante la ejecución de mi tesis, desde la orientación de idea de tesis, ejecución y sustentación.

A los miembros de jurado de tesis: Dr. Cesar Samuel López López, Ing. MSc. Maribel Flora Roca Capcha y la Ing. MSc. Sandra Lorena Zavala Guerrero.

## ÍNDICE

|   | Página |
|---|--------|
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1      |
| 1.1. Objetivos.....   | 2      |
| 1.1.1. Objetivo general .....                                       | 2      |
| 1.1.2. Objetivo específico .....                                    | 2      |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA .....                                    | 3      |
| 2.1. Antecedentes.....  | 3      |
| 2.1.1. Internacionales .....  | 3      |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales.....                                 | 4      |
| 2.1.3. Antecedentes locales.....                                    | 5      |
| 2.2. Marco teórico.....   | 6      |
| 2.2.1. Agua .....   | 6      |
| 2.2.2. Importancia del agua .....                                   | 6      |
| 2.2.3. Servicio básico del agua .....                               | 7      |
| 2.2.4. Regulación del agua en el Perú.....                          | 8      |
| 2.2.5. Métodos de valoración del agua .....                         | 8      |
| 2.2.6. Disponibilidad a pagar.....                                  | 9      |
| 2.2.6.1. Aplicaciones en el contexto peruano .....                  | 10     |
| 2.2.6.2. Disponibilidad a pagar en la conservación de bosques ..... | 10     |
| 2.2.6.3. JASS en el Perú .....                                      | 10     |
| 2.2.6.4. Situación de agua potable en el país.....                  | 11     |
| 2.2.7. Mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos.....   | 11     |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                      | 12     |
| 3.1. Lugar de ejecución.....  | 12     |
| 3.1.1. Ubicación política.....                                      | 12     |
| 3.1.2. Ubicación geográfica.....                                    | 13     |
| 3.1.3. Condiciones climáticas .....                                 | 13     |
| 3.1.4. Red hídrica.....   | 13     |
| 3.2. Materiales y métodos.....                                      | 14     |
| 3.2.1. Materiales y equipos .....                                   | 14     |
| 3.2.2. Criterios de investigación .....                             | 14     |
| 3.3. Metodología.....   | 16     |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.3.1.   | Determinación la disposición a pagar (DAP) por la conservación del servicio de provisión de agua del BRUNAS .....  | 17 |
| 3.3.2.   | Caracterización el servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva .....   | 17 |
| 3.3.2.1. | Análisis morfológico de las cuencas .....  | 17 |
| 3.3.2.2. | Determinación de la calidad del agua.....  | 18 |
| 3.3.2.3. | Determinación del caudal .....   | 26 |
| 3.3.3.   | Establecimiento de medidas para la conservación y recuperación del servicio de provisión hídrica en el BRUNAS .....  | 28 |
| IV.      | RESULTADOS Y DISCUSIONES .....   | 30 |
| 5.1.     | Caracterización del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....   | 30 |
| 5.1.1.   | Análisis morfológico de las cuencas .....  | 30 |
| 5.1.2.   | Determinación de la calidad del agua.....  | 31 |
| 5.1.2.1. | Parámetros fisicoquímicos.....   | 31 |
| 5.1.2.2. | Parámetros microbiológicos .....   | 32 |
| 5.1.2.3. | Determinación de caudal .....  | 35 |
| 5.2.     | Determinación de la disposición a pagar (DAP) por la conservación del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva..... | 37 |
| 5.2.1.   | Estimación del modelo econométrico logit .....   | 49 |
| 5.2.2.   | Probabilidad de la disposición a pagar y conoce de donde proviene el recurso hídrico.....  | 50 |
| 5.2.3.   | Probabilidad de la disposición a pagar y considera importante conservar el área de donde proviene el agua .....  | 52 |
| 5.3.     | Establecimiento de medidas para la conservación y recuperación del servicio de provisión hídrica en el BRUNAS .....  | 54 |
| VI.      | CONCLUSIONES.....  | 62 |
| VII.     | PROPUESTAS A FUTURO .....  | 63 |
| VIII.    | REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS.....   | 64 |

## ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla  | Página |
|--|--------|
| 1. Ubicación geográfica.....   | 13     |
| 2. Determinación de muestra por zonas.....   | 16     |
| 3. Metodología y fórmulas <i>de los parámetros</i> morfométrico de las cuencas del BRUNAS....                        | 18     |
| 4. Métodos de evaluación de los parámetros físicoquímicos del agua.....  | 21     |
| 5. Interpretación de la calificación ICA-PE.....   | 26     |
| 6. Matriz de Vester .....  | 29     |
| 7. Análisis morfológico de las microcuencas de las quebradas.....  | 30     |
| 8. Análisis de índice de calidad de agua ICA-PE de las quebradas según parámetros físicoquímicos.....                | 32     |
| 9. Análisis de índice de calidad de agua ICA-PE de las quebradas según parámetros microbiológicos .....              | 33     |
| 10. Variables significativas de la estimación del modelo econométrico logit.....                                     | 49     |
| 11. Disposición a pagar y conoce de donde proviene el recurso hídrico.....   | 50     |
| 12. Disponibilidad a pagar e importancia del recurso hídrico.....  | 51     |
| 13. Matriz de Vester de las quebradas del BRUNAS.....  | 55     |
| 14. Problemáticas respecto al recurso hídrico .....  | 56     |
| 15. Lista de problemas identificados y las estrategias para la conservación y recuperación del recurso hídrico ..... | 58     |
| 16. Parámetros físicoquímicos del agua de la quebrada Cocheros y contraste con los ECA y LMP.....                    | 84     |
| 17. Parámetros físicoquímicos del agua de la quebrada Córdova y contraste con los ECA y LMP.....                     | 84     |
| 18. Parámetros físicoquímicos del agua de la quebrada Zoocriadero y contraste con los ECA y LMP.....                 | 85     |
| 19. Parámetros físicoquímicos del agua de la quebrada Naranjal y contraste con los ECA y LMP.....                    | 85     |
| 20. Parámetros físicoquímicos del agua de la quebrada Asunción Saldaña y contraste con los ECA y LMP .....           | 86     |
| 21. Parámetros físicoquímicos del agua de la quebrada del Águila y contraste con los ECA y LMP.....                  | 86     |

|  |    |
|--|----|
| 22. Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Cocheros y contraste con <i>el</i> ECA y LMP .....    | 87 |
| 23. Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Cordova y contraste con <i>el</i> ECA y LMP .....     | 87 |
| 24. Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Zoocriadero y contraste con <i>el</i> ECA y LMP ..... | 88 |
| 25. Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Naranjal y contraste con el ECA y LMP .....           | 88 |
| 26. Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Asunción Saldaña y contraste con el ECA y LMP .....   | 89 |
| 27. Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada del Águila y contraste con el ECA y LMP .....         | 89 |
| 28. Resultados de la estimación del modelo econométrico logit.....   | 90 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura  | Página |
|---|--------|
| 1. Mapa de ubicación política de la zona de estudio .....   | 12     |
| 2. Evaluación de la <i>Escherichia Coli</i> .....   | 22     |
| 3. Evaluación de Coliformes totales .....   | 23     |
| 4. Determinación de mohos y levadura .....  | 24     |
| 5. Diseño para medición de caudal por quebrada.....   | 27     |
| 6. Cuadrantes de Matriz de Vester.....  | 28     |
| 7. Índice de calidad de agua ICA-PE de las quebradas del BRUNAS .....   | 34     |
| 8. Evaluación del caudal de las quebradas abastecedoras de agua .....   | 36     |
| 9. ¿Sabe usted de donde proviene el servicio de provisión de agua que se utiliza en su zona?.....   | 38     |
| 10. ¿Qué tan importante es para usted el recurso hídrico que ofrece el Bosque Reservado de la UNAS?.....  | 38     |
| 11. ¿Utiliza el servicio ambiental hídrico que ofrece el Bosque Reservado de la UNAS?.....  | 39     |
| 12. Respecto a la calidad de agua que usted recibe .....  | 40     |
| 13. ¿Cómo considera el agua con el que se abastece?.....  | 40     |
| 14. ¿Considera importante conservar el área de donde proviene el agua? .....  | 42     |
| 15. ¿Realizan ustedes alguna actividad para la conservación del recurso hídrico?.....   | 42     |
| 16. De ser si la respuesta anterior conteste ¿Dan alguna cuota para los materiales personales para realizar las actividades de la conservación de recurso hídrico?..... | 43     |
| 17. ¿Estaría usted dispuesto a pagar por conservar las fuentes de agua del Bosque Reservado de la UNAS?, si la respuesta es NO pase a la pregunta 12.....               | 44     |
| 18. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar adicionalmente por el servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la UNAS?.....   | 45     |
| 19. ¿Por qué motivo no estaría dispuesto a pagar? .....   | 45     |
| 20. ¿Sexo?.....   | 47     |
| 21. ¿Grado de instrucción? .....  | 48     |
| 22. ¿Cuál es su ingreso familiar mensual? .....   | 48     |
| 23. Disposición a pagar según si conoce de donde proviene el recurso hídrico.....   | 51     |
| 24. Disponibilidad a pagar según conoce la importancia del reservorio .....   | 52     |
| 25. Disponibilidad a pagar según conoce la importancia del recurso hídrico .....  | 53     |

|   |     |
|---|-----|
| 26. Plano de influencias y dependencias de la Matriz Vester de las quebradas del BRUNAS.....  | 55  |
| 27. Árbol de problemas identificados en el plano de influencias y dependencias .....  | 59  |
| 28. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Asunción Saldaña” .....   | 78  |
| 29. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Cocheros” .....   | 79  |
| 30. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Córdova” .....  | 80  |
| 31. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada del Águila” .....   | 81  |
| 32. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Zoocriadero” .....  | 82  |
| 33. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Naranjal” .....   | 83  |
| 34. Preparación de los aditivos para los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS.....   | 96  |
| 35. Medición de parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS .....   | 96  |
| 36. Preparación de los compuestos para la titulación de las muestras para evaluar los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS ..... | 97  |
| 37. Titulación de las muestras de los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS.....  | 97  |
| 38. Medición de parámetros microbiológicos de las quebradas del BRUNAS.....   | 98  |
| 39. Preparación para la incubación de las muestras microbiológicas de las quebradas del BRUNAS .....  | 98  |
| 40. Lectura e interpretación de las muestras microbiológicas de las quebradas del BRUNAS.....   | 99  |
| 41. Plaqueo y conteo de las muestras microbiológicas de las quebradas del BRUNAS.....   | 99  |
| 42. Medición del ancho de la quebrada para la medición de caudal .....  | 100 |
| 43. Medición de caudal por el método del flotador.....  | 100 |
| 44. Recopilación de la información del caudal en las quebradas del BRUNAS.....  | 101 |
| 45. Realización de encuestas en la Quebrada Cocheros.....   | 101 |
| 46. Realización de encuestas en la Quebrada Naranjal .....  | 102 |
| 47. Realización de encuestas en la Quebrada Córdova .....   | 102 |
| 48. Realización de encuestas en la Quebrada Zoocriadero .....   | 103 |
| 49. Realización de encuestas en la Quebrada del Águila .....  | 103 |
| 50. Realización de encuestas en la Quebrada Asunción Saldaña .....  | 104 |

## RESUMEN

Se determinó la disposición a pagar del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño no experimental de tipo transversal. Se aplicó el método de valoración contingente para estimar la disponibilidad a pagar, empleando encuestas a los jefes de familia de la población aledaña, alumnos, docentes y administrativos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Se encontró que el 68,95 % de los encuestados están dispuestos a pagar por el agua, el monto estimado fue un adicional de S/. 5,00, hallándose como problemas críticos la falta de educación ambiental en materia de los recursos hídricos, la escasez del agua, desorganización de la JASS y la deficiencia de estructuras adecuadas para el tratamiento de las aguas. Concluyéndose que la calidad de agua es regular, proponiéndose estrategias como campañas de sensibilización, implementación y mejoramiento de las estructuras existentes del SAP para la mitigación de los problemas del recurso hídrico.

**Palabras clave:** *disposición a pagar, UNAS, agua y BRUNAS*

## ABSTRACT

The willingness to pay for the service of water provision from the Universidad Nacional Agraria de la Selva's forest reserve was determined. The research was of an applied type with a non-experimental design. The contingent valuation method for estimating willingness to pay was applied, where the head of households from the nearby population, students, teachers and administrators from the Universidad Nacional Agraria de la Selva were given surveys. It was found that 68,95 % of those surveyed were willing to pay for the water, where the estimated amount was an additional S/. 5,00; it was found that the lack of environmental education regarding water resources, the scarcity of water, the lack of organization of the JASS (acronym in Spanish), and the deficiency in adequate structures for water treatment were the critical problems. It was concluded that the water quality was average, thus, strategies for sensitization campaigns, and the implementation and improvement of the SAP's existing structures were proposed in order to mitigate the problems from the water resource.

**Keywords:** *willingness to pay, UNAS, water, and BRUNAS*

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental tanto para el bienestar de las personas como para la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. La cantidad y calidad del agua son elementos cruciales para asegurar un desarrollo sostenible y mantener la salud ambiental en todo el mundo. El aumento de la escasez de agua, agravado por el cambio climático, el crecimiento urbanístico descontrolado y la contaminación de fuentes naturales, requiere la adopción inmediata de estrategias efectivas para conservar y gestionar integralmente este recurso.

En el mundo, se han implementado sistemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) que buscan fomentar la conservación mediante la valoración económica de los beneficios que brindan los ecosistemas, incluyendo el suministro de agua potable. En Europa, se identificaron proyectos enfocados en el PSE que abordan principalmente la gestión de cuencas hidrográficas y la calidad del agua. Las empresas del sector hídrico utilizan modelos similares al PSE, donde los consumidores financian a los propietarios rurales para proteger las fuentes de agua. Sin embargo, estos modelos enfrentan desafíos significativos, como altos costos de transacción, falta de incentivos fiscales adecuados y una fuerte dependencia de intermediarios como ONG o entidades públicas para su implementación.

En el contexto peruano, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM), existen aproximadamente 5 500 juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) de las cuales una proporción considerable experimenta dificultades para establecer tarifas sostenibles y valorar adecuadamente los servicios ecosistémicos que garantizan el suministro hídrico. Gran parte de estas JASS carece de estudios técnicos y herramientas de gestión ambiental que fundamenten una estructura tarifaria orientada a la conservación del agua (MINAM, 2016).

El BRUNAS tiene una superficie de 217,22 hectáreas a una altitud que oscila entre 667 y 1 092 msnm, contiene seis quebradas significativas: Cocheros, Córdova, Zoocriadero, Naranjal, Asunción Saldaña y Quebrada del Águila. Estas fuentes hídricas suministran agua a las comunidades circundantes, cuyas familias dependen de este recurso para uso doméstico. No obstante, la ausencia de mecanismos económicos sostenibles para su conservación constituye una amenaza para la continuidad del servicio ecosistémico de abastecimiento hídrico (González, 2020).

En este contexto, se tuvo como objetivo determinar la disposición a pagar por las personas beneficiadas del servicio de agua proveniente del bosque reservado, utilizando el método de valoración contingente. Este método estima el valor que las personas otorgan a este servicio ambiental, mediante encuestas se reveló cuánto estarían dispuestas a pagar por su mantenimiento y mejora. Como interrogante se planteó: ¿Cuánto es la disponibilidad a pagar del servicio de provisión de agua del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?, asimismo, se planteó la hipótesis siguiente: la población involucrada está dispuesta a pagar S/. 5.00 familia/mes por el servicio de provisión de agua de agua del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Determinar la disposición a pagar del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).

### **1.1.2. Objetivo específico**

- Caracterizar el servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Determinar la disposición a pagar (DAP) por la conservación del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Establecer medidas para la conservación y recuperación del servicio de provisión hídrica en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Guamán et al. (2022) determinaron el valor económico del recurso hídrico en dicha localidad. Los resultados obtenidos permitieron estimar que el valor económico ambiental asociado a los beneficios proporcionados por las vertientes Algodón Pogyo para la comunidad asciende aproximadamente a \$ 251,55 mensuales y \$ 3 018,60 anuales. Adicionalmente, se identificó que el 90 % de los jefes de familia manifestaron disposición a pagar por la mejora ambiental de las vertientes, mientras que el 10 % restante mostró una postura contraria.

En el caso de los bosques Siwalik en India, Acharya et al. (2021) emplearon un enfoque de elección para evaluar servicios reguladores, incluyendo calidad del agua y control de inundaciones. La disposición a pagar osciló entre USD 3,8 y USD 9,0 por hogar/año para la mejora de la calidad del agua, y entre USD 3,2 y USD 7,2 por el control de inundaciones. Se observa que los ingresos y la educación influyen positivamente en la disposición a pagar, mientras que el tamaño familiar lo hace negativamente, tal como se ha documentado en otros estudios.

En Túnez, Saadaoui (2025) investigó la voluntad a pagar para la conservación de bosques de pino de Aleppo en áreas rurales e internacionales. Con 350 encuestados y usando CVM, se identificó que tanto el ingreso mensual como el mecanismo de pago preferido son variables significativas para explicar la disposición a pagar.

En Indonesia, Tauristina et al. (2022) realizó en Lombok el método de valoración contingente para estimar la disposición a pagar de los usuarios del servicio de agua potable por conservar los recursos forestales. Se encontró una media mensual de Rp 3 260 (aproximadamente USD 0,23), y se identificaron el nivel educativo, el ingreso, el tamaño del hogar y la conciencia ambiental como factores determinantes.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Barrera y Montes (2022) se aplicó el método de valoración contingente a una muestra de 294 habitantes. Los resultados indicaron que el 84,35 % de los encuestados manifestó disposición a pagar por el recurso hídrico, mientras que el 15,65% no estuvo dispuesto a hacerlo. El modelo permitió establecer una DAP marginal de S/. 4,50 por usuario, adicional a la tarifa actual de S/. 3,00. De este modo, el valor económico anual del agua estimado mediante el método contingente asciende a S/. 112 050 000 soles.

Hanco (2023) aplicó valoración contingente y modelo logit con una muestra de 274 hogares para medir la DAP por la mejora del servicio de agua potable. Reportó un valor promedio de S/. 4,34 mensuales y resaltó la influencia positiva del precio hipotético, edad, nivel de ingreso, grado de instrucción, tamaño del hogar y presencia de una junta administrativa de servicio y saneamiento (JASS).

Zúñiga (2022) utilizó el método de costo- enfermedad para estimar la DAP por el acceso a agua y alcantarillado. Encontró que los habitantes estuvieron dispuestos a pagar un promedio de S/. 10 mensuales, equivalente al 34 % del costo del servicio, con base en los gastos médicos y pérdida de productividad derivados de enfermedades como diarrea, parásitos y hepatitis.

Culqui (2023) aplicó valoración contingente para determinar el valor económico del servicio ecosistémico hídrico proveniente del bosque ribereño. Se encuestó a familias y se estimó una DAP de S/. 5,00 por mes por familia, equivalente a S/. 7 800 anuales para 130 casas, usando modelos logit asociados a calidad del bosque y actividades agropecuarias.

Ccasani (2023) valoró los servicios ecosistémicos del recurso hídrico en la cuenca del río Cachi mediante metodología contingente, evaluando escenarios de DAP y disposición a aceptar (DAA). El estudio incluyó estimación de tarifas volumétricas usando una función de producción Cobb-Douglas, aunque no proporciona cifras explícitas en el resumen.

Huamani y Soria (2024) investigaron factores socioeconómicos de la DAP en la JASS Rocatarpeya (Santiago, Cusco), encuestando a 250 hogares. Utilizaron el método de valoración contingente con modelo logit y determinaron una DAP promedio de

S/. 20,00, influenciada significativamente por el ingreso, la edad y el grado de satisfacción con el servicio; se constató que esta DAP cubre operación y mantenimiento, pero no los costos de inversión a menos que exista subsidio estatal.

En el Centro Poblado de Chucaripo - Puno, Huacani et al. (2024), emplearon también un método contingente para evaluar el servicio de agua potable. Publicado en Revista Alfa, el estudio documentó la DAP por familias locales, aunque el resumen no indica el monto exacto.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Arostegui (2024) determinó la valoración económica del servicio ecosistémico recreativo ofrecido por la playa Salaverry. Aplicaron encuestas a 398 turistas, recopilando información tanto socioeconómica como ambiental. Mediante la aplicación del modelo Logit en el software SPSS, identificaron los factores significativos que afectan la disposición a pagar. Entre las variables relevantes se destacaron el precio propuesto, género, edad, ocupación, satisfacción con la visita y el estado de conservación de la playa. El DAP promedio estimado fue de S/. 5,06, lo que indica que tanto las características socioeconómicas como las percepciones ambientales inciden en la disposición a pagar, proporcionando una base sólida para el diseño de políticas orientadas a la conservación y al manejo sostenible del área.

Novoa y Tamay (2023) aplicaron el método de valoración contingente al balneario de Puerto Malabrigo, encontrando que factores como edad, nivel educativo, situación laboral e ingresos mensuales influyen directamente en la DAP, estimada en S/5,14. Por otro lado, Salas y Revilla (2022) aplicaron el mismo método en la caleta Huachiray, Arequipa, y determinaron que el 66 % de los entrevistados estaba dispuesto a pagar entre S/3 y S/4 por la mejora del servicio de recreación y ecoturismo. Estos estudios resaltan la importancia de considerar tanto las características socioeconómicas de los turistas como sus percepciones sobre el estado de conservación de los recursos naturales al diseñar políticas de conservación y manejo sostenible de áreas recreativas. La estimación de la DAP puede servir como base para la implementación de tarifas de entrada, programas de conservación financiados por los usuarios y estrategias de sensibilización ambiental.

Santiago (2023) encontró que, utilizando el modelo probabilístico, la media de la disposición a pagar (DAP) es de 10,86 soles, con un coeficiente de variación del 39,71 % asimismo, tuvo un coeficiente de variación de 40,44 %. Concluyó que mediante el modelo de regresión lineal múltiple, la media de la disposición a pagar se situó en 23,33 soles, presentando un coeficiente de variación del 15,42%.

Quispe (2023) encontró que el modelo presenta una capacidad predictiva del 84,54 % para la media de la disposición a pagar, mientras que el caso del modelo probabilístico, la media estimada de la disposición a pagar fue de 6,87 soles, con un coeficiente de variación del 52,07 %. Para el modelo logístico, la media calculada fue de 6,84 soles, con un coeficiente de variación del 52,6 %. Concluyó que el modelo de regresión lineal múltiple estimó una media de disposición a pagar de 14,92 soles, con un coeficiente de variación del 23,10%.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Agua**

El agua es un elemento compuesto por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno abarca 1 400 millones de Km<sup>3</sup> en la tierra, se encuentra en estado líquido, como en los ríos o mares, sólido en los hielos de los nevados, y gaseoso como parte de agua termales o volcanes (Peralta, 2024).

En la vida, el agua muchas ocasiones fue considerada como bien común de la población y al mismo tiempo como una fuente de poder, apoyándose para el acceso al agua potable, además no se tiene una buena gestión del agua (Bellini y Dipietro, 2004).

### **2.2.2. Importancia del agua**

El agua desempeña un papel vital al integrar los ecosistemas naturales y ser esencial para el sostenimiento y la supervivencia de la vida en el planeta. En los organismos vivos, garantiza los procesos biológicos fundamentales para la reproducción, además de permitir la transformación y el transporte de las sustancias químicas y físicas que sustentan la vida vegetal y animal en la Tierra (Angulo-Chávez, 2021). Asimismo, el agua es indispensable para las actividades domésticas, económicas y agrícolas, ya que un suministro inadecuado dificulta la implementación de buenas prácticas de saneamiento e higiene (Huaraca et al., 2021).

La UNESCO - WWAP (2023) señala que los servicios de agua se centran en las zonas urbanas, pero se dejó de lado a las zonas rurales, dos de cada diez personas tienen dificultades para tener un suministro de agua potable. Aún no se ha logrado desarrollar una gestión adecuada sobre el saneamiento del servicio del agua, una de las razones influyentes es el ritmo acelerado del crecimiento demográfico. Se considera que para el 2030 se debe aumentar seis veces las tasas actuales de progreso del servicio del agua, y cinco veces para el caso del saneamiento y tres veces en el de la higiene.

Los beneficios derivados de una gestión eficiente del agua se reflejan en la mejora de la salud, el suministro de energía, la conservación de la biodiversidad, el aumento de la productividad, el avance del desarrollo socioeconómico y la disminución de la pobreza. El reconocimiento del amplio espectro de los beneficios de una buena gestión del agua estimulará a los gobiernos a dar a este sector una mayor prioridad en su agenda política y asignación de presupuesto asociada (Bellini y Depietro, 2004).

### **2.2.3. Servicio básico del agua**

El concepto de servicio público tiene su origen en Europa y está fuertemente ligado a la administración pública para gestionar los recursos, entendiendo esto como la asignación exclusiva de una actividad o sector bajo la responsabilidad administrativa. No obstante, en el caso del servicio de agua potable y saneamiento, es necesario considerarlo como un servicio esencial que permita conciliar las demandas del contexto actual con la definición clásica del servicio público (Mendoza, 2016).

El acceso al servicio del agua es un derecho fundamental de toda persona. Sin embargo, en Perú, esta necesidad aún no ha sido plenamente satisfecha. La insuficiencia se ve afectada por diversos factores, como la falta de infraestructura adecuada (incluyendo redes de almacenamiento, tratamiento y distribución), los efectos del cambio climático, el cultivo de drogas ilícitas, el uso industrial y la extracción minera. Como consecuencia de ello, se producen alteraciones físicas, químicas y biológicas en las fuentes de agua. Estos impactos ambientales son irreversibles y representan una amenaza para la continuidad de nuestros ecosistemas y la biodiversidad (Torres et al, 2021).

#### **2.2.4. Regulación del agua en el Perú**

En Perú, la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) y la Ley General de Aguas (Decreto Ley N° 17752) regulan el uso y la gestión del agua.

##### a) Ley de Recursos Hídricos:

- El agua es patrimonio de la Nación y su dominio es inalienable e imprescriptible.
- El agua es un bien de uso público y su administración se debe hacer en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación.
- Se pueden otorgar derechos de uso de agua, como licencias, permisos y autorizaciones.
- Se pueden otorgar aguas para usos no previstos, respetando las disposiciones de la Ley (ANA, 2019).

##### b) Ley General de Aguas:

- El agua es de propiedad del Estado y su dominio es inalienable e imprescriptible.
- El uso del agua se debe hacer de manera justificada y racional, en armonía con el interés social y el desarrollo del país.
- El Estado establece los derechos y condiciones de uso del agua.
- El Estado promueve la inversión pública y privada para la gestión eficiente del agua.
- El Estado garantiza el cumplimiento de los derechos de uso otorgados (Consejo de ministros del Perú, 1969).

#### **2.2.5. Métodos de valoración del agua**

Es la estimación mediante la aplicación de métodos basados en la disposición a pagar, que consisten en formular preguntas a individuos para identificar sus preferencias sobre distintos escenarios hipotéticos, sean estos bienes o servicios. Entre los principales métodos fundamentados se encuentra la Valoración Contingente (VC) y los Experimentos de Elección (EE). Estos enfoques permiten aproximar el valor personal que asignan las personas a bienes relacionados con el medio ambiente (Alfranca, 2019).

##### **a) Método de valoración contingente**

Los métodos comúnmente empleados para estimar la disposición de pagar bienes y servicios sin mercado. En estos métodos, los participantes reciben información

de un proyecto o política que busca solucionar un problema. Luego de recibir toda la información requerida, los participantes responden de forma hipotética (Tavárez et al., 2020).

Se puede emplear un formato de selección dicotómica simple u otro tipo. El formato seleccionado minimiza los valores atípicos, reduce encuestas sin respuestas, y representa mejor la forma de las transacciones en el mercado. En el formato de selección dicotómica simple, los participantes reciben una propuesta donde ellos pueden aceptar o rechazar el proyecto bajo consideración. Se les pregunta a los participantes si estarían dispuestos a pagar una cantidad adicional por un proyecto determinado (Tavárez et al., 2023).

### **b) Método experimentos de elección**

Los experimentos de elección son técnicas cuantitativas fundamentadas en el método de la disponibilidad de pagar, que permite descubrir la valoración de diversos atributos, bienes o servicios, por preguntas estructuradas sobre alternativas hipotéticas. Este método, se emplea en inexistencia de información, desarrollándose preguntas a individuos sobre sus preferencias en casos hipotéticos, ya sean bienes o servicios (Alfranca, 2019).

Los métodos de experimentos de elección se aplican en métodos que se relacionan con aspectos de la política sanitaria, planificación empresarial, identificación de recursos, entre otros; también, pero no se suele emplear en la gestión del agua (Alfranca, 2019).

#### **2.2.6. Disponibilidad a pagar**

La disposición a pagar (DAP) es un concepto económico que representa la cantidad máxima de dinero que una persona está dispuesta a entregar a cambio de un bien o servicio, o bien para prevenir un daño, como la contaminación o el deterioro de la calidad ambiental. Este concepto es central en los estudios de valoración económica, especialmente cuando se trata de bienes no transables en mercados tradicionales, como el agua potable, el aire limpio, los paisajes naturales o los servicios ecosistémicos.

Desde la teoría económica, la DAP representa la utilidad o satisfacción que un individuo asigna a un bien. Si el precio del bien es menor o igual a su DAP, el individuo estaría dispuesto a pagar por él; de lo contrario, no lo haría (ANLA, 2023).

### **2.2.6.1. Aplicaciones en el contexto peruano**

En el Perú, la DAP ha sido utilizada en diversos sectores, como:

- Conservación de ecosistemas: En iniciativas de conservación voluntaria y pago por servicios ecosistémicos.
- Agua y saneamiento rural: Para determinar la sostenibilidad de tarifas.
- Gestión de residuos sólidos: Para definir aportes comunitarios en municipios rurales.
- Minería y cierre de pasivos: Para evaluar el valor que comunidades dan a la restauración ambiental.

### **2.2.6.2. Disponibilidad a pagar en la conservación de bosques**

La DAP se convierte en una herramienta estratégica para:

- Diseñar esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PSE) entre comunidades que conservan los bosques y usuarios beneficiarios de los servicios.
- Justificar inversiones públicas o privadas orientadas a restauración o protección forestal.
- Estimar el valor social de los servicios ambientales generados por los bosques.
- Sensibilizar a tomadores de decisiones sobre la importancia de los ecosistemas.

En este contexto, conocer la DAP permite cuantificar la valoración social del bosque más allá de su aprovechamiento comercial directo (como madera o cultivos), reconociendo su importancia como infraestructura natural.

### **2.2.6.3. JASS en el Perú**

En el Perú, existen aproximadamente 11 800 Juntas Administrativas de Servicios de Saneamiento (JASS) activas, brindan atención al 29 % de la población rural. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) está impulsando la estrategia JASS Wasi, proporcionando un espacio físico para mejorar el control, la gestión y la administración de los sistemas de agua y saneamiento (MVCS, 2021).

En el departamento de Huánuco existen 1 366 sistemas de agua para consumo humano en el área rural, bajo responsabilidad de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), de las cuales 376, incumple con la mínima calidad bacteriológica, lo que representa que el 28 % de los sistemas brinda agua no apta para consumo humano, informó George Loarte Raymundez, director de la Dirección Ejecutiva de Saneamiento Ambiental de la Dirección Regional de Salud de Huánuco (Tu Diario, 2024).

#### **2.2.6.4. Situación de agua potable en el país**

El 80 % de las enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato gastrointestinal, junto con un tercio de las muertes, se asocian al consumo de agua de baja calidad. El agua potable es aquella utilizada para actividades domésticas, higiene personal, así como para la ingesta y preparación de alimentos (OMS, 2022).

La Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) revela que el 86,1% de la población, reportó tener acceso al agua mediante una red pública. Para el primer semestre de 2016, de este grupo el 67,1% afirmó que el agua era potable, mientras que el 19 % dijo que no lo era. En las zonas urbanas, el 93,5 % tiene acceso a agua por red pública y, de ese porcentaje, el 84,5 % considera que el agua es potable. En las áreas rurales, aunque el 61,3 % tiene acceso a agua por red, el 52 % indica que el agua no es potable (SUNASS, 2018).

#### **2.2.7. Mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos**

La retribución por servicios ecosistémicos implica que quienes reciben estos servicios brindan una compensación, condicionada a que los beneficiarios realicen acciones destinadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes que proveen dichos servicios. Estas acciones pueden incluir la protección de áreas naturales, la restauración de espacios afectados por deterioro o degradación ambiental, y la transición hacia un uso sostenible de las fuentes de servicios ecosistémicos, así como otras medidas aprobadas por la autoridad ambiental competente (Ley N° 30215, 2014, Artículo 5)).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

##### 3.1.1. Ubicación política

El estudio se ejecutó en las quebradas Cocheros, Córdoba, Zoocriadero, Naranjal, Asunción Saldaña y Quebrada del Águila del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, estando ubicado en el distrito de Rupa Rupa.

- Región: Huánuco
- Provincia: Leoncio Prado
- Distrito: Rupa Rupa
- Localidad: Tingo María

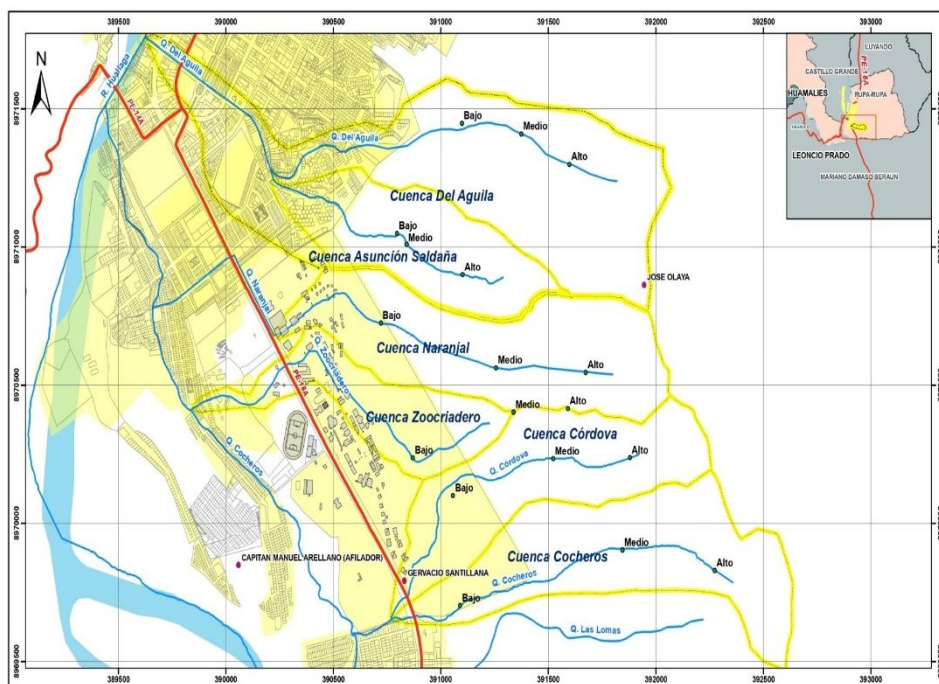


Figura 1. Mapa de ubicación política de la zona de estudio

### 3.1.2. Ubicación geográfica

En la Tabla 1, se observan las coordenadas geográficas de las quebradas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) de la parte alta, media y baja.

**Tabla 1.** Ubicación geográfica

| Quebrada    | Puntos de muestreo | Coordenadas UTM (WGS84-18S) |         | Altitud (m.s.n.m) |
|-------------|--------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
|             |                    | Este                        | Norte   |                   |
| Cocheros    | Alta               | 392274                      | 8969829 | 882               |
|             | Media              | 391845                      | 8969903 | 744               |
|             | Baja               | 391090                      | 8969702 | 692               |
| Naranjal    | Alta               | 391742                      | 8970742 | 939               |
|             | Media              | 391257                      | 8970562 | 768               |
|             | Baja               | 390896                      | 9870690 | 686               |
| Córdova     | Alta               | 391880                      | 8970237 | 919               |
|             | Media              | 391523                      | 8970233 | 803               |
|             | Baja               | 390983                      | 9869968 | 678               |
| Zoocriadero | Alta               | 391592                      | 8970415 | 878               |
|             | Media              | 391338                      | 8970402 | 791               |
|             | Baja               | 390870                      | 8970236 | 695               |
| Del Águila  | Alta               | 391598                      | 8971298 | 730               |
|             | Media              | 391374                      | 8971408 | 722               |
|             | Baja               | 391098                      | 8971447 | 670               |
| Asunción    | Alta               | 391101                      | 8970899 | 738               |
|             | Media              | 390841                      | 8971009 | 723               |
| Saldaña     | Baja               | 390797                      | 8971048 | 687               |

### 3.1.3. Condiciones climáticas

Tingo María tiene una climatología cálida y húmeda, con precipitaciones medias de 3 384,14 y 3 403,82 mm por año. Las temperaturas medias históricas varían entre 24,77 – 25,09 °C, con máximas que fluctúan entre 29,61 - 29,96 °C, y mínimas entre 19,95 – 20,29 °C. La humedad relativa fue de 82,20 – 84,29 %. En los meses de abril a septiembre presentan menores precipitaciones con mínimos de hasta 13,10 mm/mes (Manrique, 2022).

### 3.1.4. Red hídrica

El BRUNAS, actualmente cuenta con seis quebradas denominadas Cocheros, Córdova, Asunción Saldaña, Del Águila, Zoocriadero y Naranjal, los cuales dan

inicio en el sector montañoso y vierten sus aguas en el río Huallaga, durante su recorrido estas quebradas abastecen de agua a toda la UNAS (internados, comedor, oficinas administrativas, pabellones, laboratorios), así como también a los asentamientos humanos Buenos Aires, Asunción Saldaña, quebrada del Águila y Mercedes Alta.

### **3.2. Materiales y métodos**

#### **3.2.1. Materiales y equipos**

Los materiales que se utilizaron fueron: cuaderno de apuntes, lapiceros, encuestas, tablero, botellas esterilizadas para las muestras, cooler, etiquetas de rotulado, cinta métrica, pelota de Tecnopor, cronómetro, tubos de ensayos, matraz, vaso precipitado, gradilla, placas Petri, mechero Bunsen, marcados indeleble, mandil, mascarillas, guantes.

Los equipos que se utilizaron fueron: Multiparámetro – Modelo HANNA, termómetro digital, peachímetro, kit Nitrato HANNA, cámara fotográfica, GPS Garmin MAP62s, Medidor TDS digital.

#### **3.2.2. Criterios de investigación**

##### **A. Nivel de investigación**

Descriptiva, ya que se recopilaron la información por medio de las encuestas que se realizaron a los alumnos, docentes y administrativas de la UNAS, así como también a los jefes de familia de los asentamientos humanos aledaños (Cocheros, Córdova, Zoocriadero, Naranjal, Asunción Saldaña y Quebrada del Águila), para conocer la disposición a pagar del servicio de provisión de agua del BRUNAS (Hernández et al., 2014).

##### **B. Tipo de investigación**

Aplicada, se empleó la ciencia social y económica donde se determinó la disponibilidad a pagar por el servicio de provisión de agua del BRUNAS (Hernández et al., 2014).

##### **C. Diseño de investigación**

No experimental de tipo transversal, porque se recolectó la información en un solo momento, para conocer el comportamiento de las personas por medio de las encuestas estructuradas relacionadas a la disposición a pagar por el recurso hídrico del BRUNAS (Arias y Covinos, 2021).

**D. Variable de investigación****- Variable independiente (X)**

Disposición a pagar.

**- Variable dependiente (Y)**

Servicio de provisión del agua del Bosque Reservado de la UNAS.

**E. Población y muestra**

La población estuvo conformada por todos los alumnos, docentes y administrativos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, también, los jefes de familia de los asentamientos humanos aledaños a los lugares como Buenos Aires, Asunción Saldaña, Mercedes Alta y Quebrada del Águila.

La muestra estuvo conformada por estudiantes, docentes, administrativos y de la población aledaña (jefes de hogar) de la Universidad Nacional Agraria, que son beneficiadas por el recurso hídrico de las quebradas: Cocheros, Córdova, Zoocriadero, Naranjal, Asunción Saldaña y Quebrada del Águila; empleándose el muestreo aleatorio simple (Hernández et al., 2014).

Para el tamaño de la muestra para los estudiantes, docentes, administrativos y de la población aledaña (jefes de familia) de la Universidad Nacional Agraria, se determinó utilizándose la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N*Z^2*\sigma^2}{E^2(N-1)+Z^2*\sigma^2} \quad (1)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Población involucrada

Z = Nivel de confianza de 95 % = 1,96

$\sigma$  = Desviación estándar

E = Error estándar = 0,05 (margen de error 5 %)

Muestra 1:

$$n = \frac{3564 * 1,96^2 * 0,5^2}{0,05^2(3564-1) + (1,96^2 * 0,5^2)}$$

$$n = 346,87 \cong \mathbf{347}$$

Siendo la muestra para los estudiantes, docentes y administrativos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva fue de 347 encuestas para el año 2024.

Muestra 2:

$$n = \frac{418 * 1,96^2 * 0,5^2}{0,05^2(418-1) + (1,96^2 * 0,5^2)}$$

$$n = 200,43 \cong \mathbf{200}$$

Mientras, que la muestra para la población aledaña fue de 200 encuestados para el año 2024, la cual comprendió cuatro sectores: Asunción Saldaña Sector 1, Asunción Saldaña Sector 2, Buenos Aires y la Quebrada del Águila.

Luego de obtener las muestras de los estudiantes, docentes, administrativos y de la población aledaña (jefes de hogar) de la Universidad Nacional Agraria, se aplicó el muestreo estratificado, para conocer con precisión estadística para estimar la disponibilidad a pagar.

**Tabla 2.** Determinación de muestra por zonas

| <b>Estrato</b> | <b>Zonas</b>              | <b>Población</b> | <b>Peso</b>  | <b>Muestras</b> |
|----------------|---------------------------|------------------|--------------|-----------------|
| 1              | Asunción Saldaña Sector 1 | 64               | 15,3 %       | 31              |
| 2              | Asunción Saldaña Sector 2 | 100              | 25,8 %       | 51              |
| 3              | Buenos Aires              | 200              | 47,8 %       | 96              |
| 4              | Quebrada del Águila       | 46               | 11,1 %       | 22              |
| <b>Total</b>   |                           | <b>418</b>       | <b>100 %</b> | <b>200</b>      |

### 3.3. Metodología

Para estimar la disponibilidad a pagar, se empleó el método de valoración contingente, se trabajó mediante la técnica de encuestas con la cual permitió determinar el

precio que está disponible a pagar cada jefe de familia en los asentamientos humanos adyacentes a la Universidad Nacional Agraria de la Selva que hacen uso del agua de las quebradas, asimismo, también los alumnos, docentes y administrativos de la UNAS, para conservar y proteger el BRUNAS.

### **3.3.1. Determinación la disposición a pagar (DAP) por la conservación del servicio de provisión de agua del BRUNAS**

- Se realizó trabajo de coordinación con los directivos de manera verbal pidiendo la autorización.
- Se encuestó al jefe de familia, los alumnos, docentes y administrativos de la UNAS, donde se codificó y se digitalizó en el Excel la información.
- La aplicación de las encuestas se realizó en el mes de abril del 2024 de manera diaria en los cuatro sectores y dentro de la UNAS.
- Los datos de las variables obtenidos en la encuesta fueron transportados al Software Stata v. 19 para realizar el análisis estadístico descriptivo, el análisis econométrico con el modelo Logit, con intervención de diferente número de variables independientes (Vilca, 2017).
- Los datos complementarios de la encuesta nos permitieron determinar las características socioeconómicas, analizadas con estadística descriptiva.

Finalmente utilizando el método valorización contingente utilizando el modelo logit se emplearon preguntas abiertas, se determinó el precio a pagar y la probabilidad a decir si a dicho precio.

### **3.3.2. Caracterización el servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva**

#### **3.3.2.1. Análisis morfológico de las cuencas**

Para determinar el análisis morfológico se delimitó las cuencas en estudio mediante el programa de Sistema de Información Geográfica (SIG) con la finalidad de determinar el área (km<sup>2</sup>), perímetro (km), factor de forma, coeficiente de compacidad, las fórmulas utilizadas se pueden observar a continuación:

**Tabla 3.** Metodología y fórmulas de los parámetros morfométrico de las cuencas del BRUNAS

| <b>Factor</b>   | <b>Unidad</b>   | <b>Cálculo</b>   | <b>Formula</b>   |
|-----------------|-----------------|--|--|
| Área            | Km <sup>2</sup> | Se determinó con el programa SIG   | A<br>A: área de la cuenca  |
| Perímetro       | Km              | Se determinó con el programa SIG   | P<br>P: perímetro de la cuenca   |
| Longitud axial  | Km              | Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca.   | LA<br>LA: Longitud axial   |
| Ancho promedio  | Km              | Se encuentra dividiendo el ancho de la cuenca por su longitud axial  | Ap<br>Ap: Ancho promedio   |
| Factor de forma | Km              | Se utilizó el método de Gravelius, que relaciona el ancho promedio y la longitud axial   | $Ff = A/L_m$<br>Ff: factor de forma<br>A: área de la cuenca<br>L <sub>m</sub> : longitud máxima  |
| Pendiente media | %               | Se utilizó para analizar el relieve de las cuencas fluviales y, simultáneamente, vincularlo con la influencia climática. Este análisis se obtiene al multiplicar la pendiente de cada curva de nivel por su superficie específica y dividir el resultado entre el área total de la cuenca. | $P_m = \frac{\Delta h}{L} * 100$<br>P <sub>m</sub> : promedio de la pendiente del cauce.<br>Δh: diferencia de nivel entre la cabecera del cauce y su desembocadura.<br>L: longitud de la corriente |

Fuente: Londoño (2001) y Strahler (1964)

### 3.3.2.2. Determinación de la calidad del agua

#### A. Criterio de selección de cuenca (alta, media y baja)

Se evaluó la cuenca hidrográfica dividiéndola en zona alta, media y baja debido a las diferencias en su forma, funciones y procesos que ocurren en cada sector. La cuenca alta está ubicada en zonas montañosas o de mayor altitud, se caracteriza por pendientes pronunciadas, vegetación natural y escasa intervención humana, es aquí donde nacen las quebradas o ríos, lo que la convierte en un área clave para el origen del recurso hídrico. La cuenca media representa una transición hacia terrenos más planos, con pendientes moderadas y una mayor intervención antrópica, como extensa vegetación hasta más actividades de agricultura, además de ser la zona donde se trasladan los sedimentos desde la parte alta. Por último, la cuenca baja está situada en las zonas más llanas cercanas a la desembocadura, es donde se acumulan los sedimentos y contaminantes arrastrados desde las partes superiores y donde generalmente se concentra la mayor presión por el uso del suelo. Por estas razones

físicas, ecológicas y funcionales, se fundamenta la evaluación diferenciada de cada zona dentro de una cuenca hidrográfica (Benegas y León, 2009).

### **B. Criterio de selección de los puntos de muestreo**

El primer punto de muestreo se ubicó en el ojo de agua, ya que es fundamental verificar que la fuente natural no presente concentraciones elevadas de contaminantes, especialmente metales pesados, lo cual podría comprometer la calidad del recurso desde su origen. Este análisis permite establecer una línea base de la calidad del agua antes de cualquier influencia externa.

El segundo punto se ubicó en un punto intermedio del sistema de conducción natural, debido a que durante su trayecto el agua puede estar expuesta a diversas fuentes de contaminación, tales como infiltraciones o contacto con materiales minerales del subsuelo, animales, que podrían alterar sus características físico-químicas y biológicas.

Finalmente, se tomó una muestra en el pozo receptor o punto de captación final para consumo, para verificar que no supera el LMP establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, regulando la calidad del agua en la verificación de los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y de metales pesados para el consumo humano en el Perú. (Benegas y León, 2009).

### **C. Puntos de muestreo**

Se determinó puntos fijos de muestreo donde primero se observó el cauce principal de las seis quebradas, posterior a ello se georreferenció y ubicó los puntos tomando en cuenta la parte alta, media y baja, cuya finalidad fue realizar un análisis comparativo de cómo se encuentra la calidad de agua de las quebradas, el cual se realizó mediante un análisis en el laboratorio de Calidad de agua y el laboratorio de Microbiología, donde se conoció la calidad fisicoquímica y biológico del agua (Coronel y Jaramillo, 2005).

### **D. Transporte de muestra**

Las muestras de agua fueron transportadas en un recipiente (cooler) con elementos refrigerantes, a fin de mantener las condiciones óptimas de conservación durante el traslado. Asimismo, se utilizó frascos esterilizados y debidamente rotulados, garantizando la trazabilidad y la integridad de las muestras hasta su recepción en el laboratorio.

### **E. Recolección de muestra**

Para llenar las muestras en los frascos de vidrio previamente esterilizados, se sujetó la parte inferior de cada frasco y se sumergió hasta una profundidad aproximada de 20 cm, manteniendo la boca del frasco ligeramente inclinada hacia arriba y orientada en sentido contrario a la corriente. Una vez sumergido el frasco con la boca en el agua, se giró suavemente para que quedara orientado en dirección a la corriente (ANA, 2016).

### **F. Preservación de muestra**

Las muestras fisicoquímicas como biológicas fueron conservadas bajo condiciones ambientales, considerando que el tiempo de traslado desde los puntos de muestreo (Quebrada Cocheros, Zoocriadero, Naranjal, Córdoba, del Águila y Asunción Saldaña) hasta el laboratorio fue breve y sin mayores variaciones de temperatura. Es importante destacar que no existen grandes distancias entre los sitios de recolección y el laboratorio, lo que permitió preservar adecuadamente las características propias de los agentes biológicos. Todas las muestras fueron entregadas al laboratorio el mismo día de su recolección, garantizando su integridad para el análisis correspondiente (ANA, 2016).

### **G. Disposiciones específicas**

Las muestras se recolectaron en envases de botellas de vidrio limpios, secos, herméticos ya que había muestras que fue para análisis microbiológicos, además a ello se rotuló cada muestra con letra legible.

## H. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua

**Tabla 4.** Métodos de evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua

| Parámetros     | Método                                | Equipo o Material utilizado                       | Unidad de medida        |       |
|----------------|---------------------------------------|---|-------------------------|-------|
| Fisicoquímicos | Temperatura                           | Medición de la temperatura (APHA 2550 A)          | Multiparámetro portátil | °C    |
|                | Potencial de Hidrógeno (pH)           | Método electrométrico (APHA 4500-H)               | Multiparámetro portátil | pH    |
|                | Oxígeno disuelto (OD)                 | Método de electrodo de membrana (APHA 4500 O - G) | Multiparámetro portátil | mg/L  |
|                | Turbiedad                             |   |                         | UNT   |
|                | Alcalinidad                           |   |                         |       |
|                | Nitrato                               | Método espectrofotométrico                        | Fotómetro de nitrato    | mg/L  |
|                | Sólidos Totales disueltos (STD)       | Medición de la STD (APHA 2540)                    | Multiparámetro portátil | mg/L  |
|                | Sólidos Suspendidos                   |   | Multiparámetro portátil | mg/L  |
|                | Conductividad                         | Método electrométrico (APHA 2510 A)               | Multiparámetro portátil | μS/cm |
|                | Nitrógeno amoniacal<br>Cloro Residual |   |                         | mg/L  |

Fuente: APHA, AWWA y WFF (1999)

## I. Análisis de los parámetros fisicoquímicos en agua en campo

Para cada punto de muestreo se recolectaron las muestras en un frasco oscuro en campo, en el mes de abril y mayo del 2023, donde se analizaron los siguientes parámetros: Temperatura, pH y OD, luego de la toma de la muestra se rotuló cada frasco y se conservó en un cooler para luego ser transportados al Laboratorio de Calidad de Agua de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se realizaron los siguientes análisis: Turbiedad, Alcalinidad, Nitrato, Sólidos totales, Sólidos Suspendidos, Conductividad eléctrica, Nitrógeno amoniacal y Cloro residual.

Cabe señalar que el equipo multiparamétrico Hanna fue calibrado previamente antes de su uso en campo. Una vez recolectadas las muestras físico-químicas en el recipiente correspondiente, se procedió a realizar la medición de temperatura, pH (potencial de

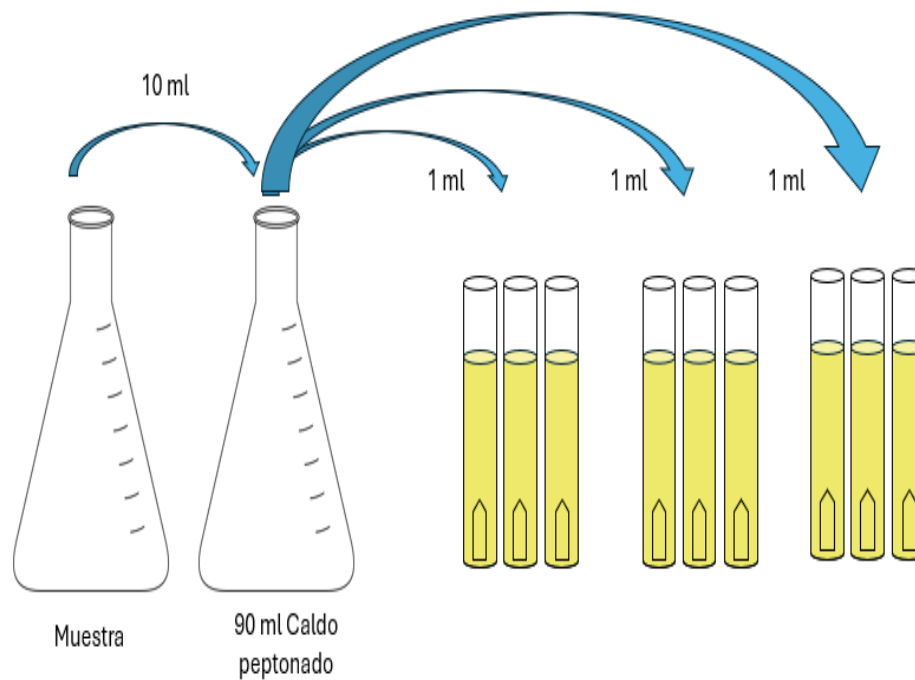
hidrógeno) y oxígeno disuelto. Luego de cada medición, las sondas del equipo fueron enjuagadas con agua destilada para evitar la contaminación entre muestras, y posteriormente sumergidas nuevamente en la siguiente muestra para continuar con las lecturas.

## J. Análisis de los parámetros microbiológicos del agua

Para este análisis se empleó el procedimiento establecido en el manual de microbiología ambiental, para la evaluación de los parámetros microbiológicos.

### a) *Escherichia coli*

Se translocó 10 mL de la muestra y se dispuso en 90 mL de caldo peptona, seguidamente, de la mezcla se llevó 1 mL en tubos de ensayo para la incubación.



**Figura 2.** Evaluación de la *Escherichia Coli*

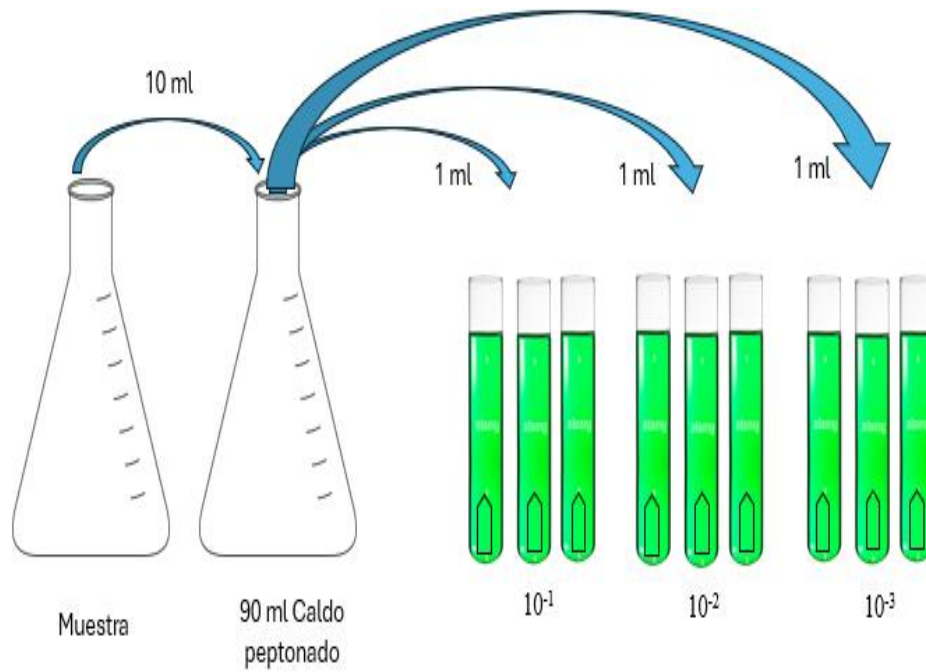
Fuente: López (2012)

Seguidamente, se utilizó nueve tubos de ensayo, donde se puso con la micropipeta cantidades de 100, 10 y 0,1 uL de la muestra para posteriormente ser llevados a incubarlos a 45 °C por 48 horas.

Cálculo del NMP/100 mL:

$$\frac{\text{NMP}}{100 \text{ mL}} = \frac{\text{índice NMP (tabla)} \times \text{dilución intermedia}}{100} \quad (2)$$

**b) Coliformes totales**



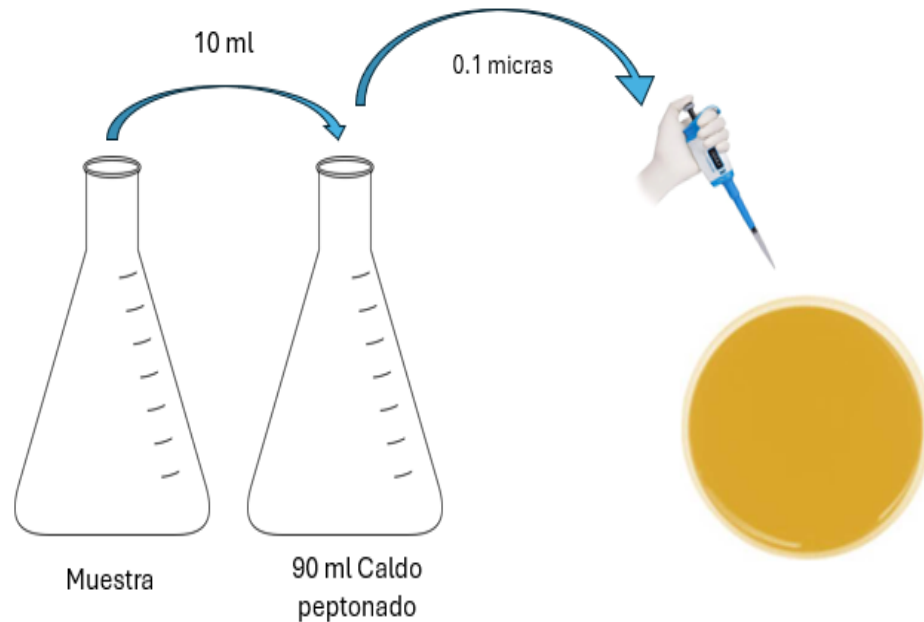
**Figura 3.** Evaluación de Coliformes totales

Fuente: López (2012)

Cálculo del NMP/100 mL:

$$\frac{\text{NMP}}{100 \text{ mL}} = \frac{\text{índice NMP (tabla)} \times \text{dilución intermedia}}{100} \quad (3)$$

*c) Numeración de Mohos*



**Figura 4.** Determinación de mohos y levadura

Fuente: López (2012)

**K. Determinación del índice de calidad ambiental del agua**

Se determinó el índice de calidad ambiental del agua (ICA) siguiendo el protocolo establecido en la metodología “Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE) de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018), el cual comprende tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), cuyos resultados van desde 0 hasta 100, el cual va a describir el estado de la calidad del agua.

**F1-Alcance:** Son la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos según la normativa del total de parámetros evaluados.

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} \quad (4)$$

**F2-Frecuencia:** Son las cantidades de valores que no cumplen con la normativa ambiental, del total de parámetros evaluados.

$$F_2 = \frac{\text{Número de parámetros que NO cumplen los ECA Agua de los datos evaluados}}{\text{Número Total de datos evaluados}} \quad (5)$$

**F3-Amplitud:** Son las desviaciones que existe en los valores, se calcula con la suma normalizada de excedentes de los valores respecto al total de valores.

$$F_3 = \left( \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes}+1} \right) \times 100 \quad (6)$$

Donde:

$$\text{nse} = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}} \quad (7)$$

**Caso 1:** Ocurre cuando la concentración del parámetro supera al valor establecido por el ECA-Agua.

$$\text{Excedente}_i = \left( \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA Agua}} \right) - 1 \quad (8)$$

**Caso 2:** Ocurre cuando la concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA-Agua, incumpliendo lo señalado en el mismo.

$$\text{Excedente}_i = \left( \frac{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA Agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA Agua}} \right) - 1 \quad (9)$$

Cuando ya se tiene obtenido los valores F1, F2 y F3, se calcula el índice de calidad de agua, mediante la siguiente ecuación:

$$ICA - PE = 100 - \left( \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right) \quad (10)$$

El valor del índice se presenta como una cifra adimensional que oscila entre 1 y 100. Este índice se emplea para establecer cinco niveles de sensibilidad que permiten clasificar la calidad del agua en categorías: mala, regular, favorable, buena y excelente.

**Tabla 5.** Interpretación de la calificación ICA-PE

| ICA -PE | Calificación | Interpretación  |
|---------|--------------|---|
| 90-100  | Excelente    | El agua está garantizada sin la presencia de amenazas, ni daños. Las condiciones se asemejan a los niveles naturales o deseados.  |
| 75-89   | Bueno        | La calidad del agua se desvía ligeramente de su estado natural. Pero aun así las condiciones deseables podrían enfrentar amenazas o daños de baja magnitud.   |
| 45-74   | Regular      | La calidad del agua no alcanza los estándares deseados por ende con frecuencia las condiciones ideales se ven comprometidas o dañadas. Se requieren tratamientos adicionales para muchos de sus usos. |
| 30-44   | Malo         | La calidad del agua no alcanza los estándares deseados, por ende, con frecuencia las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Se requiere tratamientos adicionales para muchos de sus usos.  |
| 0-29    | Pésimo       | La calidad del agua no cumple con los estándares deseados por ende se ve amenazada o dañada. Todos los usos necesitan ser precedidos por tratamiento.   |

Fuente: ANA (2018)

### 3.3.2.3. Determinación del caudal

La medición del caudal de la fuente de agua natural se realizó de mayo a octubre del 2023, utilizando el método empírico. La medición de caudal se realizó por el método del flotador (Mott, 2006), se realizó tres repeticiones para luego calcular el promedio. El caudal se calculó como:

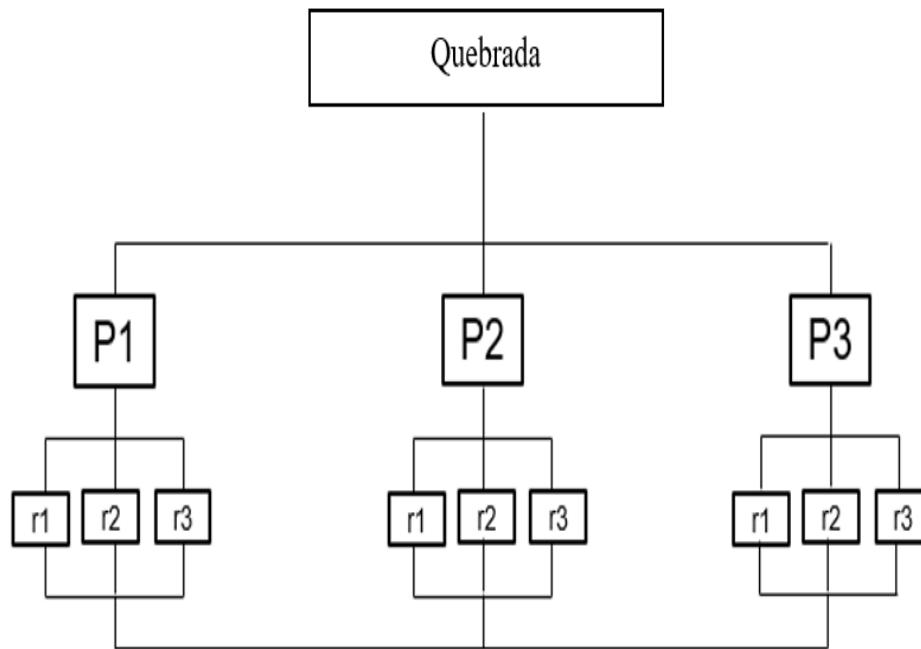
$$Q = A * v \quad (11)$$

Donde:

Q: Caudal (L/s)

A: Área (m<sup>2</sup>)

V: Velocidad media (m/s)



**Figura 5.** Diseño para medición de caudal por quebrada

Nota. P: puntos de muestreo en la quebrada; r: repeticiones

También se determinó los caudales que utilizan los AAHH adyacentes a la UNAS para el consumo humano y uso doméstico a través del método volumétrico, se midió en los lugares donde captan el agua dentro de la cuenca, utilizando un balde graduado en litros y un cronometro. Para el cálculo del caudal se utilizó la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{V}{T} \quad (12)$$

Donde:

Q: Caudal de las fuentes de agua de las cuencas (L/s)

V: Cantidad de agua recolectada en el recipiente (L)

T: Tiempo de recolección en el recipiente (s)

### 3.3.3. Establecimiento de medidas para la conservación y recuperación del servicio de provisión hídrica en el BRUNAS

Mediante las encuestas se recolecto información de población sobre la problemática de la calidad del agua de las quebradas, para la cual se utilizó la Matriz de Vester (Ingenio, 2016) como herramienta que facilitó la identificación de los problemas más importantes, que afectan a la conservación del recurso hídrico, luego se evaluó propuestas que pueden ser aplicados en el BRUNAS, así como las que pueden ser más inmediatas.

Asimismo, se muestra la Matriz de Vester que se utilizó:

0: No lo causa

1: Lo causa indirectamente o tiene alguna causalidad débil

2: Lo causa de forma semidirecta o tiene causalidad media.

3: Lo causa directamente o tiene causalidad fuerte.



**Figura 6.** Cuadrantes de Matriz de Vester

Fuente: Aguirre et al. (2006)

**Problemas Pasivos:** Estos se caracterizan por presentar un nivel alto de pasivos y un nivel bajo de activos, lo que sugiere que su influencia causal es limitada. Se utilizan como indicadores para evaluar cambios y la efectividad de las intervenciones en problemas activos.

**Problemas críticos:** Estos problemas se caracterizan por presentar valores elevados tanto en el total de activos como en el total de pasivos, lo que indica una gran influencia causal. Los resultados finales están condicionados por la manera en que se gestionen.

**Problemas indiferentes:** El total de activos y pasivos muestra valores reducidos, indicando una influencia causal escasa; estos elementos no son producidos por la mayoría de los otros componentes y cuentan con baja prioridad en el sistema evaluado.

**Problemas Activos:** Son un alto valor en activos y bajo en pasivos tienen una fuerte influencia causal sobre la mayoría de los demás elementos, aunque no son afectados por factores externos. Estos elementos son esenciales, pues constituyen la causa principal del problema central (Aguirre et al., 2006).

**Tabla 6.** Matriz de Vester

| Código             | Variable | Situación problemática |                |                |                |       | Influencia |
|--------------------|----------|------------------------|----------------|----------------|----------------|-------|------------|
|                    |          | P <sub>1</sub>         | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | P “n” |            |
| P <sub>1</sub>     |          | 0                      |                |                |                |       | 0          |
| P <sub>2</sub>     |          |                        | 0              |                |                |       | 0          |
| P <sub>3</sub>     |          |                        |                | 0              |                |       |            |
| P <sub>4</sub>     |          |                        |                |                | 0              |       | 0          |
| P “n”              |          |                        |                |                |                | 0     | 0          |
| <b>Dependencia</b> |          | 0                      | 0              | 0              | 0              | 0     | 0          |

Fuente: Ingenio (2016)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Caracterización del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

#### 5.1.1. Análisis morfológico de las cuencas

Es por ello, que los resultados del análisis morfológico de las cuencas de las seis quebradas del BRUNAS son los siguientes:

**Tabla 7.** Análisis morfológico de las microcuencas de las quebradas

| Parámetro                  | Unidad          | Quebrada Cocheros | Quebrada Zoocriadero | Quebrada Naranjal | Quebrada Córdova | Quebrada del Águila | Quebrada Asunción Saldaña |
|----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| Área                       | Km <sup>2</sup> | 0,57              | 0,28                 | 0,59              | 0,47             | 1,31                | 0,38                      |
| Perímetro                  | Km              | 4,64              | 3,5                  | 4,28              | 3,86             | 6,16                | 3,25                      |
| Longitud axial             | Km              | 1,87              | 1,51                 | 1,84              | 1,61             | 2,54                | 1,47                      |
| Ancho promedio             | Km              | 0,39              | 0,3                  | 0,42              | 0,36             | 0,81                | 0,38                      |
| Factor de forma            | S/U             | 0,21              | 0,2                  | 0,23              | 0,22             | 0,32                | 0,26                      |
| Coefficiente de compacidad | S/U             | 1,74              | 1,86                 | 1,57              | 1,59             | 1,52                | 1,48                      |
| Pendiente media            | %               | 40,22             | 30,6                 | 32,6              | 38,3             | 27,48               | 28,56                     |

Nota: S/U, sin unidad

Las microcuencas de las seis quebradas del BRUNAS tienen una morfología alargada, ovalada o rectangular, lo que reduce el riesgo de crecidas rápidas, estas características pueden influir en la sostenibilidad del suministro de agua y en la vulnerabilidad de la urbanización y la agricultura.

Vega (2022) señala que los factores como la topografía, el uso del suelo y la proximidad a fuentes de agua afectan las percepciones sobre la calidad y cantidad del recurso hídrico disponible. Además, Espinoza (2021) encontró que las características morfométricas y geomorfológicas de las cuencas, junto con las actividades humanas, impactan la gestión del recurso. Peña (2018) destacó que comprender estas características es clave para

identificar la vulnerabilidad a los impactos humanos y fenómenos climáticos extremos, como El Niño y La Niña, que agravan los riesgos de desastres naturales. Por último, Peralta (2024) señala que la forma alargada de las cuencas reduce la vulnerabilidad a las crecidas rápidas, aunque algunas microcuencas, como la CQ4 y CQ8, fueron más propensas a la erosión, lo que sugirió una gestión adecuada para mitigar los riesgos.

## **5.1.2. Determinación de la calidad del agua**

### **5.1.2.1. Parámetros fisicoquímicos**

Del análisis de índice de calidad de agua, determinada de la metodología ICA-PE del ANA (Autoridad Nacional del Agua, 2016), todas las quebradas Cocheros, Zoocriadero, Naranjal, Córdova, Del Águila y Asunción Saldaña presentaron una calificación de regular (48-56 % ICA-PE) según parámetros fisicoquímicos, lo cual quiere decir que la calidad del agua con este tipo de calificación no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas y muchos de los usos requieren tratamiento.

En este caso, uno de los factores críticos fueron los valores extremadamente bajos de alcalinidad ( $< 1 \text{ mg/L}$ , ANEXO B) en las quebradas se tradujo en una marcada tendencia corrosiva, confirmada por estudios comparables en Pauta y Quezada (2017), donde la alcalinidad inferior a  $76 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$  generó agua claramente corrosiva; estudios en Bailey et al. (2023) señalan que niveles de alcalinidad  $< 10 \text{ mg/L}$  suelen acompañarse de pH entre 5 y 7, coincidiendo con las condiciones ácidas encontradas en nuestras cuencas; además, Pérez et al. (2025) demostraron que la adición de  $\text{Ca(OH)}_2$  para subir la alcalinidad hasta lograr un pH de aproximadamente 8,8 estabiliza la corrosión. En conjunto, estas evidencias destacan que la alcalinidad tan baja en las quebradas no es solo un indicador, sino un impulsor activo de corrosión y deterioro fisicoquímico, confirmando los resultados “regulares” del ICA PE que exigen intervención.

**Tabla 8.** Análisis de índice de calidad de agua ICA-PE de las quebradas según parámetros fisicoquímicos

| Fuente de agua            | Colina | ICA-PE (%) Físicoquímicos | Calidad |
|---------------------------|--------|---------------------------|---------|
| Quebrada Cocheros         | Alta   | 53                        | Regular |
|                           | Media  | 56                        | Regular |
|                           | Baja   | 52                        | Regular |
| Quebrada Zoocriadero      | Alta   | 55                        | Regular |
|                           | Media  | 54                        | Regular |
|                           | Baja   | 50                        | Regular |
| Quebrada Naranjal         | Alta   | 53                        | Regular |
|                           | Media  | 53                        | Regular |
|                           | Baja   | 48                        | Regular |
| Quebrada Córdoba          | Alta   | 47                        | Regular |
|                           | Media  | 49                        | Regular |
|                           | Baja   | 50                        | Regular |
| Quebrada del Águila       | Alta   | 51                        | Regular |
|                           | Media  | 53                        | Regular |
|                           | Baja   | 52                        | Regular |
| Quebrada Asunción Saldaña | Alta   | 45                        | Regular |
|                           | Media  | 47                        | Regular |
|                           | Baja   | 49                        | Regular |

Las características fisicoquímicas del agua en el BRUNAS son cruciales para la disposición a pagar por el servicio, se observó que el parámetro de pH en algunos puntos se mostraba por debajo del rango aceptado (6,5 – 8,5) y los valores de alcalinidad estaban por debajo de los límites permitidos.

Vega (2022) señala que la calidad del agua principalmente estaba influenciada por parámetros como el pH, la turbidez, la presencia de metales pesados y el cloro residual, y estas características impactan directamente en la percepción de los usuarios sobre la seguridad y confiabilidad del suministro, lo que a su vez afecta su disposición a pagar por el servicio (Vega, 2022). Pero, la adecuada gestión de estos parámetros puede asegurar la aceptación del servicio y fomentar una mayor disposición a pagar, ya que los usuarios valoran un suministro de agua seguro y de calidad (Peña, 2018; Espinoza-Cisnero, 2021).

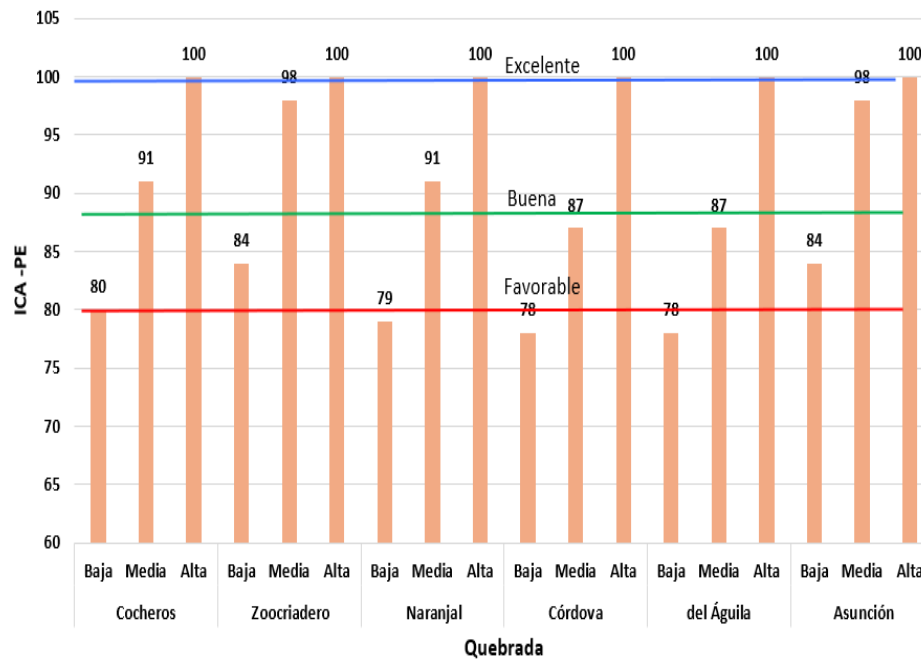
#### 5.1.2.2. Parámetros microbiológicos

Las seis quebradas de donde se provee el agua presentaron una calificación del índice de calidad de agua entre excelente y favorable, evaluadas por la presencia de *Escherichia coli*, coliformes total y de mohos. Cuando se observó por colina, la colina alta presentó un índice de calidad de Excelente (Tabla 9), esto indica que la calidad del agua está

protegida, sin presencia de amenazas ni daños. La colina media obtuvo una calificación entre excelente y buena, lo que significa que la calidad del agua se desvía ligeramente de su estado natural, pudiendo presentar algunas amenazas o en condiciones deseables. Por su parte, la colina baja mostró un índice de calidad entre buena y favorable. En términos generales, las seis quebradas evaluadas se encuentran en buen estado según parámetros microbiológicos. La calificación de excelente indica que la calidad del agua está protegida y libre de amenazas, con condiciones muy cercanas a niveles naturales o deseables, lo que sugiere ausencia de contaminación fecal. La inexistencia de *Escherichia coli* es un indicador confiable de que la calidad microbiológica del agua es adecuada para consumo, dado que esta bacteria es un marcador clave de contaminación fecal y riesgo sanitario potencial.

**Tabla 9.** Análisis de índice de calidad de agua ICA-PE de las quebradas según parámetros microbiológicos

| <b>Fuente de agua</b> | <b>Colina</b> | <b>ICA-PE (%)</b> | <b>Calidad</b> |
|-----------------------|---------------|-------------------|----------------|
| Quebrada Cocheros     | Alta          | 100               | Excelente      |
|                       | Media         | 91                | Buena          |
|                       | Baja          | 80                | Buena          |
| Quebrada Zoocriadero  | Alta          | 100               | Excelente      |
|                       | Media         | 98                | Excelente      |
|                       | Baja          | 84                | Buena          |
| Quebrada Naranjal     | Alta          | 100               | Excelente      |
|                       | Media         | 91                | Buena          |
|                       | Baja          | 79                | Favorable      |
| Quebrada Córdova      | Alta          | 100               | Excelente      |
|                       | Media         | 87                | Buena          |
|                       | Baja          | 78                | Favorable      |
| Quebrada del Águila   | Alta          | 100               | Excelente      |
|                       | Media         | 87                | Buena          |
|                       | Baja          | 78                | Favorable      |
| Quebrada Asunción     | Alta          | 100               | Excelente      |
|                       | Media         | 98                | Excelente      |
|                       | Baja          | 84                | Buena          |



**Figura 7.** Índice de calidad de agua ICA-PE de las quebradas del BRUNAS

Se registraron valores de 0 UFC/100 mL de *Escherichia coli* en todas las ubicaciones (Colina Baja, Colina Media y Colina Alta) de todas las quebradas.

Los valores de coliformes totales en las quebradas se mantuvieron por debajo de los LMP de <1,8 UFC/100 mL establecidos por las normativas. En las tres ubicaciones, en Colina Baja, Colina Media y Colina Alta, todos por debajo del límite permisible de 50 UFC/100 mL de coliformes totales. Esto sugiere que la presencia de coliformes en el agua es mínima y no representa un riesgo significativo para la salud pública.

En cuanto a los mohos, los valores registrados fueron 8 a 15 UFC/100 mL en Colina Baja, 5 a 8 UFC/100 mL en Colina Media y 1 a 3 UFC/100 mL en Colina Alta. Aunque no se establece un límite específico en los ECA para mohos, los valores obtenidos están dentro de un rango que no es preocupante para la calidad del agua, aunque la presencia de mohos en el agua puede ser un indicio de la contaminación orgánica y la necesidad de vigilancia sobre las fuentes de agua. En resumen, los resultados microbiológicos de las quebradas son favorables y cumplen con los ECA y los LMP establecidos para la calidad del agua potable, lo que sugiere que el agua de esta fuente es segura para el consumo humano.

La calidad microbiológica del agua juega un papel esencial en la disposición a pagar por el servicio de agua. En comunidades donde la seguridad y la confiabilidad del agua son percibidas como altas debido a la ausencia de contaminantes microbiológicos, los usuarios suelen estar más dispuestos a pagar por el servicio, ya que perciben que tienen acceso a un recurso seguro y de buena calidad (Sánchez et al., 2020). La ausencia de contaminantes microbiológicos como *Escherichia coli* y coliformes es un indicador clave de que el agua es apta para el consumo humano, lo que genera confianza en la población y favorece la disposición a pagar, ya que los riesgos asociados con enfermedades transmitidas por el agua se minimizan.

Por otro lado, el buen estado microbiológico también es un factor determinante para la aceptación del servicio, ya que el acceso a agua potable y libre de microorganismos patógenos es fundamental para la calidad de vida de los usuarios. La gestión efectiva de estos parámetros microbiológicos, combinada con la información adecuada sobre su calidad, puede contribuir a mejorar la percepción de los usuarios sobre el servicio, lo que en consecuencia aumenta su disposición a contribuir económicamente para mantener y mejorar la infraestructura de provisión de agua (Peña, 2018).

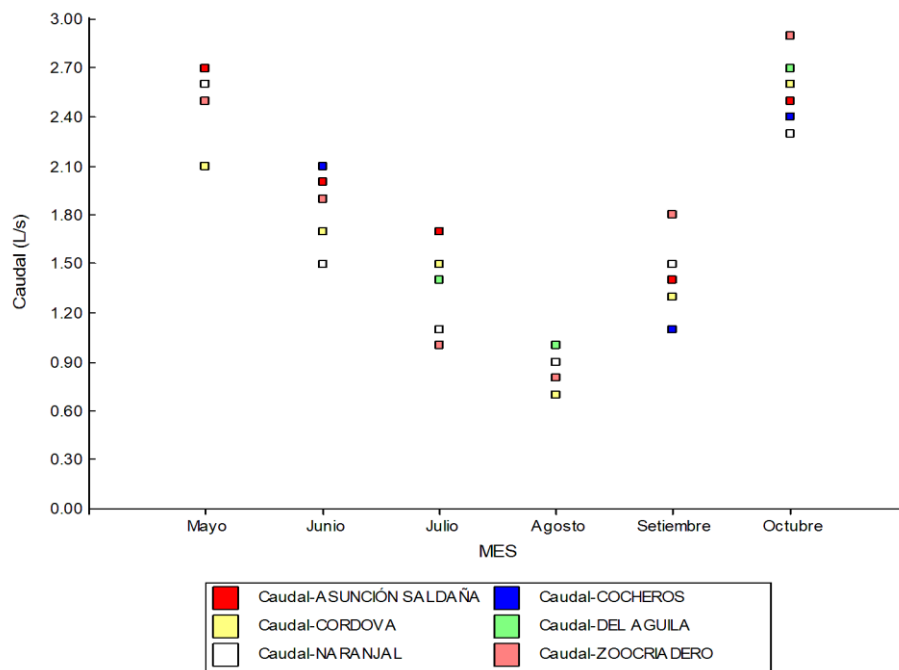
### **5.1.2.3. Determinación del caudal**

El caudal de las seis quebradas que abastecen al BRUNAS (Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero) presenta una clara estacionalidad. Durante mayo y octubre, se alcanzaron valores máximos de 2,5-2,7 L/s, mientras que en la estación seca (junio a septiembre) el caudal disminuyó a 0,7-2,1 L/s, evidenciando la dependencia del recurso hídrico frente a la distribución de lluvias en la selva alta (Pozo Torres, 2024; Puerta, 2007).

Este patrón coincide con las tendencias pluviométricas reportadas por SENAMHI, donde los meses de mayor lluvia son abril y mayo, seguidos por mínimos entre julio y agosto (SENAMHI, 2020). Además, durante la temporada de lluvias 2025, la estación en Tingo María alcanzó niveles de alerta naranja y roja, registrándose 4,31 m en el río Huallaga, lo que confirma el comportamiento dinámico y volátil del sistema hídrico regional.

Este comportamiento tiene implicancias directas sobre la disposición a pagar (DAP) por el servicio hídrico. Durante periodos de caudal bajo, los usuarios perciben un

mayor riesgo en la sostenibilidad del suministro, lo que eleva su disposición a financiar medidas de seguridad y mejora. En contraste, cuando el recurso es abundante, la percepción de suficiencia también puede motivar una valoración positiva del servicio, incentivando contribuciones para mantener infraestructura y calidad (Gómez y Rivera, 2021; Martínez y Vargas, 2019). Por tanto, el diseño de tarifas o fondos de conservación debe considerar esta estacionalidad, promoviendo tarifas diferenciales o subsidios temporales según flujos de agua y capacidad de pago de los usuarios.



**Figura 8.** Evaluación del caudal de las quebradas abastecedoras de agua

Desde una perspectiva de gestión, los caudales fluctuantes resaltan la necesidad de estrategias como almacenamiento en embalses, reforestación en zonas de recarga, sistemas de tratamiento, regulación de caudales y monitoreo permanente. Estas medidas no solo mejoran la confiabilidad del servicio, sino que también aumentan la percepción de valor por parte de los usuarios, fortaleciendo su disposición a pagar (Zapata y Hernández, 2020; López y Pérez, 2020).

En vista de lo anterior, es fundamental planificar acciones integrales que combinen infraestructura, participación comunitaria y monitoreo, con el fin de garantizar la

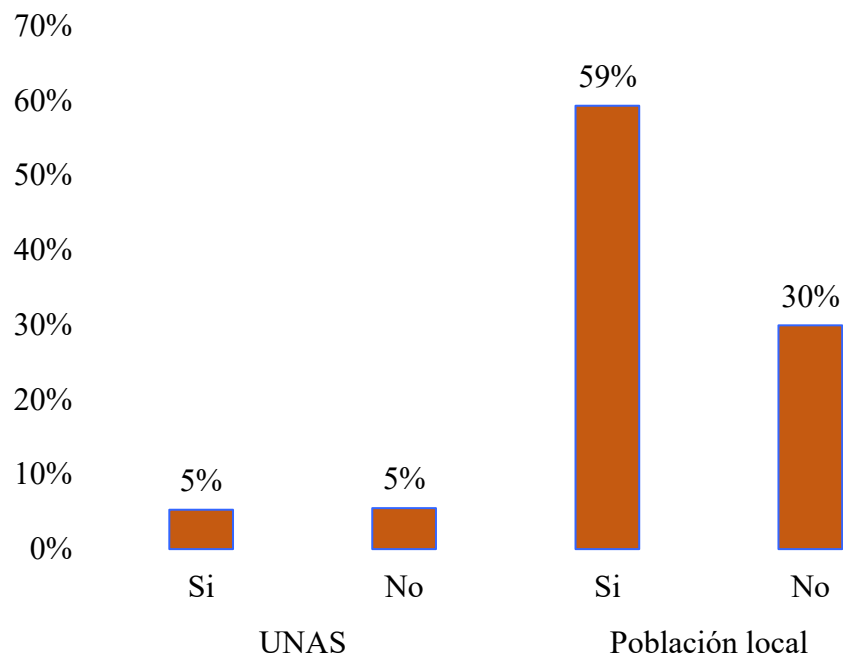
sostenibilidad del recurso hídrico del BRUNAS en condiciones de variabilidad estacional y climático extremo.

## **5.2. Determinación de la disposición a pagar (DAP) por la conservación del servicio de provisión de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva**

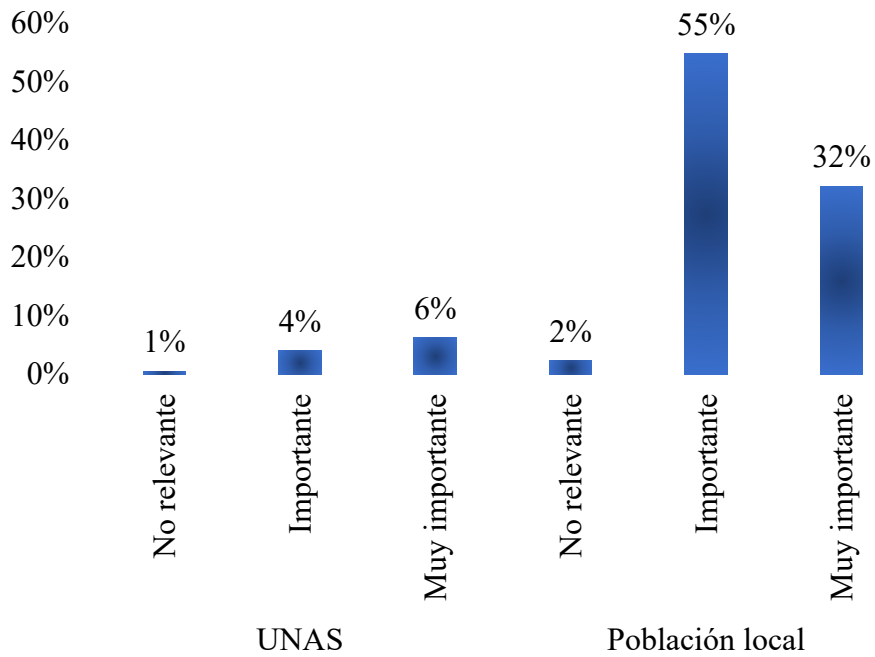
En la Figura 9, se observa que la decisión del grupo de los internados equivale al 10% aproximadamente, el 50 % de este grupo conoce de donde proviene el agua, en suma con el porcentaje de la población local serían 64 % de los encuestados (entre el Internado de la UNAS y de la población local) afirmaron conocer el origen del agua que utilizan en su zona, mientras que el 36 % indicó no saber de dónde proviene o donde se encuentra su origen.

Según los resultados de la encuesta realizada, en la Figura 10 existe un gran porcentaje de los encuestados que consideran importante el recurso hídrico del Bosque Reservado de la UNAS y que corresponde a la población local, en total incluyendo a los internados, el 58 % lo califica como importante y el 39 % lo considera muy importante como recurso natural; en contraste, el 3 % de los encuestados tanto de la población local como del Internado de la UNAS considera que el recurso hídrico no es relevante.

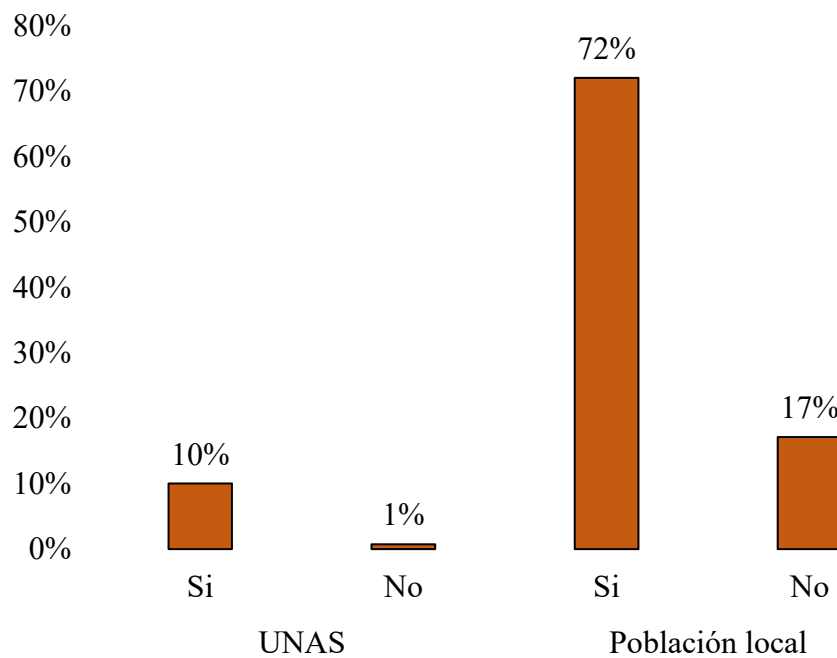
Respecto a los resultados de la encuesta realizada, Figura 11 el 82 % de los encuestados mencionan que utilizan el recurso hídrico que ofrece el BRUNAS y el 18 % de los encuestados mencionan que no utilizan el recurso hídrico que ofrece el Bosque Reservado de la UNAS.



**Figura 9.** Servicio de provisión de agua que se utiliza en su zona



**Figura 10.** Importancia del recurso hídrico que ofrece el BRUNAS



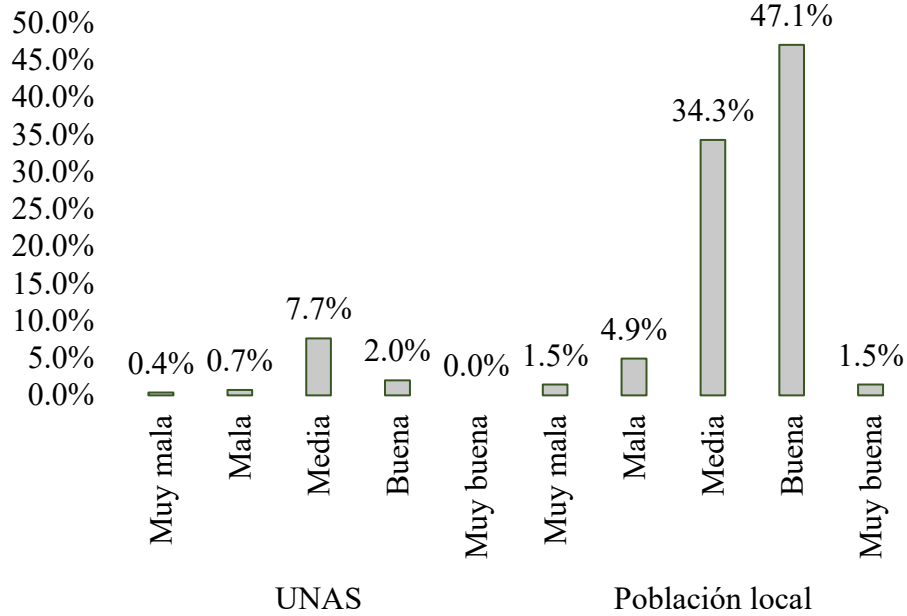
**Figura 11.** Servicio ambiental hídrico ofrecido por el BRUNAS

Morales (2021) encontró el 68,74 % de los SAP abastecen de agua las 24 h/día, mientras que el 31,26 % de las comunidades cuenta con agua menos de 24 h/día, ya que presentó una precipitación anual de 2 322 mm, pendiente de 14,37 %, temperatura media de 25,26 °C, ante ello ejecutaron propuestas de una buena cooperación y gestión de las JASS y las ONGs en su fortalecimiento.

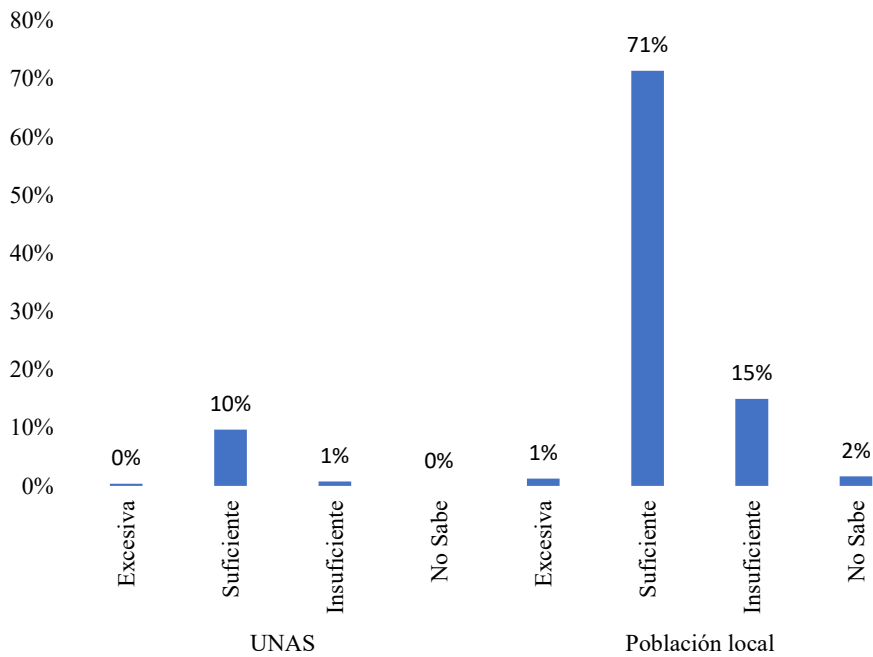
Chinchay-Alza (2025) encontró que en la quebrada Cachiyacu tienen una alta disposición de la población para participar en acciones de conservación del recurso hídrico mediante mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hidrológicos (SEH). El 94,12 % de los encuestados manifestó su voluntad de involucrarse en actividades como reforestación y protección de las fajas marginales, así como en contribuir económicamente para la recuperación del caudal. Esta predisposición social permite sustentar la implementación de un modelo financiero local que podría ser administrado por una entidad como la JASS, utilizando esquemas de facturación diferenciados (un recibo adicional).

En la Figura 12, el 2 % de los encuestados menciona que la calidad del agua es muy mala, el 6 % menciona que la calidad del agua es mala, el 42 % menciona que la calidad

del agua es media, el 49 % menciona que la calidad del agua es buena y el 1 % menciona que la calidad del agua es muy buena.



**Figura 12.** Calidad de agua que recibe los encuestados



**Figura 13.** Abastecimiento del agua potable de los encuestados

En la Figura 13, el 1 % señala que el agua con el que se abastecen es excesiva, el 81 % señala que el agua con el que se abastecen es suficiente, el 16 % señala que el agua con el que se abastecen es insuficiente y el 2 % señala que no saben.

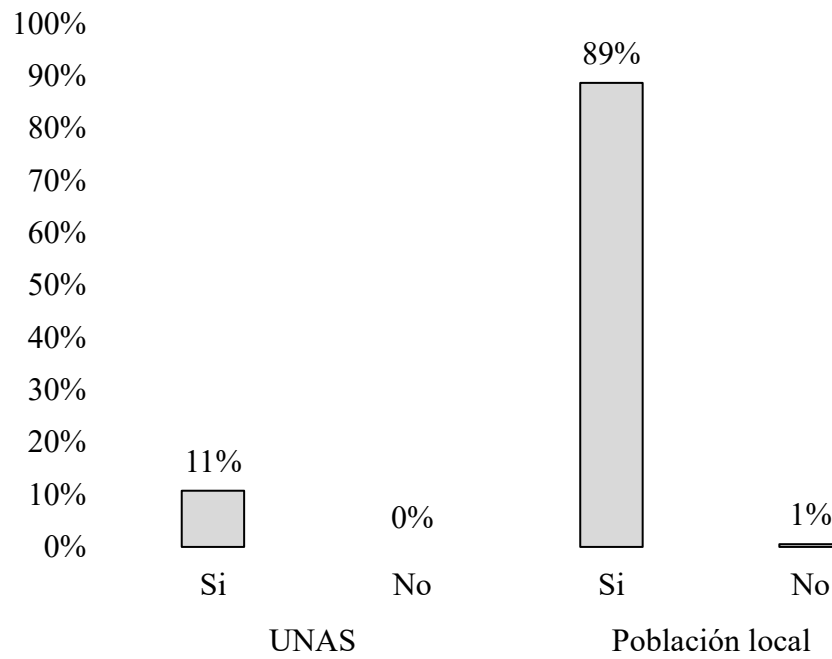
Esto es similar a lo encontrado por Briones y Ricaurte (2025) quien encontró una calidad buena en la quebrada Hualcanga, además tuvo un caudal ofertado de 0,31 – 0,43 m<sup>3</sup>/s, señala también que la dotación de agua disponible esta influenciada directamente por el tipo de uso que le da la población demandante de este recurso hídrico como también los factores ambientales y el cambio de uso del suelo.

También, se encontró valores superiores en lo reportado por Alzamora (2023) quien encontró que el 96,5 % manifiesta que con el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua, logrará mejorar la cobertura y la dotación del agua en el centro poblado Cambio Puente, esto debido a que las condiciones actuales del SAP están en pésimo estado, presentando partes vulnerables y sin ninguna protección, siendo estructuras con alto nivel de riesgo ambiental a nivel estructural.

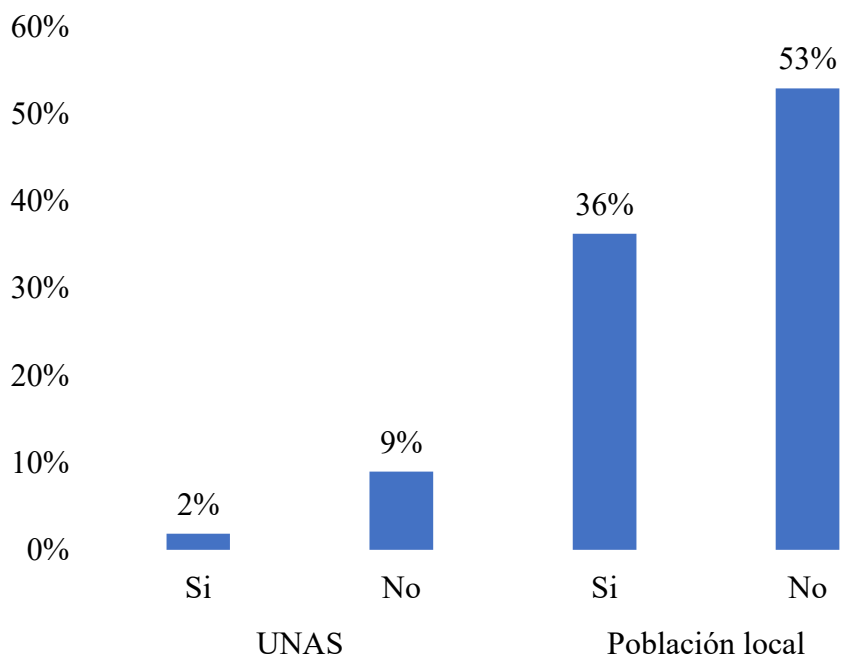
En la Figura 14, el 99 % considera importante conservar el área de donde proviene el agua, mientras que el 1 % indica que no considera importante.

En la Figura 15, el 38 % indica que en su zona realizan actividades para la conservación del recurso hídrico, mientras que el 62 % señala que no realizan actividades.

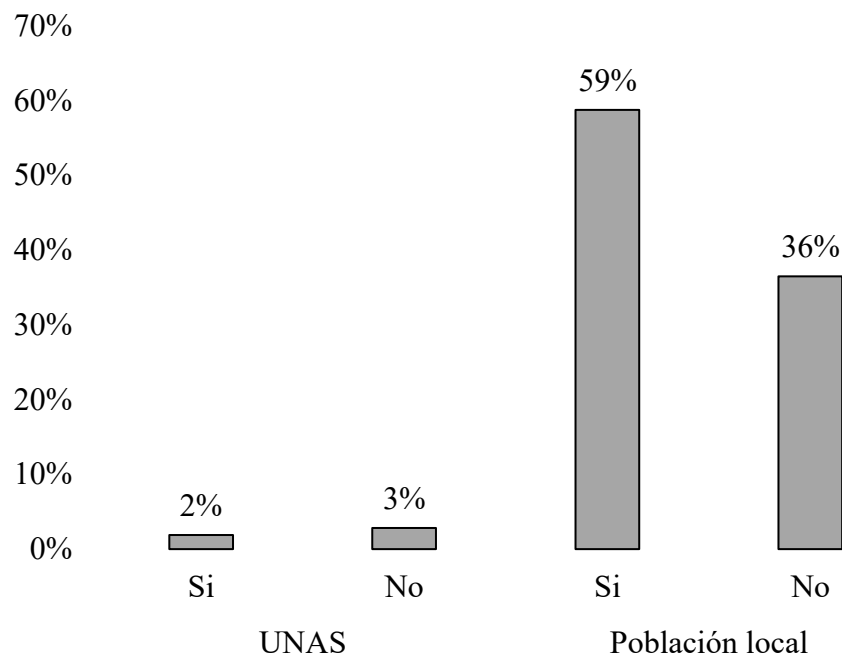
En la Figura 16, el 61 % de los que respondieron SI en la anterior pregunta aluden que dan cuota para los materiales para la actividad de conservación del recurso hídrico, mientras que el 39 % aluden que no dan cuota.



**Figura 14.** Conservación de la procedencia del agua



**Figura 15.** Actividades para la conservación del recurso hídrico



**Figura 16.** Cuota para la conservación del recurso hídrico

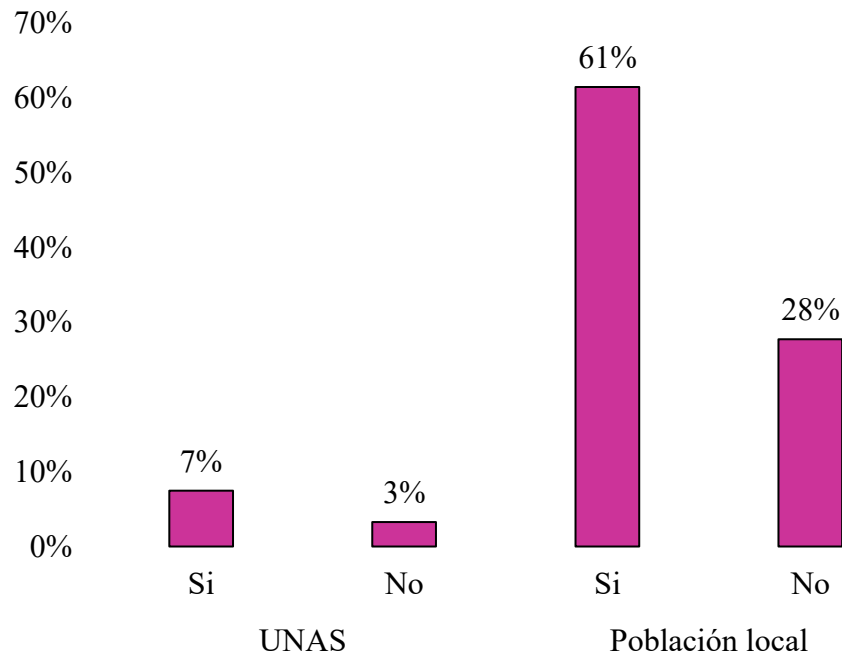
Respecto a los resultados de la encuesta realizada, el 69 % está dispuesto a pagar por conservar el agua del BRUNAS, mientras que el 31 % no están de acuerdo en pagar para la conservación del agua del BRUNAS. Esto es acorde con estudios similares en la región, como el caso del río Huallaga en Tingo María (Oré et al., 2024), donde se estimó una disposición a pagar promedio de S/. 6,87 para conservación hídrica, lo que confirma una tendencia favorable a contribuir económicamente por este tipo de bienes públicos.

Esto es similar a lo encontrado por Clavijo (2024) quien encontró que el 69 % de la población está dispuesta con la intervención para la conservación de las quebradas Ortega y Caupicho, ya que perciben que la calidad del agua es deficiente y que la calidad de la vegetación no es afectable pero la calidad de la fauna es pésima, es por ello que la Cooperativa Alianza Solidara participó en la mejora y la implementación de proyecto para la mejora de la conservación de las quebradas especialmente en el aspecto biológico, ambiental y paisajístico.

Asimismo, se refutó lo reportado por Machuca y Silva (2024) quienes encontraron que el 32 % de la población beneficiada con el recurso hídrico está solo dispuesto a pagar S/. 1,00 como adicional a su recibo para la conservación de la microcuenca Asunción – Cajamarca, esto debido a que observaron un mal uso de los recursos naturales, inadecuado

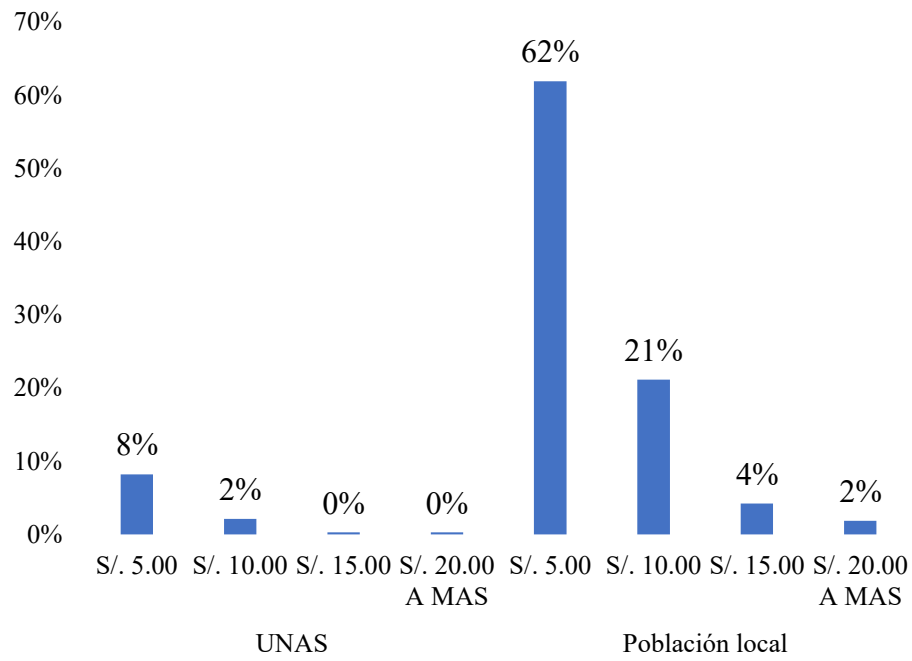
manejo del agua y agroquímicos, asimismo, reportó carencias en las mejoras para la conservación de la microcuenca.

Relacionando los resultados, en la Figura 17 el respaldo mayoritario de la población (99 %) en cuanto a la importancia de conservar el área de origen del agua, junto con un uso generalizado del servicio (82 %), refuerzan la existencia de un capital social propicio para ejecutar mecanismos de pago por servicios ecosistémicos. Sin embargo, solo el 38 % realiza actividades de conservación local, y de estos, solo el 61 % aporta cuotas económicas, lo que revela una brecha entre intención y acción.

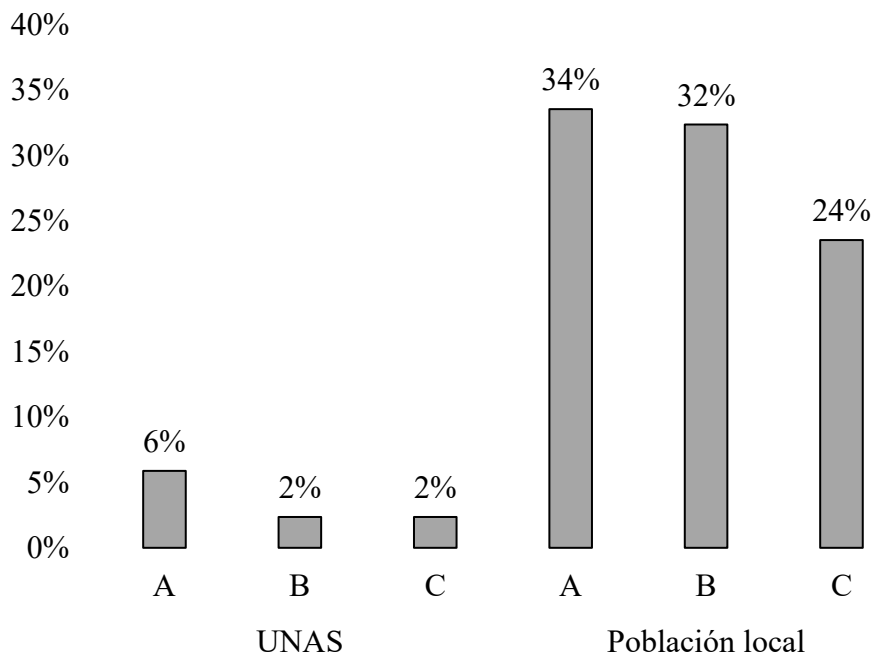


**Figura 17.** Disposición a pagar por la conservación de las fuentes de agua del BRUNAS

En la Figura 18, el 70 % menciona que pueden pagar un adicional de S/. 5, el 23 % señala que pueden pagar un adicional de S/. 10, el 4 % aluden que pueden pagar un adicional de S/. 15 y el 2 % indica que pueden pagar un adicional de S/. 20 a más.



**Figura 18.** Costo adicional para la disposición a pagar por el servicio de provisión de agua del BRUNAS.



**Figura 19.** Indisposición a pagar por el servicio del agua

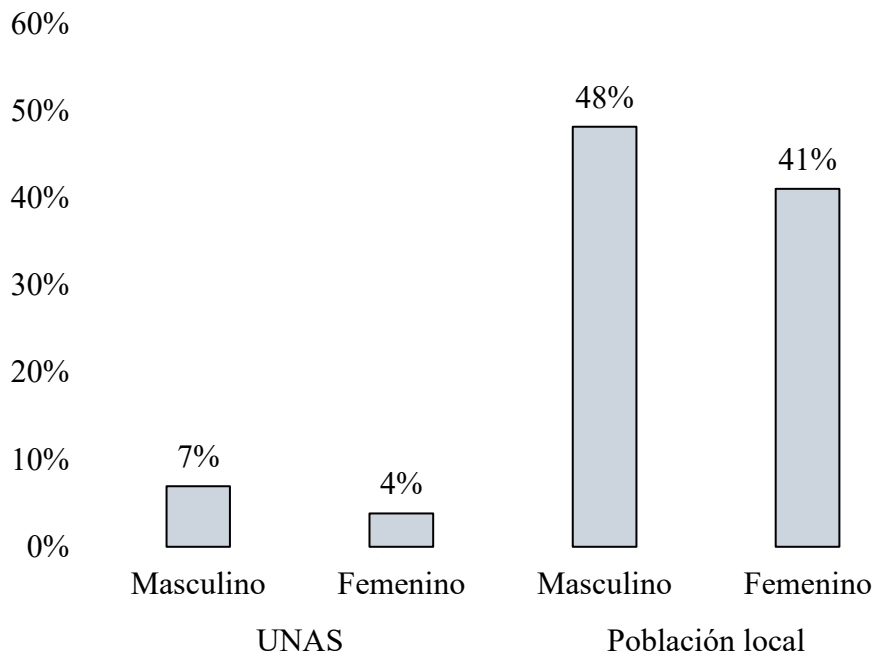
En la Figura 19, el 40 % no están dispuestos a pagar por que no tienen suficientes recursos económicos (A), el 34 % no están dispuestos a pagar por que no confían en el uso adecuado de los fondos (B) y el 26 % no están dispuestos a pagar por que menciona que la UNAS es el que debe de pagar (C), no es su responsabilidad.

Huamancayo (2024) aplicó un modelo de regresión logística binaria en una muestra de 129 visitantes de la Concesión Forestal Sinaí-Uchiza, San Martín, revelando que la disposición a pagar (DAP) promedio fue de S/. 5,35 por visitante y que los factores más influyentes fueron el conocimiento sobre los servicios ecosistémicos, el tipo de visitante, la edad, la cantidad de hijos y el monto propuesto como pago. Además, se identificó que el 71 % prioriza el servicio de regulación, el 63 % tiene entre 18 y 35 años, el 48 % no tiene hijos y el 53 % estaría dispuesto a pagar S/. 15 por la conservación, aunque el pago promedio resultó menor.

Este contraste entre la intención de pago más elevada y el promedio real sugiere que, aunque existe una valoración tangible de los beneficios del bosque, los límites económicos personales modulan la DAP. Asimismo, la fuerte preferencia por el servicio de regulación refleja una conciencia ambiental enfocada en el control hídrico, lo cual coincide con otros estudios donde el conocimiento y la edad también influyen significativamente en la DAP.

El aporte que podrían pagar por el agua es superior al monto estimado de S/ 2,19 por los pobladores del Centro Poblado Chucaripo del Distrito de Samán al sur de Perú (Huacani, et al., 2024). Este aspecto coincide con hallazgos de Galarza et al. (2024) quienes identificaron que la confianza en la gestión y la transparencia son factores cruciales que influyen la disposición a pagar por servicios mejorados de agua en contextos peruanos.

En la Figura 20, el 55 % de los encuestados son de sexo masculinos, mientras que el 45 % son de sexo femenino.

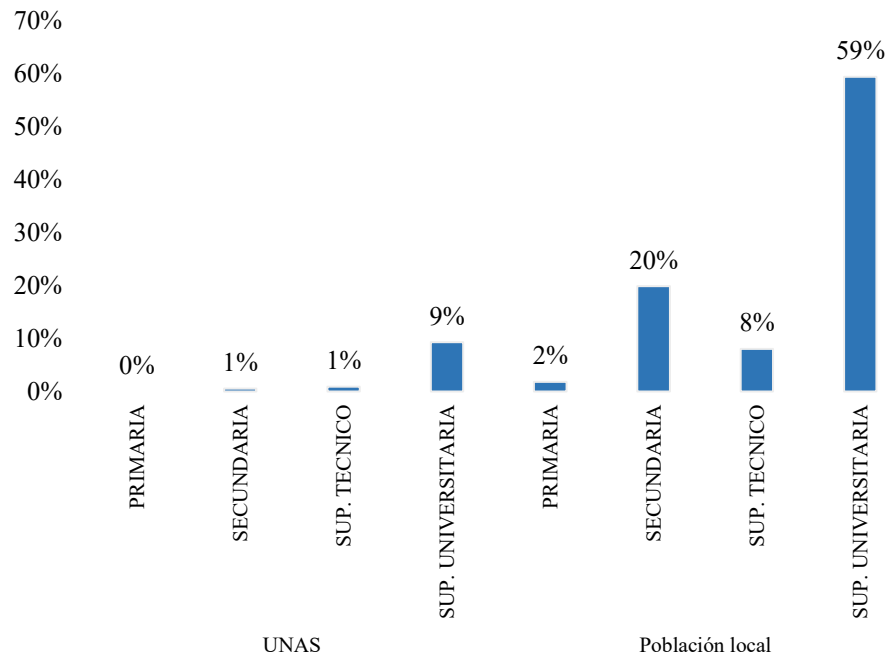


**Figura 20.** Orientación sexual de los encuestados

Seguidamente, en la Figura 21, el 2 % de los encuestados tienen primaria, el 21 % de los encuestados tienen secundaria, el 9 % de los encuestados tienen superior técnico y el 68 % de los encuestados tienen superior universitaria. En nuestra muestra, la presencia casi equilibrada de ambos sexos sugiere que la DAP para preservar el servicio hídrico del BRUNAS podría ser representativa de la comunidad y no sesgada por género.

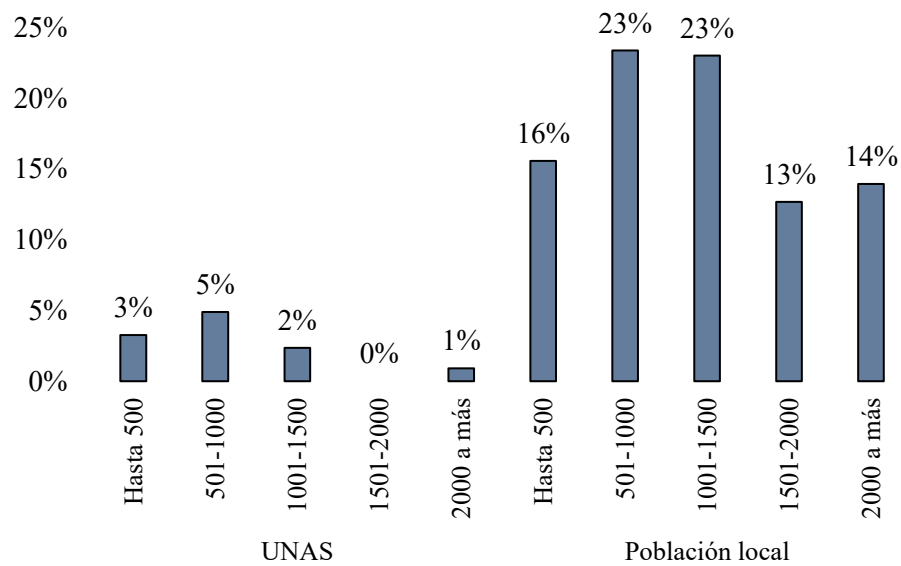
Reafirmando lo reportado por Galarza et al. (2022) que analizaron la influencia del género en la disposición a pagar por servicios hídricos: se ha evidenciado que el género influye en la valoración de mejoras del agua, pero la dirección del efecto varía según el contexto cultural y de uso del agua.

De igual manera, es confirmado por Galarza et al. (2024) quienes observaron que las características individuales incluido el sexo influyen en la DAP, aunque con variaciones según el tipo de mejora demandada (calidad, continuidad o acceso).



**Figura 21.** Grado de instrucción de los encuestados

Asimismo, en la Figura 22 el 19 % mencionan que su ingreso mensual es hasta S/. 500,00, el 28% señala que su ingreso mensual es entre S/. 500,00 – S/. 1 000,00, el 25 % señala que su ingreso mensual es entre S/. 1 000,00 – S/. 1 500,00, el 13 % mencionan que su ingreso mensual es entre S/. 1 500,00 – S/. 2 000,00 y el 15 % indican que su ingreso mensual es de S/. 2 000,00 a más.



**Figura 22.** Ingreso familiar mensual

Esto es confirmado por Galarza et al. (2022) quienes encontraron que la dependencia de la disposición a pagar depende del grado de instrucción, disponiendo de mayores recursos económico para las mejoras en el agua, ya que las personas más educadas valoran mejor los beneficios sanitarios y el tiempo ahorrado. Por lo tanto, el elevado nivel educativo de la población encuestada puede explicar en parte la alta proporción (69 %) que está dispuesta a pagar por la conservación del BRUNAS.

También, es reafirmado por Drucker et al. (2024) quienes indicaron que el servicio de agua depende del ingreso siendo un factor determinante, pues mayores ingresos permiten mayor disposición a contribuir económicamente. Finalmente, se reafirma lo encontrado por Galarza et al. (2024) quienes encontraron que el gasto en agua embotellada, como sustituto, y los activos del hogar influyen en la DAP.

### 5.2.1. Estimación del modelo econométrico logit

El modelo econométrico logit se realizó mediante el software estadístico STATA cuya finalidad fue de analizar y determinar los factores medioambiental y socioeconómico que puedan influenciar en la disponibilidad a pagar por el recurso hídrico, sin embargo, se debe tener en cuenta que este modelo se interpreta mediante el signo.

Se puede observar el resultado de la regresión logística realizado en el Software STATA, donde se muestra que solo tres factores medioambientales y socioeconómico (+ conocen de donde proviene el agua, - importancia del recurso hídrico, + consideración de conservar el área de donde proviene el agua) son significativos estadísticamente a un nivel de confianza del 5% con relación a la disponibilidad de pagar por el recurso hídrico.

**Tabla 10.** Variables significativas de la estimación del modelo econométrico logit

| <b>Disposición a pagar</b> | <b>Coef.</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Z</b> | <b>P &gt;  z </b> | <b>95 % Conf. Intervalo</b> |           |
|----------------------------|--------------|-----------------------|----------|-------------------|-----------------------------|-----------|
| Con. Prov. agua            | 0,9101294    | 0,1933902             | 4,71     | 0,000             | 0,5310916                   | 1,289167  |
| Importancia                | -0,2601616   | 0,1778596             | -1,46    | 0,144             | -0,60876                    | 0,0884368 |
| Consideración              | 0,4475079    | 0,2021794             | 2,21     | 0,027             | 0,0512436                   | 0,8437722 |
| _cons.                     | -1,333955    | 0,3673649             | -3,63    | 0,000             | -2,053977                   | -0,613933 |

Nota. Log. Probabilidad = -321,522594; Número de observaciones = 547; LR Chi2 (3) = 30,36; Prob. > chi2 = 0,000; Pseudo R<sup>2</sup> = 0,0451

Las variables “Conoce de donde proviene el recurso hídrico”, “Conoce la importancia del recurso hídrico” y “Considera importante conservar el área de donde proviene el agua” guardan relación directa con la variable independiente (disponibilidad a pagar), por lo que solo se trabajara con estas variables, ya que al ser significativas se adecuan mejor al modelo.

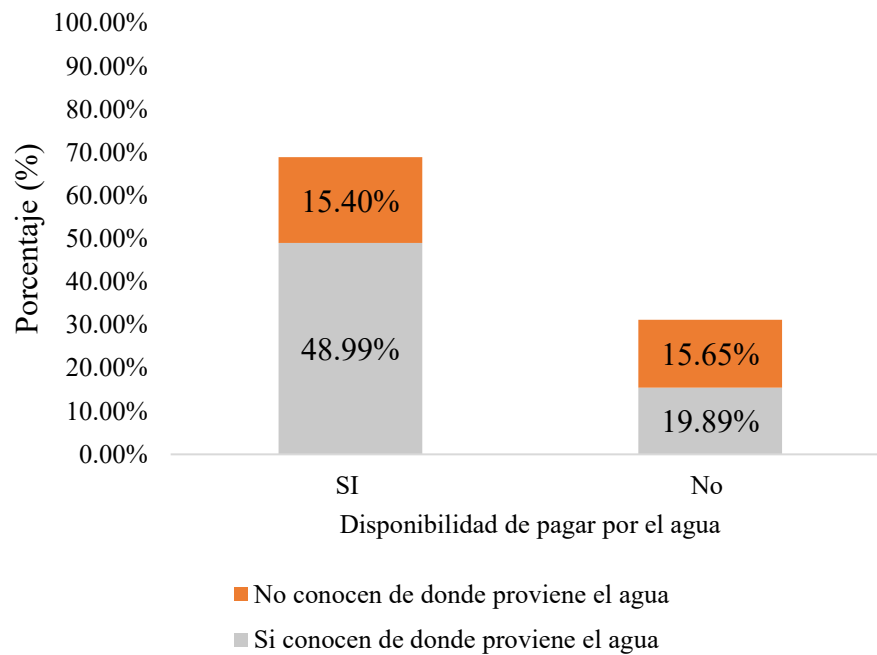
Cabe indicar que en el modelo logit la interpretación del resultado se realiza en función al signo, la variable “Conoce de donde proviene el recurso hídrico” está en relación directa positiva con la variable independiente, si el valor fuera 1 la probabilidad de la disponibilidad a pagar se incrementaron en un 91 %; similarmente, la variable “Considera importante conservar el área de donde proviene el agua” esta relación directa positiva, si el valor fuera 1 entonces la probabilidad de la disposición a pagar se incrementa en un 44,8 % ; mientras que la probabilidad de disposición a pagar disminuye con la variable “Conoce la importancia del recurso hídrico” en un 26 %. Por lo que quiere decir, que la variable disponibilidad de pagar dependa más de la variable de que si conocen o no de dónde proviene el agua.

A continuación, se realizará el análisis de la influencia de los factores medioambientales y socioeconómicos en conjunto con la disposición a pagar. Se encontró que 68,95 % están dispuestos a pagar por el agua y 31,1% no lo están, a continuación, se realizará el análisis de la influencia de los factores medioambientales y socioeconómicos estudiados sobre la disposición a pagar.

### 5.2.2. Probabilidad de la disposición a pagar y conoce de donde proviene el recurso hídrico

**Tabla 11.** Disposición a pagar y conoce de donde proviene el recurso hídrico

|       |    | ¿Conoce de donde proviene el recurso hídrico? |                |                 |
|-------|----|---|----------------|-----------------|
|       |    | Si  | No             | Total           |
| DAP   | Si | 266<br>48,99 %                                | 108<br>19,89 % | 374<br>68,88 %  |
|       | No | 84<br>15,40 %                                 | 85<br>15,65 %  | 169<br>31,05 %  |
| Total |    | 350<br>64,50 %                                | 193<br>35,50 % | 547<br>100,00 % |

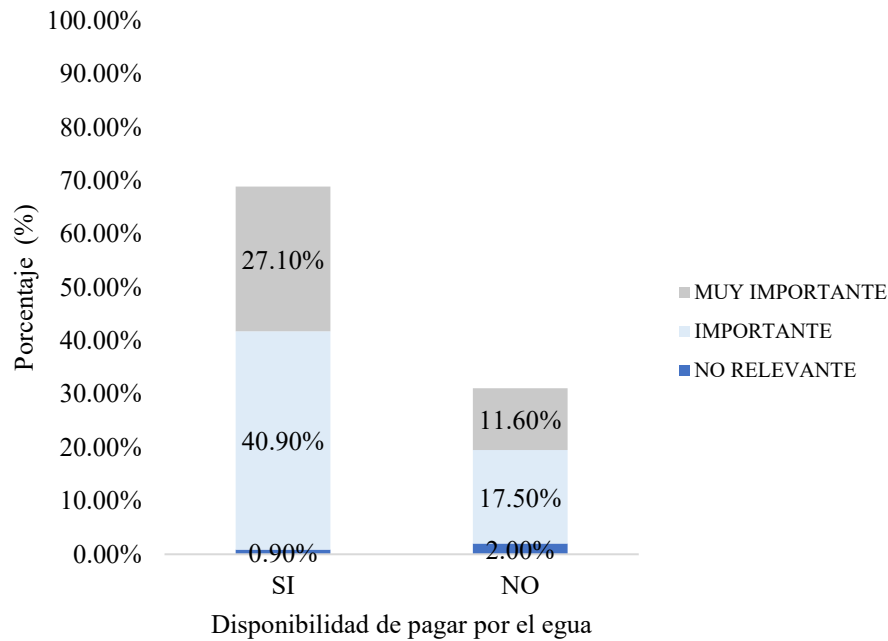


**Figura 23.** Disposición a pagar según si conoce de donde proviene el recurso hídrico

En total un 68,9 % están dispuestos a pagar por el agua, pero de este porcentaje, existen personas que conocen (49 %) y un grupo a pesar de no conocer (19,9 %) de dónde proviene el agua, está dispuesto a pagar por el agua. Cuando uno tiene conocimiento de algo, le da cierta importancia a ello, esto puede explicarse de que al tener conocimiento sobre de dónde proviene el agua están dispuestos a pagar. Puede existir otras personas por más de no conocer el origen del recurso quizá por la falta de tiempo, o ignorancia, consideran que es importante ese recurso para la vida o cubrir algunas necesidades básicas (Tello, 2009).

**Tabla 12.** Disponibilidad a pagar e importancia del recurso hídrico

| ¿Considera importante conservar el área de donde proviene el agua? |    |               |               |               |
|--|----|---------------|---------------|---------------|
|  |    | Si            | No            | Total         |
| DAP  | Si | 373<br>69 %   | 1<br>0,2 %    | 374<br>68,9 % |
|  | No | 167<br>30,8 % | 2<br>0,4 %    | 169<br>31,1 % |
| Total  |    | 350<br>64,5 % | 193<br>35,5 % | 547<br>100 %  |

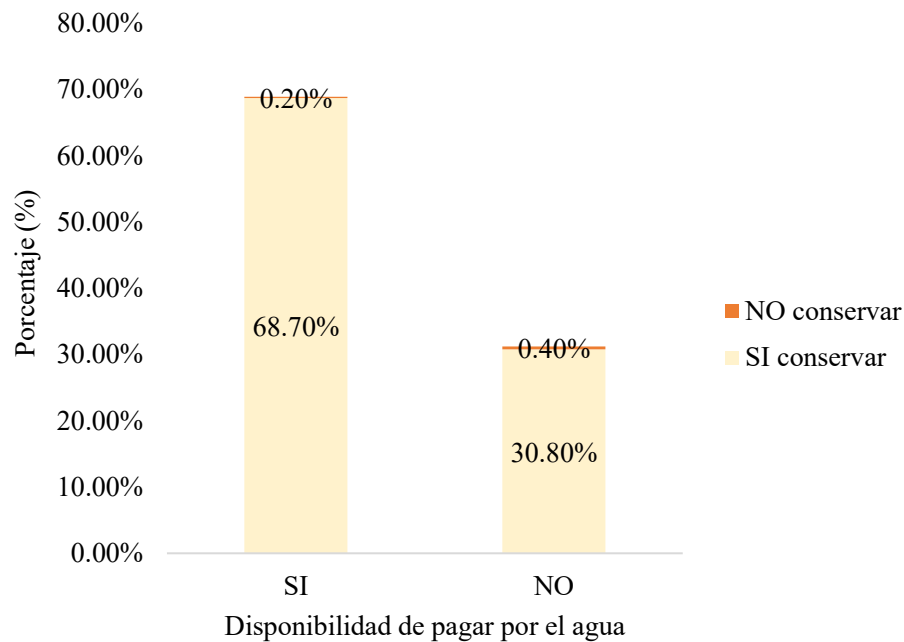


**Figura 24.** Disponibilidad a pagar según conoce la importancia del reservorio

Del grupo que están dispuestos a pagar por el agua, lo realizarían porque consideran que es un recurso muy importante (27,1 %) o importante (40,9 %) para sus vidas, ya sea porque lo emplearán para su alimentación, aseo, agricultura u otro trabajo, como se observa en los resultados de la encuesta mostradas anteriormente. Sin embargo, existe un pequeño porcentaje (0,9 %) que consideran que no es importante el agua, pero aun así estarían dispuestos a pagar, quizá porque disponen de recurso económico. Se menciona, que hubo un mayor porcentaje que consideraban una respuesta importante y muy importante (17,5 y 11,6 %, respectivamente), pero no están dispuestos a pagar, por este motivo esta variable en el análisis estadístico de regresión logística resultaba con un signo negativo con respecto a la disponibilidad de pagar por el agua.

### **5.2.3. Probabilidad de la disposición a pagar y considera importante conservar el área de donde proviene el agua**

Otra de las razones por lo que la gente está dispuesta a pagar por el agua, es porque consideran que el agua se debe conservar en un área (68,7 %) determinada. Mientras el 30,8 % no desean que se conserve el área donde se encuentra el área y tampoco están dispuestos a pagar.



**Figura 25.** Disponibilidad a pagar según conoce la importancia del recurso hídrico

Las razones principales de porque las personas no están dispuestas a pagar por el agua, se mencionó anteriormente en la presentación de los resultados de las encuestas y nuevamente se cita, es porque no tienen suficientes recursos económicos (el 40 % de los encuestados respondieron de este modo), porque no confían de uso que le puedan dar a los fondos que aportan (34 %) y creen que es responsabilidad de la UNAS, mas no de ellos como personas (26 % de los encuestados opinaron).

Santiago et al. (2023) aplicaron el método de valoración contingente con modelos probabilístico, logístico y multivariante para estimar la disposición a pagar (DAP) por el servicio hídrico en Río Oro, encontrando valores promedio de S/. 10,86, S/. 10,88 y S/. 23,33 respectivamente, todos significativos y respaldados por la comprobación de la calidad del agua según ECA/LMP.

Vilca (2017) investigó en Ilave (Puno) y, mediante un modelo Logit en 193 hogares, calculó una DAP de S/. 8,29 mensuales por familia para mejoras en el servicio de agua potable, generando un ingreso estimado de S/. 1 077 001,58 anuales.

Torres (2024), en un ámbito recreativo costero de la playa Salaverry, determinó una DAP promedio de S/. 5,06 usando un modelo logit, mostrando una valoración

moderada vinculada al uso recreativo. Por último, Huacani et al. (2024) documentaron en Chucaripo, Samán, una DAP media de S/. 2,19 por la sostenibilidad del agua potable, utilizando un modelo de regresión dicotómica y evidenciando que el ingreso, edad, tamaño del hogar, educación, género, vigilancia y percepción de calidad son variables influyentes.

Este conjunto de estudios demuestra claramente que la DAP varía fuertemente según el contexto y la finalidad del servicio hídrico: es mayor en zonas rurales con necesidades de mejora del suministro (Vilca, Santiago) y menor en contextos recreativos o con alta cobertura hídrica existente.

Además, todas las investigaciones coinciden en que factores socioeconómicos (especialmente el ingreso y nivel educativo) y variables perceptivas (como la calidad y confianza en el uso del recurso) son determinantes de la DAP. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de diseñar mecanismos de pago por servicios ecosistémicos diferenciados, ajustados a perfiles específicos y acompañados de campañas de sensibilización y transparencia para maximizar su eficacia.

### **5.3. Establecimiento de medidas para la conservación y recuperación del servicio de provisión hídrica en el BRUNAS**

Las cuencas hidrográficas de abastecimiento de agua para los asentamientos humanos adyacentes del BRUNAS no contaban con medidas de conservación y recuperación del servicio hídrico. En la Tabla 13 se describen las problemáticas mencionadas por la población encuestada:

**Tabla 13.** Matriz de Vester de las quebradas del BRUNAS

| N°                   | Problemas   | N° de problemas |           |          |           |           |           |           |          |           |           | Total Activos |
|----------------------|---|-----------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|
|                      |   |                 | 1         | 2        | 3         | 4         | 5         | 6         | 7        | 8         | 9         |               |
| 1                    | Escasa educación y conciencia del recurso hídrico         | 1               | 0         | 3        | 1         | 3         | 2         | 3         | 2        | 3         | 3         | 20            |
| 2                    | Turbiedad del agua en temporada de lluvia                 | 2               | 1         | 0        | 0         | 0         | 3         | 0         | 0        | 0         | 3         | 7             |
| 3                    | Uso inadecuado del agua                                   | 3               | 3         | 1        | 0         | 2         | 3         | 0         | 0        | 3         | 3         | 15            |
| 4                    | Escasez del agua en tiempo de verano                      | 4               | 3         | 0        | 0         | 0         | 3         | 1         | 3        | 2         | 0         | 12            |
| 5                    | Estructura inadecuada para el tratamiento del agua        | 5               | 3         | 3        | 3         | 3         | 0         | 1         | 1        | 3         | 3         | 20            |
| 6                    | Crecimiento demográfico                                   | 6               | 0         | 0        | 3         | 3         | 0         | 0         | 0        | 2         | 2         | 10            |
| 7                    | Insuficiente capacidad de abastecimiento                  | 7               | 3         | 0        | 3         | 3         | 1         | 2         | 0        | 3         | 0         | 15            |
| 8                    | Inadecuada administración en el manejo del agua           | 8               | 3         | 2        | 1         | 1         | 0         | 3         | 0        | 0         | 2         | 12            |
| 9                    | Escasa capacitación para un adecuado tratamiento del agua | 9               | 3         | 0        | 2         | 0         | 3         | 1         | 0        | 3         | 0         | 12            |
| <b>Total Pasivos</b> |   |                 | <b>19</b> | <b>9</b> | <b>13</b> | <b>15</b> | <b>15</b> | <b>11</b> | <b>6</b> | <b>19</b> | <b>16</b> |               |

En la Tabla 13 mediante la Matriz de Vester, se puede apreciar la clasificación de los problemas dispersos en los cuadrantes del plano de influencias y dependencias donde se pondero cada problema para poder identificar los problemas críticos, posteriormente se analizó en el plano de influencias y dependencias (activos, pasivos, indiferentes y críticos) (Figura 26).



**Figura 26.** Plano de influencias y dependencias de la Matriz Vester de las quebradas del BRUNAS

A continuación, se detalla los resúmenes de los problemas identificados en el plano cartesiano de influencias y dependencias de la Matriz Vester.

**Tabla 14.** Problemáticas respecto al recurso hídrico

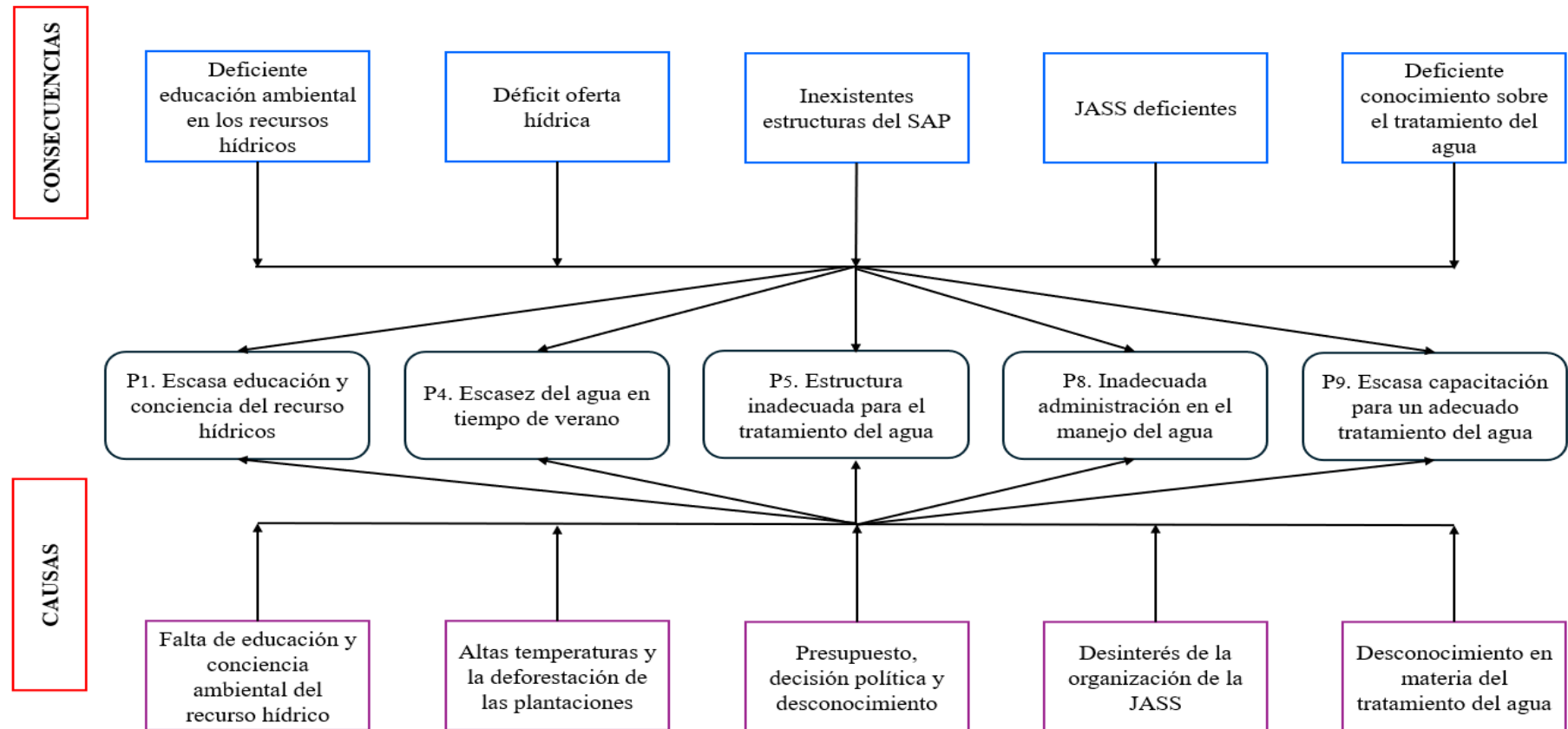
| <b>Tipo de problema</b> | <b>Código</b>  | <b>Variable</b>   |
|-------------------------|----------------|---|
| Problemas críticos      | P <sub>1</sub> | Escasa de educación y conciencia del recurso hídrico      |
|                         | P <sub>4</sub> | Escasez del agua en tiempo de verano                      |
|                         | P <sub>5</sub> | Estructura inadecuada para el tratamiento del agua        |
|                         | P <sub>8</sub> | Inadecuada administración en el manejo del agua           |
|                         | P <sub>9</sub> | Escasa capacitación para un adecuado tratamiento del agua |
| Problemas activos       | P <sub>3</sub> | Uso inadecuado del agua                                   |
|                         | P <sub>7</sub> | Insuficiente capacidad de abastecimiento                  |
| Problemas indiferentes  | P <sub>2</sub> | Turbiedad del agua en temporada de lluvia                 |
| Problemas pasivos       | P <sub>6</sub> | Crecimiento demográfico                                   |

De igual manera, en la Tabla 15, se presenta los problemas críticos a ser tratados, encontrándose las causas y proponiéndose las estrategias de conservación y recuperación para las quebradas del BRUNAS.

**Tabla 15.** Lista de problemas identificados y las estrategias para la conservación y recuperación del recurso hídrico

| Problemas  | Causas  | Estrategias para la conservación y recuperación  | Responsables  |
|--|---|--|---|
| P <sub>1</sub> . Escasa de educación y conciencia del recurso hídrico        | Educación ambiental del recurso hídrico                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar campañas de sensibilización a través de medios de comunicación y redes sociales, destacando la importancia del recurso hídrico del BRUNAS.</li> <li>- Proteger el BRUNAS que actúan como zonas de recargas de acuíferos evitando la deforestación y la construcción indiscriminada.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Municipalidad Provincial de Leoncio Prado</li> <li>- Universidad Nacional Agraria de la Selva</li> </ul> |
| P <sub>4</sub> . Estructura inadecuada en tiempo de verano                   | Altas temperaturas y la deforestación de las plantaciones | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover y reforestar con plantaciones autóctonas para la preservación de los recursos hídricos en las quebradas del BRUNAS.</li> <li>- Implementar nuevas estructuras y mejorar las existentes para la acumulación del agua para abastecer a los pobladores de Tingo María y a la comunidad de la UNAS.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Universidad Nacional Agraria de la Selva</li> </ul>  |
| P <sub>5</sub> . Falta de estructura inadecuada para el tratamiento del agua | Presupuesto, decisión política y desconocimiento          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar, construir e implementar mayores SAP (sedimentadores, filtros, reservorios y tanques de agua) para abastecer a los beneficiados directos e indirectos.</li> <li>- Implementar nuevos espacios para la construcción de nuevas estructuras para aumentar la capacidad de almacenamiento del agua potable.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Universidad Nacional Agraria de la Selva</li> <li>- JASS</li> </ul>                                      |
| P <sub>8</sub> . Inadecuada administración en el manejo del agua             | Desinterés de la organización de la JASS                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reorganizar, estructurar e impulsar a las JASS y responsables de la preservación y mantenimiento de las estructuras de agua potable.</li> <li>- Fomentar nuevas JASS y fortalecer a las existentes, articulando la cooperación las municipalidades y el gobierno regional para la obtención de un agua de calidad.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- JASS</li> <li>- Municipalidad Provincial de Leoncio Prado</li> </ul>                                     |
| P <sub>9</sub> . Escasa capacitación para un adecuado tratamiento del agua   | Desconocimiento en materia del tratamiento del agua       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar un enfoque de gestión integrada que considere interacciones entre el agua, el medio ambiente y las actividades humanas, promoviendo un uso coordinado entre los diferentes sectores.</li> <li>- Capacitación en materia de la preservación, mantenimiento e implementación de las estructuras del SAP para la obtención de un agua de calidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Municipalidad Provincial de Leoncio Prado</li> <li>- Universidad Nacional Agraria de la Selva</li> </ul> |

En la Figura 27, se observan los problemas críticos a ser tratados con sus causas y consecuencias al no ser tratados para la preservación de las quebraras del BRUNAS.



**Figura 27.** Árbol de problemas identificados en el plano de influencias y dependencias

Es por ello, que los resultados encontrados son similares a lo reportado por Medina (2024) quien encontró problemas críticos de la matriz de Vester como el acceso limitado al agua potable, eliminación inadecuada de desechos, alta contaminación del río, agentes contaminantes diversos y medidas de prevención de contaminación, esto debido a que registró los impactos más críticos las cuales fueron la contaminación por vertidos y el cambio de uso del suelo, ya que los parámetros de la calidad del agua superan el LMP de la norma TULSMA, INEN y OMS, además realizó un mapeo empleado el método Kriging donde encontró el mayor nivel de afectación producido por las actividades antropogénicas en la cuenca del río Jipijapa.

Asimismo, esto es reafirmado por Ponce-Vinces et al. (2023) identificaron problemas críticos en la matriz de Vester, tales como tuberías y bombas averiadas, deficiente planificación en la distribución del agua, escasas medidas para la protección y ahorro del recurso, baja calidad del agua suministrada por la red, contaminación en la red de distribución y ausencia de programas para el cuidado del recurso hídrico. Estas dificultades se relacionan con una tasa de crecimiento poblacional del 4,4 %, roturas en las tuberías, falta de presión en el sistema y carencia de dotación en el SAP. Como respuesta, se propusieron estrategias para solucionar estos problemas, incluyendo el control del desperdicio mediante la aplicación de nuevas tecnologías que permitan ahorrar hasta un 60 % del agua consumida, mantenimiento de las infraestructuras existentes, control de fugas, instalación de registros, campañas de concientización, capacitación y sensibilización, así como el seguimiento y monitoreo de la calidad del agua en la parroquia San Lorenzo, del cantón Jipijapa

De igual manera, es ratificado por Slendy (2023) quien encontró problemas críticos de la matriz de Vester como el poco conocimiento de la ciudadanía de las fuentes hídricas en su entorno y la poca presencia de las entidades que controlan y administran las fuentes hídricas, esto debido a que en las tres quebradas encontraron macroinvertebrados tal como los insectos de la familia *Polythoridae* presentes indicando aguas limpias en las quebradas, pero que la calidad del agua según el Índice BMWP señala niveles críticos a muy críticos, es por ello que planteó como estrategia el plan de biomonitoreo participativo para fuentes hídricas urbanas para la recuperación de la calidad del agua.

Finalmente, es confirmado lo encontrado por Quintero (2021) detectó problemas críticos en la matriz de Vester, como el inadecuado control y atención de las entidades

responsables ante las problemáticas ambientales relacionadas con el agua y los ecosistemas, así como la contaminación de los recursos hídricos por residuos sólidos y vertidos industriales. Estos problemas afectan negativamente la fuente hídrica, resultando en una calidad deficiente del agua, alteraciones en el ciclo hidrológico, mal uso y manejo del recurso, y una falta de cultura ambiental sobre el agua. Estas situaciones se deben a la ausencia de autoridades responsables, la falta de dinamismo y estrategias para la conservación, la deficiente integración de normativas ambientales en la gestión hídrica y la ausencia de capacitación sobre recuperación de fuentes de agua. Para mejorar la calidad del agua, se propusieron estrategias como la comunicación y educación para la conservación, jornadas educativas y comunitarias, visitas a instituciones educativas y actividades complementarias con campesinos para el manejo y protección de los recursos naturales y cuencas hídricas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó el servicio de provisión de agua del BRUNAS encontrándose de buena a regular calidad en los parámetros fisicoquímicos, mientras una calidad excelente para los parámetros microbiológicos, asimismo, los valores no superaron el ECA y el LMP, además se encontró un mayor caudal en los meses de mayo, junio y octubre del 2024.
2. La población encuestada está dispuesta a pagar un adicional de S/. 5,00 por el servicio del agua para la conservación del servicio de provisión de agua del BRUNAS, la disponibilidad a pagar se incrementa cuando las personas conocen de dónde proviene el agua, pero disminuye cuando las personas no consideran importante este recurso.
3. Las estrategias para la conservación del BRUNAS más relevantes fueron la realización de campañas de sensibilización, promoción y reforestación con plantaciones autóctonas, implementación y mejoramiento de las estructuras para el abastecimiento del agua potable con la supervisión de las JASS para el correcto funcionamiento del SAP proveniente de las quebradas del BRUNAS.

## **VII. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Se sugiere a las JASS y al personal administrativo responsable de la UNAS, el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua de forma semestral, evaluándose mediante el ICA-PE la condición de la calidad del agua, asimismo, se propone que la morfología sea alargada, ya que la circulación y renovación de agua suelen ser adecuadas, favoreciendo la autodepuración natural.
2. Se sugiere que las JASS y a las autoridades de la UNAS, implementen medidas correctivas, preventivas y de contingencia para la solución a los problemas frecuentes que se presenta por la escasa oferta del agua, el inadecuado funcionamiento de las estructuras existentes ocasionando un deficiente tratamiento de la calidad del agua de las quebradas del BRUNAS.
3. Se propone a la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado y a la UNAS, la implementación de campañas de sensibilización en materia del recurso hídrico, la protección de las fuentes hídricas de los vertimientos y contaminación generada al entorno, también la implementación y mejora de las estructuras existentes para el adecuado tratamiento de las aguas, y finalmente, impulsar la reorganización de las JASS capacitándolas el manejo adecuado de los recursos hídricos.
4. Se sugiere a la Universidad Nacional Agraria de la Selva la preservación de la cobertura vegetal para filtrar y reduciendo la entrada de sedimentos, nutrientes y/o contaminantes al agua de las quebradas del BRUNAS.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, R. P., Maraseni, T. N. y Cockfield, G. (2021). Estimating the willingness to pay for regulating and cultural ecosystem services from forested *Siwalik* landscapes: perspectives of disaggregated users. *Annals of Forest Science*, 78(51), 1-27. <https://doi.org/10.1007/s13595-021-01046-3>
- Alfranca, O. (2020). La Valoración del Agua y la aplicación del método de las Preferencias Declaradas: Valoración Contingente vs. Experimentos de Elección. *Agua y Territorio Water and Landscape*, 15, 101-114. <https://doi.org/10.17561/at.15.4726>
- Alzamora, B. A. (2023). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Cambio Puente, distrito Chimbote, provincia de Santa, región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/36271>
- American Public Health Association - American Water Works Association - Water Environment Federation (APHA-AWWAWEF). (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association.
- Angulo-Chávez, A. (2021). La auditoría ambiental y el servicio de agua potable en la ciudad de Huánuco. *Investigación Valdizana*, 15(4), 257-264. <https://doi.org/10.33554/riv.15.4.1108>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL.
- Arocutipa, J. (2019). *Valoración económica ambiental del bosque de la Universidad Nacional del Altiplano Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12234>

- Arostegui, J. M. (2025). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos turísticos de la catarata Honolulo – Mariano Dámaso Beraún – Leoncio Prado – Huánuco, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/26c7e711-d99c-4467-875c-8ee440499af5>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2023). Manual para evaluar la calidad de estudios de valoración contingente. ANLA. <https://www.anla.gov.co/images/documentos/manuales/2024-02-01-anla-ManualCalidadValoracionContingente.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. ANA. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_010-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf)
- Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. ANA. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>
- Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2019). Ley de los recursos hídricos: Ley N° 29338. Autoridad Nacional del Agua. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/ley-no-29338-ley-de-recursos-hidricos>
- Bailey, M., Hsieh, E. J., Tsai, H. H., Ravindran, A. y Schmidt, W. (2023). Alkalinity modulates a unique suite of genes to recalibrate growth and pH homeostasis. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1-15. DOI: 10.3389/fpls.2023.1100701
- Barrera, K. y Montes, K. (2022). *Valoración Económica del Recurso Hídrico en la Microcuenca Ilish Pichacoto, Distrito San Pedro de Saño, Huancayo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Centro Del Perú]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uncp.edu.pe/items/47331ecc-7e33-4f0b-903d-3b008285b108>

- Bellini, E. y Dipietro, M. (2004). Agua: ¿Recurso vital o bien económico?. *Escritos Contables y de Administración*, 45, 129-142. [http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1514-42752004001100008&lng=es&nrm=iso](http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1514-42752004001100008&lng=es&nrm=iso).
- Beltrán, E. y Jaramillo, J. (2007). *Valoración económica ambiental del recurso hídrico y diseño de una propuesta para pago por servicio hídrico en la microcuenca “shucos” del cantón Loja* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional. <https://dspace.unl.edu.ec/items/fe314439-05a7-474b-99fc-9b4f71b04249>
- Benegas, L. y León, J. (2009). *Criterios para priorizar áreas de intervención en cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. [https://www.uv.mx/oabcc/files/2018/11/06\\_Criterios-para-priorizar-areas.pdf](https://www.uv.mx/oabcc/files/2018/11/06_Criterios-para-priorizar-areas.pdf)
- Ccasani, M. (2023). *Valorización económica de los servicios ecosistémicos del recurso hídrico en la cuenca del río Cachi, Huamanga, Ayacucho* [Tesis magistral, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/db5c0204-a555-4d8d-8c33-e756492a0fd2>
- Chinchay-Alza, W. F. (2025). Compensación por servicios ecosistémicos hídricos y conservación del caudal en la quebrada Cachiyacu, San Martín – Perú. *Revista Amazónica De Ciencias Ambientales Y Ecológicas*, 4(2), 1-14. <https://doi.org/10.51252/reacae.v4i2.1096>
- Clavijo, J. C. (2024). *Análisis de la importancia socioambiental de la Recuperación de Quebradas en el Sur de Quito: el caso de la quebrada Ortega y la quebrada Caupicho* [Tesis magistral, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales-FLACSO]. Repositorio institucional. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/21107>
- Consejo de Ministros del Perú - PCM. (24 de julio de 1969). Decreto Ley N°17752. Ley General de Aguas. [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente\\_2004.nsf/Documentosweb/8C45B66E68Hua15D2DE05256F320055052B/\\$FILE/DL17752.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente_2004.nsf/Documentosweb/8C45B66E68Hua15D2DE05256F320055052B/$FILE/DL17752.pdf)

- Culqui-Paredes, M. N. (2023). *Valoración económica de los ecosistemas riparios mediante el método del valor contingente en la subcuenca Yuracyacu, Nueva Cajamarca – San Martín* [Tesis magistral, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/5cea71c8-52cf-4e7d-8120-db781de5b52f>
- Drucker, A. G., Pradel, W., Scott, C., Elmes, S., Arpazi, K. y Zander, K. (2024). High Public Good Values for Ecosystem Service Attributes of on-farm Quinoa Diversity Conservation in Peru. *Human Ecology*, 52, 67-79. <https://doi.org/10.1007/s10745-023-00474-1>
- Espinoza-Cisnero, Édgar. (2021). Percepciones sobre calidad del agua fluvial en administradores de unidades productivas de la cuenca del río Savegre, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 65-84. <https://dx.doi.org/10.15359/rca.55-2.4>
- Galarza, F. B., Carbajal, M. y Aguirre, J. (2024). Willingness to pay for improved water services: evidence from Peru. *Environmental Economics and Policy Studies*, 26, 503-539. <https://doi.org/10.1007/s10018-023-00381-1>
- Galarza, F., Carbajal, M. y Aguirre, J. (2022). *Willingness to pay for improved water service: evidence from urban Peru*. Universidad del Pacífico. <https://repositorio.up.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/57cdd848-c6e4-4252-a351-8fc36b411306/content>
- Gómez, F., y Rivera, J. (2021). Impacto de la variabilidad estacional del caudal en la gestión hídrica. *Revista Latinoamericana de Ciencias Ambientales*, 16(2), 175-188.
- González, J. F. (2020). *Estructura poblacional de la regeneración natural del tornillo (Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke.) en bosques de colina de Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/877b355f-becf-48d5-9375-87079773c186>

- Granados, L. (2015). *Diseño de un proyecto de ahorro y uso eficiente del agua como estrategia que sensibiliza en el cuidado del recurso hídrico, a los alumnos de la institución educativa Juan Pablo II del municipio de Palmira Valle* [Tesis de pregrado, Fundación Universitaria Los Libertadores]. Repositorio institucional. <https://repository.libertadores.edu.co/items/8a7c81d1-093a-4992-adc5-bb3f82bd3a63>
- Guamán, A., Rivera, M. y Yumisaca, B.(2022). *Valoración Económica Ambiental del recurso hídrico en la comunidad San Antonio de la parroquia San Luis, periodo 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10229>
- Hanco, W. (2023). *La disponibilidad a pagar por el mejoramiento del servicio de agua potable en las comunidades de Carmen Alto, CAT Quisuni, Huayrapata y Santa Cruz del distrito de Orurillo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Altiplano]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19990>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Huacani, Y., Béjar, B., Mamani, J. y Machaca, I. (2024).Disponibilidad a pagar por la sostenibilidad del servicio de agua potable en el Centro Poblado Chucaripo, Perú. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 8(22), 273-283. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.264>
- Huamán, W. (2019). *Valoración económica ambiental del recurso hídrico del bosque de neblina Mijal, Chalaco, Morropón, Piura - Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1774>
- Huamancayo, G. (2024). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos por los visitantes de la concesión para la conservación del bosque Sinai – Uchiza – San Martín, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/2981370d-7bc8-4e56-bd2e-b28429256c7b>

- Huamani, K. y Soria, Y. Y. (2024). *Factores socioeconómicos y la disposición a pagar para el mejoramiento del servicio de agua potable en las asociaciones pro-viviendas – JASS Rocatarpeya del distrito de Santiago, Cusco* [Trabajo de pregrado, Universidad Antonio Ruiz de Montoya]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uarm.edu.pe/items/6970b702-e75d-4e7b-8544-978396847662>
- Huaraca, R., Delgado, Ma. C., Tapia, F., y Agreda, H. W. (2021). Sostenibilidad del servicio de agua potable y disposición del cliente a pagarla. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(95), 642-655. <https://www.redalyc.org/journal/290/29069613011/html/>
- Inforegión. (18 de febrero de 2025). Lluvias intensas elevan el nivel del río Huallaga y generan alerta en Huánuco. Inforegión. [ana.gob.pe+3elbuho.pe+3inforegion.pe+3](http://ana.gob.pe+3elbuho.pe+3inforegion.pe+3)
- Ley 30215 de 2014. Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. 28 de junio de 2014.
- Londoño, C. (2001). *Cuencas Hidrográficas: Bases conceptuales – caracterización planificación-administración*. Universidad del Tolima-UDT. [https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/cuencas\\_hidrograficas\\_bases.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/cuencas_hidrograficas_bases.pdf)
- López, C. (2012). Protocolos de prácticas de microbiología ambiental. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- López, R. y Pérez, V. (2020). Estrategias para el manejo sostenible del agua en zonas rurales con alta variabilidad estacional. *Revista de Gestión Ambiental*, 34(3), 231-245.
- Machuca, S. L. y Silva, L. Y. (2024). *Evaluación de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hídricos para la conservación de la microcuenca Asunción, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/38863>

- Martínez, D. y Vargas, A. (2019). El impacto de la variabilidad climática sobre el caudal de los ríos y su influencia en la gestión de recursos hídricos. *Revista de Hidrología y Sostenibilidad*, 28(4), 167-179.
- Mendoza, S. (2016). El servicio de provisión de agua potable y saneamiento como servicios esenciales. *Revista IUS ET VERITAS*, 24(53), 370-381.  
<https://doi.org/10.18800/iusteveritas.201701.022>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS. (30 de setiembre del 2021). Ministerio de Vivienda implementa la “JASS Wasi” para consolidar gestión de servicios de saneamiento rural en nueve regiones.  
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/noticias/536388-ministerio-de-vivienda-implementa-la-jass-wasi-para-consolidar-gestion-de-servicios-de-saneamiento-rural-en-nueve-regiones>
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2016). *Lineamientos para el diseño e implementación de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos hídricos*. MINAM.  
<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2143253-lineamientos-para-el-diseno-e-implementacion-de-mecanismos-de-retribucion-por-servicios-ecosistemicos>
- Morales, S. C. (2021). *Análisis de sistemas de provisión de agua potable en comunidades rurales de Panamá* [Tesis magistral, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio institucional. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11574>
- Moreno, J. O. (2020). Los retos del acceso a agua potable y saneamiento básico de las zonas rurales en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 1(49), 28-37.  
<https://doi.org/10.16924/revinge.49.5>
- Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. Pearson educación.

- Novoa, N. A. y Tamay, K. S. (2023). Valoración económica ambiental del servicio recreativo del balneario de Puerto Malabrigo, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/8e1b000f-6d79-4b4a-88a1-d6a333298e3f>
- Oré, L., Quispe, M., Oré, J. y Loarte, W. (2024). Economic valuation for the conservation of the Huallaga River by the population of Tingo María Las Orquídeas – Naranjillo de Leoncio Prado section. *Revista de Investigación Científica Huamachuco*, 1(1). <https://doi.org/10.61709/tm6pjb34>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO. (2023). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023: Alianzas y cooperación para el agua. Paris. <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789233002296/read>
- Pauta, A. y Quezada, D. (2017). *Determinación de la tendencia corrosiva e incrustante del agua potable distribuida en la ciudad de Azogues* [Tesis de grado, Universidad De Cuenca]. Repositorio institucional. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/6c27a8fe-193b-4098-bc39-516f7247ddb9>
- Peña, E. y Buitrago, H. (2018). *Definición de parámetros para la estructuración de un sistema de alerta temprana, en la cuenca media del río Cauca en función de sus características hidrológicas* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/8eba5f25-0f74-4d73-a09b-a55ae91edfa4>
- Peralta, G. (2024). Agua, recurso vital en México. *Revista CIBIOS - BUAP*, 3(8), 13-17. [https://csbiologicas.buap.mx/sites/default/files/CIBIOS\\_VOL8\\_ART\\_2.pdf](https://csbiologicas.buap.mx/sites/default/files/CIBIOS_VOL8_ART_2.pdf)
- Pérez-Vidal, A., Gutiérrez-Zapata, H. M., Delgado-Cabrera, L. G., Vidal-Guerrero, A. J., Ramírez-Medina, L. M., Porras-Castro, C. F., Escobar-Rivera, J. C., Ospina-Rodríguez, J., Gutierrez-Marín, J. P. y Torres-Lozada, P. (2025). Influencia del Tipo de Alcalinizante Sobre el Proceso de Estabilización Química del Agua Tratada en Plantas de Tratamiento Convencional. *Revista EIA*, 22(43), 1-32. <https://doi.org/10.24050/reia.v22i43.1767>

- Ponce, M., Yoza, J. y Álvarez, M. (2023). Diseño de un programa de ahorro y uso eficiente del agua potable como estrategia en el cuidado del recurso hídrico en los habitantes de la parroquia San Lorenzo del cantón Jipijapa. *Polo del Conocimiento*, 8(5), 1072-1087. doi: <https://doi.org/10.23857/pc.v8i5.5625>
- Pozo, K. H. (2024). *Diversidad y abundancia de quirópteros en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), Tingo María, Huánuco, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/de0805f9-e48d-49fe-8b67-ab569afdd481>
- Puerta, R. (2007). *Modelo digital de Elevación del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva* [Tesis magistral, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/80678075-47e5-4b29-810f-36a8897de5b4>
- Quispe, M. (2023). *Estimación de la valoración económica para la conservación del río Huallaga por la población de Tingo María tramo las orquídeas-Naranjillo de Leoncio Prado, 2022* [Tesis magistral, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/802a9f91-601b-444e-9c35-2a279a72e8bd>
- Saadaoui, I. (2025). Investing in nature: Stakeholder's willingness to pay for Tunisian forest services. *New Medit, Mediterranean Journal of Economics, Agriculture, Environment and Food*, 23(4), 3-16. DOI: 10.30682/nm2404a
- Sánchez, M., Gómez, E., y Rodríguez, J. (2020). Percepción y disposición a pagar por el agua potable: Un análisis en comunidades rurales con acceso a fuentes de agua de calidad microbiológica aceptable. *Ciencias Sociales y Ambientales*, 8(2), 112-128.
- Santiago, I. (2023). *Valoración económica del servicio ecosistémico agua por la población del caserío Río Oro – Mariano Dámaso Beraún, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria De La Selva]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/55d46114-a144-44fe-8b91-750de20aca2a>

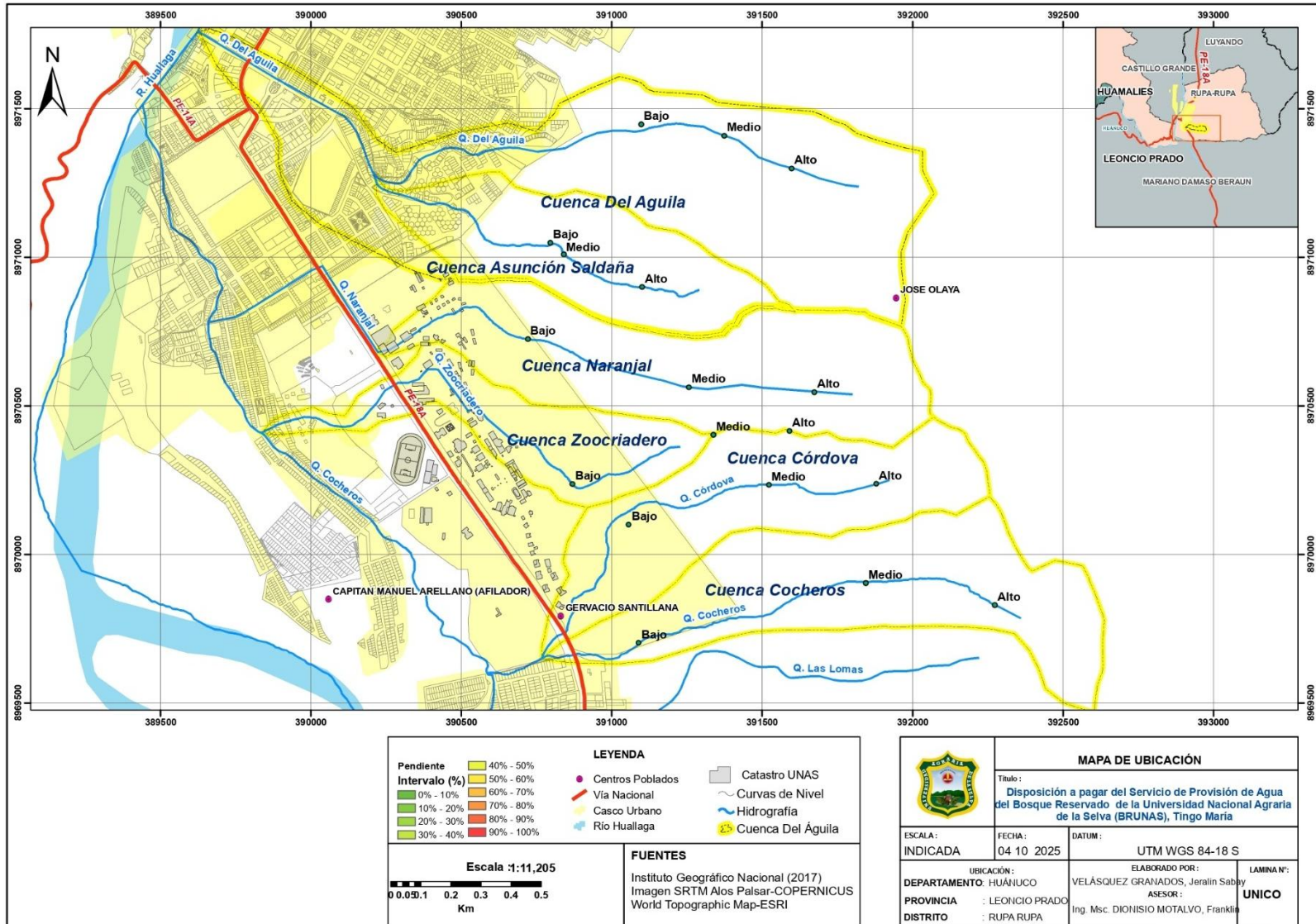
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. (2020). Pronóstico del tiempo para TINGO MARIA (Huánuco). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0025>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2025a). Avisos hidrológicos: incremento del nivel del río Huallaga — estación Tingo María [Datos diarios]. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=avisos-detalle-hidrologicos&ca=27014&ce=47270400>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (2025b). Avisos hidrológicos: situación actual en cuenca Huallaga, febrero 2025. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=avisos-hidrologicos>
- Slendy, P. (2023). *Formulación de un plan de monitoreo de calidad de agua en cañadas urbanas del área metropolitana de Bucaramanga, con base en análisis de macroinvertebrados como bioindicadores* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio institucional. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/60349>
- Soto, Y. (2018). *Valoración económica del recurso hídrico provista por la microcuenca San Alberto del distrito y provincia de Oxapampa-Pasco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional. <https://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2324>
- Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. Handbook of Applied Hydrology*. McGraw Hill
- Tauristina, A., Diswandi, D. y Mahmudi, H. (2022). Economic valuation of forest resources from drinking water customers' point of view: A contingent valuation method application. *Journal of Economics, Finance and Management Studies*, 5(6), 1668-1672. <https://doi.org/10.47191/jefms/v5-i6-17>

- Tavárez, H., Cortés, M. y Álamo, C. (2023). Disposición a pagar por proyectos dirigidos a erradicar la escasez de agua en Puerto Rico: Resultados del método de valoración contingente. *Caribbean Studies*, 48(1), 71-92. <https://dx.doi.org/10.1353/crb.2020.0011>
- Teixeira, E.; Machado, J. y Pereira, J. (2021). Método DRPE y manejo sostenible de agua mineral en Cambuquira, Minas Gerais, Brasil. *Espacio Abierto*, 29(3), 201-220. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/espacio/article/view/34470>
- Tello, L. (2009). El acceso al agua potable, ¿un derecho humano?. Investigadora del Centro Nacional de Derechos Humanos de la CNDH. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/R21767.pdf>
- Torres, C., Camacho, Y. y Ayola, J. D. (2021). El agua, un derecho fundamental o humano, análisis de la postura de la corte constitucional colombiana. *Revista Jurídica Mario Alario D'Filippo*, 13(25), 88-103. <https://doi.org/10.32997/2256-2796-vol.13-num.25-2021-3615>
- Tu diario. (31 de julio del 2024). El 28% de las JASS en la región Huánuco no cumplen condiciones mínimas de calidad de agua. <https://tudiariohuanuco.pe/actualidad/el-28-de-las-jass-en-la-region-huanuco-no-cumplen-condiciones-minimas-de-calidad-de-agua/>
- Vega, M. (2022). *Percepción sobre el manejo y calidad del agua en la microcuenca hidrográfica Malacatos provincia de Loja* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio institucional. <https://bibliotecautpl.utpl.edu.ec/cgi-bin/abnetclwo/O9xILtO8fWMoka92hty1MEcqVka?ACC=161>
- Vilca, J. (2017). *Disposición a pagar, para el mejoramiento de servicio de Agua potable de la población de la ciudad de Ilave Provincia Del Collao* [Tesis magistral, Universidad Nacional Del Altiplano]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6189>
- Zapata, M., y Hernández, C. (2020). Manejo del agua y su relación con la disposición a pagar por el servicio en zonas urbanas y rurales. *Revista de Gestión del Agua*, 21(1), 88-97.

Zúñiga, C. E. (2022). *Disponibilidad a pagar por adquirir el servicio de agua y alcantarillado de las familias en las comunidades de Lobo Yacu y Nuevo Santo Tomás – Región Loreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/items/9e9fabfd-4df7-4443-a065-f2a683ddfc41>

## **ANEXOS**

ANEXO A. Mapa de ubicación de las quebradas del BRUNAS



ANEXO B. Planos de los parámetros morfométricos de las quebradas del BRUNAS

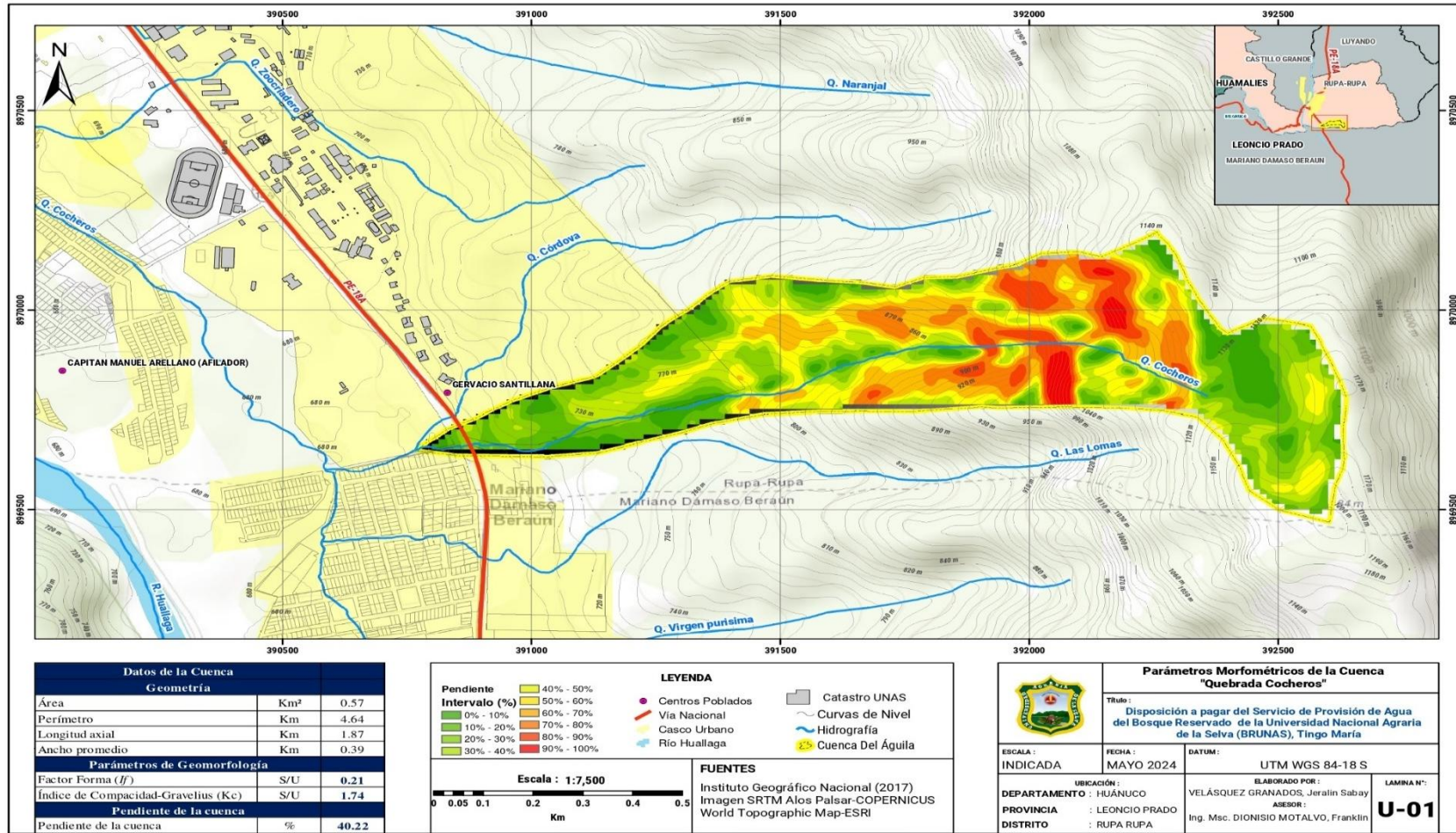


Figura 28. Parámetros morfométricos de la cuenca "Quebrada Asunción Saldaña"

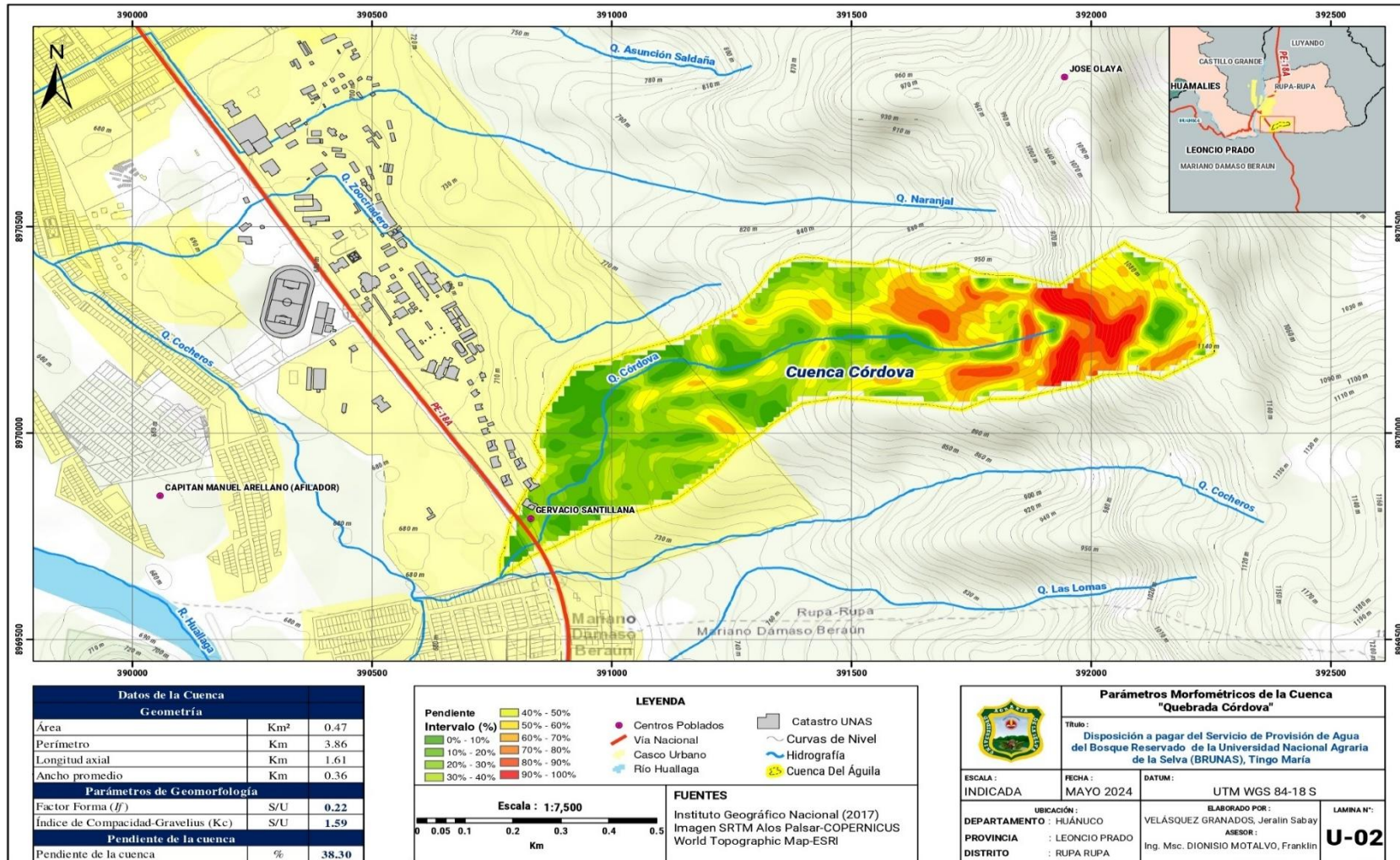


Figura 29. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Cocheros”

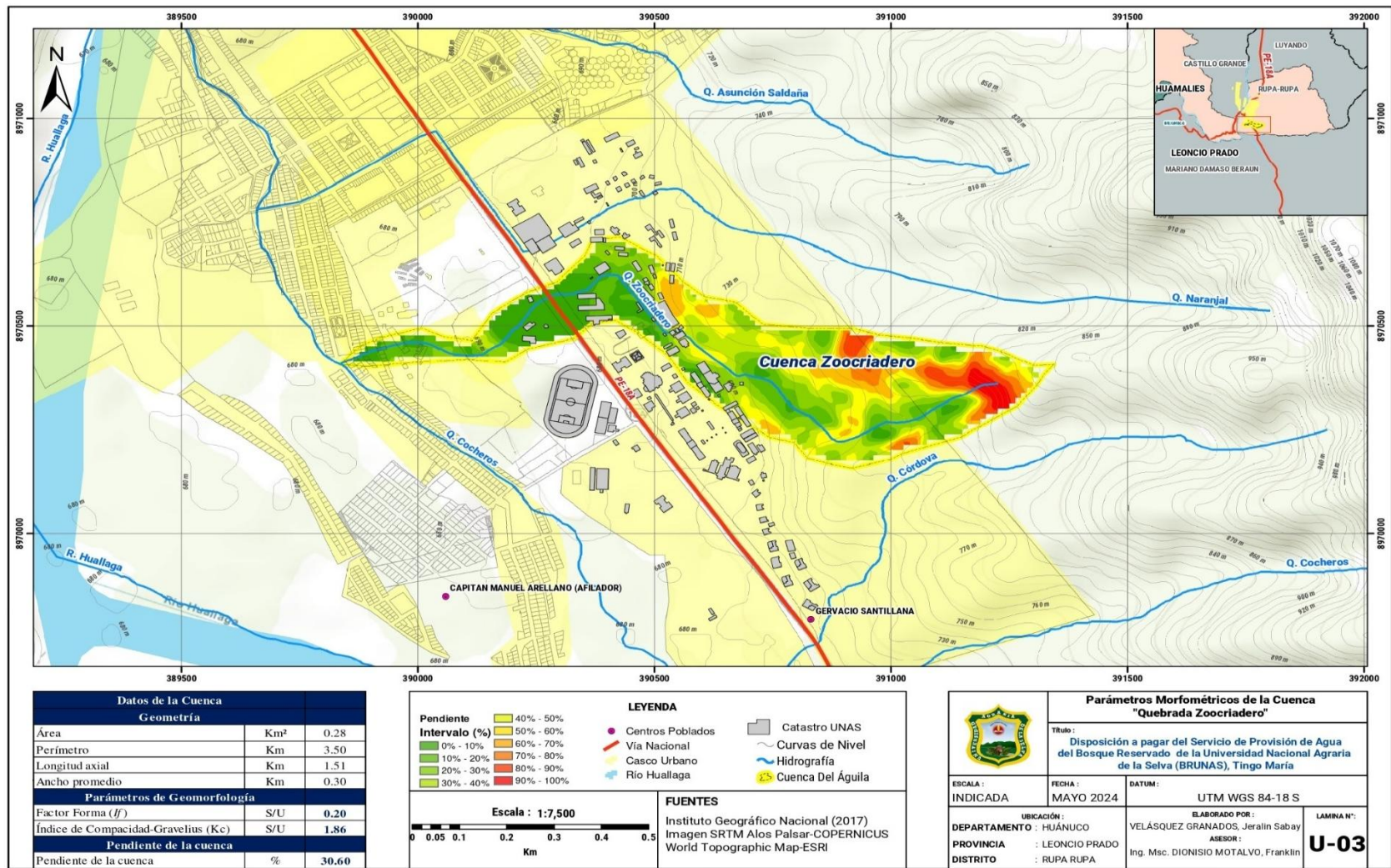


Figura 30. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Córdova”

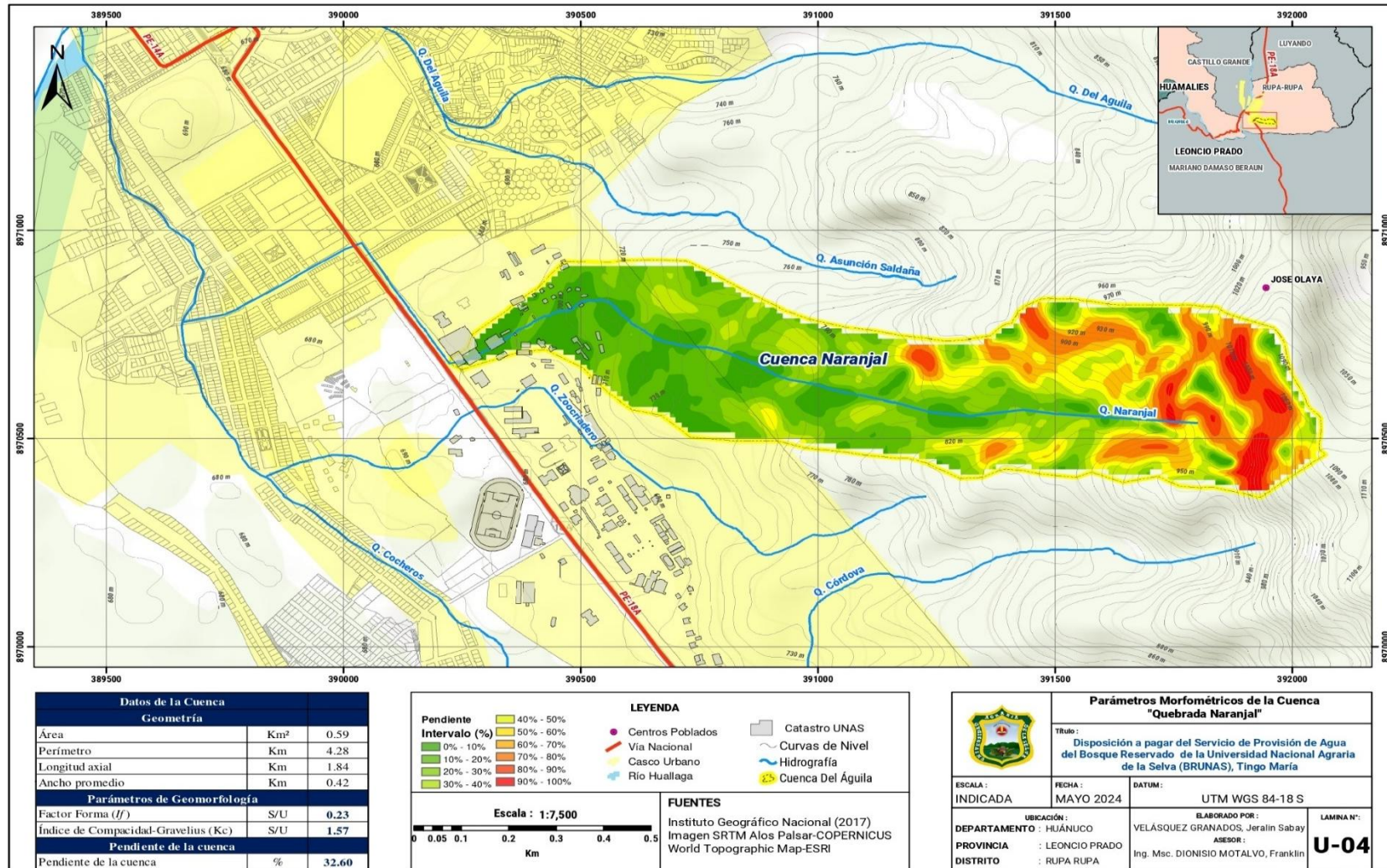


Figura 31. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada del Águila”

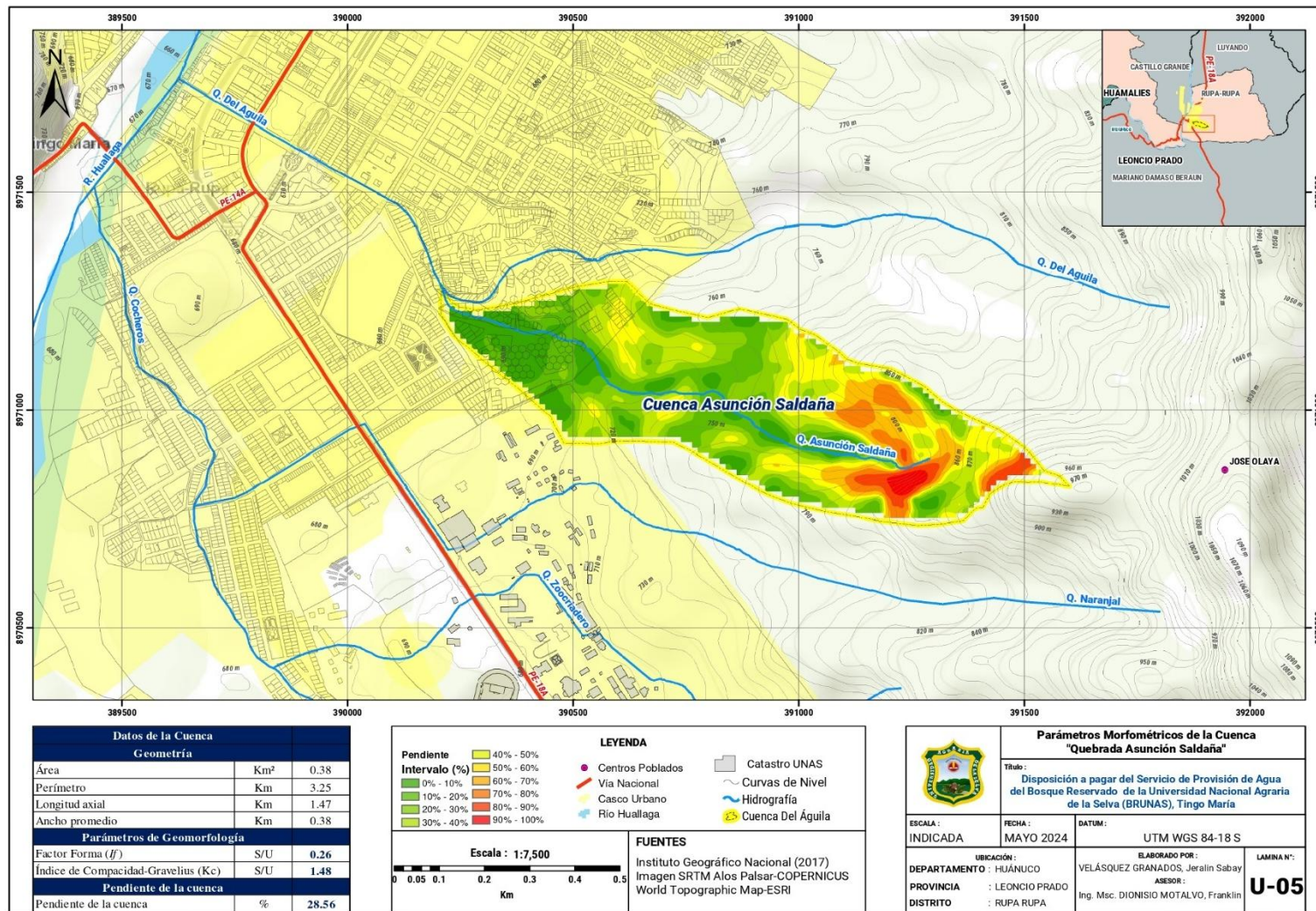


Figura 32. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Zoocriadero”

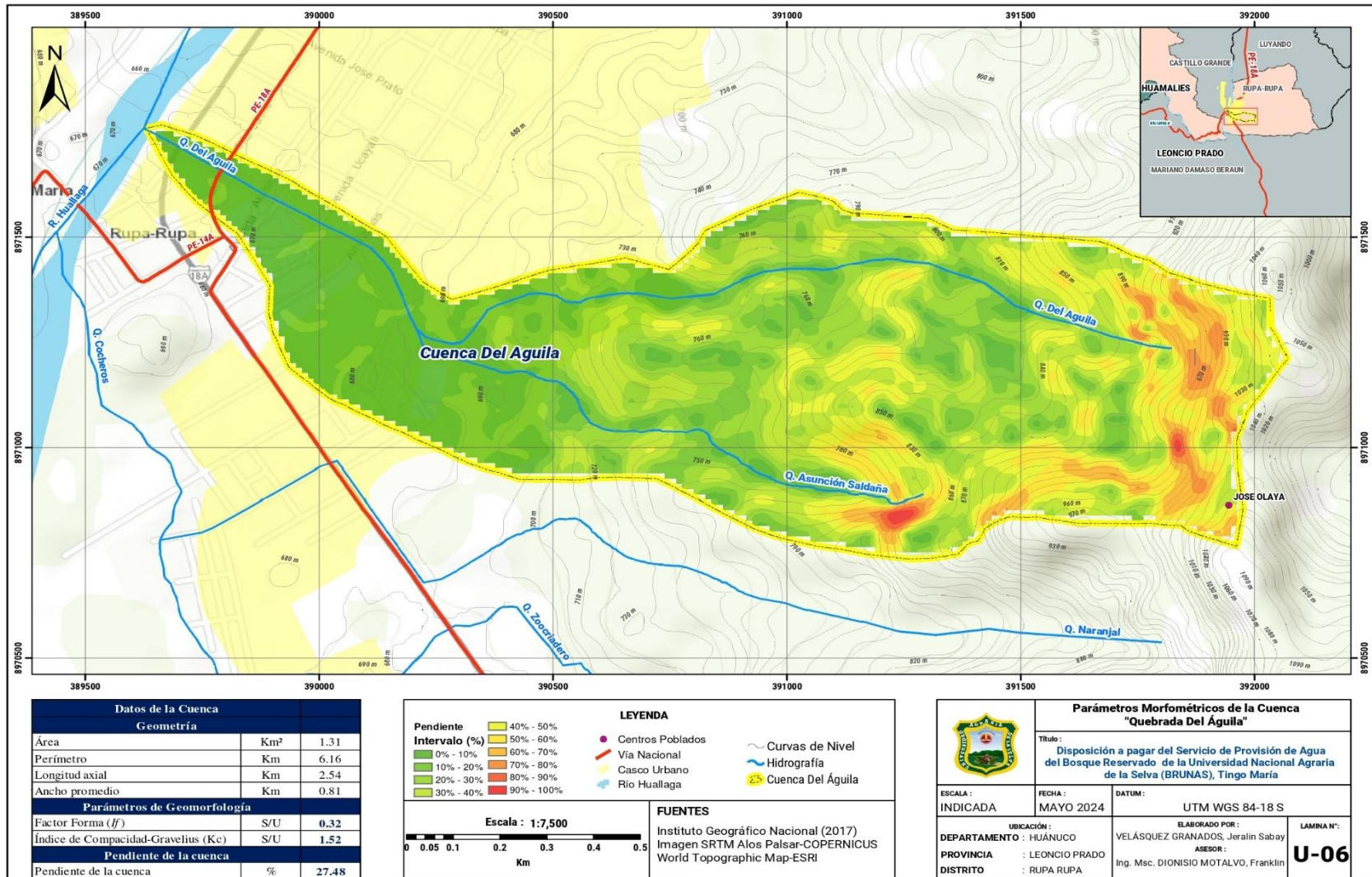


Figura 33. Parámetros morfométricos de la cuenca “Quebrada Naranjal”

### ANEXO C. Análisis fisicoquímicos

A continuación, se presenta en la Tabla 16, 17, 18, 19, 20 y 21, los parámetros fisicoquímicos del agua de las quebradas del BRUNAS y su comparación con el ECA agua y el LMP.

**Tabla 16.** Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Cocheros y contraste con los ECA y LMP

| Parámetros fisicoquímicos | Unidad de medida | Colina baja | Colina media | Colina alta | ECA     | LMP     |
|---------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|---------|---------|
| T°                        | °C               | 24,5        | 26,4         | 22,4        | 30      | 3       |
| pH                        | Unidades         | 6,39        | 7,7          | 7,3         | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 |
| Turbiedad                 | UNT              | 1,4         | 2            | 0,6         | 5       | 5       |
| Alcalinidad               | mg/L             | 0,45        | 0,65         | 0,51        | 20-500  | 500     |
| Nitrato                   | mg/L             | 0,2         | 1            | 0           | 50      |         |
| Sólidos Totales           | mg/L             | 139         | 140          | 142         | 1000    | 1000    |
| Sólidos Suspendidos       | mg/L             | 3           | 4            | 3           | 500     | 500     |
| Conductividad Eléctrica   | μS/cm            | 139,8       | 140,5        | 115,4       | 1500    | 1500    |
| Cloro Residual            | ppm              | 0           | 0            | 0           | 5       | 5       |

**Tabla 17.** Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Córdova y contraste con los ECA y LMP

| Parámetros fisicoquímicos | Unidad de medida | Colina baja | Colina media | Colina alta | ECA     | LMP     |
|---------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|---------|---------|
| T°                        | °C               | 24,2        | 25,8         | 22,1        | 3       |         |
| pH                        | Unidades         | 6,9         | 7,6          | 7,7         | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 |
| Turbiedad                 | UNT              | 1,1         | 1,19         | 0,92        | 5       | 5       |
| Alcalinidad               | mg/L             | 0,35        | 0,3          | 0,2         | 20-500  | 500     |
| Nitrato                   | mg/L             | 0           | 0            | 0           | 50      |         |
| Sólidos Totales           | mg/L             | 64,5        | 71,8         | 95,4        | 1 000   | 1 000   |
| Sólidos Suspendidos       | mg/L             | 3           | 3            | 1           |         | 500     |
| Conductividad Eléctrica   | μS/cm            | 150,2       | 106,1        | 110,7       | 1 500   | 1 500   |
| Cloro Residual            | ppm              | 0,02        | 0,03         | 0           | 5       | 5       |

**Tabla 18.** Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Zoocriadero y contraste con los ECA y LMP

| <b>Parámetros fisicoquímicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b> |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| T°                               | °C                      | 26                 | 26,3                | 25,2               | 3          |            |
| pH                               | Unidades                | 6,58               | 7,54                | 7,02               | 6,5-8,5    | 6,5-8,5    |
| Turbiedad                        | UNT                     | 0,2                | 5                   | 0                  | 5          | 5          |
| Alcalinidad                      | mg/L                    | 0,35               | 0,55                | 0,6                | 20-500     | 500        |
| Nitrato                          | mg/L                    | 0,6                | 1                   | 0                  | 50         |            |
| Sólidos Totales                  | mg/L                    | 131                | 120                 | 128                | 1 000      | 1 000      |
| Sólidos Suspendidos              | mg/L                    | 4                  | 4                   | 3                  |            | 500        |
| Conductividad Eléctrica          | μS/cm                   | 110,5              | 111,9               | 111,4              | 1500       | 1 500      |
| Cloro Residual                   | ppm                     | 0                  | 0,04                | 0                  | 5          | 5          |

**Tabla 19.** Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Naranjal y contraste con los ECA y LMP

| <b>Parámetros fisicoquímicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b> |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| T°                               | °C                      | 25,8               | 26,9                | 26                 | 30         |            |
| pH                               | Unidades                | 5,71               | 7,63                | 6,94               | 6,5-8,5    | 6,5-8,5    |
| Turbiedad                        | UNT                     | 1,25               | 1,83                | 0,62               | 5          | 5          |
| Alcalinidad                      | mg/L                    | 0,25               | 0,5                 | 0,5                | 20-500     | 500        |
| Nitrato                          | mg/L                    | 0                  | 0,3                 | 0                  | 50         |            |
| Sólidos Totales                  | mg/L                    | 86,00              | 91,54               | 102,00             | 1 000      | 1 000      |
| Sólidos Suspendidos              | mg/L                    | 2                  | 1                   | 3                  |            | 500        |
| Conductividad Eléctrica          | μS/cm                   | 73,1               | 75,8                | 77,4               | 1 500      | 1 500      |
| Cloro Residual                   | ppm                     | 0,01               | 0,03                | 0                  | 5          | 5          |

**Tabla 20.** Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Asunción Saldaña y contraste con los ECA y LMP

| <b>Parámetros fisicoquímicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b> |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| T°                               | °C                      | 26,2               | 25,8                | 25,11              | 3          |            |
| pH                               | Unidades                | 6,87               | 7,1                 | 7,2                | 6,5-8,5    | 6,5-8,5    |
| Turbiedad                        | UNT                     | 2                  | 2                   | 0                  | 5          | 5          |
| Alcalinidad                      | mg/L                    | 0,3                | 0,2                 | 0,1                | 20-500     |            |
| Nitrato                          | mg/L                    | 0                  | 0                   | 0                  | 50         |            |
| Sólidos Totales                  | mg/L                    | 105                | 115                 | 112                | 1 000      | 1 000      |
| Sólidos Suspendidos              | mg/L                    | 2                  | 8                   | 3                  |            | 500        |
| Conductividad Eléctrica          | µS/cm                   | 98,7               | 94,4                | 95,1               | 1 500      | 1 500      |
| Cloro Residual                   | ppm                     | 0,01               | 0,02                | 0,01               | 5          | 5          |

**Tabla 21.** Parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada del Águila y contraste con los ECA y LMP

| <b>Parámetros fisicoquímicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b> |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|------------|
| T°                               | °C                      | 24                 | 26                  | 25                 | 3          |            |
| pH                               | Unidades                | 6,84               | 7,08                | 7,4                | 6,5-8,5    | 6,5-8,5    |
| Turbiedad                        | UNT                     | 0,5                | 4,7                 | 1                  | 5          | 5          |
| Alcalinidad                      | mg/L                    | 0,45               | 0,5                 | 0,4                | 20-500     |            |
| Nitrato                          | mg/L                    | 0,3                | 0,3                 | 0,3                | 50         |            |
| Sólidos Totales                  | mg/L                    | 95,4               | 87,5                | 90,2               | 1000       | 1000       |
| Sólidos Suspendidos              | mg/L                    | 3                  | 7                   | 2                  |            | 500        |
| Conductividad Eléctrica          | µS/cm                   | 160,2              | 151,9               | 148,1              | 1500       | 1500       |
| Cloro Residual                   | ppm                     | 0,02               | 0,04                | 0,01               | 5          | 5          |

### ANEXO C. Parámetros Microbiológicos

A continuación, se presenta en la Tabla 22, 23, 24, 25, 26 y 27, los parámetros microbiológicos del agua de las quebradas del BRUNAS y su comparación con el ECA agua y el LMP.

**Tabla 22.** Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Cocheros y contraste con *el* ECA y LMP

| <b>Parámetros microbiológicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|
| <i>Escherichia coli</i>           | UFC/100 mL              | 0                  | 0                   | 0                  | 0          | 0           |
| Coliformes totales                | UFC/100 mL              | 8                  | 3                   | 0                  | 50         | <1.8/100 mL |
| Numeración de Mohos               | UFC/100 mL              | 8                  | 5                   | 1                  | <50        | **          |

**Tabla 23.** Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Cordova y contraste con *el* ECA y LMP

| <b>Parámetros microbiológicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|
| <i>Escherichia coli</i>           | UFC/100 mL              | 0                  | 0                   | 0                  | 0          | 0           |
| Coliformes totales                | UFC/100 mL              | 10                 | 4                   | 0                  | 50         | <1.8/100 mL |
| Numeración de Mohos               | UFC/100 mL              | 15                 | 8                   | 3                  | **         | **          |

**Tabla 224.** Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Zoocriadero y contraste con el ECA y LMP

| <b>Parámetros microbiológicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|
| <i>Escherichia coli</i>           | UFC/100 mL              | 0                  | 0                   | 0                  | 0          | 0           |
| Coliformes totales                | UFC/100 mL              | 5                  | 2                   | 0                  | 50         | <1.8/100 mL |
| Numeración de Mohos               | UFC/100 mL              | 8                  | 5                   | 1                  | **         | **          |

**Tabla 25.** Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Naranjal y contraste con el ECA y LMP

| <b>Parámetros microbiológicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|
| <i>Escherichia coli</i>           | UFC/100 ml              | 0                  | 0                   | 0                  | 0          | 0           |
| Coliformes totales                | UFC/100 ml              | 9                  | 3                   | 0                  | 50         | <1.8/100 mL |
| Numeración de Mohos               | UFC/100 ml              | 9                  | 6                   | 2                  | **         | **          |

**Tabla 26.** Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada Asunción Saldaña y contraste con el ECA y LMP

| <b>Parámetros microbiológicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|
| <i>Escherichia coli</i>           | UFC/100 ml              | 0                  | 0                   | 0                  | 0          | 0           |
| Coliformes totales                | UFC/100 ml              | 5                  | 2                   | 0                  | 50         | <1,8/100 mL |
| Numeración de Mohos               | UFC/100 ml              | 10                 | 7                   | 3                  | **         | **          |

**Tabla 27.** Parámetros microbiológicos del agua de la quebrada del Águila y contraste con el ECA y LMP

| <b>Parámetros microbiológicos</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Colina baja</b> | <b>Colina media</b> | <b>Colina alta</b> | <b>ECA</b> | <b>LMP</b>  |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|
| <i>Escherichia coli</i>           | UFC/100 ml              | 0                  | 0                   | 0                  | 0          | 0           |
| Coliformes totales                | UFC/100 ml              | 10                 | 4                   | 0                  | 50         | <1,8/100 mL |
| Numeración de Mohos               | UFC/100 ml              | 11                 | 6                   | 2                  | **         | **          |

## ANEXO D. Análisis estadístico de la estimación del modelo econométrico logit

Tabla 28. Resultados de la estimación del modelo econométrico logit

| <b>Disposición a pagar</b> | <b>Coef.</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Z</b> | <b>P &gt;  z </b> | <b>95 % Conf. Intervalo</b> |            |
|----------------------------|--------------|-----------------------|----------|-------------------|-----------------------------|------------|
| Con. Prov. agua            | 0,7519527    | 0,2309942             | 3,26     | 0,01              | 0,2992124                   | 1,204693   |
| Importancia                | -0,3828152   | 0,1860286             | -2,06    | 0,040             | -0,7474246                  | -0,0182058 |
| Utiliza                    | -0,4950682   | 0,2729455             | -1,81    | 0,070             | -1,030031                   | 0,0398951  |
| Uso                        | 0,2111227    | 0,1185449             | 1,78     | 0,075             | -0,0212211                  | 0,4434665  |
| Calidad                    | 0,12907      | 0,1471386             | 0,88     | 0,380             | -0,1593163                  | 0,4174564  |
| Consideración              | 0,5322112    | 0,2193923             | 2,43     | 0,015             | 0,1022102                   | 0,9622122  |
| Conservar                  | 2,102521     | 1,355396              | 1,55     | 0,121             | -0,5540068                  | 4,759048   |
| Edad                       | -0,3068768   | 0,1734067             | -1,77    | 0,077             | -0,6467477                  | 0,032994   |
| Sexo                       | -0,0132037   | 0,199241              | -0,07    | 0,947             | -0,4037089                  | 0,373014   |
| Grad. Inst.                | -0,1262343   | 0,1672085             | -0,75    | 0,450             | -0,4539569                  | 0,2014884  |
| Ingreso                    | -0,1419578   | 0,0870732             | -1,63    | 0,103             | -0,3126182                  | 0,0287026  |
| Ocupación                  | 0,0604754    | 0,1003425             | 0,60     | 0,547             | -0,1361923                  | 0,257143   |
| _cons.                     | -0,9186405   | 0,7477304             | -1,23    | 0,219             | -2,384165                   | 0,5468842  |

Nota. Log. Probabilidad = -312,90247; Número de observaciones = 547; LR Chi2 (12) = 47,61; Prob. > chi2 = 0,000; Pseudo R<sup>2</sup> = 0,0707

**ANEXO E.** Instrumento de recolección de información

**ENCUESTA**

Estimado(a) reciba un cordial saludo, estoy realizando una encuesta que será para la realización de mi investigación de tesis denominado: **“DISPOSICION A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISION DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA (BRUNAS), TINGO MARÍA”**, toda información personal será estrictamente confidencial, los datos serán utilizados con fines académicos.

Nombre y apellido:

.....

DNI:.....

Dirección:.....

**I. Descripción del servicio de provisión de agua**

1. ¿Sabe usted de donde proviene el servicio de provisión de agua que se utiliza en su zona?
  - a) Si ¿De dónde?.....
  - b) No
  
2. ¿Qué tan importante es para usted el recurso hídrico que ofrece el Bosque Reservado de la UNAS?
  - a) No relevante
  - b) Importante
  - c) Muy importante
  
3. ¿Utiliza el servicio ambiental hídrico que ofrece el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?
  - a) Si
  - b) No
  
4. ¿Qué tipo de uso le da al agua?
  - a) Alimentación
  - b) Aseo personal
  - c) Riego de plantas
  - d) Comercial
  - e) Otro:

5. Con respecto a la calidad de agua que usted recibe es:

- |              |          |
|--------------|----------|
| a) Muy mala  | b) Mala  |
| c) Media     | d) Buena |
| e) Muy buena |          |

6. ¿Cómo considera el agua con el que se abastece?

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| a) Excesiva     | b) Suficiente |
| c) Insuficiente | d) No sabe    |

7. ¿Considera importante conservar el área de donde proviene el agua?

- a) Si, ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- b) No, ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**II. Disposición a pagar**

8. ¿Realizan ustedes alguna actividad para la conservación del recurso hídrico?
  - a) Si
  - b) No
  
9. De ser si la respuesta anterior conteste ¿Dan alguna cuota para los materiales personales para realizar las actividades de la conservación de recurso hídrico?
  - a) Si \_\_\_\_\_
  - b) No
  
10. ¿Estaría usted dispuesto a pagar por conservar las fuentes de agua del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva?, si la respuesta es NO pase a la pregunta 12.
  - a) Si
  - b) No



## ANEXO F. Validación del instrumento por los expertos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante: ROSALLES PACHAMANGO OSCAR ALEXANDER  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - DACAM - UNAS  
 1.3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: ENCUESTA DE "DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARIA, 2022."  
 1.4. Autor del instrumento: JERALIN SABAY VELASQUEZ GRANADOS

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

| DIMENSIONES        | INDICADORES   | Deficiente<br>00 – 20% | Regular<br>21 – 40% | Buena<br>41 – 60% | Muy<br>buena<br>61 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|--------------------|---|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD        | Esta formulado con un lenguaje apropiado.   |                        |                     |                   |                          | X                      |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta expresado en conductas observables.  |                        |                     |                   | X                        |                        |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.                                   |                        |                     |                   | X                        |                        |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.   |                        |                     |                   |                          | X                      |
| 5. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad.                                       |                        |                     |                   |                          | X                      |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio ambiente. |                        |                     |                   |                          | X                      |
| 7. CONSISTENCIA    | Basados en aspectos teóricos - científicos de la Tecnología Educativa.              |                        |                     |                   | X                        |                        |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones.                                   |                        |                     |                   |                          | X                      |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito del diagnóstico.                                |                        |                     |                   |                          | X                      |

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:** .....

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 89%

Lugar y fecha: TINGO MARIA 18/01/23

Oscar Alexander Rosales Pachamango  
 Biólogo  
 C.B.P. 15859

Firma del experto informante  
 DNI N° 45909131  
 Teléfono N° 943967344



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante Suárez Vásquez Jorge Alejandro
- 1.2. Cargo e institución donde labora Docente - DACAM - UNAS
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: ENCUESTA DE "DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARIA, 2022."
- 1.4. Autor del instrumento: JERALIN SABAY VELASQUEZ GRANADOS

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

| DIMENSIONES        | INDICADORES   | Deficiente<br>00 – 20% | Regular<br>21 – 40% | Buena<br>41 – 60% | Muy buena<br>61 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|--------------------|---|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD        | Esta formulado con un lenguaje apropiado.   |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta expresado en conductas observables.  |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.                                   |                        |                     |                   | X                     |                        |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.   |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 5. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad.                                       |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio ambiente. |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 7. CONSISTENCIA    | Basados en aspectos teóricos - científicos de la Tecnología Educativa.              |                        |                     |                   | X                     |                        |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones.                                   |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito del diagnóstico.                                |                        |                     |                   |                       | X                      |

- III. **OPINIÓN DE APLICABILIDAD:** Se recomienda que la encuesta no se realice a personas con discapacidad.

- IV. **PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 90%

Lugar y fecha: Tingo María, 18/05/22.

**SUÁREZ VÁSQUEZ JORGE ALEJANDRO**  
 Ingeniero Ambiental  
 CIP N° 285598

Firma del experto informante  
 DNI N° 46112426  
 Teléfono N° 965392867



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante..... Romero Ushumahuá Patricia Pilar  
 1.2. Cargo e institución donde labora..... Docente - DACAM - UNAS  
 1.3. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: ENCUESTA DE "DISPOSICIÓN A PAGAR DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - TINGO MARIA, 2022."  
 1.4. Autor del instrumento: JERALIN SABAY VELASQUEZ GRANADOS

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

| DIMENSIONES        | INDICADORES   | Deficiente<br>00 – 20% | Regular<br>21 – 40% | Buena<br>41 – 60% | Muy buena<br>61 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|--------------------|---|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. CLARIDAD        | Esta formulado con un lenguaje apropiado.   |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 2. OBJETIVIDAD     | Esta expresado en conductas observables.  |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 3. ACTUALIDAD      | Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.                                   |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 4. ORGANIZACIÓN    | Existe una organización lógica.   |                        |                     |                   | X                     |                        |
| 5. SUFICIENCIA     | Comprende los aspectos en cantidad y calidad.                                       |                        |                     |                   | X                     |                        |
| 6. INTENCIONALIDAD | Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio ambiente. |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 7. CONSISTENCIA    | Basados en aspectos teóricos - científicos de la Tecnología Educativa.              |                        |                     |                   | X                     |                        |
| 8. COHERENCIA      | Entre los índices, indicadores y las dimensiones.                                   |                        |                     |                   |                       | X                      |
| 9. METODOLOGÍA     | La estrategia responde al propósito del diagnóstico.                                |                        |                     |                   | X                     |                        |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD..... Aplicable

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 87%

Lugar y fecha: Tingo María 18/01/23

Patricia  
 Firma del experto informante  
 DNI N°..... 74276969  
 Teléfono N°..... 962082192

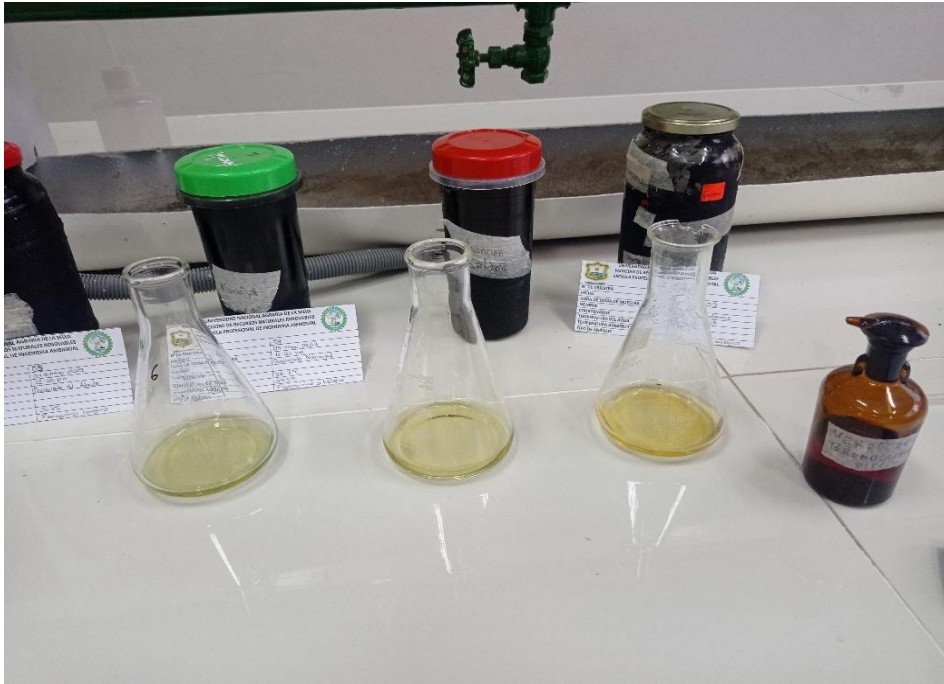
## PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 34.** Preparación de los aditivos para los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS



**Figura 35.** Medición de parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS



**Figura 36.** Preparación de los compuestos para la titulación de las muestras para evaluar los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS



**Figura 37.** Titulación de las muestras de los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del BRUNAS



**Figura 38.** Medición de parámetros microbiológicos de las quebradas del BRUNAS



**Figura 39.** Preparación para la incubación de las muestras microbiológicas de las quebradas del BRUNAS



**Figura 40.** Lectura e interpretación de las muestras microbiológicas de las quebradas del BRUNAS



**Figura 41.** Plaqueo y conteo de las muestras microbiológicas de las quebradas del BRUNAS



**Figura 42.** Medición del ancho de la quebrada para la medición de caudal



**Figura 43.** Medición de caudal por el método del flotador



**Figura 44.** Recopilación de la información del caudal en las quebradas del BRUNAS



**Figura 45.** Realización de encuestas en la Quebrada Cocheros



**Figura 46.** Realización de encuestas en la Quebrada Naranjal



**Figura 47.** Realización de encuestas en la Quebrada Córdova



**Figura 48.** Realización de encuestas en la Quebrada Zoocriadero



**Figura 49.** Realización de encuestas en la Quebrada del Águila



**Figura 50.** Realización de encuestas en la Quebrada Asunción Saldaña